மண்விசையியல்

கொடுமுடி சண்முகன்

தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்
தஞ்சாவூர்– 613 005.

மண்விசையியல்

முனைவர் கொடுமுடி சண்முகன்
செந்தமிழ்ச் சொற்பிறப்பியல்
அகரமுதலி இயக்ககம்
சென்னை.

தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்
தஞ்சாவூர் - 613 005.

இயந்திரத் தொழில் நுட்பங்களையும் பயன்படுத்த வழிகோலிற்று. புதிய தொழில் நுட்பத்திற்கு ஏற்பத் தமிழும் புதுமை பெற்றுப் புதுப்புதுக் கலைச்சொற்களைத் துறைதோறும் படைத்துச் செழுமை பெற்று வருகிறது.

இப்பொறியியல் நூல்முழுவதும் தமிழின் புதுப்பொலிவைக் காணலாம். பொறியியல் மாணவர்கள் மட்டுமின்றி ஏனையோரும் படித்துப் புரிந்து கொள்ளும் வகையில் அறிவியல் தமிழ் வளர்ச்சியில் ஆர்வங்காட்டிவரும் டாக்டர் கொடுமுடி சண்முகன் அவர்கள் தமிழுக்குப் பெருமை சேர்க்கும் வகையில் இந்நூலைப் படைத்துள்ளார். அவருக்கு என் மனமார்ந்த பாராட்டுக்கள். வாழ்வு உயர வளர்தமிழில் தமது துறைசார்ந்த பல நூல்களை இந்நூலாசிரியர் எழுதவேண்டும் என்ற என் விருப்பத்தையும் இதன்மூலம் தெரிவித்துக் கொள்கிறேன்.

நாள் : 25–04–1997

கி. கருணாகரன்

பதிப்புரை

முனைவர் இராம. சுந்தரம்
பேராசிரியர் – தலைவர்
அறிவியல் தமிழ் மற்றும் தமிழ் வளர்ச்சித் துறை
தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்,
தஞ்சாவூர் – 613 005.

"வாழ்வு உயர வளர்தமிழில் அறிவியல்" என்ற குறிக்கோளின் அடிப்படையில் தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம் பல அறிவியல் தொழில்நுட்ப நூல்களைத் தமிழில் வெளியிடத் திட்டமிட்டு அத்திட்டத்தின் முதற்கட்டமாகப் பொறியியல், மருத்துவப் பாடநூலாக்கத் திட்டத்தை மேற்கொண்டது. இத்திட்டத்தின்கீழ் தகுதிவாய்ந்த பொறிஞர்களும் மருத்துவர்களும் தரமான பாடநூல்களை எழுதித்தர முன்வந்தனர். குறிப்பிட்டகால எல்லைக்குள் 13 பொறியியல் நூல்களும் 14 மருத்துவ நூல்களும் உருவாயின. முன்பே வெளியான அடிப்படைக்கட்டுமான வடிவமைப்பு என்னும் நூலைத் தொடர்ந்து மண்விசையியல் வெளிவருகிறது. இவ்வரிசையில் அடிப்படை இயந்திரவியல், அடிப்படை மின்னியல், கட்டடத்தொழில் நுட்பம், செயலாக்க நிலை யியக்கவியல், பொறியியல் வரைபடம், பொறியியல் தொழில்நுட்பக் கலைச்சொல்லகராதி ஆகியன அச்சிடப்பட்டு வருகின்றன.

அதனடிப்படையில் தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகத் துணைவேந்தர் டாக்டர் கி.கருணாகரன் அவர்களின் சீரிய முயற்சியால் இந்நூல் மக்கள் கைகளில் திகழ்கிறது. மாணவர் பெரிதும் பயன்படுவர் என்பது திண்ணம்.

நூல் எழுதப்பட்டபோது, ஏடுகளை ஒழுங்குபடுச் செப்பம் செய்வதில் பேருதவியாக இருந்தவர் ச. பிரகதம் அவர்கள்.

அன்னைத் தமிழின் புனைவிற்குதவும் வகையில் இந்நூலை எழுதி வெளியிட என்னை ஈடுபடுத்திய அனைவருக்கும் நான் பெரிதும் கடமைப்பட்டுள்ளேன். காயும் கதிரென, வீசும் தென்றலென, வீழும் புலலென பெயர் சுட்டாப் பலர் உதவியுள்ளனர். அனைவருக்கும் என் இனிய நன்றி.

சொல்லடி சிவசக்தி எனைச்

சுடர்மிகும் அறிவுடன் படைத்து விட்டாய்

வல்லமை தாராயோ இந்த

மாநிலம் பயனுற வாழ்வதற்கே

என்றான் பாரதி. அந்தப் பெருங்கவிஞன் கூற்றிற்கேற்ப என் கடன் பணி செய்து கிடப்பதே எனக் கூறி அனைவரையும் வாழ்த்துவேன்.

கொடுமுடி சண்முகனேன்.

பொதுப்பணித்துறையின் முன்னைக்
கண்காணிப்புப் பொறியாளர்

மாமல்லபுரம் அரசினர் கட்டடக்கலை,
சிற்பக் கல்லூரியின் முன்னை முதல்வர்

செந்தமிழ் சொற்பிறப்பியல்
அகரமுதலிப் பதிப்பாசிரியர்.

மண்விசையியல்

		பக்கம்
1.	அறிமுகம்	1
2.	நிலம்—நீர்—வளி உறவுகள்	12
3.	பண்பறிதல்	19
4.	நீர் ஊடுருவல்	86
5.	நாளப்புழைமை	103
6.	தகைவுகள்	112
7.	செதுக்கத்திறன்	123
8.	நிலத்தடி அழுத்தம்	180
9.	கெட்டிமை	200
10.	படிமானம்	229
11.	தாங்கு திறன்	262
12.	சாய்மானச் சமநிலை	296
13.	பின்னுரை	319
14.	கலைச்சொல்	322
15.	சொற்களஞ்சியம்	333

1. அறிமுகம்

1.1 மண்:

எல்லோரும் அன்றாடம் காணும் பொருள் மண்; நிலத்தின் மேற்பரப்பில் உள்ளது; கட்டுமானங்களில் பயன்படும் பொருள்; கட்டடங்களைத் தாங்குவதும் மண்ணே ஆகும்.

மண்ணை, அது பயன்படும் வகை பற்றி, வேளாண்மை அறிஞர்களும், பொறியியல் அறிஞர்களும் துருவித் துருவி ஆராய விரும்புகின்றனர். மானுடத்தின் முதன்மைத் தேவைகளான உண்டி, உடை, உறையுள் மூன்றும் மண்ணைச் சார்ந்தே அமைகின்றன. மண் உணவுக்கான தானிய மணிகளை விளைவிக்கின்றது; உடைக்கான பருத்தி வகைகளின் உற்பத்திக்கு உதவுகிறது; உறையுளுக்கான கட்டடங்களைத் தாங்கி நிற்கின்றது.

தரைமீது கட்டடங்கள் அமைக்கும் பணி தொன்று தொட்டு நடைபெற்று வருகின்றது. வரலாற்று ஏடுகளைப் புரட்டிப் பார்த்து நமது மூதாதையர் திறம் அறிவது நலம் தரும்.

1.2 சிந்துவெளி முதல் :

சிந்துவெளி நாகரிக மக்கள் தற்போதைய பாகிஸ்தானத்திலும், வட இந்தியாவில் குஜராத் மாநிலம் வரையும் பரவி வாழ்ந்துள்ளனர். மொகஞ்சதாரோ, அரப்பா, கலிபங்கன் போன்ற பல இடங்களில் அகழ்வாராய்ச்சி மூலம் பல கட்டுமானங்கள் அகழ்ந்தெடுக்கப்பட்டுள்ளன. நேராக் அமைந்த தெருக்கள்; அதனை ஒட்டிய இருபுறமும் வீடுகள்; தானியக் களஞ்சியங்கள்; பொதுக்குளம் போன்றவை குறிப்பிடத் தக்கவை. சுமார் 4000 முதல் 5000 ஆண்டுகட்கு முற்பட்ட மக்கள் பல்வகைக் கட்டுமானப் பிரச்சினைகளைச் சந்தித்திருப்பர்.

எகிப்து நாட்டின் பிரமிடுகள் இத்தனை காலமும் அழியாமல் நின்று அம்மண்ணின் வலிமையைப் பறைசாற்றிக் கொண்டிருக்கின்றன. பாபிலோன் நகரத்திலுள்ள பெருங்கோயில்கள், சீனத்துப் பெருஞ்சுவர், உரோம் நாட்டுத் தண்ணீர்ப் பாலம் மற்றும் நெடுஞ்சாலைகள் பொறியியல் பணிகளில் முதன்மை பெறுகின்றன.

தமிழ் நாட்டிலும் பல நெடுநிலை மாடங்கள் இருந்துள்ளன. மணற்பாங்கான பூம்புகார் நகரத்து மாடங்கள், ஆறு கிடந்தாற்போன்ற அகன்ற மதுரைச் சாலைகள், வஞ்சி நகரத்து அகழி சூழ்ந்த பெருமதில்கள் போன்றவற்றை இலக்கியங்களில் சந்திக்கின்றோம். மண்ணின் தாங்குதிறன் பற்றி நுணுக்கமான அறிவு இருந்தாலன்றி இவை சாத்தியமல்ல.

மாமன்னன் இராசராசன் கட்டிய 212 அடி உயரமுள்ள தஞ்சைப் பெருங்கோயில் இன்றும் நாம் காணக் கிடைக்கின்றது. காஞ்சிபுரத்து கைலாயநாதர் ஆலயம் கட்டுக் கோயில்களில் தொன்மை வாய்ந்தது. கங்கை கொண்ட சோழபுரம், தாராசுரம் மற்றும் தமிழ் நாட்டில் காணுமிடமெல்லாம் நீக்கமற நிறைந்துள்ள பெருங் கோயில்கள் நமது முன்னோர்களின் பொறியியற் புலமைக்குச் சான்றாக உள்ளன.

பாசன ஏரிகள் தமிழ்நாட்டுக்கே உரிய தனிச் சிறப்புடையன. கற்சிறை எனப்படும் அணைக்கட்டுகள், தமிழகத்து ஆறுகளின் நீரைக் கால்வாய்களில் இட்டுச் சென்று வயல்களை வளப்படுத்த உதவின. எப்போதும் வறண்டிருக்கும் கொங்கு நாட்டு ஆறுகளில் 96 அணைகள், வெள்ளக்கால நீரைத் திசை திருப்பி ஏரிகளை நிறைத்துக்கொண்டன.

இப்பணிகள் நமது முன்னோர்களின் பொறியியல் அறிவை நமக்கு எடுத்துக் காட்டுகின்றன. அவர்கள் மண்ணின் குணநலன்களையும் தாங்கு திறப்பாட்டையும் நன்கு அறிந்து வைத்திருந்தனர். அவற்றை நூல்களாகவும் ஆக்கிவைத்துள்ளனர்.

தற்காலத்தில் நாம் கையாளும் பொறியியல் புலமைகள், நமது முன்னோர்களிடமிருந்து நேரடியாகப் பெற்றவைகளல்ல. அவை கடந்த 300 ஆண்டுகளாக அய்ரோப்பிய, அமெரிக்க நாடுகளில் கையாளப்படும் அறிவுத் தொகுதிகளேயாகும்.

தமிழ்நாட்டின் பண்டைப் பொறியியலறிவு இன்னும் மறைந்து விடவில்லை. ஸ்தபதிகள் என்னும் கட்டடக் கலைஞர்கள், நவீன விஞ்ஞானப் புலமையின் உதவியில்லாமலேயே பெருங்கட்டுமானங்களை நிறைவேற்றிக் காட்டக் கூடியவர்கள். சென்னையிலுள்ள வள்ளுவர் கோட்டம் அவர்களின் உழைப்பிற்கு மிகச்சிறந்த சான்றாக விளங்குகின்றது. மாமல்லபுரத்தில் அமைந்துள்ள அரசினர் கட்டடக் கலை, சிற்பக் கல்லூரியில் இவை கற்றுத்தரப்படுகின்றன.

1.3 கட்டுமானப் பொருள் :

மண் தானே ஒரு நல்ல கட்டுமானப் பொருளாக விளங்குகின்றது. தமிழ் நாட்டிலுள்ள ஏராளமான ஏரிகள் மண்ணால் ஆனவை. களிமண் போன்றவை; ஈரமாக இருக்கும்போது, தண்ணீரைக் கசிய விடாது தடுக்கக் கூடியன; காய்ந்தால் அதிலுள்ள நீர் சுருங்கி வெடிப்பு ஏற்பட்டு, அந்த வெடிப்புகளின் வழியே தண்ணீர் ஓடிவிடும். சல்லிமண் போன்றவை உட்புழை மிக்கவை. அவற்றின் வழியே நீர்க்கசிவை அனுமதித்து விடக் கூடியவை. மிகுந்த பாரந்தாங்கக் கூடியவை. இத்தகைய மண்வகைகளின் திறனை ஊடுருவிச்செல்லும் நீர் அதிக அளவில் பாதிக்காது.

பொதுவாக கரையின் நடுவில் களிமண்ணையும் இருபுறத்தே சல்லிமண்ணையும் போட்டு, நல்ல முறையில் கெட்டிப்படுத்திக் கரை அமைப்பர். கால்வாய்க்கு நீர் எடுக்கும் மதகுப் பகுதி, அதிகப்படியான நீர் வழிந்து செல்லும் கலிங்கு ஆகியவை தவிர ஏரிக்கரை முழுவதும் மண்ணால் ஆனவையே.

ஊர்ப்புறங்களில், இன்னும் செங்கற்களுக்கிடையே சேற்று மண் வைத்து கட்டடங்கள் கட்டுவதை காண்கின்றோம். சுண்ணாம்புக் காரை, சிமிட்டிக் காரை ஆகியவற்றுக்குப் பதிலாக மண் குழம்பு பயன்பட்ட போதிலும், உறுதிப் பாட்டில் எவ்வகைக்குறையும் இல்லாத கட்டடங்கள் பலவற்றை இன்றும் காணலாம்.

வீரபாண்டிய கட்டபொம்மன் அமைத்த கோட்டைச் சுவர் மண்ணால் ஆனதுதான். அது ஆங்கிலேயரின் பீரங்கித் தாக்குதலையும்

ஓரளவு தாக்குப் பிடித்ததை வரலாற்றால் அறிவோம். கோவை மத்திய சிறை சாலையின் சுற்றுச் சுவர் மண்ணால் ஆனதே.

இதன்மூலம் கட்டுமானங்களில் மண் பல வகைகளில் உபயோகிக்கப்பட்டதை நாம் அறிகிறோம்.

1.4 நிலம் :

எல்லாக் கட்டடங்களும் நிலத்தின் மீதே அமைந்துள்ளன. நிலத்தின் மேற்பரப்பு ஒரே மாதிரியாக இருப்பதில்லை. மலைப் பகுதிகளில் தரையே பாறையாக அமைந்துள்ளது. தரையின் குறைந்த ஆழத்திலேயே பாறை உள்ளமைந்திருக்கும் பகுதிகளுமுண்டு. ஆற்றங் கரையோரம் களிமண்ணும் வண்டலும் நிறைந்திருக்கும். இங்கு பாறையைக் கண்டுபிடிக்க வெகு ஆழம் தோண்ட வேண்டியிருக்கும். கடற்கரையோரம் மணல் நிறைந்திருக்கும். நிலத்தின் தாங்கு திறமையை அறிந்து கொண்டே, கட்டடங்களின் அடிமானங்களை வடிவமைக்க வேண்டும்.

1.5 அடிமானம் :

கட்டடத்தின் அடிப்பகுதி, மனிதனின் பாதத்திற்கு இணையானது. நிலத்தின் பரப்பின்மீது படிகின்ற கட்டடத்தின் உறுப்பை அடிமானம் என்பர். ஒரு கட்டடத்தின் கூரை அல்லது மேல் தளங்களின் பாரம், சுவர்களின் மீது சுமத்தப்படுகின்றது. சுவர், அந்தப் பாரத்தை அடிமானம் மூலமாக தரைக்கு மாற்றுகின்றது. சல்லிமண் போன்ற கெட்டி மண் ஓரளவு பாரந்தாங்கக் கூடியவை. சுவரின் அகலத்தை படிப்படியாக அதிகப்படுத்திச் சென்று, செறிந்த பாரத்தைப் பரவலாக்கித் தரைக்கு அனுப்பும் முறையை *பரவல் அடிமானம்* என்பர். சில கட்டடங்களில் கூரை மற்றும் தளங்களின் பாரத்தைத் தாங்க பலதூண்களை அமைக்கத் திட்டமிடுவர். அங்கு சுவர், பாரந்தாங்கும் உறுப்பாக அமையாமல், மறைப்புக்கான அடைப்பாக மட்டுமே இருக்கும். அத்தகைய கட்டடங்களில், ஒவ்வொரு தூணுக்கும் தனித்தனிப் பரவல் அடிமானம் அமைப்பர். இதனைத் *தூண் அடிமானம்* என்பர்.

தூண் அடிமானத்தில், அடியிலிள்ள மண்ணின் தன்மைக்கேற்ப, ஒவ்வொரு தூணும் ஒரே சீராக இறங்காமல், ஒன்றுக்கொன்று

வேறுபாடு இருந்தால், கட்டடச் சட்டகங்களின் தகைவுகள் வடிவமைப்பின் போது கணக்கிட்டபடி அமையாமல், அழிவுக்கு இழுத்துச் சென்றுவிடும். மண்ணின் தாங்குதிறன் மிகக்குறைவாக இருந்தால் தனித்தூண் பரவல் அடிமானம் கூட பொருத்தமில்லாமல் போய்விடும். அந்தச்சூழ்நிலையில், எல்லாத் தூண்களையும் குறுக்கிலும், நெடுக்கிலும் அடியில் இணைத்தும், அதன் கீழ் பாய் போன்ற விரிப்பில் அடிமானம் அமைப்பர் இதனைப் *பாய் அடிமானம்* என்பர்.

தரையின் உள்ளே, மிகுந்த ஆழத்தில் பாறை கிடைக்கும்போது, கட்டடத்தின் பாரத்தைத் தாங்குவதற்காக நிலத்தூண்கள் பலவற்றை தரையினுள் அடித்துச் செறுகிப் பாரத்தை நிலத்தூண்கள் வழியே பாறைக்குக் கடத்திச் செல்வர். அத்தகைய அடிமானம் *நிலத்தூண்* அடிமானம் எனப்படும். *பாரந்தாங்கும் நிலத்தூண்கள்* இங்கு பயன்படுகின்றன. சில சமயங்களில் களிமண், மணல் போன்ற உட்தரை அமைப்பில் நிலத்தூணின் பக்க உராய்விலேயே பாரத்தைத் தாங்குமாறு திட்டமிடுவதுண்டு. அவற்றை *உராய்வு நிலத்தூண்* என்பர். சிலவகை மண், தண்ணீர் பட்டதும் பருமம் விரிவடையக்கூடியவையாக இருக்கும். இத்தகைய மண்வகைகளில் சிலசமயங்களில் *குமிழ்நிலத்தூண்கள்* அமைப்பதும் உண்டு.

1.6 மண் - பயன் :

மனிதருள் ஒருவரைப் போன்று அடுத்தவர் இல்லை. மண் வகைகளும் அதே போல ஒரு இடத்தைப் போன்று அடுத்த இடத்தில் இருப்பதில்லை. எவ்வாறாயினும் தோராயமான பொதுப்பண்புகளையும், குண நலன்களையும் ஆராய்ந்து அறிந்து, அந்தந்த இடத்திற்கேற்ப அடிமானங்களை வடிவமைக்கின்றோம். குறிப்பாக ஒவ்வொரு இடத்திலும், அங்கு கிடைக்கும் மண்ணின் தன்மையறிந்து அதன் தாங்குதிறனை மதிப்பிடுகின்றோம். கட்டட அடிமானத்தின் நீள அகலங்களை நிர்ணயிக்க, தாங்குதிறன் ஒரு முக்கியமான கூறு ஆகும்.

பொதுவாகக் கெட்டிப்பாறை எவ்வளவு பாரத்தை வேண்டுமானாலும் தாங்கும். கெட்டிப்படாத மற்றும் பிளவுபட்ட பாறைகளுமுண்டு. அவற்றின் திறனை நம்பமுடியாது.

தரைமேலேயே பாறை கிடைப்பது மிகவும் அரிது. பொதுவாகத் தரைக்குள்ளாகப் பாறையும், அதன் மேல் மண்படிவுகளும் இருக்கும். பாறையின் ஆழம் அதிகமாக இருந்தால் மண்ணிலேயே கட்டிடத்தை அமைக்க வேண்டியிருக்கும்.

களிமண், வண்டல், மணல் ஆகியவை மண் வகைகளின் மூன்று பெரும் பிரிவுகளாகும், இவை எந்த விகிதத்தில் கலந்துள்ளதோ, அதைப்பொறுத்து, அவ்விடத்தின் தாங்குதிறன் மாறும். நான்கு பக்கமும் நகரமுடியாமல் கட்டுப்படுத்தப்பட்ட மணல் கூடுதல் தாங்கு திறன் கொண்டிருக்கும். மணல், வண்டல் கலந்த சல்லிமண் போன்றவற்றை அடுத்தாகச் சொல்லாம். பொதுவாகக் களிமண், கட்டடங்கள் அமைக்க ஏற்றதல்ல. ஆய்வகச் சோதனைகள் மூலமாக மண்ணின் பண்புகளை அறிய முடியும். அந்தந்தக் களத்திலேயே செய்யப்படும் சில சோதனைகளாலும் அவ்விடத்தின் தாங்குதிறனை அறியலாம்.

1.7 மண் பற்றிய அறிவு :

மனிதன் தோன்றிய காலந்தொட்டுப் பெற்ற அனுபவங்கள் மண்ணைப் பற்றிய அறிவைப் பெற வாய்ப்பாக அமைந்தன. பாறைகளிலும், மலைகளிலும் அமைந்த இயற்கைக் குகைத் தளங்களில் குடியிருந்த மனிதன், கொஞ்சம் கொஞ்சமாக, குண்டுப்பாறைகளை ஒன்றன் மீது ஒன்றாக அமைத்துச் சுவர் அமைக்கக் கற்றுக் கொண்டான். சிறு பாறைக் குண்டுகளை மண் இணைத்து நிற்பதைப் பார்த்தவன் செயற்கையாக மண்ணைச் சாந்தாக இட்டுக் கட்டடங்களைக் கட்டிக் கொண்டான். படிப்படியாக மண்ணின் பயன்பாடு, கூடிவந்து சுட்ட செங்கல் வரை வளர்ந்தது. கட்டுகின்ற இடத்தின் தன்மையை ஒட்டி நல்ல இடங்களைத் தேர்ந்தெடுக்கக் கற்றுக் கொண்டான். மண் மோசமாக இருந்த இடங்களில், அவசியம் நேரும்போது செப்பம் செய்யவும் கற்றுக் கொண்டான்.

மற்ற பொறியியல் துறைகளில் இந்த நூற்றாண்டின் தொடக்க காலத்திலேயே பெருத்த அளவு முன்னேற்றம் ஏற்பட்டுவிட்டன. இருந்த போதிலும், கட்டடத்தை தாங்கக் கூடிய மண்ணைப் பற்றிய அறிவியல் பூர்வமான அறிவு கடந்த அரை நூற்றாண்டு காலத்தில்தான் ஓரளவு

வளமடைந்தது. குறிப்பாக இயைபியல், இயற்பியல் ஆகிய துறைகளில் ஏற்பட்ட முன்னேற்றம் மண்–அறிவுக்கு உறுதுணையாக இருந்தது.

கிடைக்கக்கூடிய எல்லா அடிப்படைத் தகவல்களையும் பெருத்த அளவு பயன்படுத்தி. வடிவமைப்புகள் செய்வதே அறிவியல் அணுகுமுறையாகும். அத்தகைய கண்ணோட்டத்தில் பணிபுரிந்த மண் அறிவியலாரை எண்ணும்போது நம் கவனத்தில் முதலில் வருபவர் கார்ல் டெர்சாகி என்ற பெருமகனாவார். அவர் வழியில் மண் விசையியல் புலமை தற்போது வேகமாக முன்னேறி வருகின்றது.

1.8 மண் விசையியல் :

பொறியியலில் மண் வகிக்கும் பங்கு பற்றியும், அதன் குணநலன்களைஅறிவியல் பூர்வமாக அறிவதை Soil Mechanics என வழங்கினர். Mechanics எனில் The branch of physical science dealing with behaviour of matter under the action of force. (A dictionary of Science - Penguin) எனப்பொருள் கூறுவர். எனவே Soil Mechanics என்பதை மண் விசையியல் என்றே சொல்ல வேண்டும். மண்ணின் செயல்களை அறிவியல் முறைப்படி அறிந்து கொள்வதாகும். இச்சொல் இயைபியல், சூழ்ம இயல்பியல் போன்ற பிற வகை அறிவியல் பகுதிகளைச் சுட்டவில்லை. மண் இயல்பியல் என்பது சிறிது பொருத்தமாக இருந்த போதிலும், இதனை வேளாண்மை அறிவியலர் பயன்படுத்துகின்றனர். எனவே தற்காலத்தில் மண் பொறியியல் – Soil Engineering என்ற சொல்லே பொருத்தமாக உள்ளதென்று அனுபவம் மிக்க பொறியாளர்கள் கருதுவர்.

மண் பொறியியல் அறிவு வளருவதற்குத் மூன்று முக்கியமான ஊற்றுகள் உள்ளன. ஒன்று கடந்த காலத்தில் முயற்சிகளின் மூலமாக அறிந்த பட்டறிவு; மரவு வழியாகச் கடைப்பிடிக்கப்படும் உத்தேசமான வாய்பாடுகளாக இவை வடிவம் கொண்டுள்ளன. ஆய்வுகளின் மூலமும் கள ஆய்வுகளின் மூலமும் அறியப்படும் மண் பண்புகள் இரண்டாவதாகும். ஆராய்ச்சியாளர்கள் அவ்வப்போது, பகுத்தறிந்து வெளியிடும் மண்செயல்கள் பற்றிய முடிவுகள் மற்றும் அவற்றைப் பயன்படுத்தி வடிவமைக்கும் அடிமானங்களின் நடத்தைகள் ஆகியவை மூன்றாவதாகும். இம்மூன்றும் ஒன்றுக்கொன்று சார்ந்தவை என்பது வெள்ளிடைமலை.

1.9 மண் பொறியியல் - அடிமானப் பொறியியல் :

அடிமானப் பொறியியல், ஒரு பயன்படு அறிவியலாக ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்டுள்ளது. அடிமானம், அடிக்கட்டு (Footings) சுவர், நிலத்தூண் அடிமானங்கள், பெட்டிக்கிணறு அடிமானங்கள், மற்றும் பிறகட்டுமானங்களின் அடிமான உறுப்புகளை வடிவமைத்தல், கட்டுதல், பேணுதல் தொடர்பான பொறியியல் கூறு அடிமானப்பொறியியல் ஆகும். அடிமானத்தோடு தொடர்பு கொண்ட, நிலத்தடி மண், பாறை போன்றவற்றின் பொறியியல் கணிப்புகளும், இத்துடன் சேரும்.

மண் பொறியியல், நேரடியாக அடிமான உறுப்புகள் பற்றிய செய்திகளைச் சேர்க்காது. சான்றாக ஒரு பாய் அடிமானத்திற்கான கம்பிக் கணக்கு இதில் அடங்காது. அடிமானம் நிற்கின்ற கீழ் மண் பற்றிய எல்லாப் பொறியியல் பிரச்சினைகளும் மண் பொறியியலில் அடங்கும். மண் அணைக்குத் தேவையான, ஆய்வுப் பணிகள் வடிவமைப்பு, கட்டித் தருதல், பேணுதல் தொடர்பான எல்லாப் பிரச்சினைகளும் மண் பொறியியலில் அடங்கும்.

தற்போது அடிமானப் பொறியியல், மண் பொறியியல் இரண்டும், இவற்றிடையேயுள்ள நுணுக்கமான வேறுபாடு பற்றிக் கவலையுறாமல் மாறிமாறி வழங்குகின்றன. அடிமானப் பொறியியலின் பகுதியாகக் கூறப்படும் பல பிரச்சினைகள் மண் பொறியியலில் அடங்கும்; இதன் எதிரிடையும் உண்மையேயாகும். மண் விசையியல் அல்லது மண் செயல்கள் தொடர்பான வழக்கமான பரிசோதனை முறைகளும் மண் பொறியியலிலேயே அடங்கும். எனவே மண் பொறியியல் என்ற தலைப்பே பொருத்தமானதாகும்.

1.10 புவிப்பொதியியல் :

இந்தப் பூமி பல்வகைப் பொருட்களால் ஆனது: அவற்றைப் பற்றிய தன்மைகளையும், வரலாற்றையும் ஆராய்வதே புவிப்பொதியியல் ஆகும். ஒரு இடத்தில் திரண்டு படிந்துள்ள மண்ணின் தனித்தன்மை வாய்ந்த குணநலன்களை அறிய, அதன் பழைய வரலாற்றை அறிந்திருக்க வேண்டும். பாறைகளின், உடைந்து நொறுங்கிய எச்சங்களே, பல்வகையில் பல்வேறு இடங்களுக்குக் கடத்தப்பட்டு மண் வைப்புகளாக உள்ளன. மூலப் பாறையின் இயைபியக்கப்

பண்புகள், இந்த மண் வைப்பிலும் இருக்கக்கூடும். பல்வகைக் காலங்களில் ஒன்றன் மீது ஒன்றாகப் படிந்த மண் அடுக்குகளின் தன்மைகளை அறிந்திடப் புவிப்பொதியியல் அறிவு உதவும். மண் பொறியாளருக்கு புவிப்பொதியியல் அறிவு இருப்பது மிகுந்த நன்மை பயக்கும். ஒரு இடத்தின் புவிப்பொதியியல் அமைப்புகள், நில நீர் ஓட்டம், மண்ணிடைப் பிடிப்பு, சிதைவுச் செய்கை போன்றன, அவற்றைப் பற்றி நன்கு அறிந்து திட்டமிட உதவும்.

1.11 மண் :

மண் என்ற பொதுப் பெயர், வேளாண்மை அறிவியலார், புவிப்பொதியியலார், பொறியாளர்கள் ஆகியோரால் வழங்கப்படுகிறது. வேளாண்மையில், தாவரங்களைத் தாங்கக் கூடியதும், அவற்றின் வேர் புகுந்து செல்லக்கூடிய பகுதிகள் மட்டுமே மண் எனப்படும். புவிப்பொதியியலிலும் வேர் ஊன்றிச் செல்லும் ஆழம் வரை உள்ள பொருட்களே மண் எனப்படும். பாரந்தாங்கக்கூடிய பாறைகள் தரையின் கீழ் எவ்வளவு ஆழத்தில் உள்ளதோ அதுவரை உள்ள பொருட்களைப் பொறியாளர்கள் மண் என்பர்; அப்பகுதி தாவரஞ் சார்ந்ததாகவோ, அற்றதாகவோ இருக்கலாம்.

மண், பாறைகளின் இயல்பிய மற்றும் இயைபியச் சிதைவுகளால் உண்டாக்கப்பட்ட படிவுகள் அல்லது கெட்டிப்படாத திடத்துகள்கள்; இவை தாவரஞ்சார்ந்த பொருட்கள் சேர்ந்தோ, இல்லாமலோ இருக்கலாம். இதுவே இந்தியச் செந்தர நிறுவனம் மண்ணுக்குக் கூறும் பொருள்.

1.12 மண் ஆய்வுத் தகவல்கள் - எந்த அளவு நம்பலாம்?

மண் ஆய்வுத் தகவல்களை, ஆய்வகங்களிலும் களத்திலும் சேகரிக்கின்றோம். எனினும் எல்லாத் தகவல்களையும் முழுக்க நம்ப முடிவதில்லை. இது மண் பொறியாளர்கள் சந்திக்கின்ற தலையாய சிக்கல் ஆகும். ஒரு சில மண் ஆய்வுத் தகவல்கள் மட்டுமே முழுக்கப் பொருத்தமாக இருக்கும்; மற்றவற்றில் பெரும்பாலானவற்றைத் தோராயமான மதிப்பீடாகவே கருத வேண்டியிருக்கும். மண் ஆய்வுக் கணக்கீடுகளில் முதலில் மேற் கொள்ளும் அனுமானங்களில் பல, நூற்றுக்குநூறு உண்மையாக இருப்பதில்லை; உள்ள

நிலைமை பற்றிய மிகக் குறைந்த தகவல்களே கிடைக்கின்றன; ஆய்வுகள் முழுமை பெறாமைக்கு இவையே பெரும்பகுதி காரணமாக அமைகின்றன.

சான்றாக ஒன்றைச் சொல்லலாம். ஒரு இடத்தில் மண் கசிவு பற்றி ஆராயும் போது ஆங்காங்கே சில மண்மாதிரி எடுத்து அதில் ஆய்வுகள் நடத்தி அதற்கொப்ப கணக்கீடுகள் செய்கின்றோம். பல நேரங்களில் அந்தப் பெரிய பரப்பில் ஏதாவது சில இடங்களில், பருமணற்படிவுகள் அமைந்திருக்கக் கூடும். நாம் எடுத்த மாதிரிகளில் அது இடம் பெற்றிருக்காது. பருமணல் படிவின் கசிவு, மற்ற இடங்களைவிடப் பல மடங்கு கூடுதலாக இருக்கும். எனவே நமது கணக்கீடு இங்கே பொருத்தமானதாக அமைவதில்லை. இது போன்ற நிலவரங்களில் ஆராய்ச்சிகளில் கிடைக்காத தகவல்களை இட்டு நிரப்ப, பொறியாளரின் அனுபவம், இறுதி முடிவு எடுக்கும் திறம் ஆகியவையே சரியான முடிவுக்கு உதவக்கூடும். மண் அறிவியற் கோட்பாடுகளை நன்கு கற்றவராகவும், அவற்றை களத்து நிலைமைக்கேற்ப ஒப்பிட்டு உணர்ந்தவராகவும் மண் பொறியாளர்கள் இருப்பது மிகவும் இன்றியமையாதது.

காலஞ்சென்ற டோனால்டு டபிள்யூ. டெய்லர் என்ற மேதை பின்வரும் கேள்வியைக் கேட்டுக்கொண்டு அவரே பதிலும் கூறுகிறார்: மண் ஆராய்ச்சிகள் இதுபோன்ற முக்கியமான தகவல்களைச் சரியான முறையில் தரமுடியவில்லை என்றால், மண் ஆராய்ச்சிகள் எதற்கு? இக்கேள்விக்கு இரண்டு பதில்கள் உள்ளன. ஒரு கணக்கீட்டில், பல காரணிகள் பொருத்தமாக கிடைத்திருக்கும்; ஒரு சில மட்டுமே ஏற்கமுடியாத தகவல்களாக இருக்கும். பலவகை வடிவமைப்புகளை மேற்கொள்ளும் நிலைமையில், ஏலாத் தகவல்களைத் தள்ளிவிட்டால் கூட, பொருத்தமான தகவல்கள் பெரும்பயன் விளைவிக்கக் கூடியவையாக இருக்கும்.

பொறியாளரின் தீர்ப்பு, கேட்டறிந்த பிறரது மற்றும் அவரது முன் அனுபவத்திற்கேற்ப இருக்கும். சரியான முறையில் முடிவுகள் எடுத்திட, மண் ஆய்வில் கிடைத்த எல்லாத் தகவல்களும் அடிப்படையாக அமையும். அவர் தம் நுண்ணறிவால், தள்ளத்தக்கனவற்றை விடுத்து,

கொள்ளத் தக்கனவற்றை ஏற்று, சிறந்த முடிவுகளை எடுப்பார். ஆய்வகங்களிலும் களத்திலும் பெறப்படும் தகவல்கள் தம் அனுபவ அறிவில் அலசிப்பாராமல் முடிவெடுத்தால், தகுதியில்லாத முடிவுக்கு வரக்கூடும். அதனால் பேரிழப்புகள் நேர்ந்து விடக்கூடும். முடிவெடுக்கும் பொறியாளர் மண் ஆராய்ச்சிப் படிப்பில் நிபுணராக இருக்கவேண்டியதன் இன்றியமையாமை கண்கூடு.

மண் விசையியல் துல்லியமான அறிவியல் (exact science) பாடமல்ல என்பதை உணரவேண்டும். எந்தப் பாடத்திலும், அதன் அடிப்படைகளை ஆராயாது ஏற்க விரும்பாத நோக்கம், நேர்த்தியான இறுதி முடிவுக்கு உதவும்; மண் பற்றிய வழக்கமான ஆராய்ச்சிகள் பொருத்தமான முடிவுகள் எடுக்க வழிகோலும்; மண் செயல் பற்றிய அகத்துணர் காட்சி முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது; இவையனைத்தும் ஒன்றுக்கொன்று உறவுடைய கருத்தோட்டம் என்பதை ஏற்றுக் கொள்ள வேண்டும்.

2. நிலம் நீர் வளி உறவுகள்

2.1 தரையில் கிடக்கும் மண்ணில் ஒரு கைப்பிடி எடுத்துப் பாருங்கள். அதில் கண்ணுக்குத் தெரிவது மண் துகள்கள். அத்துடன் அதில் ஈரப்பசையும் இருக்கும்; அதாவது தண்ணீரும், காற்றும் சிறிதளவு அம் மண்பொதிக்குள் அடங்கியிருக்கலாம்.

மண் துகள்கள் ஒழுங்கற்ற வடிவம் கொண்டவை. பல துகள்கள் ஒன் று சேர்ந்து இருக்கும்போது, அதனிடையே காலியிடம் (e) இருக்கும். அக்காலியிடத்தினுள் காற்றும், தண்ணீரும் நிறைந்தோ, அல்லது குறைந்தோ இருக்கும்.

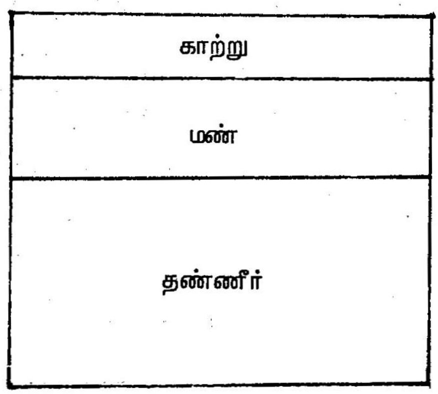
மண்ணுள் இருக்கும் காற்று அதிக முக்கியத்துவம் இல்லாதது. மண்ணின் மீது பாரம் ஏறும்போது முதலில் வெளியேறுவது காற்றுதான். மண்ணின் அடர்த்தியை நிர்ணயிப்பதில் காற்றிற்கும் பங்குண்டு.

மண்ணினுள் இருக்கும் தண்ணீர் மிகவும் முக்கியத்துவம் வாய்ந்ததாகும். மண்ணில் தண்ணீர் சேருவதாலேயே, மண்ணின் வலிமை குன்றிவிடுகின்றது. எனவே மண்ணிலுள்ள நீரின் அளவை நிர்ணயம் செய்வது மிகவும் இன்றியமையாததாகும்.

மண்ணிலுள்ள திடப்பொருட்கள், அதாவது மண்துகள்கள் கனிமப்பாறைகளின் பொடித்த நிலையேயாகும். இப்பொடித் துகள்களின் பருமனைப் பொருத்தும் மண்ணின் தன்மைகள் மாறும். துகள்களின் பல்வகை அளவுகளையும் அவற்றின் விளைவுகளையும் பின்னர் காண்போம்.

2.2 மண்துகள்களிடையே காலியிடம் உள்ளது. அக்காலியிடத்தில் தண்ணீரும், காற்றும் கலந்துள்ளது. அவற்றின் பருமனளவுகளை அறிவதற்காகப் படத்தில் (2.1) காட்டியது போன்று அனுமானித்துக்

கொள்வோம். உண்மையில், மண்துகள்களையும், காலியிடத்தையும் இவ்வாறு பிரிக்க இயலாது என்பதை அறிவீர்கள்.



படம் 2.1

2.3 இந்த இடத்தில் மூன்று சொல்லாட்சிகளை வரையறை செய்து கொள்வோம்:

1. புழைமை **(Porosity, n)**

மண்ணிலுள்ள காலியிடத்திற்கும் அதன் மொத்தப் பருமனுக்கும் உள்ள விகிதத்தின் சதவீதம். இது வெற்று எண்.

2. காலியிட விகிதம் **(Void ratio, e)**

மண் பொதியில் அடங்கியுள்ள காலியிடத்திற்கும், அதில் அடங்கியுள்ள திடப்பொருள் பருமத்திற்கும் உள்ள விகிதம். இதுவும் வெற்று எண்.

3. திகட்டல் அளவு **(Degree of saturation , Sr)**

மண் பொதியில் உள்ள தண்ணீரின் பருமனுக்கும் அதிலுள்ள மொத்தக் காலியிடத்திற்கும் உள்ள விகிதம். இதுவும் வெற்று எண்.

படத்தைக் காண்க. கா.பரு. காற்றுப் பருமன்; த.பரு. தண்ணீர் பருமன்; தி.பரு. மண் பொதியிலுள்ள திடப் பொருள்: அதாவது மண்

துகள்களின் பருமன். மூன்றும் சேர்ந்த மொத்தம், மண் பொதியின் மொத்தப் பருமன் = பொ.பரு. (பொதிப்பருமன்).

மொத்தக் காலியிடம் : காற்றுப் பருமன் + தண்ணீர்ப்பருமன்

$$\text{புழைமை} : \frac{\text{மொத்தக் காலியிடம் (மொ.கா)}}{\text{பொதிப் பருமன் (பொ.பரு)}} \times 100$$

$$\text{காலியிட விகிதம்} : \frac{\text{மொத்தக் காலியிடம் (மொ.கா)}}{\text{திடப் பொருட் பருமன் (தி.பரு)}} \times 100$$

$$\text{திகட்டல் அளவு} : \frac{\text{தண்ணீர் பருமன் (த.பரு)}}{\text{மொத்தக் காலியிடம் (மொ.க)}} \times 100$$

இவற்றில் காலியிட விகிதத்தை (e) மட்டும் விகிதமாகவும் புழைமை (n) திகட்டல் அளவு (Sr) ஆகியவற்றை சதவீதமாகவும் கூறுவது வழக்கம். பொறியியலில் *புழைமை* மிக அதிகமாக, பல துறைகளிலும் பயன்படும் சொல்; பொறியாளர்களுக்கு அதிகப் பழக்கமான சொல். எனினும் மண் பொறியியலில் காலியிட விகிதம் (e) மிகவும் வசதியான வடிவம்; மிகுந்த அளவு பயன்படுகிறது. காலியிடவிகிதப் பின்னத்தின் கீழிலக்கம் மாறாதது, அதனால் கணக்கீடுகளுக்கு எளிதாக இருக்கின்றது. புழைமையில் மேலிலக்கம், கீழிலக்கம்ஆகிய இரண்டும் மாறக்கூடியவை.

2.4 இங்கு அதிகமாகப் பயன்படும் இன்னொரு சொல்லையும் வரையறை செய்து கொள்வோம். அது ஈரப்பதம்; இதனை நீர்க்கொள்வு அல்லது ஈரப்பதம் (w) என்பர். இதுவும் வெற்று எண்ணாகும்.

எடுத்துக்கொண்ட ஈரமண்ணில் உள்ள நீர் எடை (நீ.எ.), திடப்பொருள் எடை (தி.எ.) இவற்றின் விகிதம் ஈரப்பதம் (w) =நீ.எ./தி.எ.

இவ்வரையறை மண் பொறியிலுக்கு மட்டுமே பொருந்தும். ஒவ்வொரு அறிவியல் பாடத்திலும் வேறுவேறு விதமான வரையறையுண்டு. சான்றாகப் புவிப்பொதியியலில் ஈரப்பதம், நீரின் எடை, மண்பொதியின் மொத்த எடையின் விகிதமாகக் கூறப்படுவதுண்டு.

இங்கு, திடப்பொருளும், தண்ணீரும் தனித்தனியாகப் பிரிக்கக் கூடியதென்று கற்பனையாகக் கொள்ளப்பட்டது. உண்மை நிலவரம் அவ்வாறில்லை. தண்ணீர் தனியாகவும் இருக்கக்கூடும். தாதுஉப்புக்களின் கூட்டு நீராகவும், வேறு பலவகைகளிலும் இருக்கக்கூடும். புழைநீரை வெளியேற்றுவதற்காக மண்ணைச் சூடாக்கும் போது. அத்துடன் சூடாக்கும் வெப்பநிலைக்கேற்பக் கூட்டு நீரும் வெளியேறிவிடும். 105^0 செ. முதல் 110^0 செ. வெப்பநிலையில் சூடாக்கும்போது வெளியேறும் நீரைப் புழைநீர் எனவும், எஞ்சியதைத் திடப் பொருள் எனவும் வரையறுக்கப்படுகிறது. தண்ணீரில் உப்பு கரைந்திருந்தால், புழைநீர் ஆவியானதும் உப்பு திடப்பொருளின் எடையோடு சேர்த்து, அடர்த்தியை மாற்றிவிடும்.

இக்கற்பனை அனுமானத்தில் இன்னொரு குறையும் உண்டு. திடப்பொருள் எப்போதும் உறுதியாகவே இருக்கும் என்று எடுத்துக் கொள்கின்றோம். இது எப்போதும் உண்மையாக இருப்பதில்லை. நீர் முதலியனவற்றால் பிற இடங்களுக்குக் கடத்தப்பட்ட மண், பாரம் ஏறும்போதும் நெடுநாட்களுக்குப் பின்னரும் மாறாமல் இருக்கும். ஆனால் வேறுபல மண்வகைகள் உறுதியாக இருப்பதில்லை. அதே இடத்தில் காலத்தால் சிதைவுற்ற மண், மேலும் சிதைவுறக்கூடும்; அத்துடன் மண் பரல் (grains) கொண்டதாக இருக்காது. இயைபியச் செயல்களால் சிலவகை மண் மாற்றம் பெறக்கூடும்; சூழ்நிலை மாறும்போது அவற்றின் பண்புகளும் மாறும்.

2.5 அலகெடை என்பது ஓர் அலகுப் (one unit) பருமன் பொருளின் எடையாகும். இதனை அடர்த்தி என்றும் கூறுவர். அதைச் சுட்ட γ (காமா) என்ற கிரேக்க எழுத்து பயன்படுகிறது. மொத்த அலகெடை, தண்ணீர் அலகெடை, திடப்பொருள் அலகெடை ஆகியவற்றை மொγ (γ_t), தγ(γ_w), திγ(γ_s) என எழுதலாம்.

$$\gamma_t = \text{மொ}\gamma : \frac{\text{மொ.எ}}{\text{பரு}}$$

$$\gamma_s = \text{தி}\ \gamma : \frac{\text{தி. எ}}{\text{தி. பரு}}$$

$$= \text{த}\ \gamma : \frac{\text{த. எ.}}{\text{த. பரு}}$$

2.6 ஒப்பெடை (Specific gravity G) என்பது ஒரு பொருளின் அலகெடைக்கும், மற்றொரு பார்வைப் பொருளின் அலகெடைக்கும் உள்ள விகிதம் ஆகும். பொதுவாகப் பார்வைப் பொருள் தண்ணீர் ஆகும். தண்ணீரின் அலகெடை 4^0 செ. வெப்பநிலையில் ஒரு கன செ.மீ.பருமனுக்கு 1 கிராம். பிற வெப்ப நிலைகளில் 1.00 முதல் 0.995 கிராம் வரை இருக்கும். மண் பொறியியல் கணக்குகளில் தண்ணீரின் அலகெடை பெரும்பாலும் ஒரு கிராம் என்றே எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. அதனால் ஒரு பொருளின் ஒப்பெடை அதன் அலகெடைக்கு எண்ணிக்கையில் சமமாக இருக்கும்.

$$\text{ஒப்பெடை} = \frac{\text{மண் அலகெடை (கி) மண் அலகெடை}}{\text{நீர் அலகெடை (கி) 1}} \text{ (அலகற்ற வெற்றென்)}$$

2.7 அடர்த்தி ρ (ரோ) என்பது ஒரு பொருளின் அலகுப் பொதி (unit mass) ஆகும்; அதாவது அலகுப்பருமனின் பொதி. பொதி(mass) எடையை புவிஈர்ப்பு முடுக்கத்தால் வகுத்துக் கிடைக்கும் தொகை என்பதறிவோம்.

$$\text{அடர்த்தி } (\rho) : \frac{\text{அலகெடை}}{\text{புவிஈர்ப்பு முடுக்கம்}} = \frac{\gamma}{g}$$

பொதுவாக புவிஈர்ப்பு முடுக்கம் (g) பொதுவானதால், அடர்த்தி என்னும்போது அலகெடை (γ)யே பயன்படுகிறது. மண்பொறியியலில் அடர், மிகுஅடர், தளர், மிகுதளர் போன்ற சொற்களே மணலை, அதிலுள்ள காலியிடத்தைப் பொறுத்துச் சுட்டுவதற்குப் பயன்படுகிறது.

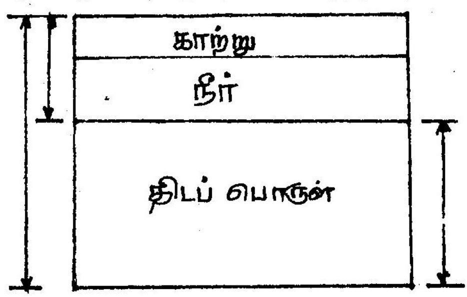
எடை : மண் அடர்த்தி x நீரின் ஒப்பெடை x பருமன்

மெட்ரிக் முறையில் $\gamma = 1$, $V = 1$ எனவே W=G FPS முறையில் $\gamma_w = 62.4$ பவுண்டு/கனஅடி. எனவே வாய்ப்பாட்டில் கவனம் தேவை. CGS முறையில் γ_w விடுபட்டாலும் அளவு மாறாது. எனினும் அலகு மாறும்.

2.8 அடிமானத்திற்காக ஆராயும்போது, எடுக்கும் மண்மாதிரிகள் அப்பரப்பின் எல்லாத் தன்மைகளையும் காட்டுவதாக இருக்க வேண்டும்.

ஆழம் செல்லச்செல்ல மண்ணின் பண்புகள் மாறுவது இயற்கை. எதிர்பார்க்கக்கூடியது.

கிடை மட்டத்து மண் ஒன்றுக்கொன்று ஒத்திருக்க வேண்டியதில்லை. அவற்றின் பண்புகளும் மாறக்கூடும். எனவே அடிமானப் பொறியாளர், மிகுந்த கவனத்தோடு மண் மாதிரிகள் எடுத்து ஆராய வேண்டும். குறிப்பாகத் தனித்தனியே உள்ள மெதுமண் சிறுபரப்புகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டாக வேண்டும். தூண் அடிமானம் அமைக்கும்போது மெது மண் சிறுபரப்புகள் மிகுந்த அல்லல் தரக்கூடும்.



படம் 2.2

$$n = \frac{V_v}{V} = \frac{V_v}{V_s + V_v} = \frac{\frac{V_v}{V_s}}{1 + \frac{V_v}{V_s}} = \frac{e}{1 + e}$$

$$e = \frac{V_v}{V_s} = \frac{V_v}{1 - V_v} = \frac{\frac{V}{V_v}}{1 - \frac{V}{V_v}} = \frac{n}{1 - n}$$

திடப்பொருள் எடை : திடப்பொருள் பருமன் (Vs) x ஒப்படர்த்தி x தண்ணீரின் ஒப்பெடை

திடப் பொருளின் பருமன் ஒன்று எனக் கொண்டால்,

$$\text{தி. எடை} = 1 \times G \times \gamma_w = G\gamma_w$$

தண்ணீரின் பருமன் = $V_w = e.S_r$

தண்ணீரின் எடை = $e.S_r.\gamma_w$

ஈரப்பதம் w = நீரின் எடை/திடப்பொருள் எடை

நீரின் எடை = ஈரப்பதம் (w) x திடப்பொருள் எடை $(G\gamma_w)$

$= wG\gamma_w$

$$eS_\gamma\gamma_w = wG\gamma_w, \text{ அதாவது } eS_r = wG, \; w = \frac{S_r e}{G}$$

$$\text{மொத்த அலகெடை} = \gamma_t = \frac{\text{மொத்தஎடை}}{\text{மொத்தப்பருமன்}}$$

$$= \left\{\frac{eS_r + G}{1+e}\right\}\gamma_w = \frac{1+w}{1+e}G\gamma_w$$

$$\text{உலர் அலகெடை} = \gamma_d = \frac{G\gamma_w}{1+e}$$

$$\text{திகட்டிய அலகெடை} = \gamma_{sat} = \frac{G+e}{1+e}\gamma_w = \gamma_d(1+w)$$

$$\text{மூழ்கிய அலகெடை} = \gamma_{sub} = \gamma_{sat} - \gamma_w = \frac{G-1}{1+e}\gamma_w$$

இவற்றில்,
G = மண்துகட்களின் அடர்த்தி எண்
γ_w = தண்ணீரின் அலகெடை
γ_s = திடப்பொருட்களின் அலகெடை
γ_t = மண் மற்றும் தண்ணீர் மொத்த அலகெடை
γ_d = உலர் மண்ணின் அலகெடை அல்லது அடர்த்தி
γ_{sat} = ஈரந்திகட்டிய மண்ணின் அலகெடை
γ_{sub} = மூழ்கிய மண்ணின் அலகெடை
w = ஈரப்பதம் அல்லது நீர்க்கொள்வு

3. பண்பறிதல்

3.1 மண்ணுக்கென்று பல பண்புகள் உள்ளன. அவற்றின் வழி, மண்ணை அடையாளம் காணலாம். தேவைக்கேற்ற மண்ணைத் தேர்ந்தெடுக்க இச்சோதனைகள் உதவுகின்றன. இவை பெரும்பாலும் இயற்பியச் சோதனைகளே. விசையேற்பு அல்லது எந்திரச் சோதனைகளைப் பின்னர் காண்போம். பொதுவாகப் *பரல்மண்* எனவும் *பற்றுடை மண்* எனவும் பிரிக்கப்படும். மண் சோதனைகள் அதற்கொப்ப இருக்கும்.

3.2 பரல் மண்ணின் பொறியியல் பண்புகள்

மணல், சரள், பிஞ்சுக்கல் அல்லது இவற்றின் கலவைகள் பரல்மண் எனப்படும். நயமணல் இதற்கு விதிவிலக்கு. பரல் மண்ணின் பொறியியல் பண்புகள் வருமாறு;–

1. இவை மிகுந்த அளவு பாரந்தாங்கக் கூடியவை. கட்டடங்கள், சாலைகள் அமைக்க ஏற்றவை. இவற்றின் தாங்குதிறன் அதிகம். பாரத்தால் ஏற்படும் படிமானம் குறைவு. பாரம் ஏறிய உடனே படிமானம் ஏற்படும், படிமானம் தொடர்ந்து நிகழாது. (தளர்மணல் விதிவிலக்கு)

2. மண்கரை அமைக்கப் பயன்படுத்தலாம்; ஏனெனில் இதன் செதுக்கத் திறம் அதிகம்; எளிதாகக் கிட்டிக்கலாம்; பனிச் செயல்வால் பாதிக்கப்படாது.

3. அணைச்சுவர் மேல்பகுதிக்கு நிரப்பச் சிறந்த மண், புடைமானம் (basement) நிரப்ப உகந்த மண்; ஏனெனில் மிகக் குறைந்த கிடைவிசை கொண்டது; எளிதில் நீர் வடிந்துவிடும்; கிட்டித்தல் எளிது.

4. ஏரிக்கரை போன்றவற்றிற்குத் தனியாகப் பயன்படுத்த முடியாது. இதில் நீர்க்கசிவு மிக அதிகமாக இருக்குமாதலால்

தரைமட்டத்தின் கீழ் வாணம் பறிக்கும்போது மிக அதிக அளவு நீர் இறைக்க வேண்டியிருக்கும்.

5. அசைவுப்பாரம் வரும்போது அதிகமாகக் கீழிறங்க வாய்ப்புண்டு. கிட்டிமை, பரல் அளவு, பரல் அளவுப் பகிர்மானம் பரல்களின் வடிவம் ஆகியவற்றைச் சார்ந்து, பரல் மண்ணின் பொறியியல் பண்புகள் மாறும்.

3.3 பற்றுடை மண்ணின் பொறியியல் பண்புகள்

நயத் துகள்கள் (களிமண் அளவு மற்றும் கூழ்ம அளவு) பெருத்த அளவு கொண்டுள்ள மண் பற்றுடை மண் ஆகும். இதன் செதுக்கதிறம் பெரும்பாலும் அல்லது முற்றிலும் இப்பற்றால் விளைபவை. களிமண், களிமண் வண்டல், மணலும் சரளும் கலந்த களிமண் ஆகியவை பற்றுடை மண்கள் ஆகும்.

இதன் பொறியியல் பண்புகள் வருமாறு;

1. பெரும்பாலும் மிகக் குறைந்த செதுக்கத் திறம் கொண்டது.
2. பெரும்பாலும் களிம நிலையிலுள்ளது; அமுங்கக்கூடியது.
3. ஈரம்படப்பட செதுக்கத் திறம் குறைந்து கொண்டேயிருக்கும்.
4. கலைத்தலால், செதுக்கத்திறம் குறையும்.
5. தொடர்ந்து மாறாத பாரத்தால் களிமப் பண்பால் உருமாறுகிறது (நகர்வு).
6. உலர்தலால் சுருங்கும்; ஈரம்பட்டால் பெருகும்; பருவ காலங்களால் அடிக்கடி மாற்றம் பெறக்கூடியது.
7. கிடைவிசை அதிகமாதலால், அணைச்சுவர் மேல் நிரப்பலுக்கு ஏற்றதல்ல.
8. ஏரிக்கரை அமைக்க உதவாது; ஏனெனில் மிகக் குறைந்த செதுக்கத் திறம் கொண்டது; கிட்டித்தல் எளிதல்ல.
9. நீர்க்கசிவை அனுமதிக்காது.
10. களிமண் சாய்வுகளில் நிலச்சரிவுக்கு அதிகமான வாய்ப்புண்டு.

3.4 பற்றுடை மண்ணின் திறம் அறியக் கீழ்க்கண்ட குணங்களை அறிய வேண்டும். அலகெடை, காலியிட விகிதம், நீர்க்கொள்வு, செதுக்கத்திறம், களிமம், அமுக்கு திறப்பாடு, உணர்ப்பு, விரிதன்மைகள் மற்றும் பரல் அளவுகள் இவற்றில் களிமப் பண்புகள் ஆகியவற்றை இங்கு காண்போம்.

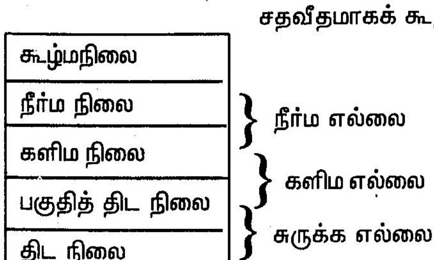
3.5 நீர்ம எல்லை, களிம எல்லை, சுருக்க எல்லை, களிமக் குறியெண் ஆகியவை முதன்மையானவை. இவற்றை அட்டர்பர்க் வரம்புகள் என்பர்

நீர்ம எல்லை w_l : மண்ணின் நீர்ம நிலைக்கும், களிம நிலைக்கும் இடையில் உள்ள எல்லையில் அது கொண்டிருக்கும் நீரின் எடையை அதன் அடுப்புலர் எடையின் சதவீதமாகக் கூறுதல்.

களிம எல்லை w_p : மண்ணின் களிமத் திண்மைக்கும், பகுதித் திடத் திண்மைக்கும் இடையில் உள்ள எல்லையில், அது கொண்டிருக்கும் நீரின் எடையை அதன் அடுப்புலர் எடையின் சதவீதமாகக் கூறல்.

களிமக் குறியெண் I_p : நீர்ம எல்லைக்கும், களிம எல்லைக்கும் உள்ள வித்தியாசம் (எண்ணளவில்).

சுருக்க எல்லை w_s : போலிகை மண்ணில் இனி எந்த அளவு புழை நீரைக் குறைத்தாலும், அதைவிட அதிகம் சுருங்காத நிலையில் உள்ள பெரும நீர்க் கொள்வை, அதன் அடுப்புலர் எடையின் சதவீதமாகக் கூறுதல்.



களிமக் குறியெண்

$$I_p = w_l - w_p$$

மேற்கண்ட படம் பல்வேறு சொற்களின் பொருளை எளிதில் உணர்த்தும். நீர்மஎல்லை, களிம எல்லை இரண்டும் அட்டர்பர்க்

எல்லைகள் எனப்படும். 1911யில் இவற்றை நிர்ணயிக்க அட்டர்பர்க் என்ற அறிவியலர் பல சோதனைகளை நடத்தினார். 1932யில் ஏ.சக.கிராந்தே என்ற அறிவியலர் இச்சோதனைகளை நிலைவு செய்தார். செய்முறைகளைப் பின்னர் காண்போம்.

3.1 இந்தியச் செந்தர நிறுவனம் எல்லாச் சோதனைகளுக்கும் இலக்கணம் வகுத்துள்ளது. மாணவர்கள் அவற்றைத் தாமே கற்று அறிந்து வித்தகராவது நல்லது. இங்கு ஒவ்வொரு சோதனையும் விரிவஞ்சிச் சுருக்கமாகக் கூறப்படுகிறது.

3.6.1 மண் சோதனைகளுக்கான உலர் மாதிரி மண் தயாரித்தல்

அய்.எஸ் : 2720 (பாகம் 1)

பொதுவாக மண் சோதனைக்கு உலர்ந்த மண் பயன்படுகிறது. வெய்யிலில் உலர்த்தலாம்.

மண்ணில் கட்டிகள் இருந்தால் அவற்றை மரச்சுத்தியால் மெதுவாகத் தூளாக்க வேண்டும். மண் துகள்கள் தன் இயற்கை அளவுக்குக் குறைந்துவிடாமல், தூளாக்கலாம்.

சோதனைக்கேற்ப நாம் எடுக்கும் துகள் அளவு மாறுபடும். அந்தந்தச் சல்லடைகளைப் பயன்படுத்தி சலித்துக்கொள்ள வேண்டும்.

ஒவ்வொரு சோதனைக்கும் தேவைப்படும் பருமன் மாறுபடும். அதற்கேற்ற அளவு எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும்.

3.6.2 நீர்க்கொள்வு (ஈரப்பதம்) நிர்ணயித்தல்

அய். எஸ்: 2720 (பாகம் 2)

பிரிவு 1 அடுப்புலர் முறை (நிலைவு செய்த முறை)

மண்ணிலுள்ள ஈரம் அடுப்புலர் மண் எடையின் சதவீதமாகக் கூறப்படுகிறது. போலிகை மண், முழுமண் பொதியைப் பிரதிபலிக்கக் கூடியதாக இருக்க வேண்டும். சோதனைக்கு எடுத்துக் கொள்ளும் எடை மண் துகளின் அளவைச் சார்ந்து மாறும். ஈரப்பதத்திற்காகச் சோதனை செய்த மண்ணைச் சோதனை முடிந்ததும் எறிந்துவிடவேண்டும். வேறு சோதனைகளுக்குப் பொதுவாகப் பயன்படுத்தக்கூடாது.

துகள் அளவு > 90% புகுந்து செல்லக்கூடிய சல்லடை		சோதனைக்குத் தேவைப்படும் குறைந்த அளவு மண் (கி)	
425 மைக்ரான்	இ.த. சல்லடை	–	25
2 மிமீ	இ.த.சல்லடை	–	50
4.75 மிமீ	இ.த.சல்லடை	–	200
10 மிமீ	இ.த.சல்லடை	–	300
20 மிமீ	இ.த.சல்லடை	–	500
40 மிமீ	இ.த. சல்லடை	–	1000

(இ.த. – இந்தியத் தரம்)

ஒரு மூடியுள்ள சிறுகலன் எடுத்து அதன் தூய உலர்ந்த எடையை காண்க(W_1) அதில் உதிர்ந்த போலிகை மண்ணை தளர் நிலையில்போட்டு மூடி அதன் எடை காண்க (W_2). சிறுகலனை மண்ணுடன் அடுப்பில் 110±5 டிகிரி செ.வெப்பநிலையில் 24 மணிநேரம் வைத்திடுக. பின்னர் வெளியே எடுத்து, அறையின் வெப்ப நிலைக்கு ஆறியபின் எடை போடுக (W_3). ஜிப்சம் போன்ற தாதுப்பொருட்களில் இயைபிய முறையிலான எளிய நீர் 110 டிகிரி செ.வெப்பநிலையில் ஆவியாகிவிடும். அதனால் ஜிப்சம், பிற தாதுப்பொருள், தாவரப் பொருள் கொண்ட மண்ணை 60 முதல் 80டிகிரி வெப்ப நிலைக்குமேல் ஏற்றக் கூடாது.

நீர்க் கொள்வு : $$w = \frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100$$

பிரிவு 2 : சுடுமணல் முறை (துணை முறை)

முதல் பகுதியில் கூறியதைவிட, இது சற்று விரைவான முறை; சற்று தோராயமானது; களத்திலேயே எளிதில் செய்திடத் தோதானது.

சிறுகலன் அல்லது தட்டை எடை போட்டுக் கொள்க (W_1). தட்டுடன் போலிகை மண் வைத்து எடை போட்டுக் கொள்க (W_2). அதை

3 செ.மீ. கனமுள்ள மணல் குண்டாவில் வைத்து சூடேற்றுக. அளவான சூடு போதும். சிறு காகிதத் துண்டுகளை மண்ணுள் போட்டுக் கொண்டு, அக்காகிதம் கருப்பாகாமல் பார்த்துக் கொள்ளலாம். மண்ணைக் கிளறிவிடுவது நல்லது. அடுத்தடுத்த எடை மாறாது வந்தால் மண் காய்ந்து விட்டதை அறிந்து கொள்ளலாம். தட்டுடன் மண்ணை எடை போட்டுக் கொள்க (W_3).

$$\text{நீர்க்கொள்வு} = w = \frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100$$

பிரிவு 3 : எரிசாராய முறை (துணை முறை)

இதுவும் களத்தில் செய்து பார்க்க வசதியானது; சற்றுத் தோரா யமானது.

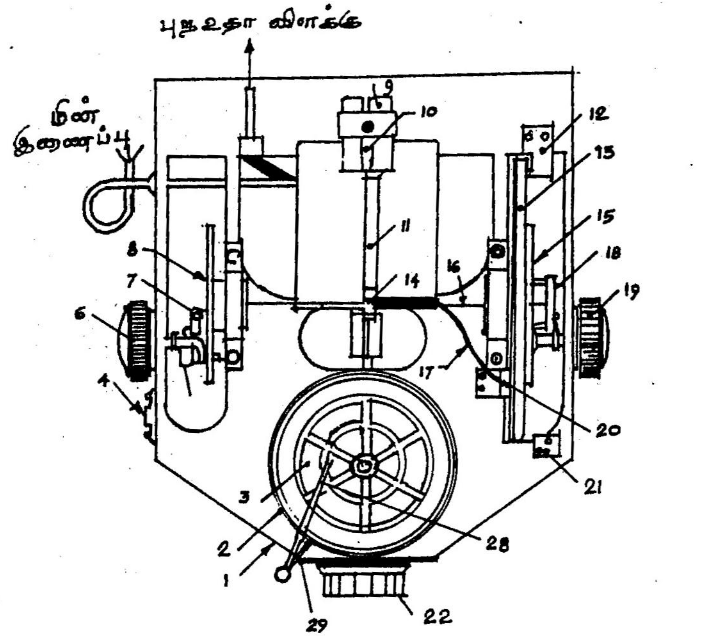
2 மிமீ இ.த. சல்லடையில் 20% செல்லும் மண்ணில் சுமார்30கிராம்; 20 மிமீ சல்லடையில் செல்வதற்கு 300கி. எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும்.

தட்டின் எடை (W_1). தட்டுடன் மண்ணின் எடையை (W_2) எடுத்துக் கொள்க. மண் சற்றே முழுகுமாறு மெதிலேட்டட் ஸ்பிரிட் விடுக. பின் அதற்குத் தீயிடுக. தீ முழுவதும் எரிந்து, ஆறிய பின் அதன் எடை (W_3) எடுத்துக் கொள்க.

$$\text{நீர்க் கொள்வு} = w = \frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100$$

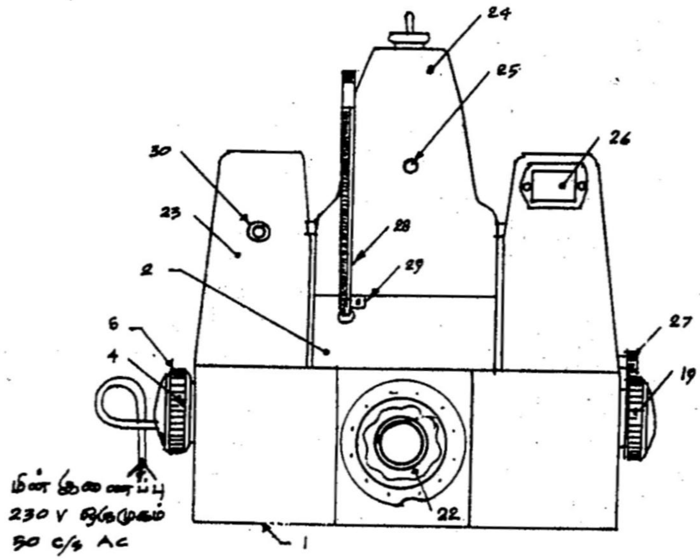
பிரிவு 4 : காணாச் செங்கதிர் முறுக்கத் தராசு (Infra red Torsion Balance) ஈரப்பதமானி மூலம் நீர்க் கொள்வு அறிதல்;

மண்ணிலுள்ள ஈரத்தை காணாச் செங்கதிர் (Infra red rays) மூலம் உலர்த்த முடியும். ஈரப்பதத்தையும் நேரடியாக காட்டும் கருவியும் உண்டு. காணாச் செங்கதிரை முறுக்கத் தராசு ஈரப்பதமானி என்ற கருவி மூலம் கண்டுபிடிக்கலாம். இது மிக விரைவான சோதனை. இதில் ஈரப்பதம், ஈரமண்ணின் எடையில் சதவீதமாகக் கிடைக்கும். இதை உலர் மண் எடைச் சதவீதமாக எளிதில் மாற்றிக் கொள்ளலாம்.



படம் 3.1

1. பீடம்
2. தட்டு அமைவு
3. தட்டு
4. மின் சுட்ச்
5. கம்பி இறுக்கி
6. தொடக்கம் சரிசெய்யும் குமிழ்
7. இடதுபக்க கம்பி பிடிப்பு
8. பல்சக்கரம்
9. ஈரக் காந்தம்
10. ஈரமாக்கும் தகடு
11. தராசின் கை
12. அடைப்பான்
13. அளவு குறித்த கலம்
14. தராசின் கம்பி பிடிப்பு
15. பல்சக்கரம்
16. முறுக்கக் கம்பி
17. அளவுகாட்டும் முள்
18. வலதுபக்க கம்பி பிடிப்பு
19. கலம் இயக்கும் குமிழ்
20. குறியென் அடையாளம்
21. பூட்டு
22. வெப்பக் கட்டுப் பாட்டுக் குமிழ்
28. வெப்பமானி
29. வெப்பமானியின் பிடிப்பி

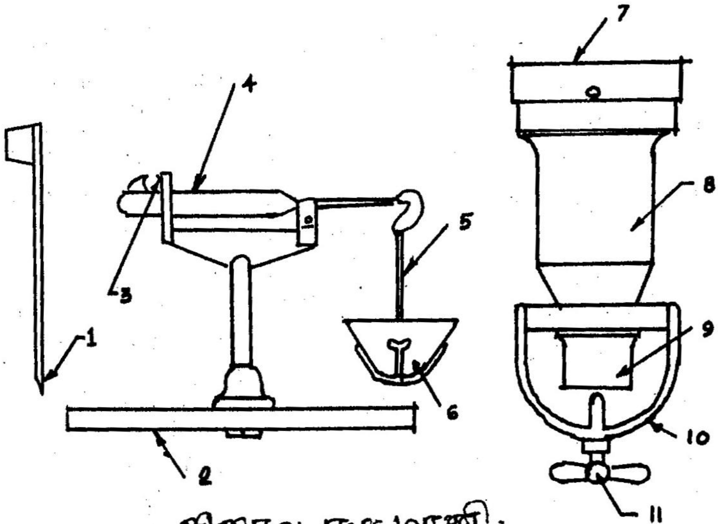


படம் 3.2

1. பீடம்
2. தட்டு அமைவு
4. மின் சுட்ச்
6. தொடக்கச் சரிசெய்யும் குமிழ்
19. கலம் இயக்கும் குமிழ்
30. அடையாள விளக்கு
22. வெப்பக் கட்டுப்பாட்டுக் குமிழ்
23. மூடி
24. விளக்கு அமைபு
25. தூக்கும் கைப்பிடி
26. பார்க்கும் வில்லை
27. பூட்டுத் திருகு
28. வெப்பமானி
29. வெப்பமானிப் பிடிப்பி

பிரிவு 5 : இயைபிய முறை

மண்ணிலுள்ள ஈரத்தோடு கால்சியம் கார்பைடு செயல்படும்போது தோன்றும் வாயுவின் அழுத்தத்திலிருந்து மிக விரைவில் ஈரப்பதம் அறியலாம். விரைவு ஈரப்பதமானி என்ற கருவியின் மூலம் ஈரமண் எடையில் ஈரப்பதத்தை நேரடியாக அளவுமானி முள்காட்டும். இதிலிருந்து உலர் மண் எடைக்கு மாற்றிக் கொள்ளலாம்.



விரைவு ஈர மாணி.

1, கரண்டி
2. தராசுப் பீடம்
3. அளவுக் குறி
4. தராசுப் புயம்
5. தொங்கட்டான்
6. தட்டு
7. அளவு 0.50%
8. கருவியின் உடம்பு
9. கிண்ணம்
10. ப. திருக்கி
11. திருக்கித் திருகு

படம் 3.3

ஈரமண் எடையில் கிடைத்த ஈரப்பதம் m ஆனால், உலர்மண் எடையில் ஈரப்பதம் $w = \frac{m}{100 - m} \times 100$. படம் 3.3 இக்கருவியின் தோற்றத்தைக் காட்டுகிறது.

3.6.3 நயமண் மாதிரிக்கு ஒப்பெடை காணல்.

அய் எஸ் : 2720 (பாகம் 3 / பிரிவு1) - 1980

50 மிலி கொள்ளளவுள்ள ஒப்பெடைக் குப்பியைச் சுத்தம் செய்து 105டிகிரி முதல் 110டிகிரி செ.வெப்ப நிலையில் உலர்த்தி, மூடியுடன் எடை பார்த்துக் கொள்க (m_1). 2 மிமீ இ.த. சல்லடையில் உட்புகும் மண் மாதிரி 5 முதல் 10 கிராம் எடுத்து குப்பியில் போட்டு மூடியுடன் எடை பார்த்துக் கொள்க(m_2) காற்றில்லாத வாலைவடிநீர் கொண்டு, மண் சற்றே மூடுமளவு குப்பியில் நீர் விடுக. ஒரு வெற்றிடப் பெட்டியில் வைத்து

மண்ணிலுள்ள காற்றை வெளியேற்றுக. காற்று மெல்ல வெளிவர வேண்டும்; வேகமாக வந்து மண் துகளை வெளியேற்றிவிடக்கூடாது. இடையிடையே ஒன்றிரண்டு முறை குப்பியை வெளியே எடுத்துக் கையால் அசைத்துமெல்லக் குலுக்குவது காற்று விரைவில் வெளியேற உதவும். காற்றுமுழுவதும் வெளியேறிய பிறகு, குப்பி முழுவதும் காற்றில்லா வாலைவடிநீரை நிரப்பி மூடுக. இது 27 டிகிரி செ.வெப்ப நிலையில் இருக்க வேண்டும். 27 டிகிரி செ.வெப்பநிலை மாறா வெப்பநிலை நீர்க்கலத்தில் ஒரு மணி நேரம் வைத்திருப்பது நல்லது. குப்பியில் நீர் குறைந்தால் மீண்டும் நிரப்பிக் கொண்டு எடை போடுக (m_3). மண், நீர்க் கலவையைக் கொட்டிவிட்டுக் குப்பியைச் சுத்தம் செய்து, மீண்டும் குப்பியில் காற்றிலா வாலைவடிநீரை மட்டும் நிரப்பி, மாறா வெப்பநிலைக்கலத்தில் அதே வெப்ப நிலைக்கு வரும்வரை வைத்திருந்து, நீர் குறைந்தால் மீண்டும் நிரப்பி எடை போடுக (m_4).

போலிகை மண்ணின் ஒப்பெடை G எனக் கொள்க.

$$G = \frac{m_2 - m_1}{(m_4 - m_1) - (m_3 - m_2)}$$

காற்றிலா வாலை வடிநீருக்குப் பதிலாக மண்ணெண்ணெய் அல்லது வெள்ளை ஸ்பிரிட் பயன்படுத்தலாம். அந்த நீர்மத்தின் ஒப்பெடையைத் (G_L) தனியாகக் கண்டுபிடித்துக் கொள்ள வேண்டும்.

$$G = \frac{G_L\,(m_2 - m_1)}{(m_4 - m_1) - (m_3 - m_2)}$$

பரிசோதனை 27 டிகிரி செ.வெப்பநிலையில் நடைபெற வில்லையானால், பின்கண்ட திருத்தம் சேர்க்கவேண்டும்.

$$G' = KG$$

இதில், G' = திருத்திய ஒப்பெடை (27 டிகிரி செ.வெப்பநிலைக்குச் சமம்)

K : ஆய்வறை வெப்பநிலையின் நீரின் ஒப்படர்த்தி

சாதாரணமாகக் குவார்ட்ஸ், பிளின்ட் மணல் மூலத்திலிருந்து வந்த மண்ணாயின், ஒப்பெடை சுமாராக 2.65 இருக்கும். இதைவிடக்

குறைந்த மதிப்பு வந்தால், மண்ணில் தாவரப் பொருள் கலந்துள்ளதாக அய்யப்படலாம்.

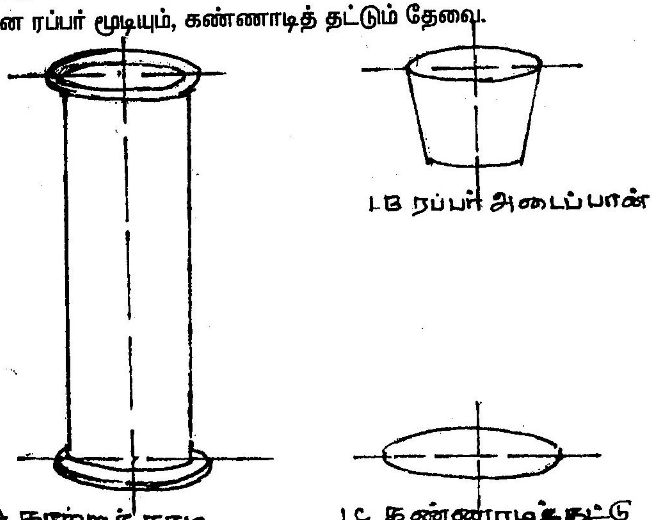
மண்ணிலுள்ள காற்று முழுவதும் வெளியேறாததாலேயே பிழைகள் வருவதை அனுபவசாலிகள் அறிந்துள்ளனர். வெற்றிடப் பெட்டியில் கூடுதல் நேரம் விடுவதும் இடையிடையே எடுத்துக் குலுக்குவதும் நல்லது.

இச் சோதனையைக் குறைந்தது இரண்டு முறை செய்து சராசரி எடுத்துக் கொள்வது நல்லது. தேவைப்பட்டால் அதிகத் தடவைகள் செய்வது நல்லது.

3.6.4 நயம், இடை, பருவெட்டுப் பரல் மண்ணுக்குப் ஒப்பெடை காணல்

அய் எஸ் 2720 (பாகம் 3 - பகுதி 2)-1980

ஒரு லிட்டர் கொள்ளளவுக் கண்ணாடிக் காற்றுச் சாடி ஒன்றும், அதற்கென ரப்பர் மூடியும், கண்ணாடித் தட்டும் தேவை.



படம் 3-4
ஒப்பெடை காணும் கருவிகள் கண்ணாடி சாடி, ரப்பர்மூடி, தட்டு.

இடை வெட்டுப்பரல் மண்ணாயின் 200கிராம் போலிகை மண்ணுக்குப் பருவெட்டுப் பரல் மண்ணாயின் 400 கிராம் போலிகை

மண்ணும் தேவை. காற்றுச் சாடியை, நிமிடத்திற்கு 50 சுற்று வீதம் முனைக்கு முனை சுற்றும் எந்திரம் தேவை.

காற்றுச் சாடியை, கண்ணாடித் தட்டுடன் எடை போட்டுக் கொள்க (m_1). போலிகை மண்ணைச் சாடியிலிட்டுத் தட்டுடன் எடை போட்டுக் கொள்க (m_2). அதில் சுமார் 500 மிலி தண்ணீர் ஊற்றி ரப்பர் மூடியிட்டு மூடுக. இடைவெட்டு, பருவெட்டு மண்ணாயின் நன்கு கலக்கிச் சுமார் நான்கு மணி நேரம் வைத்துவிட வேண்டும். அதற்குப்பின் குலுக்கும் பொறியில் சாடியைப்பொருத்தி 20முதல் 30நிமிடம் சுழற்ற வேண்டும். நயமண்ணாயின், தண்ணீர் ஊற்றியவுடனேயே, பொறியில் வைத்துச் சுழற்ற வேண்டும்.

மூடியைத் சுழற்றி விட்டு, அதிலிருக்கும் மண்ணை நீர்விட்டுச் சாடியிலேயே விழுமாறு செய்க. 2 மிமீ குறைவாகச் சாடியை நீர்விட்டு நிரப்பி, மண் படியச் சற்றே காத்திருக்கலாம். பின் சாடி முழுவதும் நீர்விட்டு, கண்ணாடித் தட்டால், இடையில் காற்றில்லாமல் மூடுக. சாடி, கண்ணாடி மூடி ஆகியவற்றைக் கவனமாக வெளிப்புறம் துடைத்து ஈரமில்லாமல் செய்து எடைபோடுக (m_3).

சாடியிலுள்ளவற்றைக் கொட்டிவிட்டுச் சுத்தம் செய்து காற்றில்லாமல் நீரால் நிரப்பிக் கண்ணாடித் தட்டால் மூடி வெளிப்புறம் சுத்தம் செய்து உலர்ந்த பின் எடை போட்டுக் கொள்க (m_4).

$$\text{ஒப்பெடை, } G = \frac{m_2 - m_1}{(m_4 - m_1) - (m_3 - m_1)}$$

ஆய்வறை வெப்பநிலையில் எடுத்த ஒப்பெடையை 27 டிகிரி வெப்ப நிலைக்கு மாற்றிக் கொள்க.

3.6.5 பரல் அளவுப் பகிர்மானம்

அய் எஸ் : 2120 (பாகம் 4) - 1975

3.6.5.1 4.75 மிமீ இ.த. சல்லடையில் நிற்கும் மண் துகள்களின் சல்லடைப் பகுப்பு (வறள் முறை)

தேவைப்படும் பொருட்கள் : தராசு, 100 மிமீ, 80 செமீ, 20 மிமீ மற்றும் 4.75 மிமீ இ.த. சல்லடைகள், கல்வம் மற்றும் குழவி.

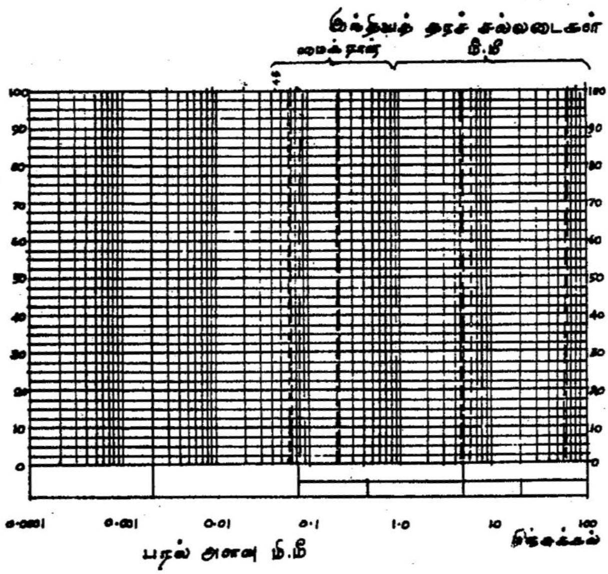
செய்முறைக்குத் தேவைப்படும் மண்ணின் எடை அதன் பெரும்பகுதியிலுள்ள மிகப்பெரிய பரலின் அளவைப் பொருத்தாகும்.

பரல் அளவு	*தேவைப்படும் மண் எடை*
80 மிமீ	60 கிலோ
40 மிமீ	25 கிலோ
25 மிமீ	13 கிலோ
20 மிமீ	6.5 கிலோ
12.5 மிமீ	3.5 கிலோ
10 மிமீ	1.5 கிலோ
6.3 மிமீ	0.75 கிலோ
7.75 மிமீ	0.4 கிலோ

முதலில் மொத்த மண்ணையும் எடை போட்டுக் கொள்க. ஈரப்பதம் 5 சதவீதத்திற்குக் குறைவாக இருந்தால், திருத்தம் ஏதும் தேவையில்லை. கூடுதலாக இருந்தால், ஈரப்பதத்தைத் தனியாகக் கண்டு பிடித்து, தேவைப்படும் திருத்தம் சேர்க்க வேண்டும்.

இ.த. சல்லடைகள் 100 மிமீ, 80 மிமீ, 20 மிமீ, 4.75 மிமீ ஆகியவற்றை வரிசையாக அடுக்கிக்கொள்க. குறிப்பிட்ட ஆய்வுகளுக்குத் தேவையாயின் கூடுதல் சல்லடைகளைச் சேர்த்துக் கொள்ளலாம். மேல்தட்டில் மண்ணைப் போட்டு, குலுக்கிச் சலிக்க வேண்டும். ஒவ்வொரு சல்லடையினுள் நிற்கும் மண்ணை எடை போட்டுக் கொள்க.

நிற்கும் மண் மொத்த எடையில், அமையும் சதவீதத்தைக் கணக்கிட்டுக் கொள்ள வேண்டும். இதனை அரைலாகு வரைபடத்தில் வரைந்து காட்டலாம். (படம் 3–5)



படம் 3.5

பரல் அளவும் பகிர்மானத்தை வரைந்து காட்டும் அட்டவணை.

3.6.5.2 4.75 மிமீ சல்லடையில் புகுந்து 75 மைக்ரான் சல்லடையில் நிற்கும் மண் சல்லடைப் பகுப்பு :

தேவைப்படும் பொருட்கள்: தராசு, இ.த. சல்லடைகள் 2மிமீ, 425 மைக்ரான் மற்றும் 75 மைக்ரான், உலர்பெட்டி, வாளிகள், சல்லடைத் தூரிகை, இரும்புத் தூரிகை, கல்வம் மற்றும் ரப்பர் உறையிட்ட குழவி, சலிப்பு எந்திரம்.

செய்முறை : 4.75 மிமீ சல்லடையில் புகுந்து செல்லும் மண் மாதிரி 200கிராம் எடுத்துக் கொண்டு, உலர்பெட்டியில் வைத்து உலர்த்திய பின், சல்லடைகளை வரிசையாக அடுக்கி, மேல் சல்லடையில் மண்ணைப் போட்டுச் சலித்து எடுத்துக் கொள்க. ஒவ்வொரு சல்லடையிலும் நிற்கும் மண்ணை கவனமாக எடைபோட்டு, மொத்த மண்ணெடையின் சதவீதம் கண்டுபிடித்திடுக. இது வறள் முறை.

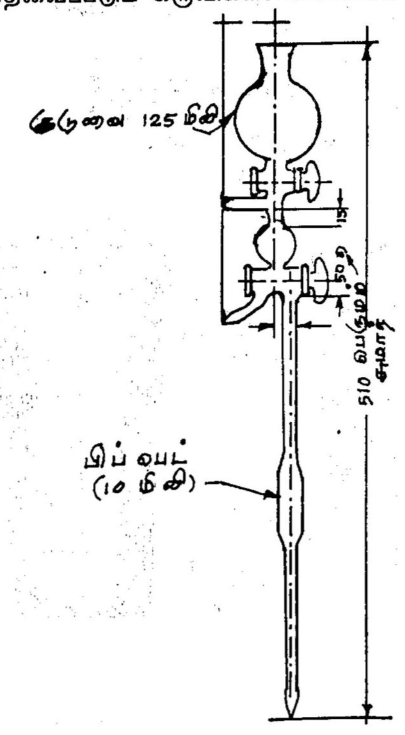
ஈரமுறை இரண்டு வகைப்படும். முதல் முறையில் 75மிமீ சல்லடையில் எல்லா மண்ணையும் வைத்து, நன்றாகத் தண்ணீர் கலந்து சலித்திடுக. எஞ்சிய மண்ணை உலர்பெட்டியில் உலர்த்தி வறள் முறைப்படி சலித்து எடுத்திடுக.

இரண்டாவது முறையில் மண்ணோடு போதிய அளவு தண்ணீர் சேர்த்து, சல்லடைகளை வரிசையாக அடுக்கி, மேல் சல்லடையில் தண்ணீருடன் மண்ணைப் போட்டுக் குலுக்கிச் சலித்திடுக. நயமண் அடுத்த சல்லடை செல்லும் வரை நீர்விட்டுச் சலிக்க வேண்டும். பின் ஒவ்வொரு சல்லடையிலும் நிற்கும் மண்ணைத் திரட்டி, உலரவைத்து, எடைபோட்டு, மொத்த மண்ணெடையின் சதவீதம் கண்டுபிடித்திடுக.

3.6.5.3 4.75 மிமீ சல்லடையில் சென்ற மண்ணில் 75 மைக்ரான் சல்லடையில் செல்லும் மண்ணின் பரல் அளவுப் பகிர்மானம் காணல் :

1) பிப்பெட்டு முறை (நிலைப்படுத்திய முறை)

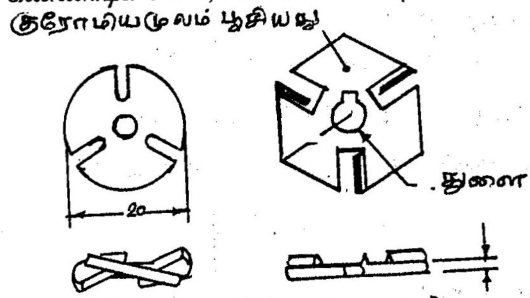
தேவைப்படும் கருவிகள்: போலிகை எடுக்கும் பிப்பெட்டு



மாதிரி எடுக்கும் பிப்பெட்டு
படம் 3.6

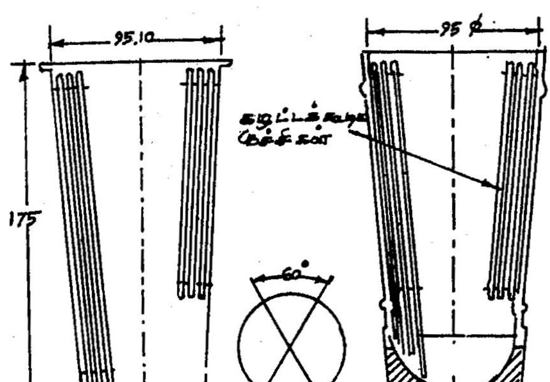
3

(படம் 3 – 6), கண்ணாடிப் படிவுக் குழாய்கள், எடைபோடும் குடுவைகள், மாறா வெப்பநிலை நீர்த்தொட்டி, கலக்கும் கருவி (படம் 3.7 & 3.8), இ.த. சல்லடைகள் 2 மிமீ, 425 மைக்ரான் 75 மைக்ரான், அவற்றின் அடித்தட்டு, தராசு, உலர்பெட்டி, நிறுத்தக்கடிகாரம், வறள்பெட்டி, ஆவியாக்கும் கிண்ணம், கூம்புக் குடுவைகள், புக்னர் அல்லது ஹிர்ச் பெய்குழல், வடிகுடுவை, அளவு சாடி (100 மிலி), பிப்பெட்டு (25மிலி) கண்ணாடி வடிபெய்குழல், கழுவும் குடுவைகள், வடிதாள், நீல லிட்மஸ் தாள், கண்ணாடிக் கோல், வெப்பமானி பொறிக்கல்வி.



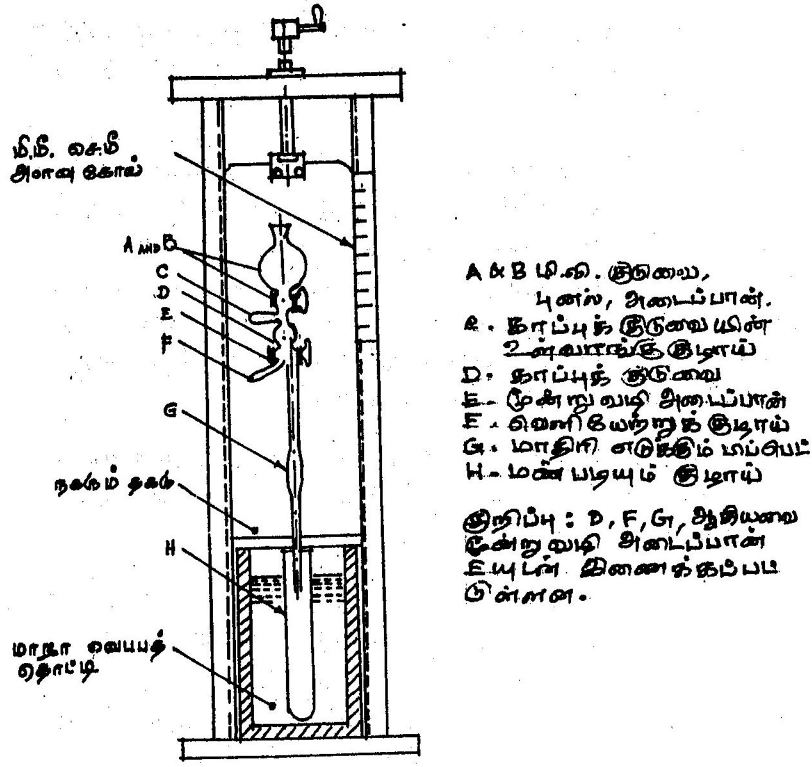
கலக்கும் துடுப்பு வகைகள்

படம் 3.7



நடுப்பு அமைவுப்படம். கலக்கும் கிண்ணம்

படம் 3.8



படம் 3.9

மண் கரைசலில் மாதிரி எடுப்பதற்காக பிப்பெட்டை இறக்கும் முறை

செய்முறை: முதலில் போலிகை எடுக்கும் பிப்பெட்டின் நீர் ஏற்புத் திறனை மூன்று முறை அளந்து சராசரி கண்டு கொள்க (V மிலி). மண் துகள்கள் ஒன்றோடொன்று ஒட்டிக் கொள்ளமாலிருக்கக் சில கலக்கிகளைச் சேர்க்கவேண்டும். சோடியம் ஹெக்சா மெட்டா பாஸ்போட் கரைசல் இங்குப் பயன்படுத்தலாம். 25 கிராம் மண்ணோடு 25மிலி கலக்கியைச் சேர்த்து, அத்துடன் 25மிலி வாலை வடிநீரும் சேர்த்துக் கொள்க. நன்றாகக் கலக்கிக் கொள்க. பொறிக் கலக்கியின் மூலமும் நன்றாகக் கலக்குக.

அடித்தட்டுடன் கூடிய 75 மைக்ரான் சல்லடையின் வழியே, பீச்சு நீர் கொண்டு, மேற்கண்ட கலவையை அனுப்புக. நீர் 150 மிலிக்கு

மிகக்கூடாது. அடித்தட்டிலுள்ள கலவையைப் படிவுக்குழாய்க்கு மாற்றிக் கொண்டு, கலவையின் பருமனை, வாலைவடிநீர் கொண்டு 500மிலி ஆக்குக.

25 மிலி சோடியம் ஹெக்சாமெட்டா பாஸ்பேட் கரைசலை ஒரு பிப்பெட்டில் எடுத்து, இன்னொரு படிவுக் குழாயில் இட்டு அத்துடன் வாலைவடிநீர் சேர்த்து 500 மிலி ஆக்குக. மாறா வெப்ப நிலை நீர்த் தொட்டியில் இரண்டு குழாய்களையும் போதிய நேரம் வைத்திருந்து எடுத்து விடுக. இரண்டு குழாய்களையும் மேல்தட்டு வைத்து மூடி நன்றாக மேலும் கீழும் பலதடவை குலுக்கிவிட்டு, கருவிக்குள் வைத்து அதே நேரத்தில் நிறுத்தக் கடிகாரத்தை இயக்குக.

பரல் அளவு 0.02 மிமீ, 0.006 மிமீ, 0.002 மிமீ, 0.001 மிமீக்கு பொருத்தமான நேரத்தில் அளவுகள் எடுக்க வேண்டும். நேரம் கணக்கிடும் வாய்ப்பாடு வருமாறு;–

$$D = \sqrt{\frac{30\,\mu}{980\,(G - G_1)}}\sqrt{\frac{H}{t}} \quad , \quad \mu = \text{ம்யு}$$

இதில்,

D	:	கலவையில் இருக்கும் துகள் விட்ட அளவு (மிமீ)
μ	:	போலிகை எடுக்கும்போதுள்ள வெப்பநிலையில் தண்ணீரின் பாகியல்புக் கெழு
G	:	படிவுப் பகுப்பில் பயன்படும் மண்ணின் அலகெடை (கி/செமீ^{3})
G_1	:	தண்ணீரின் அலகெடை (கி/செமீ3)
H	:	துகள்களின் வீழ்ச்சி (செமீ)அல்லது போலிகை எடுக்கும் ஆழம் (செமீ)
t	:	போலிகை எடுக்குமுன் கடந்த நேரம் (படம் 3–9)

போலிகை எடுக்கும் முறை (படம் 3–9): பிப்பெட் முனை கரைசலின் 100 ± 1 மிமீ ஆழத்தில் இருக்குமாறு தாழ்த்தி, கரைசலிருந்து உறிஞ்சி (V_p மிலி) விட்டு, அடைப்பானை மூடிக்கொள்க. மெல்ல வெளியே

எடுத்து எடைபார்க்கும் குப்பியில் விட்டு, உலர் பெட்டியில் வைத்துவிடுக. பிப்பெட் உள்ளே விட 10 நொடி, கரைசல் உறிஞ்ச 15 நொடி, பிப்பெட் வெளியே எடுக்க 10 நொடி ஆகும். பிப்பெட்டை, வாலை வடிநீர்விட்டு சுத்தம் செய்து கொண்டு அடுத்த அளவுக்குத் தயாராக இருக்க வேண்டும். ஒவ்வொரு முறை எடுத்த கரைசலில் உள்ள மண்ணின் உலர்ந்த எடையை கணித்துக் கொள்க. மேற்கண்ட காலகட்டத்தில் ஏதாவதொரு நேரத்தில் சோடியம் ஹெக்சாமெட்டா சல்பேட் கரைசல் உள்ள வடிவுக் குழாயில் ஒருமுறை போலிகை (V_pமிலி) எடுத்து, உலரவைத்து எடை போட்டுக் கொள்க.

