महासंचालक (संकल्पन, प्रशिक्षण, जलविज्ञान, संशोधन व सुरक्षितता)
मेरी वसाहत, दिंडोरी रोड, नाशिक ४२२ ००४
Director General (Design, Training, Hydrology, Research & Safety) M.ER.I. Colony, Dindori Road, Nashik 422 004 (M. S.)

सत्यमेव जयते
जलसंपदा विभाग

उत्सव निवडणुकीचा अभिमान देशाचा

Phone No.: 0253-2970619,2530628 / 2530532
Email: dgdthrs.nashikwrd@maharashtra.gov.in, patodgmeri@gmail.com , Web : www.merinashik.org

जा.क्र.मसं/संप्रजसंसु/मअसंसं/मृचावि/तांशा/ मराठी हस्तपुस्तीका/ ९२५ / २०२४ दिनांक :-०७ /१०/ २०२४

प्रति,

मा.प्रधान सचिव,
मराठी भाषा विभाग,
८ वा मजला, नविन प्रशासन भवन.
मादाम कामा मार्ग,हुतात्मा राजगुरु चौक,
मंत्रालय, मुंबई- ४०००३२.

विषय- "मराठी भाषा संवर्धन पंधरवाडा - २०२४" अंतर्गत मेरी संस्थेतर्फे "मृद चाचणी हस्तपुस्तिका" तयार करुन सादर करणे बाबत....

संदर्भ- मराठी भाषा विभाग, शासन परिपत्रक क्र. मभापं-२०२३ / प्र.क्र./१३५/ भाषा-२, दि. १९/१२/२०२३.

महाराष्ट्र शासनाच्या जलसंपदा विभागांतर्गत महाराष्ट्र अभियांत्रिकी संशोधन संस्था, (मेरी) नाशिक ही एक अभियांत्रिकी क्षेत्रातील अग्रगण्य संशोधन संस्था असून तिचे कार्यक्षेत्र संपूर्ण महाराष्ट्रभर पसरलेले आहे.

संदर्भांकित शासन पत्रान्वये महाराष्ट्र राज्यामध्ये दरवर्षी १४ जानेवारी ते २८ जानेवारी हा कालावधी "मराठी भाषा संवर्धन पंधरवाडा" म्हणून मराठी भाषा विभागामार्फत साजरा करण्यात येतो.

मराठी वाचन व संस्कृती वाढावी तसेच मराठी भाषेचा प्रचार, प्रसार व संवर्धन व्हावे या करीता या संस्थेने स्वयंप्रेरणेने काम करुन संस्थे अंतर्गत असलेल्या मृद चाचणी विभागात केल्या जाणाऱ्या दैनंदिन माती कामाच्या चाचणी प्रक्रिया ची मराठी भाषेत माहिती होण्यासाठी "मृद चाचणी हस्तपुस्तिका" तयार केलेली आहे.

सदर मराठी हस्तपुस्तिकेचा उपयोग राज्यातील अभियांत्रिकी क्षेत्रात काम करणारे अभियंते, संस्थेस भेट देणारे अभियंते, प्रशिक्षण घेणारे / नविन रुजु होणारे अधिकारी व कर्मचारी तसेच अन्य व्यावसायिक शिक्षण घेणारे महाविद्यालयातील विद्यार्थी यांना निश्चितच होईल.

सोबत सदरची मराठी भाषेत केलेली "मृद चाचणी हस्तपुस्तिका" आपले अवलोकानार्थ सविनय सादर.

मा. महासंचालक यांनी स्थळप्रत मान्य केली असे.

सोबत -"मृद चाचणी हस्तपुस्तिका"

(चं. ना. माळी)
अधिक्षक अभियंता,
महाराष्ट्र अभियांत्रिकी संशोधन संस्था,
मेरी ,वसाहत नाशिक ४२२ ००४

प्रत:- सचिव, महाराष्ट्र राज्य साहित्य आणि संस्कृती मंडळ, मुंबई यांना माहितीसाठी सादर.
सोबत: अहवाल (ई प्रत)

प्रत:- संचालक, राज्य मराठी विकास संस्था, मुंबई, यांना माहितीसाठी सादर.
सोबत: अहवाल (ई प्रत)

प्रत:- महाराष्ट्र साहित्य परिषद, पुणे यांना माहितीसाठी सादर.
सोबत: अहवाल (ई प्रत)

प्रत:- अधिक्षक अभियंता,महाराष्ट्र अभियांत्रिकी संशोधन संस्था, मेरी नाशिक- ४ यांना संग्रही ठेवण्यासाठी रवाना.
सोबत: अहवाल

प्रत:- अधिक्षक अभियंता,महाराष्ट्र अभियांत्रिकी प्रशिक्षण संस्था, मेटा नाशिक-4 यांना संग्रही ठेवण्यासाठी रवाना.
सोबत: अहवाल

प्रत:- कार्यकारी अभियंता, स्थापत्य बांधकाम परिरक्षण विभाग, मेरी, नाशिक-४. यांना मध्यवर्ती वाचनालयात संग्रही ठेवणेसाठी.
सोबत: अहवाल

प्रत:- वैज्ञानिक संशोधन अधिकारी, सामुग्री चाचणी विभाग, मेरी, नाशिक यांना मेरीच्या संकेतस्थळावर अपलोड करण्यासाठी (ई प्रत)
सोबत: अहवाल (ई प्रत)

प्रत:- वैज्ञानिक संशोधन अधिकारी, मृद चाचणी विभाग, मेरी, नाशिक यांना संग्रही ठेवण्यासाठी
सोबत: अहवाल

महाराष्ट्र अभियांत्रिकी संशोधन संस्था, नाशिक

मृद चाचणी हस्तपुस्तिका

(प्रथम आवृत्ती)

मृद चाचणी विभाग,
महाराष्ट्र अभियांत्रिकी संशोधन संस्था (मेरी),
नाशिक- ४२२००४

वर्ष:- सप्टेंबर २०२४

संपर्क:-
वैज्ञानिक संशोधन अधिकारी,
मृद चाचणी विभाग,
महाराष्ट्र अभियांत्रिकी संशोधन संस्था (मेरी),
दिंडोरी रोड, नाशिक ४२२००४
दू.ध्व. क्र./ फॅ. क्र.: ०२५३-२९७१३१०, २५३०२९५
ई. मेल : soilmerinsk@gmail.com

सत्यमेव जयते

जल संपदा विभाग.

महाराष्ट्र अभियांत्रिकी संशोधन संस्था, नाशिक

मृद चाचणी हस्तपुस्तिका

(प्रथम आवृत्ती)

"मराठी भाषा संवर्धन पंधरवाडा - २०२४" दिनानिमित्त मेरी संस्था, नाशिक मार्फत मराठीत तयार करण्यात आलेली पहिली "मृद चाचणी हस्तपुस्तिका"

वर्ष :

सप्टेंबर- २०२४

वैज्ञानिक संशोधन अधिकारी
मृद चाचणी विभाग
म. अ. सं. सं. (मेरी), दिंडोरी रोड, नाशिक-४.

महाराष्ट्र अभियांत्रिकी संशोधन संस्था, नाशिक

मृद चाचणी हस्तपुस्तिका (प्रथम आवृत्ती)

वर्ष :

सप्टेंबर- २०२४

मार्गदर्शन :

दि. द. पारखे
वैज्ञानिक संशोधन अधिकारी

अहवाल लेखन :

१. सं. ज. बागूल, सहायक संशोधन अधिकारी

२. बा. भा. तुसे, शाखा अभियंता (से. नि.)

अभ्यास केंद्र

वैज्ञानिक संशोधन अधिकारी
मृद चाचणी विभाग,
महाराष्ट्र अभियांत्रिकी संशोधन संस्था,
दिंडोरी रोड, नाशिक.

प्रस्तावना

महाराष्ट्र अभियांत्रिकी संशोधन संस्था (मेरी) नाशिक या संस्थेअंतर्गत कार्यरत मृद चाचणी विभागात महाराष्ट्रातील विविध प्रकल्पांवरील माती नमुन्यांवर अभियांत्रिकी चाचण्या केल्या जातात. या चाचण्यांचा उपयोग माती बंधारे व कालव्यांच्या संकल्पनासाठी करण्यात येतो. माती भरावाचे संकल्पन हे उदग्रहण (Borrow Area) क्षेत्रातील माती, मुरुम इ. साहित्याच्या नमुन्यांच्या अभियांत्रिकी चाचणी निष्कर्ष अहवालावर आधारित असते. मध्यवर्ती संकल्पनचित्र संघटनेमध्ये (CDO) या चाचण्यांच्या निष्कर्षाच्या आधारे संकल्पन केल्यानंतर अशा संकल्पचित्रास क्षेत्रिय मुख्य अभियंता यांचेकडुन मान्यता प्रदान केली जाते. त्यानंतर या संकल्पन चित्रानुसार धरणाचे प्रत्यक्ष काम चालु केले जाते. त्यानंतर देखील प्रत्येक हंगामा अखेर झालेल्या कामाच्या अभिलेख चाचण्या (Record Tests) घेऊन या चाचण्यांच्या निष्कर्षावर आधारित संकल्पचित्रांचे पुर्नविलोकन करणे आवश्यक असते. प्रत्यक्ष वापरलेल्या साहित्याचे निष्कर्ष संकल्पचित्राच्या कसोटीवर तपासले जाणे हे बांधकामाचे सुरक्षिततेच्या दृष्टीने तसेच बांधकाम किफायतशीर होण्याच्या दृष्टीने अत्यावश्यक आहे. त्याकरिता संबधित प्रकल्प क्षेत्रिय कार्यालयाने मेरी संस्था, नाशिक यांचेकडून प्राप्त झालेल्या चाचणी निष्कर्षाच्या आधारे सिडीओ, मेरी यांचा सल्ला घेउन त्यांचेकडुन काटछेदाचे मूळ तसेच फेरसंकल्पन प्राप्त करुन घेणे आवश्यक ठरते. तसेच त्यानुसार तात्काळ कार्यवाही करणे आवश्यक आहे. याकरिता शासनाने महाराष्ट्रातील माती प्रकल्पाची २०% कामे (पुष्टीकरणात्मक चाचण्या व विशेष अनिवार्य चाचण्या) मेरी संस्था, नाशिक यांचेकडुन व ८०% माती नमुने हे गुणनियंत्रण मंडळ अथवा बांधकाम कक्ष यांचे कडुन माती परीक्षण करुन घेणे आवश्यक असल्याचे कळविले आहे. (संदर्भ-शासन पत्र क्र. संकीर्ण-२०२१/ (प्र. क्र.१६७/२१)/ लाक्षवि (आस्था) दि. २५/१०/२०२३ व शुध्दीपत्रक क्र. गुनिमं- २०१४ / प्र.क्र.५७ / निवसं-२, दि. १६-७-२०२४)

त्यानुसार, मेरी संस्थेतील वैज्ञानिक संशोधन अधिकारी, मृद चाचणी विभाग, नाशिक या विभागात २०% माती नमुन्यांची कामे करण्यात येतात. हा विभाग १९५९ सालापासुन कार्यरत असुन, पुर्वी या विभागाचे नाव वैज्ञानिक संशोधन अधिकारी, मृद यांत्रिकी विभाग क्र.१ असे होते. सन २०१५ पासुन विभागाच्या नावात बदल होऊन, "मृद यांत्रिकी रेफरल प्रयोगशाळा" व दि.१४.०३.२०२२ पासून "मृद चाचणी विभाग"असे करण्यात आले आहे.

या विभागात मातीच्या व मुरुमाच्या विविध चाचण्या करण्यात येतात. तसेच जलसंपदा व PWD विभागात MPSC मार्फत नवीन रुजु झालेले अधिकारी या ठिकाणी प्रशिक्षणासाठी येत असतात. त्यामुळे या विभागात होणा-या चाचण्यांची इत्तंभुत माहिती विभागात प्रशिक्षणासाठी येणा-या तसेच इतर भेटी देणा-या व्यक्ती तसेच नविन कार्यरत व्यक्ती यांना व्हावी, या उददेशाने ही चाचणी पुस्तिका तयार करण्यात आली आहे. यामध्ये प्रत्येक चाचणी करिता चाचणी करण्याची पध्दत अगदी सोप्या पध्दतीने मराठी भाषेत मांडण्यात आली आहे. त्या चाचणीसाठी आवश्यक उपकरणे, त्याची कार्यपद्धती, चाचणीकरीता अनुज्ञेय मानदंड, आवश्यक निरिक्षणे, आलेख, परिगणना तक्ते इ. गोष्टींचा अंतर्भाव करण्यात आला आहे. तसेच गरजेनुसार ठिकठिकाणी भारतीय मानांक व आवश्यक संदर्भ त्यात नमुद केले आहे. तसेच सर्व

तक्त्यांमधील माहिती सुलभपणे समजावी याकरीता निरीक्षण तक्ता, आलेख, परिगणना व अंतिम चाचणी निष्कर्ष अहवाल सोप्या पध्दतीने समजावण्याचा प्रयत्न करण्यात आला आहे .

या मराठीत केलेल्या मृद चाचणी हस्तपुस्तिकेचा (Soil Testing Handbook) उपयोग हा या विभागास भेट देणारे क्षेत्रिय अभियंते, प्रशिक्षण घेणारे अधिकारी, नविन रुजु होणारे कर्मचारी / अधिकारी तसेच राज्यातील अभियांत्रिकी व अन्य व्यावसायिक शिक्षण घेणाऱ्या विद्यार्थ्यांना निश्चितच होईल.

मराठी भाषा वृद्धिगंत होणाच्या दृष्टीने मृद चाचणी विभागाने "मृद चाचणी हस्तपुस्तिका" चा हा मराठी भाषेत केलेला प्रयोग निश्चितच स्वागतार्ह आहे.

(चं. ना. माळी)
अधीक्षक अभियंता
महाराष्ट्र अभियांत्रिकी संशोधन संस्था,
नाशिक - ४

अनुक्रमणिका

अ.क्र	चाचणी नावे	भारतीय मानांक	पृष्ठ क्र.
१	कणपृथ:करण चाचणी (Grain size /Mechanical Analysis)	२७२० भाग (४) १९७५, पुष्टी २०२०	१
२	द्रव्यावस्थांक व नम्यावस्थांक(Liquid Limit & Plastic Limit)	२७२० भाग (५) १९७० पुष्टी २०२०	४
३	विशिष्ट गुरुत्व (Specific Gravity)	२७२०-(३)-१(१९८०) पुष्टी २०१६ (Fine Grained) २७२०-(३)-२ (१९८०) पुष्टी २०१६ (Coarse Grained)	७
४	दृढीकरण चाचणी (Compaction test)	२७२० भाग (७) १९८० पुष्टी २०१६	१०
५	सापेक्ष घनता चाचणी (Relative Density of Cohesion less soil)	२७२० भाग (१४) १९७५ पुष्टी २०१०	१३
६	सरळ कृंतन चाचणी (लहान पेटी) (Shear test -small box)	२७२० भाग (१३) १९८६ पुष्टी २०२१	१६
७	सरळ कृंतन चाचणी (मोठी पेटी) (Shear test- large box)	२७२० भाग (३९/sec.१) १९७७,पुष्टी २०२१	२०
८	पारगम्यता चाचणी (Permeability test) - Variable Head Method- Fine Soil Constant Head Method-Granular soil	२७२० भाग (१७) १९८६ पुष्टी २०२१ (Fine soil) २७२० भाग (३६) १९७५ पुष्टी २०१६ (Granular soil)	२३
९	फुगवटा दाब (Swelling Pressure)	२७२० भाग (४१) १९७७ पुष्टी २०२१	२७
१०	शुष्क घनता चाचणी (Dry Density of soil by Sand Replacement Method.)	२७२० भाग (२८) १९७४ पुष्टी २०२०	३२
११	वाळू फिल्टर चाचणी Sand Filter Test (Filter Criteria)	२७२० भाग (४)१९६५ पुष्टी २०२०	३६
१२	भार धरण क्षमता चाचणी (Plate Bearing Test)	१८८८-२०१६	४८
१३	मुक्त फुगवटा निर्देशांक चाचणी (Free Swell Index)	२७२० भाग (४०) १९७७ पुष्टी २००२	५७
१४	माती गुणधर्म अनुज्ञेय मापदंड	१४९८:१९७०२०२१ आणि १२१६९:१८८७-२०२०	५९
१५	ग्रंथकोष		६२

१. कणपृथ:करण चाचणी
(Grain Size Analysis)

१. व्याख्या :

कणांचे आकाराचे विश्लेषण - या चाचणी मध्ये मातीच्या कणांच्या आकारावरुन विश्लेषण केले जाते. त्यानुसार खडी, वाळु व माती किंवा रेंव (Silt) कणांचे आकारानुसार वर्गीकरण केले जाते.

२. हेतू : माती व मुरूम नमुन्यांचे वर्गिकरण करणे.

३. चाचणी पध्दत :

सदरची चाचणी IS:२७२० भाग (४) वापरून करण्यात येते.

१. पहिल्या दिवशी प्राप्त झालेल्या नमुन्यांतील प्रातिनिधीक नमुना (एकच ठिकाण/लोकेशन असलेल्या सर्व गोण्यातील माती एकत्रीत करून २ कि.ग्रॅ./ ५ कि.ग्रॅ. घेणे) वजन घेऊन चाचणी करणे. (वजन केलेला माती नमुना हा (२४ तासासाठी) ओव्हन ड्राय (१०५-११०°C) करणेसाठी ठेवणे.
२. दुसऱ्या दिवशी ओव्हन मध्ये कोरडे केलेल्या मातीतुन ठराविक वजनाचा नमुना (माती नमुन्यासाठी १ कि.ग्रॅ किंवा २ कि.ग्रॅ. व मूरुम नमुन्यासाठी ४ कि.ग्रॅ. किंवा ५ कि.ग्रॅ.) घेणे व तो १ दिवससाठी पाण्यात भिजत ठेवणे. (ह्या चाचणीसाठी वजन घेतांना ज्या प्रमाणात कणांचे प्रमाण आहे, त्याच प्रमाणात कणांचे वजन घेणे आवश्यक आहे.)
३. त्यानंतर ०.०७५ मिमी च्या चाळणीने माती धुवून घेणे .
४. ०.०७५ मिमी च्या चाळणीवर राहिलेली माती ही (२४ तासासाठी) ओव्हन मध्ये कोरडे (१०५-११०°C) करुन घेणे.
५. त्यानंतर ओव्हन मध्ये कोरडे केलेल्या मातीचे विशिष्ट चाळणीने त्यांचे चाळण करावे. विशिष्ट चाळण्या पुढील प्रमाणे आहेत (८०mm, ४० mm, २०mm, १०mm, ४.७५ mm , २mm, १.४mm, ०.६mm, ०.४२५mm , ०.२१२mm आणि ०.०७५mm)
६. या चाळण्यावर शिल्लक राहिलेल्या मातीचे वजन करुन, प्राप्त झालेले वजन (ग्रॅम) निरीक्षण तक्ता (१) मध्ये भरणे व त्यांची टक्केवारी काढणे.
७. आलेल्या निष्कर्षच्या आधारे कणाचा आकार कणांचा आकर वि. गाळलेल्या मातीची टक्केवारी (Particle Size Vs % Passing soil) प्रमाणे (XY Scatter) आलेख काढणे

४. निरीक्षण तक्ता:

MECHANICAL ANALYSIS (Sieve)

Date of Testing ..:- 15-07-2022
Tested by............... B.B.Tuse, Sect. Engr.

Total weight of oven dried sample taken for testing ....:- 600.00 g

Weight of sample passing 4.75 mm sieve taken for testing .....:- g

I.S.Sieve Opening	80 mm	40 mm	20 mm	10 mm	4.75 mm	2.0 mm	1.4 mm	0.6 mm	0.425 mm	0.212 mm	0.125 mm	0.075 mm
Wt. of soil Retained g	0	0	0	0	66	246	58	98	22	18	18	6

Soil Mechanics Division No.1, M.E.R.I., Nashik - 422 004.

MECHANICAL ANALYSIS TEST (IS 2720, Part - 4)

Project : Sulwade Jamfal Kanoli (Under 9 Dams Nature : UD

Lab. No. : UD - Depth 4.00 to 4.50 m Colour : Grey

Location : M.I. at Burzad ch.1050 Date of Testing : 15-Jul-22

Total wt. of oven dried soil taken for testing : 600 g

Wt. of -4.75 mm sieve sample taken for testing : g

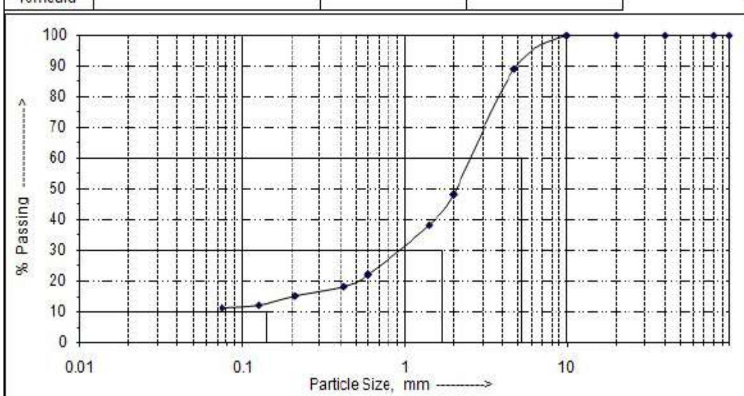
I.S.Sieve Opening	Weight of Soil Retained	Percentage Retained	Percentage Cumulative Passing
mm	g	%	%
100	0.00	0.00	100.00
80	0.00	0.00	100.00
40	0.00	0.00	100.00
20	0.00	0.00	100.00
10	0.00	0.00	100.00
4.75	66.00	11.00	89.00
2.00	246.00	41.00	48.00
1.40	58.00	9.67	38.33
0.60	98.00	16.33	22.00
0.425	22.00	3.67	18.33
0.212	18.00	3.00	15.33
0.125	18.00	3.00	12.33
0.075	6.00	1.00	11.33

५. आलेख:

SUMMARY

	GRAVELS %		SAND %	SILT & CLAY %	Classification
	80 to 20 mm	20 to 4.75 mm	4.75 to 0.075 mm	Below 0.075 mm	
	0	11	78	11	S P
M.A. after remould					

Select proper values for YELLOW cells



X	Y		
0.01	60	%	
5.2	60	Cu=	37.1
5.2	0		
		Cc=	3.97
0.01	30	%	
1.7	30		
1.7	0		
0.01	10	%	
0.14	10		
0.14	0		

Tested by:- B.B.Tuse, Sect. Engr. A.R.O. / Sci. Officer

६. परिगणना व सूत्रे :

आलेखानुसार D१०, D३० ,D६० चे मूल्य पुढील प्रमाणे आहेत.

