

Geotech. -II Manual
Civil Engg. Dept. MANIT Bhopal
2024-25

List of Experiments

प्रयोग सूची
(Session 2024-25)
(सत्र 2024-25)

Class: B. Tech. VI Sem.
कक्षा: बी.टेक छठा सेमेस्टर
Branch: Civil Engineering
शाखा: सिविल इंजीनियरिंग

Subject: Geotechnical Engineering Lab-2
विषय: भू – तकनीकी अभियांत्रिकी प्रयोगशाला-2
Subject Code: CE-325
विषय कोड: CE-325

S. No.	Name of the Experiment	Page No.
1	To determine the shear strength parameters of a given soil sample by Large Box Shear Test. बृहत बॉक्स अपरूपण परीक्षण द्वारा दिए गए मृदा नमूने के अपरूपण सामर्थ्य मापदंडों का निर्धारण।	3
2	To determine the shear strength parameters of a soil by Triaxial Test. त्रिअक्षीय परीक्षण द्वारा मृदा के अपरूपण सामर्थ्य मापदंडों का निर्धारण।	8
3	To determine the shear strength of a given soil sample by Vane Shear Test. वेन अपरूपण परीक्षण द्वारा दिए गए मृदा नमूने के अपरूपण सामर्थ्य का निर्धारण।	15
4	To determine consolidation properties of a given soil sample. दिए गए मृदा नमूने के समेकन गुणधर्मों का निर्धारण।	19
5	To conduct Standard Penetration Test in field and estimate the value of N. क्षेत्र में मानक वेधन परीक्षण का संचालन एवं N मान का आकलन।	23
6	To conduct Dynamic Cone Penetration test and estimate the value of Ncd. गतिक शंकु वेधन परीक्षण का संचालन एवं Ncd मान का आकलन।	27
7	To conduct Static Cone Penetration test. स्थैतिक शंकु वेधन परीक्षण का संचालन।	31
8	To conduct Plate Load Test in the field and determine allowable soil pressure of a foundation. क्षेत्र में प्लेट भार परीक्षण का संचालन एवं नींव के स्वीकार्य मृदा दाब का निर्धारण।	35
9	To study Cyclic Plate Load Test. चक्रीय प्लेट भार परीक्षण का अध्ययन।	39
10	To study about Block Vibration Test. खंड कंपन परीक्षण का अध्ययन।	43
11	To study Pile Load Test. पाइल भार परीक्षण का अध्ययन।	48
12	To study Cyclic Pile Load Test. चक्रीय पाइल भार परीक्षण का अध्ययन।	53
13	To study Pressure meter test. दाबमापी परीक्षण का अध्ययन।	58

Experiment No. 1
Large Box Shear Test
प्रयोग संख्या 1
बृहत बॉक्स अपरूपण परीक्षण

Objective

To determine the shear strength parameters (cohesion c and angle of internal friction ϕ) of a given soil sample containing particles up to 25 mm size using Large Box Shear Test.

उद्देश्य: बृहत बॉक्स अपरूपण परीक्षण का उपयोग करके 25 मिमी आकार तक के कणों वाले दिए गए मृदा नमूने के अपरूपण सामर्थ्य मापदंडों (संसंजन c और आंतरिक घर्षण कोण ϕ) का निर्धारण करना।

Relevant Code

IS: 11593-1986 (Reaffirmed 2020)

संबंधित कोड: IS: 11593-1986 (पुनः पुष्टि 2020)