கணக்கீடுகள்

1. ஆய்வுத் தொடக்கத்திற்கு முந்தியமண்ணின் எடை இழப்பு :

$$P = 100 - \frac{W_b (100 + w)}{W_a}$$

இதில், P : எடை இழப்பு சதவீதத்தில்

W_b : ஆய்வுக்கு முந்திய பணிகளின் பின் எடை

w : ஆய்வுக்கு எடுத்துக்கொண்ட மண்ணின் நீர்க்கொள்வு

W_a : காற்றுலர் மண்ணின் எடை

2. சலிப்பு :

ஒவ்வொரு சல்லடையிலும் சென்றதுபோக நின்றதன் எடையை ஆய்வுக்கு முந்திய பணிகளின் பின்னெடையின் (W_b) சதவீதமாகக் கூறவேண்டும்.

3. பரல் அளவு (D)யைவிட நயமண்ணின் சதவீதம் :

(அ) ஒவ்வொரு மாதிரி எடுத்த நேரத்திலும் 500 மிலி கலவையில் இருந்த மண்ணின் எடை (கி) :

$$M_1 = \frac{W_1}{V_p} ; M_2 = \frac{W_2}{V_p}$$ இன்னபிற,

$$M_s = \frac{W_s}{V_p}$$

இதில்,

M_1, M_2, M_3, M_4 = 500 மிலி கரைசலில் உள்ள மண்பொதி

M_s = 500 மிலி தனிக் கரைசலில் இருந்த சோடியம் ஹெக்சா மெட்டா சல்பேட் பொதி

W_1, W_2, W_3, W_4 = V_p மிலி கரைசலில் இருந்த மண்பொதி

W_s = V_p மிலி தனிக் கரைசலில் இருந்த சோடியம் ஹெக்சா மெட்டா சல்பேட்

V_p = ஒவ்வொரு முறையும் மாதிரி எடுக்கும் பிப்பெட்டில் வந்த கரைசலில் பருமன்

(ஆ) பரல் அளவு Dயை விட நயமண் துகள்களின் சதவீதம் :

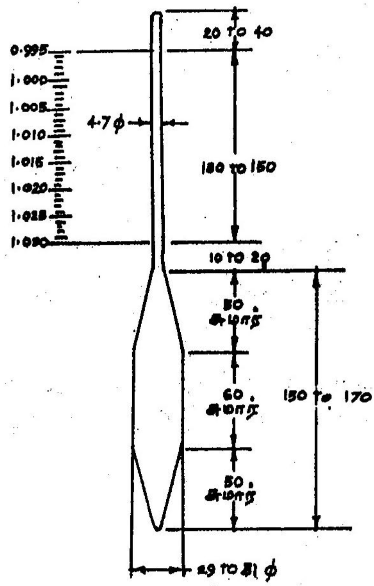
பின்வரும் வாய்பாடால் அறியலாம்.

$$W = \frac{M_1 \text{ அல்லது } M_2 \text{ அல்லது } M_3 \text{ அல்லது } M_4}{W_b} \times 100$$

4. மொத்த மண்ணின் பரல் அளவுப் பகிர்மானம் கணக்கிடும்போது ஆய்வுக்கு எடுத்துக் கொண்ட மொத்த மண்ணின் எடையின் அடிப்படையில் கணக்கிட வேண்டும்.

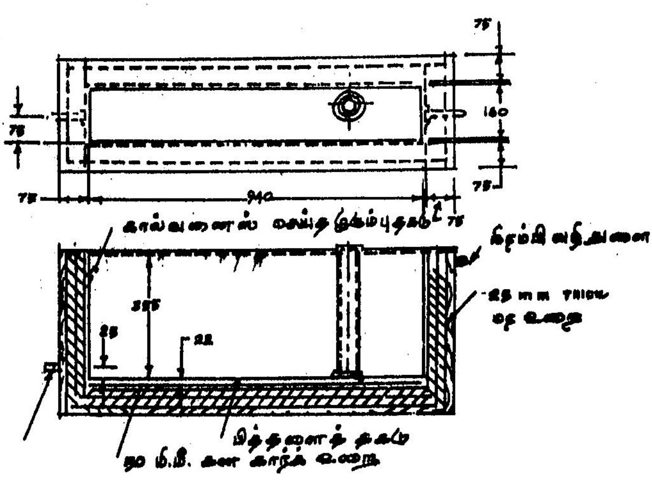
2. நீர்மானி முறை (துணை முறை) :

தேவைப்படும் கருவிகள்; நீர்மானி (படம் 3–10), கண்ணாடி அளக்கும் உருளைகள், வெப்பமானி, மாறா வெப்பநிலை நீர்த்தொட்டி (படம் 3–11), கலக்கும் கருவி, 2 மிமீ, 425 மைக்ரான், 75 மைக்ரான் இ.த. சல்லடைகளும் அடித்தட்டும், தராசு, உலர்பெட்டி, நிறுத்தக் கடிகாரம், வறள் பெட்டி, சென்டிமீட்டர் அளவுகோல், போர்சிலின் ஆவியாக்கும் கிண்ணம், அகலவாய் கூம்புச்சாடி, புக்னர் அல்லது ஹிர்ச் பெய்குழல், வடிகுடுவை, அளக்கும் உருளை, கழுவும் குடுவைகள் வடிதாள், நீல லிட்மஸ் தாள், கண்ணாடிக் கோல் முதலியன.



படம் 3.10

அய்ட்ரோ மீட்டர்



படம் 3.11

மாறா வெப்பநிலை நீர்த் தொட்டி

முதலில் நீர்மானி குமிழின் பருமனைக் கண்டு கொள்க (V_h) நீர்மானி மிதக்கும் ஆழத்திற்குச் சமமான மெய்யான ஆழத்தைக் கண்டுபிடிக்க வேண்டும்.

$$H_R = H_1 + \frac{1}{2}\left[h - \frac{V_h}{A}\right]$$

இதில், H_R : மெய்யான ஆழம் (effective depth)

H_1 : குமிழின் கழுத்திலிருந்து அளவுக் கோடு (R_h) வரை உள்ள நீளம் (செமீ)

h : குமிழின் கழுத்திலிருந்து, அதன் பருமனின் மையம் வரை உள்ள தூரத்தின் இருமடங்கு நீளம் (செமீ)

V_h : நீர்மானி குமிழின் பருமன்

A : அளவு சாடியின் பரப்பு (செமீ^{2})

H_R & R_h ஆகியவற்றை வரைபடமாக மென்மையான வளைவாக வரைந்து கொண்டால், பரிசோதனையின்போது எடுக்கும் R_h மதிப்புகளுக்கு நேரான H_R மதிப்புகளை, உடனடியாக எடுத்துக் கொள்ளலாம்.

பிறைத்திருத்தம் :

நீர்மானி அளவு பார்க்கும்போது தோன்றும் நீர்ப்பிறைக்கான திருத்தம் (C_m) சேர்க்க வேண்டும். பிறையின் மேல்மட்டம், கீழ்மட்டம், இவ்விரண்டின் இடைத்தூரத்தின் பாதி, பிறைத்திருத்தம் (C_m) ஆகும்.

செய்முறை : இரண்டு மாதிரிகளை எடுத்துக்கொண்டு, ஒன்றிலிருந்து ஈரப்பதம் காணவேண்டும், மற்றதை எடைபோட்டுக் கொள்ள வேண்டும் (சுமார் 50 முதல் 100 கிராம் வரை). மண் துகள்கள் ஒன்றோடொன்று ஒட்டிக் கொள்ளாமலிருக்க 100 மிலி சோடியம் ஹெக்சா மெட்டா சல்பேட் கரைசல் சேர்த்துச் சுமார் 10 நிமிடம் சற்றே சூடாக்கிக் கொள்க. இதனை எந்திரக் கலக்கிக் குடுவையில் மாற்றிக் கொள்க. இதற்குச் சுமார் 150 மிலி நீர்விட்டு எல்லா மண்ணும் மாறச் செய்யலாம். 15 நிமிடம் குலுக்கிய பின் அதனை 75 மைக்ரான்

இந்தியத்தரச் சல்லடைக்கு மாற்றி மேலும் 50 மிலி தண்ணீர் விட்டு, சல்லடையில் புகும் எல்லா மண்ணும் அடித்தட்டில் வருமாறு பிடித்துக் கொள்ள வேண்டும். இதனை 1000 மிலி அளவுசாடியில் மாற்றிக் கொள்க. மேலும் வாலைவடி நீர் விட்டு 1000 மிலி ஆக்கிக் கொள்க. இதில்தான் படிவுப் பகுப்பு நடத்த வேண்டும்.

அளவுசாடியை நன்கு மூடி, மேலும் கீழும் பலமுறை குலுக்கி நேராக வைக்க வேண்டும். அதே நேரத்தில் நிறுத்தக் கடிகாரத்தை இயக்க வேண்டும். நீர்மானியை மெதுவாகக் கலவையில் விட்டு, ஆடி நின்றதும் அளவு பார்க்க வேண்டும்.

நிறுத்தக் கடிகாரத்தில் அரை, ஒன்று, இரண்டு. நான்கு நிமிடங்கள் நெருங்கும்போது அளவு பார்த்திடுக. மெதுவாக எடுத்து வாலைவடி நீருள்ள வேறு சாடியில் போட்டுவைக்க வேண்டும்.

மேலும் 8, 15, 30 நிமிடங்கள், ஒன்று, இரண்டு, நான்கு மணி நேரங்கள் நெருங்கும்போதும் நீர்மானியைக் கலவையில் மெல்ல இறக்கி அளவு பார்த்தபின் எடுத்துவிட வேண்டும். ஒவ்வொரு தடவை இயக்கும் போதும் கலவை கலங்காமல் பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும்.

வெப்பத்திருத்தம் :

கலவையின் வெப்ப நிலையை முதல் 15 நிமிடத்தில் ஒரு தடவையும், பின் ஒவ்வொரு அளவின் போதும் குறித்துக் கொள்க. அதே நேரத்தில் வேறொரு குடுவையில் தண்ணீர் வைத்து அதன் வெப்ப நிலையையும் குறித்துக் கொள்க. அந்தந்த வெப்பநிலையில் வெற்று நீரில் நீர்மானி அளவு எடுத்து வைத்துக் கொள்க. இதற்கும், மெய்யான நீர்மானி ஆழங்கணித்த வெப்ப நிலையின் தண்ணீர் அடர்த்தியில் எடுக்கும் நீர்மானி அளவுக்கும் உள்ள வேறுபாடு வெப்பத் திருத்தம் (M_t) ஆகும்.

கலக்கிக்கான திருத்தம் (x) கண்டுபிடித்திடுக. அதற்கு 50 மில்லி கிராம் சோடியம் ஹெக்சாமெட்டா சல்பேட் மட்டும் வாலைவடி நீரில் போட்டுப் பின்னர் 105 டிகிரி வெப்பநிலையில் உலர்த்தி, அதன் எடையைக் (Wd) கண்டுகொள்க. இது வெப்ப நிலையால் மாறாதது.

$$x = 2\,W_d$$

கணக்கீடு :

(அ) பரல் அளவு :

t நேரத்தில், படிந்த பரல் அளவு : $D = \sqrt{\frac{30\,\mu}{(980G - G_1)}}\sqrt{\frac{H_R}{t}}$

(ஆ) Dயைவிட நயமண் சதவீதம் :

$$W = \frac{100\,G}{W_b\,(G - 1)}\,(R_h + M_t - x)$$

இதில்,

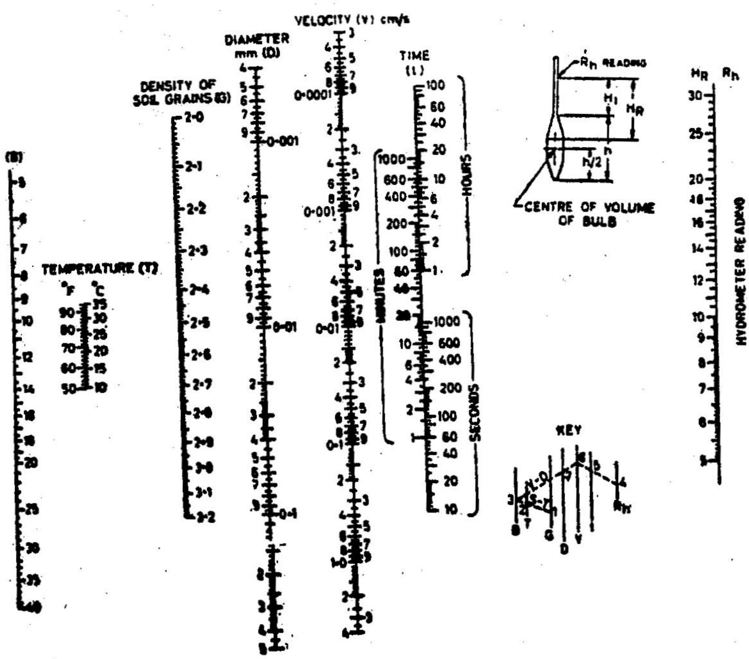
G	:	மண்துகள்களின் ஒப்பெடை
W_b	:	பரிசோதனை தொடங்குவதற்கு முந்திய பணிகளின் பின்னுள்ள எடை(கி)
R_h	:	நீர்மானி அளவு (நீர்ப்பிறைத்திருத்தம் சேர்த்து)
M_t	:	வெப்பத் திருத்தம்
x	:	கலக்கிக்கான திருத்தம்

ஒவ்வொரு பரல்அளவு (D)க்கும், நயமண் சதவீதம் காண்க. பின் பரல்அளவுப் பகிர்மானத்திற்கு எடுத்துக் கொண்ட மொத்த எடையின் சதவீதமாகக் கூறுக.

பரல்அளவுப் பகிர்மானத்தை, அரைலாகு வரைதாளில் வரைந்து காட்டலாம்.

படிவுப் பகுப்பு, ஸ்டோக் விதியை அனுசரித்த பரிசோதனை ஆகும். அதற்கு வரைபடத்தைப் பயன்படுத்தி **(3–12)** பரல்அளவு அறியலாம்.

ஸ்டோக்ஸ் விதிப்படி பரல் அளவு காணும் படம்.



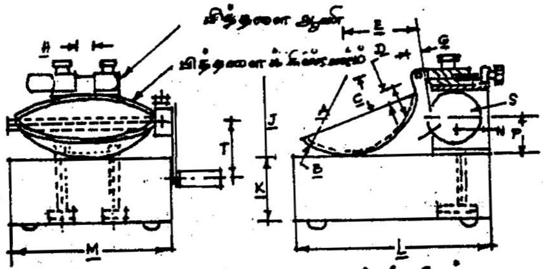
படம் 3-12

3.6.6. நீர்ம எல்லை, களிம எல்லை நிர்ணயித்தல் அய் எஸ் 2720 (பாகம் 5) - 1970

நீர்ம எல்லை கண்டுபிடிக்க இரண்டு முறைகள் உள்ளன: ஒன்று காசகிரண்டே கருவியின் மூலம் அறிதல்; மற்றது கூம்பு உட்புகு முறை.

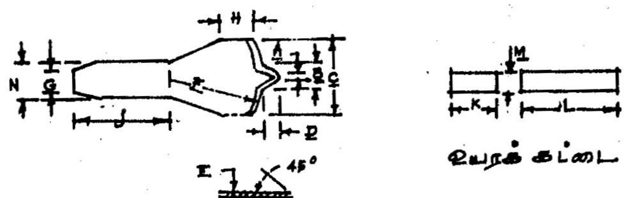
காசகிரண்டே கருவியின் அளவுகளைப் படங்களில் காண்க. (படம் 3.13, படம் 3.14, படம் 3.15)

425 மைக்ரான் இ.த. சல்லடையில் உட்புகும் காற்றில் உலர்ந்த மண் சுமார் 120 கி.எடுத்துக் கொள்க. ஒரளவு வாலைவடிநீர் விட்டு, மண்ணை ஒரே சீராகும் வரை குழைத்திடுக. (ஈரம் சீராகப் பரவ 24 மணிநேரம் வைத்திருப்பது நல்லது) மண்ணின் ஒரு பகுதியை மீண்டும்



A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	P	Q	R	R	S	T
54 ±0.25R	2 ±0.25	27±0.25	12.5 ±0.25	36 ±0.5	25 ±0.25	10 ±0.25	16 ±0.25	60±1	51±1	150±1	[illegible]±1	27	28	6	22R	19R	45

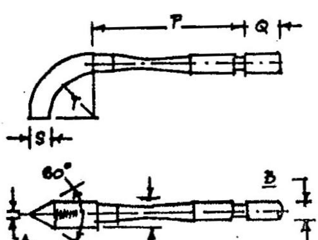
படபடம் 3.13 நீர்ம வரம்புக் கருவி

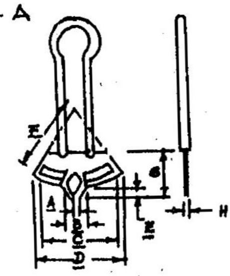


பள்ளம் செய்யும் கருவி A வகை

A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N
2+0.25	11±0.5	40±0.5	8±0.25R	50±0.5	1.6±0.5	12±0.5	20	50	25	50	10±0.25	20

படம் - 3 - 14 A



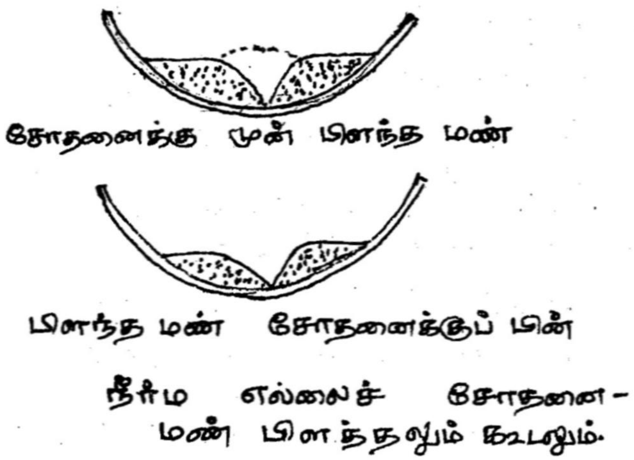


அளவுகள் மி.மீயில். பள்ளம் செய்யும் கருவி B வகை பள்ளம் செய்யும் கருவி C வகை

A	B	P	Q	X	S	T
2±0.25	10±0.125 ஆழம்	75	15	13.5±0.1	10±0.25	22R

A	B	C	D	E	F	G	H
2 ±0.25	11 ±0.2	53 ±0.5	59 ±0.5	8 ±0.25	50 ±0.5	30	2 ±0.1

படம் 3.14
ஈரப்பதம் காண பள்ளம் வெட்டும் கருவிகள்



படம் 3.15

நன்றாகக் குழைத்து படம் 3.15ல் காட்டியவாறு கிண்ணத்தில் மட்டமாக அமைத்திடுக. அதில் வெட்டுக் கரண்டியால் பள்ளம் செய்க. விநாடிக்கு 2 சுற்று வீதம் கைப்பிடியைத் திருகி கிண்ணம் விழுந்து எழுமாறு தொடர்ந்து சுற்றுக. மண்ணின் கீழ் இடைவெளி 12 மிமீ அளவு நீளத்திற்கு கூடும் வரை சுற்றுக. மண் கூடும்போது எத்தனை முறை கிண்ணம் விழுந்ததென்று எண்ணிக்கொள்க.

இந்த ஈரமண்ணில் சிறிதளவு தனியே எடுத்துவைத்து ஈரப்பதம் காண்க.

இதே ஈரமண்ணில் சிறிதளவு இன்னும் சற்று உலர்ந்த மண் சேர்த்து, கரண்டியால் நன்று கிளறிச் சீராக்கிடுக. இதனை மறுபடியும் கிண்ணத்தில் வைத்துக் கிறல்செய்து, அடிப்பாகம் சேரும்வரை கிண்ணத்தை விழச்செய்து எண்ணிக் கொள்க. இதிலும் சிறிதளவு எடுத்துவைத்து ஈரப்பதம் காண்க.

இந்த ஈரமண்ணுடன் சற்று உலர்ந்த மண் சேர்த்துப் பரிசோதனையை மீண்டும் செய்க. கிண்ணம் 25 தடவை விழும்போது மண்பிளவு சேர்ந்து கொள்ளுமானால், அந்த ஈரப்பதமே நீர்ம எல்லை ஆகும்.

கணக்கீடுகள்

1. நீர்ம எல்லை (W_l) :

ஒரு அரைலாகு வரைதாளில், வீழ்ச்சியை லாகு அச்சிலும், ஈரப்பதத்தை மற்ற அச்சிலும் வைத்து "ஒரு ஓட்டக்கோடு" வரைக. இதில் வீழ்ச்சி 25க்குப் பொருத்தமான ஈரப்பதத்தை காண்க. ஓட்டக்கோடு, அரைலாகுத் தாளில் நேர்க்கோடாக இருக்கும்.

2. ஓட்டக் குறியீடு (I_f) :

ஓட்டக் கோட்டை இரண்டு பக்கமும் நீட்டி 10 வீழ்ச்சியிலும் 100 வீழ்ச்சியிலும் ஈரப்பதம் காண்க. இவ்விரண்டின் வித்தியாசம் (ஓட்டக்கோட்டின் சாய்மானம்) ஓட்டக் குறியீடு எனப்படும். கணக்கிட்டும் அறியலாம்.

$$I_f = \frac{W_1 - W_2}{\log_{10} \frac{N_2}{N_1}}$$

இதில், $w_1 = N_1$ வீழ்ச்சிக்கேற்ற ஈரப்பதம்

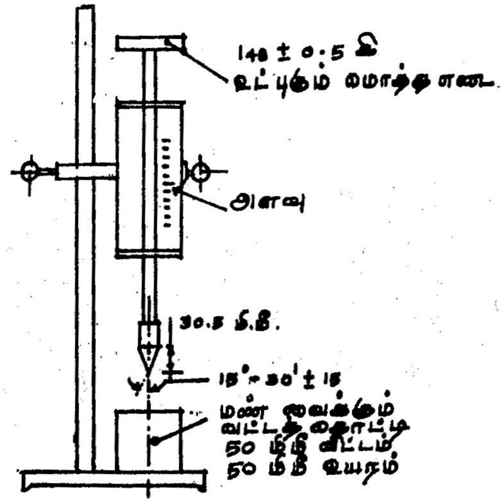
$w_2 = N_2$ வீழ்ச்சிக்கேற்ற ஈரப்பதம்

நீர்ம எல்லையை, அருகிலுள்ள முழு எண்ணாகக் கூறவேண்டும். அத்துடன் மண் மாதிரியின் வரலாறு, இயற்கை நிலைமை, காற்றால் உலர்ந்தது, அடுப்பில் உலர்ந்தது, பரிசோதனை முறை, ஈரமண்ணை ஊறவைத்த நேரம் ஆகியவற்றையும் கூறவேண்டும்.

2) கூம்பு உட்புகு முறை மூலம் நீர்மஎல்லை :

கூம்பு உட்புகு பொறியின் படம் 3.16 காண்க.

சுமார் 150 கிராம் காற்றில் உலர்ந்த மண்ணை, நீர்விட்டு நன்கு குழைத்து கருவியின் அடியிலுள்ள வட்டத் தொட்டியை நிரப்பி மட்டப் படுத்துக. உட்புகுமானியின் கூம்பு மண்ணைத் தொட்டுக் கொண்டிருக்கும் கருவி O காட்டுமாறு நிறுத்தக. பின் கூம்பு 30



கூம்பு உட்புகும் மானி

படம் 3.16

செகண்டு மண்ணைத் துளைக்குமாறு தடையில்லாமல் விடுவித்திடுக. உட்புகுதல் 20மிமீ முதல் 30 மிமீ வரை இருக்குமாறு, ஈரமண்ணுக்கு உலர்மண் சேர்த்துக் குழைத்து பரிசோதனையை மீண்டும் செய்க. ஒவ்வொரு பரிசோதனையிலும் தனியாக ஈரப்பதம் கண்டுபிடித்திடுக.

கணக்கீடு :

25 மிமீ உட்புகுதல் இருக்கும் நிலைமையில் உள்ள ஈரப்பதமே நீர்ம எல்லையாகும்.

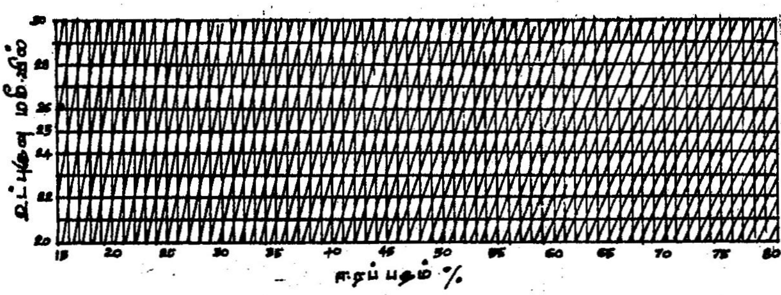
$$w_L = w_\alpha + 0.01 (25 - \alpha) (w_\alpha - 15)$$

இதில்,

w_L : நீர்ம எல்லை

w_α : α ஆழம் உட்புகும்போதுள்ள ஈரப்பதம்

α : உட்புகும் ஆழம்



படம் 3.17

உட்புகுமானி அளவுகளிலிருந்து ஈரப்பதம் கண்டுபிடிக்கும் படம்

காட்டிய வரை படத்திலிருந்து நேரடியாகவும் அளந்து அறியலாம். உட்புகுமானி அளவு 28 ஆக இருந்தால் 28 லிருந்து சாய்வுக்கோட்டில் 25 வரை கீழிறங்கி அதன் பின்னர் நேர்கோட்டில் இறங்க வேண்டும். ஈரப்பதம் 24 சதவீதம்.

3. களிம எல்லை காண்டல் :

ஈரமண்ணை கண்ணாடித் தட்டின் மீது வைத்துக் கையால் திரியாகச் சுருட்டுக. 3 மிமீ விட்டம் கொண்ட திரி சுருட்டும்போது வெடிப்பு அல்லது பிளவு தோன்றத் தொடங்குகிறதா எனக் காண்க. இதன் ஈரப்பதம் காண்க. இது களிம எல்லை (W_p) களிம எல்லையை முழு எண் சதவீதமாகக் கூறவேண்டும்.

4. களிமக் குறியெண் (I_p) :

மணல் போன்ற பற்றிலா மண்ணில் திரி போன்று சுற்ற வராது. அதைப் பற்றிலா மண் என அறிவித்து விடலாம். களிம எல்லை, நீர்ம எல்லைக்குச் சமமாகவோ, கூடுதலாகவோ இருந்தால், களிம எல்லை 0 என அறிவித்திடவேண்டும். இது மணல் போன்ற பொருளுக்குப் பொருந்தும்.

5. கடுமைக் குறியெடண் (I_T) (Toughness Index)

$$I_t = \frac{I_p}{I_f}$$

இதில், I_p : களிமக் குறியெண்

I_f : ஒட்டக் குறியெண்

6. நீர்மைக் குறியெண் (I_L)

$$I_L = \frac{w_0 - w_p}{I_p}$$

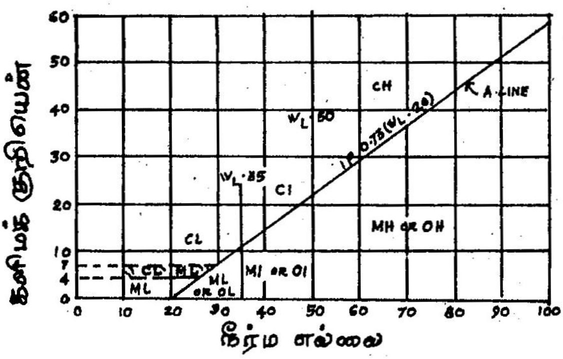
இதில், w_0 : இயற்கை ஈரப்பதம்

7. திண்மைக் குறியெண் (I_c) :

$$I_c = \frac{w_L - w_o}{I_p}$$

மண்ணின் நீர்மஎல்லை, களிம எல்லை ஆகியவற்றை 3–18ம் படத்தில் காட்டிய களிம அட்டவணையில் குறித்து அடையாளம் காட்டலாம். மண்வகைப்படுத்தும்போது இப்படம் உதவும்.

4



களிம அட்டவணை

படம் 3.18

3.6.7 சுருக்கக் காரணிகள் காணல்

அய் எஸ் 2720 (பாகம் 6) - 1972

சில சொற்களை வரையறை செய்து கொள்வோம்.

1. சுருக்கக் குறியெண் (I_s) :

களிம எல்லைக்கும், சுருக்க எல்லைக்கும் உள்ள வேறுபாடு, எண்ணளவில். (மறுவார்ப்பு மண்)

2. சுருக்க எல்லை (கலைக்கப்படா மண்) (w_{su}) :

கலைக்கப்படாத மண், மேலும் சுருங்க முடியாத எல்லையில் உள்ள ஈரப்பதம், அதன் அடுப்புலர் எடையின் சதவீதமாகக் கூறப்படுகிறது.

3. சுருக்க எல்லை (மறுவார்ப்பு மண்) (w_s) :

மறுவார்ப்பு மண்ணிலிருந்து எடுத்த போலிகை மண், மேலும் சுருக்க முடியாத எல்லையில் உள்ள ஈரப்பதம், அதன் அடுப்புலர் எடையின் சதவீதமாகக் கூறப்படுகிறது.

4. சுருக்க விகிதம் (R) :

உலர் மண் பருமனின் சதவீதமாகச் சொல்லப்படும் ஒரு குறிப்பிட்ட மாறுபாடு, அடுப்புலர் மண்ணெடையின் சதவீதமாகச் சொல்லப்படும், சுருக்க எல்லைக்கு மேலுள்ள பொருத்தமான ஈரப்பதத்தோடு ஏற்படுத்தும் விகிதம்.

5. பருமச் சுருக்கம் (பரும மாறுபாடு) :

ஒரு குறிப்பிட்ட ஈரப்பதத்திலிருந்து சுருக்க எல்லைக்குச் சுருங்கும்போது ஏற்படும் பருமக் குறைவு, உலர் மண் பருமனுக்கும் ஏற்படுத்தும் சதவீதம்.

தேவைப்படும் கருவிகள்; ஆவியாகும் கிண்ணம், மரக்கரண்டி, சுருக்கக் கிண்ணம், மட்டக் கோல், கண்ணாடிக் கோப்பை, கண்ணாடித் தட்டுகள் இரண்டு, உலர்த்தும் பெட்டி, 425 மைக்ரான் இ.த. சல்லடை, தராசு, பாதரசம், வறள்பெட்டி, முதலியன.

3.6.7.1 மறுவாப்பு மண்ணில் சுருங்க எல்லையும், பிற பண்புகளும் காணல்;

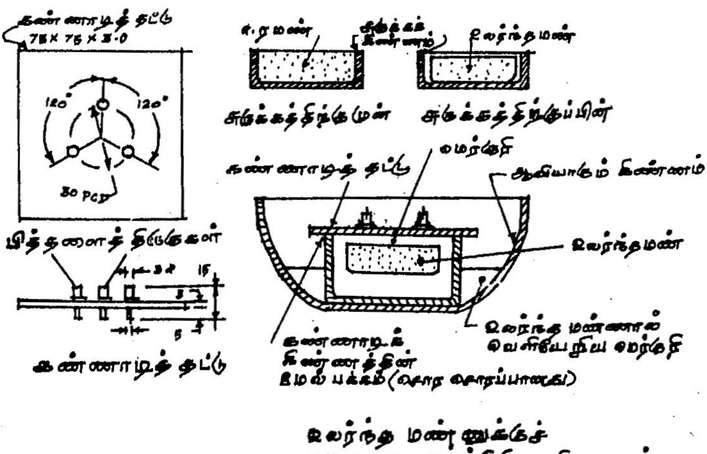
425 மைக்ரான் சல்லடையில் உட்புகும், காற்றில் உலர்ந்த மண்மாதிரியில் சுமார் 30 கிராம் எடுத்து ஆவியாகும் கிண்ணத்தில் இட்டு, சிறிதளவு நீர் சேர்த்து நன்கு கலக்கிக் கொள்க. காற்றுக் குமிழ் இடையில் சிக்கா வண்ணம் குழைக்க வேண்டும். களிம எல்லைக்கு மேல் சுமார் 10% நீர்க் கொள்வு இருக்கலாம்.

சுருக்கக் கிண்ணத்தின் எடை காண்க. அதில் முழுக்க பாதரசம் நிரப்பி, கண்ணாடித் தட்டை மூடி அதிகப்படி பாதரசத்தை வெளியேற்றுக. இதனை எடை போட்டு, பாதரசத்தின் எடையைக் காண்க. பாதரசத்தின் எடையை அதன் அலகெடையால் வகுத்தால் கிண்ணத்தின் கொள்ளளவு கிடைக்கும். இதுவே ஈரமண்ணின் பருமன் ஆகும் (V).

சுருக்கக் கிண்ணத்தின் உட்பக்கம் சிலிக்கான் கிரீஸ் அல்லது வாசலைன் மெல்லிதாகத் தடவிக் கொண்டால் ஈரமண் காயும் போது

கிண்ணத்தில் ஒட்டாது. கிண்ணத்தில் சுமார் 1/3 பகுதிக்கு ஈரமண் இட்டு, மெலிதாகத் தட்டினால், காற்றுக்குமிழ் ஏதாவது இருந்தால் வெளியேறி மண்கிட்டிப்படும். அடுத்து அதே அளவு மண் இட்டுத் தட்டுக. மேலும், மேலும் மண் இட்டுத் தட்டிக் கிண்ணத்தை நிரப்புக. விளிம்பிற்கு மேல் அதிகப்படியாக உள்ள மண்ணை மட்டக்கோலால் வழித்து எடுத்திடுக.

ஈரமண்ணுடன் கிண்ணத்தின் எடை காண்க. ஈரமண்ணின் நிறம் கருப்பிலிருந்து சற்றுமாறி மென் வண்ணமாகும்வரை காற்றில் உலர்த்துக. 105 டிகிரி முதல் 110 டிகிரி செ.வரை உள்ள உலர் பெட்டியில் போதுமான நேரம் உலர்த்துக. உலர்ந்த பின் வெளியே எடுத்து வறள் பெட்டியில் வைத்து ஆற்றிடுக. மண்ணுடன் கிண்ணத்தின் எடை காண்க.



உலர்ந்த மண்ணுக்குச்
சமமான மெர்க்குரி வெளியேறுதல்

பருமச் சுருக்கம் கண்டறியும் கருவி

படம் 3.19

இப்போது உலர்ந்த மண்கட்டியின் பருமன் காண வேண்டும். கண்ணாடிக் கோப்பையில் பாதரசத்தை நிரப்பி, மூன்று கூம்புகள் பொருத்தப்பட்ட தட்டால் மூடி அதிகப்படி மெர்க்குரியை வெளியேற்றுக. கண்ணாடித் தட்டை எடுத்து விட்டுக் கண்ணாடிக் கோப்பையின் வெளிப்புறத்தைத் துடைத்துவிட்டு, ஆவியாக்கும் கிண்ணத்தில் வைத்திடுக. உலர்ந்த மண்கட்டியை பாதரசத்தின் மீது வைத்து, மூன்று கூம்புக்கால் கண்ணாடித் தட்டால் கால்கள் மண்கட்டியை பாதரசத்திற்குள் அமிழ்த்துமாறு மூடுக. இப்போது பாதரசத்தைக் கவனமாக ஆவியாக்கும் கிண்ணத்தில் பிடித்துக் கொண்டு எடை போடுக. பாதரத்தின் எடையை அதன் அலகெடையால் வகுத்தால், மண் கட்டியின் பருமன் (V_o) கிடைக்கும்.

கலைக்கப்படாத மண் மாதிரியாக இருந்தால் அதனைச் சுமார் 45 மிமீ விட்டமும் 15மிமீ உயரமும் உள்ள வடிவத்திற்குச் செதுக்கிக் கொள்க. அதனை முதலில் காற்றிலும் பின்னர் உலர் பெட்டியிலும் வைத்து உலரவிடுக. உலர்ந்த மண்கட்டியின் பிசுறுகளைத் தூரிகையால் துடைத்துக் கொண்டு மீண்டும் மாறா எடைக்கு உலர்த்துக. அவ்வாறு உலர்த்திய மண்கட்டி ஆறிய பின்னர் அதன் எடையைக் கண்டுபிடித்திடுக (W_{os}) அதன் பருமனை முந்திய பத்தியில் கூறியவாறு (V_{os}).

கணக்கீடுகள் :

1. ஈரப்பதம் $w = \dfrac{W - W_0}{W_0} \times 100$

இதில், w : ஈரப்பதம்

W : சுருக்கக் கிண்ணம் + ஈரமண் எடையிலிருந்து கிண்ணத்தின் எடையைக் கழித்துக் கிடைக்கும் ஈரமண் எடை.

W_0 : சுருக்கக் கிண்ணம் + உலர்மண் எடையிலிருந்து கிண்ணத்தின் எடையைக் கழித்துக் கிடைக்கும் உலர் மண் எடை.

2. சுருக்க எல்லை (மறுவார்ப்பு மண்) :

$$w_s = w - \left(\frac{V - V_0}{W_0}\right)100$$

இதில், w_s : சுருக்க எல்லை சதவீதத்தில்

W : ஈரமண்ணின் ஈரப்பதம்

V : ஈரமண்ணின் பருமன் (மிலி)

V_0 : உலர் மண்ணின் பருமன் (மிலி)

W_0 : உலர் மண்ணெடை (கி)

மண்ணின் ஒப்பெடை (G) தெரிந்தால் $w_s = \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{G}\right)100$

இதில், R : சுருக்கவிகிதம்

3. சுருக்கக் குறியெண் : $(I_s) / I_s = I_p - w_s$

இதில், I_p : களிமக் குறியெண்

4. சுருக்க விகிதம் R

$$R = \frac{W_0}{V_0} = \frac{\text{உலர் மண் எடை (g)}}{\text{உலர் மண் பருமன் (ml)}}$$

5. பருமச் சுருக்கம் (பரும மாறுபாடு) $V_s = \left(w_1 - w_0\right) R$

இதில், w_1 : குறிப்பிட்ட ஈரப்பதம் சதவீதத்தில்

w_s : சுருக்க எல்லை

R : சுருக்க விகிதம்

6. சுருக்க எல்லை (கலைக்கப்படா மண்) w_{su}

$$w_{su} = \left(\frac{V_{os}}{W_{os}} - \frac{1}{G}\right)100$$

இதில், V_{os} : உலர் மண் பருமன்

W_{os} : உலர் மண் எடை

G : மண்ணின் ஒப்பெடை

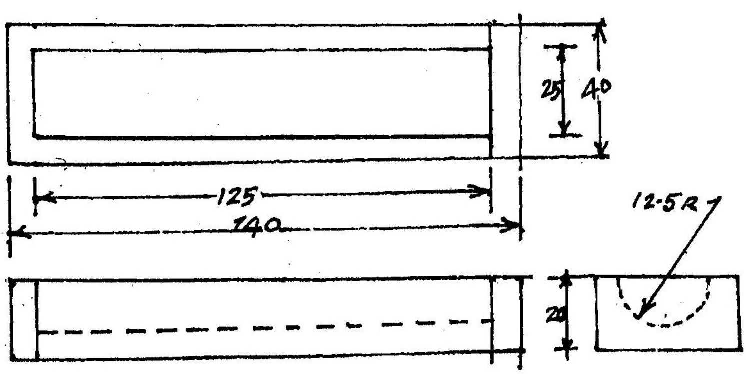
3.6.7.2 மண்ணின் நெடுகச் சுருக்கம் (அய் எஸ் 2720 பகுதி 20,1969)

125 மிமீ நீளமும் 12.5 மிமீ ஆரமும் கொண்ட அரைவட்ட வடிவ உள் அளவுகள் கொண்ட அச்சில், ஈரமண்ணை நிரப்பிக் காற்றுப் போகக் குலுக்கி, மேல்பக்கம் மட்டமாக வழித்து விட வேண்டும். பின் காற்றில் சற்று உலர்த்திய பின்னர் உலர் பெட்டியில் உலர்த்த வேண்டும்.

உலர்ந்த மண் குச்சியின் நீளம் அளந்து கொள்ள வேண்டும். குச்சி வளைந்திருந்தால் வளைவின் வழியே அளக்க வேண்டும்.

$$\text{நெடுகச் சுருக்கம்} = \left(1 - \frac{\text{உலர் நீளம்}}{\text{ஈர நீளம்}} \times 100\right) \text{ சதவீதம்}$$

நெடுகச் சுருக்கத்தை, அதன் அண்மை முழு எண்ணால் கூறுவது மரபு.



நெடுகச் சுருக்கம் காணும் முறை

படம் 3.20

3.6.8 அடர்த்தி :

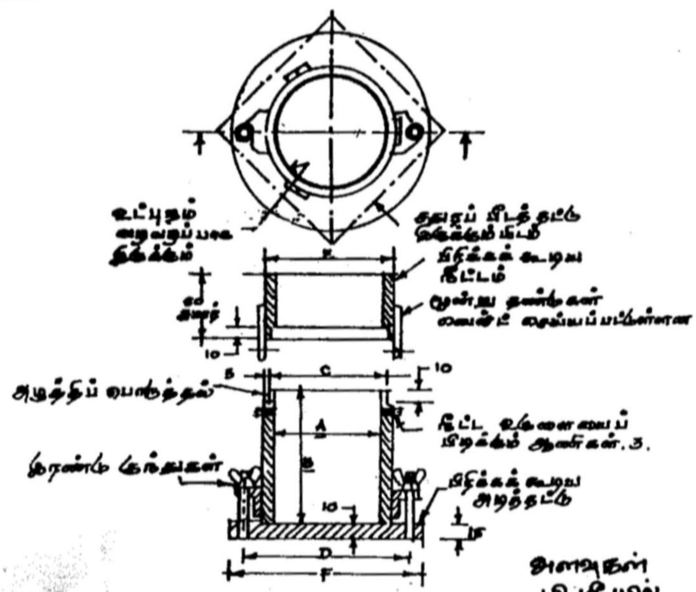
மண்ணின் பண்புகளில் முக்கியமானவை அடர்த்தி, ஒப்படர்த்தி, அடர்த்திக் குறியெண் முதலியன. பற்றுடை மண்ணின் அடர்த்தி, அதன் ஈரப்பதத்தைப் பொறுத்து அமையும். ஈரப்பதம் குறைந்துள்ளபோது தளர்ந்தும், ஈரப்பதம் கூடக்கூட அடர்த்தி கூடியும், ஒரு குறிப்பிட்ட ஈரப்பதத்திற்கு மேல் மீண்டும் தளர்த்துகொண்டும் வரும். பெரும் அடர்த்தி உண்டாகும்போதுள்ள ஈரப்பதம் உகப்பு நீர்க்கொள்வு (optimum moisture content) என்றழைக்கப்படும். ஈரப்பதம் – வறள் அடர்த்தி உறவுகாண மூன்று முறைகள் உள்ளன. அவை வருமாறு :

1. பேரெடைக் கிட்டிப்பு மூலம் ஈரப்பதம் – வறள் அடர்த்தி உறவு அறிதல் [அய் எஸ் 2720 (பாகம் 7) – 1980]

2. சிற்றெடைக் கிட்டிப்பு மூலம் ஈரப்பதம் – வறள் அடர்த்தி உறவு அறிதல் [அய் எஸ் 2720 (பாகம் 8) – 1971]

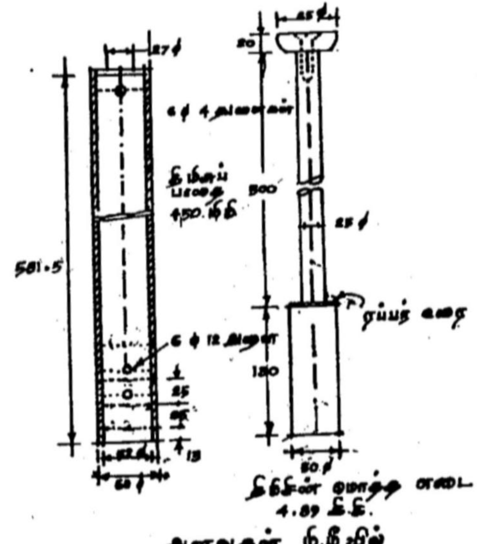
3. மாறா மண்ணெடை மூலம் வறள் அடர்த்தி ஈரப்பதம் உறவு அறிதல் [அய் எஸ் 2720 (பாகம் 9)]

1) முதல் இரண்டு முறைகளில், கிட்டிமைக்கலத்தில் ஈரமண்ணை மூன்று தடவையாக இட்டு, ஒவ்வொரு முறையும் கிட்டிச் சுத்தியால் குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கை குறிப்பிட்ட உயரத்திலிருந்து விழச் செய்வதன் மூலம் கிட்டித்தலாகும். அச்சுப் பெட்டியின் அளவும், கிட்டிச் சுத்தியின் எடை, விழும் உயரம் ஆகியவை மாறும். கிட்டிக்கப்படும் மண்ணின் ஈரப்பதத்தை அய்ந்து அல்லது ஆறு முறை மாற்றிப் பரிசோதனையைத் திரும்பச் செய்ய வேண்டும். கிட்டிமைக்கலன், பீடம், கிட்டிச் சுத்தி ஆகியவற்றைப் படம் 3.21, 3.22 ஆகியவற்றில் காண்க.



[illegible]	A	B	C	D	E	F
1000	100.0±0.1	127.3± 0.1	110	150	120	180ϕ(R) 150 SQ
2250	150.0±0.1	127.3±0.1	160	200	170	230ϕ(R) 200 SQ

படம் 3.21 இட்டிமைக் கருவி



இட்டிமைக்கான உலோகத் திமிசு

படம் 3.22

கணக்கீடுகள் : (சிற்றெடைக் கிட்டிப்பு)

1. மொத்த அடர்த்தி (γ_m கி/மிலி): $\gamma_m = \dfrac{m_2 - m_1}{V_m}$

2. வறள் அடர்த்தி (γ_d கி/மிலி): $\gamma_d = \dfrac{100\,\gamma_m}{100 + w}$

இதில், m_1 : கிட்டிமைக்கலன் பீடம் எடை (கி)

m_2 : கிட்டிமைக்கலன் பீடம், மண் எடை (கி)

V_m : கிட்டிமைக்கலத்தின் பருமன் (மிலி)

w : ஈரப்பதம்

கணக்கீடுகள் (பேரெடைக் கிட்டிப்பு), (சிற்றெடைக் கிட்டிப்பு)

1. ஈர அடர்த்தி (γ_{wet}), $\gamma_{wet} = \dfrac{W - W_m}{V_m}$

2. வறள் அடர்த்தி (γ_d), $\gamma_d = \left(\dfrac{\gamma_m}{1 + \dfrac{w}{100}}\right)$

இவற்றில், w : கிட்டிமைக்கலன், கிட்டித்த ஈரமண் எடை (கி)

W_m : காலி அச்சுப்பெட்டி எடை (கி)

V_m : அச்சுப் பெட்டியின் பருமன் (மிலி)

3. காலியிட விகிதம் (e), $e = \dfrac{G\gamma_m}{\gamma_d} - 1$

4. புழைமை (n), $n = \dfrac{\gamma_d}{G\gamma_w}$

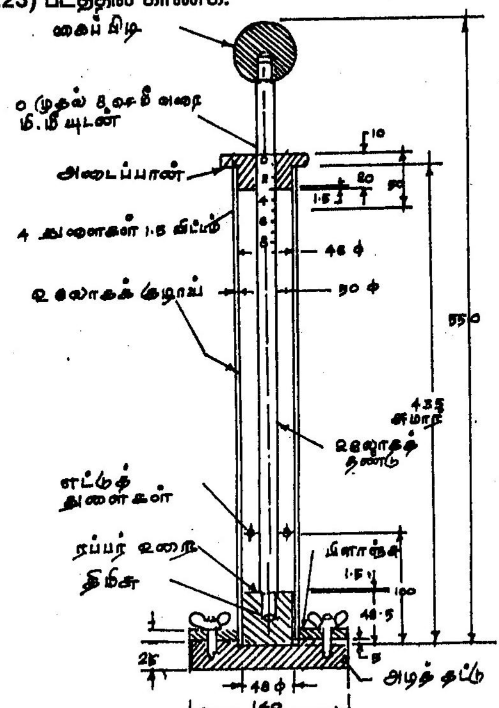
இவற்றில், G : மண்ணின் ஒப்பெடை

γ_w : தண்ணீரின் அலகெடை

ஈரம் - அடர்த்தி உறவு வளைவு;

ஈரப்பதம், வறள் அடர்த்தி இரண்டின் உறவுகளையும் ஒரு வரைதா ளில் குறித்து எல்லாப் புள்ளிகளையும் மென்மையான வளைவால் இணைத்திடுக. இவ்வளைவு கீழிருந்து மேலேறி மீண்டும் இறங்கும். உச்சிப் புள்ளிக்கு நேரான ஈரப்பதத்தை உகப்பு ஈரப்பதம் என்றும் வறள் அடர்த்தியைப் பெரும அடர்த்தி என்றும் அறிவித்திடுக.

2) மாறா மண்ணெடை மூலம் உறவுகளை நிர்ணயிப்பதற்குள்ள கருவியை (3.23) படத்தில் காண்க.



மாறா எடை முறையில் இட்டிமைக்கான கருவித் தொகுதி

படம் 3.23

முன்னிரண்டு முறைகளில் அச்சின் பருமன் மாறாமல் இருந்தது மண்ணின் கொள்வு கூடக்குறைய இருக்கும். மூன்றாவது முறையில் மண்ணின் எடையை மாற்றாமல் வைத்துக் கொண்டு அதைக் கிட்டிப்பதன் மூலம் கிடைக்கும் பருமனைக்கொண்டு அடர்த்தி கணக்கிடப்படுகிறது. அச்சு உருளை வடிவுள்ளதாகும். கருவியின் மேலுள்ள அளவுகளை அளந்து பருமக் குறைவு அறியப்படுகிறது.

$$\text{உலர் அடர்த்தி } \gamma_d = \frac{200}{\frac{\pi}{4}(5)^2 R} = \frac{10.2}{R} \text{ கி/செமீ}^2$$

இதில், R : கிட்டிச் சுத்தியின் தண்டிலுள்ள அளவு (கிட்டித்த மண்ணின் உயரம்)

அச்சின் விட்டம் : 5 செ.மீ. மண்ணின் எடை : 200 கி.

மணல்போன்ற மண்ணின் அடர்த்தி அதிலுள்ள காலியிட விகிதத்தைப் பொருத்ததாக இருக்கும். ஓர் உருளையில் மண்ணைப் பொலபொலவென்று போட்டு, எடையைப் பருமனால் வகுத்தால், மண்ணின் சிறும அடர்த்தி கிடைக்கும். அதே மண்ணை நன்கு குலுக்கிக் கிட்டித்ததும் மண்ணின் எடையைப் புதிய பருமனால் வகுத்தால் அதன் பெரும அடர்த்தி கிடைக்கும். இதிலிருந்து ஒப்படர்த்தியைக் (அடர்த்தி குறியெண்) காணலாம்.

$$\text{சிறும அடர்த்தி : } \gamma_{min} = \frac{W_{sm}}{V_e}$$

$$\text{பெரும அடர்த்தி : } \gamma_{max} = \frac{W_s}{V_s}$$

இவற்றில், W_{sm} : சிறு அடர்த்திச் சோதனையில் வறள் மண்ணின் எடை (கி)

V : அச்சுப் பெட்டியின் பருமன் (செமீ²)

W_s : பெரும அடர்த்திச் சோதனையில் வறள் மண்ணின் எடை (கி)

V_s : பெரும அடர்த்திச் சோதனையில் மண்ணின் பருமன் $V_e - (D_i - D_f) A$

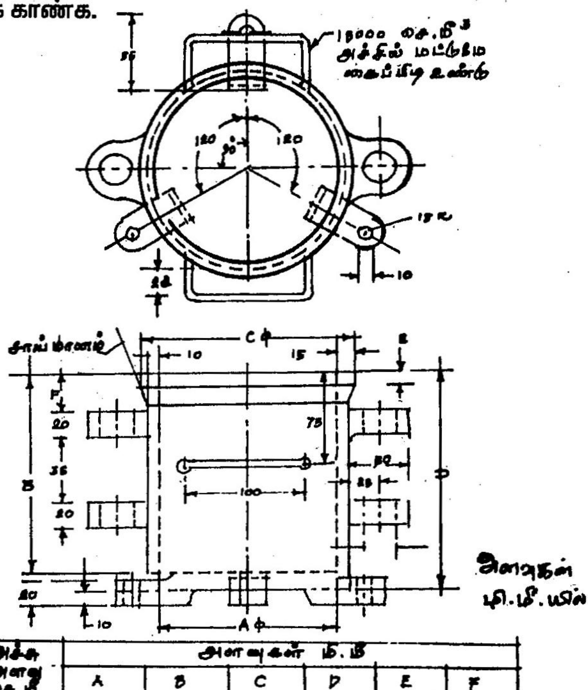
$D_{2'}$: கிட்டித்த சுத்தியின் தண்டில் தொடக்க அளவு

D_f : கிட்டித்த சுத்தியின் தண்டில் இறுதி அளவு

A : அச்சுப் பெட்டியின் குறுக்குப் பரப்பு

(படம் 3.24)

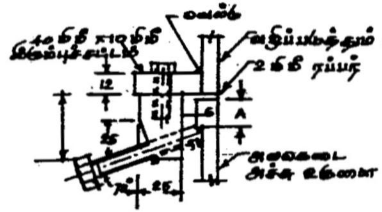
அச்சுப் பெட்டி ஆற்றுப்பட்ட மேலெடைத் தொகுதியின் வழில்படுத்தும் உறை (படம் 3.25) மேலெடை அடித்தட்டுக் கைப்பி டி, (படம் 3.26) மேலெடை, அளவுமானிப் பிடிப்பி, மொத்தக் கருவியின் படம் ஆகியவற்றைக் காண்க.



அச்சு அளவு க.செ.மீ	அளவுகள் மி.மீ					
	A	B	C	D	E	F
3000	15.00 ± 0.05	169.77 ± 0.05	160	180	10	30
15 000	280.80 ± 0.05	243.80 ± 0.05	310	225	15	50

அச்சு

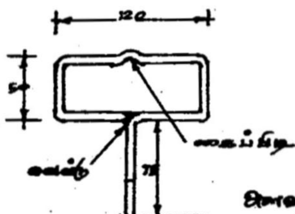
படம் 3.24



அச்சு அளவு	A மி.மீ	B மி.மீ	வழிப்படுத்தும் உறை
3000	10	35	இரும்புக்குழாய் உள் விட்டம் 100 மி.மீ, 30 செ.மீ நீளம் 6 மி.மீ கனம்
1500	15	38	உள் விட்டம் 280 மி.மீ, 20 செ.மீ நீளம் 10 மி.மீ கனம்

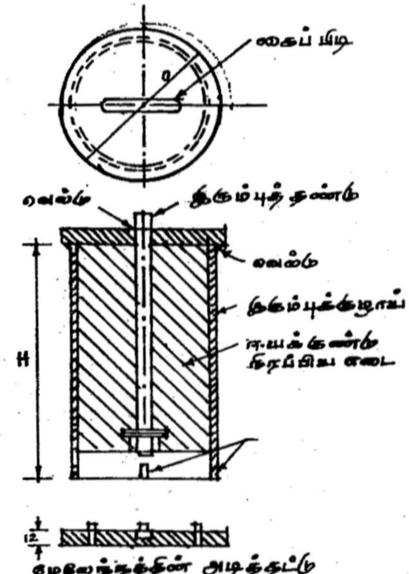
அளவுகள் மி.மீ.யில்

படம் 3.25 பிடிப்புத் தொகுதி



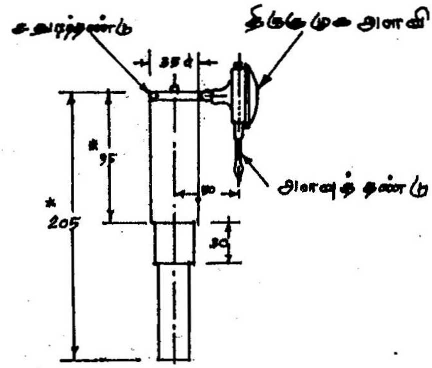
அளவுகள் மி.மீ.யில்

படம் 3.26

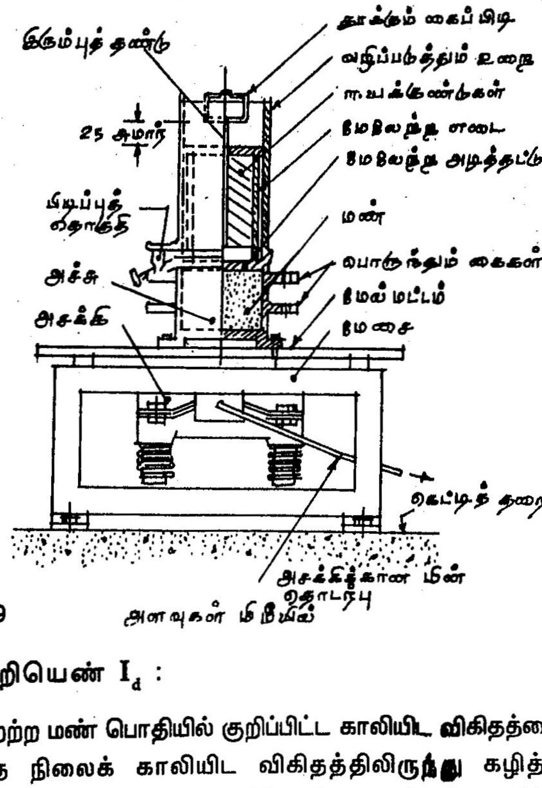


அச்சு அளவு	D மி.மீ	H மி.மீ	இரும்பு குழாய் விட்டம் மி.மீ.	தேவையான மொத்த எடை
3000	148	225	100	24.7 0.2
15000	277	150	250	86.0 0.5

படம் 3.27



படம் 3.28



படம் 3.29

அடர்த்திக் குறியெண் I_d :

ஒரு பற்றற்ற மண் பொதியில் குறிப்பிட்ட காலியிட விகிதத்தை அதன் தளர்ந்த நிலைக் காலியிட விகிதத்திலிருந்து கழித்த தொகைக்கும், அதே பொதியின் அடர்ந்த நிலை மற்றும் தளர்ந்த நிலைக் காலியிட விகிதங்களின் வித்தியாசத் தொகைக்கும் உள்ள விகிதம் ஆகும்.

இதனை ஒப்படர்த்தி, D_d அடர்த்தி அளவு ஆகிய சொற்களாலும் சுட்டுவர்.

$$I_d \text{ (அல்லது } D_d) = \frac{\gamma_{max} (\gamma_d - \gamma_{min})}{\gamma_d (\gamma_{max} - \gamma_{min})} \times 100$$

$$I_d \text{ (அல்லது } D_d) = \frac{e_{max} - e}{e_{max} - e_{min}}$$

6.9 கள அடர்த்தி

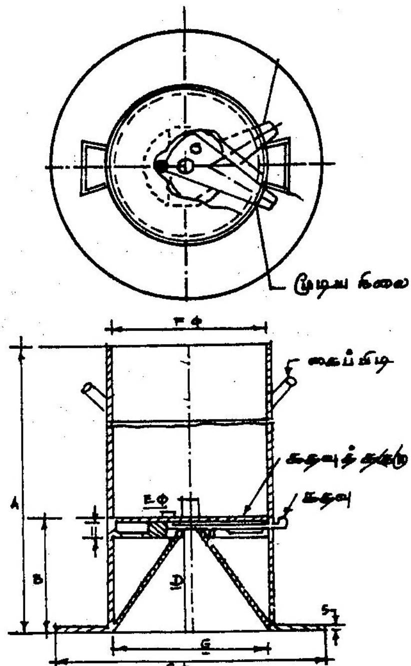
மண்ணின் அடர்த்தி, அது அமைந்துள்ள இடத்திற்கேற்ப மாறக்கூடும். மண்ணை வெட்டி எடுத்து வந்து ஆய்வகத்தில் கண்டுபிடிப்பது, அதன் கள அடர்த்தியை ஒத்து இருக்காது. அந்தந்த இடத்து மண் அடர்த்தி, அந்த இடத்தின் தாங்கு திறன் அறிவதற்கும், படிமானத் தன்மையைக் கணிப்பதற்கும் உதவியாக இருக்கும்.

மண்ணின் எடைக்கும், பருமனுக்கும் உள்ள உறவே அடர்த்தி என்பதை அறிவோம். கள அடர்த்தி முயற்சிகளெல்லாம், அந்த இடத்தில் ஒரு குழி தோண்டி, அக்குழி மண்ணின் எடையையும், பருமனையும் அறியும் முயற்சியேயாகும்.

மண் பரல்களின் அளவுக்கேற்ப நான்கு முறைகள் நடைமுறையிலுள்ளன.

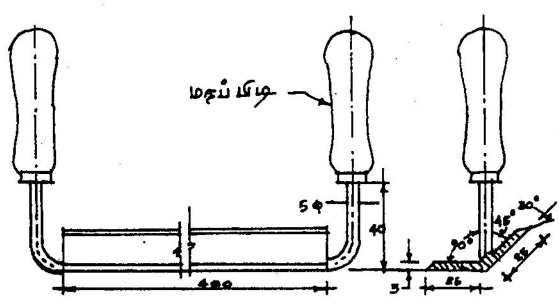
அ) மணல் நிரப்பி வறள் அடர்த்தி காணல் அய் எஸ்; 2720 பகுதி 28

இயற்கையான படிவு அல்லது கிட்டித்த மண்ணுக்கு இம்முறை ஏற்றது. நயமண் அல்லது இடைத்தர மண் உள்ள இடங்களுக்குப் பொருத்தமானது.

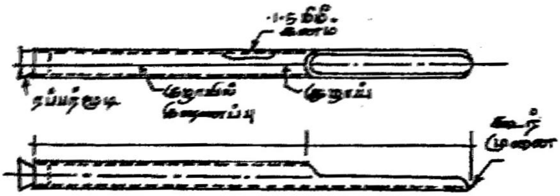


மணல் கொட்டும் உருளை
படம் 3.30

உருளை அளவு	A	B	C	D	E	F	G	கொள் அளவு லிட்டர்
சிறியது	380	85	200	75	13 ± 0.1	115	115	3
பெரியது	610	175	350	160	25 ± 0.1	215	215	16.5

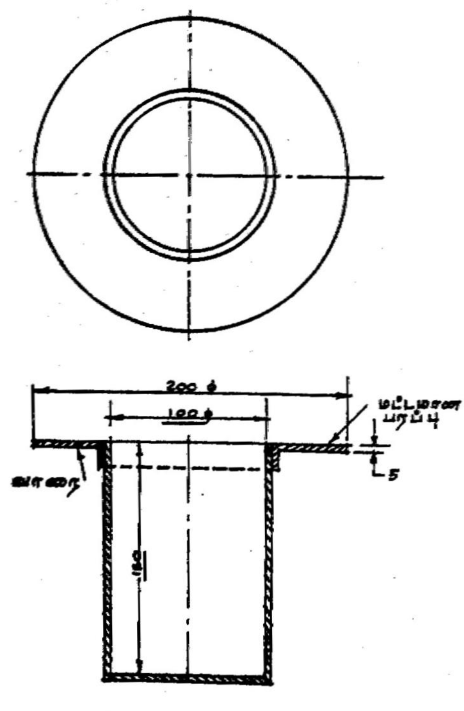


தரையைச் சமப்படுத்தும் கரண்டி
படம் 3.31



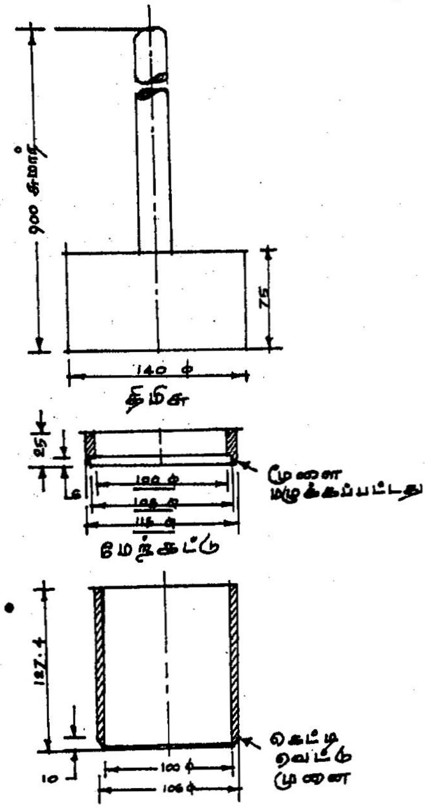
நிலத்தில் துளையிடும் கருவி

படம் 3.32



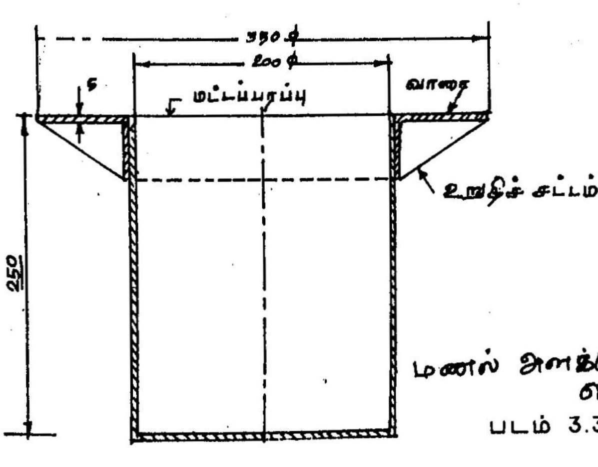
மணல் அளக்கும் கலம் (சிறியது)

படம் 3.33



படம் 3.34

உள்ளீடு வெட்டும் கருவி



மணல் அளக்கும் கலம் பெரியது

படம் 3.35

ஒரு மிமீ சல்லடையில் புகுந்து 600 மைக்ரான் சல்லடையில் நிற்கும் மணல் இதற்குப் பயன்படுகிறது. மணலைக் குழிக்குள் நிரப்புவதற்கும் (படம் 3.30) மணல் பருமன் அறிவதற்குமான (படம் 3.33 & 3.35) கருவிகளைப் படத்தில் காணலாம். மணல் நிரப்பும் கருவியின் கீழ்ப்பக்கம் கூம்பு போன்ற இருப்பதைக் கவனித்திடுக. தளத்தைச் செதுக்குவதற்கான கருவிகளையும் (3.31) படத்தில் காண்க. துளையிடும் கருவி (படம் 3.32), மண் உருளை எடுக்கும் கருவி (படம் 3.34) ஆகியவற்றையும் காணலாம்.

முதலில் மணலின் அடர்த்தியைக் கண்டு கொள்ள வேண்டும். மணல் நிரப்புக்கலத்தின் முழு அளவுக்கு மணல் நிரப்பி எடையிட்டுக் கொள்க (W_1). அதனை அளவுக் கலத்தின் மீது கீழ்வாய் மூடியைத் திறந்து மணல் விழச் செய்க. மணல் விழுவது நின்றதும், கீழ்வாயை மூடி, எடை போட்டுக் கொள்க (W_2). மணல் நிரப்புக் கலத்தை ஒரு கண்ணாடியின் மீது வைத்து, கீழ்க் கூம்பு நிரம்பும் அளவுக்கு மணலைத் திறந்து மூடுக. கண்ணாடித்தகட்டில், விழுந்த மணலை எடை போட்டுக் கொள்க (W_3) அளவுக் கலத்தின் பருமன் கணக்கிட்டறிக (V செமீ^{3}).

அளவுக் கலத்தை நிரப்பும் மணலின் எடை = $W_a = W_1 - W_3 - W_2$

$$\text{மணலின் அடர்த்தி} = \gamma_s = \frac{W_a}{V} \times 1000 \text{ கிகி}/\text{மீ}^3$$

அடர்த்தி காணும் இடத்தை நன்கு செதுக்கிச் சுத்தம் செய்து கொள்க. நடுவில் வட்டத்துளையுள்ள தாம்பாளத்தை அங்கு வைத்துக் கொள்க. நடுத்துளை நேர் கீழுள்ள மண்ணை தோண்டி எடுத்து வீணாகாமல் சேர்த்து எடை போடுக (W_w). ஆழம் 15 செமீக்கு மிகாமல் இருத்தல் நல்லது. தாம்பாளத் துளையின் மீது மணல் நிரப்பும் கலத்தை வைத்து, கீழ்வாயைத் திறந்து, குழியில் மணல் விழ அனுமதித்திடுக. மணல் இறங்குவது நின்றதும் கீழ்வாயை மூடி, கலத்துடன் எஞ்சிய மணலை எடை போட்டுக் கொள்க (W_4).

குழியை நிரப்பத் தேவையான மணலின் எடை = $W_b = W_1 - W_4 - W_2$

மண்ணின் மொத்தக்கள அடர்த்தி = $\gamma_b = \frac{W_w}{W_b} \times \gamma_s$ கிகி/மீ^{3}

தோண்டிய மண்ணின் ஈரப்பதம் (w) கண்டுக்கொள்க.

மண்ணின் களவறள் அடர்த்தி = $\gamma_d = \frac{100 + \gamma_b}{100 + w}$ கிகி/மீ^{3}

$$= \frac{\gamma_b}{1 + w}$$

அல்லது, $\gamma_d = \frac{Wd}{Wb} \gamma_s$ கிகி/மீ^{3}

மணல் நிரப்பும் கலத்தின் அளவைப் பெரிதாக்கி, பருமணலின் அடர்த்தியைவும் காணலாம்.

ஆ) உள்ளீடு வெட்டி, வறள் அடர்த்தி காணல் (அய் எஸ்; 2720 பகுதி 29)

பரல் கற்கள் கலவாத நயமண் பூமியில் இம்முறை பயன்படுகிறது. உள்ளீடு வெட்டி, மேற்கட்டு, திமிசு ஆகிய கருவிகளைப் **(3.34) படத்தில் காண்க :**

உள்ளீடு வெட்டியின் உட்பருமனை அளந்து அறிந்து கொள்க (V_c செமீ^{3}). அதன் எடையையும் (W_c) அறிந்து கொள்க.

அடர்த்தி காணும் இடத்தை நன்கு செதுக்கிச் சுத்தம் செய்து கொள்க. அந்த இடத்தில் உள்ளீடு வெட்டியை வைத்து அதன்மீது மேற்கட்டைப் பொருத்தமாக வைத்து, மெதுவாக அவை தரைக்குள் இறங்குமாறு திமிசால் அடித்திடுக. மேற்கட்டு தரைக்கு மேல் 15 மிமீ இருக்குமளவு இறக்கிய பின்னர், உள்ளீடு வெட்டியைச் சுற்றிலு முள்ள மண்ணைத் தோண்டி, அடிமட்டத்தின் கீழ் மேலும் 15 செமீ இருக்குமாறு தோண்டி உள்ளீடு வெட்டியை வெளியே எடுத்துக் கொள்க. உள்ளீடு வெட்டியின் மேலும் கீழும் சமமாகச் செதுக்கி எடுத்த பின் எடை போட்டுக் கொள்க (W_s). உள்ளீட்டு மண்ணின் ஈரப்பதம் (w) கண்டு கொள்க.

$$\text{களமண்ணின் மொத்த அடர்த்தி} = \gamma_b = \frac{W_s - W_c}{V_c} \text{ கி/செமீ}^3$$

$$\text{களமண்ணின் வறள் அடர்த்தி} = \gamma_d = \frac{100\gamma_b}{100 + w} \text{ கி/செமீ}^3$$

இ) நீர்நிரப்பி, அடர்த்தி காணல்
(அய் எஸ்; 2720 பகுதி 33)

சரள், சல்லி, பிஞ்சுக்கல், குண்டுக்கல் உள்ளிட்ட மண்ணிற்கு இம்முறை பொருந்தும்.

50 முதல் 250 செமீ வரை, 50 செமீ கூடுமானத்தில் உள்ள வளையங்கள் இப்பரிசோதனையில் பயன்படுகின்றன. தோண்டிய குழியில் பிளாஸ்டிக் காகிதத்தைப் பரப்பி அதனுள் நீரை நிரப்பி, குழியின் பருமன் அறிவதன் மூலம் கணக்கிடப்படுகிறது. சிறிய வளையங்களுக்கு 1 மிமீ கனமுள்ளதும் பெரிய வளையங்களுக்கு 2மிமீ கனமுள்ளதுமான பிளாஸ்டிக் காகிதம் பயன்படுகின்றன.

அடர்த்தி காணும் இடத்தைச் சுத்தம் செய்து கொண்டு நன்கு மட்டமாகச் செதுக்கிக் கொள்க. செதுக்கிய தரையில் வளையத்தை வைத்து, தரைக்கும் வளையத்திற்கும் இடையிலுள்ள இடத்தை ஏதாவது கலவையில் நிரப்பிப் பின் சுத்தம் செய்து கொள்க.

வளையத்தினுள் பிளாஸ்டிக் தாளைப் பரப்பி, வளையத்தில் குறிப்பிட்ட அளவு வரை அளவு சாடியிலிருந்து நீரை நிரப்புக. சாடியின் குறைந்த நீர் அளவைக் குறித்துக் கொள்க (V_i). நீரையும் பிளாஸ்டிக் காகிதத்தையும் அகற்றி விடுக.

பின்னர் வளையத்தின் நடுவில் மண்ணைத் தோண்டி எடுத்திடுக. மண், மணல், கல் எல்லாவற்றையும் வீணாக்காமல் சேர்த்திடுக. மொத்த எடையையும் காண்க (W_w). தேவையான சல்லடையில் சலித்து, தங்கிய பரல்களின் எடை (W_r) அவற்றின் பருமன் (V_r) கண்டு கொள்க.

பின்னர் பிளாஸ்டிக் தாளைக் குழிக்குள் பரப்புக. அளவு சாடியிலிருந்து தண்ணீரை ஊற்றி வளையத்தில் பழைய அளவு வரை நிரப்புக. அளவு சாடியின் குறைந்த நீரைக் குறித்துக் கொள்க (V_f).

தோண்டிய மண்ணை நன்கு கலக்கி அதன் ஈரப்பதம் (w) அறிந்திடுக.

மண்ணின் வறள் அடர்த்தி

$$= \gamma_d = \frac{W_w - W_r}{(V - V_r)\left(1 + \frac{w}{100}\right)} \text{ கிகி/செமீ}^3$$

குழியின் பருமன் = $V = V_f - V_i$ செமீ^{3}

மண்ணின் ஈர அடர்த்தி = $\gamma = \frac{W_w}{V}$ கிகி/செமீ^{3}

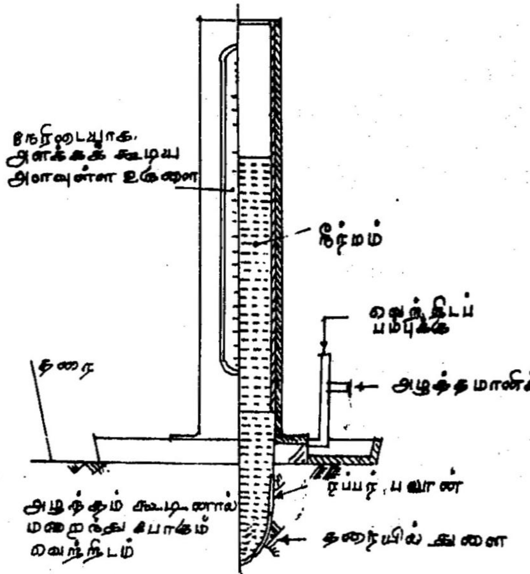
மண்ணின் வறள் அடர்த்தி = $\gamma_d = \frac{\gamma\, 100}{100 + w}$ கிகி/செமீ^{3}

ஈ) ரப்பர் பலூன் முறையில் அடர்த்தி காணல் (அய் எஸ் 2720 பகுதி 34)

வெட்டுப்பக்கங்கள் கெட்டியாக உள்ள இடங்களில் மண்ணின் அடர்த்தி காண இம்முறை பயன்படுகிறது.

குழியின் பருமனை அறிய, குழியைச் சூழ்ந்துள்ள ரப்பர் பலூனில் திரவம் நிரப்பி, இடைவெளி இல்லாதிருக்கச் சற்றே அழுத்தம் கொடுப்பதற்கு வசதியான கருவியின் ஏற்பாட்டைப் 3.36 படத்தில் காண்க. இக்கருவியைக் கையாண்டு இயக்கும் முறையை நன்கு அறிந்து கொள்ள வேண்டும்.

அடர்த்தி அறிய வேண்டிய இடத்தைச் சுத்தம் செய்து கொண்டு, அந்த இடத்தில் ரப்பர் பலூன் கருவியை வைத்துத் தொடக்க அளவு கண்டு கொள்வர். பின் கருவியை எடுத்துவிட்டு. அடித்தாம்பாளத்துத் துளையின் நேர் மண்ணைத் தோண்டி எடைப் போட்டுக் கொள்வர். பின்னர் மீண்டும் கருவியை வைத்து இறுதி அளவு காண்பர். மண்ணின் ஈரப்பதத்தையும் அளந்து கொள்வர்.



நீர்மம் நிரப்பிக் கள அடர்த்தி காணும் ஏற்பாடு

படம் 3.36

கள மண்ணின் மொத்த அடர்த்தி,

γ_b = மண்ணின் எடை/குழியின் பருமன்

கள மண்ணின் வறள் அடர்த்தி $\gamma_d = \dfrac{\gamma_b \, 100}{(w + 100)}$

3.6.10.1 கள ஈரப்பதம் (Field moisture equivalent) (அய் எஸ் 2720 பாகம் 18-1964)

ஈரமண்ணில் ஒரு சொட்டு நீர் வைக்கப்படும்போது, அது உறிஞ்சப்படாமல் மேலே படர்ந்து மண்ணிற்கு ஒரு பளபளப்புக் கொடுக்கும் தருணத்தில் உள்ள நீரின் எடை அடுப்புலர் மண்ணின் எடைக்கு ஏற்படுத்தும் சதவீதம் கள ஈரப்பதம் எனப்படும்.

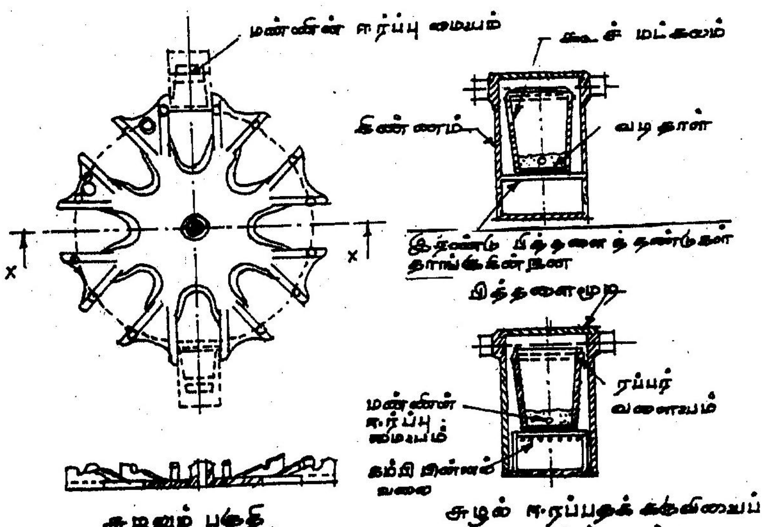
425 மைக்ரான் சல்லடையில் புகும் காற்றுலர் மண்ணில் நன்றாகக் கலந்து சுமார் 30 கிராம் எடுத்துக் கொள்க. சிறுசிறு அளவில் வாலைவடிநீர் சேர்த்துக் குழைத்திடுக. ஈர மண்ணை உருண்டையாக்கி, மரக்கரண்டியால் மென்மையாகத் தடவுக. அம்மெதுபரப்பில் ஒரு சொட்டுத் தண்ணீர் விடுக. 30 நொடிகளில் அந்நீர்ப்பரப்பு மறைந்துவிட்டால், மீண்டும் சிலதுளி நீர் சேர்த்துக் குழைத்து உருட்டி, மீண்டும் பரிசோதனை செய்க. ஒரு துளி நீர் 30 நொடிக்ளில் மறையாமல் மென்மையாக்கிய மேற்புறத்தில்

பரந்து சென்று ஒரு பளபளப்புத் தன்மையை அளித்தால், அந்த நிலையின் ஈரப்பதத்தைக் காண்க. அதுவே களஈரப்பதம் (FME) ஆகும்.

மண்ணில் சற்று மணல் கலந்திருந்தால், மண் பளபளக்காமல் போகலாம். அப்போது மரக்கரண்டியாலோ, விரலாலோ மெல்ல அழுத்துக; அதை எடுக்கும்போது, கள ஈரப்பதம் வந்திருந்தால், விரலோடு ஒரு மென் ஈரப்படலம் மேலே வருவதைக் காணலாம்.

3.6.10.2 சுழல் ஈரப்பதம் காணல் (அய் எஸ் 2720 பாகம் 19-1964)

திகட்டு நிலை ஈரப்பதங்கொண்ட மண்ணில் ஈர்ப்பு விசையைப் போன்ற 1000 பங்கு விசையை ஒரு மணி நேரத்திற்குச் செலுத்திய பின்னர் உள்ள ஈரப்பதம், சுழல் ஈரப்பதம் எனப்படும்.



படம் 3.37
சுழல் ஈரப்பதக் கருவி

சுழல் ஈரப்பதம் காண்பதற்கான கருவியைப் (3.37) படத்தில் காண்க.

கூச் மட்கலத்தில் அடியில் வடிதாள் வைத்து அதன் மேல் ஈரந்திகட்டிய மண்ணை வைத்து மூடி, அதனைப் பாப்காகத் தாங்குருளைக் கோப்பையில் வைத்து மூடி, சுழற்சிக் கருவியில் பொருத்துக. ஈர்ப்பு விசையைப் போல 1000 பங்கு விசை தோன்றுமாறு சுழற்சிக் கருவியை ஒரு மணி நேரம் சுழற்றுக. பின் அந்த மண்ணின் ஈரப்பதம் காண்க. வடிதாள் ஈரத்திற்காக 0.02 கி சேர்த்துக் கொள்க. 27 ± 2^0 செ. வெப்ப நிலையில் பரிசோதனை நடத்த வேண்டும்.

$$CME = \frac{(W_2 - W_1 - 0.02) - (W_3 - W_1)}{(W_3 - W_1)} \times 100$$

இதில்,

CME	:	சுழல் ஈரப்பதம்
W_1	:	கூச் மட்கலம் வடிதாளுடன் எடை (கி)
W_2	:	கூச் மட்கலம் மற்றும் சுழன்ற ஈரமண்ணுடன் எடை (கி)
W_3	:	கூச் மட்கலம் மற்றும் உலர்மண் எடை (கி)

3.6.11.1 தடையிலா உப்பல் குறியெண்(Free swell Index) காணல் : (அய்எஸ் 2720 பாகம் 40 - 1977)

சிலவகைக் களிமண் ஈரம்பட்டதும் பெருக்கமடையக் கூடியவை. குறிப்பாக மான்ட்மோரில்லோனைட் போன்ற கனிமப்பொருள் அதிகம் கலந்த மண்வகை அதிகமாக உப்பக்கூடியது. இப்பெருக்கத்தை அளக்கும் சோதனை வருமாறு.

425 மைக்ரான் சல்லடையில் செல்லும் மண்ணில் கருக்காக 10 கி. எடையுள்ள இரண்டு மாதிரி எடுத்துக் கொள்க. இரண்டு அளவு சாடிகளில் தனித்தனியே போட்டு ஒன்றில் சுமார் 100 மிலி வாலைவடி நீரும், மற்றதில் 100 மிலி மண்ணெண்ணையும் விடுக. இடைப்பட்ட காற்றுக் குமிழ் விலகச் சற்றே குலுக்கிவிட்டு 24 மணி நேரம் வைத்துவிடுக. இரண்டு சாடியிலும் உள்ள மண்ணின் இறுதி அளவை எடுத்துக்கொண்டு பின் வருமாறு கணக்கிடுக.

$$\text{தடையிலா உப்பல் குறியெண் : } \frac{V_d - V_k}{V_k} \times 100$$

இதில், V_d : நீரில் உள்ள மண்ணின் பருமன்

V_k : மண்ணெண்ணெயில் உள்ள மண்ணின் பருமன்

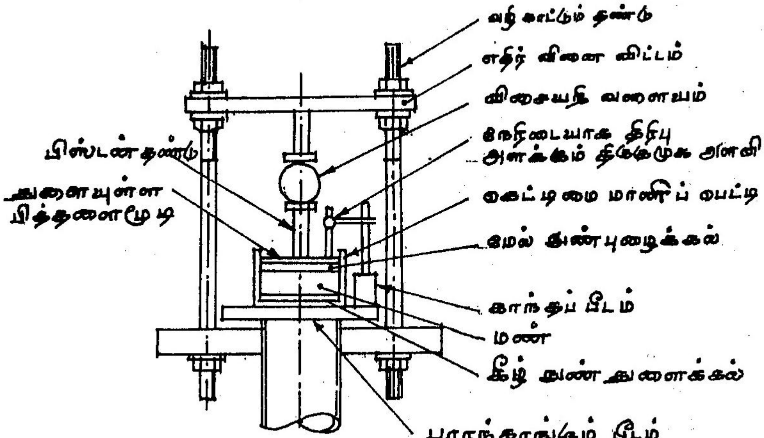
3.6.11.2 மண்ணின் உப்பல் அழுத்தத்தை அளத்தல்: அய்.எஸ். 2720 (பாகம்-41) - 1977

ஈரம்பட்டால் விரிவடையும் மண், விரிவடைய அனுமதிக்கப்படாமல் தடுக்கப்படும் போது ஏற்படுத்தும் அழுத்தம் உப்பல் அழுத்தம் எனப்படும்.

3.6.11.2.1 கெட்டிமைமானி இதற்குப் பயன்படுகிறது. கெட்டிமைமானி முறை என்றும், மாறாப் பருமன் முறை என்றும் இரண்டு வகையில் இதைச் செய்யலாம். கெட்டிமைமானி முறையில், கலைக்கப்படாத மண் மாதிரியை, வளையத்தில் பொருத்தி, மேலும் கீழும் நுண்துளைக் கல்தட்டுகளுடன் கெட்டிமைமானியில் பொருத்துக. மண்ணில் எப்போதும் நீர் நிறைந்திருக்கும் படி நீர்நிலையைப் பொருத்துக. முதலில் மண் முழுக்க விரிவடைய அனுமதித்திடுக. விரிவுமுகம் மாறாநிலை வந்ததும், கிட்டிமை மானியில் கொஞ்சம் கொஞ்சமாகப் பாரம் ஏற்றுக. மண்ணின் சுருங்குமுகம் தொடங்கும். சுருக்கம் தொடர்ந்து, விரிவை அளக்கும் மானியில் தொடக்க அளவு வரும்வரை பாரம் ஏற்றுக. கிடைத்த அளவுகளை அரைலாகு வரைதாளில் குறித்து, விரிவு இல்லாமல் தொடக்க அளவுக்கே மண் வந்துள்ள நிலையில் ஏற்றுள்ள பாரத்தை வரைதாளிலிருந்து கண்டுபிடித்திடுக. அதுவே மண்ணின் உப்பல் அழுத்தம் ஆகும்.

6.11.2.2 மாறாப் பருமன் முறைக்கான கருவி ஏற்பாட்டைப் படத்தில் காண்க :

மண்மாதிரியை மேலும் கீழும் நுண்புழைக் கல்தட்டு இரண்டின் இடையில் இருக்குமாறு வளையத்தில் பொருத்துக. மண் ஏற்படுத்தும் அழுத்தத்தை மேலே பொருத்தியுள்ள எடை காண்



மாறாப் பருமன் முறையில்
அடர்த்தி காணும் கருவி

படம் 3.38

வளையத்தில் பொருத்துக. மண் ஏற்படுத்தும் அழுத்தத்தை அளந்தறியலாம். மண்மாதிரியில் நீர் நிறைந்திருக்க வேண்டும். உயரம் அளக்கும் மானியில் ஒவ்வொரு 0.1 மிமீ உயர்வுக்குப் பின்னரும், விசையறி வளையத்தில் பாரம் ஒற்றி உப்பலைப் பழைய நிலைக்கு அழுத்த வேண்டும். இச்செயல் முறையைத் தொடர்ந்து செய்து மண் இனிமேல் அழுத்தம் தராதநிலையில் வளையத்தின் அளவுகளைக் கொண்டு மண் உண்டாக்கிய எடையை அறியலாம். எடையை மண் பரப்பால் வகுப்பதால் மண்ணின் உப்பல் அழுத்தத்தை அறியலாம்.

உப்பல் அழுத்தம் $\frac{KN}{m^2}$, $\frac{Kgf}{m^2}$: விசையறி வளையத்திலுள்ள எடை,மண் பரப்பு.

3.12 அடையாளம் காணலும், வகைப்படுத்தலும்

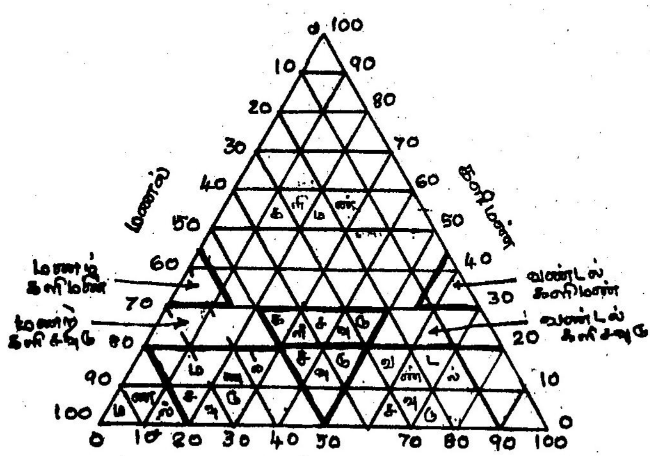
3.12.1. உலகின் எல்லாப் பகுதியிலும் பரவியுள்ளது மண். மண்ணை அதன் பண்புகளுக்கேற்ப அடையாளம் கண்டு கொள்வது பல பொறியியல் பணிகளை எளிமைப்படுத்த உதவும். ஓரளவு ஒத்த

பண்புகளைக் கொண்ட மண் வகை, ஒத்த வலிமை கொண்டுள்ளதைப் பொறியாளர்கள் தம் அனுபவத்தால் கண்டுள்ளனர். கடந்த காலத்தில் மண் விஞ்ஞானிகள், தத்தம் தேவைகளுக்கேற்ப, ஒரு சில முறைகளில் வகைப்படுத்தி உள்ளனர். அவற்றில் சிலவற்றை நாம் அறிந்து கொள்ளுவது நலம் தரும்.

3.12.2 மண்ணின் அடையாளப் பண்புகளைப் (Index properties) கொண்டு இவ்வகைப்பாடுகள் அமைந்துள்ளன. எனினும் ஒவ்வொரு வகைப்பாடும், எல்லாப் பண்புகளையும் கருதிப்பார்க்கவில்லை; அடிமானப் பொறியாளருக்கு வேண்டிய ஒரு சில முக்கியமான பண்புகள் விடுபட்டுப் போயுள்ளமை அறியலாம். வகைப்பாடுகள் காலங்கள் தோறும் மாறி வந்துள்ளதையும் அறியலாம். ஒருசில வகைமைகளைக் காண்போம்.

3.12.3 *புறநய முறை*; மண் துகள்களின் அளவுகளைப் பொருத்த வகைப்பாடு *புறநய முறை* (Textural classification) எனப்படும். ஒரு மண் பொதியில் உள்ள மண் துகள்களின் பகிர்மானப் படம் வரைந்து கொள்ள வேண்டும்; அதில் ஒவ்வொரு பகுதியும் மொத்த எடையில் எத்தனை சதவீதம் என்று கண்டுபிடித்துக் கொள்ள வேண்டும். கிடைத்த குறிப்புகளைப் பின்வருமாறு கூறுவது வழக்கம். "எம்அய்ட்டி வகைப்படி 8 நூற்றுவீதம் சரள், 44 நூற்றுவீதம் மணல், 18 நூற்று வீதம் வண்டல், 30 நூற்றுவீதம் களிமண் கொண்ட கலவைமண்". கடந்த காலத்தில் புழக்கத்திலிருந்த வகைப்பாடுகளின், துகள் அளவுகளை அட்டவணை ஒன்றில் காண்க.

3.12.4. அமெரிக்க ஒன்றிய நாடுகளின் வேளாண்மைத்துறை மூன்று பிரிவுகளை மட்டும் எடுத்துக் கொண்டது. *களிமண், வண்டல், மணல்* ஆகியவை அவை. 2 மிமீ அளவுக்கு மேல் உள்ளவற்றை ஒதுக்கி விட்டனர். ஒரு கலவை மண்ணில் கலந்துள்ள களிமண், வண்டல், மணல் ஆகியவற்றில் சதவீதங்களை அறிந்து, அவற்றை ஒரு முக்கோணத்தின் மூன்று பக்கங்களிலிருந்தும் ஆயத்தொலைகளாகக் குறித்துக் கலவை மண்ணின் இடத்தைக் கண்டறிவர். (படம் 3.39) களிமண், மணல்களிமண், வண்டல் களிமண், மணல் களிமண் சவுடு, களிமண் சவுடு, வண்டல் களிமண் சவுடு, சவுடு, மணல், சவுட்டு மணல், மணல் சவுடு, வண்டல் சவுடு, வண்டல் என்றவாறு பல பகுதிகளாக அம்முக்கோணம் பிரிக்கப்பட்டிருப்பதைப் படத்தில் காணலாம். 2 மிமீ யை விடப் பெரிய துகள்கள் கலந்திருந்தால், மேற்கண்ட புறநயப் பெயர்களோடு, சரள், கல் என்ற அடைமொழிகள் சேர்க்கப்படும். இவ்வகைப்பாடு பரல் அளவை மட்டுமே பொருத்திருந்த போதிலும் அமெரிக்க நெடுஞ்சாலைத் துறையிலும், வேளாண்மைத் துறையிலும் ஓரளவு பயன்பட்டு வருகின்றது.



யு.எஸ்.வேளாண்மைத் துறை- வகைப்பாடு.

படம் 3.39

3.12.5. AASHO முறை:

அமெரிக்க மாநில நெடுஞ்சாலை அலுவலர்களின் சங்கம் (American Assocciation of State highway officers) ஒரு வகைப்பாட்டை கி.பி 1928 யில் அறிமுகப்படுத்தி இன்றும் வெற்றிகரமாகப் பயன்படுத்தி வருகின்றது. மண், A–1 முதல் A–8 வரை எட்டு வகையாகப் பிரிக்கப்படுகிறது. பெரும்பாலும் சரளும் மணலும் நல்ல முறையில் கலந்து பிணைப்புக்காக சிறிதளவு களிமண்ணும் சேர்ந்துள்ள மண்கலவை நெடுஞ்சாலைக்கு மிகவும் ஏற்றது. இதனை மிகச் சிறந்த மண்ணாகக் கருதி A-1 என வகைப்படுத்தினர். காலப்போக்கில் 1945, 1949, 1966 ஆகிய ஆண்டுகளில் பல மாறுதல்களை அடைந்தது. AASHO முறை எனப் பெயர் பெற்றது. (அட்டவணை –3) A -1 முதல் A-7 வரை ஏழு பிரிவாகப் பகுக்கப்பட்டது. தாவரஞ்சார்ந்த பயன்படா மண் A8 எனப்பட்டது. ஒவ்வொரு பிரிவும், அதில் கலந்துள்ள சமமண்ணைப் பொருந்து அதன் குழுக் குறியெண் (Group Index) மூலம் அடையாளம் காணப்பட்டது. குறியெண் கூடக்கூட மண்ணின் தரம் குறைகின்றது.

$$\text{குழுக் குறியெண்} = (F - 35)\,[\{0.2 + 0.005\,(W_L - 40)\}] + 0.01\,(F\text{-}15)\,(I_r - 10)\ 1.14$$

இதில், F : 200 எண் சல்லடையில் கீழிறெங்கும் சதவீதம் (முழு எண்ணில்)

W_l : நீர்ம எல்லை

I_p : களிமக் குறியெண்

குழுக்குறியெண் எப்போதும் முழு எண்ணாக எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. எதிர்மத்தில் இருந்தால் பூச்சியம் ஆக ஏற்றுக்கொள்ளப்படுகிறது.

3.12.6 ஒருமைப்பட்ட முறை:

இரண்டாவது உலகப்போரின்போது அமெரிக்கப் படை விமானங்களில் ஓடுதளம் அமைக்கும் பணிக்காக ஆர்தர் காசகிரண்டே அவர்களால் வகைப்படுத்தப்பட்ட முறை முதலில் விமான ஓடுதள வகைப்பாடு (Airfield classification) எனப்பட்டது. போரின் போது பல விமான தளங்கள் அமைத்துக் கொண்டனர். 1969யில் அமெரிக்காவின் நிலமீட்சி வாரியம் இதனை *ஒருமைப்பட்ட முறை* என வழங்கியது. அமெரிக்கச் செந்தர நிறுவனம் இதனை *நிலைவு செய்தமுறை* என்று ஏற்றுக் கொண்டது. பொருள்கள் சோதனைக்கான அமெரிக்கச் சங்கம் இதனையே பொறியியல் பணிகளுக்கான நிர்ணயிக்கப்பட்ட சோதனை முறையாக ஏற்றுக் கொண்டுள்ளது (ASTM D-2487). இது தற்போதும் எல்லா நாடுகளின் செந்தர நிறுவனங்களும் ஏற்றுக் கொண்டுள்ளன. இந்தியச் செந்தர நிறுவனத்தின் அய் எஸ் : 1498/1970 கிட்டத்தட்ட இதே முறையைப் பின்பற்றுகின்றது.

3.12.7. இந்தியச் செந்தரம் 1498 - 1970

மண்ணின் பரல் அளவுகளைப் பொருத்து முதலில் பெரும்பரல் கூறுகள் (G) என்றும், நயப்பரல் கூறுகள் (S) என்றும் இரண்டு பெரும்பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொன்றிலும் எட்டு எட்பிரிவுகள் உள்ளன. அட்டவனை 4 & 5 யில் அவற்றைக் காணலாம்.