D १० % passing= ०.१४

D ३० % passing = १.७०

D ६० % passing = ५.२०

त्या नुसार Cu (Co-efficient of uniformity) आणि Cc (Co-efficient of curvature) यांचे मूल्य काढण्यासाठी पुढील सुत्राचा वापर करावा.

Formula –

Cu (Co-efficient of uniformity) = D६०/D१० ,

Cc (Co-efficient of curvature) = (D३०)^{२}/ (D१० x D६०)

Cu = ६.९ & Cc = ०.१४,

वरील सुत्रानुसार खडीच्या बाबतीत Cu हा ४ पेक्षा मोठा व वाळूच्या बाबतीत ६ पेक्षा मोठा असेल आणि Cc हा खडी व वाळू दोन्हीच्या बाबतीत १ ते ३ मध्ये असेल तर ग्रूप हा असेल तर खडीच्या बाबतीत GW आणि वाळूच्या बाबतीत SW असा ग्रुप येतो. अन्यथा GP, SP असा राहतो.

वरील तक्ता १ चा उपयोग करून शिल्लक मातीची टक्केवारी आणि गाळलेल्या मातीची संचयी टक्केवारी काढण्यात यावी. त्यानंतर तक्ता ३ मध्ये Gravel, Sand, Silt & Clay यांची टक्केवारीची नोंद करावी. यापैकी ज्याचे % Particale size जास्त आढळतील त्याचे (Sand-S ,Gravel-G,Silt and Clay-M) या कॉलममध्ये नमुद करावे उदा. वरिल तक्ता-३ मध्ये वाळुचे Particle size प्रमाणे सर्वात जास्त 78% आढळले. म्हणून classification colum मध्ये Sand चे Initial '**S**' असे नमुद केले आहे. त्यानंतर तक्ता-२ वरून, कणांचा आकर वि. गाळलेल्या मातीची टक्केवारी यांचा आलेख काढण्यात यावा .त्यावरून वरीलप्रमाणे D१०, D३० व D६० यांचे मूल्य काढण्यात यावे. त्यावरून co-efficient of Uniformity (cu) व Co-efficient of Curvature (cc) यांचे मूल्य माहीत होईल. या Cu व Cc च्या मूल्यावरून मातीच्या ग्रूपचे पहिली संज्ञा माहित होण्यास मदत होईल. म्हणजे तक्ता -३ मध्ये माहिती झालेली वाळू ही poor graded आहे किंवा well graded आहे हे माहीत होईल. वरील प्रमाणे काढलेल्या Cu व Cc च्या मूल्यावरून सदरची वाळू ही poor graded दिसते. म्हणुन तक्ता-३ मध्ये classification poor graded चे Initial (**P**) असे लिहिले आहे व सदर केलेल्या MA नुसार या मातीचा ग्रुप '**SP**' असा आला आहे.

300 mm diameter, (Spun Brass Frames) 450 mm	Sieve Shaker Motorized

७. संदर्भ :

१. पीडब्लुडी हॅन्डबुक चॅप्टर ३३, गुणनियंत्रण भाग-२, माती कामे, एम. व्हि. कुलकर्णी १९९०, page १.

2. I.S.: 1498:1970 (Reaffirmed Year : 2021), "Classification and identification of soils for general engineering purposes" page 15,16.

२. द्रव्यावस्थांक व नम्यावस्थांक

(Liquid Limit & Plastic Limit)

१. व्याख्या :

द्रव मर्यादा म्हणजे पाण्याचे प्रमाण, मातीच्या सुसंगतेच्या द्रव आणि प्लॅस्टिक अवस्थांमधील सीमेवर ओव्हनच्या कोरड्या वजनाच्या टक्केवारीनुसार व्यक्त केले जाते.

प्लॅस्टिक मर्यादा म्हणजे पाण्याचे कमीत कमी प्रमाण. ज्यासाठी अंदाजे ३ मिमी व्यासाच्या लंब गोल करतांना त्या लंब गोलला बारीक तडे तयार होतात. द्रव मर्यादेसह प्लास्टिकची मर्यादा यानूसार मातीचे वर्गीकरण करता येते. कणांच्या आकाराच्या विश्लेषणाच्या परिणामांसह या मर्यादा एकसंध मातीचे वर्गीकरण करण्यास मदत करतात. प्लॅस्टीसिटी इंडेक्स मातीचे एकसंध स्वरूप आणि तिची पाणी धरून ठेवण्याची क्षमता यासंबंधी माहिती प्रदान करते.

२. हेतू : मातीची द्रव्यावस्थांक व नम्यावस्थांक तपासणे.

३. चाचणी पद्धत :

१. प्रथम ओव्हन मधुन कोरडी केलेला माती नमुना ०.४२५ मिमी चाळणीने चाळूण घेणे.
२. ०.४२५ मिमी चाळणी मधुन गळणाऱ्या मातीत ही चाचणी करावी.
३. साधारणत: २०० ते २५० ग्रॅम माती घ्यावी ही माती पुर्ण भिजेपर्यंत पाणी घालून १ दिवसासाठी ठेवावी.
४. त्यानंतर ती माती काचेवर घेऊन त्यात आवश्यक प्रमाणात पाणी टाकून थापी (spatula) च्या सहाय्याने एकत्रित करावी की जेणेकरुन ती माती एकजिव होऊन त्यात लवचिकता तयार होईल.
५. हया मातीचा काही भाग हा LL- PL च्या उपकरणाच्या (Casagrand's apparatus) कपा मध्ये भरणे.
६. Grooving tool च्या सहाय्याने कप मधील मातीचे समान दोन भाग करणे.
७. उपकरणाच्या मदतीने कपाला ठोके देणे. ठोके अशा प्रकारे देण्यात यावेत की जेणेकरुन कपातील दोन मातीचे भाग २.५ सेंमी.पर्यंत एकत्रित येतील व त्यावेळचे आवश्यक ठोके मोजणे.
८. ठोके दिल्यानंतर एकत्रित आलेल्या मातीचा भाग ॲल्युमिनियम डिश मध्यें घेऊन त्याचे वजन करणे.
९. अशा प्रकारे ही प्रक्रिया पाच वेळा करुन ठोके व वजन निरीक्षण तक्त्यात नमुद करणे. अर्ध-लॉग आलेख कागदावर आलेख काढावा, ज्यावर आर्द्रता (%) दर्शविली जाते.
१०. आर्द्रता व ठोक्यांची संख्या या द्वारे आलेख काढुन "X" अक्षावरील २५ ठोके असलेल्या बिंदुपासुन लंब काढुन, तो लंब आलेखास ज्या ठिकाणी छेदेल तेथुन "Y" अक्षावर लंब टाकावा. त्यानुसार २५ ठोक्यांची आद्रता आपणास मिळते. निरीक्षण तक्त्यावरुन त्यांचा द्रव्यावस्थांक (LL) मिळतो.
११. नम्यावस्थांक (PL) साठी भिजवलेली माती (८ ते १० ग्रॅम) ही काचेच्या प्लेटवर घेऊन त्याचे हाताने लंब गोल करणे.
१२. लंब गोल हे ३ मिमी व्यास व १० सेंमी लांब पर्यंत व तडे जाई पर्यंत करणे. हे रोल ब्रेक करुन ॲल्युमिनियम डिश मध्यें घेऊन त्यांचे वजन करणे.

१३. ती ॲल्युमिनियम डिश एक दिवस ओव्हन मध्ये कोरडे केल्यानंतर त्यांची वजने निरीक्षण तक्त्यात नमूद करणे. कमीतकमी ३ डिश चे वाचन/निरिक्षण घेणे. निरीक्षण तक्त्यावरुन त्यांचा नम्यावस्थांक (PL) मिळतो.

१४. आलेल्या निष्कर्षच्या आधारे ठोक्यांची संख्या विरुद्ध आर्द्रता (शेकडा) प्रमाणे (XY Scatter) आलेख काढणे.

४. निरीक्षण तक्ता :

तक्ता क्र.:१

Test	Trial No.	Dish No.	wt. of dish	wt.of dish +wet soil	wt.of dish +dry soil	wt.of dry soil	wt. of moisture	moisture	No. of blows
			g	g	g	g	g	%	
L.L.	1	12	21.400	34.070	30.190	8.790	3.880	44.141	11
	2	166	21.670	35.360	31.430	9.760	3.930	40.266	18
	3	341	20.360	33.680	30.060	9.700	3.620	37.320	24
	4	253	19.730	31.140	28.210	8.480	2.930	34.552	33
	5	91	21.730	32.020	29.550	7.820	2.470	31.586	42
P.L.	1	18	21.360	32.970	30.950	9.590	2.020	21.064	
	2	282	20.210	31.700	29.760	9.550	1.940	20.314	
	3	310	20.230	29.760	28.090	7.860	1.670	21.247	

तक्ता क्र.:२

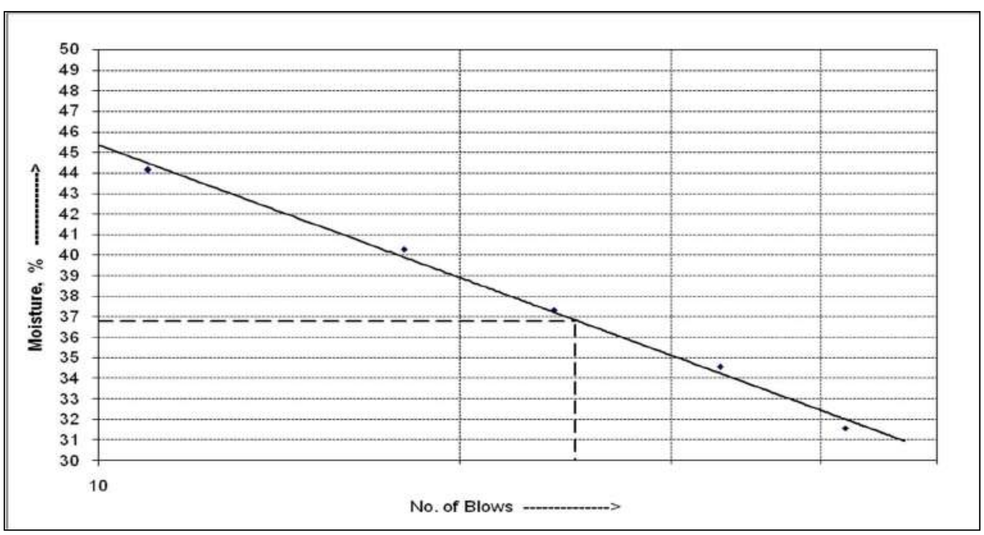
L.L.	P.L.	P.I.
37	**21**	**16**

तक्ता क्र.:३

CLASSIFICATION OF SOIL
C I

५. आलेख:

i) सेमी लॉग असलेल्या आलेख कागदावर आलेख काढा. ओलाव्याचे प्रमाण "Y" अक्षावर आणि ठोक्याचे प्रमाण "X" अक्षावर टाकुन आलेख काढणे. आलेख काढण्यासाठी कमीत कमी तीन बिंदु किंवा त्याच्यापेक्षा जास्त बिंदु घ्यावेत.



ii) "X" अक्षावरील २५ ठोकेला लंब टाकुन, तो लंब आलेखाला ज्या बिंदुत छेदेल, त्या बिंदु पासुन "Y" अक्षावर लंब टाकावा. "Y" अक्षावर लंब ज्या ठिकाणी छेदेल ती संख्या ओलाव्याचे प्रमाण असते.

iii) Flow index काढण्यासाठी पुढील सुत्राचा वापर करण्यात यावा.

$$I_f = \frac{w_2 - w_1}{\text{Log10}\ (N_2/N_1)}$$

Where, w_2 = Moisture Content (%) corresponding to N1 blows.

w_1 = Moisture Content (%) corresponding to N2 blows.

Atterberg मशीन मध्ये चाचणीसाठी कप भरलेला आहे.

प्लास्टिक लीमीट साठी लंब गोल केलेले आहे.

६. संदर्भ:

१ IS 2720: Part 5: 1985 (Reaffirmed Year : 2020),"Methods of Test for Soils – Part V, Determination of liquid and Plastic Limits".

२ I.S.: 1498:1970 (Reaffirmed Year: 2021), "Classification and identification of soils for general engineering purposes" page 5, 11, 12 & 17.

३. विशिष्ट गुरुत्व
(Specific Gravity)

१. व्याख्या :

विशिष्ट गुरुत्व म्हणजे दिलेल्या तापमानावरील मातीच्या घन पदार्थांच्या हवेतील वजन आणि त्या तापमानावरील डिस्टिल्ड वॉटरच्या समान घनफळाच्या हवेतील वजनाचे गुणोत्तर होय. मातीच्या विशिष्ट गुरुत्वाकर्षणाचे मूल्य शून्य गुणोत्तर, सच्छिद्रता, संपृक्ततेची डिग्री मोजण्यात आणि मातीच्या कॉम्पॅक्शन आणि एकत्रीकरण चाचण्यांमध्ये शून्य गुणोत्तर मोजण्यासाठी वापरले जाते. मातीतील हायड्रॉलिक ग्रेडियंटच्या अभ्यासासाठी देखील ते उपयुक्त आहे.

२. हेतू : मातीचे विशिष्ट गुरुत्व मोजणे.

३. चाचणी प्रक्रिया:

अ. विशिष्ट गुरुत्व (- ४.७५मि.मी)

सदर चाचणी ही CH,CI,CL,MH.MI.ML, SM,SC, ह्या Fine grain Material साठी वापण्यात येते. ह्या माती नमुन्यासाठी ४.७५ mm चाळणीखालील नमुना घेणे .

१. ४. ७५ mm चाळणीखालील नमुना हा १ दिवसासाठी ओव्हन मध्ये कोरडे करणे.
२. त्यानंतर ती माती ५० सी. सी. च्या विशिष्ट गुरुत्व बाटली मध्ये भरुन त्याचे वजन नमुद करणे.
३. त्यानंतर त्यात पाणी घालून एक दिवस भिजत ठेवुन ओव्हन मध्ये उकळी येण्यासाठी ठेवणे, जेणे करून माती मधील हवा पुर्णत: बाहेर पडेल.
४. उकळी आल्यानंतर बाटली पूर्णपणे पाण्याने भरुन त्यांची वजने नमूद करणे.
५. ही प्रक्रिया तीन वेळा करणे, नमूद केलेले वजन निरीक्षण तक्ता १ मध्ये भरणे.

ब. विशिष्ट गुरुत्व (+ ४.७५)

सदर चाचणी ही GW,GP,GM,GC, ह्या Course grain Material साठी वापण्यात येते. मुरुम नमुन्यासाठी ४.७५ mm चाळणीच्या वरील नमुना घेणे.

१. ४.७५ mm चाळणीवरील नमुना हा १ दिवसासाठी ओव्हन मध्ये कोरडे करणे.
२. ओव्हन मधुन कोरडा झालेला नमुना हा १००० सी. सी. च्या बाटली मध्यें घेऊन त्याचे वजन नमुद करणे.
३. त्यानंतर पाणी घालून एक दिवस पूर्ण भिजविणे. ओव्हन मध्ये उकळी येण्यासाठी ठेऊ नये. त्या ऐवजी काचेच्या दांड्याने बाटलीतील मुरुम व पाणी तीन ते चार वेळा ढवळुन घेणे.
४. भिजल्या नंतर बाटली पूर्णपणे पाण्याने भरुन त्यांची वजने नमूद करणे.
५. ही प्रक्रिया तीन वेळा करणे, नमूद केलेले वजन निरीक्षण तक्ता १ मध्ये भरणे.

४. निरीक्षण तक्ता :

तक्ता १

Trial No.		1	2	3
Specific Gravity Bottle No.		14	15	16

Weight of empty bottle, W1	g	19.320	33.150	36.250
Weight of bottle + Dry soil, W2	g	35.830	51.690	47.890
Weight of Dry soil	g	16.510	18.540	11.640
Weight of bottle + Water + Soil, W3	g	77.210	95.280	92.980
Weight of bottle + Water, W4	g	66.890	83.830	85.680
Temperature, T	ºC	27.0	27.0	27.0
Specific Gravity of water at T ºC		0.9966	0.9966	0.9966
Specific Gravity of Soil at T ºC, G_s		2.667	2.615	2.682
Specific Gravity of Soil at 27 ºC		2.667	2.615	2.682
Average Specific Gravity at 27 ºC		**2.655**		

५. परिगनणा व सूत्रे :

$$\text{Specific Gravity, Gs} = \frac{W2 - W1}{(W4-W1) - (W3 - W2)}$$

Where, W1 = Weight of empty bottle/ flask/gas jar.
W2 = Weight of bottle/ flask/gas jar with dry soil
W3 = Weight of bottle/ flask/gas jar with soil and water
W4 = Weight of bottle/ flask/gas jar completely filled with deaired distilled water.

Calculate the specific gravity at 27^0 C, (G27) as follows: -

G27 = K x Gs

Where,

K =	St. Gravity of water at room temperature (Tx^0C) / Sp. gravity of water at 27^0 C
Gs =	Specific gravity of soil at room temperature

.

Pycnometer Bottles 1000cc IS:2720 (Part- III).	Pycnometer Bottles 50cc IS:2720 (Part- III).

६. संदर्भ :

१ IS 2720: Part 3: Sec 1: 1980 (Reaffirmed Year: 2021), "Methods of Test for Soils Part 3-Determination of specific gravity, Section 1- Fine grained soils".

२ IS 2720: Part 3: Sec 2: 1980 (Reaffirmed Year: 2021), "Methods of Test for Soils Part 3-Determination of specific gravity, Section 2-Fine, medium and coarsegrained soils."

३ Roy s. and Dass G. 2014, Statistical models for the prediction of shear strength parameters at Sirsa, India. Page no. 483-498.

४.दृढीकरण चाचणी
(Compaction Test)

१. व्याख्या :

घनता काढणे ही यांत्रिक उर्जेद्वारे मातीची घनता काढण्याची प्रक्रिया आहे. प्रयोगशाळेतील घनता चाचणीमध्ये मातीच्या घनता व आर्द्रतेचे प्रमाण यांच्यातील संबंध निर्धारित करण्यात मदत करते. हा संबंध इष्टतम ओलावा चे प्रमाण (O.M.C.) आणि इष्टतम कोरडी घनता (O.D.D.) ची मूल्ये देतो जे शेवटी क्षेत्रिय स्तरावर घनता नियंत्रण करण्यास मदत करतात.

२. हेतू : या चाचणी द्वारे मातीची दृढीकरण चाचणी करता येते.

३. चाचणी प्रक्रिया :

१. ही चाचणी केवळ माती व वाळुचे प्रमाण जास्त असलेल्या नमुन्यासाठी करण्यात येते. (GW & GP Group/ ग्रॅव्हल नमुन्यांसाठी नाही.)

२. प्रातिनिधीक माती नमुना घेऊन २.५० कि.ग्रॅ. च्या पाच ते आठ पिशव्या भरणे

३. त्या प्रत्येक पिशवीत कमीत कमी ओलाव्यासाठी ५० मी.ली. प्रमाणे पाणी घालणे.

४. सदर पिशव्यातील माती एक दिवसासाठी तशीच दाबून ठेवणे.

५. कॉम्पॅक्शन उपकरण च्या रिकाम्या साच्याचे (व्यास १० सेमी, उंची १२.७३ सेमी. एकुण आकारमान = १००० घ.सें.मी.) वजन करणे.

६. साच्यामध्ये वरील नमुना तीन स्तरात भरणे व प्रत्येक स्तराला २५ ठोके देणे. त्यानंतर नमुना व साचा यांचे एकत्रित वजन नमूद करणे.

७. त्यानंतर साचा मधून ठराविक नमुना ॲल्युमिनियम डिश मध्ये घेऊन त्यांचे वजन नमूद करणे.

८. ती डिश एक दिवस ओव्हनमध्ये कोरडे करुन त्याचे वजन नमूद करणे व त्यानुसार ओलाव्याचे प्रमाण काढणे.

९. अशा प्रकारे पुढील पिशव्या १०० मी.ली., २०० मी.ली., ३०० मी.ली.,४०० मी.ली., ५०० मी.ली. पाणी असे टप्प्या टप्प्याने किंवा मातीच्या प्रकारानुसार आवश्यक तितके पाणी वाढवुन, वरील केलेली क्रिया करुन आलेली सर्व वजने निरीक्षण तक्यात नमूद करुन माती नमुन्यांची घनता काढणे.

१०. आलेल्या निष्कर्षच्या आधारे आर्द्रता विरुद्ध शुष्क घनता ग्रॅ/ सेमी ³ प्रमाणे आलेख काढणे. (आलेख type XY Scatter)

११. आलेल्या आलेखाच्या शिखर बिंदूपासून दोन्ही अक्षांवर स्पर्शिका काढा. (Draw tangent on both axis from peak point.) त्या स्पर्शिका ज्या ठिकाणी "X"अक्षास व "Y"अक्षास जेथे छेदतील ती मुल्ये अनुक्रमे ओलावा व कोरड्या घनतेचे असतील.

४. निरीक्षण तक्ता :

तक्ता क्र. १:

Weight of mould: - 2042gm.

Volume (V) = $\pi r^2 h = 3.14\times 5^2 \times 12.73 = 999.305$ cm^3

Diameter of mould: -i) 10.00 cm

Height of mould   ii) 12.73 cm

Trial No.			1	2	3	4	5
Wt. of mould + Soil		g	4030	4074	4032	4070	3774
Wt. of Soil		g	1854	1898	1856	1894	1598
Wet Density		g/cm^3	1.854	1.898	1.856	1.894	1.598
Dish No.			11	21	127	184	187
Wt. of empty dish	W_1	g	70.000	70.000	72.000	70.000	68.000
Wt. of dish + Wet Soil		g	308.000	340.000	364.000	346.000	324.000
Wt. of dish + Dry Soil		g	260.000	280.000	286.000	282.000	282.000
Wt. of Moisture lost		g	48.000	60.000	78.000	64.000	42.000
Wt. of Dry Soil		g	190.000	210.000	214.000	212.000	214.000
Moisture content		%	25.26	28.57	36.45	30.19	19.63
Dry Density		g/cm^3	1.480	1.477	1.360	1.455	1.336

५. परिगणना / सूत्रे :

वरील पध्दती नुसार घनता काढतांना त्यात प्रथम ओलावा असलेली घनता निघते. त्याचे सुत्र पुढीलप्रमाणे-

ओली घनता =(γ_m)

$$\gamma_m = \frac{W_2 - W_1}{V_m}$$

Where γ_m-Wet density of compacted soil in g/cm^3

W_1 = weight in gm of mould and base

W_2 = weight in g of mould, base and compacted soil.

V_m = Volume of mould in ml.

कोरडी घनता =(γ_d)

$$\gamma_d = \frac{\gamma_m \times 100}{100 + W}$$

Where, W = moisture content of soil in percent.