Theory

The shear strength of a soil is its maximum resistance to shear stresses under given conditions. According to Mohr-Coulomb failure theory, the shear strength (τ_f) is given by: $\tau_f = c + \sigma_n \tan \phi$ where:

c = cohesion

σ_n = normal stress on the failure plane

ϕ = angle of internal friction

सिद्धांत: मृदा का अपरूपण सामर्थ्य दी गई परिस्थितियों में अपरूपण प्रतिबलों के प्रति इसका अधिकतम प्रतिरोध है। मोहर-कूलॉम्ब विफलता सिद्धांत के अनुसार, अपरूपण सामर्थ्य (τ_f) निम्नानुसार दिया जाता है: $\tau_f = c + \sigma_n \tan \phi$ जहाँ:

c = संसंजन

σ_n = विफलता तल पर अभिलंब प्रतिबल

ϕ = आंतरिक घर्षण कोण

Need and Scope

The large shear box test is specifically designed for testing soils containing larger particles (up to 25 mm) such as moorums, sands, gravels, and other aggregates. This test is essential for:

- ❖ Determining shear strength parameters for design of foundations, retaining walls, and slopes
- ❖ Analyzing stability of earth structures containing coarse-grained materials
- ❖ Understanding the stress-strain behavior of soil under direct shear conditions

आवश्यकता और क्षेत्र: बृहत अपरूपण बॉक्स परीक्षण विशेष रूप से बड़े कणों (25 मिमी तक) वाली मृदा जैसे मूरम, बालू, बजरी और अन्य समुच्चय के परीक्षण के लिए डिज़ाइन किया गया है। यह परीक्षण निम्नलिखित के लिए आवश्यक है:

1. नींव, धारक दीवारों और ढलानों के डिज़ाइन के लिए अपरूपण सामर्थ्य मापदंडों का निर्धारण
2. मोटे दाने वाली सामग्री युक्त भू-संरचनाओं की स्थिरता का विश्लेषण
3. प्रत्यक्ष अपरूपण परिस्थितियों में मृदा के प्रतिबल-विकृति व्यवहार को समझना

Apparatus Required

1. Large shear box assembly consisting of:
 - Upper and lower halves of shear box coupled with two pins
 - Grid plates (2 pairs)
 - Spacer plates
 - Base plate
 - Loading pad
 - Water jacket
2. Loading frame with:
 - Normal load application system
 - Horizontal load application system

- Load measuring devices
- 3. Displacement measuring devices:
 - Two dial gauges for horizontal displacement
 - One dial gauge for vertical displacement
- 4. Other equipment:
 - Balance (0.1% accuracy)
 - Oven (105-110°C)
 - Tamping rod
 - Straight edge
 - Tools for sample preparation

आवश्यक उपकरण:

1. बृहत अपरूपण बॉक्स संयोजन जिसमें शामिल हैं:
 - दो पिनों से जुड़े अपरूपण बॉक्स के ऊपरी और निचले आधे भाग
 - ग्रिड प्लेट (2 जोड़े)
 - स्पेसर प्लेट
 - आधार प्लेट
 - लोडिंग पैड
 - जल जैकेट
2. लोडिंग फ्रेम जिसमें:
 - सामान्य भार आवेदन प्रणाली
 - क्षैतिज भार आवेदन प्रणाली
 - भार मापन उपकरण
3. विस्थापन मापन उपकरण:
 - क्षैतिज विस्थापन के लिए दो डायल गेज
 - ऊर्ध्वाधर विस्थापन के लिए एक डायल गेज
4. अन्य उपकरण:
 - तुला (0.1% सटीकता)
 - भट्टी (105-110°C)
 - टैपिंग रॉड
 - सीधा किनारा
 - नमूना तैयारी के लिए उपकरण

Procedure

1. Sample Preparation:
 - Prepare the soil sample at optimum moisture content
 - Remove particles larger than 25 mm by sieving
2. Test Setup: a. Clean and assemble the shear box with grid plates b. Apply a thin coat of grease on the inner faces of the box to reduce friction c. Fix the bottom half of the box to the base plate d. Place the soil sample in layers, compacting each layer e. Place the loading pad on top of the sample f. Mount the box in the loading frame
3. Testing: a. Apply the desired normal load b. Release the shear box locking pins c. Set the dial gauges to zero d. Apply horizontal shear force at a constant rate (0.5 mm/min) e. Record readings for:
 - Horizontal displacement
 - Vertical displacement
 - Shear force
 - Time elapsed
 f. Continue until failure or 15% horizontal displacement
4. Repeat the test with at least two more normal loads