ஆங்கில எழுத்துக்களை அடையாளக் குறிகளாக இட்டு மண்ணைக் குறிக்கும் பழக்கம் உள்ளது.

பெரும்பரல் மண் :

G = சரள்

S = மணல்

W = ஓரளவு தூய்மையான, நல்ல பாங்கான மண்

P = ஓரளவு தூய்மையான, குறைப் பாங்கான மண்

C = மிக நல்ல களிமண்ணைப் பிணைப்பு மண்ணாகக் கொண்ட நல்ல பாங்கான மண்.

M = பெரும்பரல் மண்ணிடையே நயமண் கலந்திருத்தல்

நயப்பரல் மண்:

M = தாவரஞ்சாரா வண்டல் மற்றும் மிகுந்த நயமான வண்டல்

C = தாவரஞ்சாரா களிமண்

O = தாவரஞ்சார்ந்த வண்டல் மற்றும் களிமண்

L = நயமண், நீர்ம வரம்பு, < 35 குறைவு முதல் குறைந்த அமுங்கு நலம்

H = நயமண், நீர்வரம்பு = 50 அதிக அமுங்குநலம்

I = நயமண், நடுத்தர அமுங்குநலம், நீர்ம வரம்பு 35 முதல் 50 வரை

அட்டவணை 4 & 5 மண் வகைப்பாடுகளைப் பற்றிய தகவல்களைத் தருகின்றது. அவ்வாறு வகைப்படுத்திய மண்ணின் தகுதி, வலிமை, அமுக்கம் பெறும் தன்மை, நீர்–வடியும் தன்மை கிட்டிமைக்கான தளவாடங்கள், தோராயமான கலிபோர்னியா தாங்குதிறன் விகிதம், உலர் அட்டவனைகள் ஆகியன கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. அட்டவனை ஏழில், கால்வாய்க் கரைக்கான பொருத்தங்கள், கட்டுமானப் பொருளாக ஏற்றுக் கொள்வதற்கான பணிவசதிப் பண்பு, செதுக்கு விசை ஆகியன கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. மாணவர் அந்நூலைக் கைவசம் வைத்திருப்பது நல்லது. இவை அனைத்தும் இந்நூலில் சுருக்கமாக அட்டவனை ஆறில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

3.12.8 பொறியாளர்கள் மண்ணைப் பார்த்ததும் சிறு சிறு சோதனைகள் மூலமே அவற்றை வகைப்படுத்தும் பயிற்சியை வளர்த்துக் கொள்ள வேண்டும். குறிப்பாக நயமண்பரல்களுக்கு பின்வரும் எளிய சோதனைகள் பயனுள்ளவை.

அ. விரிவம் (அசைவின் எதிர்வினை) :

சுமார் 5 கனசெமீ மண்ணை உள்ளங்கையில் வைத்துக் கொண்டு போதிய நீர்விட்டுக் கொள்ள வேண்டும். மண்ணுள்ள கையை, மற்றதில் அடித்துக் கொள்வதன் மூலம் கிடைமட்டமாக வேகமாக அசைக்க வேண்டும். விரல்களினிடையே நசுக்க வேண்டும். அசைக்கும் போதும், நசுக்கும்போதும் மண்ணில் ஈரம் தோன்றி மறையும், இதை எதிர்வினை (Reaction) என்பர். தண்ணீர் வேகமாகத் தோன்றி மறைந்தால், *விரைவு எதிர்வினை* என்றும், மெதுவாகத் தோன்றி மறைந்தால் *மெது எதிர்வினை* என்றும், தண்ணீர் நிலைமையில் மாற்றம் ஏதும் இல்லையாயின் அதனை *எதிர்வினை இல்லை* என்றும் குறிப்பர்.

ஆ. கெட்டித்தன்மை (Toughness)
(களிம எல்லைக்கு அருகில் திண்மை) :

ஈரமண்ணில் களிம எல்லைக்கான 3 மிமீ உருளை திரிக்கும்போது, களிம எல்லை அடைந்த பின்னர், அம்மண் வார்ப்புக்குக் காட்டும் எதிர்ப்பே கெட்டித் தன்மை எனப்படும். களிம வரம்புக்குப் பிறகு

சற்று வறண்ட பின்னரும் அதிக அழுத்தத்துடன் இரண்டு உள்ளங்கைகளிடையே வார்த்துக் கெட்டியாக திரிக்க முடியுமாயின் *அதிகக் கெட்டி* எனப்படும். களிம வரம்பிற்குச் சற்று முன்னதாகவே திரியில் வெடிப்பு ஏற்படும் நிலையில் நடுத்தரத்திரி வார்க்க முடியுமாயின் அது *நடுத்தரக் கெட்டி* எனப்படும். களிம வரம்பை எட்டியுள்ள நிலையில், வெடிப்புத் தோன்றும் நிலையில் நலிந்த திரியே வார்க்க முடியுமாயின் அதனை *குறைந்த கெட்டி* எனலாம்.

இ) வறள் வலிமை :

ஈரமண் துண்டை நன்றாக உலர்த்திக்கொள்ள வேண்டும். உலர்ந்த மண்ணை இரண்டு விரல்களுக்கிடையே வைத்து நொறுக்கும்போது காட்டும் வலிமை, *வறள் வலிமை* எனப்படும். எளிதாகத் தூளாக்க முடிந்தால், *குறைந்த வலிமை* என்றும். அதிக விரல் அழுத்தம் தேவைப்பட்டால் *நடுத்தர வலிமை* என்றும், நொறுக்க முடியவில்லையாயின் அதிக வலிமை அல்லது மிக அதிக விலமை என்றும் கூறப்படும்.

ஈ) தாவரச் சார்பு :

மண் தாவரஞ்சார்ந்துள்ளதா என்பதை வண்ணத்தாலும் மணத்தாலும் அறியலாம். கருப்பு வண்ணம் தாவரச் சார்பைக் காட்டும். சரியான வடிகால் இல்லாத இடத்தில் தாவரஞ்சாரா மண்ணும் கருப்பாக இருக்கும்; ஏமாறக் கூடாது. தாவரச் சார்பில் மணத்தை எளிதில் அனுபவத்தால் அறியலாம்.

நயப்பரல் மண்ணை ஆய்வகச் சோதனைகளால் எளிதில் தெளிவாக அறியலாம். அட்டர்பர்க் வரம்புகள் உதவி செய்யும். அவைகளை படம் 3–18இல் காட்டியுள்ள களிம அட்டவணயில் குறித்தால் சரியான வகைப்பாடு கிடைக்கும்.

3.12.9. வகைப்பாடின் பலன்கள்

மேற்குறித்த மண் வகைப்பாடுகளும், இவற்றிற்கு நிர்ணயிக்கப்பட்டுள்ள வலிமைத் தகுதிகள் அனைத்தும் மிகவும் தோராயமானவை. ஒரு திட்டத்தின் தொடக்க ஆய்வுகளுக்கு மட்டுமே

பயன்படுத்தலாம். இடங்களைத் தேர்ந்தெடுப்பது, முதற்பணியாக இருக்கும். அப்பணிக்கும், தோராயமான முன்னீடுகள்(Proposals) தயாரிக்கவும் இவை மிகச் சிறந்த முறையில் பயன்படும். திட்டங்களின் இறுதி வடிவமைப்பின் போது, அந்தந்தக் களத்தில் நடத்தும் ஆய்வுகளும், மண்பரிசோதனைகளும், வலிமைச் சோதனைகளுமே நம்பிக்கைக்குரியனவாக இருக்கும்.

3.12.10 புவியியல் வகைப்பாட்டு முறை

மண்ணின் வயது, புற அமைப்பு, தோற்றம் ஆகிய காரணங்கள் புவியியல் வகைப்பாட்டிற்கு அடிப்படையாக அமைகின்றன. எல்லா மண்வகையையும் இரண்டு பெரும் பிரிவுகளில் அடக்கலாம். ஒன்று *தங்கல் மண்* (Residual), *இரண்டாவது கடத்தல் மண்* (Transported soil) அல்லது படிவு மண், மண் அதன் மூலப் பொருள்கள் உள்ள அதே இடத்தில் உருவாகியிருந்தால் அதனைத் தங்கல் மண் என்பர். பல தாவரஞ்சார்ந்த மண்களும் தங்கல் மண் வகையிலேயே சேரும். கடத்தல் மண் வகையில், ஆறுகளால் கடத்தப்பட்ட மண் (வண்டல்) பனிக்குன்றுகளால் கடத்தப்பட்ட மண், கடலால் கடத்தப்பட்ட மண், ஏரிகளில் வந்து சேர்ந்த மண், காற்றால் கடத்தப்பட்ட மண் (கால்வண்டல்), எரிமலையால் கடத்தப்பட்ட மண், புவி ஈர்ப்பு விசையால் கடத்தப்பட்ட மண் ஆகியவை அடங்கும்.

கடத்தப்பட்ட மண் பரவியுள்ள பரப்பில், மண்ணின் பண்பு எல்லாப் பரப்பிலும் கிட்டத்தட்ட ஒரே மாதிரியாக இருக்கும். தங்கல் மண் உள்ள பரப்பில், சிதைவு சீராக இல்லாமல் இருக்கக் கூடுமாதலால், மண்ணின் பண்பு இடத்துக்கு இடம் மாறக்கூடும்.

3.12.11. வேளாண்மை வகைப்பாட்டு முறை :

பயிர்விளைச்சலைக் கருத்தில் கொண்டு இவ்வகைப்பாட்டு முறை அமைக்கப்பட்டுள்ளது. நிலத்து மண், அதன் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றத்தில் பல வாணங்களாகப் (Horizons) பகுக்கப்பட்டுள்ளது. அவை தோன்றியதற்கான பின்வரும் அடிப்படைக் காரணங்களை வைத்து அவை பகுக்கப்பட்டுள்ளன.

அ. தாவரம் (தாவரம் மற்றும் விலங்கினங்களின் உயிரியல் செயல்கள்)

ஆ. வானிலை (சிதைவுக்குக் காரணமாக உள்ள வெப்பமும் மழையும்)

இ. புவிமேற்பரப்பு (உள்ளேயும், வெளியேயும், நீர் வடிந்தோடும் தன்மை பற்றி)

ஈ. மூலப் பொருட்கள் (புறநயம், கட்டுமானம், தாதுக்கூறு மற்றும் வேதியியல் கூறு)

ஊ. வயது (மண் உருவாகத் தொடங்கிய காலத்திலிருந்து)

வேளாண்மை வகைப்பாடு – வாணங்களின் அடையாளம்

O : தாவரஞ்சார்ந்த படலம்

A_1 : A வாணத்தில் தாவரச்சார்வு மிகுந்துள்ள படலம்

A_2 : உள்ளரிப்பு அதிகம் உள்ள படலம்

A_3 : B வாணத்தோடு ஒட்டிவரும் மேலடுக்கு

B_1 : A வானத்தோடு ஒட்டிவரும் கீழடுக்கு

B_2 : மிக அதிகமாக படிவுற்ற படலம்

B_3 : C வாணத்தோடு ஒட்டிவரும் அடுக்கு

C : சிதைவுற்ற மூலப் பொருள்.

இவ்வாணங்களைக் காட்டும் மாதிரிப்படத்தைக் காண்க. (படம் 3–41)

A வாணம் மேல் மண்	மிகவும் அதிகமாகச் சிதைவுற்ற பகுதி, தாவரஞ்சார்வு அதிகமுடையது, கருவண்ணம்.
B வாணம் நிலத்தடி மண்	பெரும அளவு சிதைவுற்ற பகுதி, ஓரளவு தாவரச் சார்புடையது, மென்வண்ணம்
C வாணம் மண்பொருட்கள்	ஓரளவே சிதைவுற்ற பகுதி, தாவரச் சார்பு இல்லை.

படம் 3.41
வேளாண்மை வகைப்பாடு

4. நீர் ஊடுறுவல்

4.1 மண்ணில் புழைநீர்

மண்ணின்தன்மை அதில் தங்கியிருக்கும் தண்ணீரின் அளவுக்கேற்ப மாற்றம் பெறும். மண்ணிலுள்ள தகைவு நிலைகளும் நீரினால் மாறுபடும். மண்ணினுள் நீர் தங்குவது மட்டுமின்றி ஒரு பகுதியிலிருந்து இன்னொரு பகுதிக்கு ஊடுருவிச் செல்லவும் முடியும். புழைகளில் நடைபெறும் இந்நீரோட்டத்தால் பல பொறியியல் விளைவுகளைச் சந்திக்க வேண்டியுள்ளது. நீர்த்தேக்கங்கள் போன்ற அமைப்புகளில் ஊடுறுவலின் விளைவுகள் பற்றி நன்கு ஆராயவேண்டும்.

Permeability என்ற சொல்லுக்கு ஊடுருவல் என வழங்குகின்றோம். பொதுவாக காந்தம், நீர் போன்றவை தொடர்பாக இச்சொல் ஆளப்படுகிறது. இந்நூலுள் பெரும்பாலும் நீர் ஊடுறுவலையே குறிக்குமாதலால், ஊடுருவல் என்பது நீர் ஊடுருவலையே குறிக்கும். Permeate - ஊடுருவு, Permeable – ஊடுருவுந்தன்மை என்று வழங்கலாம்.

4.2. நீரோட்டம்

நீர் நிலையியல் பாடத்தில் பொதுவாக நீரோட்டத்தை இரண்டு வகையாகப் பகுத்துள்ளனர். சீரோட்டம், (Laminar flow) சுழலோட் டம் (turbulent flow) என்பர். ஒரு துகளின் பாதையில், இன்னொரு துகள் வந்து குறுக்கிடாதபடி அமைந்த வகை நீரோட்டம் சீர்ஓட்ட ம் எனப்படும். பாகியல் ஓட்டம் என்றும் ஆற்றொழுக்கு என்றும் அழைக்கப்படும். சுழல் ஓட்டத்தில், துகளின் பாதை ஒழுங்கற்றதாகவும், சுழன்றும், ஒன்றையொன்று குறுக்கிட்டும், மீண்டும் குறுக்கிட்டும் தாறுமாறாக ஓடும்.

ஒஸ்போன் ரேனால்ட்ஸ் (OSBORNE REYNOLDS) என்ற அறிஞர் நீரோட்டத்தில் பல ஆய்வுகள் நடத்தியுள்ளார். குறிப்பாகக் குழாய்களின் நீரோட்டம் சீரோட்ட நிலையிலிருந்து சுழலோட்ட நிலைக்கு மாறப்போகும் நிலவரத்தில் நீரோட்டத்திற்கும் குழாயின் விட்டத்திற்கும் உள்ள உறவை நிர்ணயித்துள்ளார். நீரின் வேகம், குழாயின் விட்டத்திற்கு எதிர் விகிதத்திருக்குமென்று கண்டுபிடித்துக் கீழ்க்கண்ட உறவை நிர்ணயித்துள்ளார். $\frac{\nu_e D \gamma_w}{\mu_g} = 2000$ 4.1

இதில், D : குழாயின் விட்டம்

V_c : நீரின் வேகம், சீரோட்ட நிலையிலிருந்து சுழலோட்ட நிலைக்கு மாறுபடும் நிலையில்

γ : நீரின் ஒப்பெடை

μ : நீரின் பாகியல்வு

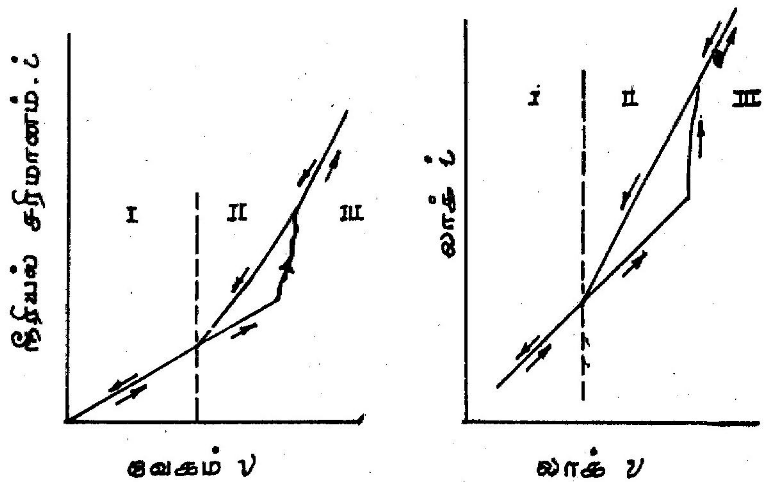
g : ஈர்ப்பு முடுக்கம்

இந்த உறவை ரேனால்டின் எண் என்றும் கூறுவர். நீரின் வேகத்திற்கும், நீர்ச்சரிமானத்திற்கும் உள்ள உறவையும் பின்வருமாறு நிர்ணயித்துள்ளார்.

சீரோட்டம் : $\nu = c_1 i$ 4.2

சுழலோட்டம் : $\nu^n = c_2 i$ 4.3

இவற்றில் c_1 c_2 ஆகியவை மாறிலிகளாகும். n மதிப்பு 1.79 முதல் 2 வரை இருக்கும். முழுக்கச் சுழலோட்டமாக உள்ளபோது n = 2 ஆக இருக்கும்; குழாய் ஓரத்தில் சீரோட்டம், நடுவில் வரவர சுழலோட்டம் ஆவதால் மதிப்பு மாறுபடுகிறது. பொதுவாகப் புழக்கத்திலிருக்கும் குழாய்களில் நீரின் உய்யவேகம் குறைவாக இருக்கும்; அதனால் இயல்பாக சுழலோட்டம் இருக்கும். எனினும் மிக மெல்லிய வட்டக் குழாய்களில், உய்யவேகம் மிக உயர்ந்து இருக்குமாதலின் சீரோட்டம் இருக்கும்.



படம் 4.1

சீரோட்ட சுழி நீரோட்டப் பகுதிகள்

டார்சியின் நீரோட்டப் படத்தைக் காண்க. இதில் மூன்று பகுதிகள் உள்ளன. முதல் பகுதி சீரோட்டம். புள்ளிக்கோடு உய்யவேகத்தைச் சுட்டும். இரண்டாம் பகுதி, மூன்றாம் பகுதி ஆகியவை சுழலோட்டப் பகுதிகளாகும். அம்புக் குறி வேகத்தின் பெருக்கத்தையும், பின்னர் சுருக்கத்தையும் காட்டுகின்றது.

4.3 டார்சி விதி :

மண்ணின் வழியே நீர் செல்லுவதற்கான விதிமுறைகளைக் கண்டறிந்தவர் டார்சி ஆவார். ஒட்டவீதம், சரிமானத்திற்கு நேர் விகிதத்திலிருக்கும் எனப் பல பரிசோதனைகளின் மூலம் நிரூபித்தார்.

$$Q = k_i A \quad \text{.....................4.4}$$

அல்லது,

$$\frac{Q}{A} = k_i = v \quad \text{.....................4.5}$$

இதில் A என்பது மண்பொதியின் மொத்தக் குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பு; இதன் வழியே செல்லும் நீரோட்டம் Q. மண் பொதியின் குறுக்கு வெட்டின் மண்பரல் பரப்பு A_s ஆகவும் காலியிடப் பரப்பு A_v ஆகவும் இருந்தால் $A_s + A_v = A$

4.5 சமன்பாட்டில் உள்ள v. மண்பொதியின் மொத்தப் பரப்பை எ டுத்துக் கொண்டதால், போலிகை வேகம் எனலாம். காலியிடப் பரப்பை

(A_v)க் கொண்டு கணக்கிட்டால், நீரின் கசிவு வேகம் (V_s) கிடைக்கும்.

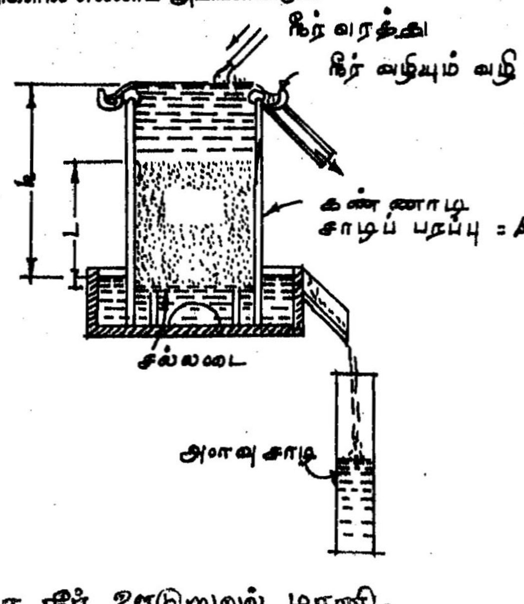
$$Q = AV = A_v V_s \qquad \text{.......................4.6}$$

இதில் $A_v = nA$ என்பதறிவோம். (n : புழைமை)எனவே $v = nv_s$

நீரோட்டச் சமன்பாட்டில் k = டார்சியின் ஊடுருவுக் கெழு என்பர். இது போலிகை வேகம் v, மற்றும் ஆகியவற்றிடையேயான விகித மாறிலி ஆகும். k யின் அலகு வேகத்தின் அலகாகும்; இதனை அலகுச் சரிமானத்திற்கான போலிகை வேகம் எனலாம். பெரும்பாலும் 10^{-4} செமீ / நொடி அல்லது மைக்ரான் / நொடி ஆக இருக்கும்.

4.4. ஊடுருவல்மானிகள் :

மண்ணில் நீர்புகுந்து ஊடுருவி வரும் அளவையும் வேகத்தையும் அறிய ஊடுருவல்மானிகள் பலவகை உள்ளன. மாறா *அழுத்த வகை*, மாறும் *அழுத்த வகை* ஆகிய என்ற இரண்டு வடிவ வேறுபாடுகளில் எல்லாம் அடங்கிவிடும்.



மாறா நீர் ஊடுருவல் மானி.
படம் 4.2

மாறா அழுத்த ஊடுருவல்மானி ஒன்றைப் படத்தில் காணலாம். குறிப்பிட்ட அளவு விட்டமும், உயரமும் கொண்ட மண்மாதிரியின் வழியே, மாறா உயரத்தில் உள்ள தண்ணீர், ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில் எவ்வளவு ஊடுருவுகிது என்பதை அறியலாம். மேலேயும் கீழேயும் நீர் வழிகின்ற ஏற்பாட்டின் மூலம் நீர் அழுத்தம் மாறாமல் வைத்துக் கொள்ள முடிகின்றது. கீழ் தொட்டியிலிருந்து வழியும் நிரை ஓர் அளவு சாடியில் பிடித்தால் நீர்ப்போக்கு (Q) அறியமுடியும். மண் மாதிரியின் பரப்பு (A), நீளம் (L) நீரின் உயரம் (h) ஆகியவை தெரியும். டார்சி விதியின்படி $k = \frac{QL}{hA}$ நீர் மிகக் குறைவாக ஊடுருவும் மண்ணில் நீர்ப்போக்கு (Q) மிகவும் குறைவாக இருக்குமாதலால், அதற்கு இம்முறை ஏற்றதல்ல. ஊடுருவல் மிகுந்திருக்கும் மண்ணிற்கே மாறா அழுத்த முறை பொருந்தும்.

மாறும் அழுத்த வகை ஊடுருவல்மானி ஒன்றை **4.3** படத்தில் காண்க. இவ்வகை ஊடுருவல் குறைந்த மண்களுக்கு மிக ஏற்றதாகும். மண்மாதிரியின் மேலுள்ள செங்குத்து அளவுக் குழாயில், நீர் மட்டம் இறங்குவதை வைத்து ஊடுருவல் கணக்கிடப்படுகிறது. மண்ணின் பரப்பு (A) நீளம் (L) தெரியும். மேற்குழாயின் பரப்பு (a) தெரியும். ஒரு மட்டத்திலிருந்து இன்னொரு மட்டத்திற்கு நீர் இறங்குவதற்கான நேரம் பரிசோதனையில் கண்டறியப்படுகிறது.

h_0 : மேற்குழாயின் தொடக்க அளவு

h : t நேரத்திற்குப் பின்னுள்ள அளவு

h_1 : t_1 நேரத்திற்குப் பின்னுள்ள அளவு

நீர் இறங்கும் வேகம் : $-\frac{dh}{dt}$

டார்சி விதியின்படி ஒட்ட வீதத்திற்கான சமன்பாடு

$$-a\frac{dh}{dt} = k\frac{h}{L}A$$

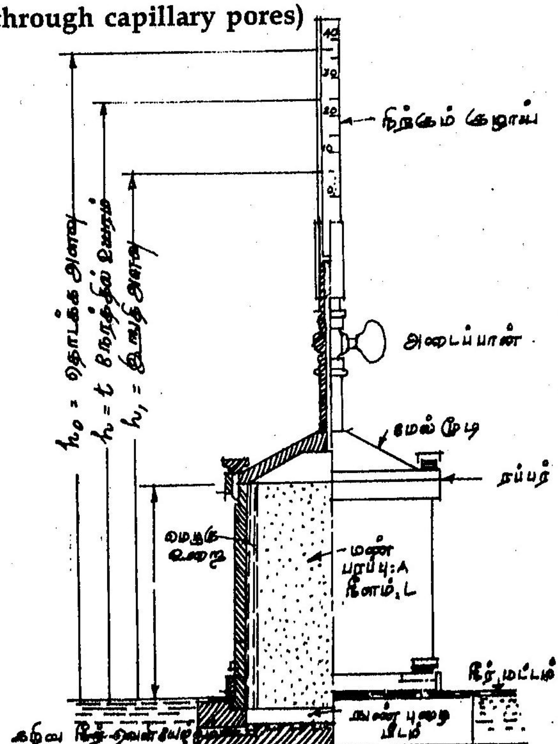
தொகுத்தால் $-a\int_{h_0}^{h_1}\frac{dh}{h} = k\frac{A}{L}\int_{0}^{t_1}dt$

இதிலிருந்து, $k = \frac{aL}{At_1} \log_e \frac{h_0}{h_1} = k = 2.3\frac{aL}{At_1} \log_{10} \frac{h_0}{h_1}$

இச்சமன்பாட்டில் வலது பக்கம் உள்ளவையெல்லாம் அளந்தும் பரிசோதனையிலும் அறியத் தக்கன. k எளிதில் கண்டுபிடிக்க முடியும்.

கலைக்கப்படாத மண்ணின் நிர் ஊடுருவல் காண்பதற்காக இம்முறை தொடக்கத்தில் பயன்பட்டது. மண்ணின் ஊடுருவு திறத்திற் கேற்ப மேற்குழாயின் விட்டத்தைக் கூட்டி அல்லது குறைத்துப் பரி சோதனைகளை நடத்தலாம்.

4.5. புழைநாளங்கள் வழியாக நீரோட்டம் (Flow through capillary pores)

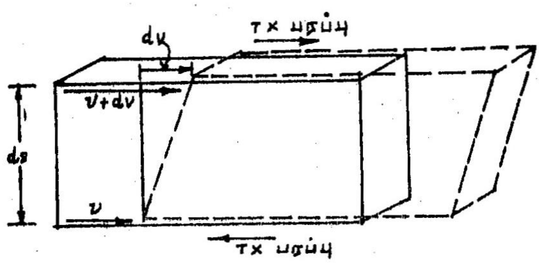


படம் 4.3

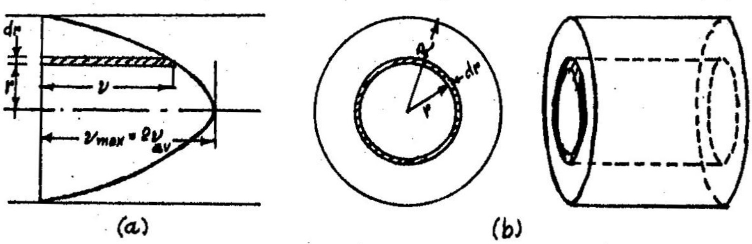
மண்ணின் இடையே உள்ள மயிர்க்கண் போன்ற சிறுசிறு வெற்றிடங்களைப் புழை (Pore) என்ற சொல்லால் சுட்டுகிறோம். Capillary என்பதற்கு நுண்புழைநாளம் என்று அகராதி பொருள் கூறும். சிறிய விட்டமுடைய குழாய், மண்ணைப் பொருத்தவரை புழைகள் ஒன்றன்பின் ஒன்றாகத் தொடர்ச்சியாக ஒரு நாளம்போல அமைந்துள்ளதாகும். இதனைப் புழைநாளம் என்றோ அல்லது நாளம்புழை என்றோ அழைக்கலாம். capillary tube, capillarity, capillary rise என்றவாறு சொற்கள் வளருகின்றன. நாளப்புழை என்பது இங்கு பொருத்தமாக உள்ளது. நாளப்புழைக் குழாய், நாளப் புழைமை, நாளப்புழை ஏற்றம் என்றவாறு தமிழ்ச் சொற்களை அமைத்துக் கொள்வது ஏற்புடைத்தாகும்.

மிகச் சிறிய விட்டமுடைய நாளப்புழைக் குழாய் வழியே நீரோட்டதின் உறவுகளை ஆராய்ந்த பெருமகனார் புவாசோய் (POISEVILLE) என்ற அறிஞர் ஆவார் (பிரெஞ்சு உச்சரிப்பு). இது சீரோட்டமாக இருக்கும். மண் புழைகளின் வழியே நிகழும் நீரோட்டம், குழாய் வழியே செல்லும் நீரோட்டத்திற்கு நேரிடையாக ஒப்பிட முடியாவிடினும், சில பொருத்தங்கள் உள்ளன. அவற்றை அறியுமுன்னர், நாளப்புழைக் குழாய் மூலம் நிகழும் நீரோட்டத்திற்கான புவாசோய் சமன்பாட்டினை அறிந்து கொள்வது நல்லது.

ஒரு குழாய் வழியே செல்லும் நீரின் வேகம், குழாய் ஓரத்தில் குறைந்தும் நடுவில் அதிகமாகவும் இருக்கும். பரவலைய வடிவம் என்றால் பொருத்தும்.



பாகியல்பு விசைக்கத்திற்கான படம்
படம் 4.4



படம் 4.5

4.4 படத்தில் ஒரு நீர்த்திவிலையின் வடிவம் காணலாம். கீழே வேகம் குறைவாகவும், மேலே வேகம் அதிகமாக புள்ளிக் கோட்டால் காட்டியபடி இருக்கும். இங்கு ஒரு நீர்மத்தின் பாகியல்பு கெழுப் பற்றிக் கூற வேண்டும். அலகு தூரத்திற்கு அப்பால், இணையாக உள்ள இரண்டு அடுக்கு நீர்மத்துளிகளிடையே அலகு வேக வித்தியாசத்தை மாறாமல் வைத்திருக்கத்தேவையான செதுக்குவிசை, அந்நீர்மத்தின் பாகியல்புக் கெழு அல்லது பாகியல்வு (μ) எனப்படும்.

4.4 படத்தில் உள்ள நீர்த்திவிளையின் திண்ணம் ds மேல், கீழ் வேகங்களின் வித்தியாசம் dv, வேகத்தின் மாறுபாட்டு வீதம் $\frac{dv}{ds}$, அலகுப் பரப்பின் செதுக்கு விசை எனக் கொள்வோம்.

$$= \mu \frac{dv}{ds} \qquad \text{.........................4.8}$$

சுமார் 20 டிகிரி செ.வெப்ப நிலையில் நீரின் பாகியல்... கிராம் நொடி / ச.செமீ.இருக்கும்.

ஆரம் (R), நீளம் (L) கொண்ட குழாய் வழியே நீரோடும்போது அழுத்த இழப்பு (h) எனில் நீரோட்டம் என்னென்பதைக் காண்போம். 4.5 படத்தைக் காண்க. உள் ஆரம் r கொண்ட நீர் உருளையைக் கருதுவோம். இவ்வுருளையின் இறுதியில் அழுத்த இழப்பு h எனக் கொள்வோம். அழுத்த வேறுபாடு $\gamma_w h$ ஆகும். உருளையின் இறுதியில் மொத்த உந்தல் $\pi r_2 \gamma_w h$ என்ற விசை வலது பக்கம் நோக்கி இருக்கும். குழாயின் சுவரில் இதற்கான செதுக்குவிசை எதிர்த்திசையில் இயங்க வேண்டும். 8ம் எண் சமன்பாட்டின்படி செதுக்குவிசை $\mu = -\frac{dv}{dr}$ இக்குழாய் நீரோட்டத்தில் பெரும வேகம் மையத்தில் இருக்குமென்பதை அறிவோம்; ஆரம் அதிகமாக, அதிகமாக வேகம் குறைவதை கழித்தல் அடையாளம் சுட்டுகிறது. மொத்தச் செதுக்கு விசையை அறியச் செதுக்கு விசையைப் பரப்பால் $2\pi rL$ பெருக்க வேண்டும்; இதன் திசை இடது பக்கம் ஆகும். வலது பக்க விசையையும், இடது பக்கத்துச் செதுக்க விசையும் சேர்த்து சமமாக்குவோம்.

$$\pi r^2 \gamma_w h - 2\pi rL\mu\left(-\frac{dv}{dr}\right) = 0$$

$$dv = \frac{\gamma_w h}{2\mu l}\, rdr$$

தொகுத்தால், $$\nu = \frac{\gamma_w}{4\mu}\frac{h}{L} r^2 + c \qquad \text{..........................4.9}$$

சீரோட்டத்தில் குழாயைத் தொட்டுக் கொண்டிருக்குமிடத்தில் நீர்வேகம் 0. எனவே r = R ஆகும்போது $\nu = 0$. மேற்கண்ட சமன்பாட்டில் இவற்றைப் பொருத்தி c யின் மதிப்பு அறியலாம்.

$$\frac{\gamma_w}{4\mu}\frac{h}{L}R^2 = c$$

இதில் $\frac{h}{L} = i =$ நீரியல் சரிமானம்

இதிலிருந்து குழாய் நீரோட்டத்தில் எந்த இடத்திலும் வேகம் அறியலாம். வேக வளர்ச்சி ஒரு பரவளையத்தின் வடிவத்திலிருக்கும்.

4–5 படத்தில் காட்டிய வட்டவளையப் பகுதியில் நீர்ப்போக்கு அறிய, அதன் பரப்பையும் ($2\pi\, rdr$) வேகத்தையும் பெருக்க வேண்டும். எனவே மொத்த நீரோட்டம்

4–9ம் சமன்பாட்டிலிருந்து v மதிப்பை ஏற்றால் $Q = \dfrac{\pi R^2 \gamma_w i}{8\mu}$

இதை நிரல்படுத்திப் பின்கண்டவாறு ஏற்றுக் கொள்ளலாம். (இதில் $\pi R^2 = a$ = குழாயின் பரப்பு)

$$Q = \frac{\gamma_w R^2}{8\mu} ia \quad \text{..................4.10}$$

சராசரி வேகம் $$\frac{Q}{a} = v_{av} = \frac{\gamma_w R^2}{8\mu} i \quad \text{.........4.11}$$

4.6 பல்வகைக் குறுக்குவெட்டுக் தோற்றங்கொண்ட குழாய்களின் வழியே நீரோட்டம்

நீரியலில் அதிகமாகப் புழங்கும் ஒரு பொதுச் சொல் *ஈரச் சுற்றளவு*. பெரும்பாலான இடங்களில் குழாய் அல்லது கால்வாய் முழுவதும் நீர் ஒடுவதில்லை. நீர்படும் சுற்றளவை ஈரச் சுற்றளவு என்பர். ஒரு நீர்ப் பரப்பை ஈரச் சுற்றளவால் வகுத்துக் கிடைப்பதை நீரியல் ஆரம் (R_H) என்பர். பல்வகைக் குறுக்குவெட்டத் தோற்றங்கொண்ட கலங்களில் நீரோடும்போது, நீரியல் ஆரம் ஒரு பொதுவான கூறாக ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்டுள்ளது. மிகச் சிறிய விட்டமுள்ள குழாய்களில், நீரோடும்போது குழாய் முழுவதும் ஒடும். எனினும் இங்கேயும் நீரியல் ஆரம் என்ற கருதுகோளைப் பயன்படுத்துகிறோம்.

இங்கு $$R_H = \frac{\pi R^2}{2\pi R} = \frac{R}{2}$$

குழாய் நீரோட்டத்தில் இதனைப் புகுத்துவோம்

$$Q_{ciy} = \frac{1}{2} \frac{\gamma_w R_H^2}{\mu} ia \qquad ....4.12$$

மேற்கண்ட முறையை ஒட்டி, மிகச் சிறிய இடைவெளி கொண்ட ஒரு இணைத்தகட்டின் இடையே முழுமையாகச் சீரோட்டமாக ஓடும் நீரோட்டத்திற்கு, வேகம் மற்றும் நீர்ப்போக்கைக் கணித்துப் பார்த்திடுக. அது கீழ்க்கண்டவாறு அமையும்.

$$Q_{pl} = \frac{1}{3} \frac{\gamma_w R_H^2}{\mu} ia \qquad ....4.13$$

இதில் இணைத் தகட்டின் இடைவெளி 2 R_H ஆகவும் அகலம் அலகு தூரமாகவும் இருக்கும்.

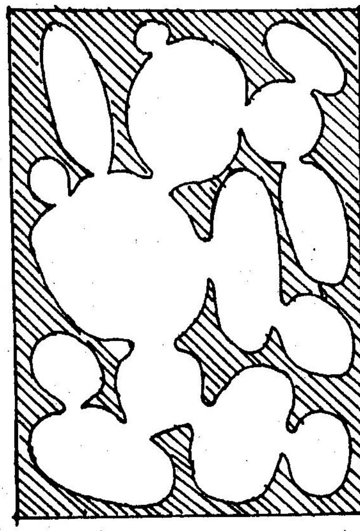
4.12 & 4.13 சமன்பாடுகளின் ஒப்புமையிலிருந்து குழாயின் வடிவம் எதுவாக இருந்தாலும். பொதுவான நீர்போக்கு,

$$Q = c_s \frac{\gamma_w R_H^2}{\mu} ia \qquad ....4.14$$

இதில் c_s என்பது குழாயின் வடிவத்திற்கேற்ற வடிவக்காரணி ஆகும். எளிய வடிவங்களுக்கு வடிவக் காரணியைக் கணக்கிடுவதால் அறிந்து கொள்ளலாம். கோணல் வடிவங்களுக்கு அவ்வாறு கணக்கிட்டு அறிய இயலாது.

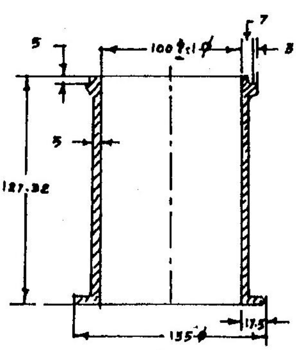
மண்ணிலுள்ள புழைகளின் வழியே நீரோட்டம் நிகழ்வதைக் கணிக்க முயல்வோம்.

மண்மாதிரி ஒன்றின் ஒரு இடத்துக் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தைப் படத்தில் காணலாம். இதில் மண்பரல்களும் அவற்றிடையே நீர் புகும் பாதையுமே தெரிகின்றது. இன்னொரு இடத்தின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தை எடுத்துப் பார்த்தால் இதே போன்று வடிவம் இருக்காது. எனினும் இவற்றின் பண்புகள் ஒரே மாதிரி இருக்கும் என எடுத்துக் கொள்கின்றோம்.



ஒழுங்கற்ற நாளப் பரப்பு

படம் 4.6



ஊடுருவல் மானி அச்சு

படம் - 4.7

மண்மாதிரியின் புழைமை n ஆகவும், மொத்தப் பரப்பு A ஆகவும் கொண்டால் நீரோட்டப் பரப்பு a = nA ஆகும். 4.14 ஆம் சமன்பாட்டில் இதனைப் பொருத்துவோம்.

$$Q = \left(c_s \frac{\gamma_w}{\mu} R_H{}^2 n \right) iA \qquad \text{.............................4.15}$$

இதை உருவாக்கிய டொனால்ட் டபுள்யூ–டெய்லர் அவர்கள் இது எளிய, வசதியாக திருப்திகரமான வாய்பாடு எனக் கருதுகிறார். இதைவிட மிகச் சிறந்த வழிமுறை ஒன்று வரும்வரை இதனை சிறந்ததாகக் கருதுதல் வேண்டும்.

4.7 மண்புழைகளில் நீரியல் ஆரம் :

மண்புழைகளின் வழியே நீரோடும்போது உண்டாகும் நீரியல் ஆரத்திற்கு (R_H) முதல் வடிவம் தந்தவர் கோஜினி (KOZENY) ஆவர்.

$$R_H = \frac{A}{P} = \frac{AL}{PL}$$

இதில் L குழாயின் நீளம். இதன்படி AL என்பது பருமன். பருமனுடன் ஈரப்பரப்பு ஏற்படுத்தும் உறவு நீரியல் ஆரத்திற்கு மாற்றாகப் பயன்படும் என்றறிகின்றோம்.

மண்மாதிரி ஒன்றின் வழியே நீரோடுவதாகக் கொள்வோம். புழைப் பருமன் eV_s இதில் e காலியிட விகிதம், V_s திடப் பொருட்பருமன். ஈரப்பரப்பு என்பது திடப்பொருட்களின் மொத்தப் பரப்பு (A_s) ஆகும். எனவே,

$$R_H = e \frac{V_s}{A_s} \qquad \text{.......................4.16}$$

மண்மாதிரியிலுள்ள பரல்களின் மொத்தப் பருமனுக்குச் சமமான கோளத்தின் விட்டம் Ds எனக் கொள்வோம்.

$$\frac{V_s}{A_s} = \frac{\frac{1}{6} \pi D_s{}^3}{\pi D_s{}^2} = \frac{1}{6} D_s \qquad \text{.....................4.17}$$

$$\text{எனவே, } R_H = e \frac{D_s}{6} \qquad \text{.........................4.18}$$

V_s A_s ஆகியவற்றின் மாற்றாக D_s என்ற ஒரே நீட்டளவின் புழக்கம், எளிமைக்கு வழிகோலுகின்றது.

4.8 குழாய் வழி நீரோட்டம் - மண் வழி நீரோட்டம்

குழாய் வழி நீரோட்டத்திற்காக உருவாக்கிய சமன்பாடுகளை மண்வழியே ஓடும் நீருக்கு ஒப்புமைப் படுத்தி எடுத்துக் கொள்ள இயலுமா?

ஒரு சிறு குழாய் வழியாக நீரோட்டம் நிகழ்கின்றது. இதே போன்ற பல குழாய்களை அடுத்தடுத்து வைத்து ஒரே கட்டாக்கி அவற்றின் வழியே நீர் ஓடுவதாகக்கொள்வோம். மணல் பரல்களின் நடுவே புழைகள் உள்ளன. புழைகளின் நடுவே நீர் புகுந்து(படம் 4-6) செல்கின்றது. இதனை ஓரளவு குழாய்க் கட்டின் வழியே செல்வதற்கு ஒப்பாக எடுத்துக் கொள்கின்றோம். குழாய்க் கட்டின் வழியே செல்லும் நீரின் பாதை நேராக இருக்கும். மண் புழைகளின் வழியே செல்லும் நீரின் பாதை நேராக இருக்கமுடியாது. சற்றே வளைந்து வளைந்து செல்லும். இவ்வாறு சுற்றி வளைந்து செல்லும் போது, நீரின் பக்க உந்தல் எல்லாத் திசையிலும் இருக்கும்; எனினும் அவை ஒன்றுக் கொன்று ஈடு செய்து கொள்ளும் வகையில் இருக்குமாதலால் அவற்றின் மொத்த நிகர விளைவு ஒன்றும் இருக்காது. இதனால் மண்வழியேயான நீரியல் சரிமானத்திற்கும், உண்மையான நீரியல் சரிமானத்திற்கும் வித்தியாசம் இருக்கும். உண்மையான நீரியல் சரிமானம், நீர் அழுத்த இழப்பு, ஓட்டப்பாதையின் நீளத்திற்கு ஏற்படுத்தும் விகிதம் ஆகும். மண்புழைகளின் வழியேயான நீரியல் சரிமானம் நீர் அழுத்த இழப்பு, மண் வழியேயான நீரோட்டத்தின் தொடக்கப் புள்ளிக்கும், இறுதிப் புள்ளிக்கும் இடையேயுள்ள மையக்குறுகிய நீளத்திற்கு ஏற்படுத்தும் விகிதம் ஆகும்; இந்த நீளம் நீர் மண் பரல்களைச் சுற்றிச்சுற்றிச் செல்லும் அசல் நீளத்திற்குக் குறைவாக இருக்கும், எனினும் பரல் வழியே சுற்றிச் செல்லும் நீளத்திற்கும், அசல் நீளத்திற்கும் உள்ள விகிதம், ஒரு குறிப்பிட்ட மண் கட்டுமானம் மற்றும் குறிப்பிட்ட காலியிட விகிதம் ஆகியவற்றிற்கு மாற்றம் இல்லாதிருக்கும்.; எனவே இதனை ஏற்கனவே வடிவக் காரணி என்ற பெயரில் சேர்த்துள்ள மாறிலியில் சேர்ந்துள்ளதாக எடுத்துக் கொள்ளலாம். குழாய் வரிப் போக்கிற்கும், மண் புழை வழிப்போக்கிற்கும் உள்ள உறவை ஆராயும்போது வேறுபல காரணிகள் இருக்கக்கூடும்; அவையனைத்தும் ஒட்டுமொத்தமான வடிவக் காரணியில் அடங்கி விடுவதாக எடுத்துக் கொள்ளலாம்.

4.9. நீர் ஊடுருவலைப் பாதிக்கும் காரணிகள்

$$Q = \left(c_s \frac{\gamma_w}{\mu} R_H{}^2 n\right) iA \qquad \text{.........................4.17}$$

$$R_H = e \frac{D_s}{6} \qquad \text{.........................4.18}$$

புழைமை, $n = \dfrac{e}{1 + e}$

பின்னிரண்டையும் முதல் சமன்பாட்டில் பொருத்துவோம்.

$$Q = \left(D_s{}^2 \frac{\gamma_w}{\mu} \frac{e^3}{1 + e} c\right) iA \qquad \text{.........................4.19}$$

இச்சமன்பாட்டை டார்சி விதியுடன் ஒப்பிடுவோம்

$$k = D_s{}^2 \frac{\gamma_w}{\mu} \frac{e^3}{1 + e} c \qquad \text{.........................4.20}$$

ஊடுருவலைப் பாதிக்கக்கூடிய காரணிகளை மேற்கண்ட சமன்பாடு ஓரளவு அடையாளம் காட்டுகின்றது. அவை வருமாறு;–

பரல் அளவு : மண்ணிலுள்ள சராசரித் துகளின் அளவின் இரண்டடுக்கிற்கேற்ப (Square) இருக்கும் என்பதை D_s^2 காட்டுகிறது. D என்பது மண் பரல்களின் பருமன் – பரப்பு விகிதம். ஒரே அளவாக உள்ள சமகோளத்தின் விட்டம் ஆகும். ஒரு குறிப்பிட்ட மண்ணுக்கு, இது மாறாமல் இருக்கும்.

புழைநீர்ப் பண்பு : புழைகளின் வழியே ஊடுருவிச் செல்லும் நீர்மத்தின் பண்புகளுக்கேற்ப இருக்கும் என்பதை $\dfrac{\gamma_w}{\mu}$ பகுதி சுட்டுகிறது.

காலியிட விகிதம் : காலியிட விகிதத்தின் ஆதிக்கத்தை $\dfrac{e^3}{1 + e}$ என்ற பகுதி சுட்டுகிறது. அடுத்து வரும் c என்ற வடிவக் காரணி,

காலியிட விகிதத்தின் தன்மைக்கேற்ப அமையும் என்பதால் $\frac{ce^3}{1+e}$ ஆகியவற் றைச் சேர்த்து ஒன்றாக ஆராயலாம்.

வடிவக் காரணி : புழைகளின் வடிவம், அமைப்பு, மண் கட்டுமானம், ஆகியவற்றிற்கேற்ப ஒட்டுமொத்த வடிவக் காரணி c அமையும்.

கரைந்துள்ள காற்று : புழைநீரில் கலந்து கரைந்துள்ள காற்றும் ஓரளவு ஊடுருவலைப் பாதிக்கும்.

ஆலன் ஏசன் (ALLEN HAZEN) என்பவர் வடிமணல் வழியே ஊடுவலுக்கான வாய்ப்பாட்டைக் கண்டுபிடித்தார். $k = 100D_{10}^2$ இதில் எல்லா அளவுகளும் சென்டிமீட்டர், நொடி ஆகியவையே. D_{10} என்பது பத்து சதவீதப் பரலின் அளவு ஆகும். இதை ஏசன் பயன்படுபரல் அளவு என்றும் கூறுவர்; 0.1 முதல் 3 மிமீ வரை விட்டமுள்ள பரல்கள் இதில் அடங்கும்; அவற்றின் சீர்மைக் கெழு 5 சதவீதத்தை விஞ்சாது. 100 என்ற எண் பல மதிப்புகளின் சராசரி ஆகும்.

ஊடுருவும் நீர்மத்தின் தன்மைக்கேற்ப ஊடுருவல் கெழு மாறும், $k : k_2 = \mu_2 : \mu_1$ என்றவாறு இருக்கும்.

காலியிட விகிதங்களின் வேறுபாடு பின்வருமாறு அமையும் :

$$k_1 : k_2 = \frac{e_1^3}{1+e_1} : \frac{e_2^3}{1+e_2}$$

4.10 டார்சி விதியின் ஆதிக்க எல்லை

ஒரு வட்டக் குழாயின் வழியேயான நீரோட்டம், அதன் வேகம் உய்ய வேகத்டைத விடக் குறைவாக இருந்தால், அதாவது ரேனால்டு எண்< 2000 ஆக இருந்தால், சீரோட்டமாக இருக்குமென்பதை முதலிலேயே அறிந்திருக்கின்றோம். டார்சி விதி எவ்வளவு தூரம் பொருத்தமாக இருக்குமென்பதைப் பல ஆராய்ச்சியாளர்கள் ஆராய்ந்துள்ளனர். மஸ்கட் என்ற அறிஞர் அவற்றைத் தொகுத்துக் கூறியுள்ளார்.

மண்புழைகளின் வழியே நீர் ஓடும்போது, சீரோட்டத்தில் தொடங்கிச் சிறிதளவு சுழலோட்டம் வரை இருக்கும்; உய்யவேகம் சரியாய்க் கண்டுபிடிக்க வேண்டிய அவசியமில்லாமலிருக்கின்றது.

டார்சி விதியின் எல்லையைத் திருவாளர்கள் பாஞ்சர், லெவிஸ், பார்னஸ் ஆகியோர் தோராயமாகவும், திருப்திகரமாகவும் பின்வருமாறு நிர்ணயித்தனர்.

$$v = \frac{D_a \gamma_w}{\mu_g} \leq 1$$

இதில், v : போலிகை வேகம்

D_a : மண்பருமனைப் பரல்களின் எண்ணிக்கையால் வகுத்த ஈவு

இச்சமன்பாட்டிலிருந்து, சீரோட்டம் நிகழக்கூடிய மிகப் பெரிய பரல் அளவை நிர்ணயிக்கலாம்.

ஆசனின் வாய்ப்பாடு $k = 100\ D_{10}^2$, நீரியல் சரிமானம் ஓரலகு ஆகியவற்றை மேலுள்ள சமன்பாட்டில் பொருத்துவோம்.

$$\frac{(100D^2)\ iD\gamma_w}{\mu_g} = \frac{100 \times D^3 \times 1}{10^{-5}\ 980} \quad ....4.21$$

இதில் சரிமானத்தின் விளைவு மிகவும் குறைவாக உள்ளதைக் காண்கின்றோம்; எட்டுப் பங்கு சரிமானத்தால், விட்டம் அரைப்பங்கே கூடுகிறது.

4.21ம் சமன்பாட்டில் ரேனால்டு எண் ஒன்று என மிகப்பாதுகாப்பாக நிர்ணயிக்கப்பட்டுள்ளது. காலியிட விகிதத்தின் விளைவு எதனையும் இச்சமன்பாடு கருதாததால், இதனைத் தோராயமானது எனக் கொள்வதே பொருந்தும்.

4.11. ஆய்வகத்தில் ஊடுருவல் நிர்ணயித்தல் இந்தியச் செந்தர எண் 2720 (பகுதி17) 1966 சுவடியில் விரிவாக விளக்கப்பட்டுள்ளது. மாணவர்கள் அதனைக் கண்டு பயனடைவார்களாக.

5. நாளப் புழைமை

5.0 மண் என்பது துகள்கள் அல்லது பரல்களும் அவற்றின் இடையே அமைந்துள்ள புழைகளும் ஆகும். புழைகள் ஒன்றுடன் ஒன்று தொடர்புடையவைகளாக இருக்கும். ஆனால் ஒரே நேராகக் குழாய் போன்று அமைந்திருக்காது. சிறு குழாயை நாளம் என்போம். மண்ணிலுள்ள புழைகளின் பண்பு நாளம்போல செயல்படும்போது அதனை நாளப்புழை எனலாம். நாளப்புழையின் பண்பை நாளப் புழைமை எனவும் கூறலாம். பின்வரும் ஆங்கிலச் சொற்களை இணையானவையாகக் கொள்ளலாம்.

Pores	–	புழைகள்
Porosity	–	புழைமை
Capillary tubes	–	புழைநாளம் அல்லது நாளப்புழைகள்
Capillarity	–	நாளப்புழைமை
Capillary attraction	–	நாளப்புழை ஈர்ப்பு
Permeability	–	ஊடுருவு திறன்
Permeable	–	ஊடுருவ இடமளிப்பது ஊடுருவக்கூடியது
Seep	–	கசிதல்
Seepage	–	கசிவு

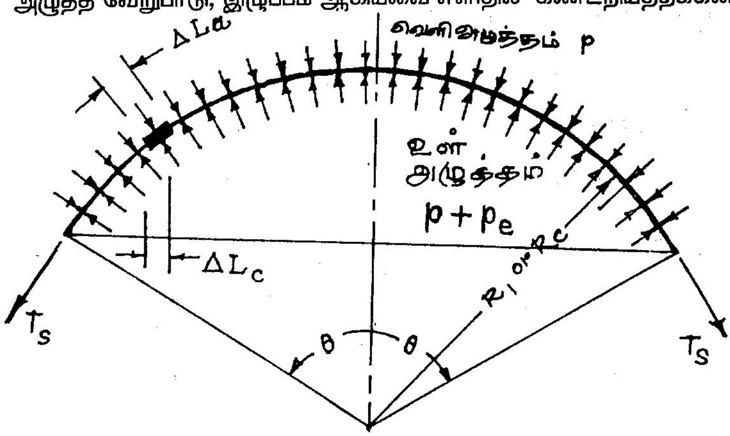
5.1 புற இழுப்பம் (Surface tension)

நீர்மப் பொருட்கள், ஏதாவதொரு பரப்புடன் சேரும்போது, ஒருவித இழுப்ப நிலை தோன்றுவதை உணர்ந்துள்ளோம். அந்தப் பரப்பில் வேற்றுப் பொருள் ஏதுமில்லை என்பதை அறிவோம். அப்பரப்பின்

மேல்மட்ட மூலக்கூறுகளின் இடைச்செயல்வு, இழுப்பத்தால் உந்தப்பெற்ற பரப்பு போன்று உள்ளது. புற இழுப்பம் என்பது உவமையாகக் கூறப்பட்டாலும், நன்கு விளங்கிக் கொள்ள வழியமைக்கின்றது. புற இழுப்பத்தின் அளவுகளை அறிந்து கொள்வது மண்ணின் மேற்பரப்பில் நிகழும் சில முக்கிமான செயல்வுகளைப் புரிந்து கொள்ள உதவும்.

5.2 வளைவும், அழுத்த வேறுபாடுகளும்

ஒரு மெல்லிய பரப்பு வளைந்திருக்கிறதென்றால், அதனை ஒட்டிக் கீழும், மேலும் உள்ள அழுத்தங்களில் வேறுபாடு உள்ளது என்பது தெளிவு. ஊதிய பலூன், படகின் பாய்மரம், எளிதில் வளையும் குழாய்கள், மற்றும் நீர்மங்களின் மேற்பரப்புகள் சான்று பகரும். வளைவின் ஆரம், அழுத்த வேறுபாடு, இழுப்பம் ஆகியவை எளிதில் கண்டறியத்தக்கன.



புற இறுக்கத்திற்கான உறவுகள் காட்டும் படம்

படம் 5.1

ஒரு வளைவின் படத்தைக் காண்கிறோம். அதன் இரண்டு புறங்களிலும் இரண்டு விசைகள் செயல்படுகின்றன. ஆரம் R ஆக உள்ள உருளையின் ஒரு பகுதியெனக் கொள்வோம். வெட்டுத் தோற்றத்திற்குச் செங்குத்தாக உள்ள ஓரலகு நீளத்தைக் கருதுவோம்.

ΔL_a நீளமுள்ள சிறிய பரப்பில், வெளிப்பக்கம் $p\Delta L_a$ விசையும், உட்பக்கம் $(p+p_e)\ \Delta L_a$ விசையும் செயல்பட்டு, அவற்றின் கூட்டுவிசை

$p_e \Delta L_a$ வெளிப்பக்கம் செயல்படுவதாகக் கொள்வோம். வில்லின் மொத்த நீளத்திலும் இவ்வாறு செயல்படும் விசைகளைக் கூட்டினால், நாணுக்கு இணையாக உள்ள விசைக்கூறுகள் ஒன்றையொன்று எதிரீடு செய்து கொள்ளுகின்றன. நாணுக்குச் செங்குத்தாக உள்ள விசைக்கூறு $p_e \Delta L_c$ எல்லாம் திரண்ட கூட்டு விளைவு $p_e 2R_1 \sin\theta$ ஆக இருக்கும். சமநிலை நிலவ, இதற்கெதிரான புறஇழுப்பத்தின் (T_s) கீழ்நோக்கிய கூறு இருக்கவேண்டும்.

$$2T_s \sin\theta = p_e 2R\sin\theta$$

இந்த வில் ஒரே வளைவாக இருக்கும்; அதன் ஆரம்,

$$p_e = \frac{T_s}{R_1} \qquad \text{..................................5.1}$$

இதில் p_e அழுத்தம், R_1 தூரம். எனவே T_s ஓரலகு நீளத்தில் செயல்படும் விசை.

இனி படத்தின் வளைவிற்குச் செங்குத்துத் திசையிலும் வளைந்து இருப்பதாகக் கொள்வோம். இந்த இரட்டை வளைவு உருவத்திற்கும் அழுத்த மிகை எவ்வெளவெனக் கண்டுபிடிக்கலாம்.

$$p_e = Ts\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right) \qquad \text{...........................5.2}$$

இதில் R_1, R_2 ஆகியவை அச்சு திசைகளில் இருவளைவின் ஆரங்களாகும்.

இவ்விரண்டு வளைவின் ஆரங்களும் ஒன்றாகவே $(R_1 = R_2 = R_c)$ இருந்து சீர்வளைவாக இருந்தால்

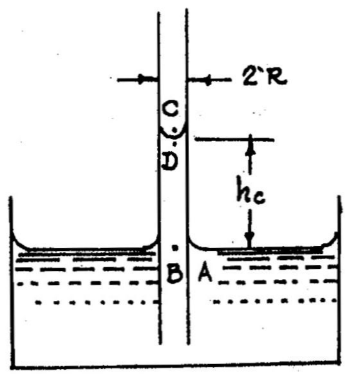
$$p_e = \frac{2T_s}{R_c} \qquad \text{...........................5.3}$$

ஆக இருக்கும்.

5.3. புழைநாளத்தில் நீர் ஏறுதல்

மேற்கண்ட அழுத்த வேறுபாடுகளை, ஒரு புழைநாளத்தில் நீர்மட்டம் உயருவதைக் கொண்டு அறியலாம்.

இச்செயலை நாளப்புழைமை (capillarity) எனலாம். ஒரு நீர்மத்தின் புற இழுப்பம், மற்றும் சில நீர்மங்கள் அது சார்ந்திருக்கும் பரப்பை நனைக்கும் வேட்கை ஆகியவற்றின் விளைவாக நாளப்புழைமை உண்டாகின்றது.



நாளப்புழை ஏற்றம்
படம் 5.2

இவ்வாறு நனைக்கும் பண்பால், படத்தில் காட்டியவாறு குழாயினுள் உள்ள நீர்ப்பரப்பு வளைந்திருக்கின்றது. நீர்ப்பரப்பு ஒரு குறிப்பிட்ட கோணத்தில், திடப்பரப்பைச் சந்திக்கின்றது. நல்ல நீர் தெளிவான கண்ணாடியை 0 டிகிரி தொடுகைக் கோணத்தில் சந்திப்பதால், இப்பிறை வளைவு தோன்றுகிறது. நாளப்புழைமை மூலம் நீர் h_c அளவு உயர்ந்துள்ளது. மிகச்சிறிய கண்ணாடி நாளத்தில், நீரின் தொடுகைக் கோணம் 0 ஆகலின், பிறையின் ஆரம் நாளத்தின் ஆரத்திற்குச் சமமாக இருக்கும். நாளப்புழைமை மூலம் ஏறும் நீரின் உயரத்தை எளிதில் கணக்கிடலாம்.

A, B, C புள்ளிகளில் அழுத்தம் சுற்றுப்புறக் காற்றழுத்தத்திற்குச் சமமாக இருக்கும். B புள்ளி A புள்ளியின் நேர் இருப்பதால் அங்கும் காற்றழுத்தமே இருக்கும். D புள்ளி B புள்ளிளைவிட h_c அளவு உயர்ந்துள்ளதால் D புள்ளியின் அழுத்தம் காற்றழுத்தத்தைவிட $h_c\gamma_w$ அளவு குறைவாக இருக்கும். பிறையின் ஆரம் R, அழுத்தவேறுபாடு $h_c\gamma_w$

ஆதலின் 5.3ம் சமன்பாட்டின்படி $h_c = \dfrac{2T_s}{\gamma_w R}$ 5.4

ஒவ்வொரு நீர்மத்திலும், புற இழுப்பம் வேறுவேறாக இருக்கும். ஒரு நீர்மத்தில் வெப்பநிலை ஏறஏற, புற இழுப்பம் குறைந்துகொ ண்டே வரும். இயல்பான வெப்பநிலையில் நீரின் புற இழுப்பம் 75டைன்/செமீ ஆக இருக்கும். 1 மிமீ விட்டமுள்ள நாளத்தில் நாளப்புழை ஏற்றம்

$$\frac{2 \times \frac{75}{980}}{1 \times \frac{1}{2} \times 0.1} = 3 \text{ செமீ}$$

0.1 விட்டமுள்ள நாளத்தில் ஏற்றம் 30 செமீ இருக்கும்.

இதை வேறுவகையிலும் கண்டுபிடிக்கலாம். B,C புள்ளிகளினிடையில் உள்ள நீர்த்தூணின் எடை, புற இழுப்பத்தால் ஈடு செய்யப்பட வேண்டும்.

நீர் எடை : $h_c \gamma_w \pi R^2$

புற இழுப்பம் : $2\pi RT_s$

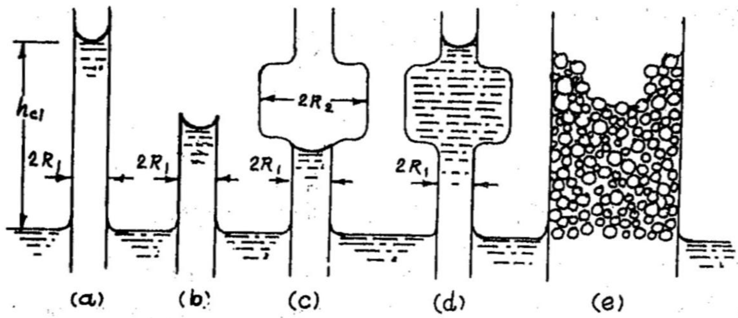
$$h_c \gamma_w \pi R^2 = 2\pi RT_s$$

$$h_c = \frac{2T_s}{\gamma_w R} \qquad \text{.............................5.4}$$

நாளத்தில் பிறை அளவுக்கு நீர் ஏறியிருப்பது, அங்கு ஆற்றல் சேமிக்கப்பட்டிருப்பதைக் காட்டுகிறது. h_c அளவுக்கு நீர் ஏறியிருப்பதால் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு பணி (Work done) நடைபெற்றுள்ளது. பிறையில் சேமிக்கப்பட்ட ஆற்றலில் சிறிதளவு மேற்கண்ட பணி நிகழ்வில் செலவாகியுள்ளது.

5.4 பல்வகை ஆரங்கொண்ட நாளங்கள்

மாறாத விட்டமுள்ள கண்ணாடிக் குழாயை நீருக்குள் வைத்தால், h_{cl} அளவுக்கு நீர் உயரும். குழாயை நீருக்குள் அமிழ்த்தி, குழாயை நீரால் நிரப்பிவிட்டு மீண்டும் தூக்கினாலும், நீர்மட்ட அளவு உயரும். இதற்குத் தூய நீரையும் சுத்தமான கண்ணாடியையும் பயன்படுத்த வேண்டும்.



பல்வகைக் குழாய்களில் நாளப்புழை ஏற்றம்
படம் 5.3

விட்டம் சீராக இல்லாமல் மாறியுள்ள குழாய்களில் நாளப்புழைமையை எளிதில் கணக்கிட இயலாது. ஐந்து வகைக் குழாய்களைப் படத்தில் காணலாம். a குழாய் சீரான விட்டம் கொண்டது. அதில் நாளப்புழை உயரம் h_{cl} இருக்கும். b குழாய் விட்டம் சீராக உள்ளது; ஆனால் குழாயே மூன்றில் இரண்டு பங்குதான் உள்ளது. இதன் மேல் மட்டத்திற்குத்தான் நீர் உயரும்; வழியாது. மேலே பிறை ஆழமில்லாததாக இருக்கும்; ஆரம் குழாய் ஆரத்தைவிடப் பெரியதாக இருக்கும். புற இழுப்பம், குழாய்ப் பரப்புக்கு இணையாக இயங்காமல், சற்றே கோணலாக இயங்கி, நீர்த்தூணை நிறுத்துமளவுக்கு அழுத்தத்தைக் குழாய்ச் சுவரில் ஏற்படுத்தும்.

cd குழாய்களில் விட்டம் சீராக இல்லை. C குழாயில் தானாக ஏறும் நீர், குமிழின் அடிப்பகுதியுடன் நின்றுவிடும். குழாயைத் தண்ணீரில் அமிழ்த்தி மேலே தூக்கினால், நீர்மட்டம் d குழாயில் உள்ளது போல இருக்கும். இதன் உயரமும் h_{cl} அளவுக்கு இருக்கும். a,d குழாய்களில் நீர்த்தூண், நாளப்புழைமையால் நிற்கின்றது. குழாயின் குமிழ்ப் பகுதியிலுள்ள அதிகப்படி நீரைக் குமிழ்ப்பகுதியே தாங்குகிறது.

e குழாயின் விட்டம் அதிகம். மண் துகள்களால் நிரப்பப்பட்டுள்ளது. துகளிடையே உள்ள பாதைகள் மிகச் சிறியவை. எல்லாப் பாதைகளின் அகலமும் 2 R_1க்குத் குறைவானவை; மேலே நடுப்பகுதியில் மட்டும் ஒரு பிளவு பெரிதாக உள்ளது. பெரிய பிளவைத் தவிர மீதி எல்லா இடங்களிலும் நாளப்புழைமை மூலம் நீர் ஏறி h_{cl} அளவுக்கு உயரும். இப்பாதைகளின் மேல் பிறையில் அழுத்த வேறுபாடு $\gamma_w h_{cl}$ க்குச் சற்றே குறைவாகவும், 5–2ம் சமன்பாட்டிற்கு ஏற்றதாகவும் இருக்கும்.

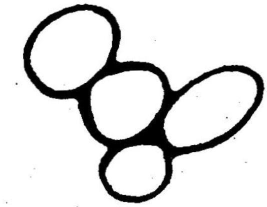
குழாயின் ஒரு இடத்தைத் தாண்டி, நாளப்புழைமை ஏற்றம் இருக்குமா என்பது இரண்டு காரணிகளைப் பொருத்து அமையும்; ஒன்று அந்த இடம், வெற்று நீர் மட்டத்திற்கு மேல் எவ்வளவு உயரத்தில் இருக்கிறதென்பது; இரண்டாவது அந்த இடத்தில் பிறை ஏற்கக்கூடிய சிறும ஆரம்.

5.5 மண்ணில் நாளப்புழை நீர் ஏற்றம் :

மண்ணின் இடையே உள்ள புழைகள் தம் மாறுபட்ட வடிவத்தாலும், அளவாலும் ஒன்றோடொன்று தொடர்பு கொண்டுள்ள சிக்கலான முறையாலும் தனிச் சிறப்புடையன. ஒரு நீண்ட குழாய்க்குக் கணித்தது போல, மண்ணில் நாளப்புழை நீரேற்றத்தைக் கணிப்பது எளிதல்ல.

ஒரு உலர்ந்த மண்மாதிரியை, நீரோடு தொடர்பு படுத்தினால், நாளப் புழைமைப் பண்பின் காலியிடங்களுக்கு நீர் ஈர்க்கப்படும். நீர் ஏறும் வேகம், புழைகளின் அளவைப் பொருத்ததாக இருக்கும். இருந்தாலும் காண்போர்க்கு, ஒரே வேகத்தில் நீர் ஈர்க்கப்படுவதாகத் தோன்றும். சிறிய புழைகளில் அதிகமாகவும் பெரிய புழைகளில் சற்று மந்த நிலையிலும் நீர் ஈர்க்கப்படும். பெரிய புழைகளைச் சுற்றிலும் நீர் நிரம்பி நடுவில் காற்று இருக்குமாறு சூழ்ந்து கொள்ளக் கூடும்.

மண்ணிலுள்ள ஈரம் தொடுகை ஈரமாக (Contact moisture) மண் பரலைச் சுற்றி நிற்பதோடு ஒவ்வொரு தொடுகையிலும் ஒரு பிறை [illegible]யும்.



ஒட்டிக்கொண்டிருக்கும் நாளப்புழை நீர்
படம் 5.4

புற இழுப்பத்தால் அவை அங்கேயே நிற்கின்றன. இவ்வாறுள்ள தொடுகை நீரை எளிதில் அகற்ற இயலாது.

கார்ல் டெர்சாகி மண்ணிலுள்ள புழைநீரை மூன்று பகுதிகளாகப் பகுத்துள்ளார். நீரை அடுத்துள்ள பகுதி திகட்டிய நிலையிலும், அடுத்த மேல்மட்டம் பாதி திகட்டிய நிலையிலும், அதற்கு மேலே தொடுகை ஈரப்பதமாகவும் இருக்கும். முதல் பகுதி திகட்டிய நிலை என்றாலும் 100சதவீதம் திகட்டல் இருக்காது. சற்று குறைவாகவே இருக்கும். கடைசிப் பகுதியான தொடுகை ஈரம் தரைமட்ட அளவுக்கு உயர முயற்சிக்கும். இம்மூன்று பகுதிகளிலும் ஏற்கனவே நீர் இருந்து வடிந்திருந்தால், ஈரப்பதம் சற்று அதிகமாகவே இருக்கும்.

5.6 மண்ணில் நாளப்புழை அழுத்தம் :

மண்ணில் நாளப்புழைப் பகுதியிலுள்ள நீர் இழுப்பத்தில் இருக்கும்; அதன் அழுத்தம் வானத்து அழுத்தத்தைவிடக் குறைவாகவே இருக்கும். மண் பரல்களிடையே தோன்றும் பிறைகள், அவை தொட்டுக் கொண்டிருக்கும் பரல்களில் நாளப்புழை அழுத்தத்தைச் சேர்த்து பரலிடை அழுத்தத்தை அதிகமாக்குகிறது. எங்கெங்கு நாளப்புழை நீர் உள்ளதோ அங்கெல்லாம், நாளப்புழை அழுத்தம், பரலிடையே தவிர்க்க இயலாதது.

டெர்சாகியின் கோட்பாட்டுப்படி, அலகுப் பரப்பில் செயல்படும் விசைகளாவன: பரலிடை அழுத்தம் மற்றும் நீர் அழுத்தம்.

$$\sigma_t = \sigma + u_w$$

இதில், σ_t : கூட்டு அழுத்தம்

σ : பரலிடை அழுத்தம்

$\bar{p}$: இன் செங்குத்துக் கூறு

u_w : நீர் அழுத்தம்

நீர் அழுத்தம் நாளப்புழை காரணமாக எதிர்மறைவாக உள்ள இடத்தில், பரலிடை அழுத்தம், கூட்டு அழுத்தத்தைவிட அதிகமாக இருக்கும்; இவ்வதிகம் நாளப்புழை அழுத்தத்திற்குச் சமமாக இருக்கும். மண்ணின் திறம் பரலிடை அழுத்தத்தைப் பொருத்ததாகலின், நாளப்புழை அழுத்தம் பரலிடை அழுத்தத்தைக் கூட்டுவதன் மூலம், மண்ணின் திறத்தைக் கூட்டுகிறது.

தோராயமாக ஒரு கணக்குப் போட்டுப் பார்ப்போம். நீர் அளவற்ற இழுப்பம் தாங்குமென வைத்துக் கொள்வோம். களிமண்ணில் 0.5 மைக்ரான் அளவுத் துகள்கள் அதிகமிருக்கும்; துகளின் பக்கத்துப் புழை அளவு அதைவிடச் சிறியதாக இருக்கும். புழை அளவு 0.2 மைக்ரான் என்றும் ஆரம் 0.1 மைக்ரான் என்றும் வைத்துக் கொள்வோம். 5.3ன்

சமன்பாட்டின்படி நாளப்புழை அழுத்தம் $\dfrac{2\,T_s}{R_c} = \dfrac{2 \times \dfrac{75}{100}}{10^{-5}} = 15000$

களிமண் காய்ந்து சுருக்க எல்லைக்கு வரும்போது நாளப்புழை அழுத்தம் 15 கிலோ/ச.செ.மீ.

சாதாரணத் தண்ணீருக்கு 15 கிலோ/ச.செ.மீ. அளவுக்கு இழுப்பம் உண்டாகுமா என்பது கேள்விக்குரியதே எனினும் 1 கிலோ/ச.செ.மீ . இழுப்பம் இருக்கக்கூடும்; ஒரு மைக்ரானுக்குக் குறைவாகப் புழை அகலம் இருக்கும்போது இதைவிடச் சற்று அதிகமான இழுப்பம் இருக்கவும் கூடும்.

6. தகைவுகள், அழுத்தங்கள்

6.1 மண், தண்ணீர், காற்று கலந்துள்ள ஒரு மண்பொதியை எடுத்துக் கொள்வோம். அதன் மொத்தப் பருமன் V. திடப் பொருள் பருமண் V_s; காலியிடப் பருமன் V_v தண்ணீரின் பருமன் V_w; காலியிட விகிதம் e; திகட்டல் அளவு S_r; துகள்களின் அலகெடை γ_s அல்லது $G\gamma_w$.

நீர்ப்பருமன் $= V_w = \dfrac{S_r\, eV}{1 + e}$

காலியிடப் பருமன் $= V_v = \dfrac{e}{1 + e} V$

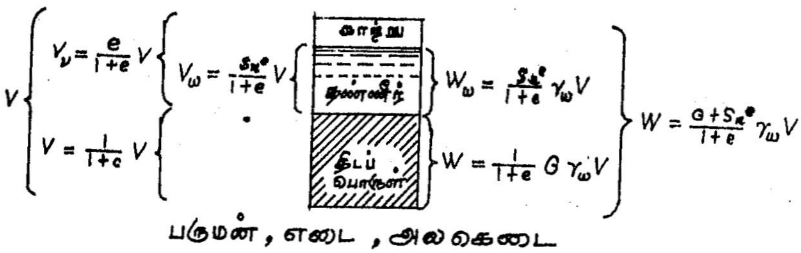
திடப் பொருள் பருமன் $= V_s = \dfrac{1}{1 + e} V$

மொத்தப் பருமன் $= V = V_v + V_s$

நீர் எடை $= W_v = \dfrac{S_r\, e}{1 + e} \gamma_w V$

மண் எடை $= W_s = \dfrac{1}{1 + e} G\gamma_w V$

மொத்த எடை $= W = \dfrac{G + S_r e}{1 + e} \gamma_w V$



படம் 6.1

6.2 அலகெடை என்பது மொத்த எடையை. மொத்தப் பருமனால் வகுத்துக் கிடைக்கும் ஈவு.

$$\gamma_t = \frac{G + S_r e}{1 + e} = \frac{1 + w}{1 + e} G\gamma_w \qquad \text{..................6.1}$$

திகட்டல் அளவு (S_r)க்குப் பதிலாக, ஈரப்பதம் (w) தெரிந்தால் பிற்பகுதிச் சமன்பாடு மிகவும் வசதியானது. மண் உலர்ந்தும், ஈரப்பதம் சுழியாகவும் இருந்தால் உலர் அலகெடை.

$$\gamma_{\text{உலர்}} = \gamma_{dry} = \frac{G}{1 + e}\gamma_w \qquad \text{..................6.2}$$

மண்பரல் முழுகியிருந்தால், மண்பருமனுக்குச் சமமான நீரின் எடை குறைந்திருக்கும்.

மூழ்கெடை (பயன்படு எடை. போலிகை எடை போன்ற சொற்களாலும் சுட்டுவதுண்டு).

$$\gamma_{\text{மூழ்க}} = \gamma_{sub} = \frac{G + S_r e}{1 + e}\gamma_w - \gamma_w = \frac{G - 1 - e(1 - S_r)}{1 + e}\gamma_w \text{..6.3}$$

நீர் திகட்டிய நிலையில்,

$$\gamma_{திகட்} = \gamma_{sat} = \frac{G + 1}{1 + e} \gamma_w \qquad ....6.4$$

பரல் ஒப்பெடை 2.73ம், காலியிட விகிதம் 80% அனுமானித்துக் கொண்டால் பின்வரும் அளவுகள் பொருத்தமாக இருக்கும்.

உலர்மண் அலகெடை 1.52 கிராம்/பரும செ.மீ.
(95 பவுண்டு/க.அடி)

ஈரந்திகட்டிய மண் அலகெடை 1.96 கிராம்/பரும செ.மீ.
(122 பவுண்டு/ க.அடி)

மூழ்கிய மண் அலகெடை 0.96 கிராம்/பரும செ.மீ.
(60 பவுண்டு/ க.அடி)

ஈரந்திகட்டிய என்பதன் மூலம் மண்ணில் சேர்ந்துள்ள நீரோடு எடுக்கும் கூட்டு எடையைக் குறிக்கும். மூழ்கிய என்னும் சொல், தண்ணீருக்குள் மூழ்கியிருக்கும் மண்ணின் எடையைக் குறிக்கும். இரண்டுக்கும் மண்ணின் பருமனுக்குச் சமமான நீரின் எடை வேறுபடும். மெட்ரிக் முறையில் 1 குறையும். பவுண்டு முறையில் நீரின் அடர்த்தியான 62.5 பவுண்டு பருமஅடி குறையும்.

6.3. தகைவுகள்

மண்ணினுள் தரைமட்டத்திலிருந்து z அலகு ஆழத்தில் ஓரலகுப் பரப்பில் வரும் தகைவுகளைக் காண்போம். மண் முழுவதும் சமச்சீரானதென்றும், முழுதும் திகட்டிய நிலையிலுள்ளதென்றும் கொள்வோம். செங்குத்துத் திசையில் மண்ணின் பண்பு மாறுகிறது இயற்கைக் கிடைமட்டத்தில் அடுத்தடுத்து மாற்றம் ஏதுமில்லை எனக் கொள்வோம். தரைமட்டம் வரை நிலநீர் மட்டம் இருப்பதாக வைத்துக் கொள்வோம். அங்கு இரண்டு விதத் தகைவுகள் இருக்கும். ஒன்று பரலிடை அழுத்தம்; மற்றது புழைகளில் நிறைந்துள்ள நீரின் அழுத்தம்.

கிடைமட்டத்தில் ஓரலகுப் பரப்பைக் கருதுவோம். பரலுக்குப்பரல் மோதிக் கோண்டுள்ள இடங்களைக் கருதினால், பரப்பு கிடைக்கோட்டில்

அமையாமல் பரலின் முதுகில் வளைந்து வளைந்து இருக்கும். அதனால் அசல் பரப்பு கிடைப்பரப்பைவிட அதிகமாக இருக்கும். எனினும் கணக்கீட்டிற்காக கிடைப்பரப்பான ஓரலகுப் பரப்பையே எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும்.

இதில் பரல்கள் ஒன்றுக்கொன்று தொட்டுக் கொண்டிருப்பதுபோக மீதி இடங்கள் புழைநீரால் நிரம்பியுள்ளன. நீர் நிலையியல்படி, தண்ணீரின் அழுத்தம் $\gamma_w Z$ அளவு இருக்கும். மண் பொறியியலில் புழைநீர் அழுத்தத்தை *நடுத்தகைவு* என்று குறிப்பிடுவது வழக்கம். தண்ணீர்துகளின் எல்லாத் திசையிலும் அழுத்துகின்றது; அதனால் ஒரு துகள் மற்றதோடு மோத தண்ணீர் உதவுவதில்லை.

ஓரலகுப் பரப்பில் துகள்களின் சந்திப்பு நயமண்ணில் மிகவும் அதிகமாக இருக்கும். ஒன்றுக்கொன்று மோதிக் கொண்டாலும் மொத்தப் பரப்பில் மோதல்கள் அதிகம். தனித்தனிப் பரலிடை அழுத்தம் திசையிலும், அளவிலும் ஒழுங்கற்றவை. எனினும் அவற்றின் கிடைக்கூறுகள் ஒன்றையொன்று ஈடுசெய்து கொள்கின்றன. எஞ்சியது செங்குத்துத் திசைக் கூறுகளின் கூட்டுத் தொகையேயாகும்.

விசையைப் பரப்பால் வகுத்து, தகைவு கூறுப்படுகிறது. எனவே பரப்பளவு எடுக்கும்போது எல்லாப் பண்புகளையும் கூட்டுவதற்குப் போதிய அளவு அகன்றதாக எடுக்க வேண்டும். பரலிடைத் தகைவை, *பயன்படு தகைவு* (effective stress) என்றும் கூறுவதுண்டு.

ஒரு கிடைப்பரப்பில், Z ஆழத்தில், கூட்டு அழுத்தம் எண்ணளவில், அதற்கு மேல் உள்ள எல்லாப் பொருட்களின் எடைக்குச் சமம். பரலிடை அழுத்தத்தை மட்டும் அறியக்கூட்டு அழுத்தத்தில் நடுத்த கைவைக் கழித்து விடுவது எளிய முறை ஆகும். பரலிடை அழுத்தம்,

$$\bar{\sigma} = \frac{G + e}{1 + e}\gamma_w Z - \gamma_w Z = \frac{G - 1}{1 + e}\gamma_w Z \qquad \text{..................6.5}$$

ஏற்கனவே, மண்ணின் மூழ்கெடைக்கு இதே காரணி வலது பக்கம் வந்துள்ளதை மீண்டும் நினைத்துக் கொள்க.

6.4. நீர் மட்டுகள்

நீர்ம நகர்ப்பியலில் head என்ற ஆங்கிலச் சொல்லுக்குப் பல பொருள்கள் உண்டு. அழுத்தத்தைக் குறிக்கும்; உயரத்தைக் குறிக்கும்; வேறு பல இடங்களிலும் வரும். இப்பொருளடைவு காலப்போக்கில் அச்சொல்லுக்கு நிலைத்து விட்டது. இதனை நேரிடையாகத் தமிழ்ப்படுத்தக் கூடாது; புதிய பொருளடைவு கொடுக்கு முன்னர், அதன் பிற பொருள்கள் கருத்தில் முந்திக்கொண்டு வந்து குழறுபடி செய்யும். தற்போது "மட்டு" என்ற சொல் சில அறிஞர்களால் வழங்கப்பட்டு விட்டது. எனவே head என்ற சொல் நீர்ம விசையியலில் என்னென்ன பொருளை ஏற்குமோ அதையெல்லாம் "மட்டு" என்ற சொல்லுக்கு ஏற்றிவிட்டோம்.

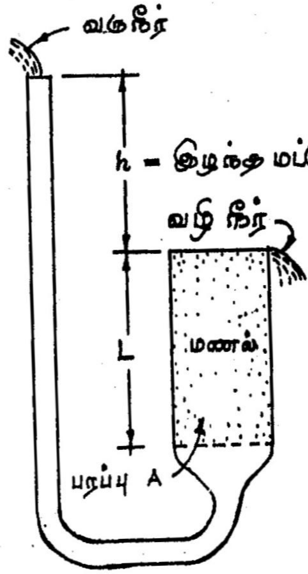
ஒரு நீர்மத்தில் ஒரு புள்ளியின் மட்டு, அதன் வேகமட்டு, அழுத்த மட்டு, உயர மட்டு ஆகியவற்றின் கூட்டுத் தொகை என்பதை அறிவோம்.

வேக மட்டு $\frac{v^2}{2g}$ இதில் v = வேகம், g = ஈர்ப்பு முடுக்கம் மண் வழி நீர்க்கசிவில் 30 செமீ/நொடி என்பது மிகப் பெரிய மதிப்பு ஆகும். எனினும் அதன் வேகமட்டு 0.46 செமீ தான். எனவே வேக மட்டு தள்ளத் தக்கதெனக் கொள்வோம்.

எனவே மொத்த மட்டு என்பது அழுத்தமட்டு மற்றும் உயர மட்டு ஆகியவற்றின் கூட்டுத்தொகை. உயரமட்டு, ஒரு அடிக் கோட்டிலிருந்து உள்ள உயரம் ஆகும். பெரும்பாலும் கசிவு நீர் வெளியேறும் மட்டத்தை அடிக்கோடாகக் கொள்வது மரபு. அதற்குமேல் உள்ள உயரம் உயரமட்டு ஆகும்.

நீர் திகட்டிய மண்ணில் ஒரு நிலைக் குழாயைச் சொருகுவதாக வைத்துக் கொள்வோம். அக்குழாயில் ஏறும் நீர் மட்டமே அழுத்த மட்டு ஆகும்.

6.5. புதை மணல்



படம் 6.2

புதை மணல் பண்பு வரும் வாய்ப்புள்ள
மேல் நோக்கிய நீரோட்டம்

கசிவு நீர் உண்டாக்கும் அழுத்தத்தை அறிய ஒரு பரிசோதனை செய்து பார்ப்போம். படத்தில் காட்டியது போன்ற ஏற்பாடு செய்து கொள்க.

மண்மாதிரியின் அடியில், நீரின் மேல்நோக்கிய அழுத்தம்

$$= (h + L)\gamma_w A$$

இதற்கு மேலுள்ள மண்ணின் எடை $\frac{G + e}{1 + e}\gamma_w LA$

மணல் உள்ள கலத்தில் பக்க உராய்வு இல்லை எனக் கொள்வோம். கலத்திலுள்ள மண் மேல் நோக்கிய நீர்க் கசிவால், மணலை இழுத்துச் செல்ல எவ்வளவு அழுத்த மட்டு தேவை? முன் கண்ட இரண்டு காரணிகளையும் சமப்படுத்தினால் இந்த அழுத்த மட்டு கிடைக்கும் .

$$(h + L)\gamma_w A = \frac{G + e}{1 + e}\gamma_w LA \text{ .... 6.6}$$

இதிலிருந்து, $\frac{h}{L} = \frac{G - 1}{1 + e}$ 6.7

$\frac{h}{L}$ என்பது நீர்ச் சரிமானம் ஆகும்.

6.7 சமன்பாட்டிலிருந்து மேல் நோக்கிய சரிமானம் $\frac{G - 1}{1 + e}$ இருந்தால் தண்ணீர் மேல்நோக்கிக் கசிந்து வந்து மேல்பகுதி மணலை வெளியே தள்ளும். மணல் கொதிப்பது போலிருக்கும். ஆங்கிலத்தில் quick sand என்பர் (Quick means alive) தமிழில் புதை மணல் என்போம். இவ்வாறு மணல் கொதிப்பது போன்ற நிலையில் மண்ணுக்குத் தாங்குதிறனே இருக்காது. எப்பொருளை வைத்தாலும் அப்பொருள் மணலில் புதைந்துவிடும். மேல் நோக்கிய நீர்ச் சரிமானம் சுமாராக ஓரலகாக இருக்கும்போது இவ்வாறு நிகழலாம். புதை மணல் என்பது மணலில் ஒரு வகை அல்ல; மாறாக மணலில் நீர் ஓட்டத்தால் அது திறனிழந்து போகும் நிலையைக் குறிப்பதாகும்.

புதைமணற் பண்பு பெரும்பாலும் பருமணலில் வராது; நயமணலிலேயே தோன்றும். நீர்ச் சரிமானம், ஒன்று தோன்றுவதற்குத் தேவையான உயரம் (h) மணலில் கசிவு திறனைப் பொருத்து அமையும்.

சாதாரணத் தரை கெட்டியாக உள்ளது. மிருகங்கள், மனிதர்கள் நடமாடும் போது தாங்கிக் கொள்கிறது. புதை மணல் குழிகளுக்கு இவ்வாறு தாங்குதிறன் இல்லை; அவ்வளவுதான். தண்ணீரின் எடை பரும அடிக்கு 62.5 பவுண்டு. உப்பு நீர் 64 பவுண்டு இருக்கும். மனிதன் நல்ல தண்ணீரில் மிதப்பதைக் காட்டிலும் உப்பு நிரில் மிதப்பது இன்னும் எளிது. புதை மணலின் அலகெடை $\left(\frac{G + e}{1 + e}\right)\gamma_w$ அதாவது சுமார் 100 பவுண்டு/பரும அடி இருக்கும். எனவே அதில் மிதப்பது எளிது. மிருகங்களின் மொத்த எடையும் பரப்புக் குறைந்த அதன் கால்களில் வருவதால் அழுத்தம் அதிகம். மனிதனுக்கும் அவ்வாறே. புதைமணலைக்

கண்டதும், அதன் மீது படுத்துக் கொண்டால் உடலின் எடை பரவலாகி மிதப்பது எளிதாகிவிடும். புதை மணிலில் கால்விட்டதும், அச்சத்தாலும், குழப்பத்தாலும் அதிர்ச்சியடைந்து நிலை குலைந்து போவதே, அதில் புதைந்து போகக் காரணம்.

6.6 கசிவு விசை :

புதை மணல் நிலைக்கு முக்கிய காரணம் கசிவு நீரின் விசை. பொறியியல் பிரச்சினைகளில் புதைமணல் நிலை தோன்றாவிடினும் கசிவு விசையால் தொல்லைகள் உண்டு. களிமண்ணிலும் கசிவு நீர் வெளியேறும்; ஆனால் களிமண் பற்றுடை மண்ணாகலின், புதைமணல் போன்ற நிலை ஏற்படுவதில்லை.

6.2 படத்தில் மண்ணின் நீளம் L: அதில் நீரைப் புகுத்தும் நீர் மட்டு h, உராய்வு எதிர்த்திறனால் குறைந்துகொண்டே போகும். அது போல நீர் மட்டு ஆற்றல், நீரின் பாகியல்பு உராய்வதால் கரைந்து போகின்றது; அவ்வாறு கரைந்து போகும் போதும், நீர் செல்லும் திசையில் ஒரு விசை அல்லது இழுப்பு உண்டாகிறது. இவ்விசைகள் புழைச் சுவரில், அதாவது துகள்களின் புறப்பரப்பின் மீது உண்டாகின்றது. மண் துகள்களின் மீது உண்டாகும் விசைகளைப் பார்ப்போம்.

$$\text{மண்பொதியின் மூழ்கெடை} = \left(\frac{G - 1}{1 + e}\right)\gamma_w LA$$

கரைந்து போகும் நீர் மட்டு $= h$

மேல் நோக்கிய விசை $= h\gamma_w A$

இவ்விசை பாகியல்பு உராய்வால், மண் பரலுக்கு மாற்றப்படுகிறது. புதை பண்பு தோன்றும் நிலையில், இவை இரண்டும் சமம்.

$$h\gamma_w A = \frac{G - 1}{1 + e}\gamma_w LA$$

மேல் நோக்கிய உந்து விசை $= h\gamma_w A$

சீரோட்டத்தில் இவ்விசை மண்பருமன் (LA) முழுதும் பரவியுள்ளது. எனவே அலகுப் பருமனில் உள்ள விசை : $\frac{h\gamma_w A}{LA} = i\gamma_w$

இந்த வடிவம் கசிவு விசைக்கு சரியான விளக்கம் அளிக்கின்றது. *சமச்சீர் மண் ஊடகத்தில் கசிவு விசை நீரோடும் திசையில் அலகுப் பருமனுக்கு $i\gamma_w$ அளவு இருக்கும்.*

கசிவு விசை, பொருளின் எடையைப் போன்ற ஒரு நிச்சயமான விசை. கசிவு விசை, ஈர்ப்பு விசை இரண்டையும் சேர்த்து ஆராய வேண்டும். இவ்விரண்டின் ஏவரைக் (Vector) கூட்டுத் தொகை, பொருளின் விளைவு விசை (Resultant Body Force) எனப்படும்.

ஈர்ப்பு விசை, கசிவு விசை ஆகியவற்றின் கூட்டு விசையை இரண்டு அணுகுமுறையில் கண்டோம். முதல் முறையில் மொத்த எடை மற்றும் புழைச் சுவர் நடுவிசை (நீர் விசை) ஆகியவற்றைக் கூட்டுவதன் மூலம் கிடைப்பது. இரண்டாவது முறையில் மூழ்கெடை மற்றும் கசிவு விசை ஆகியவற்றைக் கூட்டுவதன் மூலம் கிடைப்பது. இவ்விரண்டு முறையிலும் ஒரே விடைதான் கிடைக்கும். இரண்டுவிசைளும் ஒன்றுக்கொன்று சமமாக இருக்கும்போது புதை பண்பு தோன்றுகிறது. நீர் வெளியேறும் இடத்தில் மண் கொதிப்பு தோன்றும். மண் கொதிப்பு தோன்றாவிடினும் கசிவு நீர் விசை ஈடுகட்டப்படுவது கண்கூடு.

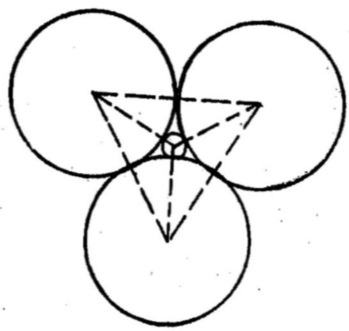
6.7 பாதுகாக்கப்பட்ட வடிதளங்கள் :

மணலின் வழியே மேல் நோக்கிய நீரோட்டம் இருக்கும்போதும், மேல் முனையில் மேல்நோக்கிய நீர்ச்சரிமானம் ஒன்றுக்கு மிகுந்திருந்தாலும், மணலில் புதை பண்பை எதிர் நோக்க வேண்டும். மேலெடையைக் கூட்டுவதன் மூலம் புதை பண்பைத் தடுக்க முடியும் என்பதை முந்தைய பத்திகளில் கண்டோம்; அதனால் மணற்கொதிப்புத் தோன்றி மணல் வெறியேறாமல் பாதுகாக்க முடியும். நுண்மணல் மீது, பெரிய அளவு மணல் மற்றும் சரளையை வடிதளமாகப் பரப்பலாம். இதனால் கூடுதல் எடை கிடைக்கிறது. நீரின் மேல்நோக்கு விசை கரைந்து போகின்றது.

வடிதளத்திற்கு இரண்டு முக்கிய குணங்கள் தேவை:–

1. சிறிய மண் துகள்கள் வடிகலன் மூலம் வெளியேறி மண்ணரிப்பு ஏற்படுத்துவது தடுக்கப்பட வேண்டும்.
2. நீர் ஊடுருவல் எளிதாக அமைந்து நீர் அழுத்த விசை குறையச் சாதகமாக அமையவேண்டும்.

இத்தகைய தேவைகளைப் பூர்த்தி செய்ய, அமைக்கப்போகும் வடிகல மண் பரிமாணங்களைக் கண்டுபிடிக்க, கோளங்களை வைத்து ஆராய்வோம். பருமணலின் வழியே, நயமணல் சென்றுவிடாமல் இருக்க வேண்டும்.



படம் 6.3

மூன்று கோளங்கள் சேர்ந்துள்ளதைப் படத்தில் காணலாம். மூன்று கோளங்களின் நடுவே புகுந்து செல்லக்கூடிய சிறிய கோளத்தையும் படத்தில் காணலாம். சிறிய கோளத்தின் விட்டத்தைப் போல பெரிய கோளத்தின் விட்டம் 6.5 பங்கு பெரிதாக இருக்கும். அளந்தோ, கணக்கிட்டோ இதை அறியலாம். படத்தில் காட்டிய விதமே மிகவும் நெருக்கமான அடைப்பு முறை. எனவே தளர்ந்த நிலை அடைப்பில் உள்கோணம் எளிதில் புகுந்துவிடும். எனவே பெரிய கோளங்களின் விட்டம் 6.5 பங்கைவிட மிகவும் குறைவாக இருக்க வேண்டும். ஜி.இ.பெர்ட்ரம் அவர்கள் ஆய்வகச் சோதனைகளின் மூலம், அடிமணலைப் போல 10 மடங்கு பெரிதாக வடிமணல் இருக்க வேண்டுமெனக் கண்டறிந்தார். வடிபொருளின் புழைமை, பரலின் கூர்மை ஆகியவற்றைப் பொருத்தும் இவ்விகிதம் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டுள்ளது. கார்ல் டெர்சாகி அவர்கள் கீழ்க்கண்ட தொடரைப் பரிந்துரை செய்தார்.

முதலிரண்டு பகுதி வடிமணல் வழியே அடிமணல் புகுந்து வெளியேறி விடாமல் இருப்பதற்கான வழியாகும். வடிமணலின் 15 சதவீத அளவு , அடிமணலின் 85 சதவீத அளவைவிட நான்கு அல்லது 5 சதவீதம் பெரியதாக இருக்க வேண்டும். பின்னிரண்டு பகுதி வடி மணலிலுள்ள கசிவு அழுத்தம் அனுமதிக்கக்கூடிய அளவு மிகக் குறைந்ததாக வைத்திருக்க உதவும். வடிமணல், அடிமணல் ஆகியவற்றின் 15 சதவீத அளவுகளின் விகிதம் 4 அல்லது 5க்கு மிகக் கூடாது.