γd = Dry density in g/cm^3

γm=Wet density of compacted soil in g/cm^3

पोकळीचे प्रमाण--- Void ratio

The void ratio (e) shall be calculated as follows:

$$e = \frac{Gs \times \gamma w}{\gamma d} - 1$$

Where Gs =Specific gravity of soil determined as per procedure described under specific gravity test.

γw =Unit weight of water in g/cm³

पोकळपणा-- Porosity-

$$n = 1 - \frac{\gamma_d}{G_s \times \gamma_w}$$

Where the meaning of the terms γd, Gs, γw is the same as mentioned above

दृढीकरण यंत्र

६. संदर्भ :

१ IS 2720: Part 7: 1980 (Reaffirmed Year: 2021), " Methods of test for soils. Determination of Water Content-Dry Density Relation Using Light Compaction.

२ IS 2720: Part 8: 1983 (Reaffirmed Year: 2020), " Methods of Test for Soils: Determination of Water Content-Dry Density Relations Using Heavy Compaction.

३ IS 12169: 1987 (Reaffirmed Year: 2020); Criteria for Design of Small Embankment Dams. Page 16

५.सापेक्ष घनता चाचणी

(Relative DensityTest)

१. व्याख्या :

वाळू किंवा खडी इत्यादींची किमान आणि कमाल घनता ही अनुक्रमे त्यांच्या सर्वात सैल आणि संकुचित अवस्थेतील घनता आहेत ज्यावर ते खाली वर्णन केलेल्या प्रयोगशाळेच्या प्रक्रियेद्वारे ठरवता येतात. सापेक्ष घनता हे "गुणोत्तर" आहे.

(१) सर्वात सैल अवस्थेतील एकसंध मातीचे शून्य गुणोत्तर आणि कोणत्याही दिलेल्या शून्य गुणोत्तरांमधील फरक

(२) सर्वात सैल आणि घनदाट अवस्थेतील त्याच्या शून्य गुणोत्तरांमधील फरक.

एकसंध मातीसाठी, नैसर्गिक किंवा कृत्रिमरित्या संकुचित अवस्थेत, वास्तविक घनता (किंवा शून्य गुणोत्तर) किंवा जास्तीत जास्त घनतेच्या टक्केवारी म्हणून व्यक्त केलेली वास्तविक घनता या दोन्हींवरून मातीच्या संकुचिततेची अचूक कल्पना येते. सापेक्ष घनतेची संकल्पना अशा मातीच्या कॉम्पॅक्टनेसचे व्यावहारिकदृष्ट्या उपयुक्त माप देते. एकसंध मातीची संकुचित वैशिष्ट्ये आणि अशा मातीचे संबंधित गुणधर्म हे कणांचे आकार, वितरण आणि वैयक्तिक कणांच्या आकारावर अवलंबून असतात.

२. उद्देश : IS: २७२० भाग १४ चा वापर करून मातीची सापेक्ष घनता तपासणे.

३. चाचणी प्रक्रिया :

ही चाचणी मुरुम, खडी नमुन्यासाठी करण्यात येते. (GW & GP Group)

१. १० मिमी मधुन जाणारा मातीचा नमुना ओव्हन मध्ये कोरडा करणे.
२. ओव्हन मध्ये कोरडे केलेली माती साच्यां मध्ये भरणे.
३. सापेक्ष घनता चाचणीच्या मशिन मध्ये साचा बसवणे.
४. त्यावर १४० $g/cm^२$ नुसार वजन ठेवणे.
५. मशिन ला ८ मिनिटांचे कंपन देणे.
६. कंपनानंतर कमी झालेली मातीची पातळी किती कमी झाली त्याची नोंद घेणे.
७. नंतर "साच्या" मधील नमुन्याचे वजनाची नोंद घेणे.
८. अशाप्रकारे ३ वेळा चाचणी करणे.
९. हे वाचन निरीक्षण तक्त्यात नोदवून निष्कर्ष तयार करणे.

४. निरीक्षण:

तक्ता क्र. : १

Height of mould = 17cm   Diameter of Mould: - 15 cm

Volume of Mould = = $\pi r^2 h = 3.14\times 7.5^2\times 17 = 3002.625\ cm^3$

Trial No.	Wt. of empty mould	Wt. of mould + soil
1	398	4334
2	398	4334
3	398	4334

तक्ता क्र. :2

Dry Method

Trial No.	Reduction in height after vibration			
	Read 1	Read 2	Read 3	Read 4
	cm	cm	cm	cm
1	3.2	3.4	3.1	2.9
2	3.2	3.4	3.1	2.9
3	3.2	3.4	3.1	2.9

MINIMUM DENSITY TEST

Trial No.		1	2	3
Wt. of bowl	g	398.0	398.0	398.0
Wt. of bowl + sample	g	4334.0	4334.0	4334.0
Wt. of soil	g	3936.0	3936.0	3936.0
Minimum Density (D min)	g/cm^3	1.310	1.310	1.310

MAXIMUM DENSITY (DRY METHOD)

Trial No.			1	2	3
Depth from mould top, after vibration	Reading 1	cm	3.20	3.20	3.20
	Reading 2	cm	3.40	3.40	3.40
	Reading 3	cm	3.10	3.10	3.10
	Reading 4	cm	2.90	2.90	2.90
Change in height after vibration		cm	3.15	3.15	3.15
Reduced Volume		cm^3	2447.5	2447.5	2447.5
Maximum Density (D max)		g/cm^3	1.608	1.608	1.608

५. परिगणना व सुत्रे :

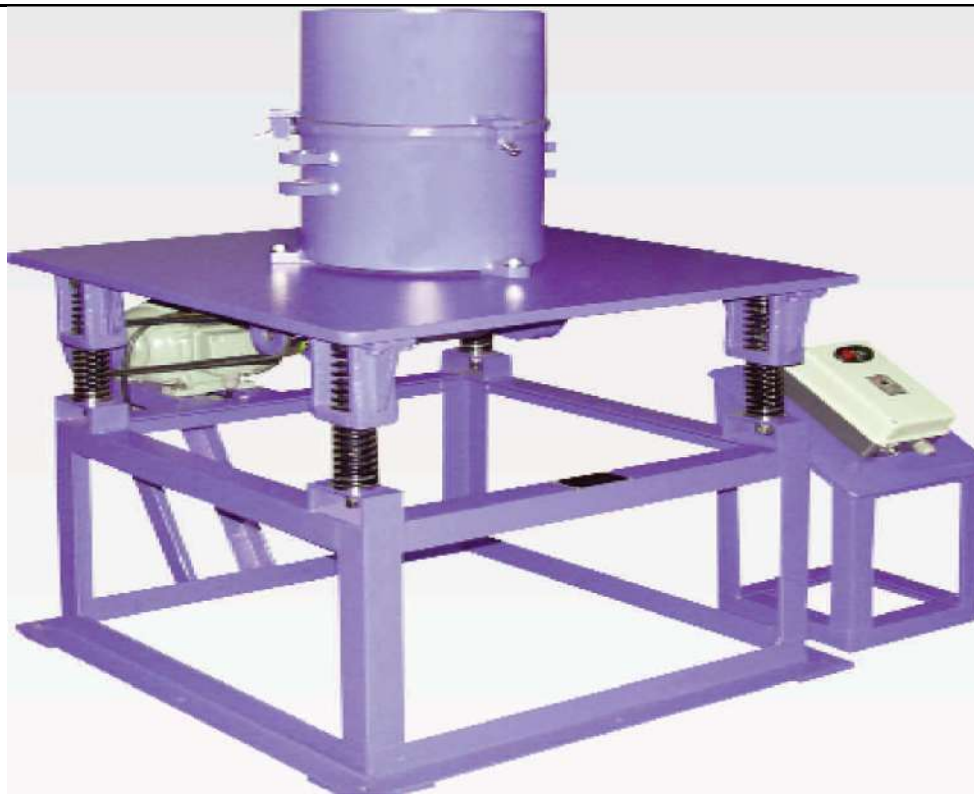
Formula Used: $70\% = \dfrac{D\ max\ (D - D\ min)}{(D\ max - D\ min)} \times 100$

OR

$$70\ \%\ Relative\ Density = \frac{D\ max \times D min}{0.30\ D\ max + 0.70\ Dmin}\ g/cm^3$$

$$= \frac{1.608 \times 1.310}{(0.30 \times 1.608) + (0.70 \times 1.310)}$$

$$= 1.5052\ g/cm^3$$



सापेक्ष घनता चाचणी उपकरण व त्याचे भाग.

६. संदर्भ :

१ IS 2720: Part 14: 1983 (Reaffirmed Year: 2020), "Methods of Test for Soils: Determination of Density Index (Relative Density) of Cohesionless Soils".

२ N. V. Nayak, Foundation Design Manual, 1979, pg. no. 27.

६. सरळ कृंतन चाचणी
(Shear Test, Small Box)

१. व्याख्या :

मातीची कातरण्याची ताकद ही मातीने कातरण्याच्या ताणाला दिलेला जास्तीत जास्त प्रतिकार आहे. मातीची कातरण्याची ताकद म्हणजे सरकता प्रतिकार करण्याची क्षमता आणि त्यात एकसंध (c) किंवा घर्षण (tan Ø) किंवा दोन्ही असतात.

डायरेक्ट शीअर टेस्ट ही चाचणी आहे ज्यामध्ये लागू केलेल्या सामान्य भाराखालील माती दोन बॉक्समधील सापेक्ष हालचाल घडवून निकाली ठरते.

२. हेतू : भारतीय मानांक IS: २७२० भाग-१३ चा वापर करून सरळ कृंतन चाचणी तपासणे.

३. चाचणी प्रक्रिया :

१. कॉम्पॅक्शन चाचणी झाल्यानंतर ही चाचणी करता येते.
२. माती नमुन्याची घनता (density) नुसार या चाचणीसाठी कटर भरण्यात येतो.
३. छोटी पेटी चाचणीसाठी कटर (आकार २.५ सेमी x ६ सेमी x ६ सेमी) वापरतात.
४. माती नमुन्याची घनता व आर्द्रता नुसार कटर भरुन तो सरळ कृंतन (लहान) मध्ये भरतात.
५. त्यानंतर हे शेअर बॉक्स एका दिवसासाठी भिजवण्यासाठी ठेवतात.
६. भिजलेले बॉक्स हे शेअर मशिनवर लावतात.
७. प्रत्येक १ कि.ग्रॅ./सेमी^{२}, २ कि.ग्रॅ./सेमी^{2}, ३ कि.ग्रॅ./सेमी^{2} व ४ कि.ग्रॅ./सेमी^{2} प्रमाणे वजन देण्यात येऊन अशा एकुण चार मशीन वर चाचणी घेणे.
८. त्यानंतर डायल गेज आणि प्रोव्हिंग रींग वरुन शेअर चाचणीचे वाचन घेण्यात येते.
९. आलेली वाचन निरीक्षण तक्तयात भरुन tan Ø व cohesion मिळतो.
१०. आलेल्या निष्कर्षच्या आधारे शिअर स्ट्रेन Vs शिअर स्ट्रेस kg/cm^{२} प्रमाणे आलेख काढणे. अशाप्रकारे छोटी पेटी शिअर चाचणी करण्यात येते.

४. निरीक्षण तक्ता :

तक्ता क्र .१

Compaction standard Light

Normal Load	1.00	2.00	3.00	4.00	kg/cm^2
Proving Ring No.	800088	800088	800088	800088	
Least Count of P. R.	0.0638	0.0638	0.0638	0.0638	kg/cm^2
Least count strain dial gauge		0.01	mm		

Strain dial gauge reading	Proving Ring dial Reading	Proving Ring dial Reading	Proving Ring dial Reading	Proving Ring dial Reading
Div.	Div.	Div.	Div.	Div.
0	0	0	0	0
50	4	7	12	18
100	4	8	13	19
150	5	8	14	20
200	5	8	15	24

Strain dial gauge reading	Proving Ring dial Reading	Proving Ring dial Reading	Proving Ring dial Reading	Proving Ring dial Reading
250	6	8	16	25
300	6	9	17	25
350	7	9	18	27
400	7	10	19	28
450	7	11	20	29
500	7	11	20	30
600	8	11	21	30
700	8	12	22	31
800	9	12	23	33
900	9	13	23	33
1000	9	14	24	34
1100	9	15	25	35
1200	10	15	24	34

Moisture Content (After Test)

Dish No.		1	2	3	4
Wt. of dish	g	0	0	0	0
Wt. of dish + wet soil	g	120	91	89	141
Wt. of dish + dry soil	g	98	62	60	112

Compaction standard … Light

Normal Load	1.00	2.00	3.00	4.00	kg/cm^2
Proving Ring No.	80088	80088	80088	80088	
Least Count of P. R.	0.01307	0.01307	0.01307	0.01307	kg/cm^2

Least count strain Dial Gauge 0.01 mm				
Normal Load	1.00	2.00	3.00	4.00
Proving Ring No.	80088	80088	80088	80088
Least count of P.R.	0.01307	0.01307	0.01307	0.01307
Strain dial gauge reading	Proving Ring Dial Reading	Proving Ring Dial Reading	Proving Ring Dial Reading	Proving Ring Dial Reading
50	18	29	36	48
100	24	32	44	57
150	29	38	53	66
350	42	62	79	94
400	45	69	84	99
450	47	73	88	99
500	46	74	92	103
600	44	76	98	109
1100	38	67	94	116
1200	38	64	91	111

५. परिगनणा व सूत्रे :

१. समांतर स्ट्रेन आलेख काढण्यासाठी प्रत्येक स्ट्रेन डायल चे वाचन घ्यावे (तक्ता क्र. २ नुसार)

२. प्रोव्हिंग रींगचे वाचन गुणिले त्या प्रोव्हिंग रींगचा गुणांक (Constant) नुसार शिअर स्ट्रेस काढावा.

३. शिअर आलेख काढण्यासाठी "X" अक्षावर नॉर्मल शिअर म्हणजे मशिनला लावलेले १ kg, २ kg, ३ kg, व ४ kg लोड या प्रमाणे. तसेच "Y" अक्षावर प्रोव्हिंग रींगचे महत्तम वाचन गुणिले त्या प्रोव्हिंग रींगचा गुणांक (Constant) नुसार जी संख्या येते, तो बिंदु स्थापन करुन आलेख काढावा.

४. सदर आलेखाचा tanØ काढावा. (समोरील बाजु भागीले शेजारील बाजु या सुत्रा प्रमाणे)

५. प्रोव्हिंग रींगचे वाचन करत असतांना महत्तम वाचन आल्यानंतर वाचन पुन्हा कमी होते, त्याची अल्टीमेट शिअर म्हणुन गणना करावी.

तक्ता क्र .२

Sr.No.	Strain dial gauge reading	Strain	Proving Ring dial Reading	Shear Stress	Proving Ring dial Reading	Shear Stress	Proving Ring dial Reading	Shear Stress	Proving Ring dial Reading	Shear Stress
	Div.	%	Div.	g/cm^2	Div.	g/cm^2	Div.	g/cm^2	Div.	g/cm^2
1	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000
2	50	0.833	18	0.235	29	0.379	36	0.471	48	0.627
3	100	1.667	24	0.314	32	0.418	44	0.575	57	0.745
4	150	2.500	29	0.379	38	0.497	53	0.693	66	0.863
5	200	3.333	33	0.431	43	0.562	61	0.797	72	0.941
6	250	4.167	37	0.484	49	0.640	69	0.902	79	1.033
7	300	5.000	42	0.549	55	0.719	72	0.941	86	1.124
8	350	5.833	42	0.549	62	0.810	79	1.033	94	1.229
9	400	6.667	45	0.588	69	0.902	84	1.098	99	1.294
10	450	7.500	47	0.614	73	0.954	88	1.150	99	1.294
11	500	8.333	46	0.601	74	0.967	92	1.202	103	1.346
12	600	10.000	44	0.575	76	0.993	98	1.281	109	1.425
13	700	11.667	43	0.562	76	0.993	104	1.359	114	1.490
14	800	13.333	43	0.562	74	0.967	104	1.359	123	1.608
15	900	15.000	41	0.536	73	0.954	101	1.320	129	1.686
16	1000	16.667	38	0.497	71	0.928	98	1.281	121	1.581
17	1100	18.333	38	0.497	67	0.876	94	1.229	116	1.516
18	1200	20.000	38	0.497	64	0.836	91	1.189	111	1.451
Peak Shear Stress, kg/cm^2			0.614		0.993		1.359		1.686	
Ultimate shear stress, kg/cm^2			0.497		0.836		1.189		1.451	

निष्कर्ष:

	Peak	Ultimate
Cohesion, kg/cm^2	**0.230**	**0.220**
Tan Ø	**0.3622**	**0.3133**
Deg.-min	**19 - 54**	**17 - 23**

Density of Soil Pat (Before Test)

Wt. of Cutter g	218.000	218.000	218.000	218.000
Wt. of cutter + wet pat g	365.000	365.000	365.000	365.000
Wt. of pat before saturation g	147.000	147.000	147.000	147.000
Vol. Of pat cm^3	90.000	90.000	90.000	90.000
Wet density of pat g/cm^3	1.633	1.633	1.633	1.633
Average 1.633				

Direct Shear Apparatus - Small Box

Proving Ring

६. संदर्भ :

१. IS 2720: Part 13: 1986 (Reaffirmed Year: 2021); Methods of test for soils: Part 13 Direct shear test.

२. IS 12169: 1987 (Reaffirmed Year: 2020); Criteria for Design of Small Embankment Dams. Page 16.

७.सरळ कृंतन चाचणी

((Shear Test, Large Box)

१. व्याख्या:

मातीची कातरण्याची ताकद ही मातीने कातरण्याच्या ताणाला दिलेला जास्तीत जास्त प्रतिकार आहे. मातीची कातरण्याची ताकद म्हणजे सरकता प्रतिकार करण्याची क्षमता आणि त्यात एकसंध (c) किंवा घर्षण (tanØ) किंवा दोन्ही असतात. डायरेक्ट शिअर टेस्ट ही चाचणी आहे ज्यामध्ये लागू केलेल्या सामान्य भाराखालील माती दोन बॉक्समधील सापेक्ष हालचाल घडवून शिअर निष्कर्ष ठरतात.

२. हेतू :भारतीय मानांक IS: २७२० भाग-३९/सेक्शन-१ चा वापर करून मातीची सरळ कृंतन चाचणी (Large Box) तपासणे.

३. चाचणी प्रक्रिया :

१. Relative Density test झाल्यानंतर ही चाचणी करता येते
२. मोठी पेटी चाचणीसाठी कटर (size ३० सें.मी. x ३० सें.मी. x १५ सें.मी.) वापरतात.
३. माती नमुन्याची घनता व ओलाव्याचे प्रमाणानुसार शिअर बॉंक्स मोठा भरतात.
४. त्यानंतर हे शिअर बॉंक्स (मोठा) मधील भरलेले नमुना एका दिवसासाठी पाणी टाकुन भिजवतात.
५. प्रत्येक मशिन एकुण ४ वर १ कि.ग्रॅ., २ कि.ग्रॅ., ३ कि.ग्रॅ. व ४ कि.ग्रॅ. प्रमाणे वजन देण्यात येते. याप्रक्रियेला दृढिकरण असे म्हणतात. ते एका दिवसासाठी करण्यात येते.
६. त्यानंतर प्रत्येक मशिनवर डायल गेज आणि प्रोव्हींग रींग लावून त्याचे वाचन घेण्यात येते.
७. अशाप्रकारे मोठी पेटी शिअर चाचणी करण्यात येते. आलेली वाचने निरीक्षण तक्त्यात भरणे.

४. निरीक्षण तक्ता :

तक्ता क्र .१

Normal Load	1.00	2.00	3.00	4.00
Proving Ring No	71009	71009	71009	71009
Least Count of P. R.	0.01092	0.01092	0.01092	0.01092
Least count strain dial gauge	0.01mm	0.01mm	0.01mm	0.01mm

Strain dial gauge reading	Proving Ring dial Reading	Proving Ring dial Reading	Proving Ring dial Reading	Proving Ring dial Reading
Div.	Div.	Div.	Div.	Div.
0	0	0	0	0
100	28	42	84	92
200	34	51	94	112
300	42	64	105	121
400	45	78	118	132
500	51	89	127	145
600	55	99	131	157
700	58	103	139	169
800	62	108	142	183

Strain dial gauge reading	Proving Ring dial Reading	Proving Ring dial Reading	Proving Ring dial Reading	Proving Ring dial Reading
900	66	110	154	191
1000	68	115	167	205
1500	72	118	178	218
2000	70	121	176	226
2500	69	120	174	237
3000	68	119	171	228
3500	64	115	167	226
4000	61	113	164	221
4500	61	109	158	211

५. परिगणना व सूत्रे :

समांतर स्ट्रेन आलेख काढण्यासाठी प्रत्येक स्ट्रेन डायल चे वाचन घ्यावे (तक्ता.२ नुसार)

१. प्रोव्हिंग रींगचे वाचन गुणिले त्या प्रोव्हिंग रींगचा गुणांक (Constant) नुसार शिअर स्ट्रेस काढावा.

२. शिअर आलेख काढण्यासाठी "X" अक्षावर नॉर्मल लोड म्हणजे मशिनला लावलेले १ kg, २ kg, ३ kg, व ४ kg या प्रमाणे त्यास नार्मल शिअर म्हणुन बिंदु स्थापन करावे तसेच "Y" अक्षावर प्रोव्हिंग रींगचे महत्तम वाचन गुणीले त्या प्रोव्हिंग रींगचा गुणांक (Constant) नुसार जी संख्या येते, तो बिंदु स्थापन करुन आलेख काढावा.

३. सदर आलेखाचा tanØ काढावा. (समोरील बाजु भागीले शेजारील बाजु या सुत्रा प्रमाणे)

४. प्रोव्हिंग रींगचे वाचन करत असतांना महत्तम वाचन आल्यानंतर वाचन पुन्हा कमी होते, त्यास अल्टीमेट शिअर म्हणुन वरील ३ नुसार गणना करावी.