प्रक्रिया:

1. नमूना तैयारी:
 - इष्टतम नमी मात्रा पर मृदा नमूना तैयार करें

- छलनी द्वारा 25 मिमी से बड़े कणों को हटाएं
- 2. परीक्षण सेटअप: a. ग्रेड प्लेटों के साथ अपरूपण बॉक्स को साफ करें और जोड़ें b. घर्षण कम करने के लिए बॉक्स के आंतरिक सतहों पर ग्रीस की पतली परत लगाएं c. बॉक्स के निचले आधे भाग को आधार प्लेट से जोड़ें d. मृदा नमूने को परतों में रखें, प्रत्येक परत को संघनित करें e. नमूने के ऊपर लोडिंग पैड रखें f. बॉक्स को लोडिंग फ्रेम में स्थापित करें
- 3. परीक्षण: a. वांछित सामान्य भार लगाएं b. अपरूपण बॉक्स के लॉकिंग पिन खोलें c. डायल गेज को शून्य पर सेट करें d. स्थिर दर (0.5 मिमी/मिनट) पर क्षैतिज अपरूपण बल लगाएं e. निम्नलिखित पाठ्यांक दर्ज करें:
 - क्षैतिज विस्थापन
 - ऊर्ध्वाधर विस्थापन
 - अपरूपण बल
 - व्यतीत समय f. विफलता या 15% क्षैतिज विस्थापन तक जारी रखें
- 4. कम से कम दो और सामान्य भारों के साथ परीक्षण दोहराएं

Observations and Calculations

प्रेक्षण और गणनाएं:

1. Sample Details / नमूना विवरण:

Initial moisture content / प्रारंभिक नमी मात्रा: _____ %

Dry density / शुष्क घनत्व: _____ g/cc

Void ratio / रिक्ति अनुपात: _____

2. Loading Details / भारण विवरण:

Normal Load (kg) सामान्य भार (kg)	Normal Stress (kg/cm ²) सामान्य प्रतिबल (kg/cm ²)

3. Shear Test Readings / अपरूपण परीक्षण पाठ्यांक:

Time (min) (मिनट)	Horizontal Displacement (mm) क्षैतिज विस्थापन	Vertical Displacement (mm) ऊर्ध्वाधर विस्थापन	Proving Ring Reading प्रूविंग रिंग पाठ्यांक	Shear Force (kg) अपरूपण बल	Shear Stress (kg/cm ²) अपरूपण प्रतिबल

Calculations

1. Normal Stress (σ_n) = Normal Load/Area of Sample
2. Shear Stress (τ) = Shear Force/Area of Sample
3. Plot the following graphs:
 - Shear stress vs. Horizontal displacement
 - Vertical displacement vs. Horizontal displacement
 - Normal stress vs. Peak shear stress (failure envelope)

गणनाएं

1. सामान्य प्रतिबल (σ_n) = सामान्य भार/नमूने का क्षेत्रफल
2. अपरूपण प्रतिबल (τ) = अपरूपण बल/नमूने का क्षेत्रफल
3. निम्नलिखित ग्राफ बनाएं:
 - अपरूपण प्रतिबल बनाम क्षैतिज विस्थापन
 - ऊर्ध्वाधर विस्थापन बनाम क्षैतिज विस्थापन

- सामान्य प्रतिबल बनाम शिखर अपरूपण प्रतिबल (विफलता आवरण)

Results / परिणाम:

1. Cohesion (c) / संसंजन (c) = _____ kg/cm²
2. Angle of internal friction (ϕ) / आंतरिक घर्षण कोण (ϕ) = _____ degrees / डिग्री

Precautions

1. Ensure uniform compaction of soil sample
2. Apply normal load before releasing shear box pins
3. Maintain constant rate of strain
4. Clean and grease the equipment properly
5. Check that the shear box halves are properly aligned
6. Ensure no loss of moisture during sample preparation