அடிமணல் மற்றும் வடிமணல் வழியே கசியும் நீரின் வேகம் ஒரே அளவாக இருக்கும். டார்சி விதியின்படி நீர்ச்சரிமானம், ஊடுருவலுக்கு எதிர்விகிதத்தில் இருக்கும். ஊடுருவல் $(D_{15})^2$க்கு தோராயமாக நேர் விகிதத்தில் இருக்கும். எனவே வடிமணலில் அலகுப் பருமனுக்கான கசிவுவிசை, அடிமணலின் அலகுப் பருமனுக்கான கசிவு விசையில் 1/16 முதல் 1/25 பங்கு அளவில் இருக்கும்.

வடிதளம் பல்வேறு அளவு கொண்ட மணல்கள் ஒவ்வொன்றும் வரிசை வரிசையாகப் பரப்பப்பட்டிருக்கும். கீழ் வரிசையைவிட மேலே செல்லச்செல்ல பருமணல் அமையும். இரண்டு வரிசைகளின் இடையினில் மேற்கண்ட விதிமுறை அமைகிறதாவென்று கணித்துக் கொள்ள வேண்டும். மேலே செல்லச்செல்ல மணல் அளவு பெரிதாகிக் கொண்டே செல்வதால் இதனை பிறழ்வடிதளம் (reversed filter) என்றழைப்பர். டெர்சாகியின் முறையை அமெரிக்க நீர்வழிப் பரிசோதனை நிலையம் ஏற்றுக் கொண்டுள்ளது.

மண் அணைகளின் வடிவமைப்பில் வடிதளம் அமைப்பது மிக முக்கியமான பணியாகும். கசிந்து செல்லும் நீர் சிறுமணல்துகள்களைத் தன்னோடு எடுத்துச் செல்லாமல் காப்பது மிகவும் இன்றியமையாதது.

7. செதுக்குத் திறன்

7.1 ஏரிக்கரை, ஆற்றங்கரை, கடற்கரை, மலை, குன்று தரையில் வெட்டிய குழிகள் ஆகியவை தத்தம் சாய்மானத்தில் நிலையாக இருப்பதற்குக் காரணம், மண் மற்றும் கற்களில் உள்ள செதுக்கத் திறன் ஆகும். தண்ணீருக்கு இந்தத் திறன் இல்லை.

Strength என்பதற்கு இணையாக வல்லமை, திறன் என்ற சொற்களைக் கையாளலாம். அதற்கு எதிரான Failure என்ற சொல்லுக்கு இணையாக நொடிப்பு என்ற சொல்லை ஆளுவது பொருத்தமாக இருக்கும்.

மண்ணில், நொடிப்புக்குக் காரணமான அனைத்துவிசைகள் – மண்ணின் தன்அழுத்தம் மற்றும் நீர்க்கசிவு விசை – அவற்றிற்கெதிரான மண்ணிலுள்ள செதுக்குத் திறன் ஆகியவற்றை ஒப்பிட்டு அறிதல் சமநிலை ஆய்வில் முக்கியப் பகுதி ஆகும். செதுக்கத் திறன் கூடுதலாக உள்ள இடத்தில் நொடிப்பு ஏற்பட வாய்ப்பில்லை.

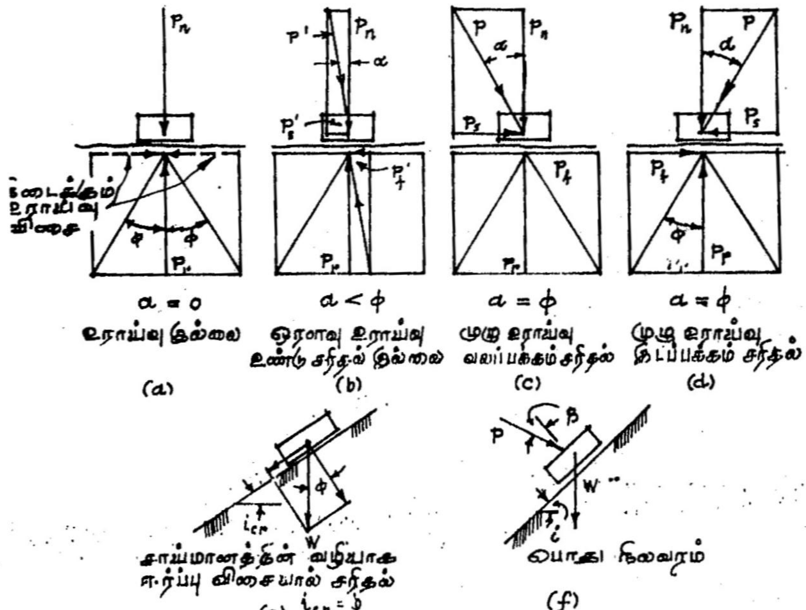
தற்கால மண் விசையியல் மூலம் சமநிலைப் பகுப்பாய்வு தெளிவாகக் கணக்கிட முடியும். சாய்மானத்தின் அளவை நுட்பமாக விளங்கிக் கொள்ள இயலும்.

7.1 a படம் காண்க. ஒரு கிடைமட்டத்தில் ஒரு செவ்வகப் பொருள் நிற்கின்றது. பொருளின் மீதுள்ள எடை, அதன் தன்னெடையுடன் P_n எனக் கொள்க. அதன் எதிர் வினை P_r. இச் செங்குத்து விசைகளினால் தளம் பொருள் இவற்றின் தொடுபரப்பில் (Contact surface) ஒரு கிடை விசை (P_f) தோன்றுகிறது.

$$P_f = P_n \tan\phi = P_n . f$$

இதில், ϕ = உராய்வுக் கோணம்

f = உராய்வுக் கெழு



உராய்வுக்கான விளக்கம் & சரிதலுக்கான காரணம்

படம் 7.1 **a b c d e f**

ϕ மற்றும் f இரண்டும்; தொட்டுக் கொண்டிருக்கும் இருபொருள்களின் தன்மையைப் பொருத்தமாகும். பெரும்பாலான பொருட்களுக்கு இவை மேல் வரும் விசைகளைப் பொருத்தமையாமல் பொருட்களின் தன்மைகளுக்கேற்ற மாறிலிகளாக உள்ளன. எதிர்வரும் ஒரு கிடை விசையை எதிர்க்க வேண்டிய நேரத்தில் மட்டும் P_f தோன்றும்; மற்ற நேரத்தில் தோன்றுவதில்லை; 'a' படத்தில் இவ்விசை தோன்றவில்லை.

7.1 b படத்தில் பொருளின் மேல் விசை P_n உடன் ஒரு சிறிய கிடை விசை P_s' சேர்க்கப்படுகிறது. இவற்றின் விளைவிசை P' எனக் கொள்க. விசை P' செங்குத்து விசையை ஒட்டி α கோணம் சாய்ந்துள்ளது. α கோணத்தை P' விசையின் சாய்வுக் கோணம் என்பர். இது பொருள் மீதான விசையைப் பொறுத்தது; பொருள், மண் ஆகியவற்றின் தன்மையைப் பொருத்ததல்ல. P_s' விசையை எதிர்ப்பதற்காக P_f' என்னும் உராய்வு எதிர்ப்பு விசை தோன்றுகிறது.

அங்குக் கிடைக்கக் கூடிய மொத்த உராய்வான P_f விசையின் ஒரு பகுதியே P_f' ஆகும். P_f யை விட P_f' சிறியது; மற்றும் ϕ கோணத்தை விட α கோணம் சிறியது; அதனால் தளத்தின் மீது பொருள் நழுவாது.

7.1 c படத்தில் P_f க்குச் சமமான P_s விசை சேர்க்கப்படுகிறது. P_f என்ற முழு உராய்வு எதிர்ப்பு விசையும் தோன்றி P_s என்ற விசையை எதிர்க்கின்றது; மேலும் α கோணம் ϕ கோணத்திற்குச் சமமாகி விடுகிறது. அதனால் இனிமேல் பொருள் நழுவ அல்லது நகர வாய்ப்பு உள்ளது. உராய்வு எதிர்ப்பு விசை எப்போதும் நழுவு திசைக்கு எதிராகவே தோன்றும். 7.1d படம் இடது திசையில் பொருள் நழுவும் வாய்ப்பைக் காட்டுகிறது.

7.2 சில அடிப்படைத் தகவல்களை மீண்டும் நினைவு கூர்வோம். உருவாகும் உராய்வு எதிர்ப்பு விசை எதிர்வரும் அழுத்தத்தையும் உராய்வுக் கோணத்தையும் பொருத்ததாக இருக்கும். அழுத்தமோ, உராய்வுக் கோணமோ பூச்சியமாக இருந்தால், உராய்வுத்திறம் தோன்றுவதில்லை. தளத்தின் மீது வரும் அழுத்தத்தில் சாய்வுக்கோணம், உராய்வுக் கோணத்தை விடக் குறைவாக இருந்தால் உராய்வு எதிர்ப்பு விசையின் ஒரு பகுதியே பயன்படுகிறது; அதனால் பொருள் தளத்தின் மீது நழுவும் வாய்ப்பு குறைவு, சாய்வுக் கோணத்தின் எல்லை உராய்வுக் கோணம் ஆகும். சாய்வுக் கோணம் உராய்வுக் கோணத்திற்குச் சமமாக இருந்தால், கிடைக்கக் கூடிய எல்லா உராய்வு எதிர்ப்பு விசையும் தயாராக உள்ளது; எப்போதும் பொருள் நழுவக் கூடும். பொருள் நழுவலுக்கான உய்யம், (மாறுநிலை) சாய்மானக் கோணம் உராய்வுக் கோணத்திற்குச் சமமாகும்போது தோன்றும்.

7.1 e படத்தில் ஒரு சாய்தளத்தின் பொருளின் எடை (ஈர்ப்பு விசை) மட்டும் செயல்படுகிறது. சாய்தளத்தின் சாய்மானத்தைக் கூட்டிக் கொண்டே சென்று அதன் உய்ய அளவான i_{cr} வரை செல்வோம். இந்தக் கோணத்தில் பொருள் நழுவும். இந்த நிலையில் i_{cr} கோணம் உராய்வுக் கோண(ϕ)த்திற்குச் சமமாக இருக்கும். பொருளின் தன்[illegible]டையும், அதன் எதிர்வினையும் செயல்படும் போது மட்டுமே மே[illegible]றியது பொருந்

மேலே அறிந்ததைப் பொதுமைப்படுத்துவதற்காக 7.1f படத்தைக் காண்போம். பொருளின் தன்னெடை W; விளைவிசை P தளத்தின் செங்குத்துக் கோட்டை ஒட்டி β கோணத்தில் செயல்படுகிறது. சாய்தளத்தின் சாய்மானம் i பாகை. P விசை ஈர்ப்புச் செங்குத்துக் கோட்டுடன் அமையும் கோணம் α. W விசை பொருளின் செங்குத்துக்கோட்டுடன் அமைக்கும் கோணம் ϕ. α,ϕ ஆகியவை படத்தில் காட்டப்படவில்லை. முந்தைய படங்கள் கண்டு அறிக.

$$\tan\alpha = \frac{W\sin i - P\sin\beta}{W\cos i - P\cos\beta}$$

α கோணம் ϕ கோணத்திற்குச் சமமாகும் போது பொருள் நழுவத் தொடங்கும். பொருள் கீழ் நோக்கிச் சரியும் போது கூட்டல் குறியும், மேலே நகரும் போது கழித்தல் குறியும் இடம் பெறும். பொதுவாக,

$$\frac{P_s}{P_n} = \frac{P_f}{P_r} = \tan\phi = f$$

மணல்போன்ற பற்றிலா மண்ணில் உராய்வு விசை செதுக்கு விசைக்குச் சமம். களிமண்போன்ற பற்றுடை மண்ணில் வேறு சில காரணிகளும் உள.

7.3. பற்றிலாப் பரல் மண்ணினுள் உள்ளுராய்வு

பற்றிலாப் பரல் மண் அல்லது மணல், கீழே கொட்டி வைக்கப்பட்டிருக்கும் போது, அது செங்குத்தாக இருப்பதில்லை. சற்றே சாய்வாக அமைகின்றது. இச்சாய்மானம் மண்ணின் திறத்திற்கேற்பக் குறைந்து கொண்ட போய் நீர் போன்று சமநிலை அடைகின்றது. ஓரம் கிடைமட்டமாக இல்லாமல் சாய்மானமாக நிற்பதற்கு மண்ணிலுள்ள செதுக்குவிசை அல்லது உள்ளுராய்வே காரணம். திடப்பொருளின் உராய்வை விட மணலின் உள்ளுராய்வை எளிதில் விளக்க இயலாது. மணலின் உள்ளுராய்வு, ஒன்றின் மேலொன்று உராய்வதாலும், உருளுவதாலும் உண்டாகின்றது. பரல்கள் ஒன்றோடொன்று பின்னிக் கொண்டிருப்பது உள்ளுராய்விற்கும் அதனால் ஏற்படும் செதுக்கத்திறத்திற்கும் காரணமாகும்.

மணல் பொதியில் ஒரு பரப்பின் வழியே எல்லாச் செதுக்கத் திறத்தையும் மீறி நழுவல் தோன்றுவதற்கான சமன்பாடு.

$$P_s = P_n \tan\phi$$

இதில், P_n = நழுவல் தோன்றிய பரப்பிற்குச் செங்குத்துத் திசையில் செயல்படும் விசையாகும். உள்ளுராய்வுக் கோணம் ϕ, மணலின் அடர்த்தி, புறநயம் ஆகியவற்றைப் பொருத்ததாக இருக்கும். அழுத்தத்தின் அளவு, திசை ஆகியவற்றைப் பொருத்தும் இக்கோணம் மாறும்; எனினும் குறிப்பிட்ட அடர்த்தியில், ஒரு மண்ணின் உள்ளுராய்வுக் கோணம் ϕ மாறிலியாக இருக்கும்; அதனால் செதுக்கத் திறன் மாறிலியாக இருக்கும் என எடுத்துக் கொள்ளலாம்.

மணலின் நழுவல் எந்தத் திசையில் வேண்டுமானாலும் ஏற்படலாம். எனவே மண்ணின் செதுக்குத் திறன் அறிய மணலினுள் ஒரு குறிப்பிட்ட புள்ளியின் வழியே செல்லும் பல்வேறு தளங்களில் இயங்கும் தகைவுகளின் உறவை அறிந்திருப்பது செதுக்கத்திறனை அறிவதற்கு முன்னோடி ஆகும்.

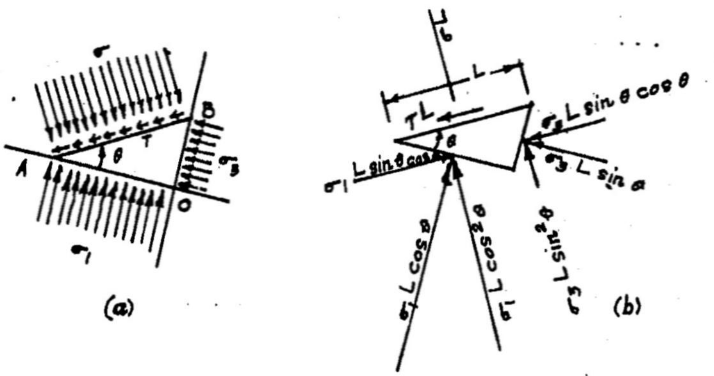
7.4 ஒரு குறிப்பிட்ட புள்ளியில் தகைவுகள்

ஒரு குறிப்பிட்ட புள்ளியின் வழியே செல்லும் எந்த ஒரு தளத்திலும், செங்குத்துத் தகைவும், செதுக்கத் தகைவும் செயல்படும். ஒரு விசையை, அத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாகச் செயல்படும் கூறு ஆகவும், இணையாகச் செயல்படும் கூறு ஆகவும் பிரிக்கலாம். செங்குத்துக் கூறு நேர்தகைவு (σ) எனப்படும். இணையாகச் செயல்படுவது செதுக்கத் தகைவு (λ) எனப்படும். ஓரலகுப் பரப்பில் செயல்படும் தகைவுக் கூறுகள் கணக்கிலெடுத்துக் கொள்ளப்படும்.

மண்ணியலில் அழுத்தம் நேர்மமாகவும் இழுப்பம் எதிர்மமாகவும் கருதப்படுகின்றன.

ஒரு தலைமைத் தளம் என்பது மண்பொதியில் செதுக்கத் தகைவு இல்லாத (அல்லது பூச்சியமாக உள்ள) தளம் ஆகும். எனவே ஒரு பு[illegible] வழியே ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாக உள்ள மூன்று தலை[illegible]மையும். இந்த மூன்று தளங்களிலும் இயங்கும்

செங்குத்துத்தகைவின் அளவைப் பொருத்து, இவை, பெருமத் தலைமைத்தளம், இடைநிலைத் தலைமைத்தளம், சிறுமத் தலைமைத்தளம் என்றழைக்கப்படும்.



ஒரு புள்ளியில் வரும் தகைவுகளுக்கான சமன்பாடுகள் வரவழைப்பதற்காக எடுத்துக்கொண்ட சித்திரம்

படம் 7.2

ஆங்கிலத்தில் normal, vertical என்ற இரண்டு சொற்கள் உள்ளன. normal என்பது ஏதாவதொரு தளத்திற்குச் செங்குத்தாக உள்ளதைக் குறிக்கும். Vertical என்பது தரைக்குச் செங்குத்தாக உள்ளதைக் குறிக்கும். Normal Stress என்பதை செங்குத்துத் தகைவு என்றும், Vertical load என்பதைத் நேர் செங்குத்துத் தகைவு என்று இனி கையாளுவோம்.

7.2 a படத்தில் அழுத்தம் ஏறிய மண் பொதியில் 0 என்பது ஒரு புள்ளியைச் சுட்டும். OA என்பது பெரும தலைமைத் தளம்; இதன் மீது σ_1 என்ற தலைமைச் செங்குத்துத் தகைவு செயல்படுகிறது. OB என்பது சிறுமத் தலைமைத் தளம்; இதன் மீது σ_3 என்ற சிறுமத்தலைமைத்தகைவு செயல்படுகிறது. இடைநிலைத் தலைமைத் தளம், இவ்விரண்டிற்குச் செங்குத்தாக உள்ளது.

ஏதாவதொரு தளத்தை, வரையரை செய்ய, அது பெருமத் தலைமைத் தளத்தோடு அமைக்கும் கோணம் θ வைக் கொண்டு

குறிக்கின்றோம். இத்தளத்தில் செயல்படும் தகைவுகளைக் நம்மால் கணக்கிட இயலும்.

AB தளத்தின் நீளம் L எனக் கொள்வோம். அதன் செங்குத்து நீளம் ஓரலகு எனக் கொண்டால் இதில் செங்குத்துத் தகைவு σவும் செதுக்கத் தகைவு λ வும் செயல்படும்.

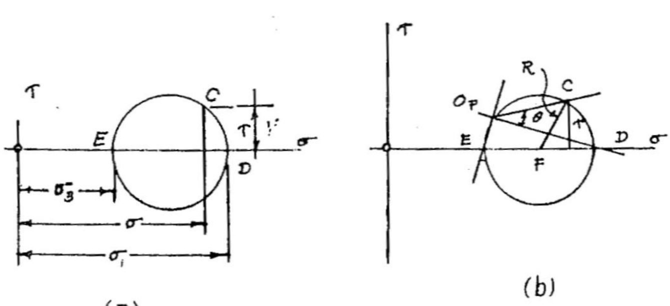
7.2 b படம் காண்க. அதில் AB, BC, AC தளங்களில் செயல்படும் தகைவுகளின் ஏவரைகளாகக் காட்டப்பட்டுள்ளன. AB தளத்திற்குச் செங்குத்துத் திசையிலும், இணைத் திசையிலும் செயல்படும் விசைகளை சமப்படுத்தினால் கீழ்வரும் சமன்பாடுகள் கிடைக்கின்றன.

$$\sigma = \sigma_1 \cos^2\theta + \sigma_3 \sin^2\theta = \sigma_3 + (\sigma_1 - \sigma_3)\cos^2\theta$$

$$\lambda = (\sigma_1 - \sigma_3)\sin\theta\cos\theta$$

7.5 மோர் படம்

தகைவுகளைக் கணிப்பதற்கு *மோர்* என்ற அறிஞரால் உண்டாக்கப்பட்ட மோர் வரைபட முறை உதவும். செங்குத்துத் தகைவை கிடை அச்சிலும் செதுக்கத் தகைவை நிலை அச்சிலும் வைத்து வரைய வேண்டும். θ கோணத்தைப் பூச்சியம் பாகையிலிருந்து மாற்றிக் கொண்டே வந்தால், வேறு வேறு தளங்கள் கிடைக்கும். அவற்றில்



(முந்தைய படத்திலுள்ள தகைவுகளுக்கேற்ற மோர் படம்)

படம் - 7.3

செயல்படும் செதுக்கத் தகைவையும் செங்குத்துத் தகைவையும் தொடர்ந்து வரைந்தால் ஒரு வட்டம் கிடைக்கும். இதனை ***மோர் வட்டம்*** என்பர்.

7.3 a படத்தில் E,D புள்ளிகள் σ_3, σ_1 ஆகும். θ சாய்மானத் தளத்தில் σ செங்குத்துத் தகைவுக்கான செதுக்கத்தகைவு λ, c என்ற புள்ளியில் அமைகின்றது. மோர் வட்டத்தின் மையம் σ அச்சில் உள்ளது.

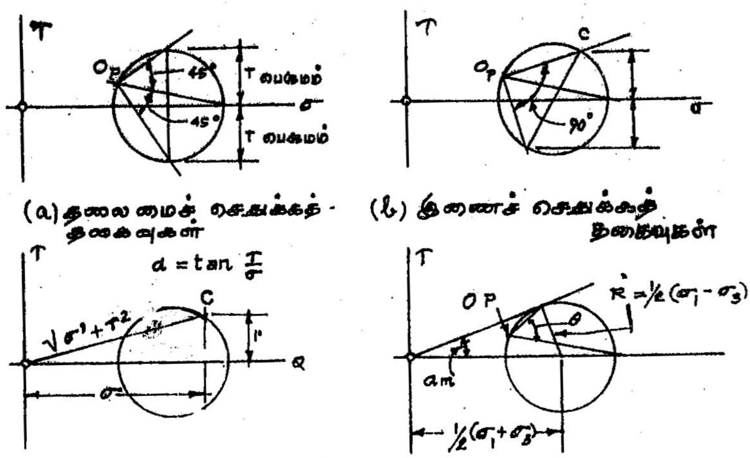
மோர்ப் படத்தின் மூலம் மூன்று தளங்களின் அமைவை அறியலாம். D புள்ளி வழியாக 7–2 a படத்திலுள்ள OA கோட்டிற்கு இணையாக நேர்கோடு வரைந்தால், அது மோர் வட்டத்தை வெட்டுமிடம் O_p. இப்புள்ளி தளங்களின் கூடுமுனை ஆகும். O_p வழியாக O_pD கோட்டிற்குச் செங்குத்துக் கோடு வரைந்தால் அது E புள்ளி வழியே செல்லும். E புள்ளி சிறுமத் தலைமைத் தகைவைக் குறிக்கும். எனவே O_pE தள்ம் சிறுமத் தலைமைத் தளத்தைக் காட்டும்.

O_p வழியாக, தானாகதேர்ந்தெடுத்த ஒரு தளத்திற்கு இணையாக வரையப்படும் கோடு, மோர் வட்டத்தை வெட்டுமிடத்தில் ஆயங்கள் அத்தளத்தில் செயல்படும் தகைவுகளைக் காட்டும்.

படத்தில் மோர் வட்டத்தின் மையம் F புள்ளி. மோர் வட்டத்தின் ஆரம் R. செதுக்குத்தகைவு λ இதைக் குறிக்கும் புள்ளி C. இப்படத்தில் CFD கோணம் 2θ இருக்கும். CFD கோணம் CD வில்லை அடக்கிய மையக் கோணம்; COpD கோணம் அதே CD வில்லை அடக்கிய உட்கோணம் ஆகும்; சம்பந்தப்பட்ட உட்கோணத்தைப் போல, மையக்கோணம் இருமடங்கு இருக்கும். எனவே COpD கோணம், θ இருக்கும் என்பதில் ஐயமில்லை.

இதிலிருந்து $\lambda = R \sin 2\theta$ என்ற உறவு வெளிப்படுகிறது.

7–2 படத்தில் செதுக்குத்தகைவு இடம்புரியாகக் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதுவே 7–3 படத்தில் நேர்மமாக குறிக்கப்பட்டுள்ளது. இடம்புரியாக உள்ள செதுக்குத்தகைவு நேர்மமாக, மோர் வரைப்படத்தில் உபயோகிப்பது பழக்கம்.



(a) தலைமைச் செதுக்கத் தகைவுகள் (b) இணைச் செதுக்கத் தகைவுகள்

(c) சாய்மானமும் விளைதகைவும் (d) பெருமச் சாய்மானம்

மோர் படம் விளக்கும் அடிப்படை உறவுகள்

படம் 7-4

படத்திலுள்ள வடிவங்களிலிருந்து, ஏற்கனவே விசையியலில் கணக்கிட்டு அறிந்த உறவுகள் பலவற்றை, மோர் வட்டத்தில் நேரடியாக அறிந்து கொள்ளலாம்.

1. பெருமச் செதுக்கத்தகைவு : இதன் அளவு = ½ (σ_1 - σ_3) இது மோர் வட்டத்தின் ஆரத்திற்குச் சமம். தலைமைச் செதுக்கத் தகைவு θ மதிப்பு 45 பாகையாக உள்ள தளத்தில் உண்டாகின்றது. (படம் 7–4 a)

2. ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாக உள்ள தளங்களில் செயல்படும் செதுக்கத் தகைவுகள் அளவில் சமமாகவும், திசையில் எதிராகவும் இருக்கும். இவற்றை இணைவுச் செதுக்கத் தகைவுகள் (conjugate shearing stresses) என்லாம். (படம் 7–4 b)

3. எந்த ஒரு தளத்திலும், விளை தகைவு $\sqrt{\sigma^2 + \lambda^2}$ ஆகவும்

$$\tan^{-1} \sqrt{\frac{\lambda}{\sigma}}$$ சாய்மானத்திலும் இருக்கும் (படம் 7–4 c).

4. பலவகைத் தளங்களில், பெருமச் சாய்மானத் தளத்தைக் கண்டுபிடிக்க, அச்சுகளின் மையப்புள்ளியிலிருந்து மோர் வட்டத்திற்கு ஒரு தொடுகோடு வரைந்தால் கிடைக்கும் கோணம் (α_m) ஆகும். (படம் 7–4 d)

7–4 d படத்துடன் பெருமச் செதுக்கத் தகைவு காட்டும் 7–4 a படத்துடன் ஒப்பிட்டுக் காண்க. பெருமச் சாய்மானத் தளத்தின் செதுக்கத் தகைவு பெருமச் செதுக்கத் தகைவைவிடக் குறைவாகவே இருக்கும். மண் சரியும் வாய்ப்பு, பெருமச் செதுக்கத் தகைவு உள்ள தளத்தை விடப் பெருமச் சாய்மானம் உள்ள தளத்திலேயே அதிகம்

மோர் வட்டத்திலிருந்து அறியும் வேறுசில சமன்பாடுகள் வருமாறு :

$$\sin\alpha_m = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_1 + \sigma_3}$$

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_3} = \frac{1 + \sin\alpha_m}{1 - \sin\alpha_m}$$

$$\theta_{cr} = 45 + \tfrac{1}{2}\alpha_m$$

$$\sigma_{cr} = \sigma_3(1 + \sin\alpha_m)$$

இவற்றில் θ_{cr}, σ_{cr} ஆகியவை பெருமச் சாய்மானத் தளத்தின் கோணமும், அங்கு செயல்படும் செங்குத்துத்தகைவும் ஆகும்.

7.6 பரலிடை அழுத்தம், உள்ளார்ந்த அழுத்தம், பற்று

பற்று மிகுந்துள்ள களிமண், வண்டல் போன்ற மண்களில் புழைமையால் செதுக்கத்திறன் ஏற்படுகிறது. இதனைப் போலிகைப் பற்றுத் தகைவு என்பர். ஒரு மண் மாதிரியைத் தண்ணீருக்குள் வைத்தால், அது மெதுவாக உதிருவதைப் பார்க்கலாம். இவ்வாறு உதிரும்போது போலிகைப் பற்றுத் திறன் இழக்கப்படுகிறது. இதனை நீர்ப்புச் சோதனை எனலாம் (Slaking test).

இவ்வகை நீர்ப்புச் சோதனைகளில் சிலவகைக் களிமண், நாளப்புழைமையால் உண்டான பரலிடை அழுத்தம் முழுவதையும் இழந்துவிடும். சிலவகைக் களிமண் இவ்வழுத்தத்தை குறைவாக இழக்கும். இவ்வாறு மிகக் குறைந்த அளவே அழுத்தத்தை இழக்கும் வகைக் களிமண்ணில், வேறு வகைப் பிணைப்புகளால் அழுத்தம் நிறுத்தி வைக்கப்பட்டிருக்க வேண்டும். அது பரல்கள் ஒன்றுக் கொன்று ஒட்டியோ அல்லது ஒட்டாமலோ இருக்கும் நிலையில், அவற்றின் பகுதியாக உள்ள உட்படுநீர் (adsorbed water) என்ற பகுதியால் ஏற்படும் பிணைப்பு ஆகும். இந்த உட்படுநீர் கனிமத்தன்மை உடையது; நீரோட்டமுடையது எனினும் ஒட்டவேகம் மிகமிகமிகக் குறைவாக இருக்கும். நீரில் மூழ்கிய மாதிரிமண், போதிய நேரம் மூழ்கி இருந்தால், இப்பிணைநீரால் ஏற்பட்ட அழுத்தம் மெல்ல மெல்லக் குறைந்து கொண்டே வரும்; இதற்குப் பல ஆண்டுகள் தேவை. தோற்றப்பற்று நீங்குவதற்கு ஒரு சில நிமிடங்களோ மணிகளோ போதும் என்பது ஒப்பிட்டு அறியத்தக்கது. இத்தகைய நிலையான அழுத்தத்தை நிலையான பற்று எனலாம்; சில உள்ளார்ந்த அழுத்தத்தால் இந்நிலையான பற்று உண்டாகிறது. களிமண், ஷேல் வகையில் சேரும்போது, இத்தகைய உண்மையான பற்று உருவாகின்றது.

உள்ளார்ந்த அழுத்தம் சம்பந்தமான தற்காலக் கருத்துக்கள் எல்லாம் உத்தேசமானவைகளேயாகும். திடப்பொருள்களின் மீது பாரம் ஏறும் போது, அடுத்தடுத்த துகள்கள் விலகிப் போகாமல் தடுக்க சில உள்ளார்ந்த கவர்ச்சி அல்லது பிணைப்பு உள்ளது. அல்லது உருவாகின்றது. இத்தகைய உள்ளார்ந்த அழுத்தத்தால் உண்டாகிய செதுக்கத் திறனை பற்று (cohesion) என்பர். வெளி அழுத்தம் ஏதும் ஏற்படாத வகையில் இத் திடப் பொருளில் நொடிப்பு ஏற்படாது.

பற்றுத்திறன் = $P_t \tan\theta$ என்ற உறவால் சிலர் கூறுவர். P_t உள்ளார்ந்த அழுத்தம். θ = உராய்வுக் கோணம். பற்று பற்றிய அடிப்படைக் கொள்கைகளை விளக்க இச்சமன்பாடு பயன்படுகிறது.

உள்ளார்ந்த அழுத்தம், திடப்பொருளின் எல்லாத் திசையிலும் சமமாகச் செயல்படுவதாக எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. அதனால் உள்ளார்ந்த அழுத்தத்திற்கு மோர்ப் படம் வரைந்தால் அது ஒரு புள்ளி வட்டமாக இருக்கும்.

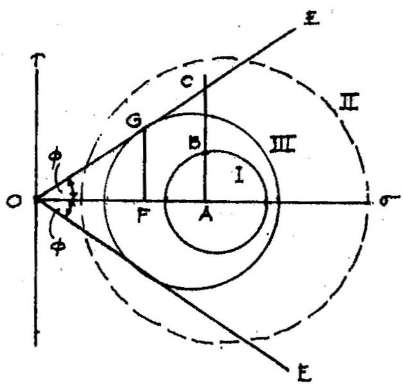
7.7 மோர் செதுக்குத்திறன் கோட்பாடு :

எந்த ஒரு தளத்திலும், செதுக்கத் தகைவை பின்வரும் சமன்பாட்டால் அறியலாம்.

$\lambda = \sigma \tan\phi$

சாய்மானக் கோணம் பெருமமாகவும், அதன் உச்ச மதிப்பான கோணம் இருக்கும் போது, ஒரு பற்றிலா மண்ணின் செதுக்கத் திறனை பின்வருமாறு குறிக்கலாம்.

$s = \sigma \tan\phi$



மோர் வலிமைக் கொள்கையை விளக்கும் படம்

படம் 7-5

மோர்ப் படத்தின் தொடக்கம் வழியாக நேர்ம, எதிர்ம φ கோணம் வைத்து இரண்டு கோடுகள் வரைவோம். (படம் 7–5) இவை மே ார் உறை எனப் பெயர் பெறும். (OE & OE')

ஒரு மணல் மாதிரிக்கூறில் ஒரு குறிப்பிட்ட புள்ளியில் செயல்படும் தகைவுகளை மோர் வட்டம் I குறிப்பிடுகிறது. இப்புள்ளிகள் வழியாக அமைக்கப்படும் எல்லாத் தளங்களில் உண்டாகும் செதுக்கத் தகைவுகள், எடுத்துக்கொண்ட மாதிரி மணல் கூறின் செதுக்குத்திறனான $s = \sigma \tan\phi$ யை விடக் குறைவாக இருப்பதைப் படம் 7–5 மூலம் அறியலாம்.

செங்குத்துத் தகைவு OA ஆக உள்ள தளத்தில், செதுக்குத் தகைவு AB. இது அங்குள்ள செதுக்குத் திறன் ACயைவிடக் குறைவு. எனவே இத் தளத்தில் நொடிப்பு ஏற்படாது.

மோர் வட்டம் II இயற்கைக்குப் புறம்பானது. ஏனெனில் செதுக்கத் தகைவு எப்போதுமே செதுக்கத் திறத்தைவிட அதிகமாவது சாத்தியமில்லை.

மோர் வட்டம் III மோர் உறைக் கோடுகளை G புள்ளியில் தொடு கோடுகளாகக் கொண்டுள்ளது. செங்குத்தகைவு OF ஆக இருக்கும் போது செதுக்கத் தகைவும் செதுக்கத் திறனும் FG ஒன்றாக உள்ளன. $\alpha_m = \phi$ என்ற உறவை வைத்து மற்ற சிறப்பு விதிகளை ஐந்தாம் சமன்பாட்டின்படி கணக்கிடலாம். இத்தளத்தில் நொடிப்பு எப்போது வேண்டுமானாலும் நிகழலாம். அபாயத் தளத்தில் நேர்விசை சற்று கூடினாலே, நொடிப்பு நிகழ்ந்து விடும்.

மோர் நொடிப்புக் கோட்பாட்டை மேற்கண்ட எடுத்துக்காட்டு விளக்குகின்றது. எனவே பொதுவாக

1. மோர் உறைக்குள்ளாக உள்ள மோர் வட்டம் ஒரு புள்ளியில் எந்தத்தளத்திலும் நொடிப்பு நிகழ வாய்ப்பில்லாத சமநிலையைக் காட்டுகின்றது.
2. மோர் வட்டம், மோர் உறைகளைத் தொட்டுக் கொண்டிருக்கும் போது, தொடுபுள்ளியால் நிர்ணயிக்கப்படும் தளத்தில், நொடிப்பு எப்போது வேண்டுமாயினும் நிகழக்கூடும் என்ற அபாய நிலை உள்ளது.

மோர் உறை, பொருளின் பண்புகளையும் பொருத்ததெனவும், தகைவுகளைப் பொருத்ததன்று எனவும் கொள்ள வேண்டும். மோர் வட்டம், பாரத்தால் வரும் தகைவுகளைப் பொருத்ததேயன்றி, பொருளின் பண்பைப் பொருத்ததன்று.

ஆறாம் சமன்பாட்டிலுள்ள σ, s ஆகியவை செங்குத்துத் தகைவையும், செதுக்கத் தகைவையும் சுட்டுகின்றன; இவையே நொடிப்பு நிகழக் காரணமானவை; இவையிரண்டும் நொடிப்பு நிகழக் கூடிய தளத்திலேயே செயல்படுகின்றன. நொடிப்புத் தளத்துத் தகைவுகள்

என்பதைச் சுட்டுவதற்காக σ_f என்றும் குறிப்பதுண்டு. எனவே செதுக்கத் தகைவு = $\sigma_f \tan \phi$.

செதுக்கத் தகைவு, உராய்வால் தோன்றுகிறது; உராய்வு செங்குத்துத்தகைவால் தோன்றுகிறது. உராய்வுத் திறன் வேறு அழுத்தங்களால் வருவதன்று.

நொடிப்பு நிகழும்போது, மண்ணின் திறனை செங்குத்துத் தகைவுகளில் கூறுவது நல்லது. மோர் வட்டத்தின்படி

$$\sigma_f = \sigma_3 (1 + \sin\phi)$$
$$= \sigma_1 (1 - \sin\phi)$$
$$= (\sigma_1 - \sigma_3) \frac{\cos^2\phi}{2\sin\phi}$$

இறுதிச் சமன்பாட்டிலுள்ள தகைவு வித்தியாசத்தை *அமுக்குத் திறன்* என்று கூறுவர். மேலும்

$$s = \sigma_f \tan \phi$$
$$= \sigma_3 \tan\phi (1 + \sin\phi)$$
$$= \sigma_1 \tan\phi (1 - \sin\phi)$$
$$= (\sigma_1 - \sigma_3) ½ \cos\phi$$

நொடிப்பு நிலையில் ϕ கோணத்திற்குப் பல மதிப்புகளை வைத்து செதுக்குத்திறனை கணக்கிட்டுப் பார்ப்போம்.

$\phi = 25^0$:- $s = 0.47\sigma_f = 0.66\sigma_3 = 0.27\sigma_1 = 0.45 (\sigma_1 - \sigma_3)$

$\phi = 30^0$:- $s = 0.58\sigma_f = 0.87\sigma_3 = 0.29\sigma_1 = 0.43 (\sigma_1 - \sigma_3)$

$\phi = 35^0$:- $s = 0.70\sigma_f = 1.00\sigma_3 = 0.30\sigma_1 = 0.41 (\sigma_1 - \sigma_3)$

$\phi = 40^0$:- $s = 0.84\sigma_f = 1.38\sigma_3 = 0.30\sigma_1 = 0.38 (\sigma_1 - \sigma_3)$

மோர் திறன் கொள்கையில் இரண்டு அனுமானங்கள் உள்ளன :

(1) இடைநிலைத் தலைமைத் தகைவால், செதுக்கத் திறன் மாறுவதில்லை.

(2) அழுத்தத்தைத் தவிர வேறு எதுவும் செங்குத்துத்திறனை மாற்றுவதில்லை. இவ்விரு அனுமானங்களை வைத்தே உறைக்கோடுகள் இரண்டும் வரையப்படுகின்றன.

உண்மையில் இடைநிலைத் தலைமைத் தகைவு, அடர்த்தி, மண்கட்டுமானம் (soil structure), செதுக்கத்தால் நொடிக்கும் போது உருமாறும் வேகம், மற்றும் சில பண்புகள், செதுக்கத் திறனை மாற்றுகின்றன.

உள்ளுராய்வுக் கோணம் மாறிலியாக இருந்தால் மோர் உறை நேர்கோடாக இருக்கும். உண்மையில் அழுத்தம் கூடும்போது உள்ளுராய்வுக் கோணம் குறைகின்றது. எனவே மோர் உறை நேர் கோடாக இல்லாமல் வளைவு கொண்டதாக இருக்கும்.

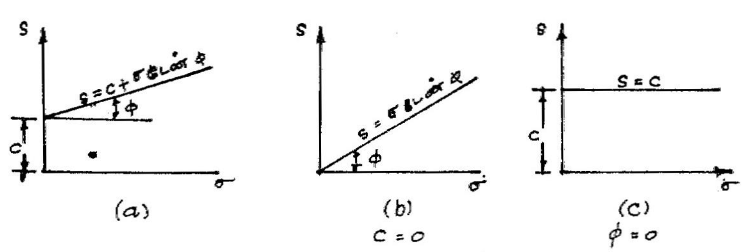
மோர்த் திறன் கோட்பாடு முழுதும் ஏற்றுக் கொள்ளக்கூடியதல்ல. அதிலும் குறைகளுண்டு. எனினும் இக் கோட்பாடு செயல்முறைக்கு ஒத்தது தான்.

7.8. பற்றுடை மண், பற்றிலா மண்

செதுக்கத் திறம் அறிவதற்கான சமன்பாடு

$s = c + \sigma \tan\phi$

இதிலே c என்பது மண்ணின் பற்றால் விளைவது. செங்குத்து விசையோடு தொடர்பு இல்லாதது. பற்றிலா மண்ணில் இது பூச்சியம் ஆகும்; எனவே $s = \sigma \tan\phi$



மண்ணின் செதுக்கத் திறன்.

படம் 7-6

புழைநீரின் திகட்டல் அளவு 100 சதவீதமாக அமைந்த, பற்றுத்திறன் மிகுந்த களிமண், வண்டல் போன்ற மண் வகைகளில் உள்ளுராய்வு எதிர்ப்புத் திறனை பூச்சியமாக வைத்துக் கொள்ளலாம். அப்போது s = c. ஆகவே மண் விசையியலில் ϕ, c அகியவை மண்ணின் செதுக்கத் திறன் அளவு கோல்களாகக் கருதப்படுகின்றன. (shear strength parameters).

ஆய்வகச் சோதனைகளிலிருந்து கிடைக்கும் செதுக்குத் திறன் அளவுகோல் மதிப்புகளை விழிப்போடு பயன்படுத்த வேண்டும். ஏனெனில் கட்டுமானத்தின் முன்னும் பின்னும் அது மாறிக் கொண்டேயிருக்கும். பொதுவாகக் களிமண்ணின் உய்யச் செதுக்குத்திற மதிப்பு அதன் மீது பாரம் ஏறிய உடனே அல்லது கட்டிமுடிந்த உடனே இருப்பதாகும். அப்போது செதுக்கத் திறம் பற்றால் மட்டுமே வருவதாகும். எனவே கணிப்பின் போது $\phi = 0$ எனக் கொள்ளுதல் பொருந்தும். மெதுவாகப் புழைநீர் வெளியேறுகிறது. இதனால் பரலிடை உராய்வுத் தகைவு கூடிக்கொண்டே வருகிறது. s = c நிலையிலிருந்து $s = c + \sigma \tan\phi$ என்றவாறு செதுக்கத்திறம் கூடுவதால், காலஞ் செல்லச் செல்ல, காப்புக் காரணி கூடிக்கொண்டே வருகிறது. எனினும் கூடிய செதுக்கத் திறம் குறையவும் வாய்ப்புகளுமுண்டு.

சில வேளைகளில் நாட்செல்லச் செல்ல செதுக்கத்திறம் குறைவதுமுண்டு. அவை வருமாறு;-

1. பாரங்குறைதல் :- குழிகள் வெட்டும் போது மண்ணின் மேற்பாரங் குறைகிறது; கீழ் மண் மெதுவாக விரிவடைந்து மென்மையடைகிறது. அதனால் செதுக்கத் திறம் குறைய வாய்ப்புண்டு.

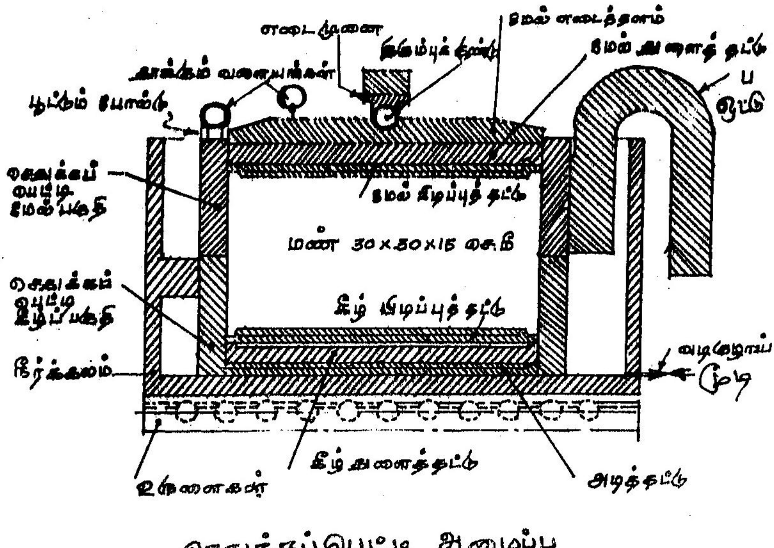
2. புழைநீர் அழுத்தம் கூடுதல் :- நிலத்தடி நீர் மட்டம் கூடுவதால் நீர் அழுத்தம் கூடுகிறது. அதனால் புழைநீர் அழுத்தமும் கூடுகிறது. இது பரலிடை அழுத்தத்தைக் குறைக்க முயற்சிக்கின்து.

3. வெடிப்புகள் இளகுதல் :- களிமண்ணில், ஈரங்குறைவதால்

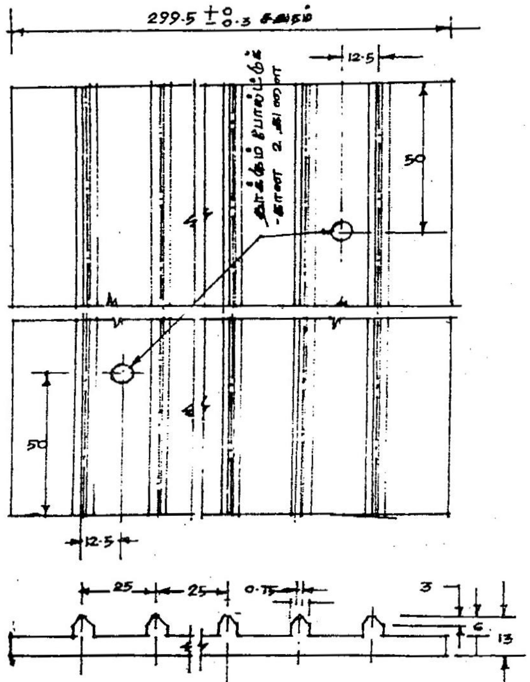
ஆங்காங்கு வெடிப்புகள் தோன்றியிருக்கும். இவ்வெடிப்புகளின் வழியே நீர் புக நேர்ந்தால் மண் இளகி செதுக்கத் திறம் குறையும்.

7.9. நேர் செதுக்கச் சோதனை (சரள கலந்த மண்) அய் எஸ் 2720 பகுதி 39 பிரிவு 1/1977

மண்ணின் துகள் அளவு 4.75 மிமீக்கு அதிகமாக உள்ள மண்ணுக்கு இச்சோதனை பொருந்தும். இதற்கு 300 x 300 x 150 மிமீ அளவுள்ள செதுக்கப்பெட்டி பயன்படும். இது மேலும் கீழுமாக இரண்டு பகுதிகளாகப் பகுக்கப்பட்டிருக்கும். பெட்டியின் கீழ்ப் பகுதியில் நீர் புகுவதற்காக 1.5 மிமீ விட்டமுள்ள துளைகள் இருக்கும். பிடிப்புக்காக மேலும் கீழும் வைத்திட பிடிப்புத் தகடுகள் (படம் 7–8, 7–9) உண்டு மற்றும் துளையுள்ள, துளையில்லாத மேல், கீழ்த் தட்டுகள் (படம் 7–10, 7–11) அடித்தட்டு (படம் 7.12), பாரந்தாங்கும் தட்டு, எடைகள், விசையறிவளையம், மைக்ரோ மீட்டர் டயல்கேஜ், நிறுத்தக் கடிகாரம், தராசு முதலியன தேவை.

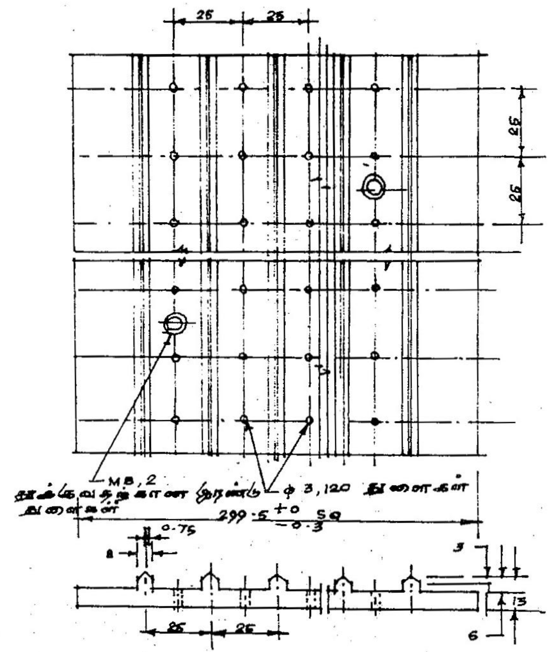


செதுக்கப்பெட்டி அமைப்பு
படம் 7-7



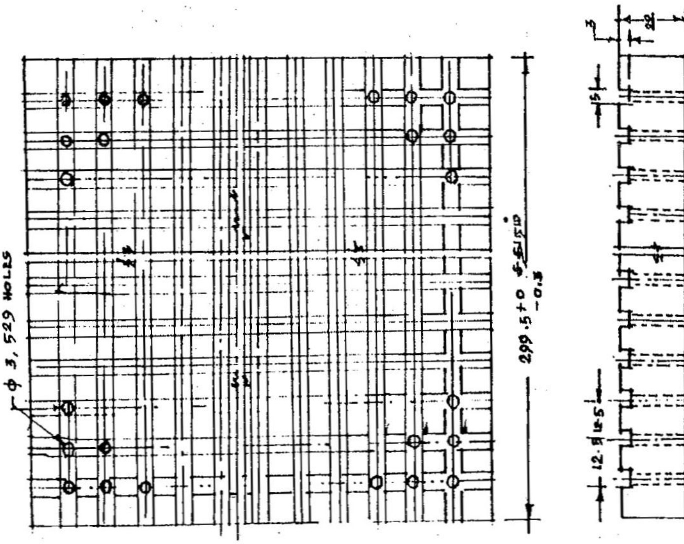
சாதாரண பிடிப்புத் தட்டு

படம் 7-8



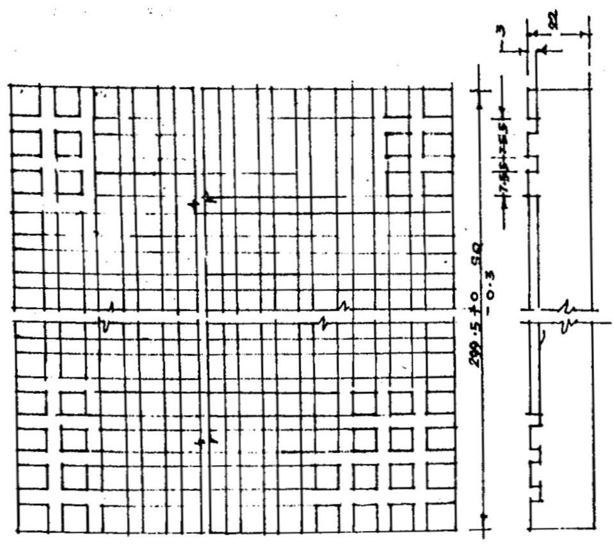
துளைகளுள்ள பிடிப்புத் தட்டு

படம் 7-9



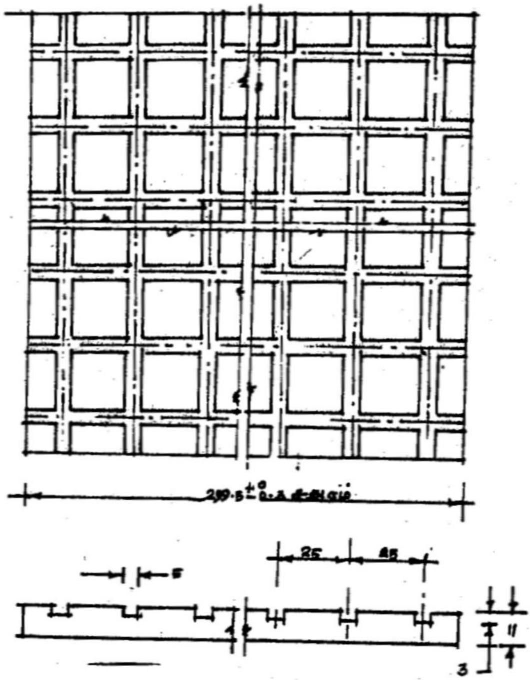
இணைகருள்ள மேல், கீழ் தட்டுகள்

படம் 7-11



சாதாரண மேல், கீழ் தட்டுகள்

படம் 7-10



அடித்தட்டு
படம் 7-12

(அ) மேல்வரும் செங்குத்துப் பாரம், சோதனை முழுவதும் செங்குத்தாக மையப்பிறழ்ச்சி இல்லாமல் இருக்க வேண்டும்.

(ஆ) செதுக்கப் பெட்டியின் பிரிதளம் உள்ள அதே திசையில் செதுக்க விசை உண்டாக்கும் ஏற்பாடு இருக்க வேண்டும்.

செய்முறை :

செதுக்கப் பெட்டியில் மண்ணைப் பொருத்தமான அடர்த்தியில் கிட்டித்துக் கொள்ளவேண்டும். செதுக்கப்பெட்டியை அதன் உடனுருப்புகளுடன் பொருத்திக் கொள்ள வேண்டும். திட்டமிட்ட செங்குத்து விசையை மேலிருந்து செலுத்த வேண்டும். செதுக்கப் பெட்டியின் மேல் பகுதியை 1 மிமீ உயர்த்திக் கொண்டால் பெட்டியினிடையே நிகழக்கூடிய உராய்வைத் தவிர்க்கலாம். பின்னர் செதுக்க விசையைச் செலுத்த வேண்டும். பெட்டியின் மேல் பகுதியில் செதுக்கத்திரிபு 0.2 மிமீ/நிமிடம் என்ற வீதத்தில் நொடிப்பு வரை செலுத்த வேண்டும். திரிபையும், செதுக்க விசையையும், குறிப்பிட்ட நேர இடைவெளியில் குறித்துக் கொண்டே வரவேண்டும். இறுதிச் செதுக்கத்

திறனை விசையறிவளையத்தின் மூலம் குறித்துக் கொள்ள வேண்டும். சோதனை முடிவில் மண்ணின் ஈரப்பதத்தை அறியவேண்டும்.

அடுத்த கட்ட உயர்ந்த நேர் அமுக்கு விசைக்கு மாற்றிக் கொண்டு சோதனையைத் திரும்பச் செய்ய வேண்டும். இது போன்று நான்கு முறை, அடுத்த மண்ணில் சோதனைகளை நிகழ்த்த வேண்டும்.

கணக்கீடு

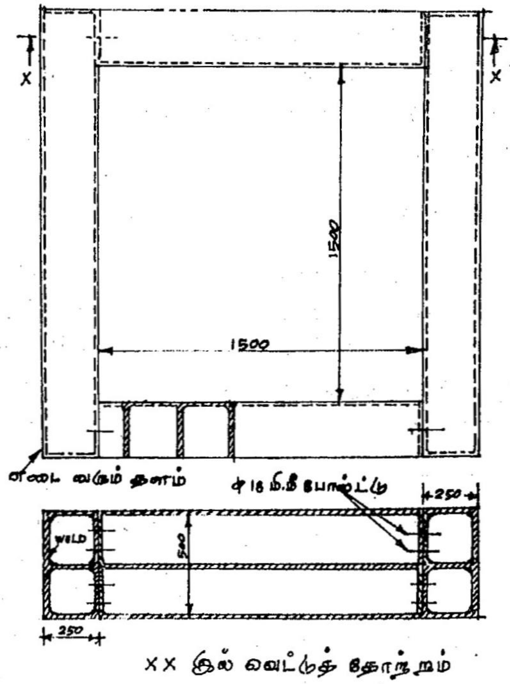
செதுக்கப்பாரம், செதுக்கத் திரிபு ஆகியவற்றைக் கட்டகத்தாளில் குறித்து பெருமச் செதுக்கத் திறன் அறியவேண்டும். உச்சி தெளிவாகத் தெரிய வில்லையாயின், வளைவின் இறுதிப் பகுதியின் தொடுகோடு கிடைமட்டமாகக் காட்டும் பாரத்தை எடுத்துக் கொள்ளலாம்.

பெருமச் செதுக்கத் தகைவு, அதன் செதுக்கத் திரிபு, மற்றும் மேல் வந்த நேர் அமுக்குத் தகைவு ஆகியவற்றைக் கட்டத்தாளில் படமாக வரைந்து காட்ட வேண்டும். கிடை அச்சில் நேர் அமுக்கத்தகைவு, நிலை அச்சில் பெரும செதுக்கத் தகைவு ஆகியவற்றை வைத்துப் புள்ளிகள் குறித்து இணைக்க வேண்டும். இது பெரும்பாலும் நேர்கோடாக இருக்கும். இதன் கிடைக்கோணம், செதுக்கத்தடைக் கோணம் ஆகும். நிலை வெட்டு, பற்றி (c) ஆகும்.

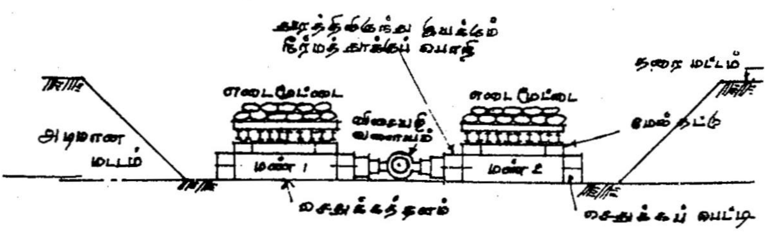
அமுக்கத்தகைவு – செதுக்கத்தகைவு நேர்கோடாக இல்லாதிருந்தால் களத்தில் எதிர் நோக்கப்படும் அமுக்கத் தகைவுப் புள்ளியில் அவ்வளைவில் ஒரு தொடு கோடு வரைந்து அதன் கிடைக் கோணத்தையும், நிலை வெட்டையும் அளந்து கொள்ளலாம்.

சரள் மண்ணின் செதுக்கத் திறத்தைக் களத்திலேயே அறிவதற்கான சோதனைகளும் உண்டு (அய் எஸ் 2720 பகுதி 39 பிரிவு 2,1979).அடிமானம் நிலத்துள் அமையும் ஆழம் வரை தோண்டி, அதில் இரண்டு மண் திட்டுகளைச் செதுக்கி, செதுக்கப் பெட்டி பாகங்களை அதன்மீது பொருத்தி மேற்பாரமும், செதுக்க விசையையும் செலுத்தி சோதனை நடத்தப்படும். இதுவும் சரள் மண்ணுக்கே

பொருந்தும்: அதில் பயன்படும் செதுக்கப் பெட்டியையும், களத்தின் செய்முறையையும் படத்தில் காணலாம்.



படம் 7-13 செதுக்கப் பெட்டி 1500 x 1500 மி.மீ. அளவு



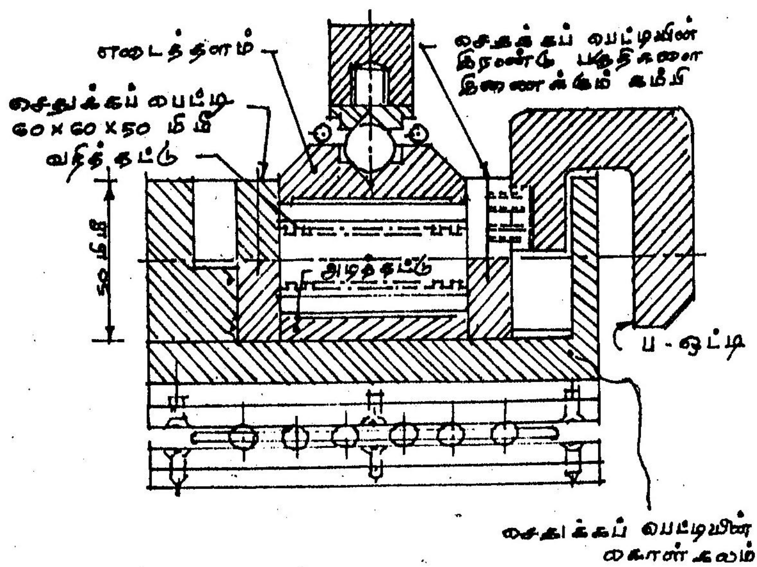
களத்திலேயே பெரிய அளவு மண் கட்டியில் செதுக்கச் சோதனை

படம் 7-14

7.10. நேர்ச் செதுக்கச் சோதனை பற்றுடை மண் (அய் எஸ் 2720 பகுதி 13,1972)

துகளின் பெரும அளவு 4.75 மிமீ வரை உள்ள மண்ணின் நேர் செதுக்கத்தை இம்முறையில் கண்டுபிடிக்கலாம். இதில் (அ) வடியாச் சோதனை (ஆ) கெட்டித்த வடியாச் சோதனை (இ) கெட்டித்த வடியும் சோதனை ஆகிய சோதனைகளை நடத்த முடியும்.

இதில் முக்கியமான கருவி செதுக்கப்பெட்டி (படம் 7–15)



செதுக்கப் பெட்டியின் மொத்தப் படம்

படம் 7-15

60 மிமீ சதுரமும் 50 மிமீ ஆழமும் கொண்ட பெட்டி உள்ளே வைக்கும் மண்ணின் அளவு 60 x 60 x 24 மிமீ மண்ணின் மையத்தில் பெட்டியின் பிளவும் பொருத்தியிருக்குமாறு மேலும் கீழுமாக இரண்டாகப் பகிர்ந்திருக்கும்.

1.5 மிமீ விட்டமுள்ள துளைகள் பெட்டியின் கீழ்ப்பகுதியில் இருக்கும். இதன் வழியே நீர் வெளியேறும். செதுக்கப் பெட்டியோடு, அதைக்கொள்ளும் கலன், இரண்டு வரித்தட்டுகள், நுண்புழைத் தகட்டுக் கற்கள், அடித்தட்டு, பாரம் தாங்கும் தளம் ஆகிய உறுப்புகளைப் படத்தில் காட்டியபடி பொருத்திக் கொள்ள வேண்டும்.

பெட்டியின் மீது செங்குத்துப் பாரம் ஏற்றும் சட்டகம் இச்சோதனையில் மிக முக்கியமானதாகும்.

(அ) மண் மாதிரியில் ஏறிய செங்குத்துத் தகைவுச் சோதனை முடியும் வரை செங்குதாகவே இருக்க வேண்டும்.

(ஆ) செதுக்க விசை, பிரிதளம் உள்ள அதே கிடைத்திசையில் இயங்க வேண்டும்.

(இ) தகைவுக் கட்டுப்பாடுள்ள சோதனையில், தகைவு கூடும் வீதம் மாறாமல் இருக்க வேண்டும்; திரிபு வீதம் பற்றிக் கவலைப்படவேண்டாம். பலவகைத்தகைவு கூடும் வீதம் தரும் வகையில் பாரம் ஏற்றும் சட்டகம் இருக்க வேண்டும்.

(ஈ) திரிபுக் கட்டுப்பாடுள்ள சோதனையில் தகைவைப் பற்றிய கவலையில்லாமல் திரிபு வீதம் சோதனை முழுவதும் மாறாமல் இருக்கவேண்டும். பலவகைத் திரிபு வீதம் தரும் வகையில் பாரம் ஏற்றும் சட்டகம் இருக்க வேண்டும்.

(உ) சோதனையின் போது, இடையிடையே அதிர்வுகள் ஏதும் ஏற்படா வண்ணம் பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும். பாரம் ஏற்றும் கோப்பிற்கும், கொள்ளும் கலனுக்கும் இடையே செதுக்க விசை இழப்பு ஏதும் ஏற்படா வண்ணம் அமைந்திருக்க வேண்டும்.

மேலும் விசை அளக்கும் வளையம் (proving ring), கிடை மற்றும் செங்குத்து திரிபு அளக்கும் திருகுமுக அளவிகள், எடைகள், நிறுத்தக் கடிகாரம், முதலியன இச்சோதனைக்குத் தேவைப்படும் கருவிகள்.

கலைக்கப்படாத மண்ணாக இருந்தால், செதுக்கப்பெட்டியில் பொருந்துகிற அளவுக்குச் சரியாகச் செதுக்கி கொள்ள வேண்டும்.

மறுவார்ப்பு மண்ணாக இருந்தால், சரியான அடர்த்தி, மற்றும் ஈரப்பதத்தில் கிட்டித்து அதிலிருந்து செதுக்கிக் கொள்ளலாம். அல்லது பொருத்திய செதுக்கல் பெட்டியிலேயே மண்ணை இட்டுக் கிட்டித்துக் கொள்ளலாம். பின்னர் கூடுதலாக இருப்பதை மேலும் கீழும் செதுக்கிச் சீர் செய்து கொள்ளலாம். மணலாக இருந்தாலும் செதுக்கப் பெட்டியிலேயே அடித்தட்டு,வரித்தகடு இரண்டையும் பொருத்தி, மணலையிட்டுக் கிட்டித்துக் கொள்ளலாம்.

சரியான அளவு செதுக்கிய மண்ணை எடை போட்டுக் கொள்ள வேண்டும். செதுக்கிய பிசிறுகளிலிருந்து ஈரப்பதத்தைக் கண்டு கொள்ளலாம். இவற்றிலிருந்து மண்ணின் மொத்த வறள் அடர்த்தியைக் கண்டு கொள்ளலாம்.

(அ) வடியாத சோதனை:

செதுக்கப் பெட்டியில் அடித்தகடு, பிடிப்புத்தகடு ஆகியவற்றைப் பொருத்தி அதில் மண்ணை இட்டு மேலே பிடிப்புத்தகட்டைப் பொருத்திக் கொள்ள வேண்டும். நுண்புழைத் தகட்டுக் கல்லைப் பயன்படுத்த இயலாதாகையால்,சமதிண்ணம் உள்ள அடித்தகட்டைப் பயன்படுத்த வேண்டும். பிடிப்புத்தகட்டின் வரிகள் பெட்டி நகரும் திசைக்குச் செங்குத்தாக இருக்க வேண்டும்.

சோதனையின் நடுவில். மண் உலர்ந்து விடாமல் இருக்கும் பொருட்டு, நீர்த் தொடர்பு இருக்க வேண்டும். குறிப்பிட்ட செங்குத்துப் பாரம் ஏற்ற வேண்டும். நீர் வடியாமல் இருக்குமாறு அமைக்க வேண்டும். செதுக்கப் பெட்டியின் மேற்பகுதியை 1 மிமீ தூக்கி நிறுத்த வேண்டும்.

இப்போது சோதனையைத் தொடங்கலாம். கிடைச் செதுக்க விசையை, நொடிப்புநிலை வரை அல்லது திரிபு 20 சதவீதம் வரை, எது முந்துகிறதோ அதுவரை செய்து நிறுத்த வேண்டும். முறையான இடைவெளிகளில் செதுக்க விசையையும் கிடைத்திரிபையும் செங்குத்துத் திரிபையும் குறித்துக் கொண்டே வர வேண்டும்.இறுதியில் மண்ணை வெளியில் எடுத்து, அதன் ஈரப்பதம் கண்டு கொள்ள வேண்டும்.

(ஆ) கெட்டித்த, வடியாச் சோதனை :

இச்சோதனைக்கு மேற்கண்ட முறைக்கு மாறாகச் சாதாரண பிடிப்புத்தகட்டிற்குப் பதிலாகத் துளையுள்ள பிடிப்புத் தகடுகளும், நுண்புழைத் தகட்டுக் கற்களும் மண்ணின் மேலும் கீழும் பொருத்திக் கொள்ள வேண்டும்.

மேற்செங்குத்துப் பாரம் ஏற்றியதும் நேரம் குறித்துக் கொண்டு, கெட்டிமை நிகழும் வரை காத்திருக்க வேண்டும் (அய் எஸ் 2720 பகுதி 15/1965) இல் கூறியுள்ள நடைமுறையைக் கையாளலாம். (கெட்டிமை அத்தியாயம் காண்க) குறிப்பிட்ட செங்குத்துப் பாரத்தில் முழுக்கெட்டிமை நிகழ்ந்த பின்னரே சோதனையைத் தொடங்க வேண்டும். இனிச் செதுக்கவிசை ஏற்படுத்தும்போது நீர் வடியாவண்ணம் இருக்குமளவு, செதுக்கவிசையைத் தேர்ந்தெடுத்து அமைக்க வேண்டும். சோதனை முடிவில் மண்ணின் ஈரப்பதம் கண்டு கொள்ள வேண்டும். மூன்று அல்லது நான்கு செங்குத்து விசைகளில், அதே அடர்த்தியுள்ள மண்ணில் சோதனைகளை திரும்பச் செய்ய வேண்டும்.

(இ) கெட்டித்த வடித்த சோதனை :

செதுக்கப் பெட்டியில் மண்ணுடன், துளையுள்ள பிடிப்புத் தகடுகள், நுண்புழைத் தகட்டுக் கற்கள் ஆகியவற்றைப் பொருத்திக் கொள்ள வேண்டும். ஆ. சோதனையில் கண்டுள்ளபடி, குறிப்பிட்ட மேல் செங்குத்துப் பாரத்துடன் கெட்டிமை நிகழ அனுமதிக்க வேண்டும். செதுக்க விசையைத் தேர்ந்தெடுக்கும் போது, நீர் வடிதல் மேலும் நிகழ்ந்து 95 சதவீதம் புழைநீர் அழுத்தம் குறையும் வண்ணம் மெதுவான செதுக்குவிசையைத் தேர்ந்தெடுத்து அமைக்க வேண்டும். இறுதியில் மண்ணை எடுத்து ஈரப்பதம் கண்டுகொள்ள வேண்டும். மூன்று நான்கு செங்குத்து விசைகளில், அதே அடர்த்தியுள்ள மண்ணில் சோதனைகளைத் திரும்பச் செய்ய வேண்டும்.

தேர்ந்தெடுக்கும் மேல் செங்குத்து விசையை, கள நிலைமைகளுக்கும், வடிவமைப்பு முறைகளுக்கும் பொருந்துமாறு தேர்ந்தெடுத்துக் கொள்ள வேண்டும்.

கணக்கீடுகள் :

(அ) செதுக்க விசையை விசை வளையத்திலிருந்தும், கிடைத்திரிபைத் திருகுமுக அளவிலிருந்தும் எடுக்கலாம். எடையைப் பரப்பால் வகுக்க தகைவு கிடைக்கும். செதுக்கப் பெட்டி மேலும் கீழும் பிளந்து பிளவுத் தளத்தில் நகருவதால் பரப்பு குறைந்துகொண்டேயிருக்கும். δ கிடைத்திரிபாகவும், A_0 மண்ணின் தொடக்கப் பரப்பாகவும் இருந்தால்,

ஒவ்வொரு திரிபுக்கும் திருத்திய பரப்பு $= A_0 \left(1 - \frac{\delta}{3}\right)$

(ஆ) செதுக்கத் தகைவு—கிடைத் திரிபுகளை அளவுகள் கொண்ட கட்டத்தாளில் வரைய வேண்டும். பெருமத்திரிபும், அதன் தகைவும், அப்போது மேல் வந்த செங்குத்து தகைவையும் குறிப்பிட வேண்டும்.

நேர்ச் செதுக்கச் சோதனையில், பெருமச் செதுக்கவிசையிலோ, அல்லது மோர் நொடிப்பு உறையில் பெருமச் சாய்மானத்திலோ, நொடிப்பு நிகழுவதாக எடுத்துக்கொள்ளப்படுகிறது. பெருமச் செதுக்கத் தகைவில் நொடிப்பு நிகழவதாகக் கொள்வது நல்லது. இரண்டு முறைகளிலும் கிடைக்கும் சாய்மானக் கோணம். களிமண்ணைவிட, மணலுக்கு மிகவும் முக்கியமானதாகும்.

(இ) பெருமச் செதுக்கத் தகைவு, அதற்கொப்பான கிடைத்திரிபு மற்றும் மேல்வரும் செங்குத்துத் தகைவு ஆகியவற்றைக் கட்டத்தாளில் குறிக்க வேண்டும். கிடை அச்சில் செங்குத்துத் தகைவையும், பெருமச் செதுக்கத்தகைவை நிலைஅச்சிலும் குறிக்க வேண்டும். இப்புள்ளிகளை இணைக்கும் நேர்கோடு, கிடைஅச்சில் அமைக்கும் கோணத்தை செதுக்கத்தடைக்கோணம் என்பர். நிலை அச்சில், இக்கோட்டின் ஆயங்களைப் பற்று (cohesion) என்பர். நேர்த்தகைவு பெருமச் செதுக்கத் தகைவின் உறவு எப்போதும் நேர்கோடாக வரும் என எதிர்பார்க்க முடியாது. வளைவாகவும் இருக்கக்கூடும். களத்தில் வரக்கூடும் என

எதிர்பார்க்கும் நேர்த்தகைவைக்கு நேரான புள்ளியில் மேற்கண்ட வளைவிற்கு ஒரு தொடுகோடு வரைந்து அதிலிருந்து செதுக்க விசை அளவீடுகளைக் கணிக்கலாம்.

கெட்டித்த வடித்த சோதனைக்கான செதுக்க வீதங்கள் :

மணலுக்கு, நிமிடத்திற்கு 0.2 மிமீ திரிபு வீதம் பொருத்தமாக இருக்கும். களிமண்ணிற்கு 0.01 மிமீ / நிமிடம் அல்லது அதைவிட மெதுவான வேகம் பொருத்தமாக இருக்கும். இப்பரிசோதனைகளில் முதலில் நடத்தப்படும் கெட்டிமை அளவுகளிலிருந்து திருகுமுக அளவு – லாக் நேரத்திற்கு வளைவு வரையலாம். அதிலிருந்து ஒதுக்கவீதங்கள் கண்டுபிடிக்கலாம்.

95சதவீதம் புழைநீர் அழுத்தம் குறையும்போது, நொடிப்பு நிகழ்வதற்கான நேரத்தைப் பின்வரும் சமன்பாட்டிலிருந்து அறியலாம்.

$$t_f = \frac{h^2}{nc_v(1 - u_c)} = \frac{20h^2}{3c_v}$$

t_f = நொடிப்புக்கான நேரம்

$2h$ = மண்ணின் தொடக்க உயரம்

n = இரண்டு பக்கமும் வடிதல் இருந்தால் எடுத்துக்கொள்ள வேண்டிய மாறிலி = 3

u_c = புழைநீர் அழுத்தம் குறைந்த அளவு

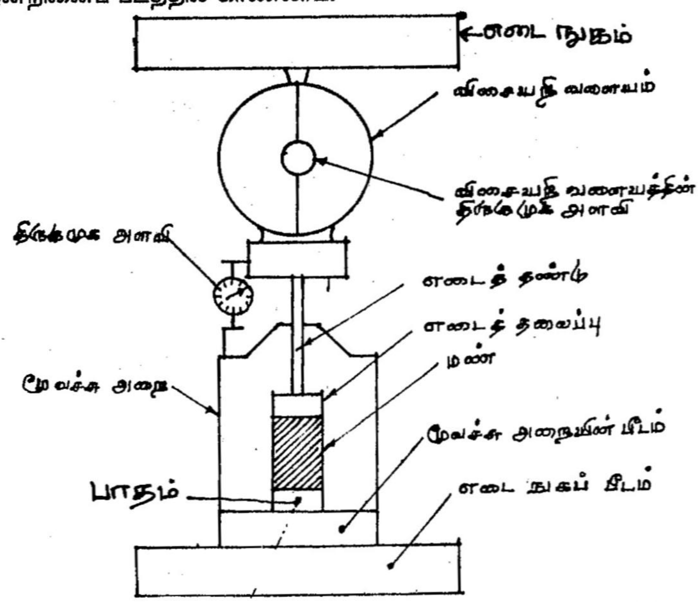
நொடிப்பின் போது உண்டாகக்கூடிய திரிபிலிருந்து, சோதனைக்கான திரிபு வீதத்தைக் கணக்கிடலாம். பற்றுடை மண்ணில் 20 சதவீதத்திரிபில், நொடிப்பு நிகழுவதாக எடுத்துக் கொள்ளாம்.

நேர்ச் செதுக்கப் பெட்டி மூலம் நடத்தும் சோதனைகள் பெரும்பாலும் மணலுக்கே பொருந்தும். களிமண்ணின் மீது நடத்தும் சோதனைகள் திறமானதல்ல. எளிமை கருதி இதனைக் கையாளுகிறோம். இதில் செதுக்கத் தளம் ஒன்றைத் தவிர மீதி உள்ள

தளங்களின் தகைவுகளைப் பற்றி ஒன்றும் தெரியாது. புரிந்து கொள்வதற்கு எளிதாகவும், மலிவாகவும் உள்ளதால் இதன் பயன் அதிகமாக உள்ளது.

7.11. மூவச்சுச் சோதனைகள் :

களிமண் போன்ற நயமான துகள்கள் கொண்ட மண்ணுக்கு ஏற்றது மூவச்சு சோதனை முறைகளாகும். மூவச்சுக் கருவி அமைப்பு ஒன்றினைப் படத்தில் காணலாம்.

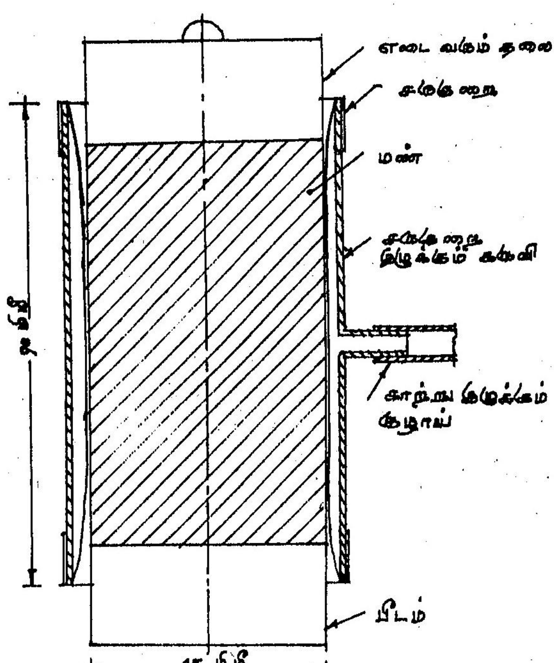


மூவச்சு அறைச் சோதனைகளின் கருவித் தொகுதி
படம் 7-16

இதில் மூவச்சு அறை முக்கியமான அமைப்பு ஆகும். இதன் நடுவில் ஒரு ரப்பர் உறையில் மண் வைக்கப்படுகிறது. இதனைச் சுற்றிலும் ஒரு நீர்மம் நிரம்பியுள்ளது. இந்நீர்மத்தில் அழுத்தம் செலுத்துவதன் மூலம் பக்க அழுத்தம் கொடுக்க முடிகின்றது. மண்மாதிரியின் மீது நேர் அழுத்தம் செலுத்தும் ஏற்பாடு உள்ளது. விசையறி வளையத்தின் மூலம் இதன் நேர் அழுத்தத்தை அளந்து கொள்ள முடிகிறது. மண் மாதிரியில் ஏற்படும் திரிபை அளக்க ஒரு திருகுமுகஅளவி உள்ளது. பாதத்திலுள்ள

துளைகளின் மூலம் மண்ணிலுள்ள நீரை வடிக்கவும் நீரை உட்செலுத்தவும் போதிய ஏற்பாடுகளைச் செய்ய இயலும்.

மூவச்சு அறையில் உள்ள திரவத்தில் கொடுக்கும் அழுத்தம் σ_3 ஆகும். மேலிருந்து தரும் அழுத்தமும், திரவத்திலுள்ள அழுத்தமும் சேர்ந்த கூட்டுத் தொகை σ_1 ஆகும். பெரும்பாலும் σ_3 ஐ மாற்றாமல் வைத்துக்கொண்டு σ_1 ஐ மாற்றி, மண்ணின் திரிபை அளந்து சோதனைகள் செய்யப்படுகின்றன.



சுருங்கு உறைக்குள் மண் வைக்கும் முறை

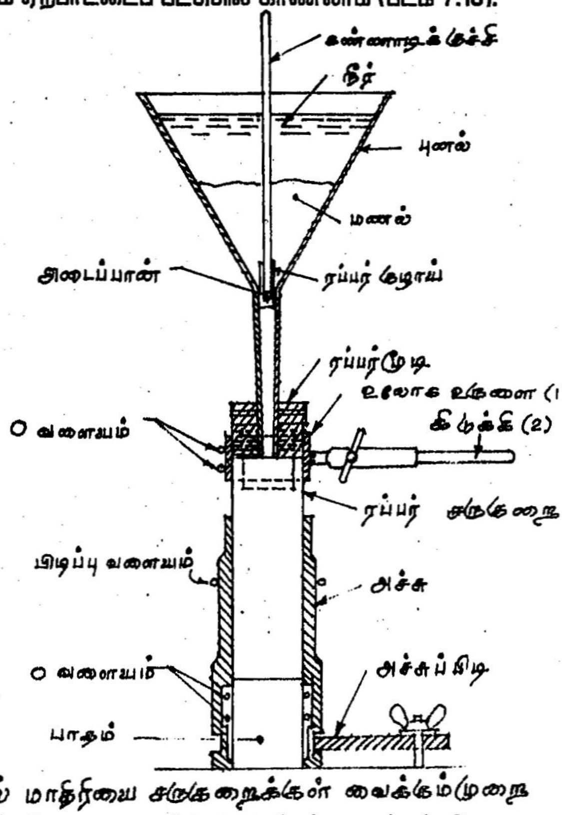
படம் 7.17

சோதனைக்குட்படும் மண் உருளை வடிவில் இருக்க வேண்டும். நீளம் விட்டத்தைப் போல இரண்டு மடங்கு இருக்கும். மண்ணை ஒரு இரப்பர் உறைக்குள் விட வேண்டும். ரப்பர் உறையை உறை விரிப்புக் கருவியின் மூலம் விரித்து வைக்க முடியும். கருவியின் வழியாக

உறையைச் செருகி, இரு முனைகளிலும் மடித்து விட்டு காற்றை உறிஞ்சினால் உறைக் கருவியோடு ஒட்டிக் கொள்ளும். அதன் வழியே மண் உருளையைப் பொருத்த முடியும். (7.17 படத்தை காண்க)

கலைக்கப்படாத மண்ணாக இருந்தால் சரியான அளவுக்குச் செதுக்க வேண்டும். மண் லேத் மூலமும் செதுக்கலாம். மறு வார்ப்புமண்ணை, தேவையான அடர்த்தியில், பிளவுக் குழாய் போலிகைக் கருவியில் மறுவார்ப்புச் செய்யலாம்.

மணல் போன்ற பற்றிலா மண்ணையும் சரியான அளவில் உறைக்குள் இடும் ஏற்பாட்டைப் படக்கில் காணலாம் (படம் 7.18).



படம் 7.18

மணல் மாதிரியை சுருக்குறைக்குள் வைக்கும் முறை

மூவச்சுச் சோதனைகளில் (அ) நேர் அமுக்கச் சோதனை (ஆ) புழைநீர் அழுத்தம் அளக்காமல், கெட்டிப்படுத்தாத, வடிக்காத

சோதனை (இ) (புழைநீர் அழுத்தத்தை அளப்பதோடு) கெட்டிப்படுத்திய, வடிக்காத சோதனை, (ஈ) எதிர்மப் புழைநீர் அழுத்தம் அளத்தல் ஆகிய பலவகைச் சோதனைகளை மேற்கொள்ளலாம்.

மூவச்சுச் சோதனைகளை, எழுத்தில் வடித்து, முழுவதையும் புரிய வைத்தல் எளிதல்ல. மாணவர்கள் ஆய்வகம் சென்று பயன்படும் கருவிகளைக் கண்ணால் பார்த்துத் தெரிந்து கொள்ள வேண்டும். ஒன்றிரண்டு பரிசோதனைகளை அதில் நடத்திப் பார்த்தால் தான் சிறிதேனும் விளங்கும். செய்முறையின் போது சம்பந்தப்பட்ட இந்தியச் செந்தரச் சுவடியைப் படித்துக் கொண்டே செய்து பார்ப்பது தேவையாகும்.

(அ) கட்டுப்படாத அமுக்கச் சோதனை (அய் எஸ் 2720 பகுதி10-1973)

கட்டுப்பாடில்லாத அமுக்கச் சோதனையை கலைக்கப்படாத அல்லது மறுவார்ப்பு செய்யப்பட்ட களிமண்ணில் திட்டமான திரிபு வீதத்தில் நடத்தலாம். இவ்வகை மண்ணின் அமுக்கத்திறனையும், செதுக்கத் திறனையும் வடியாத நிலையில் காணுவதே நோக்கமாகும்.

கட்டுப்படாத அமுக்கத் திறன் (q_u) என்பது கட்டுப்படாத மண் உருளை எளிய அமுக்கச் சோதனையில் நொடிப்பு அடையும்போது ஏற்கும் அலகுப் பரப்பு பாரம் ஆகும். 20 சதவீதம் திரிபு வரை நொடிப்பு நிகழாதிருந்தால், 20 சதவீதத் திரிபின் போதுள்ள அமுக்கத்திறம் எடுத்துக்கொள்ளப்படும்.

அமுக்கச் சோதனை நடத்தும் பொறி போதுமானது. q_u < 1கிகி/செமீ உள்ள மண்ணுக்கு 0.01 கிகி/செமீ அளக்கக் கூடியதாகவும், $q_u \geq$ 1 கிகி/செமீ உள்ள மண்ணுக்கு 0.05 கிகி/செமீ அளக்கக் கூடியதாகவும் இருக்க வேண்டும். திரிபு 0.01 மிமீஐ நுணுக்கமாக அளக்கக் கூடிய டயல்கேஜ் வேண்டும்.

மண் 38 மிமீ விட்டமும், அதைப்போல இரண்டு பங்கு நீளமும் உள்ளதாகத் தயாரித்துக் கொள்ள வேண்டும். தொடக்க விட்டம்,நீளம், எடை இவற்றை அளந்து குறித்துக் கொள்ள வேண்டும்.

மண்ணைப் பொறியின் கீழ்த்தட்டில் நிறுத்திக் கொண்டு மேல்தட்டைச் சரியாகப் பொருத்த வேண்டும். திரிபு காட்டும் திருகுமுகஅளவியைப் பூச்சியத்தில் வைத்துக் கொள்ள வேண்டும்.

குறிப்பிட்ட நேர இடைவெளிகளில் அழுத்தத்தையும், திரிபையும் குறித்துக் கொண்டே வரவேண்டும். நொடிப்பு நிகழும் வரை அல்லது 20 சதவீதத் திரிபு வரை தொடர வேண்டும்.

மண் உடைந்துள்ள விதத்தை, தாளில் படமாக வரைந்து கொள்ள வேண்டும். நொடிப்பு நிகழ்ந்த தளம், கிடை மட்டத்தோடு அமைக்கும் கோணத்தை அளந்து குறிப்பது நல்லது. மண்ணின் ஈரப்பதத்தைக் கணித்தல் வேண்டும்.

கணக்கும், வரைபடமும்

(அ) தகைவு – திரிபு மதிப்புகளைப் பின்வரும் உறவால் கணக்கிட வேண்டும்.

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_o}$$

இதில், ε – திரிபு

ΔL – நீளக் குறைவு

L_o – மண்ணின் தொடக்க நீளம்

(ஆ) குறிப்பிட்ட திரிபில் மண்ணின் சராசரிப் பரப்பு =A

$$A = \frac{A_0}{1 - \epsilon}$$

(இ) அமுக்கக் தகைவு $\sigma_c = \frac{P}{A}$

இதில்,

P = பாரம்

(ஈ) σ_c, ϵ ஆகியவற்றைக் கொண்டு, கட்டத்தாளில் புள்ளி குறித்து, அவற்றை இணைக்க வேண்டும். திரிபு கிடை அச்சிலும், σ_c நிலை அச்சிலும் வைக்க வேண்டும்.

வளைவின் உச்சி, கட்டுப்படா அமுக்கத்திறன் q_u ஐ தருகிறது. உச்சி தெரியவில்லையானால், 20 சதவீதம் திரிபில் உள்ள தகைவு q_u ஆகக் கொள்வது மரபு.

(உ) செதுக்கக் கோணம் ϕ - 0 ஆக இருந்தால்,செதுக்கத்திறன் அல்லது பற்று $c = \frac{q_u}{2}$ எனக் கொள்க.

மண் ஈரந்திகட்டிய அல்லது கிட்டத்தட்ட ஈரந்திகட்டிய நிலையில் இருந்தால் இவ்வாறு இருக்கும்.

(ஆ) புழைநீர் அழுத்தம் அளக்காமல் கெட்டிப்படுத்தாத வடிக்காத சோதனை மூலம் செதுக்கத்திறன் கூறுகளை நிர்ணயித்தல்

(அய் எஸ் 2720 - பகுதி 10,1971) :

இதில் ஈரந்திகட்டிய பற்றுடை மண்ணில், பக்க அழுத்தத்தை (σ_3) மாறாமல் வைத்துக் கொண்டு, மண்ணிலுள்ள புழைநீர் அளவு மாறாவண்ணம், வைத்துக் கொண்டு, மூவச்சுக் கருவியில், அமுக்கத்திறன் கண்டு பிடிக்கலாம். 37.5, 47.5, 70, 100 மிமீ விட்டமுள்ள சுமாராக இரண்டுபங்கு உயரமும் உள்ள மண் உருளையில் சோதனைகள் நடத்தலாம்.

மண் உருளையை உறையில் இட்டு, மூவச்சு அறையின் மையத்தில் வைக்க வேண்டும். மண்ணைச் சுற்றியுள்ள இடத்தில் நீர்மத்தை நிரப்பி தேவையான அழுத்தம் (σ_3) ஏற்ற வேண்டும்.

நேர்ச்செங்குத்து விசை ஏற்றும் பகுதியை முடுக்கி நேர் விசை ஏற்ற வேண்டும். அதற்கு முன் மண்ணின் திரிபை அளக்கும் டயல்கேஜ் அளவியைப் பொருத்தித் தொடக்க அளவு குறித்துக் கொள்ள வேண்டும். நேர்விசை, திரிபு ஆகியவற்றைத் தகுந்த நேர இடைவெளிகளில் நொடிப்பு வரை எடுக்க வேண்டும். 5 முதல் 15 நிமிடங்களுக்குள் நொடிப்பு நிகழுமாறு நேர்விசை, ஏற்ற விகிதத்தை அமைத்துக் கொள்ள வேண்டும். நொடிப்பு அல்லது 20 சதவீதம் திரிபு வந்ததும் சோதனையை நிறுத்திக்

கொண்டு மண்ணின் ஈரப்பதத்தைக் கண்டுபிடித்துக் கொள்ள வேண்டும்.

மண் செங்குத்து உருளை வடிவிலேயே திரிபடைகின்றது எனக் கொண்டு பரப்பளைவைக் கண்டுபிடிக்க வேண்டும்.

$$A = \frac{A_0}{1 - \epsilon}$$

இதில், A = குறிப்பிட்ட நேரத்தில் மண்ணின் பரப்பு

A_0 = தொடக்கத்தில் மண்ணின் பரப்பு

$$\epsilon = \frac{(L_0 - L)}{L_0}$$

இதில், L_0 = தொடக்க நீளம்

L = குறிப்பிட்ட நேரத்தில் மண்ணின் நீளம்.

முதன்மைக் தகைவு வேறுபாடு $(\sigma_1 - \sigma_3)$ ஏதாவதொரு நேரத்தில் கண்டுபிடிக்க, அந்த நேரத்தின் மேல்வரும் நேர் விசையை (மட்டும்) அந்த நேரத்து மண்பரப்பால் வகுத்துக் கிடைக்கும் விடையாகும்.

மண் ரப்பர் உறையால் மூடப்பட்டுள்ளது. ரப்பர் எளிதில் விரியும் பொருளாக இருப்பினும், அதன் பங்கையும் எடுத்துக் கொள்ள ஒரு திருத்தத்தைச் சேர்க்க வேண்டும்.

$$\text{ரப்பர்த் திருத்தம்} = 4M \epsilon \left(\frac{1 - \epsilon}{D} \right)$$

இதில்,

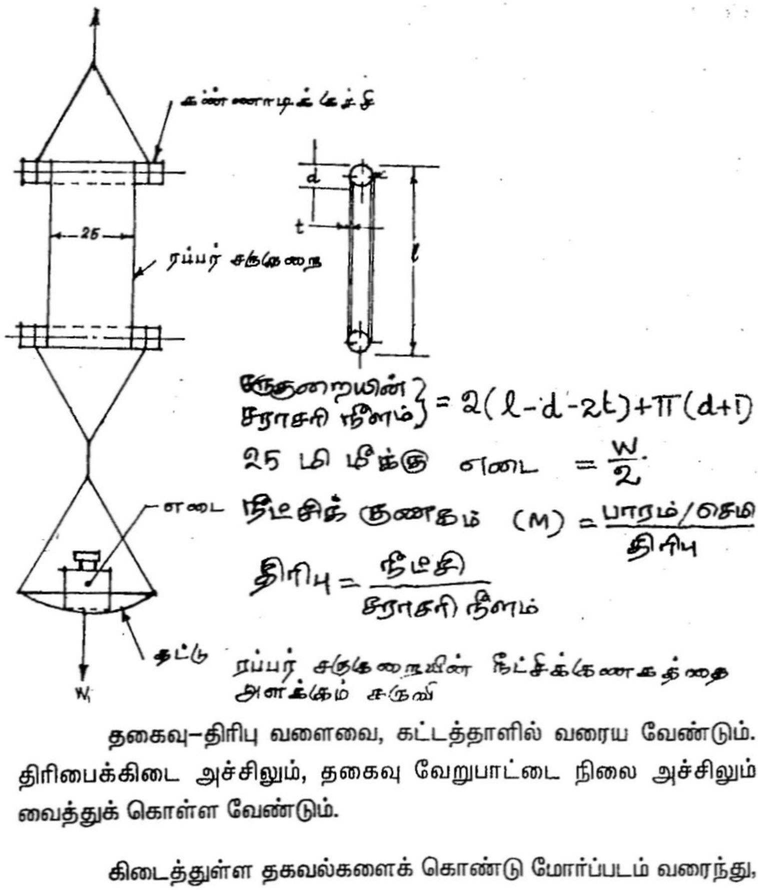
M = ரப்பரின் அமுக்க குணகம் கிகி/செமீ அகலம்

ϵ = பெருமத் தலைமைத் தகைவு வேறுபாட்டின் பே[illegible], [illegible]ரிவு

D = மண்ணின் தொடக்க விட்டம்.

இத்திருத்தத்தை, பெருமத் தலைமைத் தகைவு வேறுபாட்டிலிருந்து கழித்துக் கொண்டால், சரியான பெருமத் தலைமைத் தகைவு கிடைக்கும்.

ரப்பர் உறையின் அமுக்கக் குணகம், காண்பதற்குப் பதிலாக அதன் இழுப்பக் குணகத்தை. 7–19 படத்தில் காட்டியுள்ளபடி நிர்ணயித்துக் கொள்ளலாம். இதையே அமுக்கக் குணகமாக எடுத்துக் கொள்ளலாம்.



தகைவு–திரிபு வளைவை, கட்டத்தாளில் வரைய வேண்டும். திரிபைக்கிடை அச்சிலும், தகைவு வேறுபாட்டை நிலை அச்சிலும் வைத்துக் கொள்ள வேண்டும்.

கிடைத்துள்ள தகவல்களைக் கொண்டு மோர்ப்படம் வரைந்து, அதிலிருந்து தலைமைத் தகைவு வேறுபாட்டின் உச்ச மதிப்பு, தலைமைத் தகைவு விகிதத்தின் உச்ச மதிப்பு ஆகியவற்றை அறியலாம்.

(இ) புழைநீர் அழுத்தம் அளப்பதோடு, கெட்டித்த வடிக்காத மூவச்சு அமுக்கச் சோதனை மூலம் செதுக்கத் திறன் கூறுகள் அறிதல்

(அய் எஸ் 2720 - பகுதி 12 1975):

ஈரந்திகட்டிய களிமண்ணின் செதுக்கத் திறன் கூறுகளை அறிய இச்சோதனை பயன்படுகிறது. கெட்டித்த, வடிக்காத நிலையில் மூவச்சு அமுக்கம் மூலம் சோதனை நடக்கின்றது. சோதனையின் போது வெளியேறும் புழைநீர் அளவும் அறியப்படுகின்றது. மண்ணின் ஈரப்பதத்தைக் கூட்டித் திகட்டிய நிலை எய்துவதையும் இச்சோதனையில் அறியலாம்.

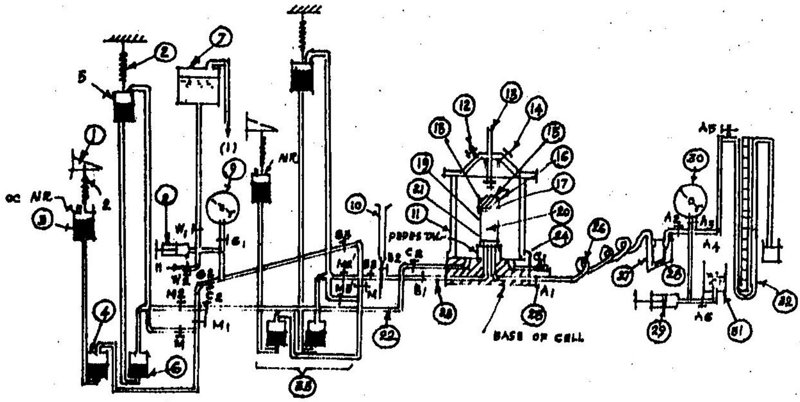
38 செமீ விட்டமும் 76 மிமீ நீளமும் கொண்ட மண் உருளை சோதிக்கப்படுகிறது.

மூவச்சு அறையில் மண் வைக்கும் ஏற்பாடு, இடையில் நிரப்பும் திரவத்தின் மூலம் பக்க அழுத்தம் ஏற்படுத்தல், செங்குத்து விசை உண்டாக்கும் ஏற்பாடு ஆகிய வழக்கமான ஏற்பாடுகளோடு, புழைநீர் வெளியேற்றத்தை அளக்கும் ஏற்பாடு மண்ணின் பரும மாறுபாட்டை அளந்தறியும் ஏற்பாடு ஆகியவையும் இப்பரிசோதனைக்குத் தேவையாகும்.

அத்தகைய ஏற்பாட்டைப் 7–20 படத்தில் காணலாம்.

பரிசோதனையைத் தொடங்கு முன்னர் புழைநீர் அழுத்தத்தை அளக்கும் பகுதியில் உள்ள குழாய்களிலிருந்து காற்றை வெளியேற்ற வேண்டும். மண்ணிலிருந்து நீர் வடியும் குழாய், மற்றும் பின் அழுத்தம் தரும் குழாய்களிலிருந்தும் காற்றை வெளியேற்ற வேண்டும்.