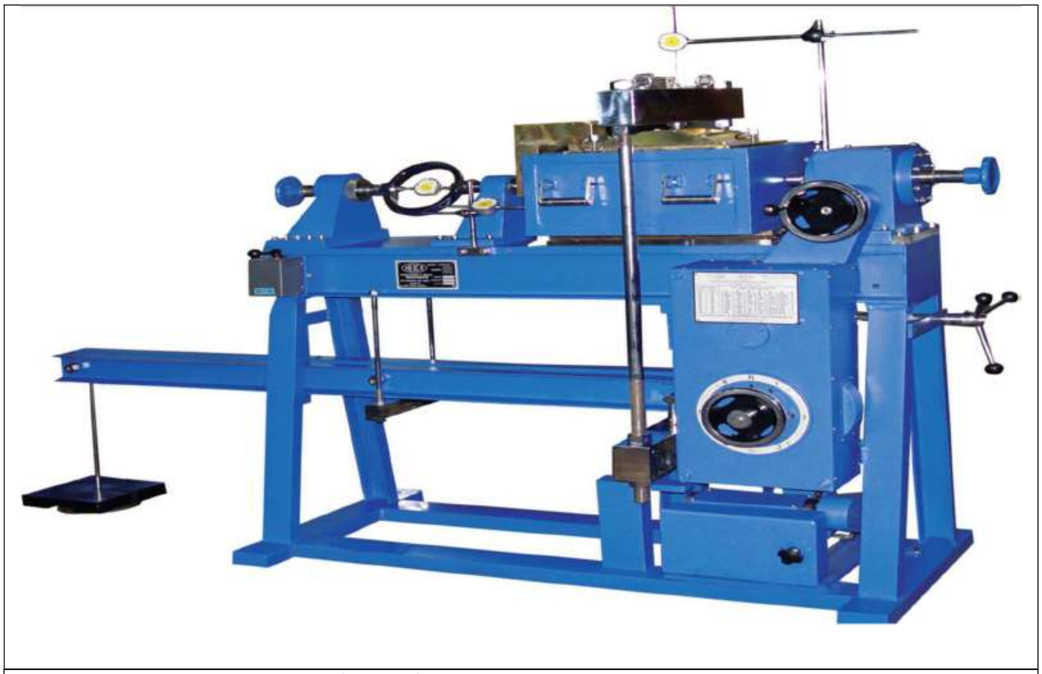
तक्ता.२

No.	Strain dial gauge reading	Strain	Proving Ring dial Reading	Shear Stress	Proving Ring dial Reading	Shear Stress	Proving Ring dial Reading	Shear Stress	Proving Ring dial Reading	Shear Stress
	Div.	%	Div.	g/cm²	Div.	g/cm²	Div.	g/cm²	Div.	g/cm²
1	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000
2	100	0.333	28	0.306	42	0.459	84	0.917	92	1.005
3	200	0.667	34	0.371	51	0.557	94	1.026	112	1.223
4	300	1.000	42	0.459	64	0.699	105	1.147	121	1.321
5	400	1.333	45	0.491	78	0.852	118	1.289	132	1.441
6	500	1.667	51	0.557	89	0.972	127	1.387	145	1.583
7	600	2.000	55	0.601	99	1.081	131	1.431	157	1.714
8	700	2.333	58	0.633	103	1.125	139	1.518	169	1.845
9	800	2.667	62	0.677	108	1.179	142	1.551	183	1.998
10	900	3.000	66	0.721	110	1.201	154	1.682	191	2.086
11	1000	3.333	68	0.743	115	1.256	167	1.824	205	2.239
12	1500	5.000	72	0.786	118	1.289	178	1.944	218	2.381
13	2000	6.667	70	0.764	121	1.321	176	1.922	226	2.468

No.	Strain dial gauge reading	Strain	Proving Ring dial Reading	Shear Stress	Proving Ring dial Reading	Shear Stress	Proving Ring dial Reading	Shear Stress	Proving Ring dial Reading	Shear Stress
14	2500	8.333	69	0.753	120	1.310	174	1.900	237	2.588
15	3000	10.00	68	0.743	119	1.299	171	1.867	228	2.490
16	3500	11.66	64	0.699	115	1.256	167	1.824	226	2.468
17	4000	13.33	61	0.666	113	1.234	164	1.791	221	2.413
18	4500	15.00	61	0.666	109	1.190	158	1.725	211	2.304
Peak Shear Stress, kg/cm^2			0.786		1.321		1.944		2.588	
Ultimate shear stress, kg/cm^2			0.666		1.190		1.725		2.304	

निष्कर्ष:

	Peak	Ultimate
Cohesion, kg/cm^2	**0.150**	**0.130**
Tan ϕ	**0.6067**	**0.5489**
Deg - min	**31 - 14**	**28 - 45**



Direct Shear Apparatus, Large Box

६. संदर्भ :

१ IS 2720: Part ३९/sec. १: 1977 (Reaffirmed Year: 2021); Methods of test for soils: Part 39 Direct shear test for soils containing gravel, Section 1 Laboratory test.

२ IS 12169: 1987 (Reaffirmed Year: 2020); Criteria for Design of Small Embankment Dams. Page 16.

८. पारगम्यता चाचणी

(Permeability Test)

१. व्याख्या:

मातीचा असा गुणधर्म ज्यामुळे पाणी झिरपते, त्याला पारगम्यता म्हणतात. पारगम्यतेचे गुणांक म्हणजे लॅमिनार प्रवाहाच्या परिस्थितीत पाण्याच्या प्रवाहाचा दर म्हणजे निर्दिष्ट तापमानात एकक हायड्रॉलिक ग्रेडियंट अंतर्गत एकक क्रॉस सेक्शनल क्षेत्र.

२. हेतू : भारतीय मानांक IS: २७२० भाग १७ व ३६ चा वापर करून मातीची पारगम्यता तपासणे.

३. चाचणी प्रक्रिया :

ही चाचणी व्हेरीयेबल हेड मेथड व कॉन्स्टंट हेड मेथड या दोन प्रकारात करता येते.

I. व्हेरीयेबल हेड पध्दती:

१. ही चाचणी माती नमुन्यासाठी करण्यात येते. यात पाण्याची पातळी बदलती असल्याने चाचणीला व्हेरीयेबल हेड पध्दती असे म्हणतात.
२. मातीच्या घनता व ओलाव्याचे प्रमाणा नुसार साचा भरणे.
३. भरलेला साचा हा पाण्यात ठेऊन पूर्ण भिजऊन घेणे.
४. भिजवलेला साचा हा पारगम्यता चाचणी उपकरणाला लावणे.
५. उपकरणाची रचना अशा प्रकारे करण्यात आली आहे की, साच्याला सतत पाण्याचा पुरवठा होत राहील.
६. मातीच्या प्रतवारी नुसार पाणी धरुन ठेवणे किंवा बाहेर सोडणे यावर या चाचणीची निरिक्षणे अवलंबुन आहे.
७. सर्व निरिक्षणे नोंदवून निष्कर्ष तयार करणे.

II. कॉन्स्टंट हेड पध्दती:

१. ही चाचणी मुरुम नमुन्यासाठी करण्यात येते. यात पाणी पातळी स्थिर असते म्हणून या चाचणीस कॉन्स्टंट हेड पध्दती म्हणतात.
२. कण पृथ:करण चाचणी व्दारे आलेल्या निर्ष्कशानुसार २० mm चाळणीच्या खालील माती नमुना घेणे.
३. मातीच्या घनता व ओलाव्याचे प्रमाणानुसार साचा भरणे. .
४. दिलेल्या प्रमाणे उपकरणांची रचना करणे. साच्याला पाण्याचा पुरवठा करणे.
५. साच्या मधून पास झालेले पाणी हे मोज पात्राच्या सहाय्याने मोजणे.
६. साधारणत: १० sec. , १५ sec, ३० sec..... या कालावधीसाठी पाणी मोजणे.
७. आलेले वाचन निरीक्षण तक्यात भरणे. सर्व निरिक्षणे नोंदवून निष्कर्ष तयार करणे.

४. निरीक्षण तक्ता :

तक्ता.१ व्हेरीयेबल हेड पध्दती

Length of soil sample: -	12.73 cm
Diameter of soil sample: -	10 cm

Temperature of water: -		27.00 °C	
Dry density of soil: -		g/cm^2	
Variable Head Method			
Diameter of tube used.		1.00 cm	
Trial No.	Head of water		Time
	Initial	Final	
	cm	cm	sec
1	300	297	1200
2	297	294	1200
3	294	291	1200
4	291	288	1200
5	288	285	1200

व्हेरीयेबल हेड पध्दती परिगणना तक्ता

Sample Length, L		12.7 cm	C/S. Area of: Stand pipe, a		$2.41\ cm^2$
Diameter of Sample D		10.0 cm	Dry Density		$1.485\ g/cm^3$
Sr. No.	Temp. T °C	Initial Head, ho	Final Head, h1	Time, t	K' at T oC
	°C	cm	cm	sec	10^{-6} cm/sec
1	27	300	297	1200	1.07
2	27	297	294	1200	1.08
3	27	294	291	1200	1.09
4	27	291	288	1200	1.10
5	27	288	285	1200	1.11
Average Permeability at T °C				0.544	x 10^{-6} cm / sec
Permeability at 27 °C =			**1.091**	**X 10^{-6} cm / sec**	

तक्ता.२ कॉंन्स्टंट हेड पध्दती:

Constant Head Method			
Length of soil sample: -		17 cm	
Diameter of soil sample: -		20 cm	
Temperature of water-		27.00 °C	
Trial No.	Head of water	Time	Water collected
	cm	sec	cc
1	86	10	150
2	86	10	150
3	86	10	150

कॉंन्स्टंट हेड पध्दती परिगणना तक्ता

Sr. No.	Temp. T °C	Head, h	Time, t	Quantity of water collected, Q	K' at T °C
	°C	cm	sec	cm^3	10^{-6} cm/sec
1	27	86	10	150	9438.26
2	27	86	10	150	9438.26
3	27	86	10	150	9438.26
Average Permeability at T °C				9438.26	x 10^{-6} cm / sec
Permeability at 27 °C =			**9450.379 X 10^{-6} cm / sec**		

$$\text{Coefficient of Permeability, } K = \frac{Q \times L}{A \times h \times t}$$

५. परिगनणा व सूत्रे :

The Co-efficient of permeability shall be calculated using the following formula: -

A. Variable head method.

$$K, \text{(cm/sec) Co-efficient of permeability } K, = \frac{2.303\ aL}{A\ (t1 - 10)} \log 10\ (ho/\ h1)$$

Where,

L = Length of specimen in cm.
A = Cross-sectional area of specimen in cm2
a = Inside cross-sectional area of standpipe in cm2
ho = Initial head in cm.
h1 = Final head in cm.
t1 - 10 = Time interval in seconds in which head drops from ho to h_1.

B. Constant head method:

$$\text{Co-efficient of permeability, } K \text{ (cm/sec)} = \frac{Q \times L}{A \times h \times t}$$

Where,
h = Constant hydraulic head causing flow, in cm.
A = Cross - Sectional area of Specimen in cm2
Q = Rate of flow in milliliters/second.
t = Time Interval in Seconds.
L = Length of specimen in cm.

Temperature Correction.

$$\mathbf{K}_{27}{}^{0}C = KT^{0}c \frac{VT^{0}c}{V27^{0}c}$$

Where,

K and V are the co-efficient of permeability and co-efficient of viscosity of water respectively.

T^0C is the temperature at the time of test. Report the co-efficient of permeability in cm/sec, at 27^0 c --- K 27^0 c

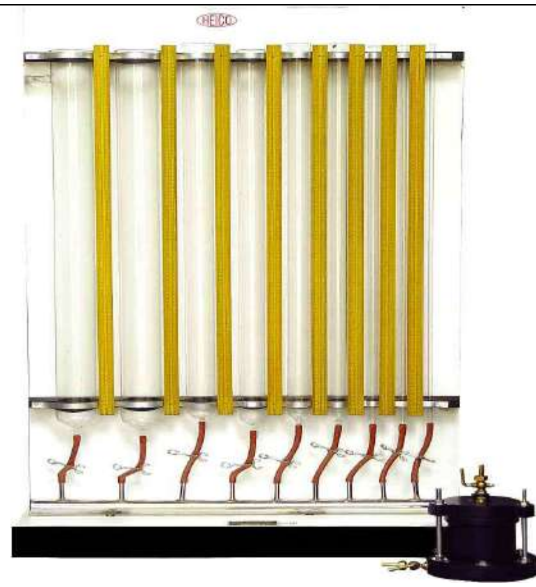
Degree of saturation.

Calculate degree of saturation from the following formula: -

$$\mathbf{S} = \frac{MG}{e}$$

Where,

M = Moisture content in % after test.
G = Specific gravity of soil
e = Void ratio.



पारगम्यता चाचणी साठीचे उपकरण:

६. संदर्भ :

१ IS 2720: Part 17: 1986 (Reaffirmed Year: 2021); Laboratory determination of permeability of fine soil (Variable head)
२ IS 2720: Part 36: 1987 (Reaffirmed Year: 2021); Laboratory determination of permeability of granular soils (Constant head)
३ IS 1498: 1970 (Reaffirmed Year: 2021; Classification and identification of soils for general engineering purposes. Page 23.

९. फुगवटा व दाब चाचणी
(Swelling Pressure Test)

१. व्याख्या:

फुगवटा व दाब चाचणीचा मुख्य उद्देश माती पाण्याच्या संपर्कात आल्या नंतर किती फुगते व संपुर्ण फुगवण क्षमता संपल्यानंतर किती दाब दिल्याने त्या मातीचा आकार पुर्ववत होतो हे मोजले जाते. या चिकणमातीच्या पृष्ठभागाच्या गुणधर्मांमुळे जेव्हा ते पाण्याच्या संपर्कात येतात तेव्हा त्यांच्या आकारमानात वाढ होते.

मातीच्या ह्या फुगवटा गुणधर्मामुळे बांधकामाची संरचना करताना फुगवट्याचे मापन आवश्यक असते.

२. हेतू : भारतीय मानांक IS: २७२० भाग ४१ चा वापर करून मातीचा फुगवटा दाब तपासणे.

३. चाचणी प्रक्रिया :

ही चाचणी दोन प्रकारात करता येते.

१) व्हेरीयेबल व्हॅलुम पध्दती आणि २) कॉन्स्टंट व्हॅलुम पध्दती

३.१ व्हेरीयेबल व्हॅलुम पध्दती

कण पृथ:करण चाचणी व्दारे साधारणत: २ मी.मी. च्या चाळणीतून नमुना गाळुन घेणे.

१. घनते नुसार साचा भरणे.
२. साचा मधील पोरस स्टोन हे भिजवून घेणे.
३. माती ही ओव्हन मधुन कोरडी करुन साचा हा त्या घनतेनुसार भरणे. उपकरणाची रचना दिलेल्या प्रमाणे करणे.
४. डायल गेजचे वाचन नोंदवून घेणे. नंतर पाण्याचा संपर्क आल्यानंतर चे वाचन नोंदवून घेणे. हे मुळ वाचन समजावे.
५. हे वाचन घेतांना डेड लोड (०.०५ Kg/cm^{२}) ठेवणे.
६. मातीची प्रतवारीनुसार डायल गेजचे वाचन वेगवेगळे येते.
७. पाणी जास्त झाल्याने माती वरील दाब वाढून तो डायल गेजचे वाचन दाखविते.
८. अशा प्रकारे स्थिर वाचन येई पर्यंत ही चाचणी करणे.
९. त्यानंतर ०.०५ Kg/cm^{२}, ०.१ Kg/cm^{२}, ०.२ Kg/cm^{२}, ०.५ Kg/cm^{२}, १ Kg/cm^{२} , २Kg/cm^{२}, याप्रमाणे लोडिंग करुन वाचन घेणे.
१०. हे वाचन मुळ वाचन पेक्षा कमी येईपर्यंत रिडिंग घेणे व त्यानुसार आलेख काढुन फुगवट्याची किंमत काढणे.

३.१.१ निरीक्षण तक्ता व आलेख:

खालील आलेखा मध्ये प्रकल्पाची व नमुन्याची सर्व माहिती भरावी. तसेच निरीक्षण तक्ता व आलेख काढलेला आहे. सदर आलेख काढण्यासाठी पुढील प्रक्रिया अवलंबावी.

१. निरीक्षण तक्ते हे दोन प्रकाराचे आहेत. पहिला नमुना पुर्णपणे भिजवण्याचे वाचन व दुसरा नमुना पुर्णपणे फुगलेल्या नमुन्याला वजन लावून दाबाचे वाचन असे आहे.

२. नमुना भिजवण्यासाठीच्या आलेखा मध्ये मुळ वाचन १६१७ असुन पुर्ण फुगल्यानंतरचे वाचन २८०५ आहे.
३. दाब देण्याच्या आलेखामध्ये २८०५ चे वाचनापासुन टप्प्या टप्प्याने दाब देण्यास सुरुवात केलेली असुन मुळ वाचना पासुन खाली येई पर्यंत दाब वाढवत नेला आहे.
४. त्या नुसार सदर नमुन्याचे स्वेलींग प्रेशर/ फुगवटा हे २.४५ किग्र./ चौ.से.मी. असे आले आहे.

Soil Mechanics Division No. 1, M.E.R.I., NASHIK - 422 004.

SWELLING PRESSURE TEST [IS 2720 (Part 41) - 1977]

Project :

Location : CC, UD-1

Description:- Yellow coloured Fine Grained, Highly Plastic Soil , soil having 94.60 % passing I.S. sieve No. 2 mm.

Sample No. : CC, UD-1- Tr.2 Swelling Type

Nature : UD **Remoulding Condition:- At Z** Moisture content-31.25%, & N.D.D. =1.56 gm/cm2

Initial Dry Den. : g/cm^3 (Field values) Machine No. 3 Cutter No. 3

NMC- 31.25 % L.C.of dial gauge 0.01mm Cutter vol.:- 56.54 cm^3

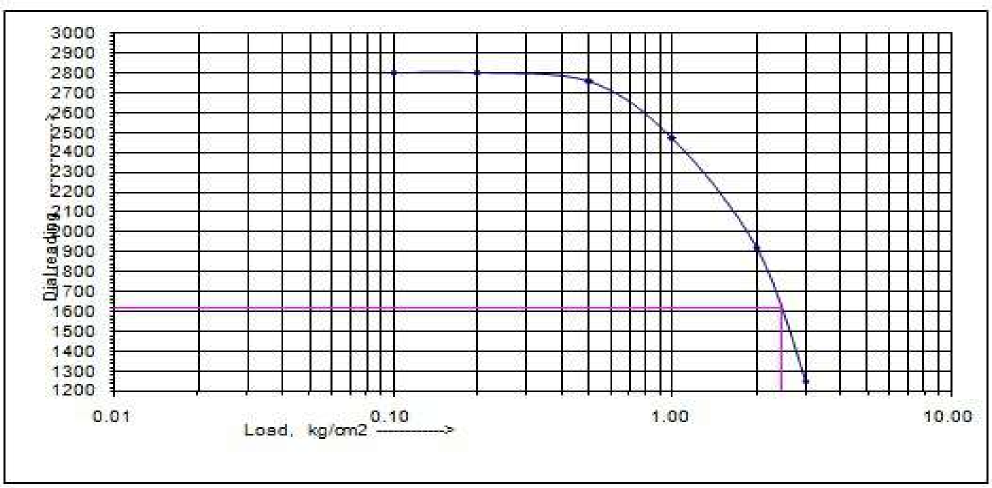
OBSREVATIONS

Swelling under 0.05 kg/cm^2

Date	Dial Reading
6/2/2024	1617
7/2/2024	2778
8/2/2024	2802
9/2/2024	2804
10/2/2024	2805
11/2/2024	0
	0
	0
	0
	0

Compression

Date	Load kg/cm^2	Final Dial Reading
12/2/2024	0.10	2805
13/2/2024	0.10	2805
12/3/2024	0.20	2805
13/2/2025	0.50	2756
12/4/2024	1.00	2472
13/2/2026	2.00	1920
14/2/2024	3.00	1249
	0.00	
		0



RESULT | **Swelling Pressure** | **2.45** | kg/cm^2

Tested by : B.B.Tuse, Sect. Engr.

A.R.O. / S.O.

0.01	2.45	2.45
1617	1617	0

३.२ काँन्स्टंट व्हॅलुम मेथड.(CNS):

३.२.१. चाचणी प्रक्रिया

१. कण पृथ:करण चाचणी व्दारे मिळालेल्या वाचना नुसार १० मीमी पासिंग मातीचा नमुना घेणे.

२. मातीचा नमुना त्याच्या घनते नुसार साचा भरणे. उपकरणाची रचना दिलेल्या प्रमाणे नमुना लावणे करणे.

३. डायल गेज व प्रोव्हिंग रिंगचे चे वाचन प्रथमत: निरीक्षण तक्त्यात नोंदवून घेणे. पाण्याचा संपर्क आल्या नंतर वाचन घेणे व नोंदवून घेणे.

४. जो पर्यंत वाचन हे स्थिर होत नाही तो पर्यंत वाचन नोंदवणे.

५. हे सर्व वाचन निरीक्षण तक्त्यात भरुन निष्कर्ष तयार करणे.

ह्या पध्दतीत नमुना पूर्णपणे फुगवला जात नाही . सदर पध्दत फक्त खडीचे प्रमाण जास्त असलेले नमुने व ज्यात कोहेजनची (संयोगशक्ती) किंमत अतिशय कमी आहे अशा नमुन्यांसाठी (CNS) ही पध्दत अवलंबीली जाते. त्याची परिगणना पुढील प्रमाणे आहे.

		SOIL Testing DIVISION , M.E.R.I. NASHIK-4.					
SWELLING PRESSURE TEST (Constant Volume Method) For CNS Material							
Name of project :-						Sample No. 6	
Location Details:-		C.N.S. Quarry					
Description :-		brownish fine soil having 87 % material passing					
		I.s. sieve No. 10 mm					
Particle Size used		10 mm			Passing	87.00%	
Lab. Data		O.M.C.:-	12.6	%	O.D.D.	1.635	gm/cm3
Remoulding Data		O.M.C.:-	12.6	%	O.D.D.	1.635	gm/cm3
Mould		Dia.-	33	cm	Height	33	cm
		Area	854.865	cm2			
After remoulding							
of soil sample.		Height	17	cm.	Volume	14532.71	
Proving Ring No.:-		63023			Constant		
(L.C.of dial gauge of proving ring :-0.002 mm)						Kg/cm^2	0.003056
Strain Dial reading of constant volume gauge :-					1620		
(L.C.0.002mm)							

of soil sample.	Height	17	cm.	Volume	14532.71	
Proving Ring No.:-	63023			Constant		
(L.C.of dial gauge of proving ring :-0.002 mm)					Kg/cm^2	0.00305(
Strain Dial reading of constant volume gauge :-				1620		
(L.C.0.002mm)						

OBSERVATIONS

Date	Time	Prov.Ring Dn.		
19/04/2024	11	498	Max.	505
20/04/2024	11	505	Initial	498
21/04/2024	11	505		
22/04/2024	11	505		

Observed swelling (in divisions) :- 7 Divns.

Swelling Pressure= $\frac{\text{Final Reading- Initial Reading}}{\text{Area of Mould}}$ X constant of Proving Ring

$= \frac{7}{854.865}$ X 0.003056

= 0.00002502 kg/cm2

Tested by:- B.B.Tuse, Sect. Engr.   Checked By:-

३.२.२ परिगणना:

१. वरील निरीक्षण त्क्त्यानुसार चाचणी करावयाचा साचा हा ३३ से.मी. व्यासाचा असुन त्यात फक्त १५ से.मी उंचीचा नमुना भरतात. त्यानुसार सदर साच्याचे आकारमान हे ८५४.८६ से.मी. इतका आहे.