सावधानियाँ:

1. मृदा नमूने का एकसमान संघनन सुनिश्चित करें
2. अपरूपण बॉक्स पिन खोलने से पहले सामान्य भार लगाएं
3. विकृति की स्थिर दर बनाए रखें
4. उपकरण को ठीक से साफ करें और ग्रीस लगाएं
5. जांचें कि अपरूपण बॉक्स के आधे भाग ठीक से संरेखित हैं
6. नमूना तैयारी के दौरान नमी की हानि न हो यह सुनिश्चित करें

Viva Questions

1. What is the significance of cohesion and angle of internal friction in soil?

1. मृदा में संसंजन और आंतरिक घर्षण कोण का क्या महत्व है?

Answer: Cohesion represents the soil's resistance to shear forces due to molecular attraction, while the angle of internal friction is the soil's resistance to sliding between particles. These parameters are crucial in determining the shear strength and stability of soil structures
 उत्तर : संसंजन मृदा के अपरूपण बलों के प्रति उसका प्रतिरोध है, जो आणविक आकर्षण के कारण उत्पन्न होता है, जबकि आंतरिक घर्षण कोण कणों के बीच स्लाइडिंग के प्रति मृदा का प्रतिरोध है। ये मापदंड मृदा संरचनाओं की अपरूपण सामर्थ्य और स्थिरता निर्धारित करने में महत्वपूर्ण हैं।

2. What are the primary factors affecting soil shear strength?

2. मृदा अपरूपण सामर्थ्य को प्रभावित करने वाले मुख्य कारक कौन से हैं?

Answer: The primary factors include soil type, moisture content, density, particle size, and the presence of voids or air spaces. These factors determine the friction and cohesion within the soil.

उत्तर : मुख्य कारकों में मृदा का प्रकार, नमी मात्रा, घनत्व, कण आकार, और रिक्त स्थान या हवा की मौजूदगी शामिल हैं। ये कारक मृदा में घर्षण और संसंजन को निर्धारित करते हैं।

3. Why is a shear box used in the Large Box Shear Test?

3. बृहत बॉक्स अपरूपण परीक्षण में अपरूपण बॉक्स का उपयोग क्यों किया जाता है?

Answer: The shear box is used to apply shear stress to a soil sample and measure the corresponding displacement. It helps in determining the shear strength parameters of the soil under controlled conditions.

उत्तर : अपरूपण बॉक्स का उपयोग मृदा नमूने पर अपरूपण प्रतिबल लागू करने और संबंधित विस्थापन को मापने के लिए किया जाता है। यह नियंत्रित परिस्थितियों में मृदा के अपरूपण सामर्थ्य मापदंडों को निर्धारित करने में मदद करता है।

4. What is the difference between cohesion and angle of internal friction?

4. संसंजन और आंतरिक घर्षण कोण में क्या अंतर है?

Answer: Cohesion refers to the force that holds the soil particles together, while the angle of internal friction is the angle at which soil particles resist sliding past one another.

उत्तर : संसंजन वह बल है जो मृदा कणों को एक साथ बांधता है, जबकि आंतरिक घर्षण कोण वह कोण है जिस पर मृदा कण एक-दूसरे के पास से स्लाइड होने का प्रतिरोध करते हैं।

5. How is normal stress calculated in the Large Box Shear Test?

5. बृहत बॉक्स अपरूपण परीक्षण में सामान्य प्रतिबल कैसे गणना किया जाता है?

Answer: Normal stress is calculated by dividing the normal load by the area of the soil sample. The formula is:

$$\sigma_n = \frac{\text{Normal Load}}{\text{Area of Sample}}$$

उत्तर : सामान्य प्रतिबल सामान्य भार को मृदा नमूने के क्षेत्रफल से विभाजित करके गणना किया जाता है। सूत्र है:

$$\sigma_n = \frac{\text{सामान्य भार}}{\text{नमूने का क्षेत्रफल}}$$

6. What is the role of displacement gauges in the Large Box Shear Test?

6. बृहत बॉक्स अपरूपण परीक्षण में विस्थापन गेज की क्या भूमिका है?