மண்ணிலிருந்து நீர் எளிதில் வெளியேறும் வகையில் மண்ணைச் சுற்றிலும், உறிஞ்சுதாளை இடம் விட்டுப் பட்டைப்பட்டையாக வைக்கவேண்டும். நுட்புழைக் கல்தகடுகளை இரண்டு பக்கமும் கூடுதலாக வைக்க வேண்டும். இவற்றிலிருந்தும் காற்றை வெளியேற்ற வேண்டும். அழுத்தத்தைத் தானே ஈடுகட்டித் தருவதற்கு ஏற்ற வகையில் தயார் செய்ய வேண்டும்.



மூவச்சு அறையில் மண் வைக்கும் ஏற்பாடு, பக்கஅழுத்தம் ஏற்படுத்தல், செங்குத்து விசை உண்டாக்குதல்; புரைநீர் வெளியேற்றத்தை அளக்கும் ஏற்பாடு, மண்ணின் பரும மாறுபாட்டை அளந்தறியும் ஏற்பாடு ஆகியவை.

1. நகர்த்தக்கூடிய பிடிப்பு
2. வில்
3. நகர்த்தக்கூடிய மேல் பாதரசக்கலம்
4. மேல் பாதரசக் கலத்துடன் (3) இணைந்த கீழ்ப்பாதரசக் கலம்
5. பொருத்தப்பட்ட மேல் பாதரசக் கலம்.
6. இத்துடன் (5) பொருத்தப்பட்ட கீழ்ப்பாதரசக் கலம்
7. காற்று நீங்கிய நீர்க்கலம்
8. திருகுடன் கூடிய உருளை
9. அழுத்தமானி.
10. பியூரெட்
11. மூவச்சு அறை
12. காற்றுப்போக்கி
13. எடைத் தண்டு
14. எண்ணெய் உட்புகுவாயில்
15. எடை வரும் மூடி
16. சுருக்குறை
17. ரப்பர் O வளையம்
18. நுண்டுளைக் கல்
19. வடிதாள் துண்டுகள்
20. மண்

21. நுண் புழைக் கல்
22. மூவச்சு அறை அழுத்தக் குழாய்
23. வடியும் குழாயும் பின்னழுத்தக் குழாயும்
24. மேல் வடியும் குழாய்
25. புழை அழுத்தம் அளக்கும் குழாய்
26. விரிவடையாத குழாய்
27. பூச்சியம் காட்டி
28. பாதரசம்
29. திருகுள்ள உருளை
30. அழுத்தமானி
31. காற்று நீக்கிய நீர்க்கலம்
32. உயரமானி
33. பின்னழுத்தம் அனுப்பும் அமைப்புகள்

I	வெற்றிட எக்கிக்கு வழி
II	காற்று நீக்கிய நீர்த்தொட்டிக்கு வழி
	வால்வுகள்
	A1 முதல் A6 வரை
	B1 முதல் B6 வரை
	C1 முதல் C3 வரை
	G1 முதல் G3 வரை
	M1' முதல் M3' வரை
	M1 முதல் M3 வரை
	W1 முதல் W2 வரை

படம் 7-20

மண் மாதிரியைத் தயார் செய்து உறிஞ்சுதாள் பட்டைகளை வைத்து உறையிலிட்டு, மூவச்சு அறையில் வைக்க வேண்டும். மூவச்சு அறையில் நீர்மத்தை நிரப்பி, திட்டமிட்ட அழுத்தத்தைச் சேர்க்க வேண்டும்.

கெட்டிமை

முதலில் பி1, பி2 வால்வுகளைத் திறந்தால் கெட்டிமை தொடங்கும். குறிப்பிட்ட நேர இடைகளில் பியூரெட்டிற்கு வரும் நீரின் அளவைக் குறித்துக்கொண்டே வர வேண்டும். 1,4,9,16,25,36,49,64 நிமிடங்களில் அளவு எடுக்க வேண்டும்.

மண்ணின் பரும மாறுபாடு (ΔV) கணக்கிட வேண்டும்.

$$L = L_0\left(1 - \frac{\Delta V}{3V_0}\right)$$

$$D = D_0 \left(1 - \frac{\Delta V}{3V_0}\right).$$

இவற்றில்,

L = கெட்டிமையின்போது நீளம்

L_0 = தொடக்க நீளம்

ΔV = பருமமாறுபாடு, பருமன் குறைந்தால்

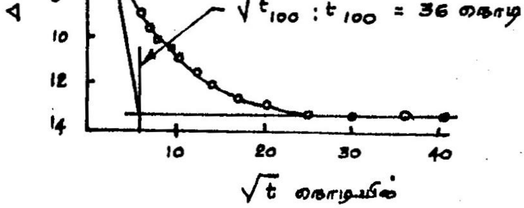
V_0 = தொடக்கப் பருமன்

D = கெட்டிமையின் போது விட்டம்

D_0 = தொடக்க விட்டம்

பியுரெட்டிலிருந்து கிடைக்கும் நீர் அளவு ΔV ஆகும். இதன் மூலம் எந்த நேரத்திலும் மண்ணின் விட்டமும், நீளமும் கணக்கிடலாம்.

ΔV நிலை அச்சிலும் $\sqrt{t}$ கிடைஅச்சிலும் வைத்து கட்டத்தாளில் புள்ளிகள் குறித்து அவற்றை இணைக்க வேண்டும்.



படம் 7-21. ΔV - Δt உறவைக் காட்டும் படம்

படத்தில் காட்டியவாறு t_{100} நிர்ணயிக்க வேண்டும்.

அதிலிருந்து c_v கண்டுபிடிக்கலாம்.

$$c_v = \frac{\pi D^2}{100\, t_{100}}$$

மண்ணின் நீளம், விட்டத்தைப் போல இரண்டு பங்கு இருக்க வேண்டும். வடிதாள் வைத்து உறையிலிட்டிருக்க வேண்டும். இரு முனைகளிலும் பெரும் புழை கொண்ட புழைக்கல் தகடுகள் வைத்திருக்க வேண்டும். அப்போதுதான் இது பொருந்தும். D = மண்ணில் விட்டம்.

செதுக்கம்

செதுக்கம் தொடங்கு முன்னர், பின் அழுத்தத்தை கூட்ட வேண்டும். மூவச்சு அறை அழுத்தம், புழைநீர் அழுத்தம் ஆகிய இரண்டையும் ஒரே அளவு உயர்த்துவதே பின் அழுத்தத்தைக் கூட்டுவதாகும்.

செங்குத்து அழுத்தம் அளக்க விசையறி வளையத்தையும், செங்குத்துத் திரிபை அளக்க திருகுமுக அளவியையும் தயாராக்கிக் கொள்ள வேண்டும். மண்ணுக்குத் தோராயமான உராய்வுக் கோணம் ϕ அனுமானித்துக் கொண்டு, நொடிப்பு நிலைப்பாரத்தை பின் வரும் சமன்பாட்டால் அறியலாம்.

$$\text{நொடிப்புப்பாரம்} = P_f = \sigma_c + A_r + 2A \frac{(\sigma_3 - u_b)\sin\phi}{1 - (1 - 2A_f)\sin\phi}$$

இதில்,

σ_3 = மூவச்சு அறை அழுத்தம்

A_r = பாரம் தரும் தண்டின் பரப்பு

A = மண்ணின் பரப்பு

u_b = பின் அழுத்தம்

A_f = A காரணி

. விசையறி வளையத்தில் மேற்கண்டதைப் போல இருமடங்கு பாரத்திற்குத் தயாராக வைத்துக் கொள்ள வேண்டும்.

திரிபு விகிதம் கணக்கிட்டு அமைக்க வேண்டும்.

$$\text{நொடிப்பு நேரம்},\ t_f = \frac{0.071\, L_2}{4\, c_v}$$

$$\text{திரிபு வீதம்} = \frac{\epsilon_f L + \frac{P_b}{k}}{t_f}$$

இதில், ϵ_f = நொடிப்புத்திரிபு

k = விசையறிவளையத்தைப் பொருத்த மாறிலி

இனி செதுக்கச் சோதனையைத் தொடங்கலாம். புழைநீர் அளக்கும் கருவியை மீண்டும் மண்ணோடு இணைக்க வேண்டும். கணக்கிட்டுக் கொண்ட திரிபு விகிதத்தின்படி இயக்கி, மண்ணின் நொடிப்பு நிலைவரை, பின்கண்ட அளவுகளைத் தொடர்ந்து எடுக்க வேண்டும்.

(அ) விசையறி வளையத்தின் மூலம் மேல்வரும் செங்குத்து அழுத்தம்

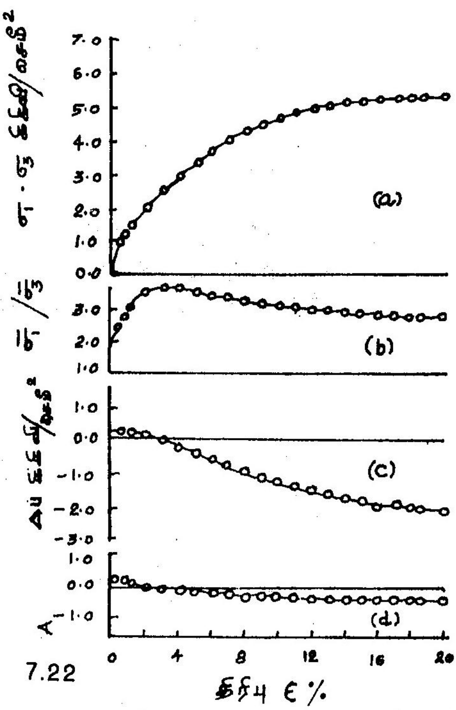
(ஆ) புழைநீர் அழுத்தம்

(இ) கடந்து செல்லும் நேரம்

செதுக்கம் நிகழ்ந்ததும், இயக்கத்தை நிறுத்திவிட்டு மண் முழுவதையும் இழப்பின்றி எடுத்து எடைபோட வேண்டும்; நீளத்தையும், விட்டத்தையும் குறித்துக் கொள்ள வேண்டும்; ஈரப்பதமும் கண்டுபிடிக்க வேண்டும்.

கணக்கீடுகள் :

(அ) கிடைத்துள்ள தகவல்களிலிருந்து படத்தில காணும் நான்கு வளைவுகளையும் வரைய வேண்டும்.



படம் 7.22

தகைவு - திரிபு உறவைக் காட்டும் படம்

அவை கிடை அச்சில் திரிபு, நிலை அச்சில் மண்ணின் A காரணி, நீரியல் புழைநீர் அழுத்த மிகை (Δu கிகி/செமீ^{2})

தலைமைத் தகைவு விகிதம் ஆகியவற்றையும் $\left(\dfrac{\sigma_3}{\sigma_1}\right)$

மற்றும் முதன்மைத் தகைவு வேறுபாடு (σ_1 - σ_3 கிகி/செமீ^{2}) ஆகியவற்றையும் வைத்து வரையும் வளைவுகளாகும்.

இவ்வளைவுகளிலிருந்து நொடிப்பு நிலையைக் கண்டுணரலாம். நொடிப்பு நிலைக்கான உய்யங்கள் (Criteria).

(அ) தலைமைத் தகைவுகள் வேறுபாட்டு வளைவில் உச்சி.

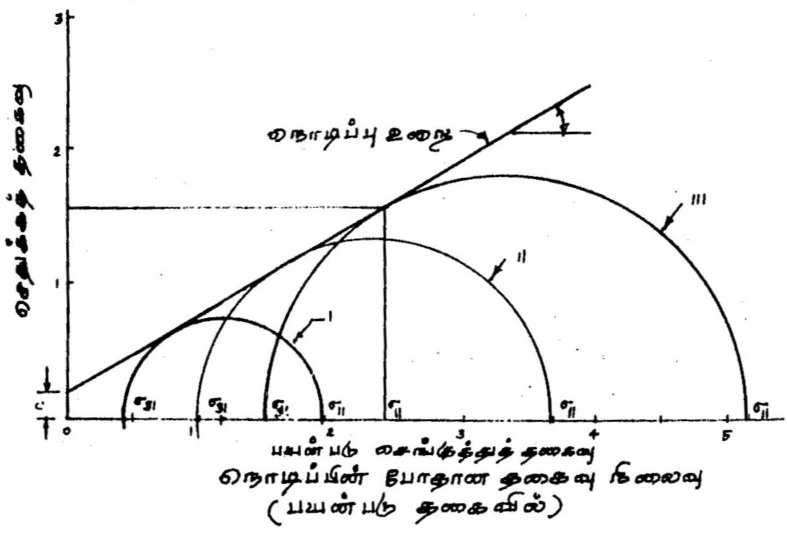
(ஆ) தலைமைத் தகைவுகளின் வேறுபாட்டு வளைவில் உச்சி.

(இ) 5 சதவீத செங்குத்துத் திரிபு

(ஈ) 20 சதவீத செங்குத்துத் திரிபு

ஆகியவை பழக்கத்தில் உள்ளன.

மூன்று மண் மாதிரிகளின் மீது நடத்திய சோதனைகளிலிருந்து நொடிப்பு நிலைகளில் பயன்படு தகைவுகளிலிருந்து மோர்வட்டங்கள் வரைய வேண்டும்.



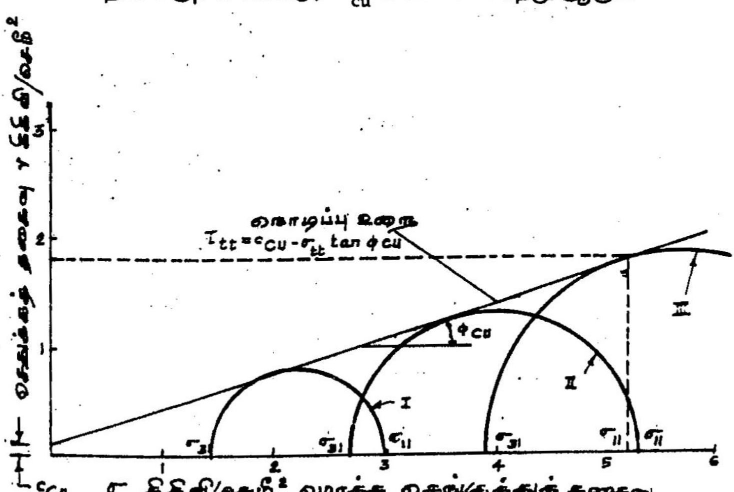
படம் 7.23

மூன்று வட்டங்களுக்கும் பொருந்துமாறு தொடுகோடு வரைய வேண்டும். தொடுகோடு கிடை அச்சுடன் அமைக்கும் கோணம் ϕ' தொடுகோடு நிலை அச்சில் வெட்டுகின்ற உயரம் c' இவை பயன்படு தகைவைப் பொருத்தவரை செதுக்கத் தடைக் கோணம் (ϕ'p) பற்று (c') ஆகும்.

கணக்கீட்டின்படி மோர் உறை அல்லது நொடிப்பு உறை.

$$\lambda_{tf} = c' + \bar{\sigma}_{tf} \tan\phi'$$

மொத்த தகைவு என்பது நொடிப்பின்போதான பயன்படு தலைமைத் தகைவு + நொடிப்பின் போதான புழைநீர் அழுத்தம் ஆகும். நொடிப்பின் போதான புழைநீர் அழுத்தம் = பின் அழுத்தம் + நொடிப்பு வரை இருந்த புழைநீர் அழுத்தத்தின் மாறுபாடு. மூன்று மண் மாதிரிகளிலும் நடத்திய சோதனை முடிவுகளின் படி மொத்தத் தலைமைத் தகைவுகளை வைத்து மூன்று மோர் வட்டங்கள் வரைய வேண்டும். அவற்றை இணைத்து வரையப்படும் பொதுத் தொடுகோடு நொடிப்பு உறை ஆகும். அதன் கிடை அச்சுக் கோணம் $\phi_{\overline{cu}}$ செதுக்கத் தடை கோணம் ஆகும். நிலை அச்சு வெட்டு, $C_{\overline{cu}}$ மண்ணின் பற்று ஆகும்.



நொடிப்பு நிலையில் தகைவு நிலைமை மொத்தத் தகைவுகளில்

படம் 7-24

கணக்கிட்டின்படி மோர் உறை அல்லது நொடிப்பு உறை

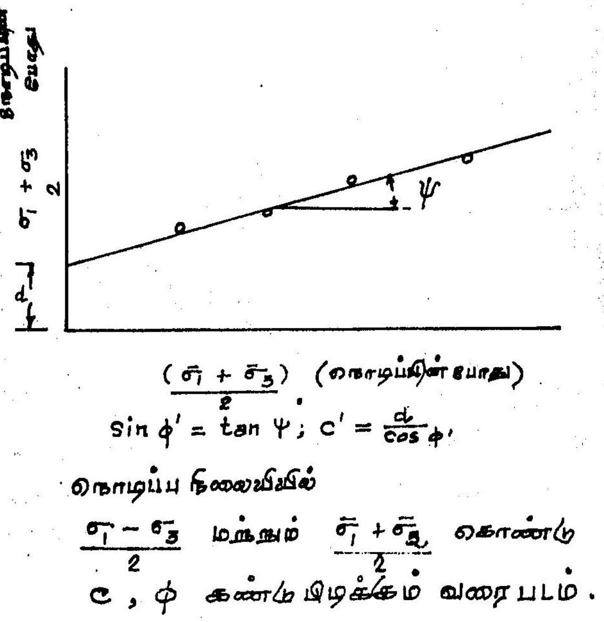
$$\lambda = C_{\overline{cu}} + \sigma_{tf} \tan\phi_{\overline{cu}}$$

மொத்தத் தகைவுகள், பயன்படு தகைவுகள் ஆகியவற்றைக் கொண்டு வரைந்த மோர் உறைகளில் பயன்படு தகைவைக்

கொண்டு வரைந்த உறையே மண்ணின் அசல் நொடிப்புத் தளத்தை ஒத்திருக்கும்.

(இ) பயன்படு கட்டுப்படுத்தும் தகைவு விகிதம் என்பது ஒவ்வொரு மண் சோதனையிலும், நொடிப்பு நிலையில் தகைவு வேறுபாட்டில் பாதி, நொடிப்பு நிலையில் மூவச்சு அறை நீர்மத்தின் அழுத்தக்கோடு அமைக்கும் விகிதம் ஆகும். இயல்பாகக் கெட்டிப்பட்ட மண்ணுக்கு இவ்விகிதம் மாறிலியாக இருக்கும். இதைப் பயன்படு கட்டுப்படுத்தும் தகைவு விதிதத்தின் மீதான வடியாத் திறன் என்பர்.

(ஈ) c' மற்றும் ϕ' ஆகியவற்றை பின் கண்டவளைவை வரைந்தும் அறியலாம்.



படம் 7-25

கிடை அச்சில் $\frac{\bar{\sigma}_1 + \bar{\sigma}_3}{2}$ (நொடிப்பு நிலை)

நிலை அச்சில் $\frac{\overline{\sigma_1} - \overline{\sigma_3}}{2}$ (நொடிப்பு நிலை)

ஆகியவற்றைக் கொண்டு எல்லா மண்மாதிரிகளையும் குறித்தால், ஒரு நேர்கோடு கிடைக்கும். நேர்கோட்டின் சாய்மானக் கோணம் ψ நிலை அச்சு வெட்டு d

$$\sin\phi' = \tan\psi$$

$$c' = \frac{d}{\cos\phi'}$$

ஈ) எதிர்மப் புழைநீர் அழுத்தத்தை அளத்தல் (அய் எஸ் 2720 பகுதி 35 /1974) (Measurement of negative pore pressure)

ஈரத்திகட்டு முழுமையாக இல்லாமல் பகுதியாக உள்ள மண்ணில் எதிர்மப் புழைநீர் அழுத்தம் இருக்கும். அதனை அளப்பதற்கான ஏற்பாடுகளும் உண்டு.

எதிர்மப் புழைநீர் அழுத்தம் அளக்கும் ஏற்பாடு

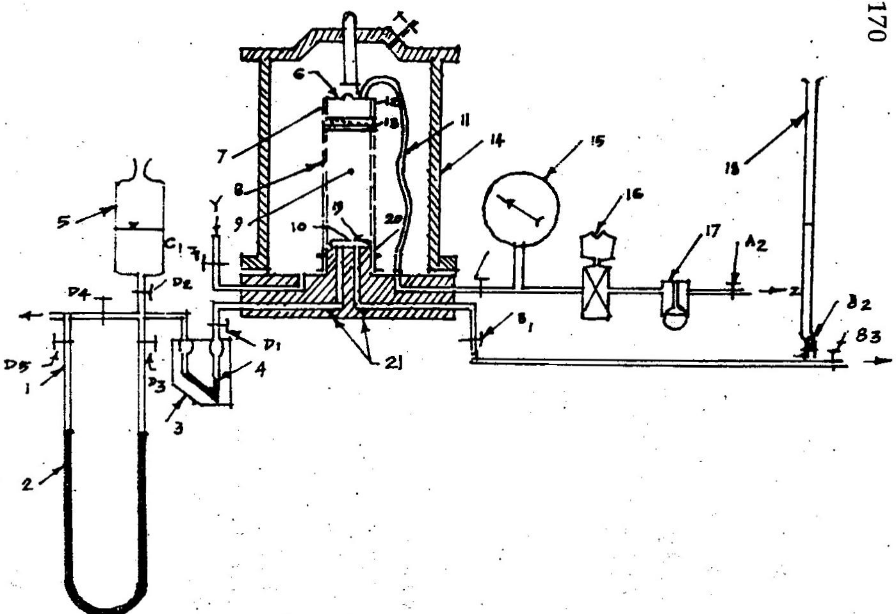
X = அழுத்த உயரமானி, அழுத்த அளவி, திருகுக் கட்டுப்பாடு கொண்ட உருளை மற்றும் தானே அனுசரித்துக் கொள்ளும் பாதரசக் கலம் கொண்ட ஏற்பாடு.

Y = அழுத்த அளவி, திருகுக் கட்டுப்பாடு கொண்ட உருளை மற்றும் தானே அனுசரித்துக் கொள்ளும் பாதரசக் கலம் கொண்ட ஏற்பாடு மற்றும் காற்று நீக்கிய நீர்த்தொட்டி.

Z = அழுத்தக் காற்று உற்பத்தியாகுமிடம்

A, B, C, D = வால்வுகள்

1. சமமாக்கும் உயரமானி
2. பாதரம்
3. சமக்குறி முள்
4. பாதரசம்
5. நீர்
6. மேல் மூடி
7. ரப்பர் O வளையம்
8. சருகுறை
9. மண்
10. சுடுமண்ணாலான நய நுண்புழைக் கல்
11. காற்று வழி
12. பரு நுண் புழைக்கல்
13. பாலியஸ்டர் துணித்தட்டு
14. மூவச்சு அறை
15. அழுத்த அளவி
16. காற்றழுத்தம் ஒழுங்குபடுத்தி
17. காற்று வடிப்பி
18. ப்யூரெட்
19. கோர்த்த மூடி
20. மூவச்சு அறைக்குமிடம்
21. புழைநீர் செல்லும் குழாய்கள்



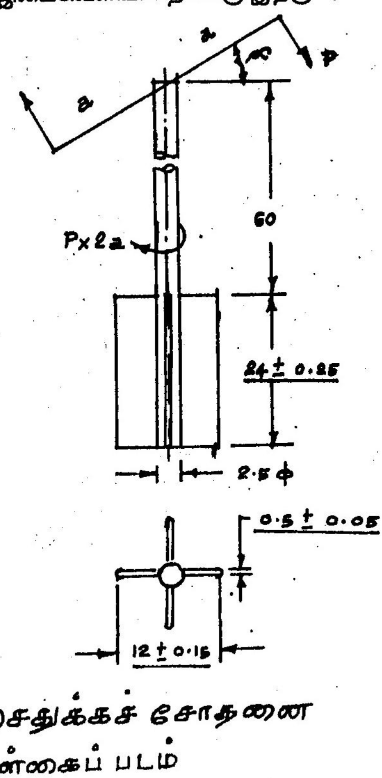
படம் 7.26

அத்தகைய ஏற்பாட்டைப் படத்தில் காணலாம். 0 முதல் –0.75 கிகி/ செமீ^{2} வரை நேரடியாக அளக்க இயலும். அதற்கு மேலுள்ளதை காற்றுத் தொடர்பு தடைப்பதாத மண்ணில் மறைமுகமாகக் கண்டு பிடிக்க முடியும்.

7.12 ஆய்வக இறகுச் செதுக்கச் சோதனை (அய் எஸ் 2720 பகுதி 30/1980)

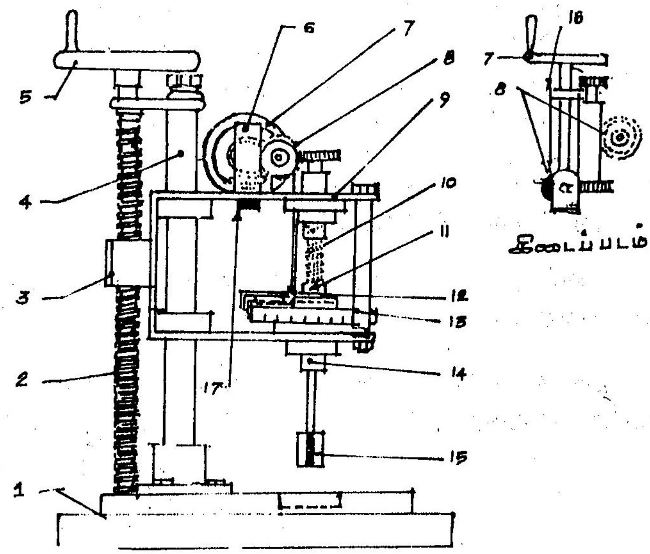
மிகக் குறைந்த செதுக்கத்திற்கும் பற்றுடை மண்ணில் செதுக்கத்திறம் காண இம்முறை பயன்படுகிறது.

இதற்கான கருவியில் 90^0 இடைவெளியில் நான்கு இறகுகள் பொருத்தப்பட்டிருக்கும் இவை



படம் 7.27

தகட்டுச் செதுக்கச் சோதனை
கொள்கைப் படம்



1. பீடம்
2. ஈயத் திருகு
3. நட்டு
4. தாங்கும் தூண்
5. ஈயத் திருகின் கைப்பிடி
6. பல்சக்கரத்தின் பிடிப்பி
7. முறுக்கம் தரும் கைப்பிடி
8. பல்சக்கரங்கள்
9. பிடிப்பி
10. முறுக்க வில்
11. அணைக்கும் ஊசிகள்
12. திரிபு காட்டும் முள்
13. பெரும அளவு காட்டும் முள்
14. தகட்டைப் பொருத்தும் திருகு
15. செதுக்கத் தகடுகள்
16. இயல்பான வேகத்துப் பல்சக்கரம்
17. பல்சக்கரப் பிடிப்பியைப் பொருத்தும் திருகு

ஆய்வுக் தகட்டுச் செதுக்கச் சோதனைக் கருவித் தொகுதி

படம் 7.28

2.5 மிமீக்கு மிகாத கம்பியில் பற்றாசு (வெல்டு) செய்யப்பட்டிருக்கும். கருவியின் மொத்த வடிவை 7.28 படத்தில் காணலாம்.

சோதனைக் குடுவையில் சிறுமமாக 37.5 மிமீ விட்டமும் 75 மிமீ நீளமும் மண் இருக்க வேண்டும். குடுவையைக் கருவியின் கீழே கெட்டியாக இருக்குமாறு பொருத்திக் கொள்ள வேண்டும். மண்ணின் மேற்பரப்பின் கீழே சுமார் 10 மிமீ அளவாவது, இறகுகளின் மேல்மட்டம், மண்ணுக்குள் இறக்க வேண்டும். திரிபு முறுக்கம் காட்டும் அளவிகளின் தொடக்க அளவைக் குறித்தல் வேண்டும். இறகுக் கருவியை, நொடிக்கு 0.1 பாகை வீதத்தில் சுழற்ற வேண்டும். மண் நொடிக்கும் வரை சுழற்ற வேண்டும். குறிப்பிட்ட நேர இடைவெளிகளில் திரிபு, முறுக்கம் காட்டும் அளவிகளில், அளவு பார்த்துக் குறித்துக் கொள்ள வேண்டும். பெரும முறுக்கம் அறிந்த பின்னர், இறகு கருவியை 10 தடவை வேகமாகச் சுழற்ற வேண்டும். இதனால் மண் மறுவார்ப்பு நிலையை அடைகின்றது. ஒரு நிமிட நேரத்திற்குள்ளாக மீண்டும் ஒரு முறை மேற்கண்ட சோதனையைத் திரும்பச் செய்ய வேண்டும்.

$$\text{செதுக்கத் திறன் } s = \frac{3}{19} T$$

இதில், s = செதுக்கத்திறன் kgf/cm^2

T = முறுக்கம் cm kgf

களத்திலேயே, ஆற்றல் குறைந்த மண்ணில் செதுக்கத்திறன் காண இறகுச் செதுக்கத்திறன் கண்டுபிடிப்பதற்கும் சோதனைகள் உண்டு.

7.13 மாதிரி மண் நொடிப்புறும் வகை

சோதனைகளில் மண் இரண்டு வகையாக நொடிப்புறும். அடர்மணலில் நொடிப்புத்தளம் தெளிவாகத் தெரியும்.அதன் கோணத்தை அளந்து அறிய இயலும். இக்கோணம் மோர்ச்சிதைவுக் கொள்கைக்கேற்ப அமைந்திருப்பதைக் காணலாம்.

தளர் மணலில் நொடிப்புத் தளம் தெரிவதில்லை, நடுப்பக்கத்தில் மத்தளம் போல் உப்பியவாறு இருக்கும். உறையில் சுருக்கங்கள் இருக்கும். நொடிப்பு நிலை தெளிவாகத் தெரியாத போது, 20 சதவீதம் திரிபில் நொடிப்பு நிகழ்வதாக எடுத்து கொள்ளப்படுகிறது.

(a) அடர் மண் (b) தளர் மண்

நொடிப்பு நிகழும் வகை

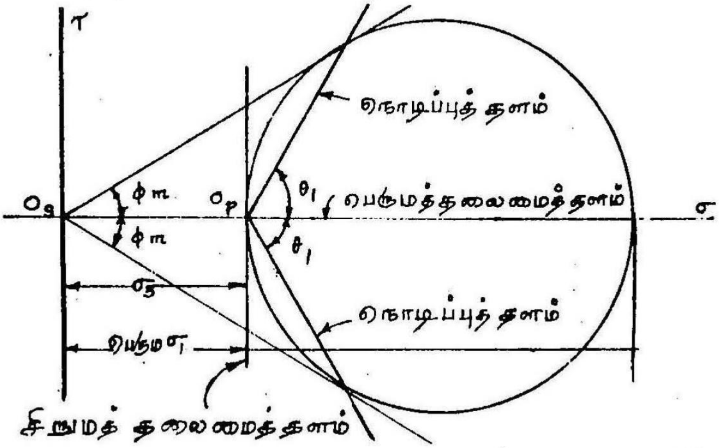
படம் 7-29

7-14 செதுக்கச் சோதனைகளுக்கான மோர் படம்

அமுக்கச் சோதனைகளின் தகவல்களை வைத்துக் கொண்டு, மோர்ப்படம் வரைய முடியும். σ_3 மாறாதிருக்கும் போது σ_1ஐ மாற்றிக் கொண்டே வருவதால், வட்டம் பெரிதாகிக் கொண்டே வந்து உச்ச மதிப்பை அடையும்.

உச்ச மதிப்பில் வரைந்த மோர் வட்டத்தைப் படத்தில் காணலாம். செதுக்கத் தகைவை நிலை அச்சிலும், தலைமைத் தகைவுகளைக் கிடைஅச்சிலும் வைக்க வேண்டும். பெரும σ_1 - σ_3 நீளத்தை விட்டமாக வைத்து வட்டம் வரைய வேண்டும். தகைவுகள் மையத்திலிருந்து (0_s), வட்டத்திற்குத் தொடுகோடுகள் வரைந்தால், உள்ளுராய்வுக் கோணம் (ϕ_m) கிடைக்கும். 0_s - σ கோடு பெருமத்தலைமைத் தளம் ஆகும். இதற்குச் செங்குத்தாக வட்டத்திற்கு வரையப்படும் தொடுகோடு, சிறுமத் தலைமைத் தளம் ஆகும். இவை சந்திக்குமிடம் தளங்களின்

மையம் (0_p) ஆகும். உள்ளுராய்வுக் கோணத் தொடுகோடு சேர்த்தால், நொடிப்புத்தளம் கிடைக்கும். இக்கோணம் θ_f ஆகும்.



அழுக்கச் சோதனையில் நொடிப்பின் போதான மோர்ப்படம்
படம் 7-30

நேர்ச் செதுக்கச் சோதனையில் கிடைக்கும், உச்ச மதிப்பான σ, λ.

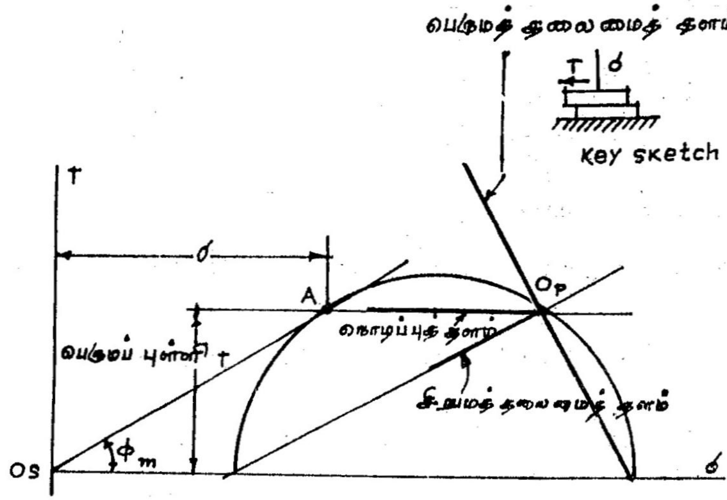
பெரும σ, λ தெரியும்

$$\tan \phi_m = \left(\frac{\lambda}{\sigma}\right)_m$$ இதிலிருந்து ϕ_m கண்டுபிடிக்கலாம்.

கிடை அச்சில் பெரும σ வைத்துக் கொண்டால், வட்டத்தின் ஒரு புள்ளி கிடைக்கும். 0_s புள்ளியிலிருந்து ϕ_m கோணம் வைத்து ஒரு நேர்கோடு வரைந்து கொள்ள வேண்டும். இது வட்டத்தின் தொடுகோடு ஆகும். நிலை அச்சில் λ வைத்து, கிடைக் கோடு வரைந்தால் முந்தைய கோட்டை வெட்டுமிடம் (A) வட்டத்தின் இன்னொரு புள்ளியாகும்.

இப்புள்ளி (A) வழியே தொடுகோட்டிற்குச் செங்குத்தாக ஒரு கோடு வரைந்தால் கிடை அச்சை வெட்டுமிடம் வட்டத்தில் மையம் ஆகும். மையத்திலிருந்து வட்டத்தின் மேற்பகுதியை வரைந்து கொள்ளலாம். A புள்ளியின் கிடைதூரம் சிறுமத் தலைமைத் தகைவு σ_3 ஆகும்.

நேர்ச்செதுக்கச் சோதனையில், நொடிப்புத்தளம் கிடைமட்டம் என்பதை அறிவோம். A புள்ளி வழியாக ஒரு கிடைமட்டத்கோடு வரைந்தால், அது வட்டத்தை O_P புள்ளியில் வெட்டும், AO_P நொடிப்புத்தளம் ஆகும். O_P புள்ளியையும், வட்டத்தின் வலது பக்கப்புள்ளியையும் இணைக்கும் கோடு, பெருமத் தலைமைத் தளம் ஆகும். அதற்குச் செங்குத்தாக உள்ளது, சிறுமத் தலைமைத்தளம் ஆகும்.



நேர் செதுக்கச் சோதனையில் நொடிப்பின் போதான

மோர்ப்படம்

படம் 7.31

7.15 செதுக்கத்தின் போது நீரியல் அழுத்த மிகை :

மணலில் சோதனைகள் நடத்தும் போது, பெரும்பாலும், அதன் புழை நீரிலுள்ள நீரியல் அழுத்த மிகை கவனத்திற்கு வருவதில்லை. மணலின் ஊடுருவல் மிகுதியானதால், சோதனையின் போது நீர்

நிற்பதில்லை. இயற்கையில் அவ்வாறு எதிர்பார்க்க இயலாது. மணல் படுகைகளில் நீர் புகுந்து நின்று கொண்டிருக்கும்.

மணலில் நடத்தும் சோதனைகளில் நீர் அழுத்தம் தெரியாமல் இருந்து விட்டால், அது எல்லாத் தளத்திலும் இருக்கும். இதனால் செங்குத்துப் பரலிடை அழுத்தத்தில் மாறாத பிழை கூடியிருக்கும். மண்ணிடையே உள்ளுராய்வு பரலிடை அழுத்தத்தால் மட்டுமே நிகழ்கிறது. அதனால் தகைவுகள் மையம் சற்று விலகிப் போக வாய்ப்புண்டு. எனவே மோர் வட்டத்தில் கிடைக்கும் உள்ளுராய்வுக் கோணம் பிழையானதாகும்.

7.16. நொடிப்பு நிலையில் σ மற்றும் ϕ

செதுக்கத்திறன் $s = \sigma \tan\phi$ நொடிப்பு நிகழுவதற்கு வலது பக்கம் இரண்டு காரணிகள் உள்ளதை எண்ணிப்பார்க்க வேண்டும். முதலாவது குறிப்பிட்ட தலைமைத் தகைவின் போது உள்ளுராய்வுக் கோணம் ϕ அதன் பெரும மதிப்பை அடைதல். இரண்டாவது செங்குத்துத் தகைவைக் கூட்டிக் கொண்டே சென்று, நொடிப்புத் தோன்றக்கூடிய தளத்தில், அது தன் பெரும நிலையை அடைதல், இப்போது ϕ பெருமநிலைக்குச் சற்று குறைவாகக் கூட இருக்கக் கூடும்.

$\frac{\sigma_1}{\sigma_2}$ விகிதமும், $\frac{\lambda}{\sigma}$ விகிதமும், திரிபின் ஏற்றத்திற்கேற்ப ஏறிக்கொண்டேயிருப்பதில்லை. பரலிடை அழுத்தம் எவ்வளவு திரளுகின்றதோ அந்த அளவு மண்ணின் செதுக்கத் தடை இருக்கும். உய்யத்தளத்தில் செதுக்கத் தகைவு, மேற்கண்ட செதுக்கத் தடை அளவுக்கு உயரும் போது நொடிப்பு ஏற்படுகிறது. இந்த நிலையில் மோர் உறை, மோர் வட்டத்திற்குத் தொடுகோடாக இருக்கும். இதன் கிடைக் கோணம் ϕ இதனை ϕ சாய்மான நிலை என்பர்.

செங்குதுக் தகைவையோ அல்லது பக்கத்தகைவையோ, மாறிலியாக வைத்துக் கொண்டு சோதனைகள் நடத்தும் போது ϕ சாய்மான நிலை உருவாகியும், நொடிப்பு நிகழாதிருப்பதும் சாத்தியமே.

7.17 மணலில் செதுக்கத்திறனுக்கான காரணிகள்

மணலின் பரல்ககிடையே உராய்வு பரல்கள் உருளுவதாலும், நகருவதாலும் தோன்றுகிறது. மற்றது பரல்களின் பிணைப்பு (Interlocking) ஆகும்.

அட்டவணை–1

உள்ளுராய்வுக் கோணம் ϕ மதிப்புகள்

	சோதனை வகை		
	வடித்த சோதனை	கெட்டித்த வடியாதச் சோதனை	கெட்டித்த வடித்த சோதனை
மணல்			
உலர் தளர் மணல்	28.5 –34°		
தளர் திகட்டிய மணல்	28.5–34°		
உலர் அடர் மணல்	35–46°		43 –50°
அடர் திகட்டிய மணல்	உலர் அடர் மணலை விட 1–2° குறைவு		43–50°
வண்டல் அல்லது வண்டல் மணல்			
தளர்	20–22°		27–30°
அடர்	25–30°		30–35°
களிமண்	0° திகட்டிய நிலையில்	14–20°	28–30°

குறிப்பு : வடியாச் சோதனைகளை விரைவுச் சோதனை என்றும் வடித்த சோதனைகளை மந்தச் சோதனை என்றும் கூறுவர்.

7.18 உணர்ப்பு மற்றும் திணிவம் :

களிமண் சில வேளைகளில் மறுவார்ப்பு செய்யும். தன் திறனை, எல்லாம் அல்லது கிட்டத்தட்ட இழந்து விடுகிறது. இத்தன்மையை உணர்ப்பு என்பர். குலைக்கப்படாத மண்ணின் திறத்திற்கும், மறுவார்ப்பு செய்த மண்ணின் திறத்திற்கும் உள்ள விகிதம் உணர்ப் (Sensitivity) எனப்படும்.

உணர்ப்பு = கலைக்கப்படா மண் திறன் / மறுவார்ப்பு மண் திறன்

இதில் கட்டுப்படுத்தாத அழுங்குச் சோதனையின் திறம் (q_u) பயன்படுத்தப்படுகிறது. உணர்ப்பு முழு எண்ணாகச் சொல்லப்படும்.

பெரும்பாலான களிமண்ணின் உணர்ப்பெண் 2 முதல் 4 வரை இருக்கும். உணர்ப்புள்ள மண்ணின் மதிப்பு 5 முதல் 8 வரை இருக்கும். மிகுந்த உணர்ப்புள்ள மண்ணின் உணர்ப்பெண் எட்டுக்கு மேல் இருக்கும். சிலவகை மண் மிகுந்த ஈரப்பதத்தில், மறுவார்ப்புத்திறம் அளந்து காணமுடியாத அளவு குறைவாக இருக்கும்; அத்தகைய உயர்பு மிகுந்த மண் வகைகளும் உண்டும் :

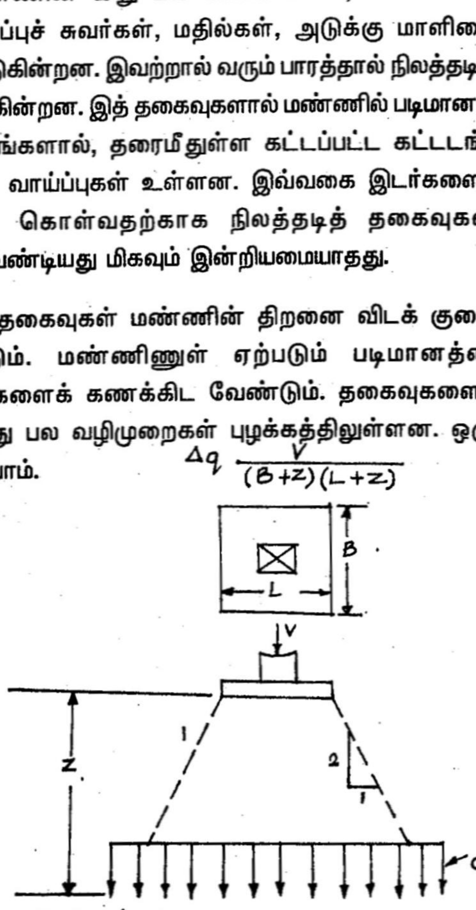
உணர்ப்பெண் 16க்கு குறைவாக உள்ள மண் மறுவார்ப்பு செய்யும் போது நேரம் செல்லச் செல்ல தனது பழைய திறனை அடைந்து விடும். இவ்வாறு நேரச் செலவால், தனது முந்தையச் செதுக்கத்திறனை அடையும் பண்பைத் திணிவம் (THIXOTROPY) என்பர். பென்டோனைட் களிமண் இவ்வகையைச் சேர்ந்தது, களிமண்ணில் நிலத்தூண்கள் இறக்கிய உடனே பாரம் தாங்கு வலிமை எதுவுமே இல்லாமல் இருக்கும்; ஒரு சில மணி நேரத்தில், ஒரு சில நாட்களில், தேவைப்படும் அளவுக்குத் திறம் பெற்றுவிடும்.

8. நிலத்தடி அழுத்தம்

8.1 மண்ணின் மீது பல கட்டடங்கள், பாலங்கள், அணைகள், மண்தடுப்புச் சுவர்கள், மதில்கள், அடுக்கு மாளிகைகள் எல்லாம் கட்டப்படுகின்றன. இவற்றால் வரும் பாரத்தால் நிலத்தடியில் தகைவுகள் உண்டாகின்றன. இத் தகைவுகளால் மண்ணில் படிமானம் நிகழ்கின்றது. படிமானங்களால், தரைமீதுள்ள கட்டப்பட்ட கட்டடங்களில் விரிசல் ஏற்படும் வாய்ப்புகள் உள்ளன. இவ்வகை இடர்களை முன்கூட்டியே அறிந்து கொள்வதற்காக நிலத்தடித் தகைவுகள் பற்றி நாம் அறியவேண்டியது மிகவும் இன்றியமையாதது.

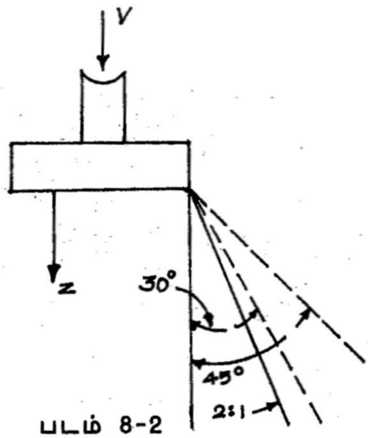
தகைவுகள் மண்ணின் திறனை விடக் குறைவாக இருக்க வேண்டும். மண்ணினுள் ஏற்படும் படிமானத்தை அறியவும் தகைவுகளைக் கணக்கிட வேண்டும். தகைவுகளைக் கண்டறியத் தற்போது பல வழிமுறைகள் புழக்கத்திலுள்ளன. ஒரு சிலவற்றைக் காண்போம்.

$$\Delta q \; \frac{V}{(B+z)(L+z)}$$



z ஆழத்தில் அழுத்தம் காண தோராய முறைகள்

படம் 8-1



படம் 8-2

இரண்டிற்கொன்று சாய்மானத்தில் பாரம் விரிந்து பரவுவதாக எடுத்துக் கொள்வது மிக எளிய வழியாகும் (படம் 8–1). சிலர் செங்குத்துக்கு 30 அல்லது 45 பாகையில் பாரம் பரவுவதாகவும் எடுத்துக் கொள்வர் (படம் 8.2).

இரண்டிற்கொன்று என்ற விகிதத்தில் பாரம் விரிவதாக எடுத்துக் கொண்டால், அடிமானத்தின் தொடுதளத்தின் கீழே z ஆழத்தில் அடிமான அழுத்தத்தால் ஏற்படும் நேர்செங்குத்தகைவு Δq எனக் கொள்வோம்.

$$\Delta q = \frac{V}{(B + Z)(L + Z)} \qquad \text{..................8.1}$$

இதில் B, L என்பன அடிமானச் செவ்வகத்தின் அகல நீளங்களாகும். V=அடிமானங்களின் மேல்வரும் பாரம். அடிமானம் B அலகுச் சதுரமாக இருந்தால் $\Delta q = \frac{V}{(B + Z)^2}$ 8.2

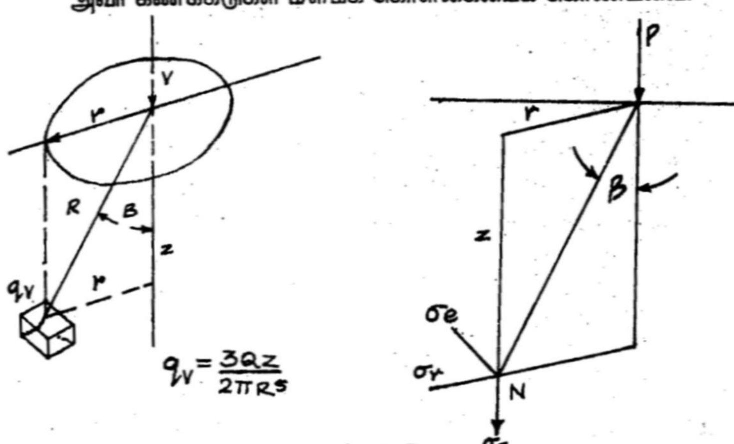
8.2 போசினெஸ்குச் சமன்பாடு :

அடிமானத்தின் கீழ்வரும் தகைவுகளை துல்லியமாகக் கணக்கிட முயற்சிகள் நடைபெற்றன. அவற்றில் மிக அதிகமாகப் வழக்கத்திலுள்ளவை போசினெஸ்க், வெஸ்டர்கார்டு முதலியோருடைய கோட்பாடுகளாகும்.

போசினெஸ்கு கீழ்க்கண்ட அனுமானங்களை மேற்கொண்டார்:

1. மண் எடையில்லாதது
2. மண் மீள்மமுடையது (elastic), நாற்றிசெயும் கீழும் விரவிள்ளது (Half space), சமச்சீரானது, ஒரே பண்புடையது (isotropic & homogenous), மிகச்சில இடங்களில் ஹூக்ஸ் விதிக்கு அடங்கியது.
3. மண்ணின் பருமமாறுபாடு தள்ளத்தக்கது.
4. மேல் பாரம் வருமுன், மண்ணினுள் தகைவுகள் இல்லை.
5. தகைவுத் தொடர்ச்சி உள்ளது.
6. தகைவுப் பரவல், அச்சைச் சுற்றி ஒரே மாதிரி உள்ளது.

அவர் கணக்கீடுகள் மீள்மக் கொள்கையைக் கொண்டவை.



படம் 8-3

N புள்ளி, எடையின் கீழே செங்குத்துக்கு β பாகை திசையில், r அலகு கிடை தூரத்தில் உள்ளது. (படம் 8–3) இந்த இடத்தில் செங்குத்துத் தகைவு (σ_z).

$$\sigma_z = \frac{3P}{2\pi Z^2} \cos^5\beta$$

$$= \frac{P}{2\pi} \frac{3Z^2}{(r^2 + Z^2)^{5/2}}$$

ஆராட்டுச் செங்குத்துத் தகைவு,

$$\sigma_r = \frac{P}{2\pi}\left(\frac{3r^2Z}{(r^2+Z^2)^{5/2}} - \frac{1-2\mu}{r^2+Z^2+Z\sqrt{r^2+Z^2}}\right)$$

$$= \frac{P}{2\pi Z^2}\left(3\sin^2\beta\cos^3\beta - \frac{1-2\mu}{1+\cos\beta}\right)$$

சுற்றாட்டுச் செங்குத்துத் தகைவு,

$$\sigma_t = -\frac{P}{2\pi}(1-2\mu)\left(\frac{Z}{(r^2+Z^2)^{3/2}} - \frac{1}{(r^2+Z^2)+Z\sqrt{r^2+Z^2}}\right)$$

$$= -\frac{P}{2\pi Z^2}(1-2\mu)\left(\cos^2\beta - \frac{\cos^2\beta}{1+\cos\beta}\right)$$

செதுக்கத்தகைவு,

$$\lambda_{rz} = \frac{P}{2\pi}\,\frac{3rZ^2}{(r^2+Z^2)^{5/2}}$$

$$= \frac{3P}{2\pi Z^2}(\sin\beta\cos^4\beta) \text{..................} 8.3$$

இதில் μ = பாய்சான் விகிதம். மீள்மக் குணப் பொருட்களுக்கு இதன் மதிப்பு 0 முதல் 0.5வரை இருக்கும்.

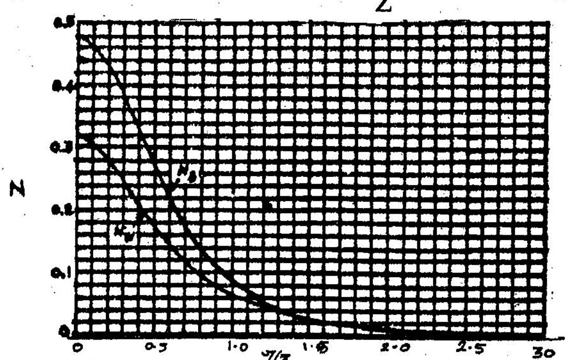
மேற்கண்ட சமன்பாடுகளில் ஒரு வகையில் r, Z ஆயங்களும், மற்றதில் β, Z ஆயங்களும் பயன்பட்டுள்ளன. இவற்றின் உறவு வருமாறு

$$\beta = \tan^{-1}\frac{r}{z}$$

மேற்கண்ட நான்கு சமன்பாடுகளில் σ_Z மட்டுமே அதிகமாகப் பயன்படுகிறது. அதை பின் வருமாறும் எழுதலாம்.

$$\sigma_Z = \frac{P}{Z^2} \frac{\frac{3}{2\pi}}{\left[1 + \left(\frac{r}{Z}\right)^2\right]^{5/2}} \qquad \text{..................8.4}$$

வேறுவேறு இடங்களைச் சுட்டுவதற்கு, மாறுகின்ற காரணிகள் இரண்டுதான் உள்ளன; Z மற்றும் $\frac{r}{Z}$ ஆகியவை. இதிலிருந்து (அ) தகைவு, மேல்வரும் பாரம் P க்கு நேர் விகிதத்திலும், (ஆ) ஆழத்தின் அடுக்கிற்கு எதிர் விகிதத்திலும் உள்ளது; இவை (inverse square) எதிர்–அடுக்கு விதிக்கு இயைப இருப்பதைக் கவனித்திடுக; (இ) மற்றும் β கோணத்தின் அல்லது $\frac{r}{Z}$ பின்னத்தின் காரணிகளுக்கு நேர் விகிதத்திலும் உள்ளன. எனவே இதை $\sigma = \frac{P}{Z^2} N_B$ என்று எழுதலாம்.



$$\sigma_z = \frac{Q}{z^2} N_B \qquad N_B = \frac{3/2\pi}{[1+(r/z)^2]^{5/2}}, \quad N_W = \frac{1/\pi}{[1+2(r/z)^2]^{3/2}}$$

புள்ளிப் பாரத்தினால், மீள்ம மண்ணில் ஏற்படும் செங்குத்துத் தகைவுகள் காண்பதற்கான கெழுக்கள்

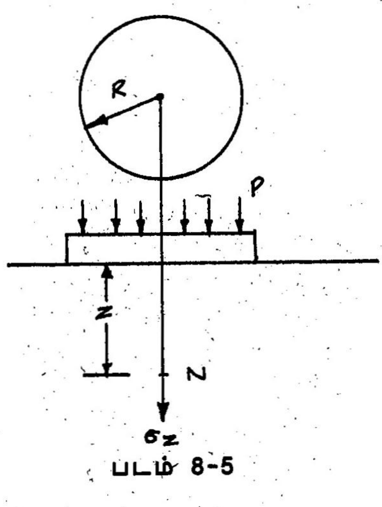
படம் - 8.4

N_B என்பது β அல்லது $\frac{r}{Z}$ பின்னம் ஆகியவற்றில் ஏதாவதொன்றின் காரணியாக வைத்துக் கொள்ளலாம். N_Bஐ செங்குத்துத் தகைவிற்கான போசினெஸ்க்குக் குறியெண் என்பர்.

8–4 படத்தில் $\frac{r}{Z}$ மதிப்பிற்கேற்ற N_B மதிப்புகள் காட்டப்பட்டுள்ளன. N_w என்பது வெஸ்டர்கார்டு குறியெண் ஆகும். இது பின்னர் கூறப்போகும் வெஸ்டர்கார்டு சமன்பாடுகளிலிருந்து பெறப்பட்டதாகும்.

8.3. போசினெஸ்க் சமன்பாடு - வட்ட அடிமானத்தில் அழுத்தம் :

முன்னர் பார்த்தது ஒரு புள்ளியில் மீது வரும் திரண்ட பாரத்தினால் ஏற்படும் தகைவு பற்றியது. ஒரு வட்டமான அடிமானப் பரப்பில் சீரான பரவல் பாரம் வரும் போது ஏற்படும் தகைவுகளைப் பின்வரும் சமன்பாட்டால் அறியலாம்.



படம் 8-5

$$\sigma_Z = p\left[1 - \frac{1}{1 + \left(\frac{R}{Z}\right)^2}\right]^{3/2} \qquad \text{..................8.6}$$

இதில்,

R : பாரம் வரும் பரப்பின் ஆரம்–வட்ட அடிமானத்தின் ஆரம்

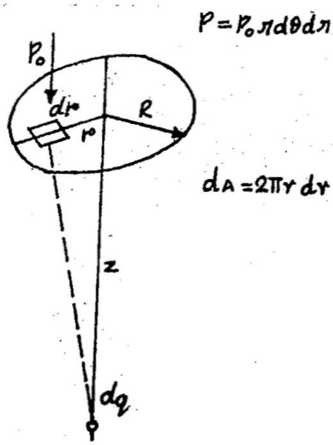
Z : தகைவு வேண்டிய N புள்ளியின் ஆழம்

p : சீர்பரவல் பாரம்

R : வட்ட அடிமானத்தின் ஆரம்

8.4 நியுமார்க் படம் :

பாரம் ஒரு புள்ளியின் மீது இயங்குவது செயல் முறையில் நடவாதாகையால். ஒரு வட்ட அடிமானத்தின் மீது பரவலாக வருமாறு திட்டமிட்டுக் கொள்ளப்பட்டுள்ளது. சீரான அடிமான அழுத்தம் p_0 எனவும் மொத்த எடை P எனவும் கொள்வோம்.



படம் 8.6

dA பரப்பில் dP எடை வருவதாகக் கொள்வோம்

$$dP = p_0 dA = p_0 r d\theta\, dr$$

நேர்செங்குத்துத் தகைவு σ_Z வட்ட அடிமானத்தின்

மையத்திலிருந்து, Z ஆழத்தில் $= \int_0^R \int_0^{2\pi} \frac{3dP}{2\pi Z^2} \frac{1}{\left[1 + \left(\frac{r}{Z}\right)^2\right]^{5/2}}$

இது, $\sigma_Z = p_0 \left[1 - \frac{1}{\left[1 + \left(\frac{r}{Z}\right)^2\right]^{3/2}}\right]$

இதை $\frac{\sigma_t}{p_0} = 1 - \frac{1}{\left[1 + \left(\frac{R}{Z}\right)^2\right]^{3/2}}$

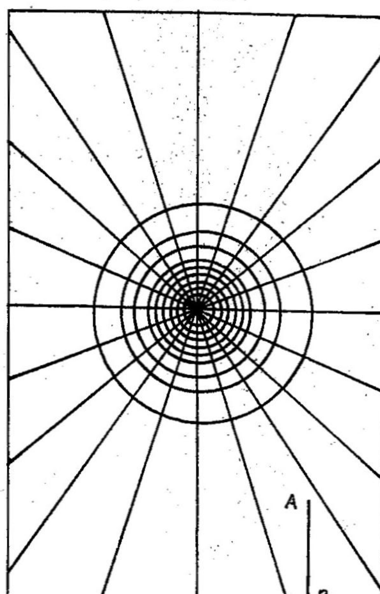
இந்தச் சமன்பாட்டை நியூமார்க் உபயோகப்படுத்தி $\frac{\sigma_t}{P_0}$ விகிதமதிப்பு 0.1, 0.2, 0.3 என்ற வகையில் இருப்பதற்குத் தேவையான $\frac{R}{Z}$ மதிப்புகளைக் கணக்கீட்டு அதன் முடிவுகளைப் பட்டியலிட்டார்.

$\frac{\sigma_Z}{p_0}$	$\frac{R}{Z}$
0.1	0.2698
0.2	0.4005
0.3	0.5181
0.4	0.6370
0.5	0.7664
0.6	0.9176
0.7	1.1097
0.8	1.3871
0.9	1.9084

8.6 எண்ணுள்ள சமன்பாட்டை கணக்கிட்டு அறியும் தொல்லைகளை அறிந்து, எளிய முறையில் நிலத்தடித் தகைவு அறிய ஒரு வரைபட முறையை நியூமார்க் என்ற அறிஞர் கண்டுபிடித்தார். அது அவர் பெயரால் நியூமார்க் தகைவுப்படம் (படம் 8–7) என்றழைக்கபடுகிறது.

மேற்கண்ட $\frac{\sigma_t}{p_0}$ மதிப்புக்கு இணையான $\frac{R}{Z}$ மதிப்புகளை வைத்து ஒரு மைய வட்டங்கள் வரையலாம். இதனை 200 பாகங்களாகப் பிரித்தால் ஒன்றின் மதிப்பு 1/200 = 0.005 ஆகும். இதனைத் தகைவுப்பட மதிப்பு I_B எனலாம்.

நீட்டல் அலகு ஒன்றினைத் தேர்ந்தெடுத்து இத்தகைவுப் படத்தை வரையலாம். நீட்டல் அலகு, தகைவுப்பட மதிப்பு இரண்டும், தகைவுப் படத்தில் குறிக்கப்பட வேண்டும். வேறு வேறு தகைவுப்பட மதிப்பில் தகைவுப்படங்கள் வரையலாம். இது ஒருவகை *வரைபட தொகு கலனம்* (Graphical Integration) ஆகும்.



செல்வாக்குக் காரணி- 0.005

படம் 8.7

நியூமார்க் தகைவுப்படம் மூலம் நிலத்தடித் தகைவு அறிதல்:

கட்டிடன அடிமானத்தின் கீழ் Z ஆழத்தில் செங்குத்துத் தகைவு காண வேண்டுமென்றால், நியூமார்க் வரைபடத்தில் கொடுக்கப்பட்ட AB தூரம் = Z என வைத்துக் கொண்டு அடிமானப் படம் வரைய வேண்டும். அடிமானத்தின் எந்தப் புள்ளி (N)யின் அடியில் தகைவு வேண்டுமோ, அப்புள்ளியைத் தகைவுப் படத்தின் மையத்தோடு பொருந்துமாறு வைக்க வேண்டும். கட்டடப்படத்தினுள் எத்தனை பாகங்கள் (கட்டங்கள்) உள்ளனவென்று எண்ணிக்கொள்ள வேண்டும்.

நிலத்தடி தகைவு அறியும் முறை :

நியூமார்க் தகைவுப்படத்தின் அலகிலேயே கட்டடித்தின் தரைப்படத்தை வரைந்து கொள்ள வேண்டும். எந்தப் புள்ளி (N) யின் தகைவு வேண்டுமோ, அப்புள்ளியை தகைவுப்படத்தின் மையத்தோடு பொருத்துமாறு வைக்க வேண்டும். கட்டிப் படத்திலும் எத்தனை கட்டங்கள், பொருந்துகிறதென்று எண்ண வேண்டும்.

$\sigma_Z = p \times I_{BX}$ தகைவுப்படக் கட்டங்களில் எண்ணம் இதில் I_B என்பது தகைவுப் பட மதிப்பு (போகினெஸ்கு, நியூமார்க்)

8-5 போசினெஸ்கு-செவ்வக அடிமானம் :

போசினெஸ்கு கணக்கீட்டின்படி செவ்வகப்பரப்பில் வரும் சீரான அழுத்தத்தால், நிலத்தடியில் ஏற்படும் செங்குத்துத் தகைவுகளையும் 8–8 படம் உப்யோகித்து கணக்கீடு செய்யலாம்.

ஒரு செவ்வகப் அடிமானத்தின் மூலையின் அடியில் Z அடி ஆழத்தில் வரும் தகைவை இப்படத்தைக் கொண்டு அறியலாம்.

$$\sigma_Z = p \times I_B$$

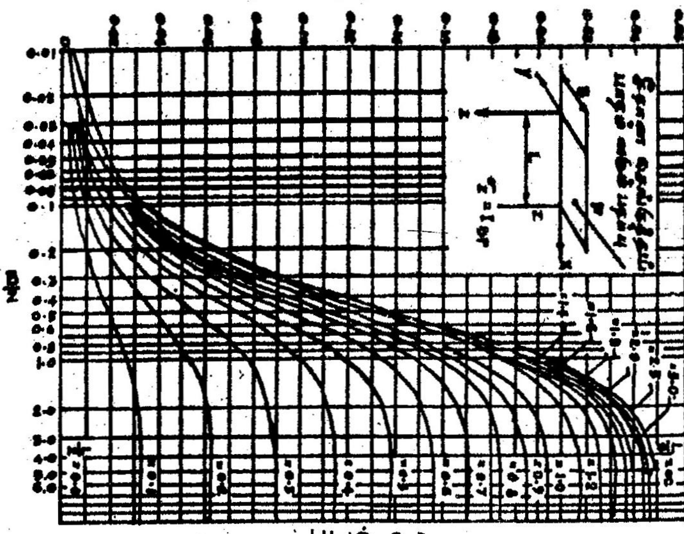
இதில்,

$$I_B = \frac{L}{Z}, \frac{B}{Z}$$ அயல் பொருத்த காரணி

L = செவ்வகத்தின் நீளம்

B = செவ்வகத்தின் அகலம்

$\frac{L}{Z}$ விகிதம் 0.1 முதல் 3.0 வரை வேறுபடும்போது I_B மதிப்புகள் இந்த வரை தகைவுப்படத்திலுள்ளது. அந்தந்த $\frac{B}{Z}$, $\frac{L}{Z}$ மதிப்புக்கு நேர், பொருத்தமான வளைவிலிருந்து I_B மதிப்பு கண்டறியலாம்.



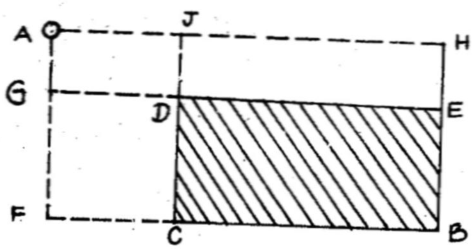
படம் - 8.8

செவ்வகத்தின் கீழ் அல்லாத ஒரு மூலையில், வேறு ஒரு இடத்தின் கீழ் தகைவு வேண்டுமாயின் 8.9 படத்தில் காட்டியவாறு, தகைவு வேண்டிய A புள்ளியை மூலையாகக் கொண்ட ஒரு செவ்வகத்தை அனுமானுத்தில் கொண்டு, பின்வருமாறு செப்பம் செய்யலாம். BCDE செவ்வகத்தில் வரும் அழுத்தத்தால் A புள்ளியின் கீழே தகைவு வேண்டும்.

AHBP, AHEG, AJDG, AJCF செவ்வகங்களை A மூலையின் கீழ்வரும் தகைவுக் குறியெண் முறையே I_{B1}, I_{B2}, I_{B3}, I_{B4} என்று 8.8 படத்தின் மூலம் கணக்கீடு செய்ய வேண்டும். பின்பு A புள்ளியின் கீழ் BCDE

செவ்வகத்தின் சீரான அழுத்தத்தால் வரும் σ_Z இன் மதிப்பு பின்வரும் சமன்பாட்டின் மூலம் காணலாம்.

$$\sigma_{Z(A)} = p\,(I_{B1} - I_{B2} + I_{B3} - I_{B4})$$



அடிமானத்திற்கு வெளியே உள்ள A புள்ளியின் கீழ் அழுத்தம் காணும் முறை

படம் 8.9

8.6. இயல்பாகக் கெட்டிப்பட்ட களிமண் :

தன் இயல்பான அழுங்குதிறத்தால் கெட்டிப்பட்ட மண் எல்லாத்திசைகளிலும் சமப்பண்பு கொண்டதாக எடுத்துக் கொள்ளலாம். அதற்குப் போசினெஸ்குச் சமன்பாடுகள் ஏற்புடையவை. இத்தகைய மண்வகைகளின் பிணைப்புப் பெற்று மிகுதியான வண்டல் களிமண் போன்றவை குறிப்பிடத்தக்கதாகும். முக்கியமாகத் தன்னியல்பாகக் கெட்டிமைப்படுத்தப்பட்ட பிணைப்பு மண்வகைகளில், இயல்பான ஈரப்பதம் நீர்ம ஈரப்பதத்திற்கு நெருங்கியே இருக்கும்.

8.7. முன் அழுக்கக் களிமண்-வெஸ்டர்கார்டு :

மிகக் கெட்டிமை பெற்ற மண், மற்றும் படலம் படலமாக இருக்கும் மண் போன்றவை கிடைமட்டத் திசைகளில் ஒருவிதப் பண்பும் செங்குத்துத் திசையில் ஒரு பண்பும் பெற்றிருக்கும் (anisotropic). இத்தகைய நிலைமைகளை அனுமானித்து அதற்கேற்ற சமன்பாடு அமைத்தவர் வெஸ்டர்கார்டு என்ற அறிஞர் ஆவர். செங்குத்துத் திசை *யெங்குணகம்* (E_v) கிடைத்திசை யெங்குணகத்தோடு (E_h) ஏற்படுத்தும் விகிதம், எல்லை அற்றதாக இருந்தால் இது பொருந்தும்.

$$\frac{E_h}{E_v} = \alpha$$

கிடைத்திசையில் மண் அமுங்குவதில்லை என்று இவர் அனுமானித்துக் கொண்டார். வெஸ்டர்கார்டு சமன்பாடு :-

$$\sigma_Z = \frac{P}{Z^2} \frac{\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{1-2\mu}{2-2\mu}}}{\left[\frac{1-2\mu}{2-2\mu} + \left(\frac{r}{Z}\right)^2\right]^{3/2}} \quad \text{..................8.8}$$

இதில்,

μ = பாய்சான் விகிதம்.

பாய்சான் விகிதம் $\mu = 0$ ஆக இருக்கும்போது புள்ளிப் பாரத்தில், பாரத்தின் நேர் கீழே, தகைவுகள் மிகக் குறைவாக இருக்கும்.

$$\sigma_Z = \frac{P}{Z^2}\left\{\frac{\frac{1}{\pi}}{\left[1 + 2\left(\frac{r}{Z}\right)^2\right]^{3/2}}\right\} = \frac{P}{Z^2} N_w \quad \text{..................8.9}$$

N_w காரணி $\frac{r}{Z}$ விகிதத்தைப் பொருத்ததென்பதில் ஐயமில்லை. எனவே 8.4 படத்தில் உள்ள கீழ் வளைவு வெஸ்டர்கார்டு சமன்பாட்டிற்கு ஏற்றதாகும். N_wஐ வெஸ்டர்கார்டு குறியெண் என்பர்.

புள்ளிப் பாரம் (P) பொதுவாகச் சாத்தியமானதல்ல. ஒரு வட்டத்தின் மீது வரும் சமமான பரவலைப் பாரமாகக் கொண்டு ஆராய்வது பொருத்தமாக இருக்கும்.

$a = \dfrac{1 - 2\mu}{2 - 2\mu}$ என்ற சமன்பாட்டை எட்டாம் சமன்பா...

பொருத்திக் கொள்வோம். 8.6 படத்தில் சீர்பரவல் எடை p ஆகவும் மொத்த எடை P ஆகவும் இருந்தால்,

$$P = \int_0^A p_0 dA$$

$$dA = 2\pi r dr$$

இவற்றை 8.8 சமன்பாட்டில் பொருத்தினால்

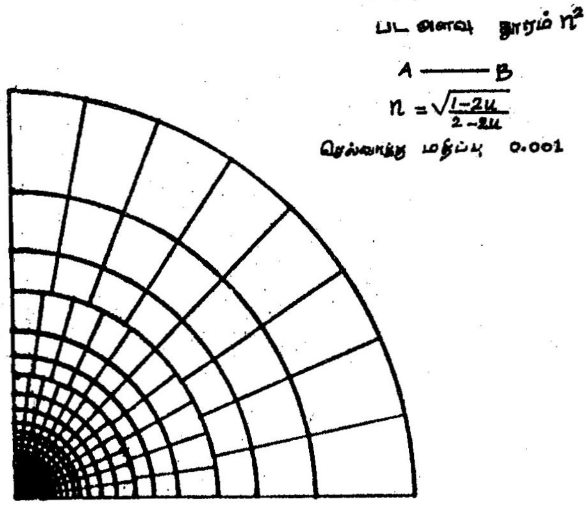
$$p = \frac{p_0 \sqrt{a}}{2Z^2} \int_0^A \left[a + \left(\frac{r}{Z}\right)^2 \right]^{-3/2} 2rdr$$

தீர்வு செய்து நேர்ம மூலத்தை கண்டுபிடிப்போம்.

$$\frac{r}{Z} = + \sqrt{\frac{a}{\left(1 - \frac{p}{p_0}\right)^2} - a}\ .$$

$\dfrac{p}{p_0}$ விகிதத்திற்குப் பல மதிப்புகளைக் கொடுத்து, அதற்கேற்ற $\dfrac{r}{Z}$ மதிப்புகளைக் கண்டறியலாம். போசினெஸ்கு சமன்பாட்டின்படி வரைந்தது போன்றே இதற்கும் தகைவுப்படம் வரையலாம். அட்டவணையில் கொடுத்துள்ள ஒவ்வொரு தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட பாய்சான் விகிதத்திற்கும் ஒரு தகைவுப்படம் வரையலாம்.

இதில் $p = \sigma_Z$ எனவும் $\eta = \sqrt{\dfrac{1 - 2\mu}{2 - 2\mu}}$ எனவும் கொள்க.



சீரான செங்குத்துத் தகைவுக்கான
செல்வாக்குப் படம் (வெஸ்டர் கார்டு அளவு)

படம் 8-10

அட்டவணை–1

மண் வகை	μ
திகட்டிய களிமண்	0.4–0.5
திகட்டாத களிமண்	0.1–0.3
மணல் களிமண்	0.2–0.3
வண்டல்	0.3–0.35
அடர் மணல்	0.2–0.4
பெருமணல் (–0.4–0.7)	0.15
நயமணல் (–0.4–0.7)	0.25
பாறை	0.1–0.4 (பாறை வகையைப் பொருத்தது)

பொதுவாக வெஸ்டர்கார்டு கோட்பாடு மிக்க கெட்டிமைப்பட்ட பிணைப்புமிக்க வண்டல் களிமண் போன்ற மண் வகைகளுக்குப் பொருந்தும். மிக்க கெட்டிமைப்பட்ட மண் வகைகளில் இயல்பான ஈரப்பதம் களிம ஈரப்பதத்திற்கு நெருங்கியிருக்கும்.

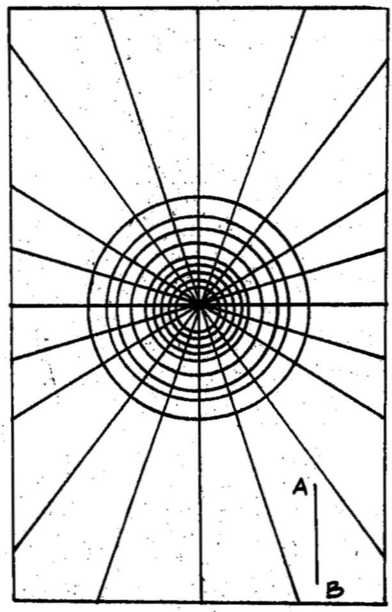
8.8 மணற்பாங்கான நிலம்-பிராலிக் :

மணற்பாங்கான இடங்களில் $\frac{E_h}{E_v}$ மதிப்பு ஒன்றுக்கும் குறைவாகவே இருப்பதை ஆராய்ச்சிகள் உறுதி செய்கின்றன. மணல் கிடைத்ததிசையில் மீள்மம் ஆகவும், சமப்பண்புடையதாகவும் உள்ளது. ஆழம் போகப் போக மணலின் அமுங்கு தன்மை குறைந்து கொண்டே வருகிறது.

மணற்பாங்கான பூமியினடியில் σ_Z தகைவுக்களை பிராலிக் (FROLICH) என்ற அறிஞரின் சமன்பாடு பொருத்தமாக இருக்கும். மணற்பாங்கான பூமியின் மீட்சிமக் குணகம் செங்குத்துவாக்கில் அதிகரித்துச் செல்வதால் அடிமானத்தின் மையத்திற்கு அருகில் அமையும் இடங்களில் தகைவு அடர்த்தி அதிகமாவதால் இதைக் கணக்கீட்டில் எடுத்துக்கொண்டு பிராலிக் அறிஞர் தகைவு அடர்த்திக் குறியெண் γ அல்லது m காரணியை போசினெஸ்கு கோட்பாட்டில் உபயோகித்துச் சிறிய மாறுதலைச் செய்தார். இத்தகைய அடர்வுக்குறி எண்ணின் மதிப்பு. 4லிருந்து 6வரை அடிமானத்தின் அளவு, அதன் மேல் வரும் அழுத்தத்தின் மதிப்பு முதலிய பண்புகளைப் பொறுத்திருக்கும் எனினும் பிராலிக் $m = 4$ என்ற மதிப்பீடு கூடுமானவரை சரியாக இருக்கும் என்று நம்பினார்.

இதற்கேற்ப வரையப்பட்ட தகைவுப்படத்தை 8.11 ஆம் படத்தில் காணலாம்.

ஒரு சீர்பரவல் பாரத்தால் ஆழம் போகப் போக அமுங்குத்திறம் குறையும். மண்ணில் அலகு ஆழத்தில் செங்குத்துத்தகைவு அறிய பிராலிக் தகைவுப் படம் எளிதாக இருக்கும்.



செல்வாக்கு மதிப்பு 0.005

படம் 8-11

8.9 பல்வகைப் படிவுகள் :

நிலத்தடியில் பலவிதமான படிவுகள் இருந்தால், அதனை எளிய ஒரே மாதிரியான, சமச்சீரான மீள்ம மண்ணாகக் கருதி, செங்குத்துத்தகைவு காணும் முறையையே இந்தியச் செந்தர நிறுவனம் பரிந்துரைக்கின்றது.

8.10 ஒப்பீடு :

மண்ணினுள் தகைவுகளை மதிப்பிடுவதில், சரியான சமன்பாட்டைத் தேர்ந்தெடுப்பது மிகவும் இன்றியமையாதது. எனினும் இந்தச் சமன்பாடுகள் பொருந்துமளவுக்கு, மண் எல்லா இடங்களிலும் ஏற்றதாக இருப்பதில்லை. எனவே இது பொறியாளரின் அனுபவம் சார்ந்ததாக அமைந்து விடுகிறது,

போசினெஸ்கு, வெஸ்டர்கார்டு சமன்பாடுகளை ஒப்பிடும் போது கீழ்க்கண்ட முடிவுகளை, அறிஞர் ஜோசப்–இ. பவுல்ஸ் தருகிறார்.

1. அடிமானத்தின் கீழே தொடக்கத்தில் பெருத்த தகைவுகளைப் போசினெஸ்கு சமன்பாடு தருகிறது.

2. ஆழம் $\frac{r}{Z} = 1.8$ ஆகும் போது, போசினெஸ்கு, வெஸ்டர்கார்டு சமன்பாடுகள் இரண்டும் சமமான தகைவுகளைத் தருகின்றன.

3. $\frac{r}{Z} = 1.9$ ஆழத்திற்குக்கீழே செல்லும் போது வெஸ்டர்காடு சமன்பாடு பெருத்த தகைவுகளைத் தருகின்றது. போசினெஸ்கு தரும் தகைவை விட, வெஸ்டர்காடு தரும் தகைவு ஆழம் செல்லச் செல்ல அதிகமாக உணரப்படுகிறது.

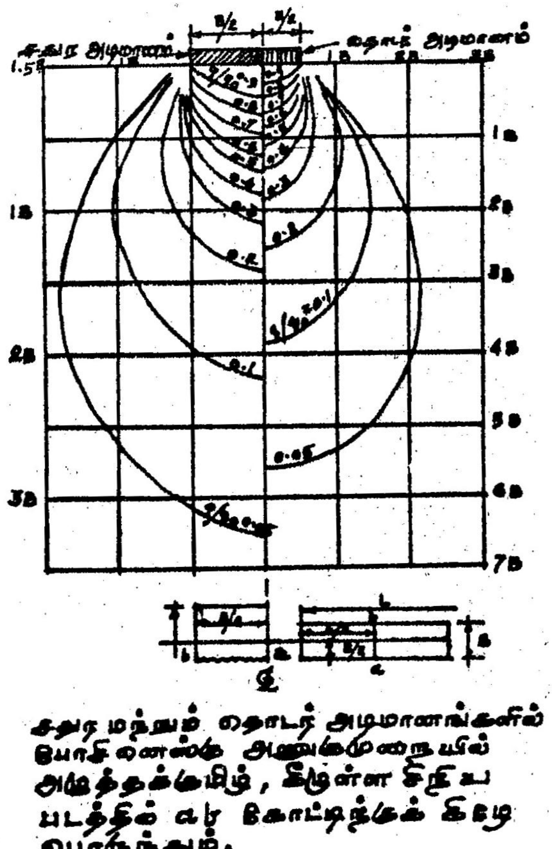
சமன்பாடுகளைத் தேர்ந்தெடுப்பதைப் பொருத்தவரை, இந்தியச் செந்தர நிறுவனம் கீழ்க்கண்ட பரிந்துரையைத் தெரிவிக்கின்றது.

1. இயல்பாகக் கெட்டிப்பட்ட அல்லது சற்றே மிகையாகக் கெட்டிப்பட்ட களிமண் E_h/E_v	போசினெஸ்கு சமன்பாடு
2. பெருத்த அளவு மிகையாகக் கெட்டிப்பட்டகளிமண் $1.5<E_h/E_v<3$	வெஸ்டர்காடு சமன்பாடு
3. மணல் $E_h/E_v < 1$	பிராலிக் $m' = 4$
4. மாறிவரும் பல்வகைப் படிவுகள்	போசினெஸ்க் சமன்பாடு

8.11. தகைவுக் குமிழ்கள் :

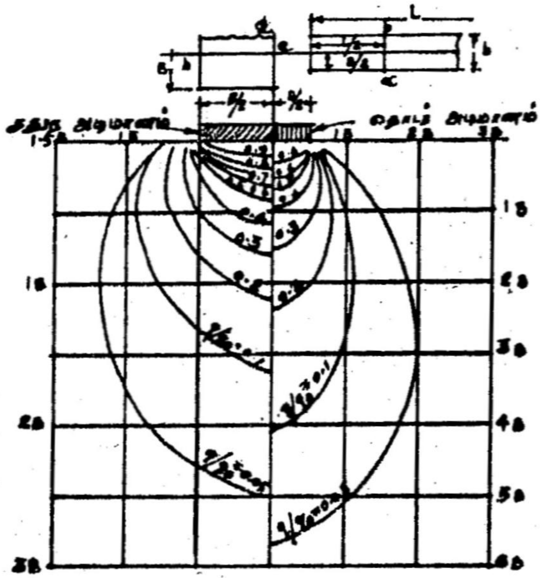
ஒரு அடிமானத்தில் தகைவுகளை நிலத்தினடியில் வேறு வேறு இடங்களில் ஆழங்களில் நிர்ணயிக்க இயலும். நிலத்தடியில் ஒரே தகைவு காட்டுகின்ற புள்ளிகளை இணைத்து ஒரு கோடு வரைந்தால் அது குமிழ் வடிவில் இருக்கும். இதனைச் சமத்தகைவுக் குமிழ் (Isobar) என்பர்.

போசினெஸ்கு சமன்பாட்டின்படி ஒரு சதுர அடிமானத்திற்கும், தொடர்ச்சியாக நீண்ட அடிமானத்திற்கும் வரையப்பட்ட சமத்தகைவுக் குமிழ்களின் வடிவங்களை 8–12 ஆம் படத்தில் காணலாம்.



படம் 8-12

வெஸ்டர்காடு சமன்பாட்டின்படி μ = 0 வைத்து வரையப்பட்ட சமத்தகைவுக் குமிழ் வடிவத்தை 8–13 ஆம் படத்தில் காணலாம்.



சதுர மற்றும் தொடர் அடிமானங்களுக்கு வெஸ்டர்கார்ட் அணுகுமுறையில் (ம.ம) சமத்தகைவுக் கோடுகள். மேலே உள்ள சிறிய படங்களில் ab கோட்டின் அடியில் உள்ள தகைவு.

படம் 8-13

நிலத்தடியில் தகைவுப் பகிர்மானத்தை ஒப்பிட்டுப் பார்க்க இவை உதவும்.

அடிமானத்தின் அகலத்தைப் போல இரண்டு அல்லது நான்கு பங்கு ஆழத்திற்குத் தகைவு குறிப்பிடத்தக்க அளவு இருப்பதை அறியலாம்.

9. கெட்டிமை

9.1 சொல்லோட்டம் :

ஒரு மண் பொதி, பொது பொதுவென உள்ளது. அதன் மீது பாரம் ஏற்றுகிறோம். மண் பொதியின் பருமன் குறைகின்றது; மண் கெட்டிப்படுகிறது. இது பொதுவான செய்தி. மண் பொறியியலில் கெட்டிமை இன்னும் சற்று நயமான பொருள் கொண்டது. மண்ணிடையே காற்று, நீர் ஆகியவை கலந்திருக்கும். பார அழுத்தத்தில் காற்று முதலில் வெளியேறுகிறது. மண்ணிலுள்ள புழைநீர் வாங்கிக்கொள்கிறது. புழைநீர் மெல்ல வெளியேறிப் பாரத்தை மண்ணுக்கு மாற்றுகிறது. பாரம் ஏறிய மண்ணின் பரல்கள் ஒன்றுக்கொன்று நெருங்கி பருமன் சுருங்குகிறது. இந்நெருக்கம் குறிப்பிட்ட பாரத்தைப் பொருத்தது. இந்நெருக்கத்திற்குச் சற்று நேரம் பிடிக்கிறது. போதிய நேரம் சென்றதும், பரல்கள் நெருங்குவது நின்று சமநிலை எய்துகிறது. பரும மாறுபாடு நின்றுவிடுகிறது. எனவே கெட்டிமை என்பது தகைவு–திரிபு–நேரம் பற்றிய உறவு எனில் பொருந்தும். மீண்டும் கூடுதல் பாரம் ஏறினால் தகைவு கூடுகிறது. பரல் நெருங்கிப் பருமன் சுருங்குகின்றது; சற்று நேரம் சென்றதும் சமநிலை உருவாகின்றது. எனினும் பருமச் சுருக்கத்திற்கும் ஓர் எல்லை உண்டு. *கெட்டிமை* (Consolidation) என்ற சொல்லுக்கு இவ்வளவு பொருளடைவு வந்துவிட்டது.

கெட்டிமை என்னும் சொல்லோடு, மயங்கி வரும் இன்னொரு சொல் *கிட்டிமை* (Compaction) ஆகும். பந்தல் கால் நடும்போது, குழியில் காலைச்சுற்றி உள்ள இடைவெளியில், மணல், சல்லி இட்டுக் கடப்பாறையால் கிட்டிக்கின்றோம். இதையே கிட்டிமை எனப் பொருளடைவு தருகின்றோம். கெட்டிமை, கிட்டிமை இரண்டு சொற்களையும் வழங்கும்போது கவனம் தேவை.

9.2 மண்ணின் அமுங்குதிறன் :

மண்ணில் காலியிடம் உள்ளது; காலியிடத்தின் பெரும் பகுதி நீராலும், சிறுபகுதி காற்றாலும் நிரம்பியுள்ளது. இத்தகைய மண்ணின் மீது பாரம் ஏற்ற, தகைவு உண்டாகி அதன் மூலம் பருமன் சுருங்குகிறது. பருமச் சுருக்கம் மூன்று வகையால் நிகழ்கிறது.

1) மண்ணின் பரல்களில் ஏற்படும் அமுக்கம்
2) காலியிடத்திலுள்ள நீர், காற்று ஆகியவற்றில் ஏற்படும் அமுக்கம்.
3) காலியிடத்திலிருந்து காற்று, நீர் வெளியேறுதல்.

மண்ணில் இயல்பாக எதிர்பார்க்கக்கூடிய பாரங்களால் ஏற்படும் தகைவுகளினால், புழைநீரும் திடப்பொருளும், எளிதாக அமுங்க முடியாதாகையால், அவைகளில் சுருக்கம் நிகழுவதில்லை. ஒரு திகட்டிய மண் பொதியின் காலியிடத்திலிருந்து நீர் வெளியேறுவதாலேயே, மண் சுருக்கம் நிகழுகிறது எனக் கொள்வது பொருத்தமுடையதாகும்.

காற்றுக் கலந்துள்ள மண்ணில், அமுக்கம் காரணமாகக் காற்றுச் சுருங்குமாதலின் மண்ணின் பருமன் சுருங்கும். இதைக் கணக்கிடுவது எளிதல்ல.

மண்ணின் அமுங்குதிறன் என்பது அதில் அடங்கியுள்ள தாதுப் பரல்களின் அமுங்குதிறன் மட்டுமல்ல என்பது மேற்கூறிய செய்திகளால் விளங்கும், பரல்கள் எந்த அளவுக்கு உருண்டு, புரண்டு நெருங்கிக் கொள்கிறதோ, அதை ஓரளவு பொருத்திருக்கும்; மண் கட்டுக் கோப்பின் உறுதியினைப் பொருத்ததெனில் பொருந்தும்; பற்றிலா மண்ணில் மண் கட்டுமானத்தைப் பொருத்தும், பற்றுடை மண்ணில் துகள்களின் பிணைப்பைப் பொருத்தும், மண்ணின் அமுங்குதிறன் இருக்கும். அடர்ந்த கட்டுமானம் உள்ள மண்ணை விடத் தேனடைக் கட்டுமான மண் எளிதில் அமுங்கும். உருண்ட பரல் மண்ணை விட, தகட்டுத் துகள் மண் எளிதில் அமுங்கும்.

மண்ணில் எல்லாத் திசையிலும் சமமாக அழுத்தம் கூடினால், அதன் பருமன் சுருங்குகிறது. கூடின அழுத்தத்தைக் குறைத்தால், மண் சற்றே விரிவடைகிறது; எனினும் பழைய அளவுக்கு வருவதில்லை.

9.3. ஒரு திசை அமுக்கமும், கெட்டிமையும் :

ஒரு பரந்த மண் படலத்தில் பரவலாகச் சீரான அழுத்தம் பரவும் போது, அதில் ஏற்படும் கெட்டிமையை ஒரு திசைக் கெட்டிமை எனலாம். இப்படலத்தில் ஒரு சிறு பகுதியைச் சோதனைக்கு எடுத்துக் கொண்டு, ஒரு திசைக் கெட்டிமைக்கான கணக்கீடுகள் காண்பது எளிது.

தரையில் கட்டிடங்களின் பாரம் ஏறும்போது, தரைக்கருகில் மூன்று திசைக் கெட்டிமை இருக்கும், மிகுந்த ஆழத்தில் ஒரு திசைக் கெட்டிமையே இருக்கும்.

அமுக்கம் ஏற்படும்போது, புழைநீர் வெளியேற வேண்டும். இவ்வெளியேற்றம் டார்சி விதியின்படி நிகழ்கின்றது. அமுங்கும் மண்ணின் ஊடுறுவுகெழு குறைவாக இருந்தால், அமுங்கும் நேரம் மிகுதியாக இருக்கும்.

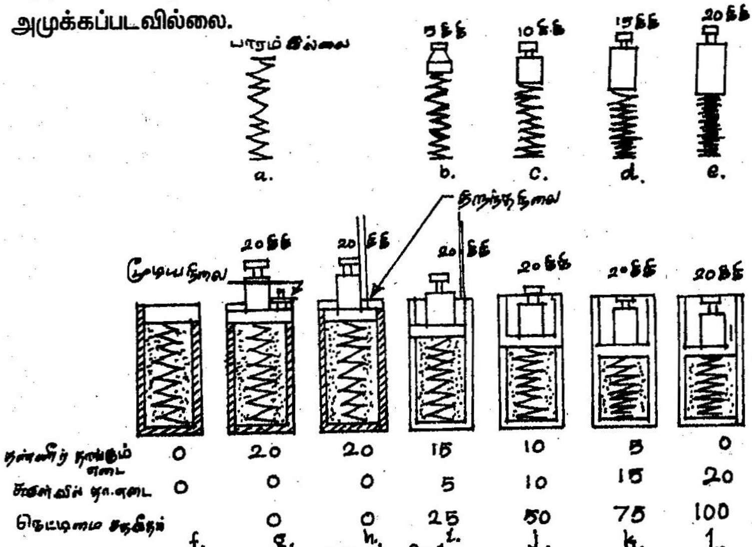
நீர் வெளியேற்றம், அமுக்கம் மற்றும் தகைவு மாற்றம் ஆகியவற்றி ன் தொடர் நிகழ்வு, கெட்டிமை என பெரும்பாலான மண் பொறி யாளர்கள் கருதுவர். புவியியலில் கிட்டிமையையே கெட்டிமை என்ற பொருளிலும் வழங்குவர்.

9.4. கெட்டிமை-எடுத்துக்காட்டு :

மண்ணில் எவ்வாறு கெட்டிமை நிகழ்கின்றதென்பதை ஒரு சுருள்வில்லின் மூலம் விளங்கிக் கொள்ளலாம்.

ஒரு சாடியில் உள்ள பிஸ்டன், ஒருசுருள் வில் தேனடையில் தண்ணீர் உள்ள ஏற்பாட்டினை ஆராய்வோம். 9–1மேல் வரிசைப் படங்களில் a முதல் e வரை சுருள் வில்லும், அதன் மேல் ஏற்றிய பாரமும் காணப்படுகின்றன. கீழ் வரிசையில் அதே சுருள்வில் நீர் விலகாச் சாடியில் நீருடன் உள்ளது. (f).g படத்தில் உராய்வு இல்லாத, சரியாகப் பொருந்தும் பிஸ்டன் பொருத்தப்பட்டு, அதன்மேல் 20 கிலோ பாரம் ஏற்றப்பட்டுள்ளது. நீர் விலகா வண்ணம் காக்க சாடியில் ஒரு அடைப்பான் உள்ளது. 20 கிலோ பாரம் ஏற்றினால் சுருள் நீளம் e படத்தில் உள்ள நீளமே இருக்கும்; அவ்வாறு இருக்க பிஸ்டன் இறங்கி வர வேண்டும்; பிஸ்டனை இறங்க விடாமல் அடைபட்ட தண்ணீர்

பாரத்தைஎல்லாம் தாங்கிக் கொண்டிருக்கிறது. எனவே இங்கு 20 கிலோ பாரத்தையும் தண்ணீரே எடுத்துக் கொள்கிறது, சுருள்வில்லின் மீது எந்தப் பாரமும் வரவில்லை. அதாவது இங்கு சுருள்வில் அமுக்கப்படவில்லை.



படம் 9-1

சுருள் வில் சான்று

இப்போது அடைப்பானைத் திறப்போம். h படம் அடைப்பான் திறக்கப்பட்ட உடன் இருக்கும் நிலவரத்தைக் காட்டுகிறது. திறந்த கணத்தில் அமுக்கத்தில் மாற்றமில்லை. தண்ணீர், அமுக்கம் காரணமாகப் பீரிட்டு வெளியே வரத் தொடங்குகிறது.

தண்ணீர் வெளியே வர வர, பிஸ்டன் மெல்ல மெல்லக் கீழே இறங்குகிறது. சுருள்வில்லின் மீது அமுக்கம் கொஞ்சம் கொஞ்சமாக ஏறுகிறது. i படத்தில் சுருள்வில்லின் நீளம் b படத்திலுள்ள சுருள்வில் நீளத்திற்குச் சமம். இங்கு சுருள்வில் 5 கிலோ எடையையும், தண்ணீர் 15 கிலோ எடையையும் தாங்குகிறது. தண்ணீரிலிருந்து 5 கிலோ அமுக்கம் சுருள் வில்லுக்கு மாறிவிட்டது. அடுத்தடுத்துள்ள படங்களில் குறையே 10,15,20 கிலோ பாரமும், தண்ணீர் வெளியேற வெளியேற சுருள்வில்லுக்கு மாறுவதைக் காண்கின்றோம்.

ஒரு நிலையிலிருந்து, அடுத்த நிலைக்குச் செல்வதற்கு ஆகும் நேரம், தண்ணீர் வெளியேறும் வேகத்தைப் பொருத்து அமையும். அடைப்பான் சிறியதாக இருந்தால், நீர் வெளியேற்றம் மெதுவாக இருக்கும். அழுக்கம் சுருள்வில்லுக்கு மாற அதிக நேரம் பிடிக்கும்.

அழுக்கம் என்ற சொல்லுக்குப் பதிலாகக் கெட்டிமை என்ற சொல்லைப் பயன்படுத்துவோம். நீர் வெளியேற வெறியேற, சுருள்வில் கெட்டிமை அடைகின்றது. இந்த எடுத்துக் காட்டில் சுருள் வில்லை திகட்டிய மண் பரல்களுக்குச் சமமாகவும். நீர் வெளியேற்றத்தை நீர் ஊடுருவதலுக்குச் (permeability) சமமாகவும் ஒப்பிடலாம். சாடியிலுள்ள நீர், மண்ணின் காலியிடத்தில் நிரம்பியுள்ள புழை நீரைப் போன்றது.

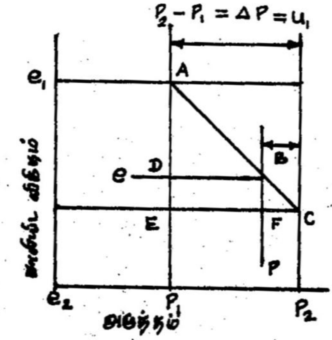
நீர் ஊடுருவல் வேகம் அதிகமாக இருந்தால், கெட்டிமை நேரம் குறைவாக இருக்கும். ஊடுருவல் வேகம் குறைவாக இருந்தால், நீர் வெளியேற வெகுநேரம் பிடிக்கும். கெட்டிமை நேரமும் அதிகமாக இருக்கும். மண் அதிகமாக அழுக்கம் எடுக்கக்கூடியதாக இருந்தால், கெட்டினை நிகழ்ந்து சம நிலைக்கு வர அதிகமாக நேரம் பிடிக்கும்.

மேற்கண்ட எடுத்துக்காட்டில் சாடியில் உள்ள நீரின் அழுத்தம் எல்லா இடத்திலும் ஒரே அளவாக இருக்கும். மண்ணில் புழைநீர் எந்த முனையிலிருந்து வெளியேறுகிறதோ, அங்கிருந்து கெட்டிமை தொடங்கி, படிப்படியாக முன்னேறும். இரண்டு முனைகளிலிந்தும் நீர் வெளியேறினால், கெட்டிமை இரண்டு முனைகளிலும் தொடங்கி உள்நோக்கி முன்னேறும். அப்போது கெட்டிமைக்கு ஆகும் நேரம், ஒரு முனை நீர் வெளியேற்றத்தின் போது ஆகும் நேரத்தில் பாதியாக இருக்கும்.

இவ்வெடுத்துக்காட்டு, நீர் வெளியேறி மண் கெட்டிமை ஏற்பதற்கு மட்டுமே பொருந்தும், இதன் எதிரிடையாக, நீர் உட்புகும்போது உள்ள தன்மைகள் தனியாக ஆராயப்படவேண்டும்.