२. साच्या मध्ये नमुना लावल्यानंतर पाण्याच्या संपर्कात येण्या अगोदर प्राथमिक वाचन घ्यावे.

३. दररोज चे वाचन घेऊन त्याची नोंद ठेवणे. नमुना पुर्ण फुगल्यानंतर त्याचे अंतिम वाचन घ्यावे.

४. या नुसार सुत्रामध्ये((अंतिम वाचन - प्रारंभिचे मुळ वाचन)/ ८५४.८६५ साच्याचे क्षेत्रफळ) X प्रोव्हिंग रींगचा कॉन्स्टंट = नमुन्याचे स्वेलींग प्रेशर.

५. तक्ता क्र.२ मध्ये दशविल्याप्राणे (५०५ अंतिम वाचन - ४९८ प्रारंभिचे मुळ वाचन)/साच्याचे क्षेत्रफळ) X०.००३०५६ प्रोव्हिंग रींगचा कॉन्स्टंट = ०.००००२५०२ नमुनयाचे स्वेलींग प्रेशर CNS चे निष्कर्ष आले आहे.

Swelling Aparatus, Verriable Volume Method

Swelling Aparatus, ConstantVolume Method

४. संदर्भ :

१ IS 2720: Part 41: 1977 (Reaffirmed Year: 2021); Measurement of swelling pressure of soils.

२ Swelling index based on Geotech engg. Dakhsina Murthy and Raman 1977, pg, 24

१०. शुष्क घनता चाचणी

(Dry Density test By Sand Replacement Method)

१. व्याख्या :

मातीची क्षेत्रीय घनता ही नैसर्गिक स्थितीत (उदा. पायामध्ये) किंवा कृत्रिमरीत्या संकुचित (उदा. तटबंधातील) स्थितीतील कोरडे एकक वजन असते.

ही चाचणी ४० मिमी जास्तीत जास्त कण आकारापर्यंतच्या बारीक, मध्यम आणि खडबडीत मातीसाठी लागू आहे. (४० मि.मी. च्या चाळणीतून जाणारी ९०% पेक्षा जास्त माती).

२. हेतू : भारतीय मानांक IS: २७२० भाग२८ चा वापर करून मातीची शुष्क घनता तपासणे.

३. चाचणी प्रक्रिया :

३.१. अंशशोधन- (कॅलिब्रेशन्स)

या क्रियेमध्ये आपणांस वाळुची घनता मिळते. ह्या अंशशोधन / कॅलीब्रेशन साच्याचे मापे उंची १२.७३ से.मी व व्यास १० से.मी असा आहे. त्यानुसार पुढील सुत्राने त्या साच्याचे आकारमान काढता येते.

Volume = Area x Height

$$= A \times H$$

$$= \pi/4 \times D^2 \times H$$

$$= \pi/4 \times (10)^2 \times 12.73$$

$$= 999.8 \text{ cm}^3$$

$$= 1000 \text{ cm}^3$$

१. पोअरींग कंटेनर हा ओव्हन मधुन कोरड्या केलेल्या वाळुने १ से.मी. कमी असा भरुन घ्यावा. पोअरींग सिलेंडर आणि वाळुचे एकत्रित वजन करुन घ्यावे. (W१) (७४७६ ग्रॅम). सदर वाळु ही ०.६० ते०.४५ मी.मी. आकराची असावी.

२. पोअरींग सिलेंडर त्याच्या वरच्या सुमारे १० मि.मी. कमी वाळूने कंटेनर भरा. भरलेल्या सिलेंडरचे वजन निश्चित करा (W १)

३. अंशशोधनच्या १००० (V) सी.सी. च्या साच्यावर पोअरींग कंटेनर ठेवुन, पोअरींग कंटेनरची खालील बाजुस असलेली खटकी सरकावी जेणेकरुन कंटेनरच्या तळातील छिद्रातुन वाळू साच्यात भरली जाईल. कॅलिब्रेटिंग कंटेनर मधुन वाळु गळणे बंद झाल्यावर खटकी बंद करावी. कॅलिब्रेटिंग कंटेनर मधील उरलेल्या वाळुचे वजन नोंदुन घ्यावे. (W२) (५६१०ग्रॅम).

४. कॅलिब्रेशिंनच्या १००० सी.सी. च्या साच्यात वाळु टाकुन उरलेली वाळुसह कॅलिब्रेटिंग कंटेनर एका काचेवर ठेवुन खटकी सरकावी जेणेकरुन कंटेनरच्या तळातील छिद्रातुन वाळू काचेवर टाकली जाईल. कॅलिब्रेटिंग कंटेनर मधुन वाळु गळणे बंद झाल्यावर खटकी बंद करावी. कॅलिब्रेटिंग कंटेनर मधील उरलेल्या वाळुचे वजन नोंदवून घ्यावे. हे वजन म्हणजे पोअरींग सीलेंडरचे खालील बाजुस असलेल्या कोनाचे आकाराचे वजन होय. काचेवरील पडलेल्या वाळुचे वजन आले (W३)४३६ ग्रॅम.(७४७६ ग्रॅम - ५६१० ग्रॅम - ४३६ ग्रॅम = १४३०).

५. अ. क्र. २ नुसार कॅलिब्रेटिंग कंटेनर मध्ये वाळु ओतल्यानंतर त्या वाळुचे वजन व काचेवरील ओतलेल्या वाळुचे वजन वजा करावे. हे आलेले वजन म्हणजेच कॅलिब्रेशिंन च्या साच्यातील आलेल निव्वळ वजन होय. Wa- १४३० ग्रॅम. त्या नुसार साच्यातील निव्वळ वजन भागीले साच्याचे आकरमान म्हणजेच त्या वाळुची घनता होय.(१४३०/१००० = १.४०ग्रॅम/ से.म³. अशा प्रकारे वाळुची घनता काढली १.४० ग्रॅम/ से.म³.

तक्ता क्र. १ - अंशशोधन साच्या नुसार वाळुची कोरडी घनता

Sr.no.	Observations	वजन/ ग्रम
1	Volume of calibrating container V cm^3	1000 cm^3
2	Weight of Sand pouring cylinder + Sand **W**1gm (before pouring)	7476
3	Mean Weight of cylinder + Sand (after pouring in mould) **W** 2	5610
4	Mean Weight of Sand in cone (of pouring cylinder). **W**3	436
5	Weight of Sand to fill calibrating container Wa = (W1 -W2 - W3) gm	1430
6	Bulk density of Sand Ys = Wa / V (gm/ cm^3)	1.43

३.२. वाळुची घनतेचा वापर करुन मुरुमाची घनता काढणे.

१. प्रथम ज्या ठिकाणी घनता काढायाची आहे. ती जागा स्वच्छ व समतल करुन घ्यावी.

२. ३० X ३० से.मी. आकराचा व मध्यभागी १० से.मी. व्यासाचे छिद्र असलेला एक चौकोणी ट्रे त्या जागेवर व्यवस्थित ठेवावा.

३. ट्रे च्या मध्यभागी १० से.मी. व्यासाचे असलेल्या छिद्रातुन अंदाजे १५ से. मी. खोल माती/ मुरुम खोदुन घ्यावी. ती सर्व माती/ मुरुम एका ट्रे मध्ये भरुन त्याचे वजन नोंदवुन घ्यावे.Ww (२००० ग्रॅम). सदर माती/ मुरुमाचे ओलाव्याचे प्रमाण W (१३.६२ %) काढावे. ट्रे पुढील क्रिये साठी तसाच राहु द्यावा.

४. पोअरींग कंटेनर मध्ये १ से.मी. कमी वाळु भरुन त्याचे वाचन घ्यावे. W१ (७४७६ ग्रॅम).

५. पोअरींग कंटेनर खोदलेल्या खड्डयावरील ट्रे वर ठेवुन पोअरींग कंटेनरची खालची खटकी सरकाऊन वाळु त्या खड्डयात टाकावी. वाळु गळणे बंद झाल्यावर खटकी बंद करुन पोअरींग कंटेनर चे उरलेल्या वाळुसह वजन घ्यावे. W२ (५५९६ ग्रॅम).

६. पोअरींग कंटेनर मधील उरलेल्या वाळुचे वजनातुन, तक्ता क्र. १ नुसार काचेवरील आलेले वाळुचे वजन वजा करावे.W३ (४३६ ग्रॅम).

७. पोअरींग कंटेनर चे वाळुसह वजन ७४७६ ग्रॅम, त्यातुन खड्डयात वाळु टाकल्यानंतर उरलेले वजन ५५९६. म्हणुन ७४७६ ग्रॅम - ५५९६ ग्रॅम - ४३६ ग्रॅम = १४४४ ग्रॅम.

८. वरील सर्व वजने हे खालील तक्त्यात भरुन त्या माती/ मुरुमाची घनता काढली आहे.

तक्ता क्र.२. वाळुची घनतेचा वापर करुन मुरुमाची घनता काढण्याचे निरिक्षणे.

Sr.no.	Observations	वजन / ग्रम
1	Weight of wet Soil from hole, Ww gm	2000
2	Weight of cylinder + Sand **W**1 (before pouring)	7476
3	Mean Weight of cylinder + Sand (after pouring) **W** 4	5596
4	Weight of Sand in hole, Wb =(W1-W4-W3) gm. (7476-5596-436=1444)	1444
5	Volume of hole, Vn= Wb / Y s cm^3. (1444 / 1.43 = 1009.8)	1009.8
6	Bulk density Yb = Wa / Wb X Y s g/cm^3 (2000 / 1009.8 = 1.98)	1.98
7	Water content, W (%)	13.62
8	Dry Density, Yd = (Yb X 100)/ (100+W) gm/ cm^3 = (1.98 X 100) / (13.62 + 100) =1.74	1.74

वरील टेबल नुसार त्या माती/ मुरुमाची ओली घनता १.९८ व कोरडी घनता १.७४ अशी आली आहे.

पोअरींग कंटेनर

पोअरींग कंटेनर, अंशशोधन सिलेंडर आणि ट्रे.

चाचणी प्रक्रिया चालु असतांना.

४. संदर्भ :

१. IS 2720: Part 28: 1974 (Reaffirmed Year: 2020); Determination of dry density of soils, in-place, by the sand replacement method.

११. वाळू फिल्टर निकष चाचणी
(Sand Filter Test)

१. व्याख्या :

पाण्याचा दाब व उतार (सीपेज फोर्सेस आणि हायड्रोलिक ग्रॅडिएंट) या चाचणीत काढले जातात. मानकानुसार निकष असे नमूद करतो की, फिल्टर सामग्रीच्या कणांच्या आकाराचा व्यास D१५(F)/D८५(B), D१५(F)/D१५(B), आणि D५०(F)/D५०(B) अनुक्रमे ५ पेक्षा कमी, ४ ते २० दरम्यान आणि २५ पेक्षा कमी असणे आवश्यक आहे. सदर चाचणी मध्ये बेस मटेरीअल म्हणून गाभा भरावाचे व फिल्टर मटेरीअल म्हणुन वाळूची चाचणी करावी. कवच भरावाचे मटेरीअल खुप जास्त पाणी गळणारे (Permeasible) असल्याने त्याची चाचणी करणे आवश्यक नाही.

२. हेतू : भारतीय मानांक IS: २७२० भाग ४ चा वापर करून वाळूची फिल्टर डिझाइनसाठी फिल्टर निकष चाचणी घेणे.

३. चाचणी प्रक्रिया :

१. ज्या माती किंवा मुरुमाचे वाळु गाळणी चाचणी करावायची आहे. ते नमुने नेहमीप्रमाणे कण पृथ्थकरण या पध्दतीने त्यांचे पृथ्थकरण करावे परंतु ७५ मायक्रॉन चाळणी मधुन गळुन जाणारे (passing) कण वेगळे गोळा करुन ओव्होन मधुन कोरडे करावे.

२. वरील ७५ मायक्रॉन चाळणी मधुन गळुन जाणारे (passing) कण ५० ते ६० ग्रॅम वजनाचे नमुना घ्यावा, त्यात ५० मी.ली. उर्ध्वपतन केलेले पाणी टाकुन ते मिश्रण ढवळुन घेणे व सदर मिश्रण ४० मी. ली. होईपर्यंत उकळून घ्यावे.

३. त्यानंतर मिश्रण थंड झाल्यानंतर त्यात ५० मी.ली. हायड्रोजन पॅराक्साईड टाकुन ढवळुन घेणे व २४ तासासाठी झाकुन स्थिर ठेवणे.

४. उपरोक्त मिश्रणास उष्णता देण्यात यावी. उष्णता देत असताना मिश्रण काचेच्या दांडयाने हलवत रहावे जेणेकरून मिश्रण उकळणार नाही याची काळजी घ्यावी. जर माती नमुन्यात न विरघळणारे चुना व इतर क्षारांचे प्रमाण दिसत असेल तर, मिश्रण थंड झाल्यानंतर मिश्रणांत १० मी.ली. हायोड्रोक्लोरीक आम्ल टाकुन ढवळुन घेणे व १० मिनिट हे मिश्रण स्थिर ठेवणे.

५. मिश्रण काचेच्या दांडयाने ढवळून एक तासाकरीता ठेवणे. सदर मिश्रण आम्लीय आहे किंवा नाही याची लिटमस कागदाने खात्री करावी. मिश्रणे आम्लीय असेल तर, मिश्रण आम्लीय राहणार नाही तो पर्यंत प्रक्रिया चालू ठेवणे.

६. सदर मिश्रण वॉटमन कागद क्र. ४२ ने गाळुन घ्यावे.

७. गाळुन घेतलेले वॉटमन कागदावरील नमुना ओव्होन मधुन कोरडे (१०५ -११०°C ला) करून घ्यावे.

८. ओव्होन मधुन कोरडे नमुन्याचे वजन घ्यावे. त्यात तयार केलेले सोडीयम हेक्झाफॉस्फेट चे द्रावणातून (१००० मी.ली. पाणी +२५ग्र. सोडीयम हेक्झाफॉस्फेट) २५ मी. ली. द्रावण टाकणे. त्यानंतर त्यात २५ मी.ली. उर्ध्वपतन केलेले पाणी टाकुन सदरचे मिश्रण व्यवस्थित काचेच्या दांडयाने ढवळुन घेणे. मिश्रणाचे pH बघावे. pH हा जर १०.८० च्या खाली असल्यास pH १०.८० यईपर्यंत त्यात ०.१ N सोडीयम हायोड्राक्साईड टाकणे.

९. नंतर सदरचे मिश्रणांत १५० मी.ली. होईपर्यंत उर्ध्वपतन केलेले पाणी टाकुन उपकरणातून (Stirrer) १५ मिनिटांपर्यंत ढवळुन घेणे. नंतर मिश्रण हे काचेचे उभे भांड्यामध्ये टाकुन, मिश्रण ५०० मी.ली. होईपर्यंत उर्ध्वपतन केलेले पाणी टाकावे. दोन्ही हाताने ते काचेचे उभे भांडे खाली—वर तसेच डावीकडे- उजवीकडे चांगले हालवुन घेणे. नंतर ते काचेचे उभे भांडे मधील द्रावण स्थिर होण्यास ठेवणे.

१०. सदर मिश्रणाच्या तापमानाची नोंद घेणे. सदर भारतीय मानांकनामध्ये दर्शविलेल्या कोष्टकाप्रमाणे पिपेट (Pipette) मधुन नमुना गोळा करणे.

११. नमुना गोळा करणेसाठी वापरण्यात येणाऱ्या वाटीचे (एकुण ४) अगोदरच वजन करुन घेणे.

१२. सदरचे मिश्रण स्थिर ठेवण्यावेळेची वेळ नोंद करुन घ्यावी व पीपेट १०० मी.ली. खोलीवर बुडवून तेथील सॅम्पल पुढील दिलेल्या कोष्टकाप्रमाणे त्या त्या वेळेस घेणे, त्याचे वजन घ्यावे. नंतर ते नमुना ओव्हेन मध्ये कोरडा करण्यासाठी ठेवावा, ओव्हेन मध्ये कोरडा झाल्यानंतर पुन्हा वजन घ्यावे.

विविध तापमानाला नमुन्यांचे कण खाली बसण्याच्या वेळा दर्शविणारा तक्ता.

Rate of Setting of particles at various Temperatures (Average Specific Gravity of soil assumed as 2.68) (Time for a fall of 100mm

Temperature	Diameter in mm			
	0.001	0.002	0.006	0.02
	Time of Pipet			
	Hr.	Hrs	Mins	sec.
10	40.8	10.19	68.00	367
11	39.64	9.91	66.10	357
12	38.55	9.63	64.20	347
13	37.49	9.37	62.50	337
14	36.39	9.10	60.80	328
15	35.45	8.86	59.20	319
16	34.49	8.62	57.60	310
17	33.64	8.41	56.10	302
18	32.73	8.18	54.60	294
19	31.89	7.98	53.20	287
20	31.10	7.77	51.8	280
21	30.28	7.57	50.6	273
22	29.55	7.38	49.30	266
23	28.81	7.21	48.10	259
24	28.12	7.03	46.90	253
25	28.78	6.86	45.80	247
26	26.81	6.71	44.70	241
27	26.19	6.54	43.70	236
28	25.6	6.40	42.70	231
29	25.04	6.25	41.70	226
30	24.46	6.12	40.80	221
31	23.95	5.9	39.90	216
32	23.44	5.86	39.10	211
33	22.95	5.74	38.30	206

Temperature	Diameter in mm			
	0.001	0.002	0.006	0.02
	Time of Pipet			
	Hr.	Hrs	Mins	sec.
34	22.50	5.62	37.50	202
35	22.01	5.5	36.70	198
36	21.36	5.34	35.60	192
37	20.93	5.23	34.90	188
38	20.53	5.13	34.20	185
39	20.14	5.03	33.60	181
40	19.77	4.94	33.00	178
41	19.40	4.85	32.30	175
42	19.03	4.76	31.70	171
43	18.67	4.67	31.10	168
44	18.36	4.59	30.60	165
45	18.02	4.50	30.00	162
46	17.72	4.43	29.50	159
47	17.41	4.35	29.00	157
48	17.14	4.28	28.60	154
49	16.83	4.21	28.10	152
50	15.95	3.99	26.60	144

४. निरीक्षण तक्ता :

४.१. गाभा भरावासाठी कणपृथ्थकरण

४.१.१ निरीक्षण तक्ता

Soil Testing Division No.1, M.E.R.I., Nashik-4.

OBSERVATION SHEET HEARTING

Project .... | Sample No ....: Hearting base material

Gen. Description :- | Nature................ Loose

i) Colour .... Blackish

ii) Gravel shape .... Fine | Location................ Hearting base material

iii) Friability .... Friable

iv) Special, if any ..

MECHANICAL ANALYSIS (Sieve) | Date of Testing ..:- 7/15/2020

Tested by.............

Total weight of oven dried sample taken for testing .... 1500 g

Weight of sample passing 4.75 mm sieve taken for testing ....:- g | OBSERVATION SHEET HEARTING

I.S.Sieve Opening	80 mm	40 mm	20 mm	10 mm	4.75 mm	2.0 mm	1.4 mm	0.6 mm	0.425 mm	0.212 mm	0.125 mm	0.075 mm	Total
Wt. of soil Retained g	0	0	0	26	27	68	74	88	80	72	92	74	601

४.१.२: कणांचा तक्ता (% of Particals

Soil Testing Division , M.E.R.I., Nashik - 422 004.

MECHANICAL ANALYSIS TEST (IS 2720, Part - 4)

Project :	0	Nature :	Loose
Lab. No. :	Hearting base material	Colour :	Blackish
Location :	Hearting base material	Date of Testing :	15-Jul-20

Total wt. of oven dried soil taken for testing : 1500 g

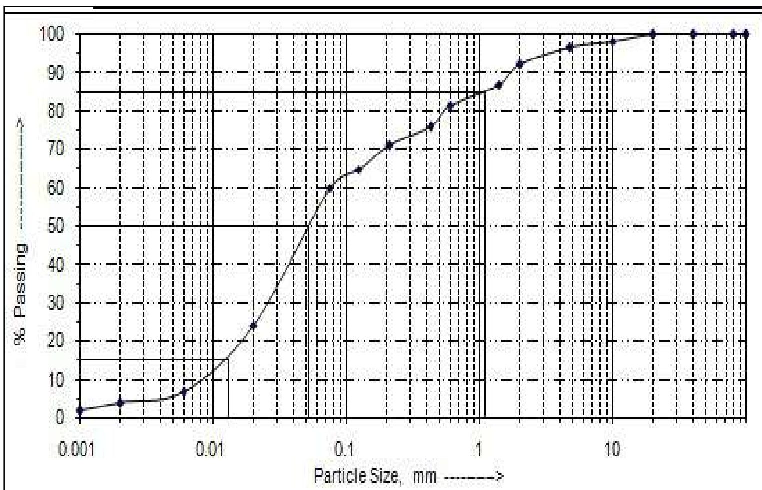
Wt. of -4.75 mm sieve sample taken for testing : g

I.S.Sieve Opening	Weight of Soil Retained	Percentage Retained	Percentage Cumulative
mm	g	%	%
100	0.00	0.00	100.00
80	0.00	0.00	100.00
40	0.00	0.00	100.00
20	0.00	0.00	100.00
10	26.00	1.73	98.27
4.75	27.00	1.80	96.47
2.00	68.00	4.53	91.93
1.40	74.00	4.93	87.00
0.60	88.00	5.87	81.13
0.425	80.00	5.33	75.80
0.212	72.00	4.80	71.00
0.125	92.00	6.13	64.87
0.075	74.00	4.93	59.93
0.02	536.98	35.80	24.13
0.006	263.55	17.57	6.56
0.002	40.49	2.70	3.87
0.001	31.63	2.11	1.76

SUMMARY

GRAVELS %		SAND %	SILT & CLAY %	Classification
80 to 20 mm	20 to 4.75 mm	4.75 to 0.075 mm	Below 0.075 mm	
0	**4**	**36**	**60**	**MH**

४.१.३. गाभा भरावसाठी आलेख



X	Y		
0.001	**85**	%	
1.1	85	Cu=	**84.6**
1.1	0		
		Cc=	**0.19**
0.001	**50**	%	
0.052	50		
0.052	0		
0.001	**15**	%	
0.013	15		
0.013	0		

Tested by:- B. B. Tuse, SEct. Engr. A.R.O. / Sci. Officer

४.१.४. ०.०७५ मी. मी. खालील परिगणना - Weight of dry Soil Taken ५४ gm.