Answer: Displacement gauges are used to measure the horizontal and vertical displacements during the test, helping in determining the shear behavior of the soil under applied stress.

उत्तर : विस्थापन गेज परीक्षण के दौरान क्षैतिज और ऊर्ध्वाधर विस्थापन को मापने के लिए उपयोग किए जाते हैं, जो लागू प्रतिबल के तहत मृदा के अपरूपण व्यवहार को निर्धारित करने में मदद करते हैं।

Experiment No. 2

Triaxial Shear Test (CU and UU Tests)

प्रयोग संख्या 2

त्रिअक्षीय अपरूपण परीक्षण (CU एवं UU परीक्षण)

Objective: To determine the shear strength parameters (cohesion and angle of internal friction) of a soil sample using: a) Consolidated Undrained (CU) Triaxial Test with pore pressure measurement b) Unconsolidated Undrained (UU) Triaxial Test

उद्देश्य: निम्नलिखित विधियों द्वारा मिट्टी के नमूने के अपरूपण शक्ति मापदंडों (संसंजन और आंतरिक घर्षण कोण) का निर्धारण करना: a) समेकित अनिष्कासित (CU) त्रिअक्षीय परीक्षण रंध्र जल दाब मापन के साथ b) असमेकित अनिष्कासित (UU) त्रिअक्षीय परीक्षण

Relevant Code:

- IS:2720 (Part 11)-1993: Methods of Test for Soils - Determination of Shear Strength Parameters of Specimen in Unconsolidated Undrained Triaxial Compression Without Measurement of Pore Water Pressure
- IS:2720 (Part 12)-1981: Methods of Test for Soils - Determination of Shear Strength Parameters of Soil from Consolidated Undrained Triaxial Compression Test with Measurement of Pore Water Pressure

संबंधित कोड:

- IS:2720 (भाग 11)-1993: मृदा परीक्षण विधियां - रंध्र जल दाब मापन के बिना असमेकित अनिष्कासित त्रिअक्षीय संपीड़न में नमूने के अपरूपण शक्ति मापदंडों का निर्धारण
- IS:2720 (भाग 12)-1981: मृदा परीक्षण विधियां - रंध्र जल दाब मापन के साथ समेकित अनिष्कासित त्रिअक्षीय संपीड़न में मृदा के अपरूपण शक्ति मापदंडों का निर्धारण

Theory: The triaxial test is one of the most reliable methods for determining shear strength parameters of soils. The test involves placing a cylindrical soil specimen within a rubber membrane into a pressure cell where it can be subjected to controlled stress conditions. The test provides both total and effective stress parameters (c , ϕ and c' , ϕ'). In this test:

- For CU Test:
 - Sample is first consolidated under cell pressure
 - Sheared under undrained conditions with pore pressure measurement
 - Gives both total and effective stress parameters
- For UU Test:
 - No consolidation is allowed
 - Sample is sheared immediately under undrained conditions
 - Gives only total stress parameters

The shear strength is expressed by Coulomb's equation: $\tau_f = c + \sigma_n \tan \phi$ (Total stress parameters) $\tau_f = c' + \sigma_n' \tan \phi'$ (Effective stress parameters)

where, τ_f = Shear strength at failure c , c' = Cohesion (total and effective) σ_n , σ_n' = Normal stress (total and effective) ϕ , ϕ' = Angle of internal friction (total and effective)