9.5. கெட்டிமை விகிதம், அமுங்குதிறக் கெழு :

இரண்டு அழுத்த வேறுபாடுகளிடையே கெட்டிமை நிகழ் முறையை ஒரு படத்தின் மூலம் அறிய முயலுவோம்.



குறிப்பிட்ட அழுத்த உயர்வுக்கான அழுத்தம் – காலியிட விகிதம் டெர்சாகியின் கெட்டிமைக் கொள்கை

படம் 9.2

படத்தில் அழுத்தம் மீது காலியிட விகிதம் காட்டும் வளைவின் பகுதியைக் காண்கிறோம். அழுத்த உயர்வு p_1 முதல் p_2 வரை ஆன பகுதியைக் காண்கிறோம். ஒரு குறிப்பிட்ட அழுத்த உயர்வின் இடையில், இவ்வளவு நேர்கோடாக இருக்கும் என அனுமானித்துக் கொள்கிறோம். இது பொருத்தமான அனுமானமேயாகும். நேர விளைவினாலோ, வேறு காரணிகளாலோ, அழுத்தம்–காலியிட விகிதம் ஆகியவற்றின் இடையே உள்ள உறவு மாறுவதில்லை எனவும் அனுமானித்துக் கொள்கின்றோம். இது எளிமைக்காகக் கொண்ட அனுமானம் ஆகும்.

படத்தில் A புள்ளியைக் காண்போம். மண் முழுவதும் உள்ள பரலிடை அழுத்தம். காலியிட விகிதம் e_1 அழுத்தம் கூடிய உடனே, பரலிடை அழுத்தம் p_2 ஆகிறது. எனினும் காலியிட விகிதம் e_1 ஆகவே உள்ளது. காலியிட விகிதம் e_2 ஆகும் வரை பரலிடை அழுத்தம் p_2 ஐ மண்ணில் உணர முடியாது; எனவே பயன்பாடு அழுத்தம் p_1 ஆகவே இருக்கும். $p_2 - p_1$ ஆன அழுத்த உயர்வை இப்போது புழைநீர் தாங்கிக் கொண்டிருக்கிறது. இதனை நீரியல் மிகை அழுத்தம் (u) என்பர். $p_2 - p_1$ அழுத்த உயர்வால் $e_2 - e_1$ திரிபு ஏற்பட வேண்டும்; எனினும் அது உடனே நிகழ்வதில்லை. நீரியல் மிகை அழுத்தம் தொடக்கத்தில் $p_2 - p_1 = u$ ஆக இருக்கும். புழைநீர் மெல்ல வெளியேறுவதால் u குறைந்து கொண்டே வந்து பூச்சியம் ஆகும். அப்போது தான் மண்ணில் பரலிடை அழுத்தம் p_2 உணரப்படும்; பயன்படு அழுத்தம் p_2 ஆக இருக்கும்.

மண்ணின் ஊடுருவு திறனைப் பொருத்து நீர் வெளியேறும் வேகம் இருக்கும். ஒரு திசையில் வெளியேறுகிறதா, இரண்டு திசையிலும் வெளியேறுகிறதா என்பதைப் பொருத்தும் நேரம் மாறும்.

நீர் வெளியேற வழியின்றி உள்ளேயே இருந்தால், நீரியல் மிகை அழுத்தம் குறையாது u ஆகவே இருக்கும். நீர் வெளியேறி u குறைந்து கொண்டே வந்து பூச்சியம் ஆகும் போது, காலியிட விகிதம் குறையும். மண்ணில் p_2 அழுத்தம் உணரப்படும். p_2 அழுத்தத்தில் மண் "*கெட்டிமை*" அடைந்ததாக அறிவிக்கலாம்.

கெட்டிமை என்பது ஒரு ஒப்பிடும் சொல். மேல் அழுத்தத்தைப் பொருத்தது. ஒரு களிமண் படலம், அதன் மேலுள்ள பாரத்தால் கெட்டிமை அடைந்திருக்கும்; எனினும் முழுவதும் கெட்டிப்படாமல் மிருதுவாகவே இருக்கக் கூடும்.மிகுந்த பாரம் மேல் வரும்போது மேலும் கெட்டிமை அடைந்து இறுகி இருக்கும். எனினும் அதுவே இறுதி யான கெட்டிமை எனக் கொள்ள இயலாது.

கெட்டிமைக் கொள்கையில், "p_2 அழுத்தத்தில்" என்பதற்கும் "$p_2 - p_1$ அழுத்த உயர்வில்" என்பதற்கும் வேறுபாடு உண்டு விழிப்புத் தேவை.

கெட்டிமை விகிதம் என்பது கெட்டிமை நிகழ்ந்து கொண்டிருக்கும் போது, குறிப்பிட்ட நேரத்தில், காலியிட விகித மாறுபாட்டுக்கும், இறுதிக் காலியிட விகித மாறுபாட்டிற்கும் உள்ள உறவு ஆகும். படத்தில் AB, AC ஆகியவற்றிற்குள்ள விகிதம் ஆகும். இதனை u_z எனக் குறிப்பர்.

$$u_z = \frac{e_1 - e}{e_1 - e_2} \qquad \text{.................9.1}$$

கெட்டிமை விகிதத்தைக் கெட்டிமை என்றும் சொல்லுவதுண்டு. அமுக்கம், காலியிட விகித மாற்றத்திற்கு நேர்விகிதத்தில் இருக்கும். எனவே கெட்டிமை விகிதம் மண்ணில் குறிப்பிட்ட நேரத்தில் விளைந்துள்ள அமுக்கத்திற்கும், இறுதி அமுக்கத்திற்கும் உள்ள விகிதம் ஆகும்.

படத்திலிருந்து $p_2 = p_1 + u_i = p + u$ 9.2

அழுத்தம்–காலியிட விகிதம் வளைவின் நேர்கோட்டுப் பகுதியின் சாய்மானம் எதிர்மம் ஆகும்.

அமுங்குதிறக் கெழு என்பது மண்ணின் திரிபு–தகைவு விகிதம் ஆகும். இப்பண்பை a_v எனக் குறிப்பர். ஒரே வரைவளவில் வரையப்பட்ட அழுத்தம் காலியிட விகித வளைவின் சாய்மானத்திற்கு எண்ணளவில் சமமாகும்.

$$a_v = \frac{e_1 - e_2}{p_2 - p_1} = -\frac{de}{dp} \qquad \text{..................9.3}$$

1, 2, 3 சமன்பாடுகளை ஒப்பிட்டால்,

$$u_z = \frac{e_1 - e}{e_1 - e_2} = \frac{p - p_1}{p_2 - p_1} = 1 - \frac{u}{u_i} \qquad \text{..................9.4}$$

மீண்டும் ஒரு முறை நினைத்துப் பார்ப்போம். மேல்வரும் அழுத்தம் p_2 ஆகும் தொடக்க நேரத்தில் $u_z = 0$. காலியிட விகிதம் e_1லிருந்து e_2ஆகும் போது அது 100 சதவீதம் ஆகின்றது. கெட்டிமை விகிதத்தை U பெரிய எழுத்திலும், நீரியல் அழுத்த மிகையை u சிறிய எழுத்திலும் குறிக்கப்படுவதைக் கவனத்தில் கொள்க. பரலிடை அழுத்தம் p_1 லிருந்து p_2 ஆகும் போது, நீரியல் அழுத்த மிகை u_i லிருந்து பூச்சியம் ஆகின்றது.

9.6 டெர்சாகியின் கெட்டிமைக் கோட்பாடு :

கெட்டிமை நிகழ்ந்து கொண்டிருக்கிற ஒரு மண் படலத்தில் அது எவ்வளவு உயரமாக இருந்தாலும், அதில் ஒரு குறிப்பிட்ட உயரத்தில் உள்ள புள்ளியில் ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில் நிகழ்ந்துள்ள அழுத்தம், காலியிட விகிதங்களை அறிந்து கொள்ள ஒரு வாய்பாடு தேவை என மண்பொறியியலின் தந்தை எனக்கருதப்படும் டெர்சாகி எண்ணினார். அதற்கென ஒரு வாய்பாட்டைக் கண்டுபிடித்தார். அதன்படி எந்த ஒரு நேரத்திலும், ஒரு மண் படலத்தின் திண்ணத்தை, தொகைக் கலனத்தின் மூலம் (Integration) கண்டறியலாம்.

அவரது அனுமானங்கள் :

1. மண் எல்லாத் திசையிலும் சீராக ஒரே மாதிரி உள்ளது.

2. முழுதும் ஈரந்திகட்டிய நிலையில் உள்ளது.

3. தண்ணீர், திடப்பொருள் இவை இரண்டும் அமுங்காதவை.

4. மிக நுண்ணிய மண்துகளின் செயல் முறை, அதன் பெரும் பகுதியின் செயல் முறையை ஒத்துள்ளது.

5. அமுக்கம் ஒரே திசையில் நிகழ்கிறது.

6. நீர் வெளியேற்றமும் ஒரே திசையில் உள்ளது.

7. டார்சி விதி ஏற்புடையது,

8. அழுத்தத்தைப் பொருத்து மாறுபடும் சில மண்ணின் பண்புகள், இங்கு கிட்டிமை நடக்கும் காலத்தில் மாறாதிருப்பதாக அனுமானிக்கப்படுகிறது.

9. அழுத்தம் – காலியிட உறவுநேர்விகித அமைப்புக் கொண்டது.

ஈரந்திகட்டியமண் பொதியில் கசிவு நீரோட்டத்திற்கான வாய்பாடு அறிஞர்கள் நிர்ணயித்தபடி வருமாறு;–

$$\left(k_x \frac{\partial^2 x}{\partial x^2} + k_y \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} + k_z \frac{\partial^2 h}{\partial z^2}\right) dxdydz \quad \text{.................9.5}$$

1,2,3,4,7 ஆகிய எண் கொண்ட அனுமானங்களை வைத்து இவ்வாய்பாடு ஏற்றுக் கொள்ளப்படுகிறது. 6வது அனுமானத்தின்படி நீரோட்டம் ஒரு திசையில் மட்டும் நிகழ்கிறது. எனவே அடைப்பிற்குள் முதலிரண்டு பகுதிகள் இல்லாமல் போகின்றன. எனவே நீர் ஊடுருவல் k_z இனி k என்றாகிறது.

$$k \frac{d^2 h}{dz^2} dxdydz \quad \text{.................9.6}$$

dxdydz மண் கூறில், புழைப் பருமன் dxdydz $\frac{e}{1+e}$ ஆகும். மூன்றாம் அனுமானத்தின்படி, இதில் ஏற்படும் பரும மாறுபாடு எல்லாம் புழை மாறுபாடே ஆகும். இது நேரத்தைப் பொருத்தது. எனவே பரும மாறுபாட்டு வீதத்திற்கான வடிவம் $\frac{\partial}{\partial t}\left(dxdydz\frac{e}{1+e}\right)$ 9.7

இதில் $\frac{dxdydz}{1+e}$ மாறிலி ஆகும். இதை $\frac{dxdydz}{1+e}\frac{\partial e}{\partial t}$ என எழுதலாம். இதை 9.6ம் வடிவத்துடன் ஒப்பிட்டு dxdydz அய் எடுத்துவிட்டால் வரும் வடிவம் $k\frac{\partial^2 h}{\partial z^2} = \frac{1}{1+e}\frac{\partial e}{\partial t}$ 9.8

நீரியல் அழுத்த மிகை, இங்கு நீரோட்டம் நிகழக் காரணமாக உள்ளது. எனவே hக்குப் பதிலாக $\frac{u}{\gamma_w}$ என்ற பதத்தைப் பயன்படுத்தலாம்.

$$\frac{k}{\gamma_w}\frac{\partial^2 u}{\partial z^2} = \frac{1}{1+e}\frac{\partial e}{\partial t} \qquad ....9.9$$

மண் படலத்தில், நீரியல் அழுத்த மிகை மற்றும் நீர் நிலையியல் அழுத்தம் ஆகியவை உள்ளன. அதில் நீர் நிலையியல் அழுத்தத்தால் நீரோட்டம் நிகழ்வதில்லை. எனவே கெட்டிமை நிகழ்வில் நீரியல் அழுத்த மிகை மட்டுமே தன் ஆட்சியைச் செலுத்துகிறது.

தொடக்கத்தில் மேற்கொண்ட ஒன்பது அனுமானங்களும் எளிமைக்காகக் கையாண்டவை. பெரும்பாலும் ஏற்றுக் கொள்ளக் கூடியவை.

நுணுகி ஆராயப் புகுந்தால், ஒன்பதாவது அனுமானம் சற்றுப் பொருந்தாமலிருப்பது புலப்படும்.

$p_2 = p_1 + u_i = p + u$ எனப் பார்த்தோம்.

இதன்படி dp = -du ஆகும். 9.3 சமன்பாட்டில் இதைப் பொருத்துவோம்.

$$de = avdu \qquad \text{.................. 9.10}$$

இதை ஒன்பதாம் சமன்பாட்டில் சேர்ப்போம்.

$$\left[\frac{k(1+e)}{av\gamma_w}\right]\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = \frac{\partial y}{\partial t}$$

அடைப்பிற்குள் உள்ளதை c_v என்போம்.

$$c_v = \frac{k(1+e)}{av\gamma_w} \qquad \text{.................. 9.11}$$

இதனைக் கெட்டிமைக் கெழு எனக் குறிக்கலாம்.

$$c_v \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = \frac{\partial u}{\partial t} \qquad \text{.................. 9.12}$$

இதில் ஆழத்தை மண்படலத்தின் மேல் மட்டத்திலிருந்து கீழ் நோக்கி அளக்கின்றோம். மொத்த ஆழம் 2H என்று வைத்துக் கொள்வோம். நீர் நகர வேண்டிய பெரும தூரம் H ஆகும்.

ஒரு திசைக் கெட்டிமை கணக்குகளில், எல்லை நிலவரம் கீழ்கண்டவாறு அமையும்.

1. மண்ணின் மேல் முனையில் முழு வடிதல் உள்ளது.
2. மண்ணின் கீழ் முனையிலும் முழு வடிதல் உள்ளது.
3. தொடக்கத்திலுள்ள நீரியல் அழுத்த மிகை u_i அழுத்த உயர்வு $p_2 - p_1$க்குச் சமம்.

கணக்குக் குறியீடுகள் மூலம் கீழ்கண்டவாறு அவற்றைக் குறிப்பிடலாம்.

1. z = 0, t = ∞ ஆக உள்ள போது u = 0

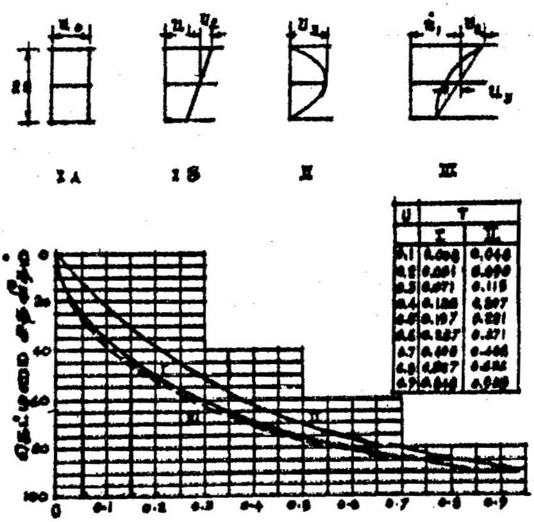
2. z= 2H, t = ∞ ஆக உள்ள போது u = 0

3. t = 0, 0≤z≤2H ஆக உள்ள போது $u = u_i$

இவற்றை வைத்துக் கொண்டு, 12ம் சமன்பாட்டைத் தீர்த்து விடை காண வேண்டும்.

9.7. கெட்டிமை உறவுகள்-ஒரு கண்ணோட்டம் :

புழைநீர் அழுத்தம் தொடக்கத்தில் மாறிலியாக இருக்கவேண்டிய அவசியமில்லை. மாறி இருப்பதும் உண்டு.



நேரக்காரணி T
டெர்சாகியின் கொள்கைப்படி கெட்டிமை வளைவுகள்

படம் 9.3

படத்தில் அத்தகைய மூன்று நிலைகளைக் காண்கிறோம். இவை டெர்சாகியின் கெட்டிமைக் கொள்கைக்கேற்ப வரையப்பட்ட வளைவுகளாகும்.

1A இயல்பான நிலையைக் காட்டுகின்றது, $u_i = u_0$ இதற்கான வளைவு படத்தில் I எனக் குறிப்பிட்டுக் காட்டப்பட்டுள்ளது.

தொடக்கத்திலேயே நீரியல் அழுத்தமிகை சீராக இல்லாமல், நேர்கோட்டுப் பாதையில் மாறி உள்ளதை 10 படம் காட்டுகின்றது. $u_i = u_1 + u_2 \frac{H - z}{H}$ இதற்கான வளைவும் படத்தில் I எனக் குறிப்பிட்ட வளைவை ஒத்திருக்கும். நீரியல் அழுத்தமிகை மாற்றம் நேர்கோட்டுப்பாதையில் இருப்பதால் இது சாத்தியமாகிறது.

தொடக்க நீரியல் அழுத்தம் சைன் வளைவுப் பாதையில் உள்ள நிலைமையை படம் IIஇல் காணலாம். இதற்கான $u_i = u_3 \sin \frac{\pi z}{2H}$ வளைவு II எனக் குறிப்பிட்ட வளைவை ஒத்திருக்கும்.

நடைமுறையில் நீரியல் அழுத்தமிகை நேர்கோட்டுப் பாதையிலோ, சைன் வளைவுப் பாதையிலோ அல்லது இரண்டும் சேர்ந்த பாதையிலோ இருக்கலாம். படம் IIIஇல் இந்நிலவரம் காட்டப்பட்டுள்ளது,

இதற்கான வளைவு இடைவிட்ட கோடாக III எனக் குறிப்பிட்ட வளைவில் காட்டப்பட்டுள்ளது,

டெர்சாகி அவர்கள், கெட்டிமை விகிதத்திற்கான கணக்கீடு களைச் செய்து கீழ்வரும் வாய்ப்பாட்டைக் கண்டுபிடித்துள்ளார்.

$$U = 1 - \sum_{m=0}^{m=\infty} \frac{2\int_0^{2H} u_i \sin \frac{M_2}{H} dz}{M \int_0^{2H} u_i dz} \epsilon^{-M^2 T} \qquad \text{.............9.14}$$

இதில்,

u = கெட்டிமைக் கெழு

$M = \frac{1}{2}\pi(2m + 1)$

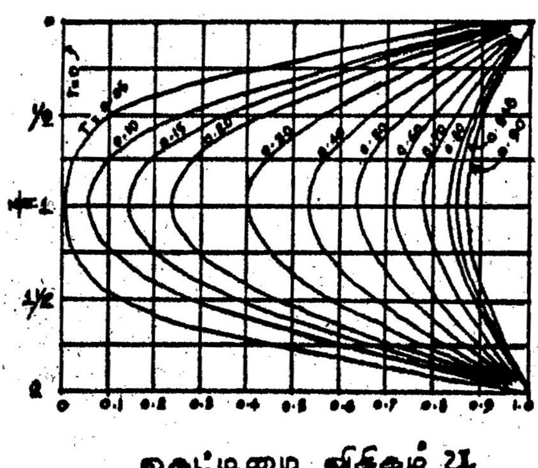
m = முழு எண்

$\in$ = நேபியர் அடி எண் (Napierian base)

இதில் தொடக்க நிலை மாறிலியாக (u_0) இருக்கும் போது உள்ள நிலவரத்தைப் பொருத்திப்பார்த்தால் கீழ்வரும் வாய்ப்பாடு கிடைக்கும் .

$$U = 1 - \sum_{m=0}^{m=\infty} \frac{2}{M^2} \in^{-M^2 T}$$

9.14ம் சமன்பாட்டின் படி, சராசரிக் கெட்டிமைப் படலத்தின் ஆழம், நேரக் காரணி ஆகியவற்றைத் தொடர்பு படுத்தி வரையும் கட்டப்படம் 9–4 காண்க.



படம் 9-4

9.3 படத்தில் T யின் மதிப்பு 0.1 ஆக எடுத்துக்கொண்டால் சராசரிக் கெட்டிமை 35 சதவீதம். இப்படத்தில் 0.1 நேரக்காரணிக்கேற்ற வளைவின் இடப்பாகம் உள்ள பரப்பு, மொத்தப் பரப்பில் 35 சதவீதம் ஆகும்.

0.1 நேரக்காரணி உள்ளபோது, 35 சதவீதம் அமுக்கமும், 35 சதவிதம் நீர்வடிவம் இருக்கும் என்பது இப்படத்தினால் புலனாகின்றது. கணக்கீடுகளினாலும் உறுதி செய்து கொள்ளலாம்.

களிமண் படலத்தின் ஆழம் 2H என எடுத்துக் கொள்ளப்பட்டுள்ளது. இதன்படி மேற்பரப்பின் வழியாக நீர் வெளியேறுகிறது; களிமண் படலம் 2H ஆழம்; அதன் கீழ் மண்பாங்கான படலம் வருகிறது; அந்த இடத்திலும் நீர் வெளியேறுகிறது. கீழே மணற்பாங்கான இடம் இல்லாமல் பாறையாக இருந்துவிட்டால் கீழ்ப்பக்கம் நீர் வடிய இயலாது. எனவே அப்போது படலத்தின் ஆழத்தை H என்று மட்டும் எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும். படத்தில் கீழ்ப்பகுதியைத் தள்ளிவிட்டு மேற்பகுதியில் உள்ளபடியான நிலவரம் இருக்கும் என்பதறிக.

களிமண் படலத்தினை ஆராயும் போது விழிப்போடு இருக்க வேண்டும். படலத்தின் நடுவில், ஒரு மெலிதான படலம் இருந்து கண்டுபிடிக்கப்படாமல் போய் விட்டால் H மதிப்பு மாறிவிடும். கெட்டிமை மிக விரைவில் நிகழ்ந்துவிடும்.

9.8 ஒரு திசைக் கெட்டினை ஆய்வகச் சோதனை :

இந்தியச் செந்தர நிறுவனத்தின் ஐ எஸ் 2720 பகுதி 15 ஒரு திசைக் கெட்டிமைச் சோதனை முறைகளையும், அவற்றிலிருந்து கெட்டிமைப் பண்புகளைக் கணக்கிட்டறியும் முறைகளையும் விளக்குகின்றது.

9.8.1 கெட்டிமைப் பண்புகள் நிர்ணயித்தல் (ஐ எஸ் 2720 பகுதி 15 / 1965)

கலைக்கப்பட்ட மண், கலைக்கப்படாத மண் ஆகியவற்றில் திகட்டிய நிலையில் ஒரு திசைக் கெட்டிமைச் சோதனை நடத்தி, அவற்றின் கெட்டிமைப் பண்புகளை அறியலாம்.

கெட்டிமைமானி என்ற கருவித் தொகுதி இதற்காகப் பயன்படுகிறது. ஒரு வளையத்தில் மண் மாதிரியைச் சரியாகப் பொருத்தும் வகையில் செதுக்கி வைத்து, மேலும் கீழும் வடிதாள் மற்றும் புழைமைக் கல் தகடுகளைப் பொருத்திக் கொள்ளவேண்டும். எப்போதும் இதைச் சுற்றி நீர் நிறுத்தம் ஏற்பாடு உள்ளது. படிமானத்தை அளந்து கொள்ள திருகுமுக அளவியைப் பொருத்திக் கொள்ள வேண்டும்.

மண்மாதிரியின் நடுமையத்தில் தேவையான பாரம் வருமாறு அமைக்கும் ஏற்பாடு உள்ளது.

கலைக்கப்பட்ட மண் மாதிரியாக இருந்தால், மண்ணை, கள ஈரப்பதத்தில், கள அடர்த்திக்கு கிட்டித்துக் கொண்டு வளையத்திற்குப் பொருந்துமாறு மாதிரி தயாரித்துக் கொள்வர். சில மண் ஈரம் பட்டதும் விரியக் கூடியது, தொடக்கத்தில் போடும் பாரம் இந்த விரிவை ஈடு கட்டுவதாக இருக்க வேண்டும். திருகுமுக அளவி பொருத்தும் போது, இந்த விரிவையும் ஏற்குமாறு தொடக்க அளவு வைக்க வேண்டும்.

தொடக்க எடை வைத்து 24 மணி நேரம் விட்டுவிட வேண்டும்.

சோதனையைத் தொடங்கும் போது, ஒரு குறிப்பிட்ட பாரம் ஏற்றும் போது உடனே நிறுத்தக் கடியாரத்தை இயக்குவர். திருகுமுகஅளவியின் தொடக்க அளவையும் குறித்துக் கொள்வர். ஏற்கனவே திட்மிட்ட நேர இடைவெளிகளில் திருகுமுக அளவியின் அளவு குறித்துக் கொண்டே வரவேண்டும். 0, 0.25 ,1, 2.25, 4, 6.25 9, 12.25, 16, 20.25, 25 என்றவாறு இதன் மூலக்கூறு முழு எண்ணாக வரும் நேரங்களில், கெட்டிமை கிட்டத்தட்ட 90% நிகழும் வரை அளவுகள் எடுப்பது வழக்கம்.

அடுத்து தற்போதுள்ள பாரத்தைப் போல இரண்டு மடங்கு பாரம் ஏற்றி முன் எடுத்தது போலவே, குறிப்பிட்ட இடைவெளிகளில் திருகுமுக அளவு எடுக்க வேண்டும். மென்மையான மண்ணுக்கு 0.1,0.2, 0.4, 0.8, 1.6, 3.2, 6.4 கிகி/செமீ^{2} போன்றவாறு பாரங்கள் இருக்கலாம். மாறாகக் களத்தில் வரக்கூடிய பாரத்தில் 6, 12, 25, 50, 100, 200 சதவீதப் பாரம் ஏற்றலாம்.

இறுதிப்பாரம் ஏற்றி அளவுகள் எடுத்து முடிந்ததும், பாரத்தை இறுதிப்பாரத்தின் 1/4 பங்கு அளவுக்கு குறைத்துக் கொண்டு குறிப்பிட்ட நேர இடைவெளிகளில் திருகுமுக அளவியில் அளவு பார்க்கலாம். இது மண்ணின் விரிவுத்தன்மையை அறிய உதவும். அடுத்தடுத்த 1/4 பங்காகக் குறைத்துக் கொண்டே வந்து 0.1 கிகி/செமீ^{2} அழுத்தம் வரை காண வேண்டும். இறுதியில் தொடக்க எடை வைத்து 24 மணி நேரம் கழித்து இறுதி திருகுமுக அளவு எடுக்க வேண்டும்.

அளவு முடிந்ததும், மண்மாதிரியை விரைந்து எடுத்து அதிகப்படி ஈரத்தை உறிஞ்சு தாளில் ஒத்தி எடுத்துவிட்டு கெட்டிப்பட்டண் மண் மாதிரியின் எடையை எடுத்துக் கொள்வர். அதை 105^0 வெப்ப நிலையில் உலர் பெட்டியில் உலர்த்தியபின் எடை எடுத்துக் கொள்வர்.

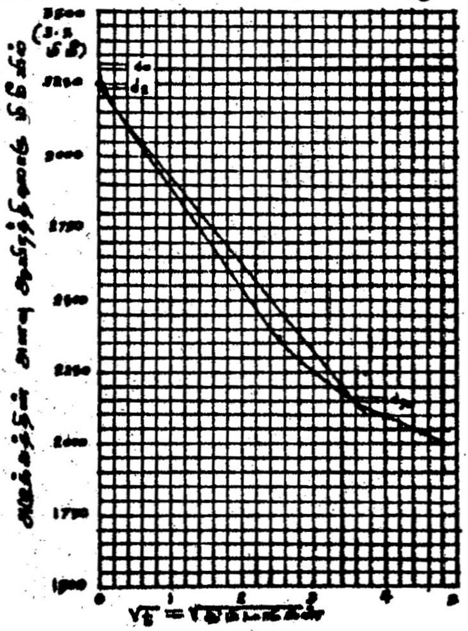
1. கணக்கீடுகள்

மண்ணின் கெட்டிமைப் பண்பை அறியப் பல முறைகள் உள்ளன. அவற்றில் வர்க்கமூல ($\sqrt{t}$) முறையும்,லாக் முறையும் பெரும்பாலும் பயன்படுகின்றன.

அ) வர்க்க மூல ($\sqrt{t}$) முறை (படம் 9–5) :

கட்டத்தாளில், கடந்து போன நேரத்தில் வர்க்க மூலம் கிடை அச்சிலும், திருகுமுக அளவு நிலை அச்சிலும் வைத்து எல்லாப் புள்ளிகளையும் குறித்துக் கொள்வர். இப்புள்ளிகளின் வழியே மென்மையான கோடு இழுப்பர். தொடக்கத்தில் நேர் கோடாக வரும் (முதலிரண்டு புள்ளிகள் இந்நேர் கோட்டில் அமையா). இந்நேர் கோட்டை நீட்டி நிலை அச்சைத் தொடும் இடம் திருத்திய தொடக்கப் புள்ளி (d_s) ஆகும். நேர–அமுக்கக் கோட்டின் எல்லாப்புள்ளிகளிலும் 1.15 மடங்கு உள்ள புள்ளிகளை வைத்து அவற்றின் வழியே தொடக்கப் புள்ளி வழியே நேர்கோடு வரைவர். இக்கோடு நேர–அமுக்க வளைவை வெட்டுமிடமே 90% கெட்டிமைப் புள்ளி ஆகும். கிடை அச்சில் ($\sqrt{t}$) கிடைக்கும் இதன் இரண்டாம் அடுக்கு (Square) 90% கெட்டிமைக்குக் கடந்து போன நேரத்தைக் குறிக்கும். நிலை அச்சில் 90% அமுக்கம்

கிடைக்கும். 100 சதவீத அமுக்க அளவை இதிலிருந்து கணக்கீட்டு அறிந்து கொள்ளலாம். இம்முறையைக் கண்டு பிடித்தவர் டோனால்டு டயிள்யு டெய்லர் ஆவர்.



நேரத்தின் வர்க்கமூல முறை

படம் 9-5

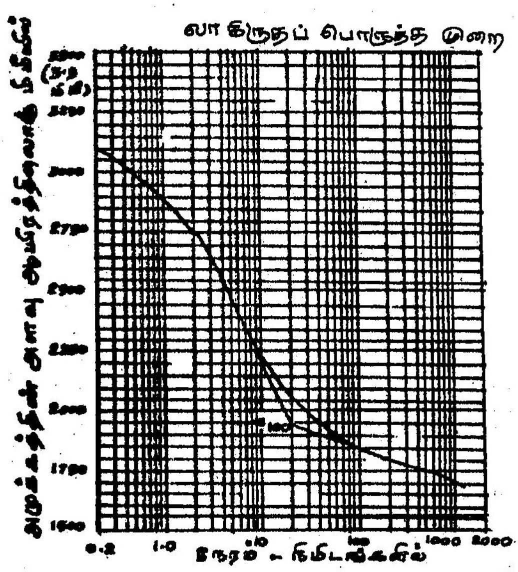
வர்க்க மூலப் பொருத்து முறை

ஆ) லாகு முறை : (படம் 9.6)

ஒரு அரை லாகு கட்டத்தாளை எடுத்துக் கொள்வர். கிடை அச்சில் லாகு வரைவளவில் நேரத்தை நிமிடங்களிலும் நிலை அச்சில் அமுக்கத் திருகுமுக அளவையும் வைத்துப் புள்ளிகளைக் குறிப்பர். இதில் இரண்டு நேர்க்கோட்டுப் பகுதிகள் வரும். இவற்றை நீட்டினால் வெட்டுமிடம் (100) நூறு சதவீத அமுக்கத்தைக் குறிக்கும். இது முதன்மை அமுக்கம் ஆகும்.

இவ்வளவை பரவளையம் (parabolic) ஆக எடுத்துக் கொள்கிறோம். இதில் திருத்தப்பட்ட 'd_c' புள்ளி கண்டு

பிடிக்க வேண்டும். 0.1 நிமிடத்திற்கும், 0.4 நிமிடத்திற்கும் உள்ள உயர வேறுபாட்டை 0.1 நிமிடப் புள்ளியின் மீது வைத்து d_c புள்ளியைக் குறிக்க வேண்டும். இவ்வாறு திருத்தப்பட்ட d_c புள்ளிக்கும் d_{100} புள்ளிக்கும் இடையில் உள்ள் செங்குத்துத் தூரத்தில் பாதி, d_{50} சதவீத அமுக்கத்தைக் குறிக்கும் d_{50} புள்ளி ஆகும். இப்புள்ளிக்கு நேரான நிலை அச்சு நேரம், 50 சத வீத முதன்மை அமுக்கத்தைக் காட்டும். இந்த t_{50} நேரத்தைக் குறித்துக் கொள்ள வேண்டும். 100 சதவீத அமுக்கம் d_{100}க்கு நேரான திருகுமுக அளவைக் குறித்துக் கொள்ள வேண்டும். இது 100 சதவீத முதன்மை அமுக்கத்திற்கான படிமானம் ஆகும்.



நேரத்தின் லாகிரிதமுறை

படம் 9-6

2. மண் மாதிரியின் அமுக்கம்

அ. தொடக்க அமுக்கம் = $d_0 - d_s$

ஆ. முதன்மை அமுக்கம் = $d_s - d_{100}$

இ. மெத்தன அமுக்கம் = $d_{100} - d_f$

ஈ. மொத்த அமுக்கம் = $d_0 - d_f$

தொடக்க, முதன்மை & மெத்தன அமுக்கங்களின் கூட்டுத்தொகை.

உ. தொடக்க, முதன்மை மெத்தன அமுக்க விகிதங்கள்.

மொத்த அமுக்கத்தின் விகிதங்களாகத் தனித்தனியே கணக்கிட்டுக் கொள்ளலாம்.

3. அமுக்கக் குறியெண்; அமுங்குதிறக் கெழு

திடப்பொருளின் திண்ணச் சமம் அறிய

$$2H_0 = \frac{W_s}{G_s \gamma_w A}$$

இதில்,

$2H_0$ = திடப்பொருளின் திண்ணச் சமம்.

G_s = மண்ணின் ஒப்பெடை (Specific Gravity)

γ_w = நீரின் அலகெடை

A = மண் பொருந்தும் வளையத்தின் பரப்பு

தொடக்கத்தில் மண்மாதிரியின் உயரத்திலிருந்தும், ஒவ்வொரு எடையின் இறுதியில் கிடைத்த திருகுமுக அளவிலிருந்தும், மண்ணின் திண்மை 2H அறியலாம்.

ஒவ்வொரு நிலையிலும் காலியிட விகிதம் வருமாறு :

$$e = \frac{2H}{2H_0} - 1$$

இவ்வாறு கணக்கிட்ட காலியிட விகிதத்திற்கும், அழுத்தத்தின் லாகு மதிப்பிற்கும் (log p) ஒரு உறவு வளைவு வரையலாம்.

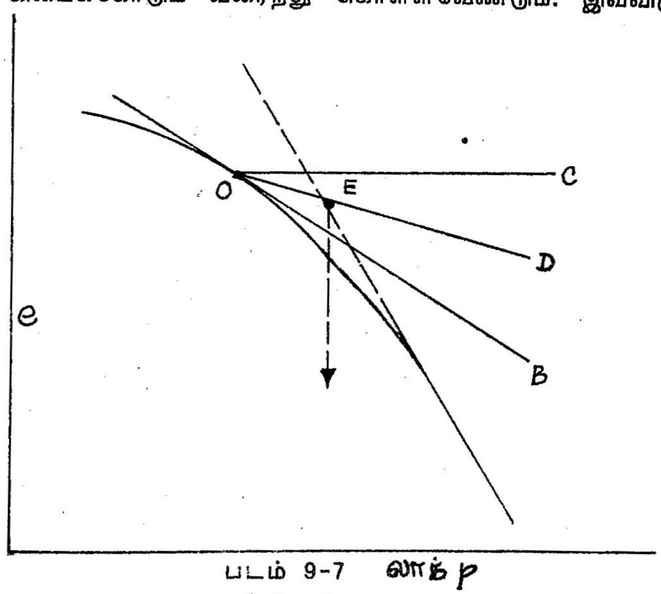
தொடக்க அமுக்கம், ஒரு குறிப்பிட்ட அழுத்த மதிப்பிற்கு மேல் நேர் கோடாக அமைந்திருக்கும். இந்த நேர்கோட்டின் சாய்மானம் (c_c) அமுக்கக் குறியெண் எனப்படும்.

அமுங்குதிறக் கெழு a_v காண : $$a_v = \frac{0.435\, c_c}{p}$$

இதில் p என்பது சராசரி அழுத்தம் ஆகும்.

e - logp வளைவில், அந்த மண் ஏற்கனவே பழகிப் போன கெட்டிமையைக் கீழ்கண்டவாறு அறியலாம்.

அந்த வளைவின் பெரும வளைவுப் புள்ளியைக் கண்டு பிடித்துக் கொள்ள வேண்டும். இந்தப் புள்ளியில் ஒரு தொடுகோடும், ஒரு கிடைக்கோடும் வரைந்து கொள்ளவேண்டும். இவ்விரு



படம் 9-7
முன் அழுக்கம் காணல்

கோடுகளின் இடைக் கோணம் இரண்டாக வெ ட்டப்பட்டு அத்திசையில் ஒரு கோடு வரையப்படுகிறது. இக்கோட்டை e-log p வளைவில் அதிக அழுத்தப் பகுதியில் உள்ள நேர் கோட்டுப் பகுதியை நீட்டி வரும்

கோட்டால் வெட்ட வேண்டும். இந்த வெட்டுப்புள்ளிக்குப் பொருத்தமான அழுத்தத்திற்கு இம்மண் முன் அமுக்கம் (Pre-compression) அடைந்துள்ளது.

4. கெட்டிமைக் கெழு (c_v)

ஒரு குறிப்பிட்ட அழுத்த உயர்வில், கெட்டிமைக் கெழு காண :

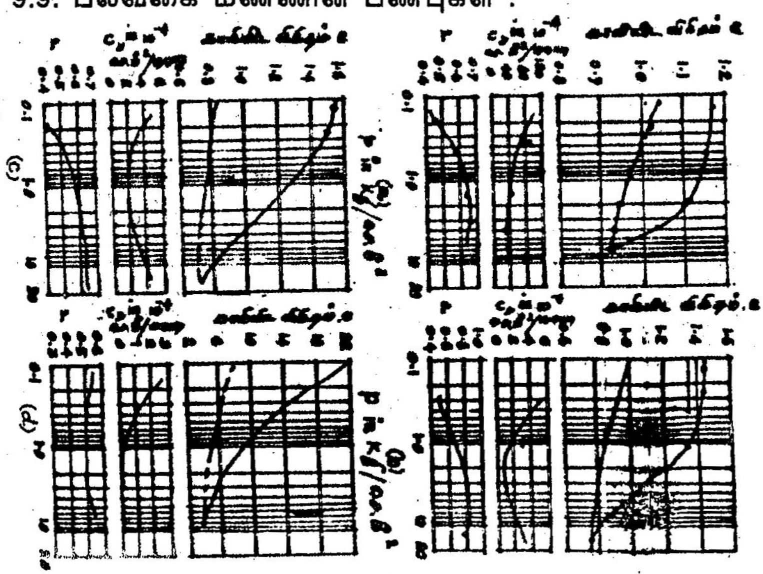
அ) $C_v = \dfrac{0.848 H^2}{t_{90}}$ (டெய்லரின் வர்க்க மூலப் பொருத்து முறை)

ஆ) $C_v = \dfrac{0.197 H^2}{t_{50}}$ (காசகிராண்டேயின் லாகு பொருத்து முறை)

5. மண்ணின் ஊடுருவல் கெழு

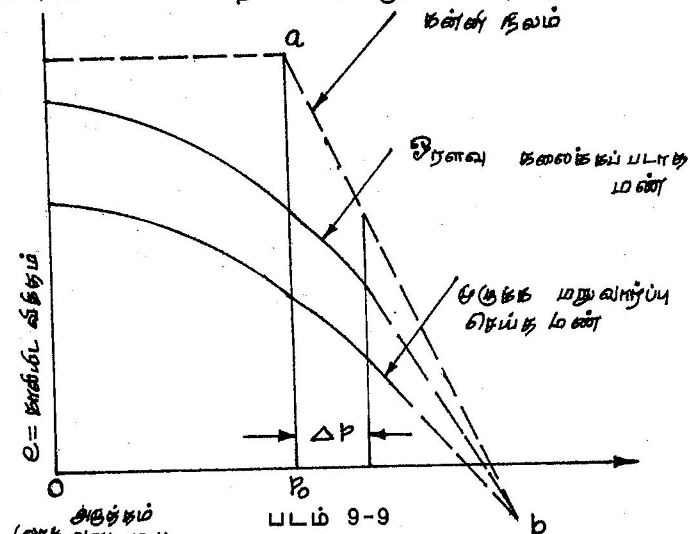
$$k = \frac{C_v a_v \gamma_w}{1 + e}$$

9.9. பல்வகை மண்ணின் பண்புகள் :



அமெரிக்க ஆய்வகங்களில் பல்வகை மண்களின் மீது நடைபெற்ற ஒரு திசைக் கெட்டிமைச் சோதனைகளின் படங்கள் காட்டப்பட்டுள்ளன. கெட்டிமைப் பண்பு மண்ணுக்கு மண் மாறுவதை அறிந்து கொள்ள இவை பயன்படும்.

9.10. கலைக்கப்படாத மண், மறுவார்ப்பு மண் :



படம் 9-9

e லாக் p வளைவு

படத்தில் ஒரே மண்ணில் கலைக்கப்படாத நிலையிலும், மறுவார்ப்பு செய்த நிலையிலும், கெட்டிமைச் சோதனைகள் நடத்தி அதற்கேற்ற e - logp வளைவுகள் வரையப்பட்டுள்ளன. கீழே உள்ளது மறுவார்ப்பு மண், மேலே உள்ளது கலைக்கப்படாத மண். இரண்டு வளைவுகளும் b புள்ளியில் சந்திக்கின்றன. கெட்டிமைக்கு முன்னால் மண்ணின் காலியிட விகிதம் e_0 எனவும், மேலேற்றத்தின் அழுத்தம் p_0 எனவும் கொள்வோம். இவ்விரண்டின் தொடர்பைக் கொண்டு a புள்ளியைக் குறிக்கலாம். ab கோடு தான், உணர்ப்பெண் சிறியதாக உள்ள ஒரு மண்ணின் அசல் e - p உறவைக் காட்டக் கூடியது. ஆய்வகத்தில் பரிசோதனையை எவ்வளவு நுணுக்கமாக செய்தாலும், கன்னி நிலத்தின் e - p வளைவுக்கு நெருக்கத்தில் இருக்காது. கன்னி நிலத்தில் e - logp வளைவு (இங்கு நேர் கோடு) இதன் சாய்மானம் அமுக்கக் குறியெண் C_c எனப்படும்.

$$C_c = \frac{e_0 - e}{\log \frac{p}{p_0}}$$

அழுத்தத்தின் போது காலியிட விகிதம் e எனக் கொள்வோம்.

$$s = \frac{e_0 - e}{1 + e_0} H$$

$$= C_c \frac{H}{1 + e_0} \log \frac{p_0 + \Delta p}{p_0}$$

$$t = \frac{T_v}{C_v} H^2$$

இவற்றில்,

S = கெட்டிமையால் ஏற்பட்ட படிமானம்

H = மண்படலத்தின் கனம் (மண்ணிலிருந்து நீர் மேலும் கீழும் வடிந்தால், இதில் பாதியை எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும்)

e_0 = அதன் இருப்பிடத்தில் மண்ணின் காலியிட விகிதம்

p_0 = கெட்டிப்படும் மண்படலத்தின் மையத்திற்கு மேலுள்ள மண்ணின் எடை

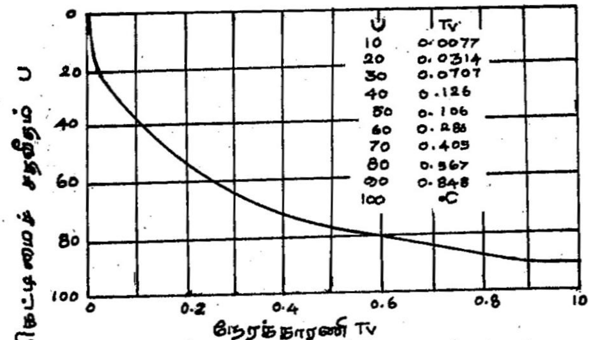
Δp = கெட்டிமை அழுத்தம் = அழுத்த உயர்வு

T_v = நேரக்காரணி (கெட்டிமை சதவீதத்தைப் பொருத்தது; படத்திலுள்ள (படம் 9.10) உள்ள பட்டியல் காண்க)

t = குறிப்பிட்ட கெட்டிமைச் சதவீதம் நிகழத் தேவையான நேரம்.

C_c = அமுக்கக் குறியெண்

C_v = கெட்டிமைக் கெழு



கெட்டிமைச் சதவீத வாய்ப்பாட்டில் நேரக் காரணி

படம் 9.10

9.11 மெத்தனக் கெட்டிமை :

கணக்கீட்டின் படி ஆன 100 சதவீதக் கெட்டிமை நிகழ்ந்த பின்னரும் கெட்டிமை தொடர்ந்து நிகழ்ந்து கொண்டேயிருக்கிறது. இதனை மெத்தனக் கெட்டிமை என்பர். இதனைக் கணக்கிட்டு அறியப் போதுமான நடைமுறை ஏதுமில்லை. இயல்பான நிலையிலுள்ள பெரும்பாலான மண்ணின் மெத்தனக் கெட்டிமை அளவு, அதன் முதன்மைக் கெட்டிமை அளவோடு ஒப்பிடும்போது மிகவும் குறைவு. எனினும் தாவரஞ் சார்ந்த மண்ணிற்கும், மிகுகளி மண்ணுக்கும் மெத்தனக் கெட்டிமை சற்று அதிகமாகவே இருக்கும்.

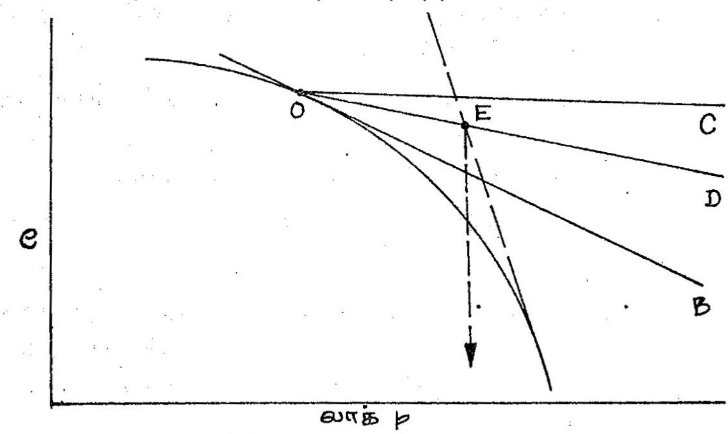
9.12 பாரம் ஏறுமுன் மண்ணின் தகைவு நிலைமை :

புவிப்பொதியியல் ஆய்வுகளின் மூலம், ஒவ்வொரு படலங்களின் வயது, களத்தில் மண் படிவுகள் ஏற்பட்ட பின்னர் சென்று போன ஆண்டுகள், கடந்த காலங்களில் அங்கு நிகழ்ந்த மண் அரிப்புகள், நிலத்தடி நீர், பொங்கு ஊற்று நிலவரங்கள், ஆகியவற்றையும் மண் கடந்த காலத்தில் ஏற்றுக் கொண்ட மற்றும் விலக்கிக் கொண்ட அழுத்தங்களையும் அறியலாம். எனினும் இவை தோராயமான கணிப்புகளே. மண் ஏற்கனவே ஆட்படுத்தப்பட்ட அழுத்தங்களை அறியப்

பல வழி முறைகள் உள்ளன. அவற்றில் ஒன்று கெட்டிமைச் சோதனை முறை மூலம் அறிதலாகும்.

பெருமப் பரலிடை அழுத்தம் :

ஒரு திசைக் கெட்டிமைச் சோதனை மூலம் கிடைக்கும் தகவல்களைக் கொண்டு e-logp வரைந்து கொள்ள வேண்டும். கலைக்கப்படாத மண்ணில் சோதனை நடத்த வேண்டும்.



முன் அழுத்தம் காணல்

படம் 9.11

வளைவில் பெரும வளைவும், சிறும ஆரமும் கொண்ட புள்ளி O என்று குறிக்கப்படுகிறது. அதன் வழியாக ஒரு கிடைக்கோடு OC வரையப்படுகிறது. பின்னர் தொடுகோடு OB வரையப்படுகிறது. இறுதியாக, இவ்விரண்டின் நடுக்கோணத்தை இடைவெட்டுக் கோடு OD வரையப்படுகிறது.

வளைவின் கீழ் நேர்க்கோடாக உள்ள பகுதியைப் பின்னோக்கி நீட்ட வேண்டும். அது இடைவெட்டுக் கோட் (OD)டை E புள்ளியில் வெட்டும். E புள்ளிக்கு நேரான $\bar{p}$ மதிப்பு ($\overline{p_0}$) தான் பெருமப்பரலிடை அழுத்தம். இதுவே பழைய பெருமப் பரலிடை அழுத்தம் ஆகும். கலைக்கப்படாத மண்ணில், கிடைக்கும் மதிப்பு பொருத்தமாக இருக்கும். மண் சற்றேனும் கலைக்கப்பட்டால் கூட, கிடைக்கும் மதிப்பு மிகவும் குறைவாக இருக்கும்.

9.13 தொடக்கப் பயன்படு அழுத்தமும், புழைநீர் அழுத்தமும் நிர்ணயித்தல் :

அ. பொது :

எந்த ஒரு ஆழத்திலும், மொத்தச் செங்குத்து அழுத்தத்தைக் கண்டறிய, அவ்விடத்தின் மேலுள்ள மண்ணின் அலகெடை தெரிந்தால் போதும். புழையுள்ள படலங்களில், புழைநீர் அழுத்தம், அதனால் விளையும் பயன்படு அழுத்தம் இவற்றை அறிய நிலநீர் மட்டத்தைத் தொடர்ந்து ஆராய வேண்டும்.

களிமண் படலங்களில், புவிப்பொதியியல் ஆய்வு மூலம் பழைய முன்னெடை நிலவரங்களை அறியலாம். பழைய பெருமப் பரலிடை அழுத்தத்தையும் ஆய்வகச் சோதனை மூலம் அறியலாம்.

ஆ. எளிய நிலையியல் நிலவரம் :

இதில் புழைநீர் அழுத்தம், நீர் நிலையியல் அழுத்தத்திற்குச் சமமாக இருக்கும். மொத்த அழுத்தத்திற்கும், நடுவழுத்தத்திற்கும் உள்ள வேறுபாடு பயன்படு அழுத்தம் ஆகும். பயன்படு அழுத்தத்தை, நீர்மட்டத்திற்கு கீழுள்ள பகுதிக்கு மூழ்கெடைகளைப் பயன்படுத்துவதன் மூலமும் கண்டறியலாம்.

இ. எஞ்சிய நீர்நிலையியல் நிலவரம் :

இதில் தற்போதைய பயன்படு அழுத்தம், பழைய பரலிடை அழுத்தத்திற்குச் சமம். இது புவிப்பொதியியல் வரலாற்றுப்படி, தற்போதைய மேலேற்றத்திற்கு அதிகமாக, இதற்கு முன் எடையேற்றப்படாத நிலையிலேயே பொருந்தும். நீர்நிலையியல் அழுத்தத்திற்கு அதிகப்படியாக உள்ள புழைநீர் அழுத்தம், பின்னர் மண் பரல்களுக்கு மாற்றப்பட்டு விடும்; எனவே மேல்வரும் பாரத்தால் வரும் அழுத்த உயர்வுடன், இந்த புழைநீர் அழுத்த மிகையைக் கூட்டி, கூட்டுத் தொகையை அழுத்த உயர்வாகக் கருத வேண்டும்.

ஈ. பொங்கூற்று நிலவரம்:

இதில், நீர்நிலையில் அழுத்த மிகை, களிமண் படலத்தில் நேர் விகிதத்தில் மாறுவதாக அனுமானித்துக் கொள்ள வேண்டும். பயன்படு தகைவு=மொத்த அழுத்தம், நீர் நிலையியல் அழுத்தம் மற்றும் நீர்நிலையியல் அழுத்தமிகை ஆகியவற்றின் கூட்டுத்தொகை. இது e-

logp வளைவில் கண்டுபிடித்த பெருமப்பரலிரடை அழுத்தத்திற்குச் சமமாக இருக்கும்; இதுவும், புவியியல் ஆய்வுப்படி முன் அழுத்தம் பெறாத நிலைமையில் பொருத்தமாக இருக்கும். இங்கு அழுத்த உயர்வு, கட்டடங்களால் மேல்வரும் அழுத்த உயர்வுக்குச் சமமாக இருக்கும்; இதுவும் பொங்கூற்று நிலைமை, மனித முயற்சிகளாலோ, இயற்கையோ குறைகின்ற நிலையில்தான் பொருந்தும். பொங்கூற்று நிலைமை கு றையாத நிலைமையில் பொங்கூற்று அழுத்தத்தால் ஏற்படும் த கைவு மாறுபாட்டை, கட்டடத்தினால் வரும் அழுத்த உயர்வோடு கூட்டிக் கொள்ள வேண்டும்.

உ. முன்னழுக்கம் பெற்ற நிலவரம் :

இதில் பயன்படு தகைவும், புழைநீர் அழுத்தமும் ஒன்றாக இருக்கும். எளிய நிலையியல் நிலவரத்தைப் போன்றிருக்கும்.

ஊ. பலகூட்டு நிலவரம்:

மேற்குறித்த நான்கு நிலவரங்கள் தனித்தனியாக வராமல், ஒரு சில கூடி வரக்கூடும். அந்தந்தக் கூட்டு நிலவரத்திற்கேற்ப அவை தனித்தனியாக ஆராயப்படும்.

9.14 கள அழுக்க வளைவு வரைதல் :

ஆய்வகச் சோதனையில் வரைந்த e - log$\overline{p}$ வளைவிலிருந்து களத்திலுள்ள மண்ணின் கலைக்கப்படாத நிலையில் e - log$\overline{p}$ வரையும் முயற்சிகளைப் 9.12ம் படத்தில் காணலாம்.

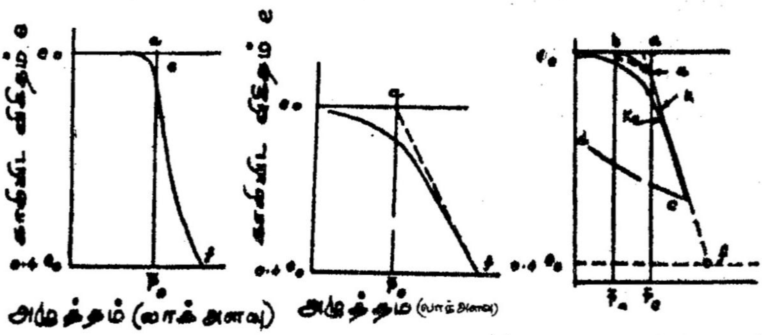
அ. இயல்பாகக் கெட்டிப்பட்ட மண் :

படத்தில் e_0 e f வளைவு ஆய்வகச் சோதயையின்படி வரைந்ததாகும். fe வளைவை மேல் நோக்கி நீட்டினால் அது e_0 கோட்டை a புள்ளியில் வெட்டும். a புள்ளி $\overline{p_0}$ புள்ளிக்கு நேர்மேலே அல்லது சற்றே அருகில் இருக்கும். இதில a e f கோட்டை கள நிலைமைக்கேற்ற கள அழுக்க வளைவாக எடுத்துக் கொள்ளலாம்.

ஆ. சாதாரண உணர்ப்பெண் உள்ள களிமண்ணின் ஆய்வக e - log$\overline{p}$ வளைவை (b) படத்தில் e_0f வளைவு காட்டுகிறது. இதில் $e_0\overline{p_0}$ மதிப்புகள் சந்திக்குமிடம் a புள்ளியாகும். ஆய்வக e - log $\overline{p}$ வளைவு 0.4

e_0 கோட்டை வெட்டுமிடம் f புள்ளியாகும். a f கோட்டை நேர்கோடாக வரைந்து கொள்ள வேண்டும். இதுவே கள அமுக்க வளைவாகும்.

களத்தில் e-p நேரான உறவை படத்தில் வரைந்தறிதல்



(a) இயல்பாகக் கெட்டிப்பட்ட மண் (b) சாதாரண உவர்ப்புக் களிமண் (c) மிகையாகக் கெட்டிப் பட்ட மண்

படம் - 9-12

இ. மிகையாகக் கெட்டிப்பட்ட களிமண்ணின் கெட்டிமைச் சோதனையில் இருந்து வரைந்த படம் (c) காண்க;– இதில் k_u என்பது ஆய்வக வளைவு இதில் பெருமக் கெட்டிமை வந்ததும் எடையைக் குறைத்து பின்னோக்கிய எதிர் விளைவை cdஆய்வகச் சோதனையிலேயே செய்து கெள்ள வேண்டும். e_0 கிடைக்கோட்டில் $\overline{p_0}$ நேர் வெட்டும் புள்ளி b. இப்புள்ளி $e_0\overline{p_0}$ களத்து நிலையை விளக்குகின்றது. கள அமுக்க வளைவு இதன் வழியாகச் செல்ல வேண்டும். 9.12 பத்தியிலும் 9.11 படத்திலும் காட்டியவாறு பெருமப் பரலிடை அழுத்தம் $\overline{p}_c$ கண்டுபிடிக்க வேண்டும். $\overline{p_0}$ முதல் $\overline{p}_c$ வரை உள்ள பகுதி களத்திலேயே மறு அமுக்க வளைவாகும். மறு அமுக்க வளைவு, ஆய்வகச் சோதனையின் படி கிடைத்த எதிர் வளைவு c dக்கு இணையாக இருக்குமென்று எடுத்துக் கொள்கிறோம். எனவே b புள்ளி வழியாக d c வளைவுக்கு இணையாக ஒரு வளைவு வரைந்தால், அது $\overline{p_c}$ வழியே வரும் செங்குத்துக் கோட்டை a புள்ளியில் வெட்டும். f புள்ளி ஆய்வக வளைவை நீட்டினால், அது $0.4e_0$ கோட்டை வெட்டுமிடம் ஆகும். இப்போது b a' f என்பது கள அமுக்கக் கோட்டிலுள்ள புள்ளிகள். b a' f மூன்றையும் இதமான வளைவுக்கோட்டால் இணைத்துக் கொள்ள வேண்டும். இதுவே கள அமுக்க வளைவு ஆகும்.

10. படிமானம்

10.1. அகழ் வாரைத் தாங்கும் நிலம் போலத் தம்மை இகழ்வார்ப் பொறுத்தல் தலை என்பது திருக்குறள். எதையும் தாங்கும் தன்மை கொண்டது மண், ஆனால் அதுவும் எவ்வளவு தூரம் தாங்கும்?

சாலைகளில் குழாய் அமைக்க வெட்டிய குழியில் மண் இட்டு மூடுகிறார்கள். சில நாட்கள் கழித்துப் பார்த்தால் அந்த இடம் படிந்து விடுகிறது. கட்டுமானங்கள் பல காலத்தால் தரைக்குள் சிறிதளவு இறங்கி விடுகிறது. அவ்வாறு இறங்குவது சீராக இல்லாதிருந்தால், ஒரு பக்கம் மட்டும் இறங்கி, கட்டடத்தில் வெடிப்புகளைக் காட்டுகிறது. பாரத்தினால் மண் படிவதைக் பல இடங்களில் காண்கின்றோம். இதைப் பற்றிய தெளிவான அறிவு, இதனால் விளையும் சேதங்களைத் தவிர்க்க உதவும்.

10.2. சொல்லோட்டம் :

Settlement என்ற ஆங்கிலச் சொல்லுக்கு இணையாகப் படிமானம் என்ற சொல்லைப் பயன்படுத்துகிறோம். Deposit என்ற சொல்லைப் படிவு என்கிறோம். precipatation என்பதை வீழ்படிவு என்கிறோம். எனவே இழுப்பம் என்ற சொல்லும் settlement என்பதற்குப் பொருத்தமாகத் தோன்றலாம்; எனினும் சீர்மை கருதி அதனைத் தவிர்ப்பது நல்லது.

10.3. காரணங்கள் :

மண் படிவதற்குப் பல காரணங்கள் உள்ளன. அவை வருமாறு :

அ) நிலையியல் (அசையாப்) பாரம்

ஆ) கீழுள்ள சுரங்கப்பாதைகள் இடிதல்

இ) மண் சுருங்குதல்

ஈ) அதிர்வுகளால் மண் திறன் குறைதல்

உ) நிலத்தடி நீரோட்டத்தால் அரிப்பு ஏற்படுதல்

ஊ) மேலும் பல காரணங்கள்

மேற்கண்ட காரணங்களில் பல ஆபத்து விளைவிக்கக் கூடியவை. இவை பொதுமக்கள் புரிந்து கொள்ளும் காரணங்கள். இவற்றைத் தொழில் நுட்ப வகையில் ஆராய்வதற்குக் கீழ்க் கண்டவாறு பகுத்து ஆராய்ந்து பார்க்கலாம். (அய்.எஸ் 8009 பகுதி II).

அ. கட்டடப் பாரத்தால், மண் தன் மீள் எல்லைக்குள் அமுங்குதல்

ஆ. சுற்றியுள்ள மண்ணிலிருந்து, அடிமானக் கட்டடம் நழுவுதல்

இ. கட்டடத்தின அடியில் உள்ள மண், மற்றும் சுற்றிலுமுள்ள மண் ஆகியவற்றின் மீள்மத் திரிபு அல்லது தொடக்கப் படிமானம்.

ஈ. சுற்றுப்புற மண்ணின் முதன்மைக் கெட்டிமைப் படிமானம்.

உ. அடிமானத்தின் அடியில் உள்ள மண்ணின் முதன்மைக் கெட்டிமைப் படிமானம்.

ஊ. தொடர்ந்து இருந்து வரும் அச்சுப்பாரத்தால் ஏற்படும் அடிமான ஊர்வு.

எ. கட்டடத்தின் அடியில் மற்றும் சுற்றுப்புறத்திலுள்ள மண்ணின் மெத்தனக் கெட்டிமையால் ஏற்படும் படிமானம்.

10.4. தேவைப்படும் தகவல்கள் :

மண்ணில் நிகழக் கூடிய படிமானத்தை ஓரளவு முன் கூட்டியே மதிப்பிட முடிந்தால், கட்டடப் பாரத்தை அதற்கேற்பத் திட்டமிட்டு, பின்வரும் சேதங்களைத் தவிர்க்க இயலும். படிமானத்தைக் கணக்கிட்டு அறியப் பல தகவல்கள் தேவைப்படுகின்றன.

நிலத்தினுள் அமைந்துள்ள மண் படலங்கள்; நிலத்தடி நீரின் ஏற்ற இழுப்பம்; ஒவ்வொரு படல மண்ணின் பரலிடை அழுத்தம்—காலியிட விகித உறவு; கட்டுமானம் தொடங்குமுன்னர் அந்தத் தரையின் மீது

இருந்த தகைவு நிலைமைகள், மற்றும் மிகைக் கெட்டிமை அளவுகள், போன்றவை இன்றியமையாத தகவல்களாகும்.

படிமானம் கணக்கிடத் தொடங்கு முன்னர் பல அனுமானங்களை மேற்கொள்கின்றோம். அவையாவன : கட்டடங்கள் கட்டுவதால் மண்ணினுள் ஏற்படும் மொத்தத் தகைவுகள் படிமானத்தால் மாறுவதில்லை. மேல்வரும் பாரத்தால் மண்ணினுள் உண்டாகும் தகைவுகளை மதிப்பிட முடியும். கட்டடத்தில் அடிமானத்திற்கு வரும் பாரம் செங்குத்தானது மற்றும் நிலையானது.

புவியியல் மற்றும் நிலத்தடி ஆய்வுகள் மூலம் மண்படலங்களின் அமைவும் கனமும் ஓரளவு துல்லியமாக அறியமுடியும். கள ஆய்வுகள் மூலமும், ஆய்வகச் சோதனைகள் மூலமாகவும், மண்படலங்களின் தன்மையை ஓரளவு அறியலாம். சோதனைக்கான மண், கலைக்கப்படாமல் எடுக்க முடிவதில்லை; சிறிதளவு கலைந்தாலும், அதன் பண்பு மாறிவிடுகிறது. எனினும் மண் பொறியாளரின் அனுபவத்தின் அடிப்படையில் சரியான பண்புகளை ஊகித்தறிந்து ஏற்கலாம். ஒவ்வொரு படலத்திலும் கூட மண்ணின் தன்மை மாறிக் கொண்டேயிருக்கும்; அவற்றின் சராசரி மதிப்பை ஏற்றுக் கொள்வது பொருத்தமாக இருக்கும்.

பாரம் ஏறுமுன்னர் இருந்த பரலிடை அழுத்தம் (பயன்படு அழுத்தம்), புழைநீர் அழுத்தம் மற்றும் மண்ணின் தகைவு வரலாறு ஆகியவற்றைச் சரியான அளவில் கணக்கிடுவதைப் பொருத்தே, படிமானம் கணக்கிடுதல் சரியாக இருக்கும்.

சமமல்லாப் படிமானம், தூண்களின் மீது பாரங்களின் பகிர்மானம் மாறுவதற்குக் காரணமாகிவிடும். எனவே படிமானத்தில் அடிமானத்தில் வரும் பாரம் மாறி விட வாய்ப்புண்டு. எனவே ஒவ்வொரு தூணில் வரும் பாரத்தையும் தனித் தனியே கணக்கிட்டுக் கொள்ள வேண்டும். பின்னர் ஒவ்வொன்றின் படிமானத்தையும் தனித்தனியே கணக்கிட்டுக் கொள்ள வேண்டும். பின்னர் படிமானத்தின் அளவைக் குறைத்து அல்லது கூட்டி வருமாறு. பாரத்தை மாற்றிக் கணக்கிட வேண்டும். இப்படியே சில பல முயற்சிகளில் சீரான படிமானத்திற்கேற்ற பாரப் பகிர்மானத்தைக் கண்டறிய முடியும். எனினும் களிமண்ணில்,

படிமானம் நிகழ நீண்ட காலம் ஆகின்றது; அதனால் அச்சுப் பாரத்தால் நிகழும் கட்டட ஊர்வால் வரும் பாரப் பகிர்மானத்தைக் கணிப்பதில்லை.

மேல்வரும் பாரத்தால் மண்ணினுள் தகைவுகள் ஏற்படுகின்றன. அடிமானத் தொடுபரப்பில் மண்ணில் வரும் அழுத்தங்கள், பல காரணங்களால் ஒரே மாதிரி இருப்பதில்லை; அவை மண்ணின் கெட்டித்தன்மை (Rigidity) மற்றும் கட்டடத்தின் கெட்டித் தன்மை போன்றவை. இருந்த போதிலும் அழுத்தம் சமதளத்தில் மண்ணுக்கு மாறுவதாகக் கொண்டு, மீள்மக் கொள்கையின்படி, நிலத்தடித் தகைவுகளைக் கணக்கிடுகிறோம். போசினெஸ்குச் சமன்பாடு, வெஸ்டர்காடு சமன்பாடு போன்றவை இதற்கு உதவியாக இருக்கின்றன.

10.5. மண்ணின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம் :

நிலத்தினுள் பலவகைப் மண் படலங்கள் இருக்கலாம். அவற்றின் பண்பு நலன்களின் ஒற்றுமைக்கேற்ப அவற்றை ஒரு சில படலங்களாக எளிமைப் படுத்திக் கொள்ளலாம். ஒவ்வொரு படலத்திற்கும், அதன் சராசரி அமுங்குதிறம் மதிப்பிடப்படுகிறது. ஒவ்வொரு படலத்தின் படிமானமும், மேல்வரும் பாரத்தின் தகைவைப் பொறுத்துக் கணக்கிடப்படுகிறது, பின்னர் அவை அனைத்தையும் ஒன்றாகக் கூட்டி மொத்தப் படிமானம் கணக்கிடப்படுகிறது.

மண் படலங்கள் பலவகைப்படும். அவை வருமாறு :

அ. பாறையின் மேல் அமைந்துள்ள பற்றிலா மண் படிவு

ஆ. இரண்டு பற்றிலா மண் படிவுகளிடையில் அமைந்துள்ள மெல்லிய களிமண் படலம்

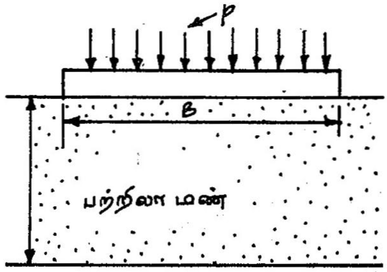
இ. மேலே பற்றிலா மண் படிவு கீழே பாறை இவற்றிடையில் அமைந்துள்ள மெல்லிய களிமண் படலம்.

ஈ. கீழே பாறை அல்லது பற்றிலா மண் மீது அமைந்து, தரைவரை உயர்ந்துள்ள மெல்லிய களிமண் படலம்.

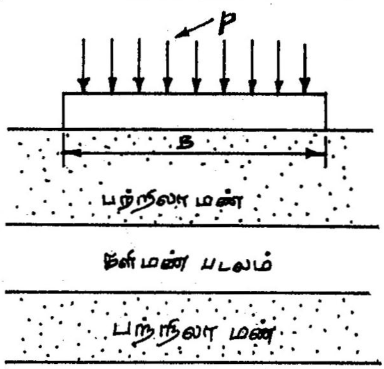
உ. கீழே பாறை அல்லது பற்றிலா மண் மீது அமைந்து, தரைவரை உயர்ந்துள்ள கனமான களிமண் படலம்.

ஊ. முறையாகப் படிந்த பல மண் படலங்கள்

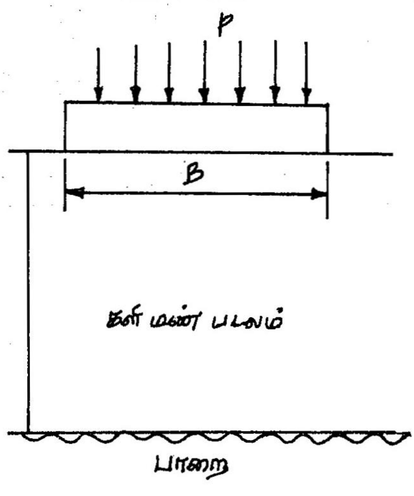
எ. தாறுமான மண் படிவுகள்.



படம் 10.1

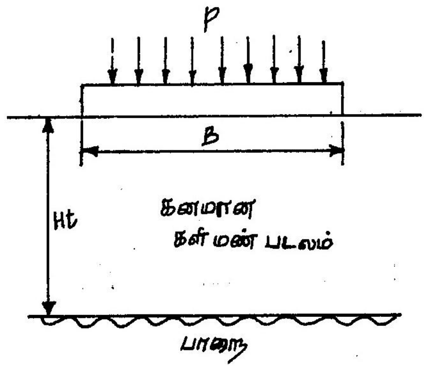


படம் 10.2

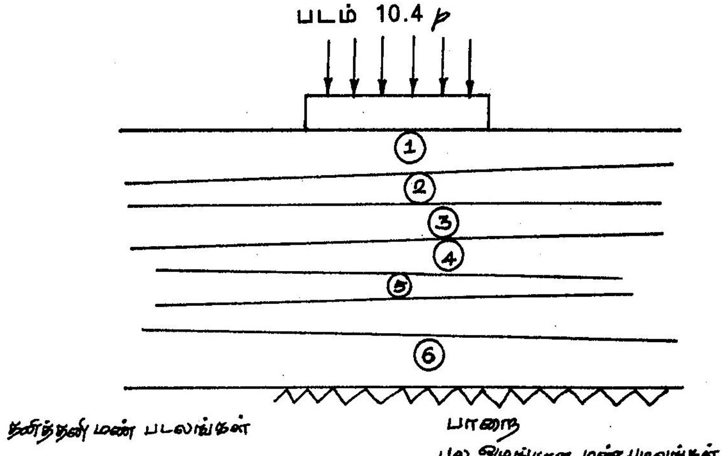


படம் 10.3

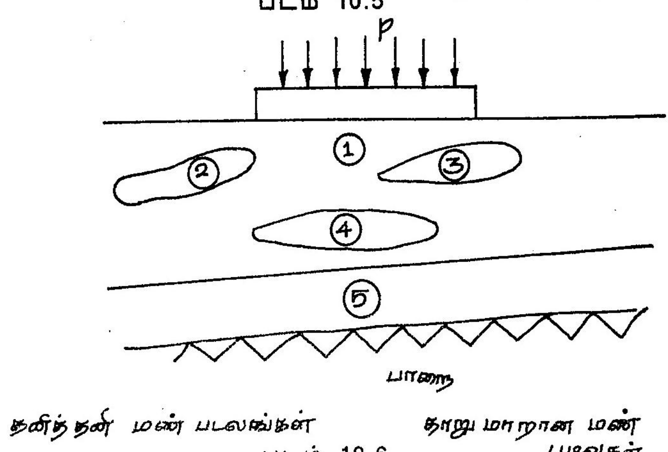
மெல்லிய களிமண் படலம் பாறைமேல் உள்ளது.



படம் 10.4



படம் 10.5



படம் 10.6

நிலத்தடி ஆய்வுகளின் மூலம் இவற்றை நிர்ணயிக்கலாம். துளையிட்டு அறிதல் மூலம் மண்படலங்களை அறியலாம். பற்றிலா மண்ணில் தரப்படுத்தப்பட்ட உட்புகு சோதனைகள் செய்து பார்க்க வேண்டும்.

களிமண் படலங்களில் கலைக்கப்படாத மண்ணில் ஒரு திசைக் கெட்டிமைச் சோதனை செய்து பார்க்க வேண்டும். அய் எஸ் **1892, 2131, 2720**, பகுதி **15** ஆகியவை பயனுள்ளதாக இருக்கும்.

மற்றும் நிலைக்கூம்பு உட்புகு சோதனை, தகட்டுப் பாரச் சோதனை ஆகியவற்றிலிருந்து நேரடியாக, எளிதில் படிமானத்தைக் கணக்கிடலாம்.

10.6. படிமானம் கணக்கிடும் வழி முறைகள் :

படிமானம் கணக்கிடுவதில் கீழ்க்கண்ட வழிமுறைகளைப் பின்பற்றுவது, முறையான விடைக்கு வழிகோலும். அவை :

அ. தேவைப்படும் தகவல்களைத் திரட்டுதல்

ஆ. நிலத்தடிக் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம் நிர்ணயித்தல்

இ. தகைவுகள் கணக்கிடுதல்

ஈ. படிமானம் கணக்கிடுதல்

உ. படிமான நேரவீதம் கணக்கிடுதல்.

10.7. தேவைப்படும் தகவல்களைத் திரட்டுதல் :

படிமானம் கணக்கிடுவதற்குக் கீழ்க்கண்ட தகவல்கள் இன்றியமையாதவை :

அ. அமைவுப்படம்– இதில் கட்டப்போகும் கட்டடத்தின் அமைவு, ஏற்கனவே அமைந்துள்ள கட்டடங்கள் பின்னர் வரப்போகும் கட்டடங்களின் அமைவு ஆகியவை வரையப்படவேண்டும்.

ஆ. கட்டிடத்தின் விரிவான தரைப்படம்–பாரந்தாங்கும் சுவர்கள், தூண்கள் அடிமானத்திற்கு மாற்ற வேண்டிய அசையும் பாரம் மற்றும் அசையாப் பாரம் பற்றிய தகவல்கள்.

இ. கட்டடத்தின் தன்மை – கெட்டியான அடிமானம் கொண்டதா போன்றவை.

ஈ. ஏற்கனவே அந்த வட்டாரத்தில் உள்ள கட்டடங்கள் எவ்வாறுள்ளன, வெடிப்புகள் உள்ளனவா, படிமானம் நிகழ்ந்திருந்தால் அவற்றின் அளவுகள் போன்றவை.

உ. அந்தக் களத்தில் உள்ள மரங்களில் இருந்து வெட்டப்பட்ட மரங்கள், மற்றும் செடி கொடிகள் வளரும் தன்மை பற்றிய தகவல்கள்.

ஊ. மழைநீர் வடியும் தன்மை, அல்லது நீர் தேங்கி வடிய ஆகும் காலக் கணிப்பு போன்றவை.

10.7. தகைவுக் கணக்கீடு :

தகைவுகளில் கட்டுமானத்திற்கு முன்னுள்ள புழைநீர் அழுத்தம் மற்றும் பயன்படு அழுத்தம் (பரலிடை அழுத்தம்) கணக்கிட வேண்டும். தகைவுக் கணக்கீட்டைப் பொருத்த வரை நிலத்தைக் கீழ்க்கண்டவாறு நான்கு வகையாகப் பிரிக்கலாம்.

அ. எளிய நிலையியல் நிலவரம்

ஆ. எஞ்சிய நீர்நிலையியல் நிலவரம்

இ. பொங்கூற்று நிலவரம்

ஈ. மிகைக் கெட்டிமை நிலவரம்

(அ) மொத்த அழுத்தம் பயன்படு அழுத்தம். நிலத்தினுள் எந்த ஒரு ஆழத்தில் உள்ள அழுத்தமும் அதன் மேலுள்ள பொருள்களின் எடையைப் பொருத்தது. மொத்த அழுத்தம், அலகுப்பரப்பில் அதன் மேலுள்ள எல்லாப் பொருட்களின் கூட்டு எடையாகும். தொடக்கத்துப் பயன்படு அழுத்தம் அறிய, மொத்த அழுத்தத்திலிருந்து, நடு அழுத்தத் (நீர் அழுத்தம்) தைக் கழிக்க வேண்டும்.

(ஆ) நடுவழுத்தம் & பயன்படு அழுத்தம் : எளிய நிலையில் அழுத்த நிலவரத்திலும்,மிகைக் கெட்டிமை நிலவரத்திலும், நடுவழுத்தம் என்பது எந்த ஒரு ஆழத்திற்கு மேல்

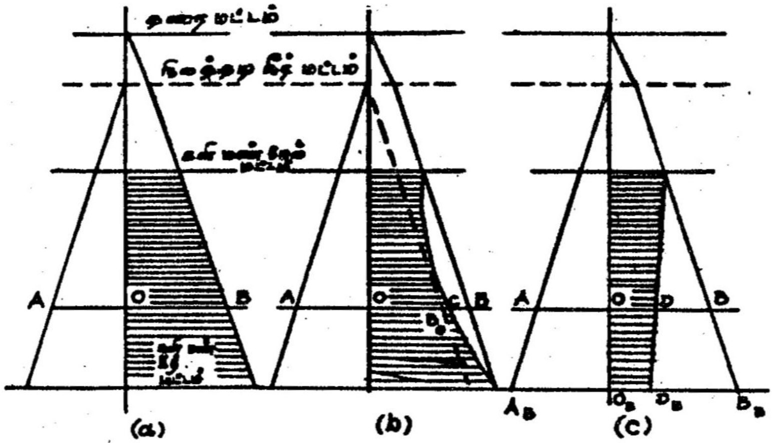
நிலநீர்மட்டம் உள்ள உயரத்தை தண்ணீரின் அலகெடையால் பெருக்கி வந்த தொகையாகும்.

எஞ்சிய நீர்நிலையியல் அழுத்தமிகை, நிலவரம் என்பது, போடுமண் களம், மற்றும் கழிமுகம் போன்ற பகுதிகளில் அண்மையில் சற்றே மேலேற்றம் (Over Burden) வந்து சேர்ந்ததனால், கெட்டிமை தொடங்கி ஓரளவு நிகழ்ந்துள்ள நிலவரம் ஆகும். இதில் நடுவழுத்தம் என் பது மேலே கூறியவதைவிடச் சற்று கூடுதலாக இருக்கும்; இதில் நீர்நிலையியல் அழுத்த மிகை, மேற் கூறிய நீரின் அழுத்தத்தோடு கூடியிருக்கும். காலம் செல்லச் செல்ல நீர்நிலையியல் அழுத்த மிகை, மெதுவாகக் கரைந்து பின்னர் இல்லாமலே போய், மேற்கூறிய நிலையை அடையும்.

பொங்கூற்று நிலவரம் என்பது, நிலத்தடியிலிருந்து கசிவு நீர் மேல் நோக்கி வருதலாகும்; இது இயற்கையாகவோ, மனித முயற்சியாலோ அமையலாம். நீர்நிலையியல் அழுத்தத்தோடு கூட, கசிவு நீர் அழுத்தமும் மேல்நோக்கி வருகின்றது; அதனால் பயன்படு அழுத்தம் குறைகின்றது.

முன்னமுங்கிய நிலவரம் அல்லது மிகைக்கெட்டிமை அடைந்த நிலவரத்தில், களிமண் தற்போது அனுபவிக்கும் அழுத்தத்தைவிட இதற்கு முன் அதிகமான அழுத்தம் பெற்றிருந்தது. முன்காலத்தில் நிலநீர்மட்டம், இதைவிடத் தாழ இருந்திருக்கலாம் அல்லது மேல் மண் அரிபட்டுப் போயிருக்கலாம்; அல்லது வெட்டி எடுத்து விலக்கப்பட்ருக்கலாம்.

மேற்கண்ட நான்கு நிலவரங்களையும், தெளிவாக அடையாளம் கா ணவேண்டியது அவசியம். படிமானத்தைத் துல்லியமாகக் கணக்கிட இவை உதவும்.



பல்வகை நிலவரத்தில் தொடக்கப் பரலிடை அழுத்தம்
(அ) எளிய நிலையியல் நிலவரம்
(ஆ) கெட்டிமை ஓரளவு நிகழ்ந்துவிட்ட நிலை
(இ) பொங்குதரு நிலவரம்
படம் 10-7

படம் 10.7இல் மேற் குறித்த முதல் மூன்று நிலவரங்களும் காட்டப்பட்டுள்ளன.

(அ) எளிய நிலையியல் நிலவரம் : இதில் வலது பக்கம் உள்ள வெள்ளைப் பரப்பு நீரினால் ஏற்படும் நடுவழுத்தம் ஆகும். இடது பக்கம் உள்ளது பயன்படு அழுத்தம் (பரலிடை அழுத்தம்) ஆகும். நீர்மட்டத்திற்கு மேல், மண்ணின் அலகெடையும், நீர்மட்டத்திற்குக் கீழ் மண்ணின் மூழ்கெடையும் கொண்டு வரையப்பட்டது. இதன் மொத்த அழுத்தம் AB, இதில் நடுவழுத்தம் A0 கழித்தால், பயன்படு அழுத்தம் OB கிடைக்கும்.

(ஆ) எஞ்சிய நீர்நிலையியல் மிகை நிலவரம் : இதில் மண்ணின் தற்போதைய எடையை வலது பக்கத் கெட்டிக்கோடு காட்டுகிறது. BO வழிச் செல்லும் நடுவிலுள்ள துளைக்கோட்டின் இடது பக்கம் உள்ளது. பழைய மண் எனவும், வலது பக்கம் உள்ளது ஒரு சில ஆண்டுகட்கு முன்பு போட்ட மண் எனவும் கொள்ள வேண்டும். இதில்

CB பகுதி போடு மண்ணிலுள்ள நீரின் வெளியேற்றத்தைக் குறிக்கின்றது. கெட்டிமை நிகழ்ந்து கொண்டிருக்கின்றது. CB தற்போதுள்ள நீர் நிலையியல் அழுத்த மிகையைக் காட்டுகிறது. தொடக்கத்தில் இது B_0B ஆக இருந்திருக்கும். இன்னும் சில ஆண்டுகளில் கெட்டிமை முழுமையாக நிகழ்ந்து விடும். அப்போது CB மறைந்து, OB ஒன்றாகிவிடும். தற்போது மொத்தத் தகைவு AB நீர் நிலையியல் அழுத்தமிகை CB பயன்படு அழுத்தம் OC ஆகும். கெட்டிமை முழுதும் நிகழ்ந்த பின்னர் இதுவே OB ஆகிவிடும். பரலிடை அழுத்தம் கூடுவதால் படிமானமும் கூடும்.

இ) பொங்கூற்று நிலவரம் : இதில் களிமண்ணின் அடியில் நிலையியல் அழுத்தம் $A_BO_B + D_BB_B$ என்ற பெரிய கசிவு நீர் அழுத்தம் உள்ளது. களிமண் ஆகையால், நீரோட்ட வேகம் குறைந்து DB ஆகின்றது. DB ஐ பொங்கூற்று அழுத்தம் எனலாம். பயன்படு அழுத்தம் OD மட்டுமே ஆகும். பொங்கூற்று அழுத்தம் மாறாதிருக்கும் வரை, பயன்படு அழுத்தம் குறைவாகவே இருக்கும். அதனால் படிமானமும் குறைவாக இருக்கும். களிமண்ணுக்குக் கீழுள்ள மணல் படுகையில், ஒரு துளைக்கிணறு இறக்கி பொங்கூற்று நீரை வெளிக்கொணர்ந்து விட்டால், களிமண் பகுதியில் பொங்கூற்று அழுத்தம் குறைந்து, பரலிடை அழுத்தம் கூடிவிடும். இதுவே பெருத்த அளவு படிமானத்திற்குக் காரணமாகிவிடும்.

முன்னமுக்கம் பெற்ற களிமண்ணில் e-log p வளைவு மிகவும் தட்டையாக இருக்கும். ஏற்கனவே ஒரு தடவை அமுங்கி விட்டதால், தற்போது நிகழக் கூடியது மறு அமுக்கமே ஆகும். கன்னிநிலத்தில் நிகழும் படிமானத்தை விட மறு அமுக்கத்தால் ஏற்படும் படிமானம் மிகவும் குறைந்த அளவே இருக்கும்.

ஈ) அழுத்த உயர்வு : அழுத்த உயர்வு என்பது, தொடக்கத்தில் இருந்த பரலிடை அழுத்தத்திற்கும், பாரம் ஏற்றிய பின்

வரக்கூடிய பரலிடை அழுத்தத்திற்கும் உள்ள வேறுபாடு ஆகும். பின்வரும் காரணங்கள் அழுத்த உயர்வுக்கு உதவுகின்றன.

க) கட்டடம் அல்லது வேறு மேல்வரும் பாரத்தால் உண்டாகும் அழுத்தம்.

கா) எஞ்சிய நீர் நிலையியல் அழுத்த மிகை

கி) அமுங்கிடு தன்மை மண் படலத்திற்கு மேலே உள்ள படலத்தில் உண்டாகும் நிலநீர் மட்டத்தின் மாற்றத்தால் உண்டாகும் அழுத்த மாறுபாடு.

கீ) அமுங்கிடு தன்மை மண் படலத்திற்குக் கீழுள்ள படலத்தில் பொங்கூற்று அழுத்தத்தில் ஏற்படும் மாறுபாடு.

மேற்கண்டவைகளைத் தகுந்த முறைகளில் மதிப்பீடு செய்து, அழுத்த உயர்வைக் கணக்கிட வேண்டும்.

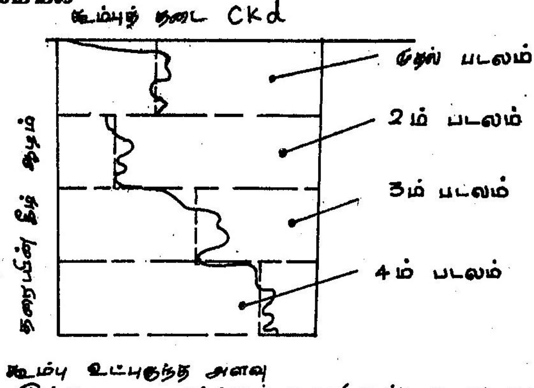
10.8. பற்றிலா மண்ணில் படிமானம் :

மணற் பாங்கான நிலங்களில், பாரம் ஏறிய உடனேயே படிமானம் நிகழ்ந்து விடுகிறது, இதனை உடனடிப் படிமானம் என்பர்.

மணற் பாங்கான பூமிகளில், மண் மாதிரி எடுப்பதில் உள்ள இடர்ப்பாட்டால், ஆய்வகச் சோதனைகளின் மூலம் அமுங்குதிறப் பண்புகள் அறிய வாய்பில்லை. எனினும் களத்தில் நடைபெறும், நிலையியல் கூம்பு உட்புகும் சோதனை, நிலைப்படுத்தப்பட்ட உட்புகு சோதனை, அல்லது தகட்டுப் பாரச் சோதனை ஆகியவற்றிலிருந்து தோராய வாய்பாடுகளின் மூலம் படிமானம் அறியலாம்.

அ. நிலையியல் கூம்பு உட்புகும் சோதனை அய் எஸ் **4968** (பகுதி3) இன்படி நடத்தப்பட வேண்டும். ஆழம்–கூம்பு உட்புகு தடை ஆகியவற்றைக் கொண்டு வரைபடம் (படம் 10.8) தயாரிக்க வேண்டும்.

உட்புகு தடை கிட்டத்தட்டச் சமமாக உள்ளவாறு, பல பாகங்களாகப் பிரித்துக் கொள்ள வேண்டும். ஒவ்வொரு பாகத்தின் சராசரிக் கூம்புத் தடை கணக்கிட்டுக் கொள்ள வேண்டும். இதைக்



ஒவ்வொரு படலத்திலும் சராசரி கூம்பு உட்புகு தடை
நிலையியல் கூம்பு உட்புகு தடை படம்.
படம் 10-8

கொண்டு அமுங்குதிற மாறிலி கணக்கிடலாம். ஒவ்வொரு பகுதியிலும் படிமானத்தைக் கீழ்வரும் வாய்ப்பாடு கொண்டு கணக்கிட்டு, பின் எல்லாப் பாகத்துப் படிமானத்தையும் கூட்டிக் கொள்ள வேண்டும்.

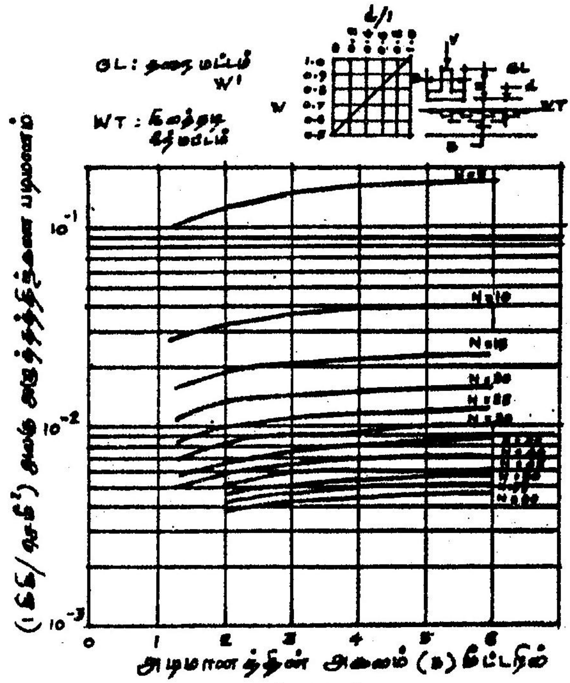
$$S_i = 2.303 \frac{H_t}{c} \log_{10}\left[\frac{p_0 + \Delta p}{p_0}\right]$$

$$c = \frac{3}{2} \frac{c_{kd}}{p_0}$$

ஆ. நிலைப்படுத்தப்பட்ட உட்புகு சோதனையை அய் எஸ் 2131 இன்படி நிகழ்த்த வேண்டும். இதனை இயக்க உட்புகு சோதனை என்றும் கூறுவர். இதன் மூலம் நிலத்தடி மண்ணின் N மதிப்பு ஒவ்வொரு ஆழத்திலும் தெரியும்.

படத்தில் அடிமானத்தின் அகலம் ஒரு அச்சிலும், அலகு அழுத்தத்திற் கேற்ற (கிகி/செமீ^{2}) படிமானம் ஒரு அச்சிலும் வைத்துக் கொள்ளப்பட்டுள்ளது. 5 முதல் 60 வரை ஆன மதிப்புகளுக்கு வளைவுகள் வரையப்பட்டுள்ளன. அடிமானத்தின் அகலமும், N மதிப்பும் தெரிந்தால், அலகு அழுத்தத்திற்குப் படிமானம் கண்டுபிடிக்க இயலும். படிமானம் அழுத்தத்திற்கு நேர்விகிதத்திலிருக்குமெனக் கொண்டு மொத்தப் படிமானத்தைக் கணக்கிடலாம்.

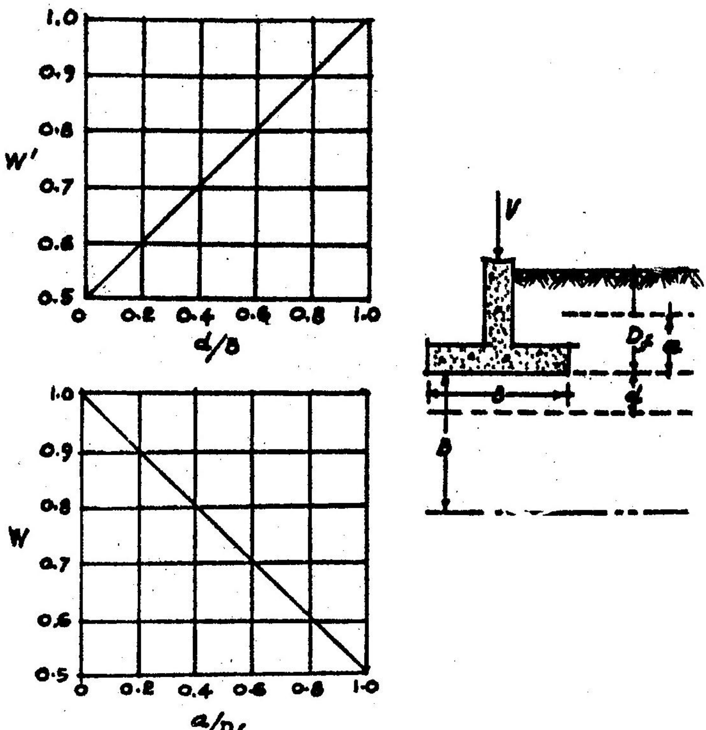
16



படம்-10-9

இது அடிமானம் வறண்ட தரையில் இருக்கும்போது மட்டுமே பொருந்தும். நிலநீர் மட்டம் தெரிந்தால் அடிமானத்தின் மூலம் அழுத்தத்திற்குத் தேவையான திருத்தம் மேற் கொள்ளலாம். 10–10 படத்தில் மேல் பக்கங்காட்டியது போன்ற திருத்தக் காரணியை W' எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும். நிலநீர் மட்டம் தாழ இருந்தால் கிடைக்கும் படிமானத்தை திருத்தக் காரணி கொண்டு வகுத்துக் கொள்ள வேண்டும்.

இ. தகட்டுப் பாரச் சோதனை அய் எஸ் 1888இன்படி நிகழ்த்த வேண்டும். அடிமானத்தின் அடிமட்டத்தில் சதுரத் தகடு கொண்டு நிகழ்த்த வேண்டும். வடிவமைத்த அழுத்தத்தில் படிமானம் கணக்கிடு வேண்டும். அடிமானத்தின் மொத்தப் படிமானத்தைப் பின்வரும் வாய்ப்பாடு கொண்டு கணக்கிடலாம்.



நிலத்தடி நீர் மட்டத்திற்கான திருத்தம்
படம் 10-10

$$S_i = S_P\left[\frac{B\,(B_P + 30)}{B_P\,(B + 30)}\right]^2$$

இதில்,

- S_i – உடனடிப் படிமானம்
- S_p – சோதனையில் தகட்டின் படிமானம்
- B – அடிமானத்தின் அகலம்
- B_p – தகட்டின் அகலம்.

நிலத்தடி நீரின் அமைவிற்கேற்பப் பத்தாம் படத்திலுள்ளபடி திருத்தம் மேற்கொள்ள வேண்டும்.

10.9 களிமண்ணில் படிமானம் :

களிமண்ணின் உண்டாகும் படிமானத்தை மூன்று வகையாகப் பிரிக்கலாம். அவை தொடக்கப் படிமானம், முதன்மைப் படிமானம் மற்றும் மெத்தனப் படிமானம் (Secondary settlement). மெத்தனப் படிமான பல ஆண்டுகள் நடப்பதாலும் அதன் அளவு மிகவும் குறைவாக இருப்பதாலும், ஆய்வகச் சோதனைகளின் மூலம் கணித்திட முடியாததாலும், அதைப் படிமானக் கணக்கீட்டில் எடுத்துக் கொள்வதில்லை. எனவே

மொத்தப் படிமானம்=தொடக்கப் படிமானம்+முதன்மைப் படிமானம் (படம் 10–3 & 10–4 காண்க)

$S_t = S_i + S_c$

S_i = 0 என வைத்துக் கொள்வது மரபு

S_c = S_0ed இதனை முதன்மைப் படிமானம், கெட்டிமையால் விளையும் படிமானம் எனவும் கூறலாம். ஒரு திசைக் கெட்டிமைச் சோதனையை, கலைக்கப்படாத மண்ணில் நிகழ்த்தி, அந்த மதிப்பைப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

(அ) முன் அமுக்கம் பெறாத களிமண் :

எளிய நிலையில் நிலவரம், எஞ்சிய நீர்நிலையியல் மிகை நிலவரம் அல்லது பொங்கூற்று நிலவரம் போன்றவைகளில், படிமானம் கணக்கிட பின்வரும் சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

$$S_t = S_{oed} = \frac{H_t}{1 + e_0} C_c \log \frac{\overline{p_0} + \Delta p}{\overline{p_0}}$$

இதில்,

H_t - களிமண் படலத்தின் கனம்

e_0 – தொடக்கக் காலியிட விகிதம்

C_c – அமுங்குதிறக் கெழு

தொடக்கப் பயன்படு அழுத்தம் $\overline{p_0}$ மற்றும் அழுத்த உயர்வு Δp ஆகியவற்றை ஏழாம் பத்தியில் கூறிய படி கணக்கிட வேண்டும். மிகுந்த உணர்ப்பு இல்லாத களிமண், தாவரஞ்சார்ந்த களிமண் ஆகியவை தவிர மற்ற களிமண்களுக்குப்பின்வரும் தோராய வாய்ப்பாடுகள் அமுங்குதிறக் கெழு கணக்கிடப் பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம். அல்லது ஒருதிசைக் கெட்டிமைச் சோதனையால் கணக்கிட வேண்டும்.

$$C_c = 0.009 (W_L - 10)$$

$$C_c = 0.30 (e_0 - 0.27)$$

(ஆ) முன் அமுக்கம் பெற்ற களிமண் :

இதன் படிமானம், இயல்பாகக் கெட்டிப்பட்ட களிமண்ணைவிட மிகமிகக் குறைந்திருக்கும். படிமானத்திற்கான சமன்பாடு

$$S_t = \Delta p m_v H$$

இதில் m_v – பருமன் அமுக்கக் கெழு. இதனைக் கெட்டிமைச் சோதனைகளிளிலிருந்து நிர்ணயிக்கலாம்.