TABULATION FOR SEDIMENTATION ANALYSIS FOR HERTING BASE MATERIAL

1) VP Taken 25 ml.	Total Sample Taken for M.A. =	1500	gm
2) Suspention = 500ml	Weight of Soil Passing 75µ = 1500	601	899
3) Temp in °C 27			

r. No	Date	Time ellapsed	Diameter of grains in (mm)	No. of Dish	Wt.of empty Dish	Wt. of Dish + Dry Soil	Assuming correction for sodium hexametaphospate	Net wt. of soil	Net wt. of Soil from 500 ml Suspention	Correct % finer	Total wt retaind from 20µ,6µ,2µ,&1 µ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	25/04/2022	241Sec	0.02	306	12.1245	13.8221	0.0849	1.6127	32.2544	59.7304	536.9760
2	25/04/2022	44.7 min	0.006	208	12.2294	13.0626	0.0417	0.7915	15.8308	29.3163	263.5535
3	25/04/2022	6.54 hrs	0.002	207	12.1540	12.2820	0.0064	0.1216	2.4320	4.5037	40.4883
4	26/04/2022	26.19 hrs	0.001	202	11.8398	11.9398	0.0050	0.0950	1.9000	3.5185	31.6315

Weight of Dry soil taken for test = 54

Calculation for % of Various Particles size as per below

1) 0.02 mm

Net weight of Dry Soil taking from Pipet i.e. weight of VP. = 1.6127 gm

% of 20 Micron in 500ml

$$\frac{\text{Net Wt. of soil}}{\text{Weight of Pretreated Soil}} \times \frac{500}{25} \times 100$$

$$\frac{1.6127}{54} \times \frac{500}{25} \times 100$$

= 59.73 %

Weight of Soil Passing 75µ X Net wt. of Soil from 500 ml Suspention / Weight of Dry soil taken for test

$$\frac{899 \times 32.2544}{54} = 536.976$$

2)	0.006 mm						
Net weight of Dry Soil taking from Pipet i.e. weight of VP. =						0.7915	gm
% of 6 Micron in 500ml							
0.7915 / 54	X	500 / 25	X	100			
=	29.316	%					

$$\frac{\text{Weight of Soil Passing } 75\mu \times \text{Net wt. of Soil from 500 ml Suspention}}{\text{Weight of Dry soil taken for test}}$$

$$\frac{899 \times 15.8308}{54} = 263.5535$$

3)	0.002 mm						
Net weight of Dry Soil taking from Pipet i.e. weight of VP. =						0.1216	gm
% of 2 Micron in 500ml							
0.1216 / 54	X	500 / 25	X	100			
=	4.5037	%					

$$\frac{\text{Weight of Soil Passing } 75\mu \times \text{Net wt. of Soil from 500 ml Suspention}}{\text{Weight of Dry soil taken for test}}$$

$$\frac{899 \times 2.4320}{54} = 40.4883$$

4)	0.001 mm						
Net weight of Dry Soil taking from Pipet i.e. weight of VP. =						0.0950	gm
% of 1 Micron in 500ml							
0.095 / 54	X	500 / 25	X	100			
=	3.5185	%					

$$\frac{\text{Weight of Soil Passing } 75\mu \times \text{Net wt. of Soil from 500 ml Suspention}}{\text{Weight of Dry soil taken for test}} =$$

$$\frac{899 \times 1.9000}{54} = 31.6315$$

४.१.५ अंतिम निष्कर्षांकरीता मार्गदर्शक सुचना-

१. माती भरवाचे कण पृथ्थकरण करतांना एकुण १५०० ग्रॅम माती घेतलेली असुन ०.०७५ मी.मी. च्या चाळणीतुन ती माती धुऊन घेतल्यानंतर, ०.०७५ मी.मी. च्या चाळणीतुन वाहुन जाणारी माती ह्या चाचणीसाठी गोळा करण्यात आली आहे.

२. ०.०७५ मी.मी. च्या चाळणीतुन न गळणारी माती गोळा करुन तीचे नेहमीच्या पध्दतीने कण पृथ्थकरण केले आहे. यात ०.०७५ मी.मी. च्या चाळणीतुन न गळणारी माती ६०१ ग्रॅम (४०.०७ टक्के) असुन ०.०७५ मी.मी. च्या चाळणीतुन गळणारी माती ८९९ ग्रॅम (५९.९३ टक्के) एवढी आहे.

३. ज्या नमुन्यात १५ टक्के पेक्षा जास्त माती ही ०.०७५ मी.मी. च्या चाळणीतुन गळुन जाते, अशाच मातीच्या नमुन्याची पिपेट पध्दतीने कणपृथ्थकरण केले जाते. त्यानुसार " Y" अक्षावर कणांचे १५, ५० आणि ८५ टक्केवारी नुसार " X " अक्षावर वरील त्या टक्केवारीच्या कणांचा आकार आपणांस प्राप्त होतो.

४. ०.०७५ मी.मी. च्या चाळणीतुन वाहुन जाणारी मातीचे हृया पिपेट पध्दतीने कणपृथ्थकरण करण्यात आले आहे. वरील तक्त्यानुसार गाभा भरावासाठी ०.०७५ मी.मी. खालील कणपृथ्थकरण करण्यासाठी ५४ ग्रॅम माती घेतलेली आहे. ५०० मी.ली. मधील मिश्रणातुन २५ मी.ली. पिपेट मधुन मिश्रण घेतले आहे. त्यानुसार कोष्टक क्र. १ मध्ये व त्याच्या खाली २५ मी.ली. मातीचे एकुण वजन आले ते काढलेले आहे.त्यानुसार ५०० मी.ली. मधील मिश्रणात किती मातीचे वजन आहे ते काढलेले आहे. तसेच ५४ ग्रॅम मधुन किती माती आली त्यानुसार ८९९ ग्रॅम माती मध्ये कोष्टकात दर्शविल्या प्रमाणे मातीचे वजन काढलेले आहे.

५. वरीलप्रमाणे गाभा भरावासाठी कण पृथ्थकरण तक्त्यात आलेख काढतांना ०.०२, ०.००६, ०.००२, व ०.००१ ह्या मी.मी. च्या आकाराचे कणांचे वजन काढुन त्याचा आलेख काढण्यात आलेला आहे.

६. सदर आलेखानुसार " Y" अक्षावर कणांचे टक्केवारी व " X " अक्षावर कणांचा आकार असतो. सदर चाचणीसाठी " Y" अक्षावर कणांचे १५, ५०, व ८५ टक्केवारी नुसार , " X " अक्षावरील कणांचा आकार मोजला जातो. या चाचणी मध्ये "F" म्हणजे फील्टर मटेरीयल वाळू आणि " B " बेस मटेरीयल, गाभा भरवाची माती होय.

७. त्या नुसार D१५(F) / D८५(B) = Stability criteria, D१५(F) / D१५(B)= Permeability Criteria अणि D५०(F) / D५०(B) = Gradation Crteria.अशा प्रकारे परिगणना करुन फिल्टर ची चाचणी तपासली जाते. वरील प्रमाणे वाळूचे किंवा मुरुमाचे परिगणना करावी.

४.२ वाळूचे कणपृथ्थकरण:

४.२.१- निरीक्षण तक्ता:

OBSERVATION SHEET SAND

Project .... Sample No ....:- Sand

Gen. Description :- Nature...................

i) Colour ....

ii) Gravel shape ....:- Location...............:-

iii) Friability ....

iv) Special, if any ..:-

MECHANICAL ANALYSIS (Sieve) SAND Date of Testing ..:- 7/22/2020

Tested by............. 0

Total weight of oven dried sample taken for testing ....: 3000 g

Weight of sample passing 4.75 mm sieve taken for testing ....:- g

OBSERVATION SHEET SAND

I.S.Sieve Opening	80 mm	40 mm	20 mm	10 mm	4.75 mm	2.0 mm	1.4 mm	0.6 mm	0.425 mm	0.212 mm	0.125 mm	0.075 mm	Total
Wt. of soil Retained g	0	0	0	137	482	603	145	499	189	591	142	37	2825

४.२.२ कणांचा तक्ता (% of Particals)

Soil Testing Laboratory, M.E.R.I., Nashik - 422 004.

MECHANICAL ANALYSIS TEST (IS 2720, Part - 4)

Project : 0 | Nature : 0

Lab. No. : Sand | Colour : 0

Location : Sand | Date of Testing : 15-Jul-20

Total wt. of oven dried soil taken for testing : 1500 g

Wt. of -4.75 mm sieve sample taken for testing : g

I.S.Sieve Opening	Weight of Soil Retained	Percentage Retained	Percentage Cumulative
mm	g	%	%
100	0.00	0.00	100.00
80	0.00	0.00	100.00
40	0.00	0.00	100.00
20	0.00	0.00	100.00
10	137.00	4.57	95.43
4.75	482.00	16.07	79.37
2.00	603.00	20.10	59.27
1.40	145.00	4.83	54.43
0.60	499.00	16.63	37.80
0.425	189.00	6.30	31.50
0.212	591.00	19.70	11.80
0.125	142.00	4.73	7.07
0.075	37.00	1.23	5.83
0.02	44.15	2.94	2.89
0.006	16.57	1.10	1.79
0.002	7.43	0.50	1.29
0.001	6.77	0.45	0.84

SUMMARY

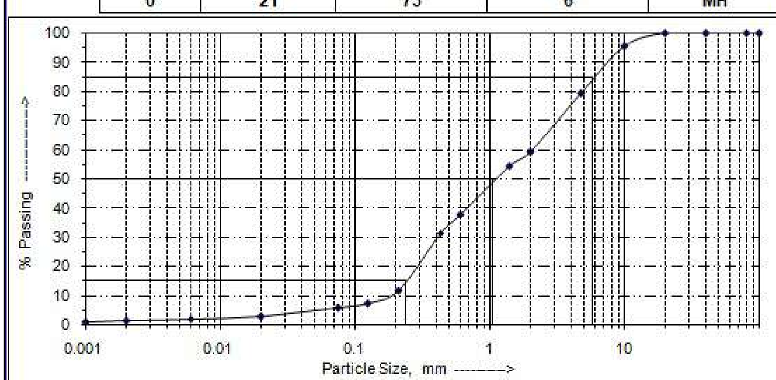
GRAVELS %		SAND %	SILT & CLAY %	Classification
80 to 20 mm	20 to 4.75 mm	4.75 to 0.075 mm	Below 0.075 mm	
0	21	73	6	MH

४.२.३. वाळू कणपृथ्थकरण आलेख

SUMMARY

GRAVELS %		SAND %	SILT & CLAY %	Classification
80 to 20 mm	20 to 4.75 mm	4.75 to 0.075 mm	Below 0.075 mm	
0	21	73	6	MH

Select proper



X	Y		
0.001	85	%	
5.7	85	Cu=	23.9
5.7	0		
		Cc=	0.81
0.001	50	%	
1.05	50		
1.05	0		
0.001	15	%	
0.238	15		
0.238	0		

Tested by:- B.B. TUSE, Sect. Engr. A.R.O. / Sci. Officer

४.२.४- ०.०७५ मी. मी. खालील परिगणना

TABULATION FOR SEDIMENTATION ANALYSIS FOR SAND BASE MATERIAL

1) VP Taken 25 ml.

2) Suspention = 500ml

3) Temp in ^{0}C 27

Total Sample Taken for M.A. =	3000	gm	
Weight of Soil Passing 75µ =	3000	2825	175

Sr. No.	Date	Time ellapsed	Diameter of grains in (mm)	No. of Dish	Wt.of empty Dish	Wt. of Dish + Dry Soil	Assuming correction for sodium hexametaphospate	Net wt. of soil	Net wt. of Soil from 500 ml Suspention	Correct % finer	Total wt retaind from 20µ,6µ,2µ & 1µ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	25/04/2022	241Sec	0.020	1	23.1614	23.4203	0.0129	0.2460	4.9191	25.2262	44.1458
2	25/04/2022	44.7 min	0.006	2	14.4147	14.5119	0.0049	0.0923	1.8468	9.4708	16.5738
3	25/04/2022	6.54 hrs	0.002	3	24.6070	24.6506	0.0022	0.0414	0.8284	4.2482	7.4344
4	26/04/2022	26.19 hrs	0.001	4	17.7645	17.8042	0.0020	0.0377	0.7543	3.8682	6.7694

Weight of Dry soil taken for test = 19.5

Weight of Dry soil taken for test = 19.5

Calculation for % of Various Particles size as per below

1) 0.02 mm

Net weight of Dry Soil taking from Pipet i.e. weight of VP. = 0.2460 gm

% of 20 Micron in 500ml

$$\frac{\text{Net Wt. of soil}}{\text{Weight of Pretreated Soil}} \times \frac{500}{25} \times 100$$

$$\frac{0.246}{19.5} \times \frac{500}{25} \times 100$$

= **25.23** %

$$\frac{\text{Weight of Soil Passing 75µ} \times \text{Net wt. of Soil from 500 ml Suspention}}{\text{Weight of Dry soil taken for test}}$$

$$\frac{175 \times 4.9191}{19.5} = \mathbf{44.1458}$$

2) 0.006 mm

Net weight of Dry Soil taking from Pipet i.e. weight of VP. = 0.0923 **gm**

% of 6 Micron in 500ml

$$\frac{0.0923}{19.5} \times \frac{500}{25} \times 100$$

= **9.471** %

$$\frac{\text{Weight of Soil Passing } 75\mu \times \text{Net wt. of Soil from 500 ml Suspention}}{\text{Weight of Dry soil taken for test}}$$

$$\frac{175 \times 1.8468}{19.5} = \mathbf{16.5738}$$

3) 0.002 mm

Net weight of Dry Soil taking from Pipet i.e. weight of VP. = 0.0414 **gm**

% of 2 Micron in 500ml

$$\frac{0.0414}{19.5} \times \frac{500}{25} \times 100$$

= **4.248** %

$$\frac{\text{Weight of Soil Passing } 75\mu \times \text{Net wt. of Soil from 500 ml Suspention}}{\text{Weight of Dry soil taken for test}} =$$

$$\frac{175 \times 0.8284}{19.5} = \mathbf{7.4344}$$

4) 0.001 mm

Net weight of Dry Soil taking from Pipet i.e. weight of VP. = 0.0377 **gm**

% of 1 Micron in 500ml

$$\frac{0.0377}{19.5} \times \frac{500}{25} \times 100$$

= **3.868** %

$$\frac{\text{Weight of Soil Passing } 75\mu \times \text{Net wt. of Soil from 500 ml Suspention}}{\text{Weight of Dry soil taken for test}}$$

$$\frac{175 \times 0.7543}{19.5} = \mathbf{6.7694}$$

५. परिगणना व निष्कर्ष :

५.१ Filter Criteria for Hearting Base Material

FILTER CRIATERIA FOR **Hearting BASE** MATERIAL

TEST RESULTS

% Passing	Filter Materil (Sand)		Base Material(Hearti	
	F		B.	
D 15	0.24		0.013	
D 50	1.05		0.052	
D 85	5.70		1.100	

1	D 15 F / D 85 B	=	0.238 / 1.1	=	0.2164
2	D 15 F / D 15 B	=	0.24 / 0.013	=	18.308
3	D 50 F / D 50 B	=	1.05 / 0.052	=	20.192

Sr. No.	D15(F) / D85(B)	D15(F) / D/15(B)	D50(F) / D50(B)
1	0.2164	18.308	20.192
	should be < 5	Should be Between 4 to 20	should be < 25

Tested B B.B.Tuse, Sect.Engr. Checked By-

ARO

५.२अंतिम निष्कर्ष:

SOIL TESTING LABORATORY, M.E.R.I., NASHIK - 4.

Soil samples received vide letter no. .... Dtd. / /20 from the 0

Executive Engineer, ... Irrigation Dn, ...

Sr. No.	Field Location	Nature ans Description of Samples	Grain size Analysis: Gravel 80 mm TO 20 mm	Grain size Analysis: Gravel 20 mm TO 4.75 mm	Grain size Analysis: Sand 4.75 mm TO 0.075 mm	Grain size Analysis: Silt + Clay Below 0.075 mm	Laboratory Results: D15(F) / D85(B)	Laboratory Results: D15(F) / D15(B)	Laboratory Results: D50(F) / D50(B)	Filter Critaria as per Design Note: D15(F) / D85(B)	Filter Critaria as per Design Note: D15(F) / D15(B)	Filter Critaria as per Design Note: D50(F) / D50(B)	Remark
			%	%	%	%							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Hearting (Base Material)	Blackish Coloured Soil	0	4	36	60	0.22	18.31	20.19	Less than 5	Between 4 and 20	Lass than 25	Test result of Sand is in respect to base material (Hearting Zone)
2	Sand	Loose Sand Filter Material	0	21	73	6							

Note - The test results are as per Sand Filter material provided by field officers.

Tested by - B.B.Tuse, Sect, Engr, Scientific Research Officer 20.19230769

Checked by Soil Mechanics Referral Laboratory

A.R.O. MERI, Nashik-4

नोट- वरील कोष्टकानुसार " F" म्हणजे फिल्टर मटेरीअल, वाळू आणि "B" म्हणजे बेस मटेरीअल, गाभा भरवाची माती. त्यानुसार - D१५(F) / D ८५ (B) = Stability Criteria , D १५ (F) / D १५ (B) = Permeability Crieteria and D ५० (F) / D ५० (B) = Gradation Criteria अशा प्रकारे फिल्टरची रचना केली जाते. वरील अनुक्रम ३ नुसार सर्व चाचणी प्रक्रिया करण्यात यावी.

500 M.L. Capacity cylinder filling with below 75 Micron Hearting and Sand Sample

Tacking a Pippet

६. संदर्भ :

१. IS 2720: Part 4: 1985 (Reaffirmed Year: 2020); Methods of test for soils: Part 4 Grain size analysis.CDO code of Practice for design of Earth Dams 2003, Para 12.5, Page 3

१२. भार धारण क्षमता चाचणी
(Bearing Capacity Test)

१. व्याख्या :

बांधकामाच्या पायाची भारधारण क्षमता काढणेसाठी पायाच्या भूस्तराच्या प्रकारानुसार अनेक प्रकाराच्या पध्दती वापरल्या जातात. भारधारण क्षमता काढणेसाठी क्षेत्रिय चाचण्या आवश्यक आहे. तसेच प्रयोगशाळेत सुध्दा सरळ कृतंक चाचणी आणि सी.बी.आर. व इतर काही चाचण्या यांचा सुत्रांचा वापर करुन (Tarzagis formula) भारधारण क्षमता काढता येते. परंतु अशी भारधारण क्षमता, क्षेत्रिय पध्दतीने काढलेल्या भारधारण क्षमतेपेक्षा खुपच वेगळ्या येतात.

प्लेट लोड चाचणीचा उपयोग जमीनीची भार धारण क्षमता व जमिनीची इतर आवश्यक माहिती मिळविण्यासाठी होतो. ह्या माहितीचा उपयोग बांधकामाच्या पायाच्या संकल्पनासाठी होतो. मातीचा प्रकार, वाळू किंवा खडी यानुसार भार धारण क्षमता चाचणी करावयाच्या तीन वेगवेगळ्या पध्दती आहेत. या मध्ये प्रत्येक लोड दिल्यानंतर जमीनीच्या दबणाऱ्या प्रमाणाची नोंद घेतली जाते. ज्या वेळेस जमीन जास्त प्रमाणात दबली जाते, त्या वेळेचा लोड असतो त्याला प्रोव्हिंग रींगचा गुणांक ने गुणले जाते. आणि त्यानुसार जमीनीची अल्टीमेट (Ultimate) भार धारण क्षमता काढली जाते.

२. हेतु : प्लेट लोड टेस्ट चा उपयोग जमीनीची भार धारण क्षमता काढण्यासाठी होतो.

३. लागणारे उपकरणे :

अनुक्रमांक	उपकरणे
१	लोडिंग प्लॅटफॉर्म- आवश्यक त्या आकाराचे व अपेक्षित वजन, अंदाजे २५ टन वजन घेणारा लोडिंग प्लॅटफॉर्म उभारणे.
२	हायड्रॉलीक जॅक- लोड मोजण्याचे उपकरण हे त्याच्या डायल गेजसह अंशशोधन केलेले असावे तसेच इतर उपकरणे जसे कि, प्रेशर गेज, ईलेक्ट्रॉनिक लोड सेल आणि प्रोव्हिंग रींग.
३	बेअरींग प्लेट- बेअरींग प्लेट ह्या लोखंडी गोल किंवा चौकणी असतात. त्यांची जाडी २५ मी.मी. पेक्षा कमी नसावी. त्यांचा आकार ३०० मी.मी, ४५० मी.मी., ६०० मी. मी व ७५० मी.मी असतो. ह्या प्लेटखाली एक ग्रुव्ह असून वरती दोन हॅन्डल असतात. मध्यभागी एक मार्किंग केलेली असते. या शिवाय लोडींग प्लेट म्हणुन कॉंक्रिट चे ठोकळे सुध्दा वापरु शकतात.
४	सेटलमेंट नोंदणी उपकरण- ही एक स्ट्रेन डायल असते. तीचा रन २५ मी.मी व तीची सुक्ष्मता ०.०१ मी.मी इतकी असते.
५	डेटम बार- स्ट्रेन डायल लावण्यासाठी डेटम बार हा भक्कम असावा. त्याला आधार म्हणुन दोन उभे आधार असावे. ह्या डेटम बारला स्ट्रेन डायल लावले जाते.
६	इतर उपकरणे- लोडिंग कॉलम, लाकडी ठोकळा, गर्डर आणि इतर सर्व संरचना व्यवस्थित असाव्यात.

४. चाचणी पध्दत :

१. प्रथम क्षेत्रिय अभियंता यांच्याशी सल्ला मसलत करुन चाचणीसाठी योग्य जागा नक्की करावी. चाचणी ही योग्य खोलीवर घेण्यात यावी.

२. त्यासाठी योग्य आकाराचा १२ मी. X ८ मी. मापाचा चाचणी करणेस सुलभ असा खड्डा करावा.

३. लोडींग प्लॅटफॉर्म उभारण्यासाठी चांगल्या प्रतीच्या विटांची निवड करुन १:३ प्रमाणात असलेले सिमेंट व वाळुचे मिश्रण वापरुन दोन भिंती तयार कराव्यात. भिंतीचे माप लांबी -२.५० मी., उंची- २.०० मी. व जाडी ०.४५ मी. असावी. दोन्ही भिंतीमधील अंतर ४.०० मी. असावे (Clear Span). भिंतीवर ०.२० मी. चे पी.सी.सी (१:२:४) कोपींग असावे. दोन्ही भिंतीची उंची समपातळीत असणे अत्यंत गरजेचे आहे. दोन्ही भिंतीवर गर्डर ठेवुन, त्यावर लोखंडी सेंटरींग प्लेट ठेवणे. त्यावर वाळू, माती किंवा इतर असे अंदाजे ५० की. ग्रॅम वजन भरलेले अशा ५०० गोण्या तयार करुन लोडिंग करावे.