सिद्धांत: त्रिअक्षीय परीक्षण मृदा के अपरूपण शक्ति मापदंडों को निर्धारित करने की सबसे विश्वसनीय विधियों में से एक है। इस परीक्षण में एक बेलनाकार मृदा नमूने को रबर झिल्ली में लपेटकर दाब कक्ष में रखा जाता है जहां इसे नियंत्रित प्रतिबल परिस्थितियों में रखा जा सकता है। यह परीक्षण कुल और प्रभावी प्रतिबल मापदंड (c , ϕ और c' , ϕ') दोनों प्रदान करता है। इस परीक्षण में:

- CU परीक्षण के लिए:
 - नमूने को पहले कोशिकीय दाब के अंतर्गत समेकित किया जाता है

- रंध्र जल दाब मापन के साथ अनिष्कासित स्थितियों में अपरूपित किया जाता है
- कुल और प्रभावी प्रतिबल मापदंड दोनों देता है
- 2. UU परीक्षण के लिए:
 - कोई समेकन नहीं किया जाता
 - नमूने को तुरंत अनिष्कासित स्थितियों में अपरूपित किया जाता है
 - केवल कुल प्रतिबल मापदंड देता है

अपरूपण शक्ति को कूलॉम के समीकरण द्वारा व्यक्त किया जाता है: $\tau_f = c + \sigma_n \tan \phi$ (कुल प्रतिबल मापदंड) $\tau_f = c' + \sigma_n' \tan \phi'$ (प्रभावी प्रतिबल मापदंड)

जहाँ, τ_f = विफलता पर अपरूपण शक्ति c, c' = संसंजन (कुल और प्रभावी) σ_n, σ_n' = लंबवत प्रतिबल (कुल और प्रभावी) ϕ, ϕ' = आंतरिक घर्षण कोण (कुल और प्रभावी)

Apparatus Required:

1. Triaxial Cell Assembly
 - Cell with two drainage valves
 - Loading ram with bushings
 - Cell pressure system
 - Base pedestal and top cap
 - Pore pressure measurement system (for CU test)
2. Loading Frame
 - Capacity: 50 kN
 - Rate of strain: 0.05 to 5 mm/minute
3. Sample Preparation Equipment
 - Split mould
 - Rubber membrane
 - Membrane stretcher
 - O-rings
 - Filter papers and porous stones
 - Trim knife, wire saw
 - Sample extruder
4. Measuring Devices
 - Proving ring/load cell
 - Dial gauges for deformation
 - Pressure gauges
 - Mercury-water differential manometer

आवश्यक उपकरण:

1. त्रिअक्षीय कोशिका विधान
 - दो जल निकासी वाल्व युक्त कोशिका
 - बुशिंग युक्त भारण राम
 - कोशिका दाब प्रणाली
 - आधार पीठिका और शीर्ष टोपी
 - रंध्र जल दाब मापन प्रणाली (CU परीक्षण के लिए)
2. भारण फ्रेम
 - क्षमता: 50 kN
 - विकृति दर: 0.05 से 5 mm/मिनट
3. नमूना तैयारी उपकरण
 - विभाजित सांचा
 - रबर झिल्ली
 - झिल्ली विस्तारक
 - O-रिंग
 - छनन कागज और छिद्रयुक्त पत्थर
 - कटाई चाकू, तार आरी
 - नमूना निष्कासक
4. मापन उपकरण

- पूर्विग रिंग/लोड सेल
- विरूपण के लिए डायल गेज
- दाब गेज
- पारा-जल विभेदक मैनोमीटर

Procedure:

A. Sample Preparation

1. Prepare cylindrical soil specimen of height twice the diameter (38mm, 50mm, 70mm or 100mm diameter)
2. Record initial dimensions, weight and moisture content
3. Place porous stones and filter papers at top and bottom
4. Encase sample in rubber membrane using membrane stretcher
5. Seal with O-rings at both ends

B. Test Setup

1. Place sample on pedestal of triaxial cell
2. Assemble cell and fill with water
3. Connect all pressure lines and measuring systems
4. For CU test, saturate sample using back pressure
5. Check B-parameter (should be >0.95)
6. Apply desired cell pressure