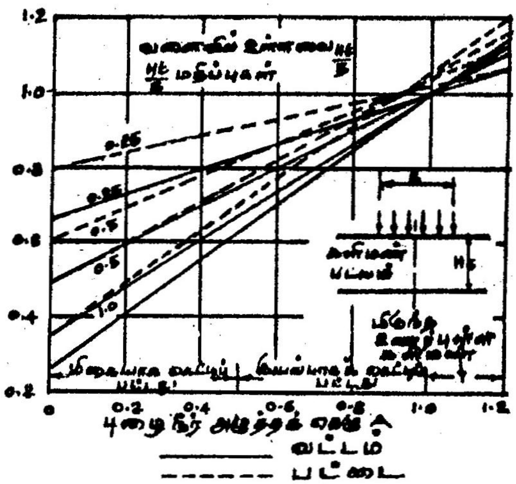
(இ) களிமண் படலங்கள் :

களிமண் படலங்கள் பல இருந்து, ஆழம் செல்லச் செல்ல அமுங்குதிறம் அதிகமாக இருந்தால், ஒவ்வொரு படலத்திற்கும் தனித்தனியாகப் படிமானம் கணக்கிட்டு அதைக் கூட்டி மொத்தப் படிமானம் அறியலாம்.

(ஈ) பற்றிலா மண், பாறையின் மேல் உள்ள களிமண், கனமான களிமண் :

10–4 எண்ணுள்ள படத்தில் காட்டியபடி உள்ள களிமண் படலத்திற்கு $S_c = \lambda S_{0ed}$

$\lambda = \dfrac{H_t}{B}$ விகிதம், மற்றும் புழைநீர்க் கூறு A ஆகியவற்றைப் பொருத்த ஒரு காரணி படம் 10.11லிருந்து அறியலாம். புழைநீர்க் கூறு தெரியாத போது, அட்டவணை ஒன்றிலிருந்து எடுத்துக் கொள்ளலாம்.



வட்டம், மற்றும் பட்டை வடிவ
அடிமானங்களுக்கான படிமானக் கெழுக்கள்

படம் 10.11

அட்டவணை 1 : λ மதிப்பு

		λ
1.	மிகுந்த உணர்ப்புள்ள களிமண் (மென்வண்டல், கழிமுக மற்றும் கடல் களிமண்)	1.0. முதல் 1.2 வரை
2.	இயல்பாகக் கெட்டிப்பட்ட களிமண்	0.7 முதல் 1.0 வரை
3.	மிகையாகக் கெட்டிப்பட்ட களிமண்	0.5 முதல் 0.7 வரை
4.	மிக அதிகமாகக் கெட்டிப்பட்ட களிமண்	0.2 முதல் 0.5 வரை

(ஊ) பொது மண்

திகட்டாத களிமண் கலந்த வண்டல் பரல் மண், திகட்டிய பற்றுடை மண்ணின் மற்றும் ϕ - C மண்ணின் படிமானத்திற்கும் திகட்டிய பற்றுடை மண்ணில் உடனடிப் படிமானத்திற்கும் பின் வரும் வாய்பாடு பயன்படுகிறது.

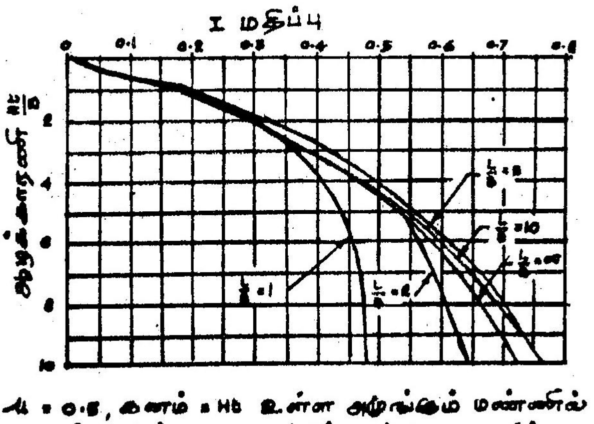
$$S = pB \frac{(1 - \mu)^2}{E} I$$

இதில்,

μ - பாய்சான் விகிதம்

I – செல்வாக்குக் காரணி

செல்வாக்குக் காரணி அடிமானத்தின் நீள அகல விகிதத்தைப் பொருத்ததாகும். ஸ்டெயின்பிரென்னர் (STEINBRENNER) என்ற அறிஞர் நெகிழும் அடிமானத்திற்கேற்ற வகையில் கணக்கிட்டு வரை பட வடிவத்தில் தந்துள்ளார்.



μ = 0.5, கனம் = Hb உள்ள அமுங்கும் மண்ணில் பாரம் வரும் L×B பரப்பில் ஒரு முனையில் நிகழும் படிமானம் அறிவதற்கான ஸ்டைன் பிரென்னர் செல்வாக்குக் காரணி

படம் 10-12

$\frac{H_t}{B}$ விகிதமும், $\frac{L}{B}$ விகிதமும் தெரிந்தால், பொருத்தமான வளைவிலிருந்து I மதிப்பு பெறலாம்.

மண் படலத்தின் கனம் எல்லையின்றி விரிந்திருந்தால், அதற்காக செல்வாக்குக் காரணியை அட்டவனை –2 லிருந்து எடுத்துக் கொள்ளலாம்.

அட்டவனை – 2

மிகுந்த ஆழும் களிமண் உள்ள நிலத்திற்கு மதிப்பு			
வடிவம்	செல்வாக்குக் காரணி		
	நடுவில்	மூலையில்	சராசரி
வட்டம்	1.00	0.64	0.85
சதுரம்	1.12	0.56	0.95
செவ்வகம்			
L/B = 1.5	1.36	0.68	1.20
2	1.53	0.77	1.31
5	2.10	1.05	1.83
10	2.52	1.26	2.25
100	3.38	1.69	2.96

E மதிப்பை, மூவச்சு கெட்டித்த வடித்த சோதனையில் கிடைக்கும் தகைவு–திரிபு கோட்டிலிருந்து அறியலாம்.

மண் மாதிரி எடுக்கப்பட்ட ஆழத்தில் இருந்த பயன்படு அபத்தத்தை வைத்து மூவச்சு கெட்டிமைச் சோதனை நிகழ்த்த வேண்டும். பல்வகை மண்ணுக்கான தோராய E மதிப்பு psi இல் அட்டவனை மூன்றில் காண்க :

அட்டவணை – 3

பல்வகை மண்ணின் மீள்மக் குணகங்கள்	
மண்	
மிக மெது களிமண்	50–400
மெது களிமண்	250–600
இடைத்தரக் களிமண்	600–1200
கெட்டிக் களிமண்	1000–1500
மணற் களிமண்	4000–6000
வண்டல் மணல்	1000–3000
தளர் மணல்	1500–3500
அடர் மணல்	7000–12000
அடர் மணல் & சரள்	14000–28000
காற்று வண்டல்	14000–18000

(எ) பல சீரான மண் படலங்கள் :

கீழ் நிலம், பல சீரான மண் படலங்களைக் கொண்டிருந்தால் ஒவ்வொரு படலத்தின் படிமானத்தையும் தனித்தனியே கணக்கிட்டு, அவற்றின் கூட்டுத் தொகையை எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும்.

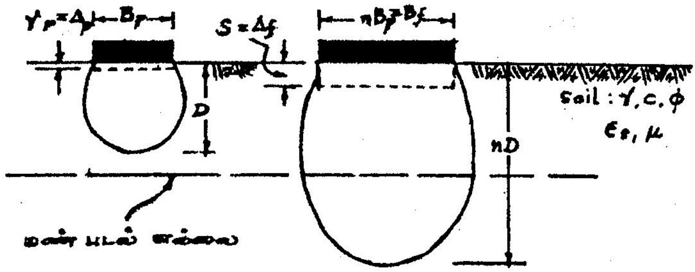
(ஏ) தாறுமாறான மண் படலங்கள் :

மண் படலங்கள், ஒழுங்கு முறையாக இல்லாமல் தாறுமாறாக இருந்தாலும், அடிமானத்தின் பாதி அகலத்திற்கு மேல் மாறுதல் தெரிந்தாலும் பின் வரும் முறையைப் பின்பற்றலாம். மிகுந்த பாரம் வரும் இடங்களில், மண்ணின் மிக மோசமான பண்புகளைக் கணக்கிலெடுத்துப் படிமானம் கணக்கிடலாம்; பாரம் குறைந்த இடங்களில் மிக நல்ல பண்புகளை எடுத்துக் கொண்டு படிமானம் காணலாம்.

அடிமானத்தின் பாதி அகலத்திற்குள்ளாகவே மாறுதல் தெரிந்தால், மண்ணின் மோசமான பண்புகளை, மிகைப் பாரப்பகுதிகளிலும், சராசரிப் பண்புகளை குறைந்த பாரப்பகுதிகளிலும் எடுத்துக் கொண்டு படிமானம் கணக்கிடலாம்.

10.10. வடிவக் காரணி :

அடிமானத்தின் வடிவம், படிமானத்தை எவ்வாறு பாதிக்கும் என்பதை அறிய நிலத்தடி அழுத்தக் குமிழ் வடிவங்களைக் கொண்டு அறியலாம்.



அடிமானத்தின் அளவு தகைவு மண்டலத்தின் ஆழத்தைக்கூட்டுவது காண்க.

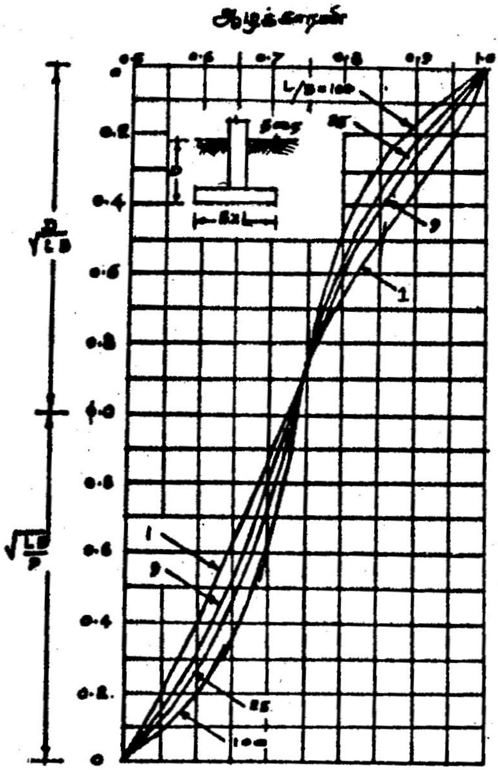
படம் 10-13

இரண்டு அடிமானங்களின் கீழ் உள்ள அழுத்தக்குமிழைப் படத்தில் காண்கின்றோம். சிறிய அகலம் கொண்ட அடிமானத்தின் கீழ் அழுத்தம் குறைந்த ஆழத்திற்கு மட்டுமே உணரப்படுகிறது. அதிக அகலம் கொண்ட அடிமானத்தில் அதிக ஆழத்திற்கு அழுத்தம் செல்கிறது. நிலத்தடியில் மண் படலங்களின் கனம் மாறினால், குறைந்த அளவு கொண்ட தகட்டுச் சோதனைகளில் எடுக்கும் படிமானம்,

பொருத்தமாக இருப்பதில்லை. அடிமானத்தில் அகலத்திற்குச் சமமான தகடுகளைக் கொண்டு சோதனைகள் நடத்த வேண்டியது அவசியம்.

10.11 ஆழத்திற்கான திருத்தம் :

எட்டாம் பத்தியில் பற்றிலா மண்ணில் நிகழும் படிமானம் பற்றிக் கூறப்பட்டது. இவையெல்லாம் தரைமீது அடிமானம் இருப்பது போன்ற நிலைமைக்குப் பொருத்தமான சமன்பாடுகள்.



படம் 10-14

அடிமானம் ஒரு குறிப்பிட்ட ஆழத்தில் இருந்தால், 10–14 ஆம் படத்தில் உள்ளவாறு ஆழக் காரணிகளால் பெருக்க வேண்டும்.

திருத்திய படிமானம் = $S_f d = S_i \times$ ஆழக்காரணி

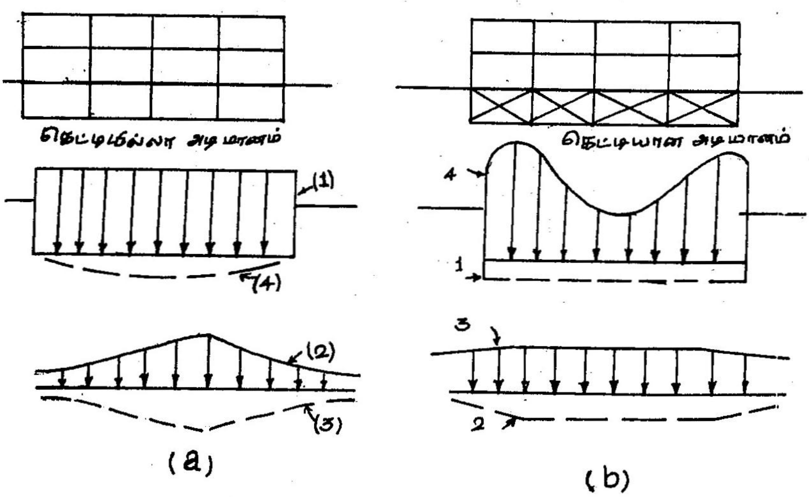
10.12 அடிமானத்தின் நெகிழாமைக்கான திருத்தம் :

காங்கிரிட் உத்தரம், பாய்ப்பலகை அல்லது பெருந்தூண் போன்ற வளையாத கெட்டி அடிமானங்களுக்கு நெகிழாமைத் திருத்தம் சேர்க்க வேண்டும்.

$$\text{நெகிழாமைத்திருத்தம்} = \frac{\text{நெகிழா அடிமானத்தின் மொத்தப் படிமானம்}}{\text{நெகிழும் அடிமானத்தின் மத்தியில் வரும் மொத்தப்படி மானம்}} = 8$$

10.13 அடிமானத்தின் நெகிழ்வு :

அடிமானம் பாரத்தை நிலத்திற்கு மாற்றுகிறது. அடிமானத்தின் நெகிழுத் தன்மையைப் பொறுத்து, அதன் கீழ் வரும் தொடு அழுத்தம் மாறும்.



அடியில் அமுங்கும் மண் உள்ள இடத்தில் அழுத்தப் பகிர்மானம் மற்றும் படிமான வடிவங்கள்

படம் 10.15

முதலில் நெகிழ் அடிமானத்தைப் பார்ப்போம். அடிமானத்தின் அடியில் உள்ள மண் ஓரளவு திடமான நல்ல மண் என்றும், அதன் கீழே அமுங்கும் மண் உள்ளதென்றும் கொள்வோம். இதில் வரும் படிமானம் முழுவதும் அமுங்கும் மண்ணின் பண்பைப் பொருத்ததாக அமையும்.

அடிமானம் பாரம் தரையில் செலுத்தும் அழுத்தம் அமுங்கா மேல் மண்ணில் ஒரே சீராக (1) வளைவைப் போன்றிருக்கும். அதுவே கீழுள்ள அமுங்கும் மண்ணுக்கு மாறும் போது (2) வளைவைப் போன் று அழுத்தம் மாறி விடும்.

படிமானம் அமுங்கும் மண்ணில் (3) வளைவைப் போல இருக்கும். அதன் விளைவு மேலுள்ள நல்ல மண்ணிலும் (4) வளைவிலும் தெரியும். அடிமானம் தன் நெகிழும் தன்மையால் (4) வளைவைப் போன்ற வடிவத்தில் இருக்கும்.

நெகிழா அடிமானத்தில், அடிமானம் படிமானப் படம் (1) எண்ணிட்டபடி மட்டமாக இருக்கும். அதனால், கீழ் அமுங்கு மண்ணிலும் படிமானம் (2) எண்ணிட்ட படி கிடை மட்டமாகவே இருக்கும். இப்படிமானத்திற் கேற்ற நிலத்தடி அழுத்தம் (3) எண்ணிட்ட வளைவைப் போன்றிருக்கும். அதற்கொப்பான தொடு அழுத்தப்படம் (4) எண்ணிட்ட வளைவுப்படி அமைந்திருக்கும்.

இதிலிருந்து அறிவன (அ) அமுங்கு மண்ணின் மேல் வரும் சமச்சீர் பாரத்தால் நடுவில் அதிகப்படிப் படிமானம் இருக்கும்; ஓரங்களில் படிமானம் குறைவாக இருக்கும். (ஆ) ஒரு கெட்டிப் பாய் அடிமானம், அமுங்கு மண்ணில் படியும் போது, அடிமானத்தில் நடுவில் தகைவு குறைவாகவும், ஓரங்களில் தகைவு அதிகமாகவும் இருக்கும். படிமானம் சீராகவும் அமையும்.

10.14 சீரில்லா படிமானம் :

ஒரு கட்டடத்தின் வெவ்வேறு இடங்களின் படிமானத்தைத் தனித் தனியாகக் கணக்கிட்டுப் பார்க்க வேண்டும். மையம், மூலை, குறைவாகப் பாரம் வரும் தூண், மிகுந்த பாரம் வரும் தூண் முதலிய இடங்களில் படிமானம் கணக்கிடலாம். எவ்வளவு வித்தியாசம் அனுமதிக்கலாம் என்பதில் கருத்தொற்றுமை இல்லை.

சீரில்லாப் படிமானம், அடி மண்ணில் பண்புச் சீர்மை இல்லாமையாலும், மண்ணிலுள்ள திறங்குறைந்த சிற்றடங்களில் அடிமானம் பாலம் போன்று இயங்குவதாலும், சீரில்லாப் படிமானத்தைத் துல்லியமாகக் கணக்கிட இயலாது. இந்தியச் செந்தர நிறுவனம் அனுமதிக்கக் கூடிய சீரில்லாப் படிமானத்திற்கான அளவுகளைக்

அட்டவணை 4ல் அனுமதிக்கக் கூடிய மொத்தப் படிமானத்தை வடிவமைப்பின் போது குறிப்பிடக்கோருகின்றது.

ஸ்கெம்டன் என்ற அறிஞர் 98 கட்டிடங்களை ஆராய்ந்து கீழ்வரும் அட்டவணையைத் தயாரித்துள்ளார் (அட்டவணை 5)

அட்டவணை – 4

வகை	தனி அடிமானம் (அங்குலத்தில்)	பாய் அடிமானம்
சுழல் திரிபு	1/300	
பெருமச் சீரில்லாப் படிமானம்		
களிமண்	1¾ (1½)	
மணல்	1¼ (1)	
பெருமப் படிமானம்		3-5 (2½ - 4)
களிமண்	3 (2½)	
மணல்	2 (1½)	

இவை அனுமதிக்கக் கூடிய படிமானங்கள்.

10.15 நேரவீதப் படிமானம் மதிப்பீடுதல் :

டெர்சாகி அவர்களின் ஒரு திசைக் கெட்டிமைக் கொள்கையின்படி எந்த ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்திலும் எவ்வளவு படிமானம் இருக்கிற து என்று கணக்கிட முடியும். t நேரத்தில் மொத்தப் பரிமானம் கணக்கிட பின்வரும் வாய்ப்பாடு பயன்படுகிறது.

$$S_t = S_i + US_c$$

இதில்,

U – கெட்டிமை அளவு

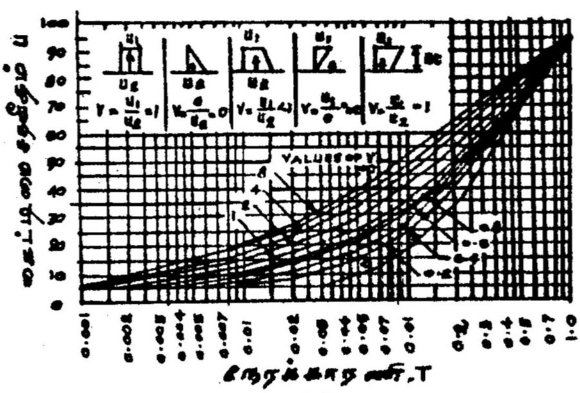
– F(T)

T – $\frac{C_v t}{H^2}$

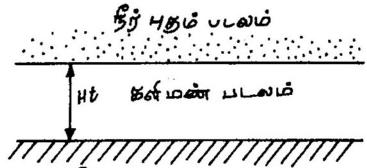
t – படிமானம் தேவைப்படும் நேரம். (ஆண்டு)

C_u – பல அழுத்த எல்லைகளில் சராசரி கெட்டிமைக் கெழு (m^2/ஆண்டு) ஒடோ மீட்டர் சோதனையிலிருந்து பெறப்படும்.

10–16 ஆம் சமன்பாட்டிலுள்ள UT ஆகியவை, அழுத்தப் பகிர்மானம், மற்று ம் புழைநீர் வடிதல் ஆகியவற்றைப் பொருத்ததாகும். நீர் வடிதலைப் பொருத்தவரை, அடிமானக் காங்கிரீட்டையும், ஊடுருவல் தன்மை கொண்டதாக எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும்.



(a)



(b)

படம் 10-16

படம் 10–16 இல் U,T ஆகியவற்றின் உறவுகள் வரைபடத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளன.

10.16 கட்டுமானத்தில் ஏற்படும் பரிமானம் :

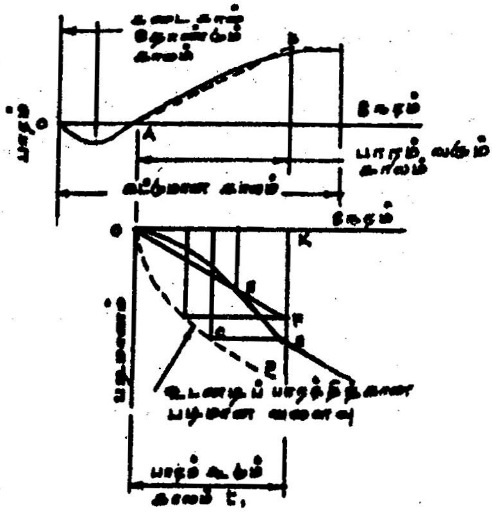
கட்டடங்கள் கட்டத் தொடங்கி, முடிவதற்குச் சில ஆண்டுகள் ஆகின்றன. இந்த காலக் கட்டத்தில் பாரம் கொஞ்சம், கொஞ்சமாகக் கூடுகிறது. படிமானமும் தொடர்ந்து நிகழ்கின்றது. அதனை வரைபடம் மூலம் கண்டு பிடிக்கலாம்.

கட்டுமானத்தின் போதான பாரம் படம் 10–17 இல் OAB கோட்டா ல் சுட்டப்படுகிறது. வாணம் தோண்டி, அடிமானம் அமைக்கும் காலத்தை OA பகுதி காட்டுகிறது. இங்கு படிமானம் இருக்க முடியாதல்லவா. AB காலத்தைக் கட்டுமானக் காலம் எனலாம். படிமானம் A காலத்திலிருந்தே தொடங்கி விடுகிறது.

கட்டுமான காலத்தில் நிகழும் படிமானத்தை முதலில் டெர்சாகி கணக்கிட்டார். கட்டுமான எடை முழுதும் ஏறிமுடியும் காலத்தில், அதில் பாதிதான் சராசரி எடையாக இருக்க முடியும். B காலத்தில் பாதி எடைக்கான படிமானம் நிகழ்ந்திருக்கும் என்ற உய்த்துணர்ந்து இதை அமைந்தார்.

கட்டுமானப் பாரத்தை, உடனடிப்பாரமாக எடுத்துக் கொண்டால், படிமானம் OCD வளைவில் இருக்கும். பூச்சிய நேரம் A புள்ளியிலிருந்து கணக்கிடப்படுகிறது. நேரத்துப் படிமானம், OCD வளைவில் ½ t நேரத்துப் படிமானத்துக்குச் சமமாக இருக்கும். எனவே C புள்ளியிலிருந்து E புள்ளி குறிக்கப்படுகிறது. ஒரு சிறிய நேரம் t யின் போதான படிமானம் ½ t படிமானத்திற்குச் சமம். OCD வளைவில் ½ tக்கு நேர் உள்ள புள்ளிக்கு கிடையாக KE கோட்டில் F புள்ளி குறிக்கப்படுகிறது.

இனி OF கோடு போடப்படுகிறது. t புள்ளி வழியே இழுக்கப்படும் செங்குத்துக் கோடு OF கோட்டை H புள்ளியில் வெட்டுகிறது. இதே போன்று மேலும் சில புள்ளிகளைக் குறித்து OHE வளைவை வரையலாம். இதுவே கட்டுமானத்தின் போதான படிமானத்தைக் காட்டும் வளைவாகும்.



டெர்சாகியின் தோராய முறை

படம் 10-17

E புள்ளிக்குப் பின்னர், படிமான வளைவு உடனடிப் படிமான வளைவு CD போன்றிருக்கும் எனவே E வழியாக CD வளைவுக்கு இணையாக EJ கோடு வரையலாம்.

கட்டுமானம் முடிந்த பிறகு, எந்த ஒரு நேரத்தில் படிமானம் வேண்டுமாயினும், அப்போதுள்ள படிமானம் மொத்த எடையும், பாதிக் கட்டுமான நேரத்தில், வந்தது போன்று அமைந்திருக்கும்.

கட்டுமானத்தின் போதான படிமானம் காண மாற்று முறை ஒன்றினை அய் எஸ் 8009 பகுதி I இன் இணைப்பு D யில் காணலாம். இது சென்னைப் பொறியியல் கல்லூரி மண் பொறியியல் துறையில் முனைவர்.எஸ்.முத்துக்குமரன் அவர்களால் உருவாக்கப்பட்டதாகும்.

10.17 மெத்தனப் படிமானம் :

களிமண் பூமியில், மேல்பாரம் வரும் போது. புழைநீர் வெளியேறு வதால் படிமானம் நிகழ்கின்றது. இதனை முதன்மைப் படிமானம் என்பர். படிமானம் இத்துடன் நின்று விடுவதில்லை; மந்தகதியில் தொடர்ந்து நடைபெற்றுக் கொண்டிருக்கிறது. இதனைக் களிமச்சுணக்கம் (plastic lag) என்பர். இதனையே மெத்தனப் படிமானம் என்றும் கூறுவர். ஆய்வகச் சோதனைகளில் இது தெரிவதில்லை.

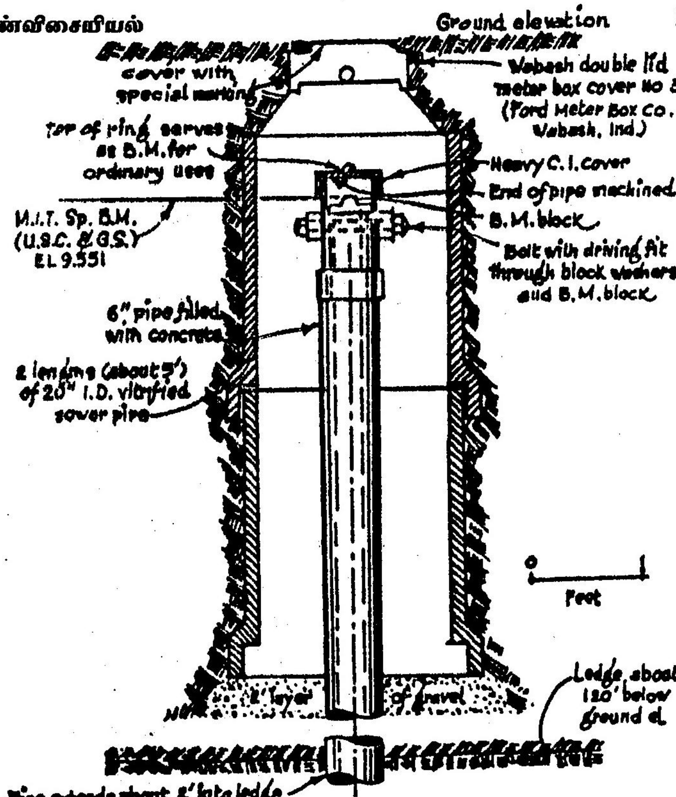
களிமண் துகள்களிடையே உள்ள பிணைப்பு (Bond) சிறிதளவு ஏற்றுக் கொள்கிறது; இதனால் மிக மிகச் சிறிய அளவு படிமானம் நிகழ்கிறது என்பதைத் டெர்சாகி விவரித்துள்ளார். இப்படிமானம், தனது கெட்டிமைக் கொள்கையில் வெளிப்படவில்லை என்பதையும் உறுதி செய்துள்ளார்.

பார உயர்வு மிகச் சிறிதாக இருந்தால், மிகுதியாக முதன்மைக் கெட்டிமை நிகழ்வதில்லை; மெத்தன அமுக்கம் மட்டுமே மிகுதியாக நிகழ்கின்றது. இதனால் ஏற்படும் படிமானம், மெத்தனப் படிமானம் மட்டுமே ஆகும். இதனைக் கணக்கிட தற்போது வழியேதுமில்லை.

10.18 படிமானம் அளக்கும் வசதிகள் :

கொள்கை அளவில் கணக்கிடும் படிமானங்கள், உண்மையில் நிகழ்கின்றனவா என்று அறிய முடிந்தால்தான், நமது கணக்கீடுகள் பொருத்தமானவை என ஏற்றுக் கொள்ள இயலும். எனவே புதிதாகக் கட்டப்படும் கட்டிடங்களில், அவற்றின் படிமானத்தை, குறிப்பிட்ட காலங்களில் அளந்து அறியும் ஏற்பாடு வேண்டும். பொதுவான திட்டான மட்டத்தில் அளந்து அறியலாம். மட்ட அளவு மூலம் படிமானம் அறிய, ஒரு அறிமேடை (BM) தேவை.

அறிமேடை அமைப்பதில் கவனம் தேவை. கட்டடம் படிவது போன்று, அறிமேடையும் படியத் தொடங்கி விட்டால் அளவுகள் சரியாக இருக்காது. இரும்புக் குழாய்களைப் நிலத்தடிப் பாறை வரை இறக்கி அதில் அறிமேடை அமைப்பது நல்லது.



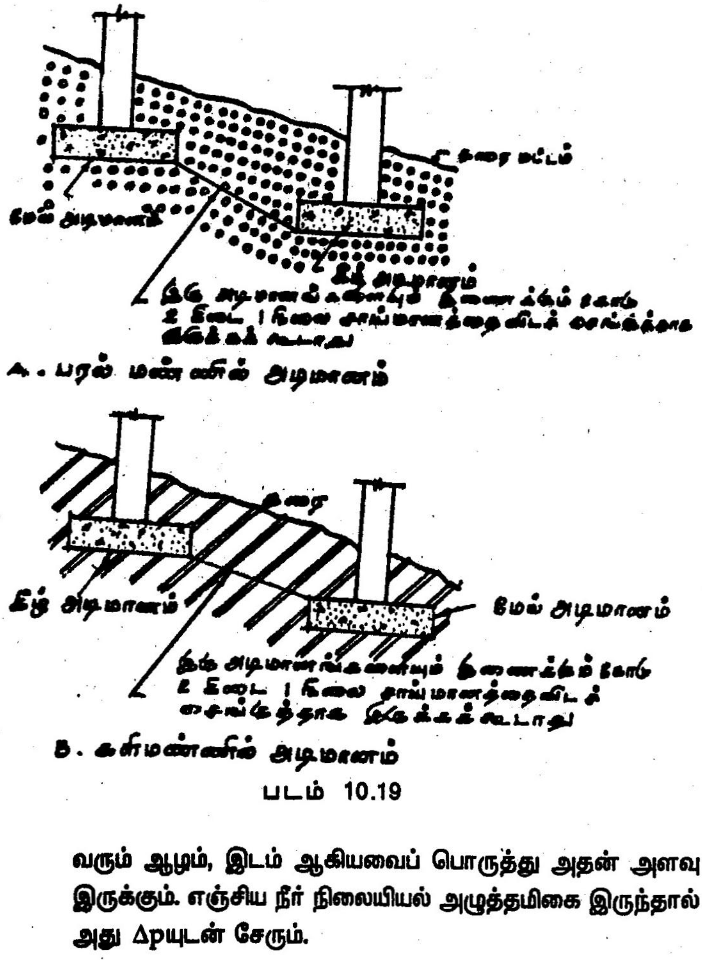
படம் 10–18

மாசச்சூசெட், கேம்பிரிட்ஜில் 1927 ஆம் ஆண்டு 120 அடி ஆழம் நிலத்தடியில் இறக்கி பாறை மீது நிறுத்தியுள்ள நிலையான அறிமேடை ஒன்றின் படத்தை (10–18) காண்க.

10.20 பின்னோட்டம் :

படிமானம் பற்றிய செய்திகளைத் தொகுத்துக் காண்பது நல்லது. மணற்பாங்கான நிலங்களில் படிமானம் உடனடியாக நிகழ்ந்து விடுகிறது. அமுங்கு மண் (களிமண்)ணில் நிகழும் படிமானம் பின்வரும் காரணிகளால் நிகழ்கின்றது.

அ. Δp = அழுத்த உயர்வு; பரலிடை அழுத்த (பயன்படு அழுத்தம்) உயர்வே படிமானம் நிகழக் காரணம். மேல்வரும் பாரம், அது



படம் 10.19

வரும் ஆழம், இடம் ஆகியவைப் பொருத்து அதன் அளவு இருக்கும். எஞ்சிய நீர் நிலையியல் அழுத்தமிகை இருந்தால் அது Δpயுடன் சேரும்.

ஆ. H = அமுங்கு மண்ணின் கனம்;புழைநீர் வெளியேற்றம் இருதிசையிலா, ஒரு திசையிலா என்பதில் கவனம் தேவை;

படங்கள் 10–18, 10.19

இ. t—பாரம் ஏறிய பின்னர் நேர இடைவெளிக் கட்டடங்களைப் பொருத்தவரை, கட்டுமானத்தின் பாதி நேரத்திலிருந்து எடுத்துக் கொள்ளலாம்.

உ. அமுங்குதிறக் கெழு, கெட்டிமைக் கெழு இரண்டுமே பரலிடை அழுத்தத்தைப் பொருத்தது. ஆய்வகச் சோதனைகளின் மூலம் அறியலாம்.

ஒவ்வொரு சமன்பாடுகளையும் தேர்ந்தெடுக்கும் போது அவற்றின் பொருத்தத்தை நன்கு ஆராய்ந்து தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும்.

10.19 மலைச் சரிவு போன்ற சாய்மானம் மிகுதியாக உள்ள இடங்களில் அடிமானம் அமைவதற்கான விதிகளை அய்எஸ் 1904–1978 கூறுகின்றது (படம் 10–19). இரண்டு அடிமானங்களையும் இணைக்கும் கோடு இரண்டு கிடை– ஒரு நிலை வட்டத்திற்கு மிகுதியாக இருக்கக் கூடாது.

11. தாங்கு திறன்

11.1 மண்ணின் மீது பல கட்டடங்கள் கட்டப்படுகின்றன. கட்டிடங்களை மண் தாங்குகிறது. கட்டடங்களின் பாரம், அதன் அடிமானங்களின் மூலம் மண்ணுக்கு மாற்றப்படுகிறது. மண்ணினுள் செலுத்தப்படும் அழுத்தங்களால், தகைவுகள் ஏற்படுகின்றன. மண்ணின் திறம் தகைவுகளை விடக் கூடுதலாக இருந்தால், கட்டடம் தாங்கப்படுகிறது. அமுங்கும் மண்ணாக இருந்தால் அழுத்தத்தால் ஏற்பட்ட தகைவுகளால் சுருங்கி, படிமானம் நிகழ ஏதுவாக இருக்கிறது. படிமானத்தின் அளவு அனுமதிக்கக் கூடிய அளவுக்குள் இருந்தால் கட்டடம் பாதுகாப்பாக உள்ளது என்பது பொருள். அவ்வாறில்லையெனில், கட்டடம் மண்ணுக்குள் இறங்கிவிடும்; சாயும்; காணப் பொறுக்காத விரிசல்கள் தோன்றும். சேற்று மண்ணில் கால் வைத்தால், கால் உள்ளே போவதை ஒப்பிட்டுப் பாருங்கள். சேற்றால், காலின் பாரத்தைத் தாங்க முடியவில்லை. தாங்கு திறனுக்குச் சேற்றை ஒப்பிட்டது சற்றே மிகையானது; எனினும் புரிந்து கொள்ள உதவும்.

11.2 தாங்குதிறன் அட்டவணைகள் :

நிலத்தில் தாங்கு திறன் தெரிந்தால், கட்டடத்தின் பாரத்தை அகலமான அடிமானத்தின் மூலம் பரவலாக்கி, தாங்குதிறனை விடக் குறைவான அழுத்தத்தை நிலத்திற்கு மாற்றலாம்.

பல்வகை மண்ணின் தாங்குதிறனை ஓரளவு கண்களால் ஆராய்ந்து அனுபவத்தால், அட்டவணைகளாகத் தயாரித்துள்ளனர். ஒவ்வொரு நாட்டிலும் பெரிய நகரங்களிலும், கட்டட விதி நூல்கள் இவற்றை விவரிக்கின்றன. இந்தியாவுக்கான தாங்குத்திறன் தகவல்களை அய் எஸ் விரிவாகத் தருகின்றது. (அட்டவணை 1 காண்க)

அட்டவனை – 1

பாதுகாப்பான தாங்குதிறன் – பாறை மண் அய் எஸ் 1256/1967			
வ.எண்	பாறை/ மண் வகை	பாதுகாப்பான தாங்குதிறன் கிகி/செமீ^{2}	குறிப்பு
	பாறைகள்		
1.	அடுக்கு மற்றும் குறைகள் இல்லாத கெட்டிப்பாறைகள் கிரானைட், trap diorite	33	–
2.	அடுக்குடைய பாறைகள் நல்ல நிலையிலுள்ள மணற்பாறை, சுண்ணாம்புப் பாறை	16.5	–
3.	உடைந்து, பரவலாக இருந்த கெட்டிப்பட்ட படுகைப்பாறை கெட்டி ஷேல் ஒட்டியுள்ள பொருட்கள்	9	–
4.	மென்பாறைகள்	4.5	–
	பற்றிலா மண்கள்		
5.	சரள், மணலும் சரளும் கருவிகளால் வெட்டும் போது அதிகத் தடைவிசை காட்டும் கிட்டித்தவை	4.5	குறிப்பு 2
6.	பருமணல், கிட்டித்து உலர்ந்தது	4.5	
7.	நடுத்தர மணல் கிட்டித்து உலர்ந்தது	2.5	–
8.	நயமணல், வண்டல் (உலர்ந்த கட்டிகளை விரல்களால் நசுக்கித் தூளாக்க முடியும்)	1.5	–

9.	தளர் சரள் அல்லது மணல் சரள் கலவை; பெரிய மற்றும் நடுத்தர மணல் தளர்ந்த உலர்ந்த நிலையில் உள்ளது.	2.5	குறிப்பு 2
10.	நயமணல், தளர்ந்து உலர்ந்துள்ளது	1	
11.	மென் ஷேல்; ஆழத்தில் உள்ள	4.5	நீண்டகாலம் கெட்டிமைப் படிமானம் நிகழ்ந்தது
12.	நடுத்தரக் களிமண்; பெருவிரல் நகத்தால் கீற முடிந்தது	2.5	–
13.	பெருவிரலால் மிகை அழுத்தத்தால் அடையாளம் செய்யக்கூடிய ஈரக் களிமண், மணல் களிமண் கலவை	1.5	
14.	பெருவிரலால் நடுத்தர அழுத்தத்தால் அடையாளம் செய்யக்கூடிய மென்களிமண்	1	
15.	பெருவிரல் பல செமீ ஆழம் உட்புகக்கூடிய மிக மென் களிமண்	0.5	–
16.	கரும்பருத்தி மண் அல்லது உப்பல் மண், உலர்ந்த நிலையில்	–	குறிப்பு 3 ஆராய்ந்து அறிய வேண்டும்
17.	தாவரஞ்சார்ந்த மண்		குறிப்பு 3 & 4 ஆராய்ந்து அறிய வேண்டும்
18.	போடு மண் களம்		குறிப்பு 2 & 5 ஆராய்ந்து அறிய வேண்டும்.

குறிப்பு 1 : அனுமதிக்கக் கூடிய தாங்குதிறனை பின்வருமாறு கூட்டலாம் அல்லது குறைக்கலாம்.

அ. ஒரு குறிப்பிட்ட ஆழத்தில் அனுமதிக்கக் கூடிய தாங்கு திறனோடு, அதன் மேலிருந்து வெட்டி எடுத்த மண்ணின் அலகுப்பரப்பின் மீதான எடையைக் கூட்டிக் கொள்ளலாம்.

ஆ. பற்றிலா மண்ணில் அனுமதிக்கக் கூடிய தாங்குதிறனுடன் நிலத்தடி நீர் மட்டத்திற்கான திருத்தம் சேர்க்க வேண்டும். அடிமான மட்டத்திலோ, அதற்குமேலோ இருந்தால் 50சதம் வெட்ட வேண்டும். அடிமானத்தின் அகலத்தளவு கீழ் ஆழத்தில் நீர்மட்டம் இருந்தால் வெட்டு இல்லை. இரண்டிற்கும் இடைப்பட்ட மட்டத்தில், நேர் விகிதத்தில் வெட்டு இருக்கும்.

குறிப்பு 2 : கிட்டித்த நிலை, தளர் நிலை ஆகியவற்றை அறிய 5 5 70 செமீ அளவில் கூர்முனை மீது 70 கிலோ எடையுள்ள மனிதன் ஏறிநின்றால் உட்புகுதல் 20செமீயைத் தாண்டினால், மண் தளர் நிலையில் இருப்பதாகக் கொள்ளலாம்.

குறிப்பு 3 : இத்தகைய மண்ணுக்குப் பொதுமைப் படுத்திய தாங்குதிறன் ஏதும் கொடுக்க இயலாது. அய் எஸ் 1892, 1962 இன்படி கள ஆய்வுகள் நடத்தி வல்லுநரின் ஆலோசனைப்படி செயல்பட வேண்டும்.

குறிப்பு 4 : கருமக்கு (Peat) மிக மென்மையாக பஞ்சு போன்ற நிலையில் இருக்கும் அல்லது திடமாகவும் கிட்டித்த நிலையிலும் இருக்கும். கிட்டித்த நிலையில் மொத்த தாங்குதிறன் மிக அதிகமாக இருந்த போதிலும் மிகச் சிறிய அழுத்தத்திலும் மிக அதிகமான படிமானம் நிகழ்கின்றது; மேலும் படிமான இயக்கம் பல ஆண்டுகளுக்குத் தொடர்ந்து கொண்டேயிருக்கிறது.

குறிப்பு 5 : போடு மண் களத்தின் திறன் நிரப்பப்பட்ட பொருளை ஆழம் காலம், மற்றும் கெட்டிமை முறைகளைப் பொருத்து இருக்கும்.

நன்றி : அய் எஸ் 1256 – 1967

அட்டவணைகளில் கிடைக்கும் தாங்குதிறன் மதிப்புகளை, அனுமானித்த தாங்கு திறன் என்பர் (Presumptive bearing capacities). ஏனெனில் இவை பொதுவானவை. எங்கெங்கோ எடுத்த மண்களை ஆராய்ந்து அவற்றிலிருந்து தொகுத்தவை. அவை எவ்வளவு தூரம் குறிப்பிட்ட இடத்திற்குப் பொருந்துமென்று சொல்ல இயலாது; தோராயமாகப் பொருந்தும் என்று அனுமானித்துக் கொள்கின்றோம். இவ்வட்டவணைகளில் மண்ணின் வகையும், அதன் தாங்குதிறன் மட்டுமே இருக்கும். இதனால், தாங்குதிறன் மண்ணின் தன்மையை மட்டும் பொருத்ததென்ற மயக்கம் ஏற்படுகின்றது.

தற்காலத்தில் பெரும்பாலான கட்டட விதி நூல்கள், களத்தில் எடுத்த மண்ணை ஆய்வகத்தில் ஆராய்ந்து அந்த மதிப்புக்களுக்கேற்பப் பயன்படுத்த அனுமதிக்கின்றன.

தாங்குதிறன் மதிப்புகள், அடிமானத்தின் ஆழம், அகலம், நிலநீர் மட்டம், படிமானத் தகுதி ஆகியவற்றைப் பொறுத்தவையாக இருக்கும் அட்டவணைத் தாங்குதிறன் இவற்றைப் பிரதிபலிப்பதில்லை.

11.3 கள ஆய்வுகள் :

மண்ணின் தாங்குதிறனை, அந்தந்த இடத்திலேயே சோதித்து அறியும் முறைகள் உள்ளன. அதே ஆழத்திலும் சோதித்தறியலாம். அடிமானத்தின் கீழேயும் குறிப்பிட்ட ஆழம் வரை நிலத்தடி மண்படலங்களின் பண்புகளையும் அறிந்திருக்க வேண்டும்.

தகட்டுப் பாரச் சோதனை, அடிமானம் வரும் ஆழத்திலேயே தகடு வைத்து அதன் மீது பாரம் ஏற்றி உண்டாகும் படிமானங்களை ஆராய்ந்து, அதிலிருந்து தாங்குதிறனை அறிவதாகும்.

நிலைப்படுத்தப்பட்ட உட்புகு சோதனை மூலம் 38மிமீ உள்விட்டமுள்ள பிளவுக்கரண்டி, ஒவ்வொரு ஆழத்திலும், 30 செமீ

உட்புக, 63.5 கி லோ எடை 75 செமீ வீழ்வதன் மூலம், எத்தனை அடிகள் (Blows) தேவைப்படுகின்றன என்று அறியப்படுகிறது. இதனை N மதிப்பு என்பர். இதனைத் தாங்குதிறன் சமன்பாடுகளில் பயன்படுத்துவர்.

நிலையியல் கூம்பு உட்புகு சோதனை மூலம், குறிப்பிட்ட அளவுள்ள கூம்பு நிலத்தினுள் புகுவதற்கு ஒவ்வொரு ஆழத்திலும் உண்டாகும் தடைவிசையை அளப்பதன் மூலம் தாங்குதிறன் கணக்கிடப்படுகிறது.

மேற்கண்ட மூன்றும் தாங்குதிறன் அறிவதற்கான நேரடிச் சோதனைகளாகும். இவைதவிர, நிலத்தடி மண் ஏற்கக்கூடிய தகைவுப் படிமானங்களை அறிய பல சோதனைகள் உள்ளன.

நிலத்தில் துளையிட்டு நிலத்தடி மண்படலங்களை அறிதல், மின் தடை முறை மூலம் நிலத்தடி தடைவிசை அறிதல், நிலநடுக்க ஆராய்ச்சியின்படி நிலத்தடித்தடித்தடை விசையை அறிதல் போன்ற பல முறைகள் உண்டு.

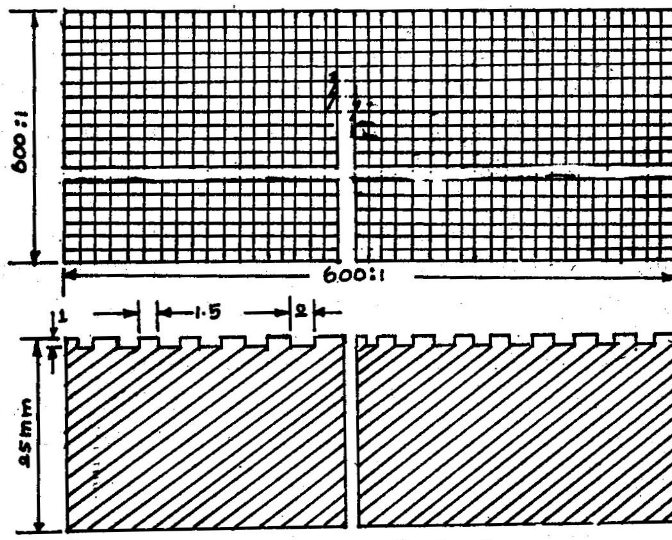
அய் எஸ் 1892–1279 விரிவான முறையில், அடிமானத்திற்கான நிலத்தடி ஆய்வுகளை விவரிக்கின்றது. மாணவர்கள் அதனை விரிவாகக் கற்றுணர்வார்களாக.

11.4 மண்ணில் பாரச் சோதனைச் செய்முறைகள் அய் எஸ் 1888 - 19 71 :

இச்சோதனை அடிமான ஆழத்தில் வைத்த ஒரு தகட்டின் மீது கொஞ்சம் கொஞ்சமாகப் பாரம் ஏற்றி அதனால் உண்டாகும் படிமானத்தை அளந்து கொள்ளுதலாகும்.

30, 45, 60, 75 செமீ சதுரத்தில் தகடுகள் இருக்கும். ஒரு பக்கம் எதிரெதிர் வரிக் கோடுகள் இருக்கும் (படம் 11–1) வட்டமான அடிமானம் வடிவமைத்திருந்தால் அங்கு வட்டத்தகடு பயன்படுத்தப்படும்.

களிமண் மற்றும் வண்டல் கலந்த மண்ணுக்கு ($N < 15$) 60 செமீ தகடும் , அடர்மணல் அல்ல சரள் மண்ணுக்கு ($15 < N < 30$) 30 செமீ தகடும் பயன்படும், தகட்டின் திறன், மண்ணின் திறனைப் போல 4 பங்காவது இருக்க வேண்டும்.

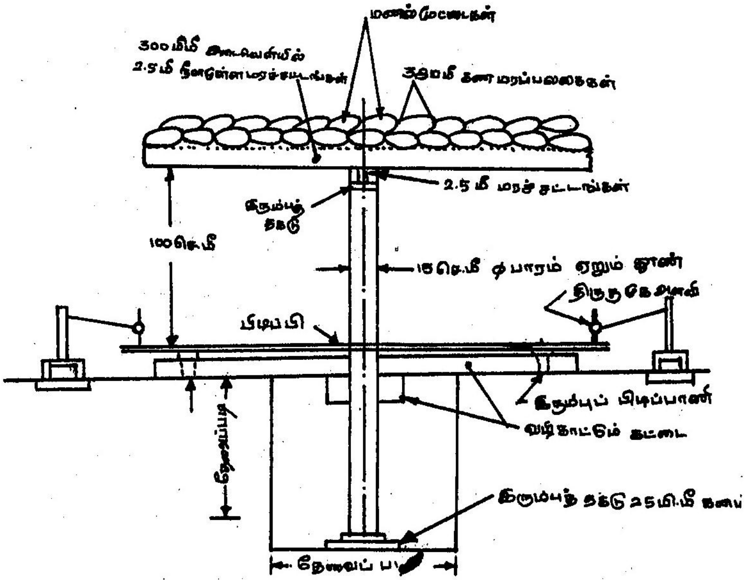


பிடிப்புத் தகட்டின் விளக்கம்

படம் 11-1

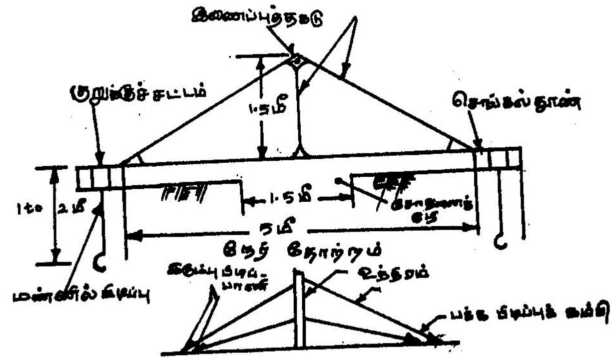
அடிமான ஆழத்தில் தகட்டில் அளவைப் போல ஐந்து மடங்கு பெரிய குழி தோண்ட வேண்டும். சோதனை நிலநீர் மட்டத்திற்குக் கீழே செய்ய வேண்டுமாயின், தகடுமட்டத்திற்கு எப்போதும் நீர் வடியுமளவுக்கு, சோதனை நேர முழுவதும் நீர் இறைத்துக் கொண்டே இருக்க வேண்டும்.

தோண்டிய குழியில் சுமார் 5 செமீ மணல் பரப்பி மட்டப்படுத்தி அதன் மீது தகட்டின் வரிப்பகுதி கீழிருக்குமாறு தகட்டை வைக்க வேண்டும். தகடு நன்கு படிவதற்காகச் சிறுமமாக 70 கிகி/செமீ அழுத்தம் ஏற்றி இறக்கிட வேண்டும்.



தட்டுப் பாரச் சோதனை (நேர் எடை மூலம்)

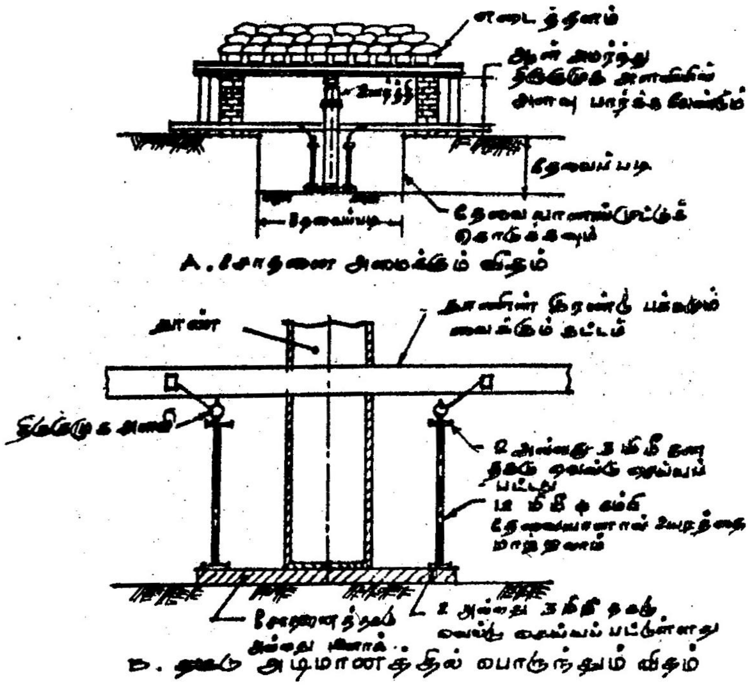
படம் 11-2



பக்கத் தோற்றம்

எடை தரும் இரும்பு உத்தரம் மண்ணில் பிடித்து நிறுத்தும் முறை

படம் 11-3



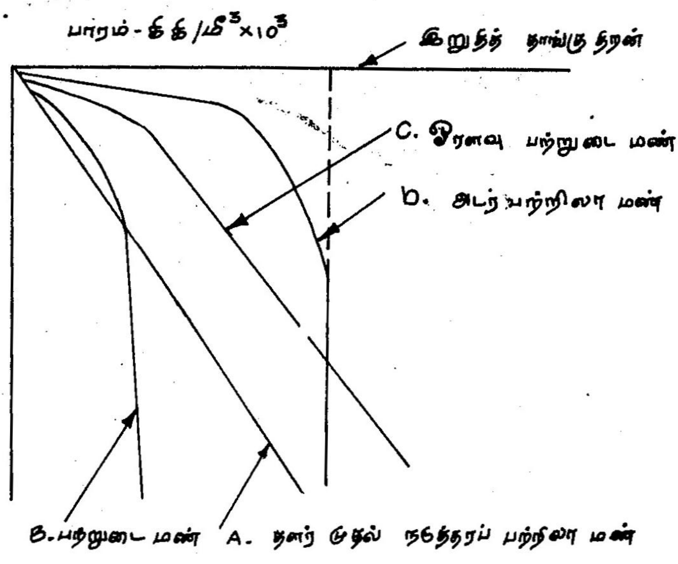
தகட்டுப் பாரச் சோதனை

படம் 11-4A & B

எடை வைப்பதன் மூலம் (படம் 11–2 & 11–3) அல்லது எதிர்விசை மூலமோ (படம் 4A & 4B) பாரம் ஏற்றலாம். தளர் மணல் (N < 15) 250 கிலோ கிராம் அழுத்த உயர்வும், அடர் மணல் (15 < N < 30) 500 கிலோ கிராம் அழுத்த உயர்வும் மிகு அடர் மணல் (N > 30) 1000 கிலோ கிராம் அழுத்த உயர்வும் அனுமதிக்கலாம். வடிவமைப்புப்பாரத்தில் 1/5 பாகம் உயர்வு வீதம், இருமடங்கு அழுத்தம் வரை அல்லது தகடு அதிகவேகத்தில் இறங்கத் தொடங்கும் வரை பாரம் ஏற்றலாம்.

படிமானம் அளக்க திருகுமுக அளவியைப் பயன்படுத்த வேண்டும். மட்டகி (level) அளவு நல்லதல்ல. திருகுமுக அளவியைத் தகட்டின் இரு புறம் பொருத்த வேண்டும். பாரம் செங்குத்தாக இறங்குவதை க வனித்திட தூக்குக் குண்டைப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

படிமான அளவுகளை 1, 4, 10, 20, 40, 60 நிமிட நேரங்களிலும் பின்னர் ஒரு மணி நேர இடைவெளிகளிலும் அளக்க வேண்டும். களிமண் பூமியில் நேரம் – படிமானம் வளைவுகளை உடனுக்குடன் வரைந்து கொள்ள வேண்டும். மொத்தப் படிமானத்தில் 70 முதல் 80 சதவீதம் படிமானம் நிகழ்ந்ததும் அல்லது 24 மணி நேரத்திற்குப் பிறகு, அடுத்த அழுத்த உயர்வுக்குரிய பாரத்தை ஏற்றலாம். மற்ற மண்களில் ஒவ்வொரு பார உயர்வையும் சுமார் 1 மணி நேரம் வைத்திருக்க லாம். படிமானம் 25 மிமீ வரை அல்லது 50 மிமீ (சிறப்பு மண்களுக்கு) வரை அல்லது நொடிப்பு வரை, இது எது முன்னரோ அதுவரை எடுக்க வேண்டும்.



பாரம் — படிமானம் வளைவுகள்

படம் 11-5

பாரத்தை X அச்சிலும், படிமானத்தை Y அச்சிலும் வைத்துப் படம் வரைய வேண்டும். (படம் 11–5) ஐந்தாம் படத்தில் A வளைவு தளர் மற்றும் நடுத்தர பற்றிலா மண் பண்பைக் காட்டுவது. தொடக்கத்தில் நேர்கோடாகவும், பின்னர் தொங்கியும் விடுகிறது; ஆனால் தெளிவான நொடிப்பு நிலை தெரிய வில்லை. B வளைவு பற்றுடை மண்ணின்

பண்பைக் காட்டுவது. தொடக்கத்தில் அவ்வளவு நேராக இல்லை. விரைவில் தொங்கி விடுகிறது. வளைவு A, B ஆகியவற்றின் பண்புகளைக் கொண்டது. வளைவு C, இருவகை மண்ணும் கொண்ட கலவையின் பண்பைக் காட்டுகிறது. D வளைவு அடர் பற்றிலா மண்ணின் பண்பைக் காட்டுகிறது.

அடர்ந்த பற்றிலா மண்ணில், மொத்தத் தாங்குதிறன் காணல் எளிது. D, B வளைவுகளின் தொங்கும் பகுதியைப் பின்நோக்கி நீட்டினால் மொத்தத் தாங்குதிறன் கிடைக்கும். இவற்றில் நொடிப்பு நிலை நன்கு தெரிகின்றது.

A,C வளைவுகளில் நொடிப்பு நிலை தெளிவாகத் தெரிவதில்லை. 6 0 செமீ தகடு வைத்த சோதனையின் வளைவுகளிலிருந்த திரிபுக் (S_p) கேற்ற அழுத்தத்தைப் பின்வரும் சமன்பாட்டால் அறியலாம்.

$$\frac{S_f}{S_p} = \frac{B_f\,(B_p + 30)}{B_p\,(B_f + 30)}$$

இதில்,

S_f - B_f அகலம் அடிமானத்திற்கு அனுமதிக்கக் கூடிய படிமானம்

B_f – சோதனைக்குட்படுத்திய தகட்டின் அளவு

இவ்வாறு கிடைத்த அழுத்தத்திறகு, காப்புக் காரணி சேர்க்க வேண்டியதில்லை. நிலத்தடி நீருக்கான திருத்தம் மேற்கொள்ள வேண்டும். திட்டமிடும் அடிமானத்தின் படிமானத்தை அறியவும் மேற்கண்ட சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தலாம். களிமண் பூமியில் படிமானம், அடிமான அகலத்திற்கு நேர்விகிதத்தில் இருக்கும். மணற்பாங்கான பூமியில் படிமானம், அடிமானத்தின் அகலத்திற்கேற்ப மெதுவாகக் கூடுகிறது.

11.5 நிலைவு செய்த உட்புகு சோதனை: அய் எஸ் 2131 - 1981

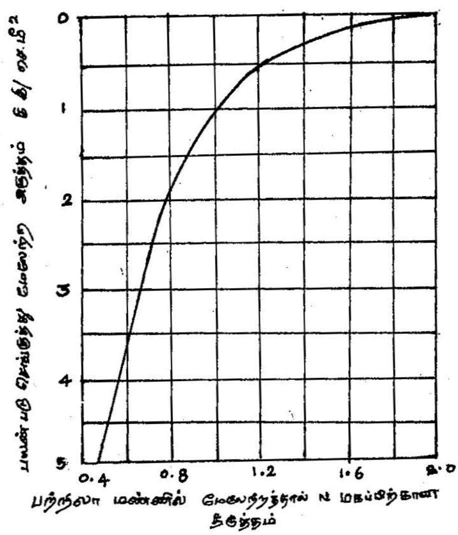
100 முதல் 150 மில்லிமீட்டர் வரை விட்டம் கொண்ட துளையிடும் சுருவி, மாதிரி எடுக்கும் பிளவுக் கரண்டி, பாரம் அடித்து இழுப்பம் தொகுதி, மற்றும் தூக்குக்கூடை, குறடுகள், கயிறு திருகு, தூக்கி உறைக்குழாய்கள் முதலியன.

துளையிடும் கருவியை நிறுத்திக் கொள்ள வேண்டும். எந்த ஆழத்தில் திறன் வேண்டுமோ அதுவரை துளையிட்டுக் கொண்ட பின் துளை சுத் தம் செய்து கொள்ளப்படுகிறது. உறைகுழாய் இருந்தால் இந்த ம ட்டத்தோடு நிறுத்திக் கொள்ள வேண்டும். உறைகுழாயை அடித்து இறக்காமல் சுழற்றி இறக்க வேண்டும். துளைக்குள் பிளவுக் கரண் டியை நிறுத்தி 63.5 கிலோ எடை 75 செமீ தூரம் தடையில்லாமல் விழுவதன் மூலம் 15 செமீ இறங்க எத்தனை அடிதேவைப்படுகிறதென்று எண்ணிக் கொள்ள வேண்டும். மேலும் 15 செமீ இறங்க எத்தனை அடி தேவைப்படுகிற தென்றும் எண்ணிக் கொள்ள வேண்டும். மேலும் 15 செமீ இறங்கத் தேவையான அடிகளை எண்ணிக் கொள்ள வே ண்டும். 45 செமீ இறங்க 50 அடிக்கு மேல் தேவைப்படும் இடங்களில் 50 அடியோடு நிறுத்திக் கொண்டு பிளவுக் கரண்டி இறங்கிய ஆழத் தை அளந்து கொள்ளலாம்.

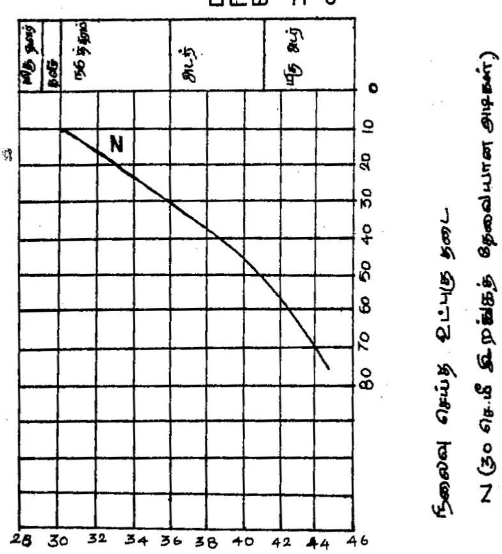
முதல் 15 செமீக்குத் தேவையான அடிகளை, அமர்வு அழுத்தம் (Seatin g Drive) என்பர். அடுத்து 30 செமீ ஆழம் இறங்கத் தேவைப்படும் அடிகளின் எண்ணிக்கை N என்று குறிப்பிடப்படும். இதனைப் உட்புகு தடை என்பர். மொத்தம் 45 செமீ உட்புகுந்த போது கடைசி 30 செமீ உட்புகுதலுக்குத் தேவைப்பட்ட அடிகள் N ஆகும். 30 செமீக்குக் குறைவாக உட்புகுதல் இருந்தால், உட்புகு நீளமும், தேவைப்படும் அடிகளின் எண்ணிக்கையும் குறித்துக் கொள்ள வேண்டும்.

பிளவுக் கரண்டியில் உள்ள மண்ணைச் சாடியில் இட்டு, ஈரம் காயாமல் மெழுகிட்டு மூடிக்கொள்ள வேண்டும்.

இனி அடுத்த ஆழம் வரை துளையிட்டுப் பின்னர் மீண்டும் உட்புகு சோதனையைத் தொடரவேண்டும்.



படம் 11-6



உள்ளுராய்வுக் கோணம் ø பாகை ø–N உறவு

படம் 11-7

மேலேற்றத்திற்கான திருத்தம்: பற்றிலா மண்ணில் கிடைத்த N மதிப்பிற்கு மேலேற்றத்திற்கான திருத்தம் 11–6 படத்தில் உள்ள வளைவி ன் மதிப்பிற்கேற்ப இருக்கும். திருத்திய N மதிப்பு N′ எனக் குறிக்கப் படும்.

விரிவுத் திருத்தம்; படலத்தில் நயமணல், மற்றும் வண்டல், நிலத்தடி நீர் மட்டத்திற்குக் கீழ் இருந்தாலும், மேலேற்றத்திற்கான திரு த்தத்திற்குப் பிறகு N' மதிப்பு 15க்கு மேல் இருந்தால் விரிவுத்திருத்தம் சேர்க்க வேண்டும். திருத்திய பின்னர் N'' எனச் சுட்டப்படும்.

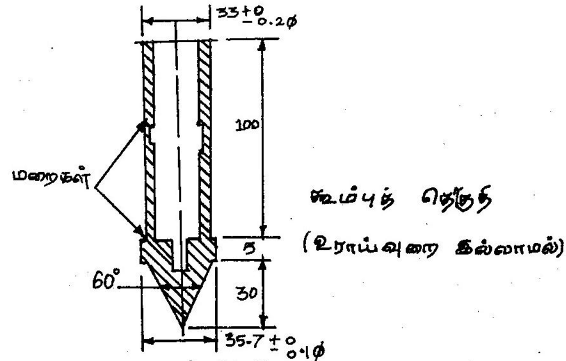
$N'' = 15 + \frac{1}{2}(N' - 15)$ தாங்குதிறன் வாய்ப்பாடுகள், இந்த N'' அல்லது N மதிப்பை நேரடியாக தாங்குதிறன் வாய்ப்பாடுகளில் பயன்படுத்திக் கொள்வதைப் பின்னர் காணலாம். இந்த N மதிப்புகளிலிருந்து உள்ளுராய்வுக் கோணம் ϕ கண்டறிய 11–7 இல் உள்ள வரைபடம் உதவும்.

பிளவுக் கரண்டி அய் எஸ் 9640 – 1980இன் படி இருக்க வேண்டும். 38 மிமீ உள் விட்டமும், 50.8 மிமீ வெளி விட்டமும் இருக்கும்.

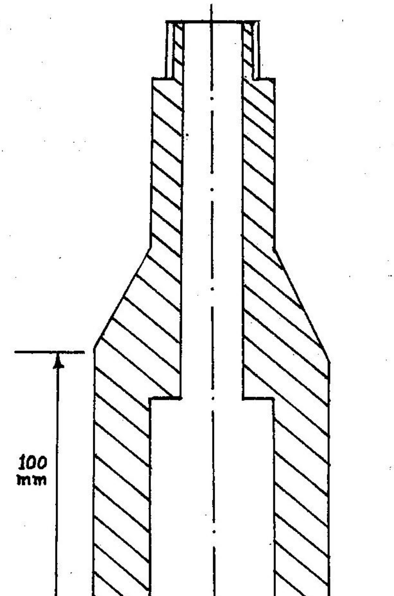
11.6. நிலையியல் கூம்பு உட்புகு சோதனை: அய் எஸ் 4968 (பகுதி-3) 1976 :

நிலைவு செய்த உட்புகு சோதனையில் மிகுந்த அதிர்வுகள் ஏற்படுவதால், நிலத்தடி மண்ணின் கலைக்கப்படாத நிலை மாறி விடுகிறது. குறிப்பாக தண்ணீர் மட்டத்திற்கு அடியில் மிகுந்த வேறுபாடு காணப்படுகிறது. அந்த இடங்களில் நிலையியல் கூம்பு உட்புகு சோதனை மிகவும் பொருத்தமானதாகும். மண்ணின் தாங்குதிறன் மற்றும் புற உராய்வு அறியப்பயன்படும். புறஉராய்வு மதிப்புகளிலிருந்து நிலத்தூண் நீளம் வடிவமைக்கலாம். வண்டல் மணல், தளர்மணல், ம ணல் களிமண், வண்டல் படலங்கள், மற்றும் களிமண் பாங்கான பூமி போன்ற மென்மையான இடங்களுக்கு இது மிகவும் பொருந்தும்.

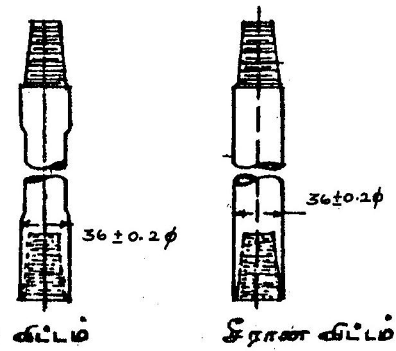
சுமார் 15 முதல் 20 மீட்டர் ஆழம் வரை, மனித முயற்சியால் ஒரே நாளில் சோதனையை முடிக்க முடியும். இது எளிய மலிவான முறை ஆகும். அஜரோப்பாவில் இது மிகவும் பிரபலம் ஆனது. நிலத்தடி மண் படலங்களைப் பற்றிய முன்னறிவு உள்ள இடங்களில் சோதனைக் குழி போடாமலே, இச் சோதனை முயற்சியில் இறங்கலாம்.



படம் 11-8

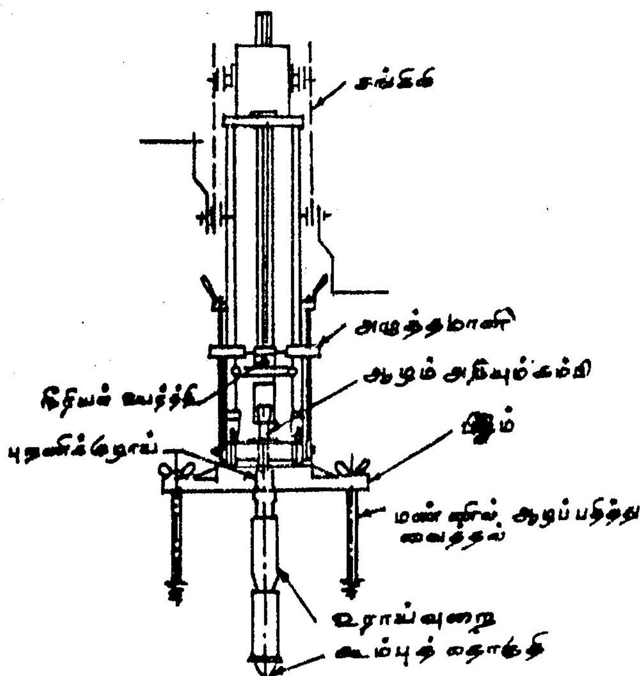


படம் 11-9 உராய்வுரை



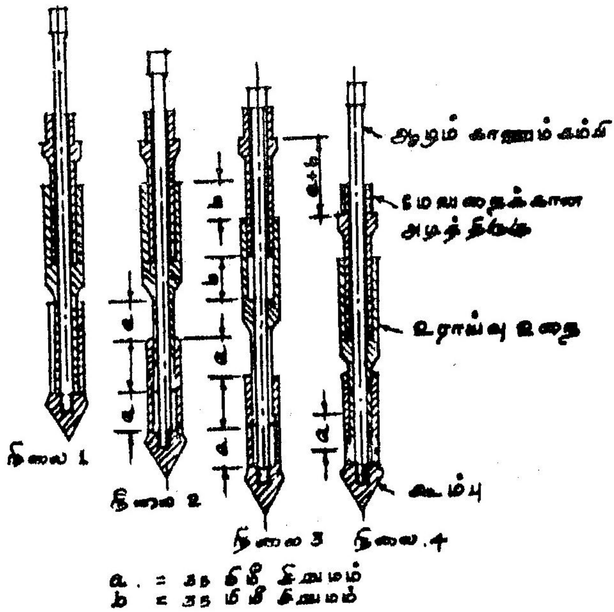
புறணிக் குழாய்

படம் 11-10



படம் 11-11

நிலையியல் கூம்பு உட்புகு சோதனை



உராய்வுறையுடன் கூடிய ஆழம் காணும் கருவியின் நான்கு நிலைகள்
படம் 11-12

முனை கெட்டிப்பட்ட 60 பாகை கோணம் கொண்டதாகவும், விட்டம் 35.7 மிமீயும், பரப்பு 10 செமீ^{2} (படம் 11–8) கொண்டதாக இருக்கும். மேல் தண்டின் விட்டம் 33.7 மிமீ உள்ளது. அதன் தொடர்ச்சியாக உராய்வு முறை (படம் 11–9) பொருத்தலாம். ஆழம் கூட்டும் தண்டுகளும் பொருத்த முடியும் (படம் 11–10)

மனித முயற்சியால் அழுத்தும் கருவிக்கு அழுத்தும் பகுதி 2முதல் 3 டன் எடையும், எந்திரம் மூலம் அழுத்தும் கருவிக்கு அழுத்தம் 10டன் எடையும் இருக்கும். எந்திரம் உட்புகுதல் வீதம் 1 முல் 1.5 செமீ / நொடி இருக்கும்.

அழுத்தமானிகள் மூலம், அழுத்தத்தைத் தொடர்ந்து அளக்கலாம். மனிதமுயற்சியால் இயக்கும் கருவி பொருத்தப் பட்டுள்ளதை படம் 1 1--11ல் காணலாம்.

செய்முறை :

முதலில் கூம்பை மட்டும் உட்செலுத்தித் தடையை அளக்க வேண்டும். பின்னர் உராய்வு உறையை மட்டும் உட்புகுத்தித் தடையை அளக்க வேண்டும்.

பின்னர் கூம்பு, உறை இரண்டும் ஒரு சேர உட்புகும்போது தடையை அளக்க வேண்டும். உட்புகு பகுதியின் நான்கு நிலைகளை படம் 11–12ல் காணலாம். ஏற்கனவே திட்டமிட்ட ஆழங்களில் உட்புகுதடையை அறிய வேண்டும். தொடர்ச்சியாகவும் உட்புகுதடையை அறியலாம்.

கணக்கீடுகள் :

கிடைக்கும் மதிப்புகளை இரண்டு படங்களாக வரைய வேண்டும். ஆழம்–கூம்புத்தடை, மற்றும் ஆழம்–உராய்வுத்தடை ஆகியவை அவை. ஆழம் மீட்டரிலும், தடை கிலோ மீட்டரிலும் இருக்கும்.

இச்சோதனை சரள் மண்ணுக்கும், N>50 மண்ணுக்கும் பொருத்தமல்ல. போடுமண் களத்திற்கும் பொருத்தமல்ல. போடுமண் முழுவதும் தோண்டிய பின், தாய் மண்ணில் இச்சோதனையை நடத்தலாம் .

11.7 ஆழமான மற்றும், ஆழமில்லாத அடிமானம் :

ஒரு அடிமானத்தின் ஆழம் அகலத்தைவிடக் கூடுதலாக இருந்தால் அதனை ஆழமான அடிமானம் என்றும் குறைவாக இருந்தால் அதனை ஆழமில்லாத அடிமானம் என்று வகைப்படுத்துவர்.

11.8 மொத்த அழுத்தம் & நிகர அழுத்தம் :

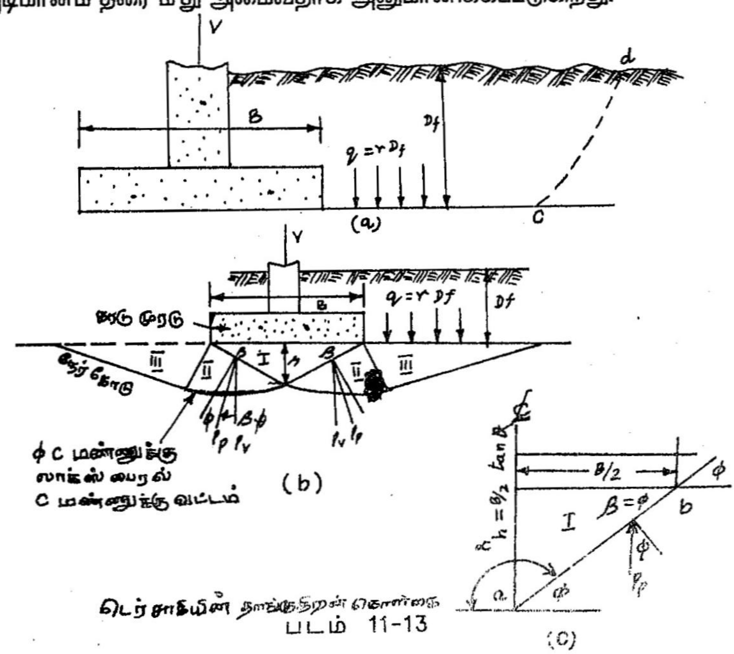
கட்டடங்களின் அடிமானங்கள் பெரும்பாலும் தரைமீது அமைவதில்லை. சற்று ஆழத்திலேயே அமைகின்றன. அடிமானத்தை அமைப்பதற்காக வாணம் தோண்டுகிறோம். அதனால் மண் அதன் இடத்தை விட்டு வெளியேறுகின்றது. இந்த மண்ணின் எடை அளவுக்கு அடிமானம் கட்டி முடிக்கப்பட்ட பின்னரே, நிலத்தடி மண் தன் பழைய அழுத் தத்தைப் பெறுகிறது. இதில் கட்டடத்தால் வரும் அழுத்தத்தை,

மொத்த அழுத்தம் என்றும், கட்டடத்து அழுத்தத்திலிருந்து தோண்டிய மண்ணின் அலகுப்பரப்பின் மேல் வரும் எடையைக் கழித்துக் கிடைப்பது நிகர அழுத்தம் என்றும் கூறுவர். மண்ணின் தாங்குதிறன் கணக்கீடுகளில் பெரும்பாலும் நிகர அழுத்தமே கணக்கில் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது.

11.9 டெர்சாகியின் தாங்கதிறன் கொள்கை :

பிராண்டல் (PRANDTL) என்ற அறிஞர், களிமண்ணின் களிமச் சமநிலைக் கொள்கையைக் கொண்டு, தாங்குதிறன் கொள்கைகைய உருவாக்கினார். அடுத்து மிகைக் களிம மண்களின் தாங்குதிறனைப் பெலினியஸ் (FELLINIUS) என்ற அறிஞர் உருவாக்கினார்.

டெர்சாகி அவர்கள் முன்வைத்த தாங்குதிறன் கொள்கையே பெரி தும் பயன்படுகிறது. ஏராளமான அனுமானங்களோடு, இக்கொள் கையைப் படைத்தார். இது ஆழமில்லா அடிமானமாகக் கருதப்படுகிறது. அடிமானம் தரை மீது அமைவதாக அனுமானிக்கப்படுகிறது.



டெர்சாகியின் தாங்குதிறன் கொள்கை
படம் 11-13

ஒரு நீளமான அடிமானம் கருதப்படுகிறது படம் **11–13.** அதன் கீழ்ப் பகுதி நொடிப்பு எல்லை வரை மூன்று மண்டலங்களாகப் பிரிக்கப் படுகிறது. I பகுதி அடிமானத்திற்கு நேர் அடியில் உள்ள முக்கோண ப்பகுதி. முழுக்க அமுக்கம் வரும் பகுதி. II பகுதியின் எல்லை லாகிருத ஸ்பைரல் வடிவில் இருக்கும். இது களிமப்பகுதி ஆகும். III பகுதி மெத்தனத் தடை விசைப் பகுதி ஆகும். இதன் எல்லை நேர்கோடாக இருக்கும்.

கட்டிடத்தின் பாரம், A B C முக்கோணப் பகுதியைக் கீழே அமுக்குகிறது. II & III மண்டலங்களில், நொடிப்புத் தளங்களில் உருவாகு ம் தடைவிசையும், இவற்றின் தன் எடையும் எதிர்க்கின்றன. டெர்சா கியின் தாங்கதிறன் சமன்பாடு உருவாகிய வழியை ஜோசப் இ. பவல்ஸ் அவர்களின் அடிமானப் பகுப்பும் வடிவமைப்பும் என்ற நூலில் இறுதியில் காண்க:

டெர்சாகி உருவாக்கிய தாங்குதிறன் சமன்பாடுகள் வருமாறு:

தொடர்ச்சியான அடிமானம் : $q_{ult} = cN_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma BN\gamma$

சதுர அடிமானம் : $q_{ult} = 1.3\, cN_c + qN_q + 0.4\gamma BN\gamma$

வட்ட அடிமானம் : $q_{ult} = 1.3\, cN_c + qN_q + 0.3\gamma BN\gamma$

இதில்,

q_{ult} = மொத்தத் தாங்குதிறன்

c = பற்று

q = γ_{Df} மேலேற்றம்

B = அடிமானத்தின் சிறும –அளவு (B விட்டம் ; வட்ட அடிமானம்)

γ = மண்ணின் அலகெடை

$$N_c = \text{தாங்குதிறன் காரணி} = \cot\phi\left[\frac{a^2}{a\cos^2\left\{\frac{\pi}{4}+\frac{\phi}{2}\right\}}-1.0\right]$$

$$N_q = \frac{a^2}{2\cos^2\left(45+\frac{\phi}{2}\right)}$$

$$N_\gamma = \frac{\tan\phi}{2}\left[\frac{K_{pr}}{\cos^2\phi} - 1.0\right]$$

$$a = e^{\left(\frac{\pi 3}{4}-\frac{\phi}{2}\right)\tan\phi}$$

K_{pr} K'_{pr} ஆகியவை, பொதுச் செதுக்கக் காரணி மற்றும் இடத்தகச் செதுக்கக் கா்ரணிகளாக டெர்சாகி அவர்களால் பயன்படுத்தப்பட்டவை; இவை II மண்டலம், III மண்டலம் ஆகியவற்றுக்கேற்றவை; ϕ மதிப்புக்கேற்ற K_{pr} K'_{pr} மதிப்புகளை அட்டவணை 3ல் காணலாம். இவை காண உதவும்.

அட்டவணை 3

ϕ	K_{pr}	K'_{pr}
0	10.8	6.0
5	12.2	7.0
10	14.7	8.8
15	18.6	11.0
20	25.0	14.5
25	35.0	19.5

30	52.0	26.5
35	82.0	36.5
40	141.0	52.0
45	298.0	79.0
50	800.0	135.0

நன்றி : பவுல்ஸ்

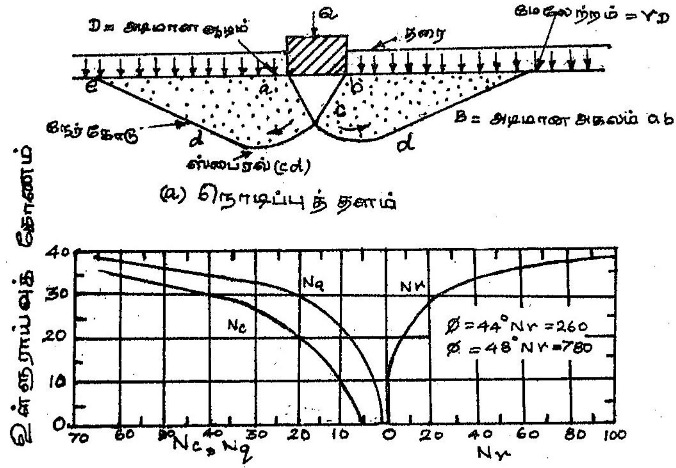
அடிமானத்தின் கீழ்பரப்பு மென்மையாக உள்ளதா, கரடுமுரடாக உள்ளதா என்பதையும் டெர்சாகி கவனித்தார். மேலே உள்ள சமன்பாடுகள் கரடுமுரடான அடிமானத்திற்குப் பொருந்தும். களத்தில் மண் தரையில் கற்காரை போடும்போது மென்மையான பரப்பை எதிர்பார்க்க இயலாது. மென்மையான அடிமானத்திற்கு q_{ult} மிகக் குறைவாக இருக்கும். முரடான அடிமானத்திற்கான q_{ult} கண்டு பிடித்து ஒரு காப்புக் காரணியால், வகுத்துக் கொண்டால் மென்மையான அடிமானத்தின் q_{ult} கிடைத்து விடும்.

நொடிப்பு நிலைமையை, டெர்சாகி அவர்கள் இரண்டு விதமாக வகைப்படுத்தினார். ஒன்று பொதுச்செதுக்க நொடிப்பு, மற்றது இடைத்தகச் செதுக்க நொடிப்பு, இரண்டிற்கும் உள்ள வேறுபாட்டினை படம் **11–14** இல் காண்க.

இடத்தகச் செதுக்க நொடிப்பில், மண் செங்குத்துத் திசையில் அமுங்குகிறது. கிட்டிமை அடைகிறது; பருமன் சுருங்குகிறது. பொதுச் செதுக்க நொடிப்பில் மண் கீழே அமுங்குவதால் பக்கவாட்டில் நகர்ந்து, பக்கங்களில் புடைக்கின்றது. இடத்தகச் செதுக்க நொடிப்பிற்கான மண் கூறுகள் வருமாறு :

$$c' = \frac{2}{3}c;\ \tan\phi = \frac{2}{3}\tan\phi$$

தொடர் அடிமானம், வட்ட அடிமானம் ஆகியவற்றிற்கான சமன்பா டுகளை ஆராய்ந்தால், கீழ்க்கண்ட செய்திகள் புலனாகும்.



(b) தாங்குத் திறன் கெழுக்கள்

டெர்சாகியின் தாங்கு திறன் கொள்கை

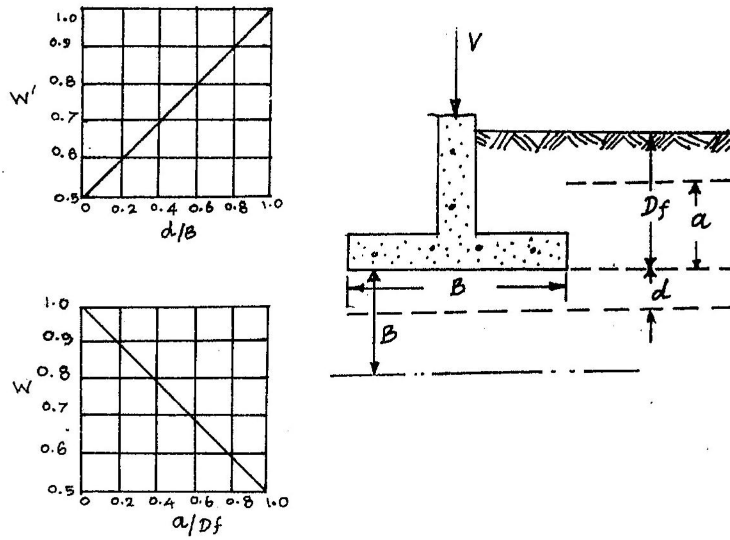
படம் 11-15

1. மொத்தத் தாங்குதிறன் ஆழத்தைப் பொருத்து அதிகமாகின்றது.

2. ஒரு பற்றுடை மண் ($\phi = 0$) ணின் தாங்குதிறன், அடிமானம் தரைமட்ட த்தில் இருக்கும்போது ($D_f = 0$) $q_{ult} = 5.14c$ ஆகும்.

3. ஒரு பற்றிலா மண்ணின் (c=0) தாங்குதிறன், அதன் அடிமானப் அகலத்தைப் பொருத்திருக்கும். ஆழம் அதை விட முக்கியமானதாக இருக்கும்.

டெர்சாகி தாங்குதிறன் சமன்பாட்டிலுள்ள தாங்குதிறன் கெழுக்களால் N_c, N_q, N_r ஆகியவற்றை 11--15 வரைபடங்களிலிருந்து நேரடியாகப் படித்துக் கொள்ளலாம்.



நிலத்தடி நீர் மட்டத்திற்கான திருத்தம்

படம் 11-16

டெர்சாகி அவர்களுக்குப் பின் ஹான்சென் (HANSEN) என்ற அறிஞர் இதனைப் பொதுமைப்படுத்தினார். அடிமானத்தின் வடிவங்களுக்கான திருத்தம், ஆழத்திற்கான திருத்தம் மற்றும் சாய்மானத்திற்கான திருத்தம் ஆகியவற்றைச் சேர்த்தார்.

$$q_{ult} = cN_c s_c d_c i_c + qN_q s_q i_q + \frac{1}{2}\gamma B \gamma N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

அடிமானத்தின் ஆழத்தை முதலில் கருதியவர் ஆராய்ந்தவர், மேயராஃப் (MEYERHOF) என்ற அறிஞர்.

11.10 இந்தியச் செந்தர நிறுவனம் :

11.10.1 பற்று (C) மற்றும் உள்ளுராய்வுக் கோணம் (ϕ) இரண்டும் கொண்ட மண்ணுக்கு, இந்தியச் செந்தரநிறுவனம் கீழ்க்கண்ட சமன்பாடுகளைப் பரிந்துரை செய்கின்றது.

(அ) பொதுச் செதுக்க நொடிப்பு:

நிகர அழுத்தம் = $q_d = cN_e + q\,(N_q - 1) + ½B\gamma N_\gamma$

(ஆ) இடத்தகச் செதுக்க நொடிப்பு:

$q'_d = 2/3\,cN_e + q\,(N'_q - 1) + ½B\gamma N'\gamma$

$N_c, N'_c, N_r, N'_r, N_q, N'_q$

ஆகியவற்றை அட்டவனை 4லிருந்து எடுத்துக் கொள்ளலாம்.

அட்டவனை 4

தாங்குதிறன் காரணிகள்

0 (பாகை)	N_c	N_q	N_r
0	5.14	1.00	0.00
5	6.49	1.57	0.45
10	8.35	2.47	1.22
15	10.98	3.94	2.65
20	14.83	6.40	5.39
25	20.72	10.66	10.88
30	30.14	18.40	22.40
35	46.12	33.30	48.03
40	75.31	64.20	109.41
45	138.88	134.88	271.76
50	266.89	319.07	762.89

இவை பொதுச் செதுக்கத் தாங்குதிறன் காரணிகள், இடத்தகச் செதுக்கத் தாங்குதிறன் காரணிகள் N_c', N_q', N_r' அறிய

$\phi = \tan^{-1}(0.67 \tan\phi)$ சமன்பாடு மூலம் ϕ கண்டு பிடித்துக் கொள்ள வேண்டும். அட்டவணை ϕக்கு பதிலாக ϕ^{1} , மதிப்பை வைத்து அதன் நேர் உள்ள தாங்குதிறன் காரணிகளை அறிக.

மேற்கண்ட சமன்பாடுகள், தொடர்ச்சியாக உள்ள நீளமான அடிமானத்திற்குப் பொருந்தும். பிறவடிவங்களில் அறிய வடிவக்காரணி சேர்க்க வேண்டும்.

பாரம் நேராக வராமல் சாய்வாக இருந்தால் சாய்மானக் காரணியைச் சேர்க்க வேண்டும்.

அடிமானம் தரைமேல் இல்லாமல் ஆழத்தில் இருந்தால் ஆழக் காரணியைச் சேர்க்க வேண்டும். (அட்டவணை 5).

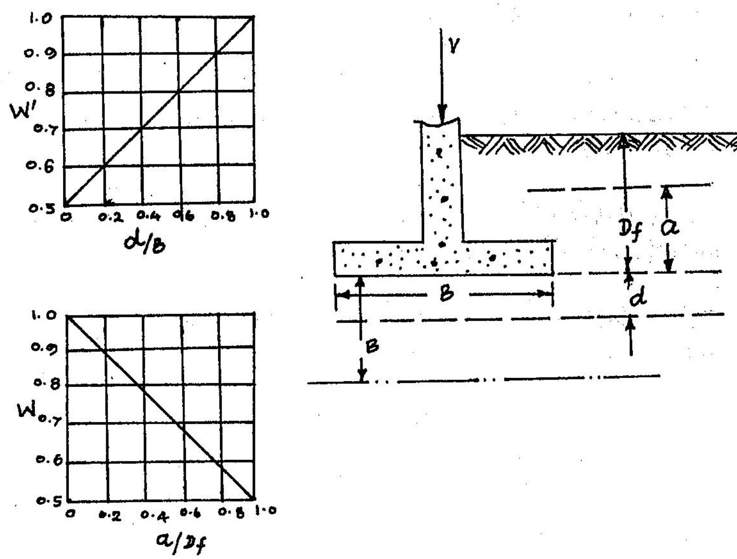
அட்டவணை – 5

வடிவக் காரணிகள்

வ.எண்	வடிவம்	வடிவக் காரணிகள்		
		sc	sq	sv
1.	தொடர்ச்சியானது	1.00	1.00	1.00
2.	செவ்வகம்	1 - 0.2 B/L	1 - 0.2 B/L	1 - 0.4 B/L
3.	சதுரம்	1.30	1.20	0.80
4.	வட்டம்	1.30	1.20	0.60

சமன்பாட்டில் B விட்டம் எனக் கொள்க

நிலநீர்மட்டம், அடிமானத்தின் அகலத்தளவு கீழே இருந்தால் திருத்தம் தேவையில்லை (காரணி–1), அடிமானத்தின் கீழ்மட்டத்திலிருந்தால் நீர்மட்டத் திருத்தக் காரணி 0.5 என்று எடுத்துக் கொண்டு பெருக்க வேண்டும். இடைப்பட்ட ஆழத்திற்கு 0.5 முதல் 1 வரை ஆழத்தைப் போல நேர் விகிதத்தில் இருக்கும் (W′) (படம் 10–10)



நிலத்தடி நீர் மட்டத்திற்கான திருத்தம்

படம் 10-10

பொதுமைப்படுத்திய சமன்பாடுகள் வருமாறு :

(அ) பொதுச் செதுக்க நொடிப்பு:

$$q_d = cN_c s_c d_c i_c + q\,(N_q - 1)\, s_q d_q i_q + \tfrac{1}{2} B\gamma N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma W'$$

(ஆ) இடத்தகச் செதுக்க நொடிப்பு;–

$$q'_d = cN'_c s_c d_c i_c + q\,(N'_q - 1)\, s_q d_q i_q + \tfrac{1}{2} B\gamma N'_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma W'$$

ஆழக்காரணிகள்

$$d_c = 1 + 0.2\,\frac{D_f}{B}\,\sqrt{N\phi}$$

$$dq = d\gamma = 1 \text{ for } \phi < 10^0$$

$$dq = d\gamma = 1 + 0.1\frac{D_f}{B}\sqrt{N\phi} \text{ for } \phi > 10^0$$

சாய்மானக் காரணி

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\alpha}{90}\right)^2$$

$$i_r = \left(1 - \frac{\alpha}{\phi}\right)^2$$

இதில் α பாரத்தின் சாய்மானம்.

11.10.2 பற்றிலா மண் (c=0)

(அ) பொதுச் செதுக்க நொடிப்பா அல்லது இடத்தக நொடிப்பா என்பதனை அட்டவணை–6இல் உள்ளபடி எடுத்துக் கொள்ளலாம்.

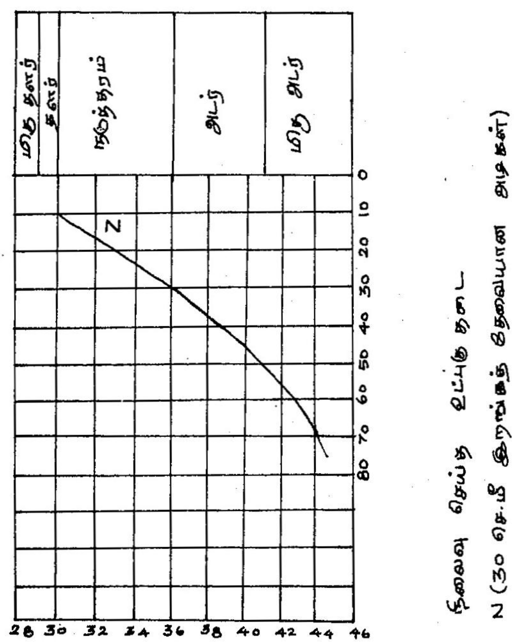
அட்டவணை – 6

ஒப்படர்த்தி கொண்டு நொடிப்பு நிலை தேர்ந்தெடுத்தல்

வ.எண்	ஒப்படர்த்தி (அடர்த்திக் குறியெண்)	காலியிட விகிதம்	மண் தன்மை	நொடிப்பு நிலை
1.	70% க்கும் அதிகம்	0.55க்கு குறைவு	அடர்	பொதுச் செதுக்க நொடிப்பு
2.	20க்கும் கீழே	0.75க்கு மேலே	தளர்	இடத்தகச் செதுக்க நொடிப்பு

3. 20% முதல் 70%வரை	0.55 முதல் 0.75 வரை	நடுத்தரம்	1 & 2 இடையில் எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும்.

(ஆ) நிலைவு செய்த உட்புகு தடைச் சோதனை முடிவுகளிலிருந்து N மதிப்பு கிடைக்கும். N மதிப்பிற்கேற்ற ϕ மதிப்பைப் படம் 11.7லிருந்து எடுத்துக் கொள்ளலாம்.