सदर लोडींग प्लॅटफॉर्म उभारण्यासाठी जास्त कालावधी लागत असल्याने मृद चाचणी विभाग, महाराष्ट्र अभियांत्रिकी संशोधन संस्था, नाशिक मार्फत पोकलॅंन्ड मशिन, डम्पर, ट्रक असे की ज्याचे वजन २० ते २५ टन पर्यंत आणले जावू शकते, अशा मशिनरीचा लोडींग प्लॅटफॉर्म म्हणून वापर करायला सुरुवात केली आहे. या नुसार वेळ व मनुष्य बळाची मोठ्या प्रमाणावर बचत होते.

४. मातीच्या प्रकारानुसार योग्य बेस प्लेट वापरावी. दोन्ही भिंतीचा मध्य बिंदु काढुन त्यावर बेस प्लेट ठेवावी. नंतर त्या प्लेटवर जॅक व प्रोव्हिंग रींग ठेवुन व योग्य ते सपोर्ट लावुन यंत्रणा सज्ज करावी.

५. चाचणी सुरु करण्यापुर्वी प्रोव्हिंग रींग व स्ट्रेन डायल ह्या व्यवस्थित सेट करणे व त्यातील सुरुवातीच्या आकड्यांची नोंद करुन घेणे.

६. जॅक्द्वारे विशिष्ट अंतराने लोड वाढवत नेणे व त्याच बरोबर लोड दिल्या नंतर स्ट्रेन डायलचे बदलले आकडे यांची नोंद करुन घेणे

७. प्रोव्हिंग रींगवर किती लोड दिला त्याची नोंद करुन घेणे व त्याच बरोबर स्ट्रेन डायलचे बदलले आकडे यांची नोंद करुन घेणे.

८. दिलेला लोड व प्रोव्हिंग रींगचा गुणांक यांचा गुणाकार करावा. त्यामुळे दिलेला लोड हा Kg/cm^2 मिळतो. प्रोव्हिंग रींगचा गुणांक हा प्रोव्हिंग रींगचे अंशशोधन करत असतांना त्या अंशशोधन आलेखा वरुन काढला जातो.

९. प्रथम लोड देण्या अगोदर घेतलेल्या सर्व स्ट्रेन डायलचे रीडींग ची सरासरी काढुन घ्यावी.

१०. लोड दिल्यानंतर प्रत्येक वेळी सर्व स्ट्रेन डायलचे रिडींगची सरासरी काढावी. ही सरासरी लोड देण्याचे अगोदर घेतलेल्या स्ट्रेन डायलचे रीडिंग चे मधुन वजा करावी.

११. अशा प्रकारे वजा केलेल्या संख्येस ०.००१ (०.०१ मी.मी. =०.००१ से.मी.) ने गुणावे. हा गुणाकार लोड दिलेल्या नुसार होणाऱ्या जमिनीची सेटलमेंट दर्शविते.

१२. दिलेला लोड व सेटलमेंट हि अनुक्रमे "Y" आणि " X" अक्षावर टाकावी. आलेल्या आलेखास लागुन दोन रेषा काढुन, त्या रेषा एकमेकांस ज्या ठिकाणी छेदतील, त्या बिंदुपासुन "Y" आणि " X" अक्षावर लंब टाकावा. हा लंब ज्या ठिकाणी "Y" आणि " X" अक्षाला छेदेल ती संख्या ही "Y" आणि "X" अक्षावरील अनुक्रमे लोड व सेटलमेंट अशी नोंद करावी.

४.१. आलेख:

पुढे आलेख काढण्याच्या दोन पध्दती दिल्या आहेत.

१. पुढील पध्दतीच्या आलेखात मातीच्या प्रकारानुसार आलेखाचे प्रकार दर्शविले आहे. सदर आलेखाचे वक्रतेस अनुरुप अशा दोन रेषा काढल्या जातात. सदर रेषा ज्या ठिकाणी मिळतात, तेथुन "Y" आणि "X" अक्षावर लंब टाकुन, त्यानुसार "Y" अक्षाली सेटलमेंट आणि "X" अक्षाला लोड काढला जातो.

२. पुढील पध्दतीच्या आलेखात हा मातीच्या प्रकारानुसार आलेखाचे प्रकार दर्शविले आहे. सदर आलेखामध्ये ४.१ नुसार क्रिया करुन आलेख काढता येतो.

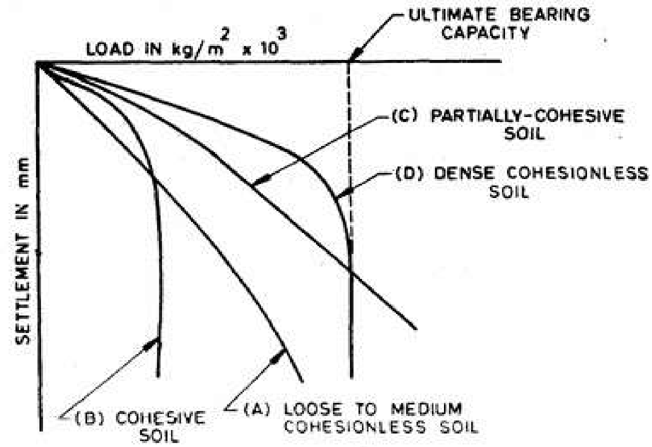


FIG. 5 LOAD SETTLEMENT CURVES

calculated as under (S_f taken as permissible settlement of footing (*see* IS : 1904-1978*):

$$S_f = S_p \left[\frac{B (B_p + 0{\cdot}3)}{B_p (B + 0{\cdot}3)} \right]^2$$

where

B = the size of footing in m,
B_p = size of test plate in m,
S_p = settlement of test plate in m, and
S_f = settlement of footing in m.

From this formula total settlement of footing (S_f) is calculated taking S_p as observed total settlement of plate.

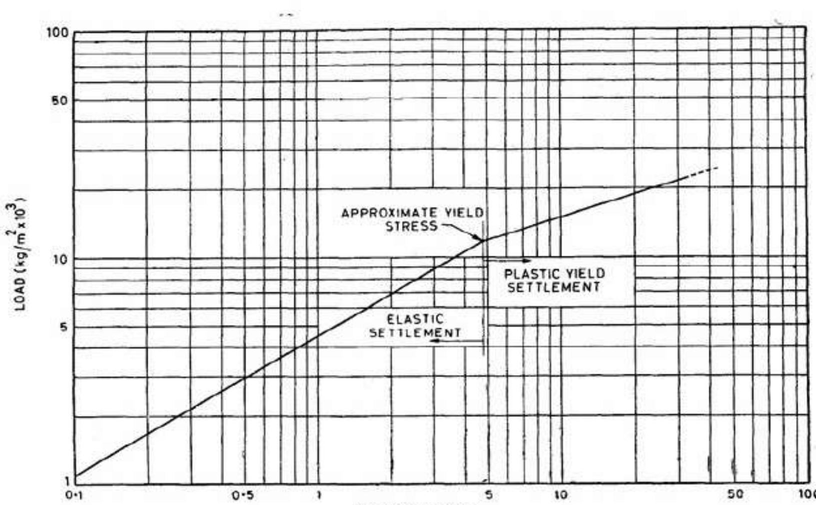


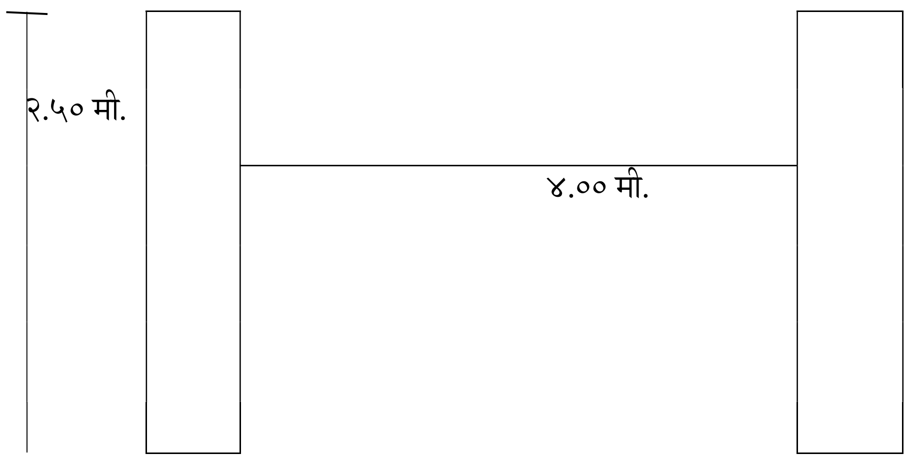
FIG. 6 LOAD SETTLEMENT CURVE
(LOG-LOG SCALE)

IS : 1888 - 1982

४.२. क्षेत्रिय स्तरावरील तयारी :

१. चाचणीसाठीचा खड्डा १२ मी. X ८ मी. मापाचा असावा. खड्याची खोली (foundation Level) क्षेत्रिय अधिकाऱ्यांनी ठरवावी. खोदलेली माती खड्यापासुन १०० मी. अंतरावर दूर टाकावी. खड्यास साईड स्लोप मातीचे प्रकारानुसार व्यवस्थित असावे. जमीनीपासुन २ मी. खोलीवर बर्म देण्यात यावा.

२. चाचणीसाठी करावयाच्या भिंतीचे मोजमाप हे खालील रेखाचित्रात दर्शविल्याप्रमाणे व बांधकाम प्रथम दर्जाचे असावे. विटकाम /आर. सी. सी. करतांना खड्याचे तळात ०.३० मी. खेलीवर पी.सी.सी टाकावे. भिंतीचे तळातील विटांचे थर हे खडांबा पध्दतीने रचावे. भिंतीचे माप लांबी - २.५० मी., उंची-२.०० मी. व जाडी ०.४५मीटर असावी. दोन्ही भिंतीमधील अंतर ४.०० मी. असावे (Clear Span) भिंतीवर ०.२० मी. चे पी.सी.सी (१:२:४) कोपींग असावे. दोन्ही भिंतीची उंची समपातळीत असणे अत्यंत गरजेचे आहे.



३. चाचणी खड्डयातील भिंतीस सलग २१ दिवस पाणी (Curing) मारावे.

४. चांगल्या प्रतीच्या साधारण ५०० गोण्यांमध्ये स्वच्छ वाळू भरावी. प्रत्येक गोणीत सारखी म्हणजे ५० कि. ग्रॅ. वाळू भरावी. गोण्यांचे तोंड बांधु नये, शिवून घ्यावे. वाळू भरलेल्या गोण्या सावलीत ठेवाव्यात. जेणेकरुन गोण्या उन्हात तळपणार नाहीत व त्यामुळे फाटणार नाहीत.

५. भिंतीवर ठेवण्यासाठी साधारणत: २० चौ. मि. क्षेत्रफळा एवढ्या चांगल्या प्रतिच्या सेंटरींग प्लेटस् आणाव्यात. तुटलेल्या किंवा फाटलेल्या प्लेटस् आणु नयेत. तसेच चाचणी करतेवेळी खड्यातील चिखलातुन वापरणेसाठी अतिरीक्त १० ते १२ सेंटरींग प्लेटस असाव्यात.

६. चाचणी करणेचे दिवशी सावलीसाठीची व्यवस्था असावी. कारण सदर चाचणीसाठी ७ ते ८ तासांचा कालावधी लागतो. तसेच चाचणीसाठी न थांबता निरिक्षणे घ्यावी लागतात. त्यात उन्हामुळे त्रास झाल्यास निरीक्षणवरील लक्ष विचलित होते. निरिक्षणे घेण्यासाठी बसणेसाठी ताडपत्री किंवा तत्सम प्रकारचे कार्पेट असावे. १० नंबरचे हायड्रॉलीक ऑईल व ग्रीस ची व्यवस्था करण्यात यावी.

७. चाचणी खड्याच्या आजुबाजुस १०० मी. अंतरावर चोहोबाजुने लाल रंगाचे सहज दिसतील अशा उंचीचे झेंडे लावावे, जेणेकरुन आजुबाजुचे लोक तेथे येणार नाही. तसेच १०० मी. अंतराचे आत

कोणत्याही प्रकाराचे वाहन येता कामा नये. तसेच कोणत्याही प्रकारची थरथर (Vibration) होता कामा नये. चाचणीच्या ठिकाणी फक्त मोजक्या व तांत्रिक व्यक्तींनाच प्रवेश असावा.

८. चाचणी खड्यात पाणी लागल्यास पाणी उपासण्याची सक्षम यंत्रणा जागेवर असावी.
९. मेरी, नाशिक येथुन चाचणीसाठी लागणारी सामुग्री नेणे व आणणे हे क्षेत्रिय कार्यालयास करावे लागेल. तसेच क्षेत्रिय ठिकाणी सर्व साहित्याची जमवा-जमव व ने-आण करणे तसेच लागणारे सर्व प्रकाराचे मजूर व इतर हे सर्व क्षेत्रिय कार्यालयामार्फतच करावे लागेल.
१०. वाळुंच्या गोण्या चाचणी खड्डयाचे प्लॅटफॉर्मवर ठेवणे व खाली काढणेसाठी कमीत कमी १० मजुरांची व्यवस्था असावी. तसेच चाचणी खड्ड्यापर्यंत वाळुंच्या गोण्या ने-आण करणेसाठी सक्षम व्यवस्था असावी.
११. चाचणी खड्यात विटांच्या भिंती बांधल्यानंतर त्यास २१ दिवस पाणी मारणे गरजेचे आहे. त्याचबरोबर सदर खड्यात नियमित २१ दिवस पाणी असावे. जेणेकरुन चाचणी खड्यातील माती व्यवस्थित भिजेल
१२. क्षेत्रिय चाचण्यांबरोबरच काही प्रयोगशाळातील चाचण्या करणे आवश्यक असते. क्षेत्रिय चाचणी झाल्यानंतर त्यास एक महिन्याचा कालावधी लागतो. एकुण पुर्ण प्रकियेस दोन महिन्याचा कालावधी लागत असल्याने सबंधित क्षेत्रिय कार्यालयाने सदर चाचणी करणेसाठी अगोदरच सुरुवात करुन त्या संदर्भात आवश्यक तो पाठपुरावा करावा.
१३. प्लेट बेअरींग (भारधारण क्षमता) व प्रयोगशाळा चाचण्या ह्या भारतीय मानांकानुसार करण्यात येतात.

४.३ मृद चाचणी विभागामार्फत पूर्व तयारी:

१. प्रकल्पस्थळी प्रथम भेटीत क्षेत्रिय अधिकाऱ्यांसमवेत चाचणी करावायाच्या जागेची योग्य पाहाणी करावी. त्यानुसार सदर ठिकाणी कोणत्या प्रकाराची भार धारण क्षमता चाचणी करावयाची याचा विचार करावा. याबाबतीत सबंधित प्रकल्प अधिकाऱ्यांशी योग्य तो विचार विनिमय करावा
२. प्रकल्पस्थळी प्रथम भेटीत चाचणी करावायाच्या जागेची व परिसाराची योग्य ती पाहाणी करून चाचणीसाठी आवश्यक असणाऱ्या सर्व बाबींची व्यवस्थित नोंद करावी .
३. प्रोव्हिंग रींगचे अंशशोधन केलेले आहे काय ते तपासावे. सदर प्रोव्हिंग रींगचे अंशशोधन तक्त्यानुसार नुसार गुणांक काढण्यात यावा. तसेच सदर प्रोव्हिंग रींग योग्य त्या कार्यक्षमतेची घ्यावी. सदर प्रोव्हिंग रींगचे डायलची हालचाल योग्य तऱ्हेने व सुलभतेने होते काय हे तपासावे.
४. जॅक व रॅम योग्य त्या कार्यक्षमतेचे घ्यावे. जॅक व रॅमला जोडणारी रबरी नळी सुस्थितीत असावी. जॅक द्वारे रॅमला ऑईल प्रेशर व्यवस्थित पोहोचते का? कुठे गळती वगैरे नाही ना याची खात्री करावी.
५. स्ट्रेन डायल यांची हालचाल योग्य तऱ्हेने व सुलभतेने होते काय ते तपासावे. तसेच सर्व स्ट्रेन डायल शक्यतो एकाच लीस्ट कॉउंट च्या घ्याव्यात. सदर स्ट्रेन डायलचा रन आवश्यकते एवढा असावा. सदर स्ट्रेन डायल न अडकता, सुलभेने वर खाली होणेसाठी सोबत अॅसेटोन (Acetone) घ्यावे.
६. प्रकल्पस्थळाच्या माती व मुरमाच्या वर्गवारी नुसार योग्य त्या बेसप्लेट घ्याव्यात. स्ट्रेन डायल लावण्यासाठी जोडणी व रॉड योग्य त्या संख्येने घ्यावे.

७. प्रकल्पस्थळी पोहोचल्यानंतर शक्य झाल्यास त्या दिवशी, म्हणजे पुरेसा वेळ असेल तर, चाचणी करावयाचा सेट उभा करुन, लोडिंग करुन घ्यावे. पुरेसा वेळ नसेल तर दुसऱ्या दिवशी लोडिंग करुन इतर सर्व तयारी करून घ्यावी.

८. चाचणीस दुसरे दिवशी सकाळी शक्य होईल तितक्या लवकर सुरुवात करावी. प्रोव्हिंग रींग, स्ट्रेन डायल यांची स्थिती व्यवस्थित आहे की नाही याची, तसेच वरील लोडिंग प्लॅटफॉर्म व इतर सर्व बाबी यांची बारकाईने तपासणी करावी. बेस प्लेट वरील आधार, जॅक, त्यावरील प्रोव्हिंग रींग, त्यावरील सपोर्ट हे सर्व ओळंब्यामध्ये आहे की नाही याची बारकाईने तपासणी करावी. सेंट्रल गर्डर व त्यावरील तीन मोठे गर्डर या मध्ये अंतर नसावे.

९. चाचणी करावयाच्या आदल्या दिवशी लोडिंग करणे अत्यंत गरजेचे आहे, कारण रात्रभर लोडिंग असल्याने, भिंतींवर दाब येतो व भिंतीखालील जमीनीची थोडी फार सेटलमेंट होते. दुसऱ्या दिवशी चाचणीच्या पुर्व तयारी आधी विटाच्या भिंती व त्याखालील जमिनीची बारकाईने तपासणी करावी. जेणे करुन वरील लोडिंग मुळे कुठे काही हानीकारक बदल झाला असल्यास लक्षात येईल, कारण निरिक्षणे घेण्यास आपणास लोडिंग प्लॅटफॉर्मचे खाली बसावे लागते, त्यामुळे पुढील होणारा धोका टाळता येईल.

१०. चाचणीस सुरुवात करण्याआधी निरिक्षणे घेण्यासाठी जे कोणी निरिक्षक बसणार आहेत, त्यांचे उंची नुसारी प्रोव्हिंग रींग बसवावी तसेच निरिक्षणे घेण्यासाठी बसण्याची व्यवस्था हि अतिशय योग्य असावी. निरिक्षणे घेतांना खंड पाडु नये, निरिक्षणे ही सलग घेण्यात यावी.

११. निरिक्षणे घेणे चालु असतांना चाचणी उपकरणांच्या जवळपास कोणत्याही व्यक्तिला, कोणत्याही कारणास्तव येऊ देऊ नये. उपकरणांना थोडाजरी धक्का लागला, तरी सर्व रचना बदलुन जाते. आणी मग पुन्हा खड्डा बदलुन किंवा जमलेच तर त्याच खड्डयात बेस प्लेटची जागा बदलुन, लोंडींग मध्ये योग्य ते बदल करुन पुन्हा नव्याने चाचणीस सुरुवात करावी लागते.

१२. स्ट्रेन डायलचे सुरुवातीचे मूळ वाचन (Initial Reading) हे अत्यंत काळजी पूर्वक घ्यावे. सदर वाचन हे नंतरच्या प्रत्येक लोड वाढवल्यानंतर करण्यात येणाऱ्या गणिती प्रक्रियेसाठी अत्यंत उपयुक्त असते. बऱ्याच वेळा स्ट्रेन डायलचे सुरुवातीचे वाचन (Initial Reading) हे तीन अंकी असते. तसेच चाचणी प्रक्रिया चालु झाल्यानंतर हे वाचन उतरत जाते, त्यामुळे सुरुवातीसच तीन अंकी वाचनाच्या अगोदर चारही स्ट्रेन डायल ला एक सामाईक असा योग्य अंक घेऊन सदरची वाचन चार अंकी गृहीत धरावे.

१३. चाचणी प्रक्रिया पुर्ण झाल्यानंतर सर्व साहित्य व सामुग्री व्यवस्थित जमा करावी. तसेच योग्य ठिकाणी व योग्य प्रमाणात मातीचे अबाधित (Un Disturb)नमुने घ्यावेत.

५. निरीक्षण तक्ता:

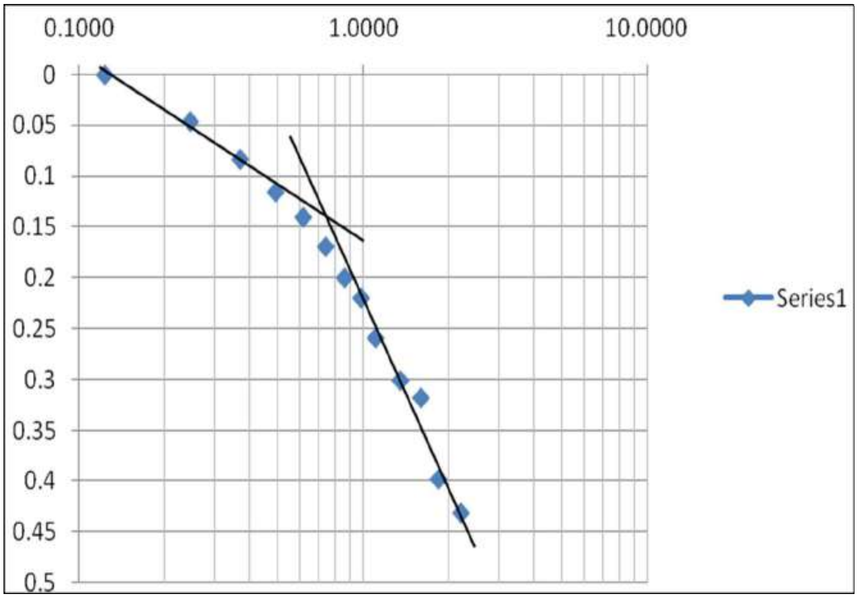
बेस प्लेट चा व्यास = ३० से.मी., बेस प्लेट चे क्षेत्रफळ= ७०६.८६ चौ. से.मी.