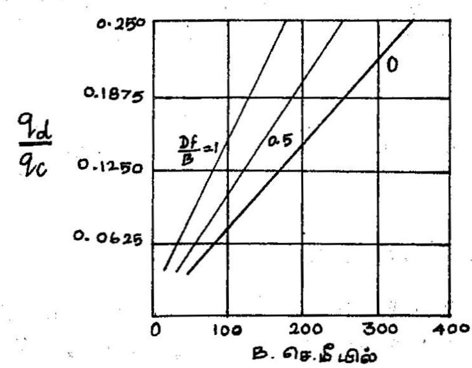
உள்ளுராய்வுக் கோணம் ϕ பாகை ϕ–N உறவு

படம் 11-7

$$q_d = q\,(N_q - 1)\, s_q d_q i_q + \tfrac{1}{2} B_\gamma N_\gamma s_\gamma i_\gamma w'$$

(இ) நிலையியல் கூம்பு உட்புகு சோதனை மூலம் ஒவ்வொரு இடத்திலும் சராசரி உட்புகுதடை கண்டுபிடித்துக்

கொள்ளவேண்டும். நீண்ட நாடாப் போன்ற அடிமானத்திற்கு மொத்தத் தாங்குதிறனைப் படம்11–17 லிருந்து அறியலாம். இதனை வடிவக்காரணி, சாய்மானக்காரணி, நிலநீர்த்திருத்தம் ஆகியவற்றால் பெருக்க வேண்டும். ஆழத்திற்கான திருத்தம் வரைபடத்திலேயே சேர்க்கப்பட்டுவிட்டது.



நிலையியல் கூம்புச் சோதனைக்கான அட்டவணை

படம் 11-17

11.10.3 பற்றுடை மண் $\phi = 0$

(அ) ஒரே மாதிரியான மண் கொண்ட படலம்.

ஈரந்திகட்டிய ஒரே மாதிரியான மண் கொண்ட பற்றுடை மண் படலத்தில் கட்டடம் கட்டி முடிந்த உடனே அதன் தாங்குதிறனைப் பின்வரும் வாய்ப்பாடால் அறியலாம்.

$$q_d = CN_c s_c d_c i_c$$

இதில் N_c = 5.14யின் மதிப்பைக் கட்டுப்படுத்தாத அமுக்குதிறன் சோதனை மூலம் அறியலாம். அட்டவனை –7 இல் கண்டுள்ளபடி நிலையியல் கூம்பு உட்புகுத்தடைச் சோதனை மூலமும் அறியலாம். $s_c d_c i_c$ ஆகியவற்றை அறியும் முறை முன்னரே விளக்கப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை – 7

கூம்பு உட்புகு சோதனை மூலம் மதிப்பு அறிதல்

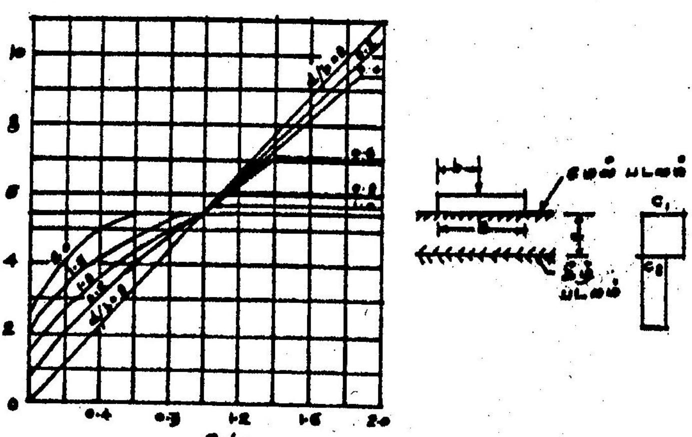
மண்வகை	கூம்பு உட்புகு தடை மதிப்புகள் q_c (Kgf/cm²)	வடியாப் பற்றின் எல்லை (Kgf/cm²)
இயல்பாகக் கெட்டிப்பட்ட களிமண்	$q_c < 20$	$\frac{q_c}{18}$ முதல் $\frac{q_c}{15}$ வரை
மிகையாகக் கெட்டிப்பட்ட களிமண்	$qc > 20$	$\frac{q_c}{26}$ முதல் $\frac{q_c}{22}$ வரை

(ஆ) இரண்டு படல மண் அமைப்பு

பற்றுடை மண் இரண்டு படலங்களாக உள்ளபோது, அவற்றில் சமச்சீர் அல்லாத பண்புகள் குறைந்துள்ளபோது, பின்வரும் சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தலாம்.

$$q_d = c_1 N_c$$

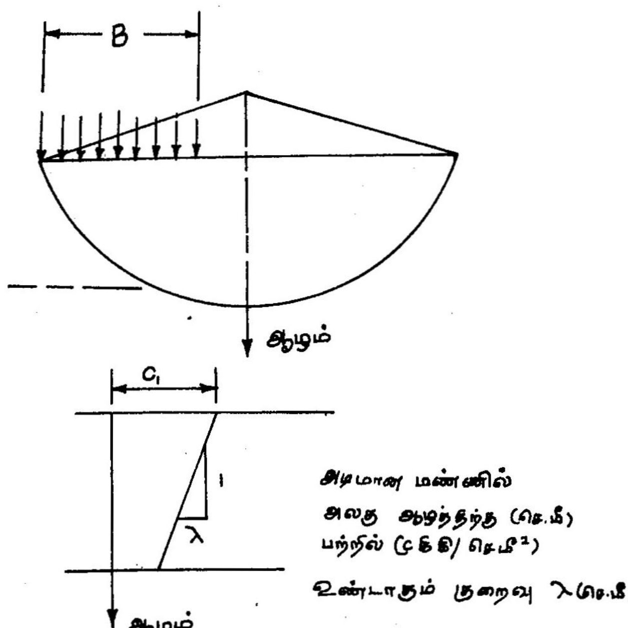
இதில் N_c மதிப்பைப் படம் 11–18 லிருந்து அறியலாம்.



படம் 11-18

(இ) உலர்ந்த மண் படலங்கள்

உலர்ந்து கொண்டிருக்கும் களிமண்ணில் வடியாச் சோதனை நடத்தினால் ஆழம் போகப்போகப் பற்றுக் குறைந்து கொண்டே வரும்; குறிப்பிட்ட ஆழத்தில் நிலைப்பட்டு ஒரே மதிப்பாகத் தொடரும். பிற காரணிகளின் மேலாதிக்கம் இல்லாத வரை மேற்கூறியது பொருந்தும். வடியாச் சோதனையில் பற்று மதிப்பு கண்டுபிடித்து வரைந்தால் படம் **11–19** கண்டுள்ளபடி அமையும். இதில் அழுத்தக் குமிழ் உலர்ந்த மேல் ஆழத்திற்குள் அமையுமானால், இறுதி நிகரத் தாங்கு திறனை, அட்டவணை **8**லிருந்து எடுத்துக் கொள்ளலாம்.



உலர்ந்த பற்றுடை மண்ணுக்கான தாங்கு திறன் காரணிகள்

படம் 11-19

அட்டவணை 8

உலர்ந்த மண்ணுக்கு இறுதி நிகரத் தாங்குதிறன்

$\frac{8\lambda B}{qd}$	$\frac{qd}{c_1}$
0.0	5.7
0.2	5.0
0.4	4.5
0.6	4.0
0.8	3.6
1.0	3.2

λ மற்றும் C_1 ஆகியவற்றை நிலைத்துளைத்தகவல் மூலம் அறிய வேண்டும் அடிமானத்தின் அகலம் B தெரியும். $\frac{8\lambda B}{qd}$ மற்றும் $\frac{qd}{e1}$ ஆகியவற்றை முயன்றறிமுறை (trial and error) யின் மூலம் பொருத்திப் பார்த்து மதிப்பு அறியலாம்.

இந்தியச்செந்தர நிறுவனத்தின் $q_d = q_{ult}$ நிகரத் தாங்குதிறன் என்பதை அறிவீராக.

11.11 அனுமதிக்கக்கூடிய தாங்குதிறன் :

ஒரு மண்ணில் எவ்வளவு பாரம் தாங்கும் என்பதைப் பலவகைகளில் நிர்ணயிக்கிறோம். அதில் எவ்வளவு அனுமதிக்கலாம்? பின்வரும் இரண்டு நிலைகளில் எது குறைவாக உள்ளதோ அதனை அனுமதிக்கலாம்.

அ. மேற்கூறிய முறைகளில் கண்டறிந்த நிகரத் தாங்குதிறனை, காப்புக்காரணியால் வகுத்துக் கிடைக்கும் மதிப்பு பாதுகாப்பான தாங்குதிறன் ஆகும்.

ஆ. அனுமதிக்கக்கூடிய படிமானம் எவ்வளவோ, அதனை மிகாமல் அடிமானத்தில் பாரம் ஏற்றலாம்.

அனுமதிக்கக்கூடிய படிமான அளவைப் படிமானப் பகுதியில் காண்க. இரண்டு அல்லது மூன்று பாரங்களுக்குப் படிமானம் கணக்கிட்டு, அதிலிருந்து அனுமதிக்கக் கூடிய படிமானத்திற்குப் பொருத்தமான பாரத்தைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும்.

12. சாய்மானச் சமநிலை

12.1 தரை சமதளமாக இருப்பதில்லை. மேடும் பள்ளமும் அடுத்தடுத்து அமைவன. இவற்றை இணைக்கும் தளம் சாய்மானமாக உள்ளது . தரையின் சாய்மானத்தை, அத்தளம் கிடைமட்டத்தோடு அமைக்கும் கோணத்தை அளந்து சொல்கிறோம். ஒரு மணற் குவியலைக் காண்கிறோம். அதன் பக்கங்கள் செங்குத்தாக நிற்க முடிவதில்லை. மேலுள்ள மணல் துகள்கள் சரிந்து கீழே விழுந்து விடுகின்றன. எனினும் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு வந்ததும் மேலும் சரிவதில்லை. அச்சாய் மானத்தில் மணலுள்ள விசைகள் சமநிலைக்கு வந்து விடுகின்றன. க ளிமண் துகள்கள் உலர்ந்து பொடிந்துள்ள போது மிகவும் தாழ்வான சாய்மானம் கொள்கின்றன. சிறிதளவு ஈரத்துடன், பிசைந்து நிறுத்தினால் செங்குத்தாகக் கூட நிற்கிறது. தண்ணீர் அதிகம் கலந்து விட்டால் சாய்மானம் தளர்ந்து கொண்டே வந்து, தண்ணீரைப் போன்றே சமமாகி விடுகின்றது.

ஆற்றங்கரைகள், கால்வாய்க்கரைகள் போன்றவை வறண்ட காலங்களில், அவை அமைந்துள்ள சாய்மானத்தில் திடமாக நிற்கின்றன. மழை காலங்களில் அக்கரை மீது நடந்து பார்த்தால், ஆங்காங்கு, பல இடங்களில் தனித்தனியே சரிந்து, கரையிலிருந்து விலகிப் போய் உள்ளதைக் காண்கிறோம். இது போன்ற சரிவுகள் ஏற்படுவதன் காரணங்களை ஆராய்ந்தறிவது பொறியாளரின் கடமை. ஏரிக்கரைகள், மண் அணைகளின் கரைகளை அமைக்கும் போது, சரிவுகள் நிகழாவண்ணம் திட்டமிடுவது இன்றியமையாதது.

சொல்லோட்டம் :

ஆங்கிலத்தில் slope, gradient என்ற ஒரு சொற்கள் உள்ளன. இரண்டும் தனித்தனிப் பொருளில் பல இடங்களில் வழங்குகின்றன. இருந்த போதிலும், சில வேளைகளில், இரண்டும் ஒரே பொருளைக் குறிக்கும் வகையில் இடம் மாற்றிக் கொள்ளுகின்றன. தமிழிலும் வேறுபாடு தெரிவதற்காக slope சாய்மானம் gradient ச ரிமானம் என்ற

தனித்தனிச் சொற்களில் சுட்டுவோமாக. மண்கரையிலிருந்து ஒரு பகுதி மண் பிரிந்து செல்வதை slip என்பர். இதனைச் சரிவு என்று சொல்லுவோம். இச்சரிவை, மேலே கூறிய சரிமானத்தோடு இணைத்து மயங்க வேண்டாம். creep, slide, slip ஆகி யவற்றை ஊர்வு, நகர்வு, சரிவு எனக் கொள்ளல் சாலும்.

சரிவுகள் நிகழ்வதற்கான காரணங்களில் முதன்மையானவை புவிஈர்ப்பு விசை, கசியும் நீர் மற்றும் நிலநடுக்கம் ஆகியன. நிலப்பொதியில், மேற்கண்ட காரணங்களால், செதுக்கத் தகைவு தோன்றுகின்றது. சாத்தியமான தளங்களில், செதுக்கத்திறன் போதுமானதாக இல்லையாயின் நொடிப்புக்குக் காரணமாகி, ஒரு பகுதி பிரிந்து தனியே போய்விடுகிறது. மரத்தின் வேர்கள், பனிக்கட்டுகள், பிற பொருள்கள் மண்ணுள் இருந்தால் அவை செதுக்கத்திறனுக்கு உதவியாக இருந்து நொடிப்பை எதிர்க்கின்றன.

தரையின் அருகில் நிலத்திற்குள் செதுக்குத் திறன் பருவக்காலங்கள் தோறும் மாறிக்கொண்டேயிருக்கும். மழை காலங்களில் சில மண்வகை உப்பும். இக்காலங்களில் அதன் செதுக்கத்திறன் வறண்ட காலங்களை விட மிகவும் குறைந்திருக்கும். குளிர்நாடுகளில், பனி உறைவதால் ஏற்படும் உப்பலால், வேனில் காலத்தை விட குளிர்காலத்தில் திறம் குறைந்திருக்கும். தரை அருகில் ஏற்படும் இம்மாற்றங்களைக் கணக்கிடுவது எளிதல்ல. திறன்மாறுபாடு சற்றே ஆழமாகச் சென்றுள்ள இடங்களில் இது ஓரளவு சாத்தியம் ஆகும். சாய்மானச் சமநிலைக் கணக்குகளில், எப்போதும் மிக மோசமான பருவநிலைமையையே எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும்.

12.2 தண்ணீரின் செய்ல்வு :

சாய்மானச் சமநிலைக் கணக்குகளில், தண்ணீரின் ஓட்டம் அல்லது கசிவின் விளைவுகள் பொதுவாகத் தீங்கானவை என்று அறிந்திருக்கிறோம். எனினும் அதன் விளைவுகளை இன்னும் சரியாக மதிப்பிட முடியவில்லை. மண்ணின் வழியே செல்லும் கசிவு நீர், ஏற்படுத்தும் கசிவு விசைகள், பல சீரிய விளைவுகளை ஏற்படுத்துகிறது.

மழைநீர், மண்ணின் மேற்பரப்பில் ஓடும்போது மேல் மண்ணை அரித்துச் செல்கிறது. அதனால் கரை உயரம் குறைந்து, சமநிலைக்கு உதவுகிறது. கரை ஓரம் ஓடும் நீர், அடிக்கரையில் அரிப்பு ஏற்படுத்துவதால் கரையின் உயரம் கூடுகிறது. அகலம் குறைகிறது. அதனால் சிதைவு நிகழக்கூடிய தளத்தின் நீளம் குறைகிறது. சமநிலைக்கு ஆபத்து நெருங்கி வருகின்றது.

நில நீர் மட்டம் இறங்கும் போதும், அருகிலுள்ள கால்வாய் வடியும் போதும், மண்ணின் மூழ்குதன்மை குறைகின்றது. அதனால் மண்ணின் எடை கூடுகிறது. அதற்கேற்பச் செதுக்கத் திறன் கூடுமோ எனில், எடை கூடுவதால் அமுக்கம் கூடி அதற்கேற்ப செதுக்கத்திறன் கொஞ்சம் கூடும். அமுக்கத்தால் கெட்டிமை நிகழக்கூடும். பெருமண் பொதி திகட்டிய நிலையில் இருந்தாலும், குறைந்த ஊடுருவல் உள்ளதாக இருந்தாலும், பரும மாறுபாடு ஏதேனும்இருந்தால், அது மிகமிக மெதுவாக நிகழக்கூடும்.

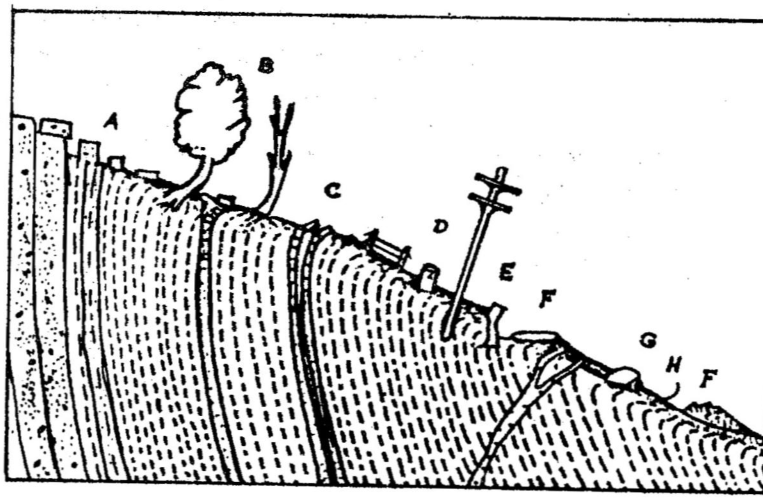
மாறாக பருமனில் செதுக்கம் நிகழ்ந்தால், பரலிடை அழுத்தம் கூடும்; நடுத்தகைவுக்கூடும். இத்தகைய நிலைமையில், மொத்த மண்ணும் கூழ்ம நிலை அடையும்; கூழ் போல ஓடும். இதனை ஒத்த நிகழ்ச்சி மணபொதியில் சில மெல்லிய திறங்குறைந்த படலங்களில் நிகழும்போது அப்படலத்தின் வழியே சிதைவு ஏற்பட்டு, அப்பகுதி சரிந்து போகின்றது.

கூழ்ம நிலை என்பது பொதுவான சொல், அதனைப் பரலிடை அழுத்தம் நடுத்தகைவு, உப்பல் போன்ற சொற்களால் விளக்க வேண்டும்.

12.3 மண் - ஊர்வு

உதகமண்டலம் போன்ற மலைப்பாங்கான இடங்களில் அடிக்கடி காணும் காட்சிகளில் ஒன்று, வளைந்த மரங்கள், சாய்ந்த தந்திக்கம்பங்கள் முதலியன.

மலைச்சரிவுகளில், தரையருகே உள்ள மண் அடிக்கடி விரிவடைதல் சுருங்குதல் என்ற சூழலுக்கு ஆட்படுத்தப்படுகின்றது. வெப்பநிலை மாற்றம், ஈரம்படுதலும், உலர்தலும் மாறிமாறி நிகழ்தல் மற்றும் பனிகாலத்தில் உப்புதல், பின்னர் உருகிச் சுருங்குதல் போன்றவை



படம் 12-1

இதற்குக் காரணமாக உள்ளன. விரிவடையும் போது, ஈர்ப்பு விசைக்கு எதிராக எழுகின்றன. சுருங்கும் போது ஈர்ப்பு விசையின் உதவியால் தணிகின்றன. மலை சரிவாக இருப்பதால், சுருங்கும் போது சரிவில் சற்றே கீழ்நோக்கியும் நகருகின்றன. வாட்டம் குறைந்த தகரக் கூரையில் ஒரு செங்கல் வைப்போம். அது விரைவில் சரிந்து கீழே வராது; ஆனால் காலப் போக்கில், ஈர்ப்புவிசையால் மெல்லச் சரிந்து கொண்டே வருகின்றது. செங்கல் நகருவது கண்ணுக்குத் தெரியாது. இதே போன்று மலைச் சரிவிலுள்ள மேல் மண் மெல்ல மெல்ல கீழ்நோக்கி இடம் பெயருகிறது. அதனால் மரத்தின் வேர்கள் மண்ணுள்ளும், அடிமரம் சாய்ந்தும் இருப்பதைக் காணலாம். தந்திமரம் சாய்ந்திருக்கிறது. இருப்புப்பாதை, சாலைப்பாதை ஆகியவனவும், தம் இடம் மாறிவிடுகின்றன. பூமிக்கடியில் உள்ள குழாய்கள் முறிந்து விடுகின்றன.

மண்ணின் தன்மையும் கால நிலையையும் பொருத்து ஒரு சில செமீ முதல் ஒரு சில மீட்டர் ஆழம் வரை இவ்விடப் பெயர்ச்சி ஊடுருவி உள்ளது. எளிதில் அமுங்கும் மண்ணும், ஊடுருவல்கெழு அதிகமுள்ள மண்ணும், பருவ மாறுபாடு அதிகம் அடைகின்றது. அங்கெல்லாம் மண்– ஊர்வு எளிதில் காணக்கூடியதாக இருக்கும்.

பொதுவான மண் – ஊர்வை, சாய்மானச் சரிவாகக் கருதுவதில் லை. எனினும் நிலத்தடிக் குழாய்கள். மட்டம் அறிமேடைகள் (Bench Mark) சாலைகள், இருப்புப் பாதைகள், தாங்குசுவர்கள் ஆகியவை தத்தம் பயன்பாட்டை இழக்கின்றன.

12.4 பலவகை நகர்வுகள் :

மண் கரைகளில், ஒரு பகுதி நகர்ந்து சென்றுவிடும் நிலைமை பலவகைக் காரணங்களால் நிகழ்கின்றன.

மலைச் சரிவுகளில் ஊர்வு நிகழும் இடங்களில், மரத்தின் வேர்கள், அடிமண்ணோடு நன்கு பிடித்துக் கொண்டிருக்கின்றன. ஊர்வு அதிக மாகும் போது, வேர்களில் ஒன்றிரண்டு இழுப்பம் தாங்காமல் அறு பட்டுவிடும். அப்போது அடிமண்ணில் பிடிப்பை இழந்த மேல் மண் ஒரு நிலச் சரிவுக்குத் தயாராக உள்ளது. அப்போது ஈரம்பட்டால் உடனே சரிந்து விடுகிறது. வெப்ப நாடுகளில், தாவரம் மிகுந்த மலைச் சரிவுகளில், மழைக்காலங்களில் இத்தகைய நிலச்சரிவுகள் அடிக்கடி நிகழக்கூடியவை.

உய்ய அடர்த்தியை விட, அடர்த்தி குறைவாக உள்ள மணற்பாங்கான பகுதிகள்,நொடிப்பு நேர்ந்தால், கூழ்ம நிலையை அடைந்து விடுகின்றன. ஏதாவது அதிர்ச்சி உண்டாகும் போதும், நில நடுக்கத்தின் போதும் இவ்வகை மண், கூழ்ம நிலை அடைகின்றது. களிமண், அதன் கலைக்கப்படாத நிலையை விட, மறுவார்ப்பு மண்ணில் குறைந்த செதுக்கத்திறன் கொண்டதாக இருந்தால் நொடிப்பு நிகழும்போது, கூழ்மநிலை அடைந்துவிடுகிறது. இவ்வகை மண் நகர்வுகள் வேகமாக நிகழுகின்றன. வெகுதூரம் வரை ஓடிச் சென்று அடைகின்றன. புவியியலாளர்கள் மண் நகர்வை, மண் ஓட்டம் என்பர்.

இவ்வகை மண் நகர்வுகள், கணக்கீடுகளுக்கு அடங்காதவையாக உள்ளன. இவற்றை அறியவும், கட்டுப்படுத்தவும், இன்னும் போதிய நடைமுறைகள் உருவாகவில்லை.

12.5 காப்புக் காரணி :

ஒரு சாய்மானத்தில் சரிவு நிகழாதிருக்க, அதிலேற்படும் செதுக்கத் தகைவை விட செதுக்கத்திறன் கூடுதலாக இருக்க வேண்டும். செதுக்கத்திறன் $\lambda = c + \bar{\sigma}\tan\phi$ இதில் C மற்றும் ϕ ஆகிய இரண்டு காரணிகளில், கூடக் குறைய இருக்கலாம்.

ஒரு கரையை $c_e = 1$ கிகி/செமீ^{2} மற்றும் ϕ_e - 15^0 கூறுகளுக்குத் திட்டமிட்ட வேண்டுமென்று வைத்துக் கொள்வோம். பாதுகாப்புக்காக $C_d = 0.8$ கிகி/செமீ^{2} மற்றும் $\phi_d = 12^0$. கூறுகள் கொண்ட மண்கரையைத் திட்டமிடுகிறோம். இதில் காப்புக் காரணிகள் வருமாறு :

$$F_c = \frac{C_e}{C_d} = \frac{1}{0.80} = 1.250$$

$$F_\phi = \frac{\tan\phi_c}{\tan\phi_d} = \frac{0.268}{0.212} = 1.264$$

இங்குள்ள மண்ணின் செங்குத்துத் தகைவு 12 கிகி/செமீ^{2} என வைத்துக் கொள்வோம்.

தேவையான திறம் $= s = c_e + 12\tan\phi_e$
$= 1 + 12 \times 0.268 = 4.216$

அமைக்கும் திறம் $= 0.8 + 12 \times 0.212 = 3.344$

மொத்தக் காப்புக் காரணி $= \frac{4.216}{3.344} = 1.261$

இதனைச் செதுக்கத்திறன் காப்புக் காரணி என்பர்.

உள்ளுராய்வுக் கோணக் காப்புக் காரணியின் சிறும மதிப்பு 1.00 ஆகும்.

அப்போது முழு உராய்வும் பயன்படுகிறது. பற்றுப் பாதுகாப்புக் காரணி **1.25**

சமநிலைக்குத் தேவைப்படும் பற்று, உயரத்திற்கு நேர்விகிதத்தில் இருக்கும். எனவே இதனை (F_H) உயரக்காப்புக் காரணி என்றும் சொல்லலாம்.

$$F_H = \text{அமைக்கும் உயரம்}/\text{உய்ய உயரம்}$$

$$F_c = F_H$$

$$F_H = \frac{C_e}{C_d} \ \& \ S = \frac{C_e}{F_H} + \bar{\sigma} \tan\phi_c$$

காப்புக் காரணிகள் வைத்துக் கணக்கிடும் முறை காலங்கடந்து விட்டது. உயரம், சாய்மானம் மண்ணின் அலகெடை, மண்ணினுள் உருவாகும் c_d, ϕ_d மதிப்புகளைக் கொண்டு தற்காலத்தில் சமநிலை ஆய்வுகள் நடைபெறுகின்றன.

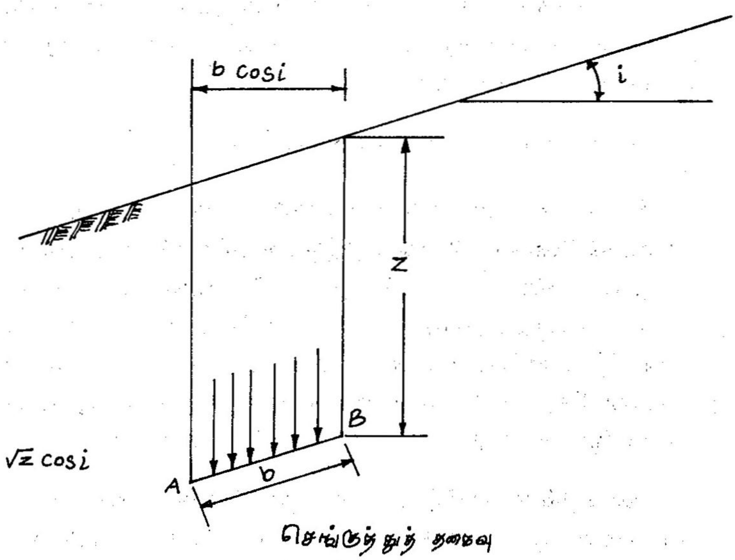
12.6 வரம்பிலாச் சாய்மானம் :

எல்லையில்லாமல் தொடருகின்ற ஒரே சாய்மானம் கொண்ட நிலத்தை வரம்பற்ற சாய்மானம் என்பர். பாறையின் அல்லது கெட்டிப் பகுதியின் மேல் உள்ள மண்ணின் கனம் (H) ஒரே அளவு இருப்பதாகவும், மண்ணின் பண்புகள் முழுநீளத்திலும் மாற்றம் ஏதும் இல்லாமலும் இருப்பதாக எடுத்துக் கொள்கின்றோம்.

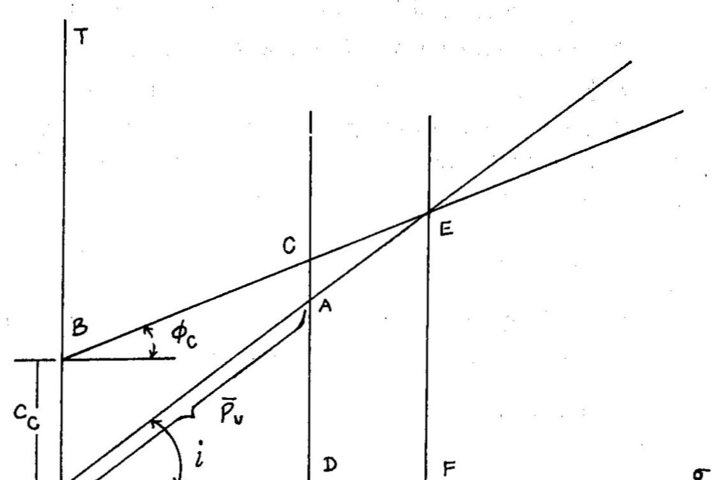
தரையின் சாய்மானக் கோணம் i எனக் கொள்வோம். (படம் 12.2) சாய்மான நீளம் b மீது z ஆழத்தில் ஏற்படும் மண்ணின் பாரம் yzb cos i இவ்விசை b அகலத்தில் பரந்துள்ளது. அலகுத் தகைவு,

$$\frac{\gamma\, zb \cos i}{b} = \gamma\, z \cos i$$

களிம மண் தரையில் நீர்க்கசிவு இல்லாத நிலவரத்தைக் கருதிப் பார்ப்போம் (படம் 12.3).



படம் 12-2



படம் 12.3

சாய்மானக் கோணம் i ஆக உள்ள மண் தரையில் z ஆழத்தில் நேர்தகைவு (படம் 12–3யில்) OD, செதுக்க விசை DA சாய்மானத்தில் வரும் அழுத்தம் $= OA = \gamma z \cos i$

பற்றுடைமண்ணின் செதுக்கத் திறம்,

$S = C_c + \bar{\sigma}\tan\phi_c$ என்பதறிவோம்; இதில் C_c = பற்று ϕ_C = உள்ளுராய்வுக் கோணம். BCE கோடு இந்நிலவரத்தைக் காட்டுகிறது. i கோணத்தை விட ϕ_c கோணம் பெரிதாக இருந்தால், இவ்விருகோடுகளும் ஒன்றையொன்று வெட்டிக் கொள்வதில்லை. அதனால் நொடிப்பிற்கான வாய்ப்பில்லை. அதாவது நொடிப்புக்குத் தேவையான செதுக்கவிசையை விட மண்ணின் செதுக்கத் திறம் கூடுதலாக இருக்கின்றது.

மண்ணின் கனம் (H) அல்லது ஆழம் (Z) குறைவாக இருக்கும் போதும் நொடிப்பு நிகழ்வதில்லை. இந்நிலவரம் படம் 12.3 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. செதுக்கத்திறம் CD, நொடிப்புக்குத் தேவையான செதுக்கவிசை AD ஐ விடக் கூடுதலாகவே உள்ளது.

எனினும் இவ்விருக்கோடுகளும் E புள்ளியில் வெட்டிக் கொள்ளுகின்றன. அங்கு செதுக்கத் திறமும் (EF) செதுக்க விசையும் (EF) சமம். இந்த ஆழத்தை அல்லது உயரத்தை மாறுநிலை உயரம் (critical height) என்பர். இந்த உயரத்திற்கு மேல் உள்ள மண் உறுதியாக நிற்காது. Cd = உருவான பற்று எனவும், ϕ_d = உருவான உள்ளுராய்வுக் கோணம் எனவும் கொண்டால்

$$\lambda = cd + \bar{\sigma}\tan\phi_d$$

என்பது H ஆழத்தில் உறுதிப்பாட்டுக்கான நிலவரம் ஆகும். H ஆழத்தில் மேல் சாய்மானத்திற்கு இணையான தளத்தில்,

செதுக்கவிசை $= \lambda = \gamma H \sin i \cos i$ ஆகவும்

நேர்த்தகைவு $= \bar{\sigma} = \gamma H \cos^2 i$

இச்சமன்பாடுகளைப் பொருத்திப் பார்த்துக் கொண்டால், நொடிப்புக்குத் தேவையான பற்று,

$$C_d = \gamma H \cos^2 i\,(\tan i - \tan\phi_d)$$

இதனையே பின்வருமாறு மாற்றி எழுதலாம்.

$$\frac{C_d}{\gamma H} = \cos^2 i\,(\tan i - \tan\phi_d)$$

இதில் $Cd\gamma H$ என்பது அலகில்லாத வெற்று எண் ஆகும். இதனைச் சமநிலை எண் என அழைப்பர்.

மேற்கண்ட சமன்பாட்டிலிருந்து மாறுநிலை உயரத்தையும் கண்டு பிடிக்கலாம்.

$$H = \frac{Cd}{\gamma}\ \frac{\sec^2 i}{\tan i - \tan\phi_d}$$

சமநிலை எண், நொடிப்புக்குத் தேவையான பற்றுக்கு நேர்விகிதத்திலும், அனுமதிக்கக்கூடிய உயரத்திற்கு எதிர்விகிதத்திலும் இருப்பதைக் கூர்ந்து அறிக.

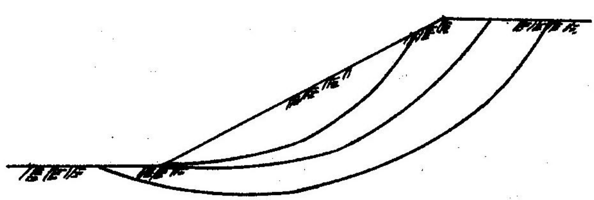
ஒவ்வொரு நிலவரத்திற்கும் ஏற்ப, அட்டவணைகளை மேற்கண்ட வாய்ப்பாடுகளின் மூலம் தயாரித்து வைத்துக் கொண்டு, சமநிலை கணக்குகளை எளிதில் தீர்க்கலாம்.

12.7 வரம்புச் சமநிலை முறைகள் : (Limit state methods)

சாய்மான மண்ணில் ஏற்படும் நொடிப்புத் தளம், நேர்தளம், வட்டத்தின் வில், லாகிருத ஸ்பைரல், அல்லது வேறு எந்த வடிவத்தில் வேண்டுமானாலும் இருக்கலாம். நொடிப்புத் தளம் செயல்படும் விசைகளின் நொடிப்புத்தளத்தால் பிரிக்கப்படும் பகுதி மற்றும் மொத்தப் பகுதி ஆகியவற்றின் வரம்புகளில் செயல்படும் விசைகளின் திருப்புமங்களை நிலையியல் விதிகளின் படி தீர்த்துச் சமநிலை அறிதல் வரம்புச் சமநிலை முறை எனப்படுகிறது. மண் துகள்களிடையே தோன்றும் தகைவுகளின் சமநிலை இங்கு கருதப்படுவதில்லை.

12.8 நொடிப்புத் தளத்தின் சாய்மானம், வடிவம் :

ஒரு மண் கரையின் நொடிப்பு பற்றி விரிவாக ஆராய்ந்த சுவிடிசு நிலத்தொழில் நுட்ப ஆணையம் நொடிப்புத் தளம் பெரும்பாலும் ஒரு வட்டத்தின் வில் வடிவிலேயே இருப்பதைக் கண்டறிந்தது. படம் 12.4 இல் நொடிப்பு நிகழக்கூடிய பல தளங்கள் காட்டப்பட்டுள்ளன. இவற்றில் மிகவும் வலிகுன்றிய தளம் எதுவோ, அதனை மாறுநிலை நொடிப்புத்தளம் (Critical Failure Plane) என்றழைப்பர் நூலோர். இதனை முயன்றறி முறையின் மூலமே அறிய இயலும். நொடிப்பு நிகழக் கூடிய பல தளங்களின் மையங்களை அனுமானித்துக் கொண்டு, அதற்கேற்ற காப்புக் காரணிகளைக் கண்டு பிடிக்க வேண்டும். மிகக் குறைவான காப்புக் காரணி வில்தளமே மாறுநிலை நொடிப்புத் தளம் ஆகும்.

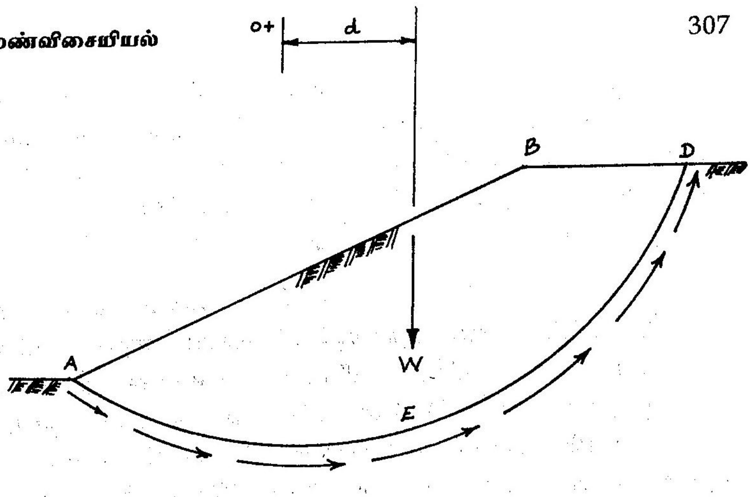


படம் 12-4

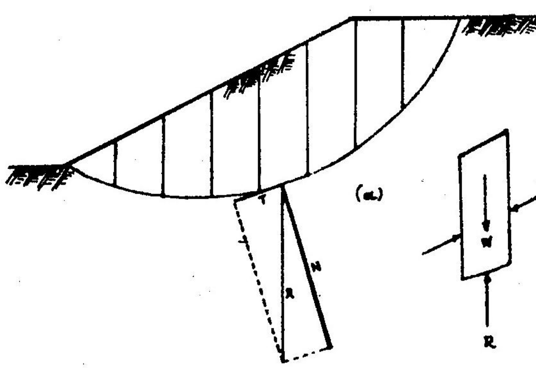
12.9 துண்டங்கள் முறை :

திரு.டபுள்யு. ஃ பெலினியஸ் (W. Fellimious) அவர்கள் கண்டுபிடித்த முறை, மண்துண்டங்கள் முறை, அல்லது சுவிடிசு மண் துண்டங்களின் முறை என்று வழங்கப்படுகிறது.

படம் 12.5 இல் ABC என்ற கரையின் நொடிப்புத் தளம் AED எனக் கொள்வோம். இதுவே ஆரம் R எனக்கொண்ட மாறுநிலை வட்டம் (Critical circle) ஆக இருக்கட்டும்.



படம் 12.5



படம் 12.6

இவ்வட்டத்தின் மையம் 0 புள்ளி ஆகும். பிரிந்து செல்லும் மண்ணின் எடை W. இதில் நொடிப்புக்கான உந்துத் திருப்பும் (actuating moment) Wd ஆகும். இதனை எதிர்த்து இயங்கும் விசை AED தளத்தின் வழியே இயங்குகின்றது. இவ்விசை மண்ணிலுள்ள பற்று மற்றும் உராய்வு விசையின் கூட்டுத்தொகையாகும்.

இதனைக் கண்டுபிடிப்பதற்காக பிரிந்து செல்லும் மண் வடிவைப் படம் 12.6 காட்டும் வண்ணம் பல துண்டங்களாகப் பகிர்ந்து கொள்ள வேண்டும். ஒரு துண்டின் மீதுள்ள விசைகள் தனியாக காட்டப்பட்டுள்ளன. எடை (W) மண் வழியே வரும் எதிர்வினைக்குச் (F) சமம். பக்க விசைகள் ஒன்றையொன்று ஈடுகட்டிக் கொள்கின்றன. எதிர்வினையை செங்குத்துக் கூறாக (N) வும், செதுக்கக் கூறாக (T) வும் வரைவு நிலையியல் (graphic statics) மூலமாகப் பிரிக்க இயலும். ஒரு துண்டின் எதிர்ப்பு விசை $C + N \tan\phi$ ஆகும். எல்லாத் துண்டுகளின் மொத்த எதிர்ப்பு விசை $CL + \tan\phi\ N$ (இதில் L வில் நீளம்). நொடிப்புத் தள வட்டத்தின் மையத்தின் வழியே திருப்புமம் எடுத்தால், மொத்த எதிர்ப்புத் திருப்புமம்

$$R \sum CL + \sum \tan\phi \sum N$$

உந்து திருப்புமம் $R \sum T$

எனவே காப்புக் காரணி

= எதிர்ப்புத் திருப்புமம்/உந்து திருப்புமம் = $\dfrac{R \sum CL + \tan\phi \sum N}{R \sum T}$

மேலும் கீழும் R அய் வெட்டிவிட்டால்,

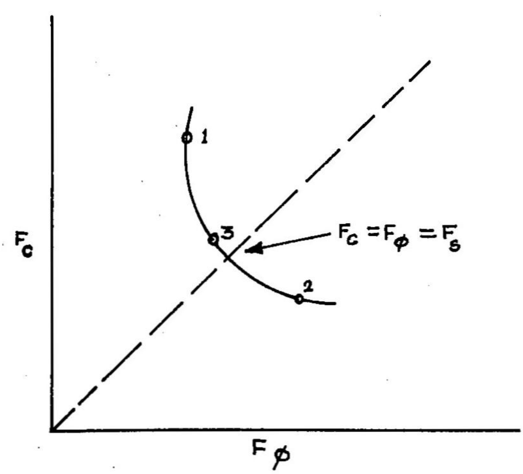
மிஞ்சுவது காப்புக் காரணி = $\dfrac{\sum CL + \sum N \tan\phi}{\sum T}$

காப்புக் காரணி மிகவும் குறைவாக எப்போது வருகிறதோ, அந்த வட்டம், மாறுநிலை நொடிப்பு வட்டம் ஆகும்.

12.10 உய்யநிலை வட்டம் (Critical Circle)

சாய்மான மண் சமநிலைக் கணக்குகளில் முக்கியமானது நொடிப்புத் தளம், அதாவது உய்யநிலை வட்டத்தை அறிவதாகும்.

சரியான உய்யநிலை C, ϕ மதிப்புகளை பட்டறி முறையிலேயே முயன்று கண்டுபிடிக்க வேண்டும். ஒவ்வொரு முயற்சியின் போதும் பற்றின் மூலம் கிடைக்கும் காப்புக் காரணிகள் (F_{c1}, F_{c2}, F_{c3} முதலியன) மற்றும் உள்ளுராய்வுக் கோணம் ϕ மூலம் கிடைக்கும் காப்புக் காரணிகள் ($F_{\phi 1}$, $F_{\phi 2}$, $F_{\phi 3}$ முதலியன) ஆகியவற்றை வைத்துக் கொண்டு உய்ய நிலை காப்புக் காரணியை, படம் 12.5ல் உள்ளது போன்று வரைந்து அறியலாம். F_{ϕ} மதிப்புகளைக் கிடை அச்சிலும், F_c மதிப்புகளை நிலை அச்சிலும் வைத்து, ஆயத்தொலைவுகள் கொண்டு புள்ளிகள் குத்திக் கிடைக்கின்ற வளைவை, மையத்திலிருந்து 45 பாகையில் வரையப்படும் கோடும் வெட்டுமிடம் நமக்குத் தேவையான உய்யநிலைக் காப்புக் காரணி ஆகும். (படம் 12.7)

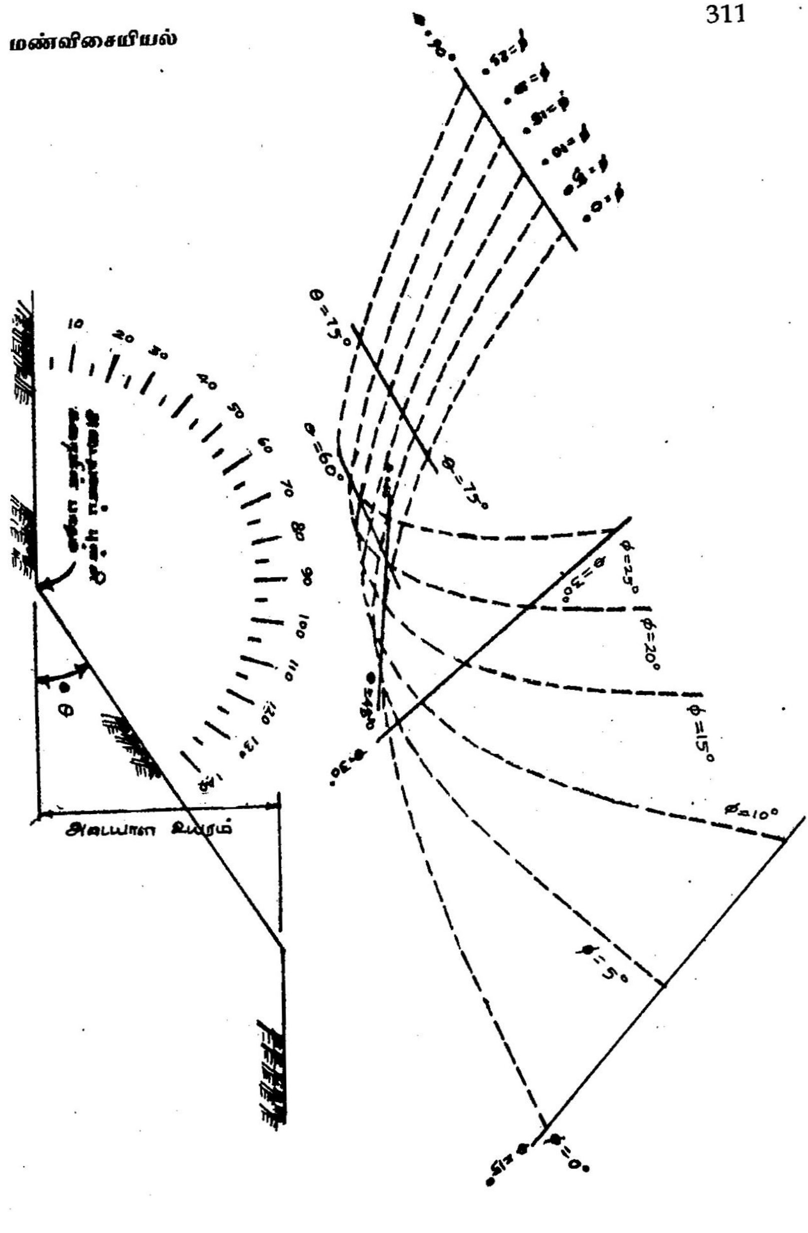


படம் 12.7

உய்ய வட்டத்தின் மையத்தைக் கண்டுபிடிக்க ஆர்.எச்.கரோல் அவர்களுடைய நூலில் ஒரு வரைபடம் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது (படம்

12.8) உள்ளுராய்வுக் கோணம் 25பாகை வரை உள்ள மண்களுக்கு இப்படம் உதவும். $\phi = 0^0, 5^0, 15^0, 20^0, 25^0$ ஆகியவற்றிற்கான வளைவுகள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. கரையின் சாய்மானம், $\phi = 0^0, 15^0, 30^0, 45^0, 60^0, 75^0, 90^0$ ஆகிய மதிப்புகளுக்கான வெட்டுக் கோடுகள் தரப்பட்டுள்ளன. இவற்றோடு தொடர்புடைய கரையின் தொடக்கம் காட்டும் அடையாள மையப் புள்ளியும் கரையின் அடையாள உயரமும் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

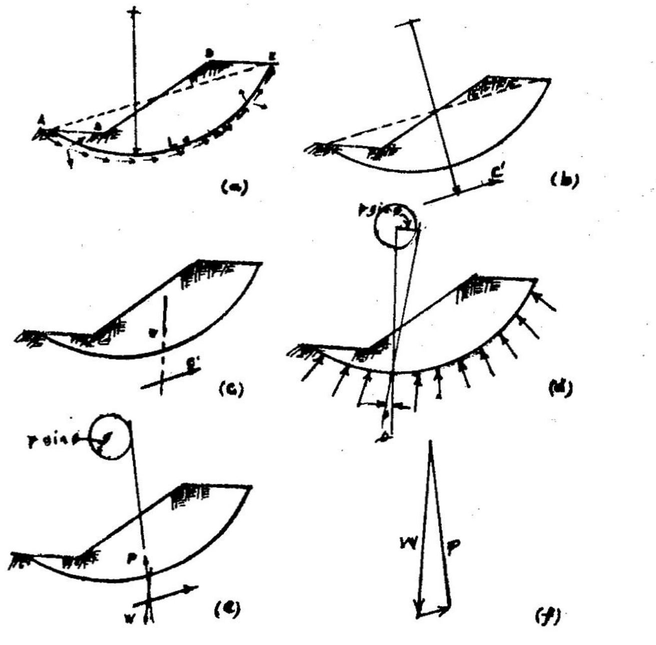
கரையின் θ மதிப்பும், ϕ மதிப்பும் தெரிந்தால் அவற்றைக் கொண்டு, ϕ வளைவும், θ கோடும் வெட்டும் புள்ளியைக் கண்டுபிடிக்கலாம். படத்தில் இல்லாத ϕ, θ மதிப்புகளுக்கு, கொடுத்துள்ள வளைவுகளின் இடையில் அளவுகளுக்கேற்பக் கண்டு பிடிக்க வேண்டும். ϕ வளைவும், θ கோடும் வெட்டும் புள்ளியிலிருந்து மையத்தை இணைக்கும் கோடு, உய்யவட்டத்தின் மையம் இருக்கும் திசையைக் காட்டும். வெட்டுப்புள்ளி, அடையாள மையப்புள்ளியிலிருந்து, அடையாள உயரத்தைப் போன்று, செங்குத்தாக எவ்வளவு மடங்கு உள்ளதென்பதை அளந்தறிந்து உய்ய வட்டத்தின் மையத்தை அறியலாம்.



படம் 12-8

12.11 உள்ளுராய்வு வட்ட முறை :

உள்ளுராய்வுக் கோணம் மிகச்சிறியதாகவோ,இல்லாமலோ இருக்கும் களிமண் ரகங்களுக்கு உள்ளுராய்வு வட்ட முறை மிகவும் பொருத்தமாக இருக்கும்.



படம் 12-9

12–9 படங்களைக் காண்க. a படத்தில் AE வில்லின் ஆரம் r என்றும் நாண் La என்றும் வில்லின் நீளம் Lc என்றும் குறிப்போம். AEDB மண் பகுதியை தனிவடிவமாகக் கருதுவோம். வில்லின் நீளம் முழுவதும் அலகு நீளத்திற்கான பற்று C சீராக இருப்பதாக எடுத்துக் கொள்வோம். கரைப் பகுதி விலகிச் செல்வதை எதிர்க்கும் விசை பற்று CLa ஆகும். உய்ய வட்டத்தின் மையத்திலிருந்து திருப்புமம் எடுத்தால் எதிர்ப்பு விசைத் திருப்புமம் CLar அல்லது Cr இவ்விசையை நாண் திசைக்கு

இணையாகவும், செங்குத்தாகவும் பகிர்ந்தால், செங்குத்தாகவுள்ள விசைகள் ஒன்றுக் கொன்று ஈடுசெய்து கொள்ளும்; இணையாக உள்ள விசைகளை ஒன்றாகச் சேர்த்து C' எனக் குறிப்போம். $C' = CL_c$ (இது C மதிப்பைவிடக் குறைவாக இருக்கும். C' விசை உய்யவட்டத்தின் மையப்புள்ளியிலிருந்து விசை உய்யவட்டத்தின் மையப் புள்ளியிலிருந்து r தூரத்தில் இயங்குவதாக எடுத்துக் கொள்வோம்.

திருப்புமம் = C'r'

$e.L_c.r = Cr = C'r'$

$$\therefore r = \frac{Cr}{C'} = \frac{e.La.r}{e.Lc} = \frac{La}{Le}.r$$

படத்தில் இதனைக் காணலாம். இதன்படி விசையின் திசையும், அமைவும் தெரிந்து விடுகிறது. நிலையியல் ஆய்வுக்கு இது ஒரு தேவையாகும். ABDE வடிவத்தின் எடை W அதன் ஈர்ப்பு மையத்தின் வழியே கீழ்நோக்கி இயங்கும். இது இரண்டாவது விசையாகும். C படத்தில் இவ்விரு விசைகளையும் காணலாம். ABDE வடிவம், அதைத் தாங்கி நிற்கும் அடி மண்ணில் ஏற்படுத்தும் அழுத்தம் P மூன்றாவது விசையாகும். இது நொடிப்புத்தளம் முழுவதும் ஒவ்வொரு அலகுப் பரப்பிலும் இயங்கும். படம் d யில் காணலாம். இதன் பெரும சாய்மானக்கோணம் ϕ பாகையாகும். d படத்தில் வரைந்துள்ளவாறு, இவற்றின் இயங்கு திசை வில்லின் மையப்புள்ளியிலிருந்து $r\sin\phi$ தூரம் தள்ளி அமைந்திருக்கும். $r\sin\phi$ தூரத்தை ஆரமாக வைத்து வில்மையத்தையே மையமாக வைத்து ஒரு வட்டம் வரைந்தால், எல்லா அலகு அழுத்த விசைக்கோடுகளும் இச்சிறு வட்டத்தின் தொடுகோடுகளாக அமையும். இவ்வலகு விசைகளின் மொத்த விசை, இச்சிறுவட்டத்தின் தோராயமான தொடு கோடாக அமையும். இச்சிறுவட்டத்தை உராய்வு வட்டம் (Friction cirlce) எனலாம். (உராய்வு வட்டம் சிறியதாக இருந்தால், அழுத்த விசையைத் தொடுகோடாக எடுத்துக் கொள்வதில் பிழை குறைவு. வட்டம் பெரிதாக இருந்தால் பிழை சற்று கூடியிருக்கும். இம்முறையை உருவாக்கிய டெய்லர் பிழைதிருத்தத்திற்கான திருத்தத்தையும் கூறியுள்ளார்.)

ABDE வடிவத்தில் இயங்குவது W, C' , P ஆகிய மூன்று விசைகள் மட்டுமேயாதலால், அவை ஒரே புள்ளியின் வழியே செல்ல வேண்டும். W திசையும், C' திசையும் ஏற்கனவே கண்டுபிடித்துள்ளோம். அவை வெட்டிக்கொள்ளும் புள்ளி வழியே உராய்வு வட்டத்திற்குத் தொடுகோடு வரைந்தால், விசையின் திசையும் உறுதியாகிவிடும் (படம் 12.9 e) இம்மூன்று விசைகளில் விசையின் அளவு தெரியும்.

படத்தில் காட்டியவாறு இம்மூன்று ஏவரைகளையும் (Vector) வரைந்து ஆகியவற்றின் மதிப்பை அறியலாம்.

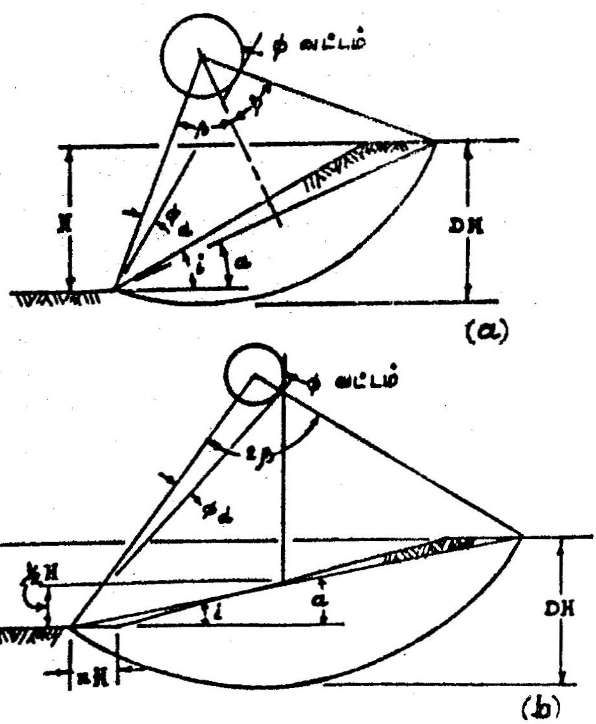
மண் நகர்வதைத் தடுக்கும் எதிர்ப்பு விசை, பற்று, உள்ளுராய்வு ஆகிய இரண்டினாலும் உண்டாகின்றது. உள்ளுராய்வுக் கோணம் 0 முழுவதும் பயன்படுவதாக எடுத்துக் கொண்டால், எதிர்புக்குத் தேவையான பற்று விசை மிகவும் குறைவாக இருப்பதாகத் தோன்றும். உராய்வுக் கோணம் அதிகமாக இருந்தால். உராய்வு வட்டம் பெரிதாக இருக்கும். சிலவேளைகளில் C' மதிப்பை எதிர்மமாக காட்டிவிடும். உராய்வும், பந்தும் ஒரே சமயம் உருவாவதால், மேற்கண்ட நிலை பொருத்தமற்றதென்பது தெளிவு. உராய்வுக் கோணத்தை பூச்சியமாக வைத்து கொண்டு கணித்துக்கிட்டும் தேவையான மண்ணில் கிடைக்கும் பற்றை ஒப்பிட்டுக் காப்புக் காரணி கண்டுபிடித்தல் நன்று. உராய்வு வட்ட முறை களிமண்ணிற்கும், உள்ளுராய்வுக் கோணம் மிகச் சிறியதாக உள்ள மண்ணிற்குமே பொருந்தும் என்பதை மீண்டும் நினைவில் கொள்க.

12.12 சமநிலை எண்கள் :

எளிய சாய்மானங்களுக்கு, வட்ட நொடிப்புத்தளமுறையில் தீர்வுகள் அட்டவணை, வரைபடங்கள் வடிவில் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளன. மண்ணின் உள்ளுராய்வுக் கோணம், கரையின் சாய்மானக் கோணம் இவைகளைப் பொருத்து, சமநிலை எண்களை உடனடியாகப் பார்த்து அறியலாம். சமநிலை எண் $= \frac{Cd}{\gamma H} = \frac{\text{உருவான பற்று}}{\text{அடர்த்தி} \times \text{உயரம்}}$

இத்தகைய அட்டவணைகளையும், வரைபடங்களையும் தயாரிப்பதற்கு கடின உழைப்பும் மிகுந்த உறுதியும் தேவை. ஒரு முறை

முயன்று வரைந்து விட்டால், அவற்றில் மிகுந்த பயன் உண்டு. இவை 12.10 படத்தில் காட்டியுள்ள எளிய ஒரே மாதிரியான மண்ணில் அமைந்த ஒரு எல்லைக்குட்பட்ட கரைச் சாய்மானத்திற்கு பொருந்தும். தோராயமான பகுப்பாய்வுகளுக்கு மிகவும் ஏற்றது. சிக்கலான கணிமானங்களில், முன்னோடிக் கணக்கீடுகளுக்கும் இவற்றைப் பயன்படுத்தலாம்.



படம் 12.10

1928 ஆம் அண்டு பெலினியஸ் (Fellinious) அவர்கள் மண்சாய்மான சம நிலை பற்றி துண்டங்கள் முறையில் முயன்றறி முறையில் ஆராய்ந்தா ர். 1937 ஆம் அண்டு டோனால்டு டபுள்யு டெய்லர்

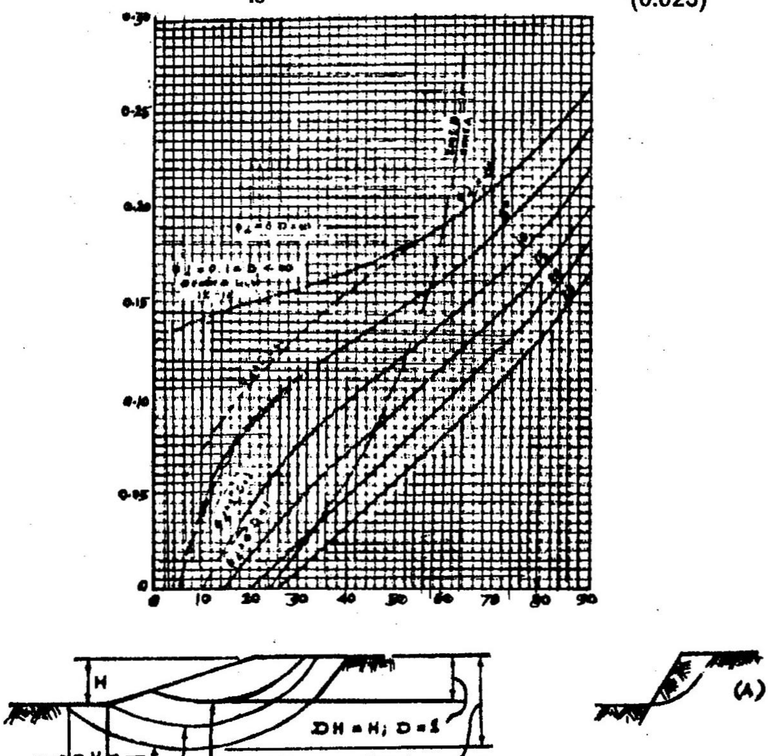
அவர்கள் உராய்வு வட்ட முறையில் முயன்றறி முறையில் கணக்கீடுகள் மூலம் தயாரித்தார். இவ்விரண்டும் பெரும்பாலும் ஒத்துவருவதை அட்டவணை ஒன்றில் காண்க.

அட்டவணை–1

கசிவு இல்லாத நிலையில் ஒரே மாதிரியான எளிய சாய்மானக் கரைகளின் சமநிலை எண்கள்

கரையின் சாய்மானம்	உருவாகிய உராய்வுக்கோணம்	துண்டங்கள் முறையில் சமநிலை எண்	உராய்வு வட்ட முறையில் சமநிலை எண்
(1)	(2)	(3)	(4)
90	0	0.261	0.261
	5	0.229	0.239
	15	0.199	0.199
	25	0.165	0.166
75	0	0.219	0.219
	5	0.196	0.195
	15	0.154	0.152
	25	0.118	0.117
60	0	0.191	0.191
	5	0.165	0.162
	15	0.120	0.116
	25	0.082	0.079
45	0	(0.170)	(0.170)
	5	0.141	0.136
	15	0.085	0.083
	25	0.048	0.044

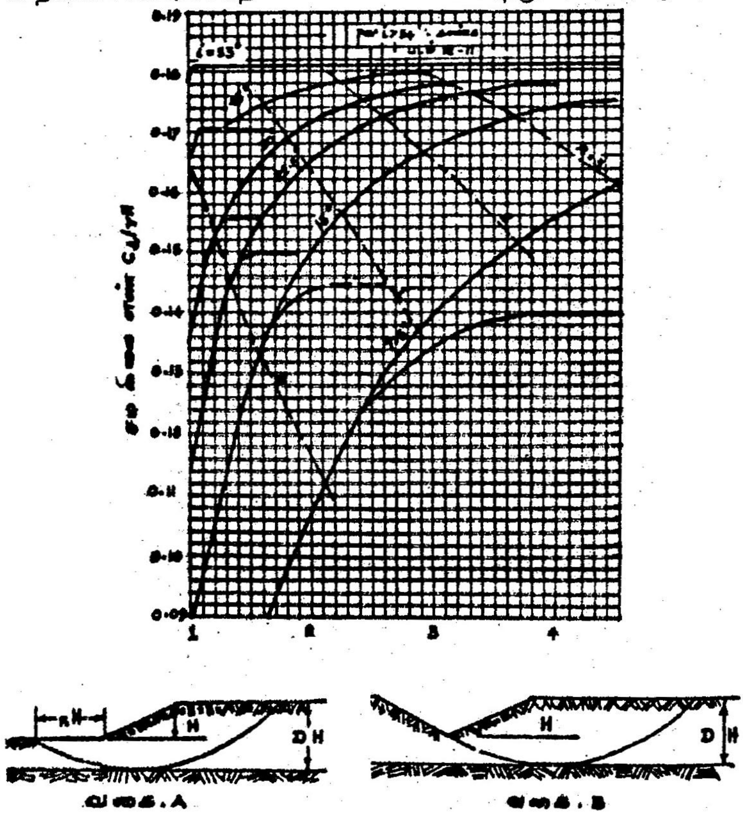
30	0	(0.156)	(0.156)
	5	(0.114)	(0.110)
	15	0.048	0.046
	20	0.012	0.009
15	0	(0.145)	(0.145)
	5	(0.072)	(0.068)
	10		(0.023)



படம் 12.11

கரையின் சாய்மானம் அதிகமாக இருக்கும்போது நொடிப்பு வட்டத்தின் கீழ்ப்புள்ளி சாய்மான அடிப்புள்ளி வழியாகச் செல்லும். இதனை 12.11 படத்தில் உள்ள A படம் காட்டும். இப்படம் A,B ஆகிய

இரண்டு மண்டலங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. A மண்டலத்தின் மேற்கண்ட விவரம் சமநிலை எண்களாகக் வரைந்து காட்டப்பட்டுள்ளன.



படம் 12.12

B படத்தில் மூன்று வித நொடிப்புத் தளங்கள் காட்டப்பட்டுள்ளன. இவை B மண்டலத்திற்குப் பொருந்தும். கரையின் சாய்மானக் கோணம் சிறிதாகும் போது, நொடிப்புத்தளம், சாய்மானத்தின் அடிப்புள்ளி வழியே செல்வதைவிட அதற்குக் கீழே செல்லும் வாய்ப்பே அதிகம். 12.12 படம் மேலும் பல நிலவரங்களில் சமநிலை எண்ணைத் தருகிறது.

13. பின்னுரை

13.1. மண்விசையியல் புலமை அடிமானப் பொறியியலுக்கு அடிப்படை. இஃது மிகவும் வளர்ந்து கொண்டிருக்கின்றது. அதில் ஒரு சிறு கூறு மட்டுமே இந்நூலில் காட்டப்பட்டுள்ளது. அறிமுகம் என்று சொல்லும் அளவைவிட மிகவும் குறைந்த பகுதியாகும். பாடத்திட்டத்தில் உள்ள பகுதிகளை மட்டுமே உள்ளடக்கியதாகலின், பல முக்கியமான பகுதிகள் விடுபட்டுள்ளன. நிலத்தடி ஆய்வுகள், பக்க அழுத்தம்போன்றவை அவற்றுள் சில. ஒவ்வொரு தலைப்பிலும் கூறப்பட்ட பகுதிகள் சுருக்கமாக இருந்தாலும் பின்னர் விரிவாகப் படித்து அறிய, இந்நூல் உதவியாக இருக்கும். மண்விசையியலோடு சேர்ந்து இருக்க வேண்டியது அடிமானப் பொறியியல் ஆகும். அது தனியாக வெளிவரும். பாடத்திட்டத்தை தடையாகக் கருதாமல் மண்ணைப் பற்றிய எல்லாச் செய்திகளையும் ஒன்றாகக் கூற முற்படுவது இன்னும் சிறந்தது.

13.2 மண் விசையியல் மிக அண்மைக் காலத்தில் தனியாகப் பிரிந்து வளர்ந்துள்ளது. ஆங்கிலச் சொற்கள் ஒவ்வொன்றும் தனித்தனிப் பொருளடைவை மேற் கொண்டுள்ளன. (மண் விசையியலில் பயன்படும் சொற்களே, பிற அறிவியலில் வேறு பொருட்களை உணர்த்துகின்றன) தமிழிலும் இனி அத்தகைய சொற்பொருள் உருவாக வேண்டும். இந்நூலில் புதிய சொற்களை அமைக்கும் போது அவ்வேறுபாடு புலனாகுமாறு அமைக்கப்பட்டுள்ளன. மாணவர்களும், ஆராய்ச்சியாளர்களும் தம் கருத்துக்களைத் தமிழில் வடிக்கும் போது, புதிய புதிய சொற்கள் உருவாகும். பழைய சொல்லின் பொருளடைவு மாறவும் கூடும். இது ஒரு தொடர் நிகழ்ச்சியெனில் மிகையாகாது.

13.3 பிறபாடப்பகுதிகளில் வரும் சொற்கள் பல இந்நூலில் கையாளப்பட்டு உள்ளன. சான்றாகக் கணக்கியலில் பயன்படும் லாகிருதம் குறிப்பிடத்தக்கது. லாக் என்று பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது. இது போன்ற வேறு பல சொற்களும் ஆளப்பட்டுள்ளன. அந்தந்தப் பாடத்தில் அதற்கான மாற்று சொல் நிலைவடைந்ததும் அவற்றை ஏற்றுக் கொள்ள வேண்டும்.

13.4 சமன்பாடுகளில் ஆங்கில எழுத்துக்களே கையாளப்பட்டுள்ளன. அவை ஆங்கிலம் என்பதற்காக விலக்கப்படவில்லை எனக் கொள்ளுதலே பொருந்தும். அறிவியலில் ரோமன் வரிவடிவங்களும், கணக்கியல் குறியீடுகளும் ஏராளமாகப் பயன்படுகின்றன. θ தீட்டா, α ஆல்பா, β பீட்டா, ϕ பை, கூ டவ், ρ ரோ, எப்சிலா, δ டெல்ட்டா, π பை போன்ற பல எழுத்துகள் குறிப்பிட்ட சொற்களுக்கு மாற்றாக விளங்குகின்றன. அவற்றை மாற்றாமல் கொள்வதே அறிவுடைமை.

13.5

படங்களில் வரிசையைச் சுட்ட A,B,C,D........... என்ற எழுத்துக்கள் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன. அ,ஆ,இ,ஈ.......... வரிசையை அதற்குப் பயன்படுத்தவில்லை. அய்ந்து குறிலை ஒற்றைப்படை எண்களாகவும், ஆ ஈ ஊ ஏ 2, 4, 6, 8 எனவும் X = 0 எனவும் கொள்வது நல்லது.

சான்று :	4367	=	ஈ இ ஊ ஏ
	1025	=	அ ஒ ஆ உ
	8790	=	ஏ எ ஒ ஒ

13.6 தமிழில் ஓரளவு பயிற்சியும் பழக்கமும் இருந்தால் போதும். இந்த நூலைப் படித்து விளங்கிக் கொள்ளலாம். பெரும்பாலும் எளிய நடையிலேயே எழுதப்பட்டுள்ளது. ஒரு சில இடங்களில் 'வருக', 'செல்க', 'செய்க', என்பது போன்ற வியங்கோள் வினைமுற்றுச் சொற்கள் ஆளப்பட்டுள்ளன. குறிப்பாகப் பரிசோதனைகளின் செய்முறைக்கு இவ்வகை பொருத்தமாகத் தோன்றியதால், சில பரிசோதனைகளில் இவை ஆளப்பட்டுள்ளன.

13.7 தமிழில் கற்பது அவற்றை நெஞ்சத்தில் வாங்கிக் கொள்வதற்காக மட்டுமே எனில் மிகையாகாது. நெஞ்சில் தெளிவாக ஆழமாகப் பதிந்து விட்டால், பிறகு தாமறிந்த எந்த மொழியில் வேண்டுமானாலும் சொல்லலாம். தமிழ்ச் சொல்லுக்கு நேரான ஆங்கிலச் சொற்களை அறிந்து கொண்டால் போதும். இந்த நோக்கிலும் கூடுதல் முயற்சி மேற் கொண்டு, பயிற்சியை வளர்த்துக் கொள்ள வேண்டும்.

13.8 நூலகத்திலுள்ள எல்லாப் புத்தகங்களையும் மாணவர்கள் ஒரு முறையாவது பார்த்து வைப்பது நலம். எந்த ஒரு தனிப் புத்தகத்திலும் நமக்குத் தேவையான எல்லாப் பகுதிகளும் பொருத்தமான முறையில் அமைந்து இருக்கும் என எதிர்பார்க்க இயலாது. ஒவ்வொரு புத்தகத்திலும், ஒரு சில பகுதிகள் சிறந்து விளங்கும். அவற்றைப் பிற்கால வாழ்க்கையில் தேவைப்படும்போது தேடி எடுக்க வாய்ப்பாக இருக்கும். எல்லாப் புத்தகங்களிலும், பாடத்தைப் படிக்க நேரமில்லாவிட்டாலும் படங்களைப் பார்த்து வைப்பது நல்லது. பொறியியலில் பத்து பக்கத்தில் எழுத்தில் கூற முடியாததை ஒரு படத்தால் விளக்கி விடமுடியும்.

13.9 மண்விசையியல், புகழ் பெற்றது அமெரிக்கப் பேராசிரியர்களால், எனில் மிகையாகாது. எல்லா நாடுகளிலிம் அவை பெரும் வளர்ச்சி பெற்றுள்ளன. இந்தியாவிலும் நல்ல முன்னேற்றம் கண்டுள்ளது. இந்தியச் செந்தர நிறுவனம் மண்விசையியலுக்காகப் பல நினைவுச் சுவடிகளை வெளியிட்டுள்ளது. மாணவர்களுக்கு அறிமுகமாகும் பொருட்டு, இப்பாடப்பகுதியை ஒட்டிய எல்லா நிலைவுச் சுவடிகளும் சுருக்கமாக இந்நூலில் கூறப்பட்டுள்ளன. அவற்றிலிருந்து எல்லாப் படங்களும் சேர்க்கப்பட்டுள்ளன. காரணம் இவை பெரும் நன்மையைத் தரும் என்ற நம்பிக்கையே ஆகும்.

13.10 இந்நூலில் சேர்க்கப்பட்டுள்ள சொற்களஞ்சியம், பெரும்பாலான சொற்களுக்கு வரையறை தந்துவிடுகின்றன. சொற்களுக்கேற்ற பொருளை திரும்பத் திரும்ப படித்து நெஞ்சத்தில் ஏற்றிட இது உதவும். ஐய்யம் தோன்றும் போது முழுநூலில் அல்லல் படாமல், அகர வரிசையில் சொல்லைத் தேடிப் பொருளைக் காணலாம்; அறிவியல் பாடங்களைப் படித்தால் மட்டும் போதாது; சிந்தித்துப் பார்க்க வேண்டும். எழுதிப் பார்க்க வேண்டும்.

13.11 கற்றது கை மண் அளவு என்றார் சான்றோர். மண் விசையியல் பற்றிய இந்நூலும் அத்தகையது. மண் விசையியல், மண் பொறியியல், அடிமானப் பொறியியல், பாறை விசையியல், மண் இயங்கியல் என்றவாறு மேலும் பல பகுதிகள் இன்னும் வெளிவரவேண்டும். இது தொடக்கம்.

21

கலைச்சொல்

தமிழ்		ஆங்கிலம்
அட்டர்பர்க் வரம்புகள்	-	*Atterberg limits*
அடர்	-	*Dense*
அடி	-	*Base*
அடிக்கட்டு	-	*Footing*
அடிநிலம்	-	*Subgrade*
அடிமானம்	-	*Foundation*
அடுக்கு	-	*Profile*
அடுக்கு	-	*Power*
அடுப்புஉலர்	-	*Oven dry*
அமுக்கம்	-	*Compression*
அமுங்கிடுதிறம்	-	*Compressibility*
அமுங்கும் மண்	-	*Compressive soil*
அயனி	-	*Ion*
அரைமடக்கு	-	*Semilog,* அரைலாகு
அலகு	-	*Unit,* ஓரலகு
அலகில்லா	-	*Empherical,*
அழுத்தம்,	-	*Pressure, Potential, Thrust*
அறுத்தோடி	-	*Gully*
அனுமானம்	-	*Assumption*
ஆயம்	-	*Ordinate*
ஆராட்டு	-	*Radial*
இடத்தக	-	*Local*
இயற்கை	-	*Natural*
இழுப்பம்	-	*Tension*
ஈரப்பதம்	-	*Moisture content, Water content*

ஈரம்	-	Moisture
உகப்பு	-	Imum
உச்சி	-	Peak
உட்படுநீர்	-	Adsorbed water
உட்புகுதல்	-	Penetration
உணர்ப்பு	-	Sensitivity
உய்யம்	-	Critical
உரசல் தடை	-	Frictional resistance
உராய்வு	-	Friction
உராய்வின் சிதைவுப் பொருட்கள்	-	Detritus
உறிஞ்சு	-	Suck
உறிஞ்சம்	-	Suction
உருளை	-	Cylinder
உலர்	-	Dry
உள்ளரிப்பு	-	Leach
உள்ளுராய்வு	-	Internal Friction
ஊடிறக்கம்	-	Percolation
ஊடிறங்கு	-	Percolate
ஊடுருவல்	-	Permeability
ஊடுருவு	-	Permeate
ஊர்வு	-	Creep
எக்கு	-	Pump
எடை	-	Weight, load
எண்ண	-	Numerical, எண்ணளவான
எண்ணம்	-	Number
எதிர்வினை	-	Reaction
எல்லைக்குட்பட்ட	-	Confine
எல்லைக்குட்படா	-	Unconfine
ஏவரை	-	Vector

ஏற்பாடு	–	Arrangement
ஒட்டுமை	–	Adhesion
ஒருசார்	–	Homogenous
ஒழுங்கு, ஒழுங்கமைவு	–	Arrangement
ஓட்டம்	–	Flow, (நீரோட்டம்)
ஓட்டை	–	Hole, துளை
ஓரலகு, அலகு	–	Unit
கசிவு	–	Seepage
கட்டடம்	–	Building
கட்டாந்தளை	–	Hardpan
கட்டுக்கோப்பு	–	Structure
கட்டுப்பட்ட	–	Confined
கட்டுப்படா	–	Unconfined
கட்டுமானம்	–	Structure
கடத்து	–	Transport
கடினத்தன்மை	–	Hardness
கடுநீரோட்டம்	–	Turbulent flow
கரைசல்	–	Solution
கலைக்கப்படாத	–	Undisturbed
களிம	–	Plastic
களிம எல்லை	–	Plastic limit
களிம மண்	–	Plastic soil
களிம வரம்பு	–	Plastic limit
களிமக் குறியெண்	–	Plasticity index
களிமண்	–	Clay
களிமம்	–	Plasticity
கனம்	–	Thickness, திண்ணம்.
காரணி	–	factor
காரம்	–	Base
கால்வண்டல்	–	Loess

காலச்சிதைவு	–	*Weathering*
காலியிட விகிதம்	–	*Void ratio*
காலியிடம்	–	*Void*
காற்று	–	*Air*
காற்று மண்டல நிலைமை	–	*Atmospheric condition*
கிட்டி	–	*Compact*
கிட்டிமை	–	*Compaction*
கிடையச்சு தூரம்	–	*Abscissa*
கிடைவிசை	–	*Horizontal force*
குண்டுக்கல்	–	*Cobble*, பிஞ்சுக்கல்
குணகம்	–	*Modulus*
குறியெண்	–	*Index*
கூடு	–	*Floc*
கூடு கலைத்தல்	–	*Deflocculation*
கூடு கூடான		
கட்டுக்கோப்பு	–	*Flocculant structure*
கூழ்	–	*Colloid*
கூழ்ம	–	*Colloidal*
கூற்றெண்	–	*Factor*
கூறு	–	*Parameter* அளவுகோல்
கெட்டி	–	*Tough*
கெட்டிக் குறியெண்	–	*Toughness index*
கெட்டிப்படுத்து	–	*Consolidate*
கெட்டிமை	–	*Consolidation*
கெழு	–	*Coefficient*
கொதி	–	*Boil*
கொள்வு	–	*Content*
கோட்பாடு	–	*Theoretical*
கோப்பு	–	*Frame*
சகடு	–	*Loam*

சட்டகம்	–	*Frame*
சட்டம்	–	*Rafter*
சம	–	*Equivalent*
சம அழுத்தக்கோடு	–	*Equipotential lines*
சமச்சீர்	–	*Isotropic*
சமச்சீரற்ற	–	*Anisotropic*
சமபாரக்கோடு	–	*Isobar*
சமம்	–	*Equal*
சரிமானம்	–	*Gradient*
சாய்மானம்	–	*Slope*
சரிவு	–	*Slip*
சல்லி	–	*Aggregate*
சாய்மானம்	–	*Slope*
சார்பு, சார்பலன்	–	*Function*
சார்பிலா	–	*Absolute*
சரிமானம்	–	*Gradient*
சாலைக்கட்டு	–	*Pavement*
சிதைவு	–	*Rupture*
சீர் பரவல் எடை	–	*Uniformly distributed load*
சீர்மை	–	*Uniformity*
சீரோட்டம்	–	*Laminar flow, Stream line flow*
சுருக்கப்படம்	–	*Index plan*
சுருக்களவு	–	*Scale*
சுற்று	–	*Envelope*
சுற்றாட்டு	–	*Circumferencial*
செங்குத்து	–	*Normal, perpendicular*
செதுக்கம்	–	*Shear*
செந்தரம்	–	*Standard*
செய்கை	–	*Action,* செயல்வு வினை

செயல்வு, செயல்	-	*Action*
செயலி	-	*Activator*
செயன்முறை	-	*Procedure, நிகழ்முறை*
செயன்மை	-	*Activity*
செறிவு	-	*Concentration, intensity*
தகட்டடுக்கான	-	*Laminated*
தகடு	-	*Lamina*
தகடு	-	*Plate*
தகடு	-	*Vane*
தடை	-	*Resistance*
தரமானம்	-	*Gradation*
தலைமை	-	*Principal*
தரம்	-	*Standard*
தளர்	-	*Loose*
தனி	-	*Absolute*
தாங்கமுத்தம்	-	*Bearing pressure*
தாங்கி	-	*Bearing*
தாங்குதிறன்	-	*Bearing capacity*
தாங்குபாரம்	-	*Bearing load*
திகட்டல்	-	*Saturation*
திண்ணம்	-	*Thickness, கனம்*
திண்மை	-	*Consistency*
திணிவம்	-	*Thixotropy*
திரள்	-	*Mobilise*
திரிபு	-	*Strain*
திருப்புமம்	-	*Moment*
திறம்	-	*Strength, capacity, Power, effect*
துகள்	-	*Particle*
துகளிடை	-	*Intergranular*

துளை	–	*Bore*
துளைக்கிணறு	–	*Borewell*
தூக்கல்	–	*Uplift*
நிலத்தூண்	–	*Pile*
தூண்	–	*Column*
தொங்கல்	–	*Suspension*
தொடர்ந்த	–	*Sustained*
தொடு, தொடுகை	–	*Contact*
தொடுகோடு	–	*Tangent*
நகர்வு	–	*Slide*
நடுத்தகைவு	–	*Neutral stress*
நயம்	–	*Fine*
நயனிகள்	–	*Fines*
நாளப்புழை	–	*Capillary tube*
நாளப்புழை ஏற்றம்	–	*Capillary rise*
நாளப்புழைமை	–	*Capillarity*
நிகரம்	–	*Nett*
நிலத்தடித்தூண், நிலத்தூண்	–	*Pile*
நிலைப்பு	–	*Stability*
நிலையான	–	*Stable*
நிலைவு	–	*Standardised*
நீர் நிலையியல் அழுத்தம்	–	*Hydrostatic pressure*
நீர் மட்டு	–	*Water head*
நீர்க்கொள்வு	–	*Water content*
நீர்மானி	–	*Hydrometer*
நெகிழ்வு	–	*Creep, ஊர்வு*
நெடுக	–	*Linear*
நேர் செங்குத்து	–	*Vertical*
நேரத்திறம்	–	*Time effect*

நொடிப்பு – Failure
பக்கத்திருகு – Tangent screw
பக்கத்தோற்றம் – Profile
பகுப்பு – Analysis
படல் – Lamina
படலம் – Layer
படிமானம் – Settlement
படிவு – Deposit
பயன்படு – Effective
பரல் – Grain, granule
பரலிடை – Intergranular
பரிமாணம் – Dimensions
பருமம் – Volume
பரவல் எடை – Distributed load
பலசார் – Hetrogeneous
பற்றாசு – Weld
பனிக்குன்று – Glacier
பனிச்சார்பு – Glacier
பாகியல்பு – Viscosity
பாதம் – Pedestal
பாய்மம் – Fluid
பாரம் – Load
பிணைப்பு – Interlocking
பியூமிஸ் – Pumis, நுரைக்கல்
பிளவுக் கரண்டி – Split spoon
பிறை – Miniscus
பின்னல் – Texture, புறநயம்
பீசோமீட்டர் – Piezometer
புடைமானம் – Basement
புலவரி – Piping

புவியியல்	–	*Geography*
புவிப்பொதியியல்	–	*Geology*
புழை, நாளப்புழை	–	*Capillary*
புழை, நுட்புழை	–	*Pore*
புற இழுப்பம்	–	*Surface tension*
புறணி	–	*Casing*
புறநயம்	–	*Texture*
பெருக்கம்	–	*Heave*
பெருக்கம்	–	*Bulkage*
பொங்கூற்று	–	*Artician well*
பொதி	–	*Mass*
பொருண்மை	–	*Mass*
பொருள்	–	*Matter*
போலிகை திசை வேகம்	–	*Apparent velocity*
போலிகை மண்	–	*Sample soil*
போலிகைப் பற்று	–	*Apparent cohesion*
மக்கு	–	*Humus*
கருமக்கு	–	*Peat*
மட்டாயம்	–	*Abiscissa*
மட்டு, நீர் மட்டு	–	*Head of water*
மடக்கை	–	*Logrithan*
மண்	–	*Soil*
மண் வாணம்	–	*Soil horizon*
மண் வைப்பு	–	*Soil deposit*
மணல்	–	*Sand*
மணற்கொதி	–	*Sand boil*
மணி	–	*Grain, granule*
மந்த	–	*Slow*
மறுவார்ப்பு மண்	–	*Remoulded soil*
மாறுநிலை	–	*Peak, critical*

மாதிரி மண்	–	Soil sample
மாதிரி மண் எடுக்கும்		
சுரண்டி	–	Sampling spoon
மாதிரிக்கலம்	–	Sampler
மிகை	–	Excess
மிகைநீர் அழுத்தம்	–	Excess hydrostatic pressure
மீள்மம்	–	Elastic, elasticity
முதன்மை	–	Primary
முதிர்	–	Secondary
முறுக்கம்	–	Torsion
முன்னீடு	–	Proposal
மெத்தனம்	–	Passive, secondary
மெய்யான	–	Effective
மேல்வரும் பாரம்	–	Applied load
மேற்சுமை, மேலேற்றம்	–	Surcharge
மேற்பரப்பு	–	Surface
லாக்	–	Log
லோயஸ்	–	Loess, கால்வண்டல்
வடிப்பி	–	Filter
வண்டல்	–	Silt
வரிசை	–	Course, layen
வரைபடம்	–	Diagram
வரையறை	–	Definition
வரைவளவு, வடிவளவு	–	Scale
வளி	–	Air
வளிமம்	–	Gas
வளைவு	–	Curve
வறள்	–	Dry, வறண்ட
வாணம்	–	Horizon
வாலைவடிநீர்	–	Distilled water

விசை	–	*Force*
விரிவம்	–	*Dilatancy*
விளைவிசை	–	*Resultant*
விளைவுக்கிடை அமுக்கம்	–	*Resultant horizontal Stress*
விளைவுரு	–	*Effective*
வீச்சு	–	*Range*

சொற்களஞ்சியம்

ஆங்கிலம்		தமிழ்
abscissa	-	மட்டாயம், கிடை அச்சு தூரம்
absolute	-	தனி, சார்பிலா
absorbed water	-	கவர்நீர்
adsorbed water	-	உட்படு நீர்
action	-	செய்கை
active	-	செயல்வு
activity	-	செயண்மை
activator	-	செயலி
adhesion	-	ஒட்டுமை; பசைமை
adhesive	-	பசை
aggregate	-	சல்லி, கப்பி
air	-	காற்று, வளி
analysis	-	பகுப்பு
anisotropic	-	சமச்சீரல்லாத, ஒத்ததன்மையல்லாத
applied	-	மேல்வரும், பயன்படு, சார்ந்து வரும்
applied load	-	மேல்வரும் பாரம்
arch	-	வில்
arching	-	வில்வினை
arrangement	-	ஒழுங்கு, ஏற்பாடு, ஒழுங்கமைவு, அமைவு
artician well	-	பொங்கூற்று
assumptions	-	அனுமானங்கள்
atmosphere	-	காற்று மண்டலம், வளிமண்டலம்

atmospheric conditions - வளிமண்டல நிலவரம்
atterberg limits - அட்டர்பர்க் எல்லைகள்
base - அடி, பீடம்
base - காரம், (அயனிப்) பாதம்
base course - அடி வரிசை
basement - புடைமானம்
bearing - வடக்கு திசையுடன் அமையும் கோணம்
bearing capacity - தாங்கு திறம்
bearing load - தாங்கு பாரம்
bearing pressure - தாங்கு அழுத்தம்
beam - பக்கக் கங்கு
boil - கொதி,
sand boil - மணற்கொதி
bore - துளை
borehole - ஆழ்துளை
borewell - துளைக்கிணறு
brown - பழுப்பு
building - கட்டடம்
cohesion - பற்று
capillary - நாளப்புழை, நாளப்புழைமை
casing - புறக்குழாய், புறணி
coarse sand - பருமணல்
cobble - பிஞ்சுக்கல், குண்டுக்கல்
coefficient - கெழு, எண்
colloid - கூழ்
colloidal - கூழ்ம
compact - கிட்டி
compacted soil - கிட்டித்த மண்

compaction - கிட்டிமை
compactive effort - கிட்டிமைத் திறம்,
கிட்டிமை முயற்சி
compress - அமுக்கு, கெட்டி
compressibility - அமுங்கிடுதிறம்
compressible - அமுங்குதன்மை
compression - அமுக்கம்
concentration - செறிவு, அடர்
confined - கட்டுப்படுத்திய, சிறைப்பட்ட
unconfined - கட்டுப்படுத்தாத, சிறைப்படா
consistency - திண்மை
consolidate - கெட்டி
consolidation - கெட்டிமை
construction - கட்டுமானம்
contact - தொடு, தொடுகை
critical - உய்யம், உய்ய,
மாறுநிலை, பிறழ்நிலை
creep - ஊர்வு,
slide - நகர்வு,
slip - சரிவு
content - கொள்வு,
water content - நீர்க்கொள்வு
course - வரிசை
curve - வளைவு
cylinder - உருளை
deflocculation - கூடு கலைத்தல்,
தனித்தனியாக்குதல்
definition - வரையறை
delivery - வீச்சு, வீச்சம்
deposit - வைப்பு

soil deposits	-	மண் வைப்புகள்
detritus	-	உராய்வின் சிதைவுப் பொருட்கள்
dilatancy	-	விரிவம்
discharge	-	போக்கு, நீர்ப்போக்கு
disintegration	-	சிதைவு, உதிர்வு, அழிவு
distilled water	-	வாலைவடி நீர்
disturbed sample	-	கலைக்கப்பட்ட மண்
dial guage	-	திருகுமுக அளவி
dry	-	உலர், வறள், வறண்ட
dunes	-	திட்டுகள், மணல் திட்டுகள்
effect	-	திறம், நேரத்திறம்
time effect		
effective	-	பயன்படு, விளைவுறு, மெய்யான
elastic	-	மீள்மம், மீட்சிமம்
empherical	-	தோராயமான, அலகில்லா
envelope	-	சுற்று, உறை,
equipotential line	-	சமஅழுத்தக் கோடு
equivalent	-	சம
excess	-	மிகை
factor	-	காரணி, கூற்றெண்
failure	-	நொடிப்பு
fines	-	நயமண், நயனிகள்
finer	-	நயம்
filter	-	வடிப்பி
fluid	-	நீர்மம்
floc	-	கூடு
flow	-	ஓட்டம், நீரோட்டம், ஒடு
force	-	விசை
foundation	-	அடிமானம்

friction	-	உராய்வு, உரகல்
internal friction	-	உள்ளுராய்வு
function	-	சார்பு, சார்பலன்
frame	-	கோப்பு, சட்டகம்
free water	-	வெற்று நீர்
geography	-	புவியியல்
geology	-	புவிப்பொதியியல்
gas	-	வளிமம்
glacier	-	பனிக்குன்று, பனிச்சார்புடைய
gradation	-	தரமானம்
gradient	-	சரிமானம்
grain	-	பரல், மணி
granular soil	-	பரல் மண்
granules	-	பரல்கள், மணிகள்
gross	-	மொத்தம்
gully	-	அறுத்தோடி, சிறுகால்வாய்
hardness	-	கடினத்தன்மை
hardness number	-	கடிமை எண்
hardpan	-	கட்டாந்தளை
head of water	-	நீர்மட்டு
head works	-	தலைப்புப் பணிகள்
heave	-	பெருக்கம், உப்பல்
hetrogeneous	-	பலசார், சமமல்லாத
homogeneous mass	-	ஒருசார் பொதி, சமச்சீர் பொதி
horizon	-	வாணம் (வானம் அன்று)
soil horizon		மண்வானம்
humus	-	மக்கு
hydrometer	-	நீர்மானி
hydrostatic pressure	-	நீர்நிலையியல் அழுத்தம்
hygroscopic	-	வளிமண்டல

index	-	குறியெண்
index plan	-	சுருக்கப்படம்
influence	-	செல்வாக்கு
intensity	-	செறிவு
intergranular	-	பரலிடை, துகளிடை
interlocking	-	பிணைப்பு
internal friction	-	உள்ளுராய்வு
internal resistance	-	உள்தடை
ions	-	அயனிகள்
isobar	-	சமபாரக் கோடு
isochrone	-	அய்சோக்ரோன், சமநேரக்கோடு
isotropic	-	(எல்லாத் திசையிலும்) சமச்சீர்
laminar	-	சீரான
laminar flow	-	சீரோட்டம்
laminated	-	தகட்டடுக்கான
laminations	-	படலங்கள், தகடுகள்
layer	-	வரிசை, படலம்
leach	-	உள்ளரிப்பு
linear	-	நெடுகெ, நீட்டல்
liquid	-	நீர்மம்
liquid limit	-	நீர்ம எல்லை, நீர்மவரம்பு
load	-	பாரம், எடை
loam	-	சகடு, சவுடு
local	-	இடத்தக
loess	-	கால்வண்டல், லோயஸ், காற்றூட்ட வண்டல்
log	-	லாக்
logarithm	-	லாகுரிதம்
loose	-	தளர்வு

mass	-	பொதி; பொருண்மை
matter	-	பொருள்
mechanics	-	விசையியல்
mobilise	-	திரண்ட, திரள்
modulus	-	குணகம்
moisture	-	ஈரம்
moisture content	-	ஈரப்பதம்
moment	-	திருப்புமம்
morain	-	ஒருவகை மண்
natural	-	இயற்கை
net	-	நிகர
neutral stress	-	நடுத்தகைவு
normal	-	செங்குத்து
numer	-	எண், எண்ணம்
numerical	-	எண்ண
optimum	-	உகப்பு
ordinate	-	ஆயம்
oven dry	-	அடுப்புலர்
over burden	-	மேலேற்றம், மேற்சுமை
parameter	-	கூறு, அளவுகோல்
particle	-	துகள்
passive	-	மெத்தன
pavement	-	சாலைக்கட்டு
peak	-	உச்சி, முகடு, கொடுமுடி
penetrate	-	உட்புகு
percolate	-	ஊடிறக்கம், ஊடிறங்கு
permeate	-	ஊடுருவு
perpendicular	-	செங்குத்து
piezometer	-	பீசோமீட்டர்
pile	-	நிலத்தூண், நிலத்தடத்தூண்.

piping	-	புலவரி
plastic	-	களிம
pore	-	புழை, நுண்புழை
porosity	-	புழைமை
potential	-	அழுத்த
power	-	திறன், ஆற்றல்
		அடுக்கு
pressure	-	அழுத்தம்
primary	-	முதன்மை
principal	-	தலைமை
profile	-	அடுக்கு, பக்கத்தோற்றம்
proposal	-	முன்னீடு
pumis	-	நுரைக்கல், பியூமிஸ்
pump	-	எக்கி
range	-	வீச்சு
reaction	-	எதிர்வினை
remolded soil	-	மறுவார்ப்பு மண்
residual	-	எஞ்சிய, தங்கிய
resistance	-	தடை
resultant	-	விளைவிசை
(at)rest	-	ஓய்வு நிலை
rupture	-	சிதைவு, முறிவு
sample	-	மாதிரி மண், போலிகை மண்,
		மண், மாதிரிக்கூறு
sampler	-	மாதிரிக் கலம்
sampling spoon	-	மாதிரி மண் எடுக்கும் சுரண்டி
sampling tube	-	மாதிநிக குழாய், கலன்
sand	-	மணல்
saturated	-	திகட்டிய, ஈரந்திகட்டிய
saturation	-	திகட்டல்

scale	-	வரைவளவு, வடிவளவு
secondary	-	மெத்தன, முதிர்
sensitivity	-	உணர்ப்பெண், உணர்ப்பு
settlement	-	படிமானம், இறக்கம்
shear	-	செதுக்கம்
shrinkage	-	சுருக்கம்
silt	-	வண்டல்
slide	-	நகர்வு
slip	-	சரிவு
slope	-	சாய்மானம், வாட்டம்,
gradient	-	சரிமானம்
slow	-	மந்த
solid	-	திட, திடம்
solution	-	கரைசல்
stability	-	சமநிலை, நிலைப்பு
stable	-	நிலையான
standard	-	தரம்
		ஒந்தரம்
standard	-	நிலைவு செய்த
strain	-	திரிபு
strength	-	திறம், பலம்
structure	-	கட்டுக்கோப்பு
subgrade	-	அடிநிலம், இடைநிலம்
subsoil	-	நிலத்தடி மண்
suck	-	உறிஞ்சு
suction	-	உரிஞ்சம்
surcharge	-	மேலேற்றம், மேலெடை
surface	-	மேற்பரப்பு, புறணி
surface tension	-	புற இழுக்கம்
suspension	-	தொங்கல்

soil suspension	-	மண் தொங்கல்
sustained	-	தொடர்ந்த
tangent	-	தொடுகோடு
tangent screw	-	பக்கத்திருகு
tangential	-	தொடுகோடான, ஆரக்குத்தான
tension	-	இழுப்பம்
texture	-	பின்னல், புறநயம்
soil texture	-	மண் பின்னல், மண் புறநயம்
theoretical	-	கோட்பாடு, கொள்கையளவு
thickness	-	திண்ணம், கனம்
thixotropy	-	திணிவம்
thrust	-	அழுத்தம், உந்தல்
torsion	-	முறுக்கம்
tough hard	-	கெட்டி கடினம்
toughness index	-	கெட்டிக் குறியெண்
turbulent flow	-	கடுநீரோட்டம்
ultimate	-	இறுதி
unconfined	-	கட்டுப்படாத,
undisturbed	-	கலைக்கப்படாத
uniform	-	சீர்
uniformity	-	சீர்மை
unisotropic	-	சமச்சீரல்லாத, ஒத்ததன்மையற்ற
unit	-	அலகு, ஓரலகு
uplift	-	தூக்கல், நீரின் மேல்நோக்கிய தூக்குவிசை
vacuum	-	வெற்றிடம்
vertical	-	நேர் செங்குத்து
vector	-	ஏவரை

viscosity	-	பாகியல்பு
viscous	-	பாகியல்
void	-	காலியிடம்
volume	-	பருமன், பரும
water content	-	நீர்க்கொள்வு, ஈரப்பதம்
weathering	-	காலச்சிதைவு
weld	-	பற்றாசு