प्रोव्हिंग रींगचा गुणांक = ०.०६१६

Sr. No.	Force in KN	Pressure (Load) Kg/cm^2	Settlement Dial Gauge Reading L.C.= 0.001cm				Average (Col 4 to 7)	Settlements in cms Dial reading x 0.001	Settlements in cms
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Sr. No.	Force in KN	Pressure (Load) Kg/cm^2	Settlement				Average (Col 4 to 7)	Settlements in cms Dial reading x 0.001	Settlements in cms
			Dial Gauge Reading L.C.= 0.001cm						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			2005	2276	1904	1831	2004	2.004	0
1	2	0.1234							
			1955	2222	1861	1794	1958	1.958	0.046
2	4	0.2467							
			1917	2179	1823	1764	1920.75	1.92075	0.083
3	6	0.3701							
			1884	2141	1790	1739	1888.5	1.889	0.116
4	8	0.4934							
			1863	2114	1763	1715	1863.75	1.864	0.140
5	10	0.6168							
			1839	2080	1728	1692	1834.75	1.835	0.169
6	12	0.7401							
			1817	2051	1600	1669	1784.25	1.784	0.200
7	14	0.8635							
			1795	2025	1570	1652	1760.5	1.7605	0.22
8	16	0.9868							
			1783	2007	1550	1639	1744.75	1.745	0.259
9	18	1.1102							
			1748	1965	1500	1598	1702.75	1.703	0.301
10	22	1.3569							
			1693	1900	1423	1543	1639.75	1.640	0.318
11	26	1.6036							
			1667	1865	1380	1510	1605.5	1.606	0.399
12	30	1.8503							
			1642	1832	1336	1479	1572.25	1.572	0.432
13	36	2.2204							
			1607	1786	1276	1432	1525.25	1.525	0.479
14	42	2.5905							
			1523	1679	1230	1326	1439.5	1.440	0.565
15	48	2.9605							
			1431	1553	1166	1210	1340	1.340	0.664
16	54	3.3306							
			1336	1422	1004	1097	1214.75	1.215	0.789
17	60	3.7007							
			1243	1280	908	967	1099.5	1.100	0.859
18	66	4.0707							
			1151	1140	810	840	985.25	0.985	0.936
19	72	4.4408							
			1084	1044	667	760	888.75	0.889	1.000
20	78	4.8109							
			975	968	585	635	790.75	0.791	1.073
21	84	5.1810							

Sr. No.	Force in KN	Pressure (Load) Kg/cm2	Settlement Dial Gauge Reading L.C.= 0.001cm				Average (Col 4 to 7)	Settlements in cms Dial reading x 0.001	Settlements in cms
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			752	793	450	446	610.25	0.610	1.225
22	90	5.5510							
			686	690		345	573.67	0.574	1.211
23	96	5.9211							
			492	538		164	398.00	0.398	1.363
24	102	6.2912							



५.१. निरीक्षण तक्ता व परिगणना:

१. सर्व प्रथम चाचणी चालु करण्या अगोदर ज्या चार स्ट्रेन डायल लावलेल्या आहेत, त्यांचे सुरुवातीचे वाचन रकाना क्र. ४ ते ७ मध्ये नोंद करुन घेतले आहे. हे वाचन अत्यंत महत्वाचे आहे. कारण पुढील सर्व वाचनाची सरासरी ही ह्याच वाचनातुन वजा करावयाची आहे.

२. वरील तक्तयात दर्शविल्या प्रमाणे रकाना क्र. २ मध्ये प्रोव्हिंग रींगचे वाचन नोंद केलेले आहे.

३. रकाना क्र. ३ मध्ये, रकाना क्र. २ मध्ये प्रोव्हिंग रींगचे वाचन गुणिले प्रोव्हिंग रींगचा कॉन्स्टंट करुन लोड काढण्यात आला आहे.

४. रकाना क्र.८ मध्ये, रकाना क्र.४ ते७मधील चार स्ट्रेन डायलच्या वाचनाची सरासरी काढली आहे.

५. रकाना क्र. ८ मधील वाचन हे मी.मी. मध्ये असल्याने त्यास से.मी. करण्यासाठी ०.००१ (०.०१ मी.मी. =०.००१ से.मी.) ने गुणले आहे. आणि रकाना क्र. ९ मध्ये नोंद केलेली आहे.

६. रकाना क्र. ९ मधील नोंदी ह्या मुळ वाचनातुन वजा करुन घेतलेल्या आहेत.

७. रकाना क्र. ३ मधील नोंद ही एकुण लोड दर्शवित असुन रकाना क्र. १० मधील नोंद हि सेटलमेंट दर्शवित आहे. त्या नुसार त्यानुसार "Y" अक्षास सेटलमेंट आणि " X" अक्षाला लोड काढुन आलेख काढावा.

८. आलेल्या आलेखाच्या रेषेला छेदणाऱ्या दोन स्पर्षिका काढुन त्या ज्या ठिकाणी छेदतील तेथुन"Y" अक्षास आणि " X" अक्षाला लंब टाकुन त्यावरील संख्या ही लोड अणि सेटलमेंट असते.

६. चाचणी छायाचित्र :

जुन्या पध्दतीनुसार आर. सी. सी./ विटकाम भिंत बांधुन त्यावर लोडिंग प्लॅट फॉर्म उभारुन प्रोव्हिंग रींग व स्ट्रेन चे वाचन घेतांना.

लोडिंग प्लॅट फॉर्म न उभारता मशिनरी च्या सहाय्याने लोड देऊन प्रोव्हिंग रींग व स्ट्रेन चे वाचन घेतांना.

१३. मुक्त फुगवटा निर्देशांक
(Free Sell Index)

१. व्याख्या:

या मध्ये माती किंवा मुरुमाचे मुक्त फुगवटा मापन केले जाते. या चाचणी नुसार आपणांस माती किंवा मुरुमाचे फुगवटा गुणधर्म माहिती होतात. त्यांचा वापर फुगवटा व त्याचा दाब याचा सविस्तर अभ्यास करण्यासाठी तसेच बांधकामाच्या पायात असलेल्या मातीचा गुणधर्म तपासुन बांधकामाच्या पायाचे संकल्पन करण्यासाठी होतो. फुगवटा व त्याचा दाब याचे प्रमाण क्षेत्रानुसार वेगवेगळे असतात.

२. हेतू: फुगवटा व त्याचा दाब याचा सविस्तर संशोधन करण्यास मदत होते.

३. चाचणी पध्दत:

१. प्रथम ४२५ मायक्रॉन च्या चाळणीतुन ओव्हन मधुन कोरडी केलेली १० ग्रॅम माती घ्यावी.
२. दोन १०० मी. ली. मापाचे दोन काचेचे मोजमाप पात्र घ्यावे. त्यात ४२५ मायक्रॉन च्या चाळणीतुन ओव्हन मधुन कोरडी केलेली १० ग्रॅम माती टाकावी. सदर मोजमाप पात्राला हळुवारपणे ठोकुन घ्यावे, जेणेकरुन त्या माती मध्ये पोकळी राहणार नाही.
३. दोन्ही मोजमाप पात्राचे माती कोरडी असतांना वाचन नोंद करुन घ्यावे.
४. एक मोजमाप पात्रात पाणी व दुसऱ्या मोजमाप पात्रात केरोसीन टोकुन चांगले घुसळुन घ्यावे. जेणे करुन माती व पाणी किंवा केरोसीन एकजीव होईल.
५. दोन्ही मोजमाप पात्र दोन ते तीन दिवस तसेच स्थिर ठेवावे. जेणे करुन मातीचा फुगवटा पूर्ण होईल.
६. फुगवटा पूर्ण झाल्यानंतर दोन्ही मोजमाप पात्राचे वाचन नोंद करुन घ्यावे. सदर चाचणी साठी पाणी मिश्रित व केरोसीन मिश्रित ३-३ मोजमाप पात्र घ्यावे व त्यांच्या वाचनाची सरासरी काढुन अंतिम परिगणना करावी. जेणे करुन निष्कर्ष तंतोतंत योग्य मिळेल.
७. मुक्त फुगवटा निर्देशांक काढण्यासाठी पुढील चित्रात दर्शविल्या प्रमाणे तीन वाचन घेतले आहे.

४. निरीक्षण तक्ता:

मातीच्या फुगवट्याची अंतिम नोंद		
अ.क्र.	पाण्यातील मातीचा फुगवटा	केरोसीन मधील मातीचा फुगवटा
१	३७.००	३६.००
२	३८.००	३६.००
३	३९.००	३४.००
सरासरी वाचन	३८.००	३५.३३

५. परिगणना व सुत्रे:

मुक्त फुगवटा निर्देशांक काढण्यासाठी पुढील प्रमाणे सुत्र वापरावे.

$$= (((V_d - V_k)/V_k) X १००)$$

जेथे Vd = पाण्यातील मातीचा सरासरी फुगवटा = ३८.००

Vk = केरोसिन मधील मातीचा सरासरी फुगवटा = ३५.३३

मुक्त फुगवटा निर्देशांक = (((३८.०० - ३५.३३) / ३५.३३) X १०० = ७.५५

१०० मी.ली. मापाच्या उभट मोजमाप पात्रात एकाच वाजनाची कोरडी माती टाकलेली आहे

कोरडी मातीत प्रथम तीन मोजमाप पात्रात पाणि व दुसऱ्या तीन मोजमाप पात्रात केरोसीन टाकुन फुगवटा मोजला आहे.

६. संदर्भ:

१. IS No. 2720 Part 40: Determination of Free Swell index of Soils

१४. माती गुणधर्म अनुज्ञेय मापदंड

Sr. No.	Soil Groups	Soil Types	M.D.D. g/cm^3	O.M.C. %	Cohesion "C" kg/cm^2	Angle in Degree (0^0)	Permeability (K) $10^{-6}cm/s$	Liquid Limit %	Unit Dry Weight g/cm^3	Plasticity Index (Ip) %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	GW	Casing (Pervious Blanket)	> 1.907	< 13.30	0.0 to 0.10	> 38.31	10000 to 40000	N.A.	2.00 to 2.16	----
2	GP		> 1.763	< 12.40	0.0 to 0.20	> 36.50	30000 to 98000	N.A.	1.84 to 2.00	----
3	GM		> 1.830	< 15.00	0.04 to 0.34	> 33.82	1 to 1000	N.A.	1.92 to 2.16	Ip < 4
4	SW		1.828 to 1.988	10.80 to 15.80	0 to 0.10	37.59 to 39	> 1000	N.A.	1.76 to 2.08	----
5	SP		1.731 to 1.795	11.40 to 13.40	0.17 to 0.29	35.75 to 37.23	> 1000	N.A.	1.60 to 1.92	----
6	SM	Hearting (Impervious blanket, Impervious core)	1.814 to 1.846	14.60 to 15.40	0.05 to 0.10	27.00 to 32.00	1 to 1000	N.A.	1.76 to 2.00	Ip < 4
7	SC		1.824 to 1.856	14.60 to 15.40	0.05 to 0.17	27.92 to 33.82	0.01 to 1	N.A.	1.68 to 2.00	Ip > 7
8	GC		> 1.840	< 15.00	0.09 to 0.29	> 30.96	0.01 to 1	N.A.	1.84 to 2.08	Ip > 7
9	ML, MI		1.634 to 1.666	18.30 to 19.70	about 0.09	30.11 to 33.42	1 to 1000	ML < 35 & MI 35 to 50	1.52 to 1.92	Ip = 0.73 (wL-20), wL = Liquid Limit
10	CL, CI		1.714 to 1.746	16.97 to 17.00	0.10 to 0.14	26.56 to 30.11	0.01 to 1	CL < 35 & CI 35 to 50	1.52 to 1.92	
11	MH		1.246 to 1.374	32.80 to 39.20	0.11 to 0.29	27.78 to 27.47	1 to 100	> 50	1.12 to 1.52	
12	CH		1.478 to 1.542	23.80 to 26.20	0.07 to 0.19	14.57 to 23.75	0.01 to 1	> 50	1.20 to 1.68	
13	OH	-	-	-	-	-	0.01 to 1	> 50	1.04 to 1.60	
14	OL, OI	-	-	-	-	-	1 to 100	OL < 35 & OI 35 to 50	1.28 to 1.60	
15	Pt	Compaction not practical & not used construction so remove from Foundation.								
Refrences	IS:12169-1987, (Reaff.2020) pg. 19	IS:12169 - 1987 (Reaff.2020) pg- 19	IS:12169 - 1987, (Reaff.2020) pg- 19	IS:12169 - 1987, (Reaff.2020) pg- 16	IS:12169 - 1987, (Reaff.2021) pg- 16	IS:12169 - 1987, (Reaff.2020) pg- 16	IS:1498 - 1970(Reaff.2021) pg- 22	IS:1498-1970 pg- 5	IS:1498-1970 pg- 22	IS:1498-1970, 2021 pg- 17 (Reaff.2021)
		Soil Engineering by Theory and Practice by Alam Singh, Pg. No. 70,71								

Notes: 1.Soil Engineering in Theory & Practice by Alam Singh, Year-1967, pg.70,71 2)IS: 1498-1970(Reaffirmed 2021) Classification and Identification of Soils for General Engineering Purposes. 3) IS: 12169-1987(Reaffirmed2020) Criteria for Design of Small Embankment Dams 4) For the GW, GP groups, refer to columns 4-8 in Alam singh's Book (1) 5)For the SW, SP groups, refer to columns 4-7 in Alam singh's Book (1) 6) For the "C" Values of GW, GP, GM, SW and G C groups, refer showcase chart of soil Testing Division. 7)The angle values for the GW, GP, SW and SP groups are derived from Alam singh's Book (1) 8) The Permeability, the value of GW & GP groups are based on combination of Alam singh book and IS 1498. 9) Not applicable (NA) for coarse- grained soil. 10) The provide value are for reference only. All design must be based on actual test results. 11) Prepared by B.B. Tuse, (Sect.engr) A.D. fulpagare, (Assst.Engr. gr. II) S.J. Bagul, (AE-1) and D.D. Parkhe (SRO) on 30.08.2024.

Table -2: Swelling Pressure and Swelling Index For various types of soil

Degree expansion	Swelling pressure (kg/cm^2)	Swelling Index
Low	0.5	0.0 - 0.1
Medium	1.5 -2.5	0.1 - 0.2
High	2.5 - 9.8	0.2 - 0.5
Very high	> 9.8	0.5 - 0.75
Extra High	-	0.75 - 1.00
Ref: **1**. Swelling Pressure - and Swelling Index - Based on Geotech Engg. Dakhsina Murthy and Raman 1977, Pg. No.24		

Table-3: Filter criteria for Sand Filter Design

D15 (F)/ D85 (B)	D15 (F)/ D15 (B)	D50 (F)/ D50 (B)	Remarks
Less than 5	Between 4 and 20	Less than 25	Test result of sand is in respect to base material (**Hearting zone**)
Less than 5	Between 4 and 20	Less than 25	Test result of sand is in respect to base material (**Casing zone**)
Ref: CDO Code of practice for design of earth dams 2003, Para 13.5.1, Page -34 B = Base Material, F = Filter Material / Sand.			

Table-4: Characteristics of soils based on Relative Density

Relative Density %	Soil Compactness	Angle of shearing Resistance
0 - 15	Very loose	25^o - 30^o
15 - 35	Loose	27^o - 32^o
35 - 65	Medium	30^o - 35^o
65 - 85	Dense	35^o - 40^o
85 - 100	Very Dense	> 41^o
Reference: - N. V. Nayak, Foundation design manual, 1979, Pg. No. 29		

Table-5: Typical values of Specific Gravity

Type of soil	Specific Gravity
Sand	2.65 - 2.67
Silty sand	2.67 - 2.70
Inorganic clay	2.70 - 2.80
soil with mica or iron	2.75 - 3.00
Organic soil	1.00 - 2.60
Ref:- Roy, S. and Dass, G., 2014, Statistical models for the prediction of shear strength parameters at Sirsa, India.,483-498	

Table-6: Values of Safe Bearing Capacity According to Indian Standards

Cohesion less soil		Cohesive Soil	
Description	Safe bearing capacity t/m^2	Description	Safe bearing capacity t/m^2
1. Gravel, sand and gravel, compact and offering high resistance to penetration when excavated by tools	45	1. Soft shale, hard or stiff clay in deep bed, dry.	45
2. Coarse sand, and dry	45	2. Medium clay readily indented with a thumb nail.	25
3. Medium sand, compact and dry	25	3. Moist clay and sand clay mixture which can be indented with strong thumb pressure.	15
4. Fine sand, slit (dry lumps easily pulverized by the figures)	15	4. Soft clay indented with moderate thumb pressure.	10
5. Loose gravel or gravel mixture; coarse to medium sand. dry	25	5. Very soft clay which can be penetrated several inches with the thumb.	5
6. Fine sand, loose and dry	10	6. Black cotton soil or other shrinkable or expansive clay in dry condition (50 per cent saturation)	13-16
Ref: Soil Mechanics and foundation,17th Edition, B. C. Punmia, Pg. No.688			
Note -1) All above values are guidance only. Design should be based on test Results. 2)This chart prepared by A.B. Lokhande (JSA), Sanjay Bagul (ARO) under guidance of D.D. Parkhe, SRO on dated 18.3.2020. update: 23.08.2024			

१५. ग्रंथकोष

१. Akroyed-(1957); Laboratory Testing in Soil Engineering.
२. Arpad Kezdi-(1980); Hand Book of Soil Mechanics Soil Testing (Volume 2).
३. Holtz W. G. (1959); Identification of Expansive Clays ", Quarterly Journal of Colorado School of Mines.
४. IS 2809: 1972 (Reaffirmed Year: 2020); Glossary of Terms and Symbols relating to Soil Mechanics.
५. IS 2720: Part 15: 1965 (Reaffirmed Year: 2021); Determination of Consolidation Properties.
६. IS 3400: Part 2: 1965 (Reaffirmed Year: 2019); Methods of Tests for Vulcanized Rubbers, Part II Hardness.
७. IS 2720: Part 17: 1986 (Reaffirmed Year: 2021); Methods of Test for Soil-Laboratory Determination of Permeability.
८. IS 5192: 1969 (Reaffirmed Year: 2018); Specifications for Vulcanized Rubber Compound.
९. IS 1498: 1970 (Reaffirmed Year: 2021); Classification and Identification of Soil.
१०. IS 2720: Part 5: 1970 (Reaffirmed Year: 2020); Determination of Liquid Limit and Plastic Limit.
११. IS 2720: Part 6: 1972 (Reaffirmed Year: 2021); Determination of Shrinkage Factors.
१२. IS 2720: Part 13: 1972 (Reaffirmed Year: 2021); Direct Shear Tests.
१३. IS 2720: Part 1: 1972 (Reaffirmed Year: 2020); Preparation of Dry Soil Samples for Various Tests.
१४. IS 2720: Part 2: 1973 (Reaffirmed Year: 2020); Determination of Water Content
१५. IS 2720: Part 28: 1974 (Reaffirmed Year: 2020); Determination of Dry Density of Soils in Place by the Sand Replacement Method.
१६. IS 2720: Part 4: 1975 (Reaffirmed Year: 2020); Grain Size Analysis.
१७. IS 2720: Part 36: 1975 (Reaffirmed Year: 2021); Laboratory Determinations of Permeability of Granular Soils (Constant head).
१८. IS 2720: Part 29: 1975 (Reaffirmed Year: 2020); Determination of Dry Density of Soils In-Place by the Core-Cutter Method.
१९. IS 2720: Part 14: 1975 (Reaffirmed Year: 2020); Determination of Density Index (Relative Density) of Cohesionless Soils.
२०. IS 2720: Part 39 sec 1: 1977 (Reaffirmed Year: 2021); Direct Shear Tests for Soils Containing Gravel - Laboratory Test.
२१. IS 2720: Part 3 sec 1: 1980 (Reaffirmed Year: 2021); Determination of Specific Gravity - Fine Grained Soils.
२२. IS 2720: Part 3 sec 2: 1980 (Reaffirmed Year: 2021); Determination of Specific Gravity-Fine, Medium and Coarse-Grained Soil.
२३. IS 2720: Part 7: 1980 (Reaffirmed Year: 2021); Determinations of Water Content Dry Density Relation Using Light Compaction.
२४. IS 2720: Part 8: 1983 (Reaffirmed Year: 2020); Determination of Water Content Dry Density Relation Using Heavy Compaction.
२५. Kapadia R. I.-(1972); Hand Book on Quality Control, Vol. I -Earth Work.

२६. Lambe T. W.-(1962); Soil Testing for Engineers.
२७. Purl A. N.-(1949); Soil, Their Physics and Chemistry", Reinhold Publishing Corporation, New York, U.S.A.
२८. Sherrard et al - (1966); Earth and Earth Rock Dam.
२९. Terzaghi and Peck-(1961); Soil Mechanics in Engineering Practice", Second Edition.
३०. U. S. B. R.-(1968); Earth Manual.
३१. IS 2720: Part 12: 1981 (Reaffirmed Year: 2021); Determination of shear strength parameters of soil from consolidated undrained triaxial compression test with measurement of pore water pressure.
३२. IS 2720: Part 41: 1977 (Reaffirmed Year: 2021); Measurement of swelling pressure of soils.
३३. IS 2720: Part 40: 1977 (Reaffirmed Year: 2021); Methods of test for soils: Part 40 Determination of free swell index of soils.
३४. IS 4968: Part 3: 1976 (Reaffirmed Year: 2021); Static cone penetration test.
३५. IS 2720: Part 10: 1991 (Reaffirmed Year: 2020); Determination of unconfined compressive strength.
३६. IS 2720: Part 25: 1982 (Reaffirmed Year: 2020); Determination silica sesquioxide ratio.
३७. IS 2720: Part 23: 1976 (Reaffirmed Year: 2020); Determination of calcium carbonate.
३८. IS 2720: Part 24: 1976 (Reaffirmed Year: 2020); Determination of Cation Exchange Capacity.
३९. IS 2720: Part 22: 1972 (Reaffirmed Year: 2020); Determination of organic matter.
४०. IS 2131: 1981 (Reaffirmed Year: 2021); Standard penetration test for soils.
४१. IS 2720: Part 30: 1980 (Reaffirmed Year: 2021); Laboratory vane shear test.
४२. IS 1888: 1982 (Reaffirmed Year: 2021); Method of load test on soils.
४३. IS 6403: 1981 (Reaffirmed Year: 2021); Code of practice for determination of bearing capacity of shallow foundations.
४४. WRD, Government Resolution no. गुनिम-२०१४/प्र. क्र.५७/निवस-३, Dated ११.०९.२०१९
४५. WRD, Government of maharashtra Letter No. संकिर्ण-२०२१/ प्र. क्र.१६७/२१/लाक्षेवि (आस्था) Dated २५.१०.२०२३
४६. WRD, Government of Maharashtra Resolution (Amendment)No. गुनिमं-२०१४/ प्र. क्र.५७ / निवसं-२, Dated १६.०७.२०२४