C. Testing Procedure For CU Test:

1. Allow sample to consolidate under cell pressure
2. Record consolidation data (volume change vs time)
3. Close drainage and start axial loading
4. Record load, deformation and pore pressure readings
5. Continue until failure or 20% strain
6. Repeat for minimum 3 samples at different cell pressures

For UU Test:

1. Start axial loading immediately after applying cell pressure
2. Record load and deformation readings
3. Continue until failure or 20% strain
4. Repeat for minimum 3 samples at different cell pressures

प्रक्रिया:

A. नमूना तैयारी

1. व्यास के दोगुनी ऊंचाई का बेलनाकार मृदा नमूना तैयार करें (38mm, 50mm, 70mm या 100mm व्यास)
2. प्रारंभिक आयाम, भार और नमी मात्रा दर्ज करें
3. ऊपर और नीचे छिद्रयुक्त पत्थर और छनन कागज रखें
4. झिल्ली विस्तारक का उपयोग करके नमूने को रबर झिल्ली में लपेटें
5. दोनों सिरों पर O-रिंग से सील करें

B. परीक्षण व्यवस्था

1. त्रिअक्षीय कोशिका की पीठिका पर नमूना रखें
2. कोशिका को जोड़ें और जल भरें
3. सभी दाब लाइनें और मापन प्रणालियां जोड़ें
4. CU परीक्षण के लिए, पृष्ठ दाब का उपयोग करके नमूने को संतृप्त करें
5. B-पैरामीटर की जांच करें (>0.95 होना चाहिए)
6. वांछित कोशिका दाब लागू करें

C. परीक्षण प्रक्रिया CU परीक्षण के लिए:

1. नमूने को कोशिका दाब के अंतर्गत समेकित होने दें
2. समेकन डेटा दर्ज करें (आयतन परिवर्तन बनाम समय)
3. जल निकासी बंद करें और अक्षीय भारण प्रारंभ करें
4. भार, विरूपण और रंध्र दाब पाठ्यांक दर्ज करें
5. विफलता या 20% विकृति तक जारी रखें

6. विभिन्न कोशिका दाबों पर न्यूनतम 3 नमूनों के लिए दोहराएं
UU परीक्षण के लिए:

1. कोशिका दाब लागू करने के तुरंत बाद अक्षीय भारण प्रारंभ करें
2. भार और विरूपण पाठ्यांक दर्ज करें
3. विफलता या 20% विकृति तक जारी रखें
4. विभिन्न कोशिका दाबों पर न्यूनतम 3 नमूनों के लिए दोहराएं

Observations:

Record in standard data sheets:

1. Initial Specimen Data
 - Diameter, height, weight
 - Moisture content
 - Specific gravity
 - Initial void ratio
2. During Test
 - Cell pressure
 - Back pressure (for CU)
 - Loading dial readings
 - Deformation gauge readings
 - Pore pressure (for CU)
 - Time readings
 -
3. Post-Test Data
 - Final moisture content
 - Mode of failure
 - Final dimensions

प्रेक्षण:

मानक डेटा पत्रकों में दर्ज करें:

1. प्रारंभिक नमूना डेटा
 - व्यास, ऊंचाई, भार
 - नमी मात्रा
 - विशिष्ट गुरुत्व
 - प्रारंभिक रिक्ति अनुपात
2. परीक्षण के दौरान
 - कोशिका दाब
 - पृष्ठ दाब (CU के लिए)
 - भारण डायल पाठ्यांक
 - विरूपण गेज पाठ्यांक
 - रंध्र दाब (CU के लिए)
 - समय पाठ्यांक
3. परीक्षण-पश्चात डेटा
 - अंतिम नमी मात्रा
 - विफलता प्रकार
 - अंतिम आयाम

Calculations:

1. Calculate for Each Reading:
 - Corrected Area (A) = $A_0/(1-\epsilon)$ where A_0 = initial area, ϵ = axial strain
 - Deviator Stress ($\sigma_1 - \sigma_3$) = P/A where P = axial load, A = corrected area
 - Principal Stress Ratio (σ_1/σ_3)
 - For CU Test:
 - Effective Principal Stresses: $\sigma_1' = \sigma_1 - u$ $\sigma_3' = \sigma_3 - u$ where u = pore water pressure
 - A-parameter = $\Delta u / \Delta(\sigma_1 - \sigma_3)$ where Δu = change in pore pressure

2. For Strength Parameters:

- Plot Mohr circles for failure conditions
- Draw failure envelope
- For CU test, plot both total and effective stress circles
- Determine c , ϕ (total stress) and c' , ϕ' (effective stress)

गणना:

1. प्रत्येक पाठ्यांक के लिए गणना करें:
 - संशोधित क्षेत्रफल (A) = $A_0/(1-\varepsilon)$ जहाँ A_0 = प्रारंभिक क्षेत्रफल, ε = अक्षीय विकृति
 - विचलक प्रतिबल ($(\sigma_1 - \sigma_3) = P/A$ जहाँ P = अक्षीय भार, A = संशोधित क्षेत्रफल
 - मुख्य प्रतिबल अनुपात (σ_1/σ_3)
 - CU परीक्षण के लिए:
 - प्रभावी मुख्य प्रतिबल: $\sigma_1' = \sigma_1 - u$, $\sigma_3' = \sigma_3 - u$ जहाँ u = रंध्र जल दाब
 - A-पैरामीटर = $\Delta u / \Delta(\sigma_1 - \sigma_3)$ जहाँ Δu = रंध्र दाब में परिवर्तन
2. शक्ति मापदंडों के लिए:
 - विफलता स्थितियों के लिए मोहर वृत्त खींचें
 - विफलता आवरण खींचें
 - CU परीक्षण के लिए, कुल और प्रभावी प्रतिबल वृत्त दोनों खींचें
 - c , ϕ (कुल प्रतिबल) और c' , ϕ' (प्रभावी प्रतिबल) निर्धारित करें

Results:

1. For UU Test:
 - Total Stress Parameters:
 - Cohesion (c) = _____ kPa
 - Angle of internal friction (ϕ) = _____ degrees
2. For CU Test:
 - Total Stress Parameters:
 - Cohesion (c) = _____ kPa
 - Angle of internal friction (ϕ) = _____ degrees
 - Effective Stress Parameters:
 - Effective cohesion (c') = _____ kPa
 - Effective angle of internal friction (ϕ') = _____ degrees
3. Additional Parameters:
 - A-parameter at failure = _____
 - Failure strain = _____ %
 - Mode of failure = _____

परिणाम:

1. UU परीक्षण के लिए:
 - कुल प्रतिबल मापदंड:
 - संसंजन (c) = _____ kPa
 - आंतरिक घर्षण कोण (ϕ) = _____ डिग्री
2. CU परीक्षण के लिए:
 - कुल प्रतिबल मापदंड:
 - संसंजन (c) = _____ kPa
 - आंतरिक घर्षण कोण (ϕ) = _____ डिग्री
 - प्रभावी प्रतिबल मापदंड:
 - प्रभावी संसंजन (c') = _____ kPa
 - प्रभावी आंतरिक घर्षण कोण (ϕ') = _____ डिग्री
3. अतिरिक्त मापदंड:
 - विफलता पर A-पैरामीटर = _____
 - विफलता विकृति = _____ %
 - विफलता प्रकार = _____

Precautions:

1. Ensure sample is properly saturated for CU test ($B > 0.95$)

2. Maintain constant strain rate during shearing
3. Check for membrane leakage
4. Keep drainage valves closed during shearing
5. Allow complete consolidation before shearing in CU test
6. Take readings at regular intervals
7. Ensure proper calibration of all measuring devices
8. Maintain constant cell pressure throughout the test

सावधानियां:

1. CU परीक्षण के लिए नमूना पूर्णतः संतृप्त हो ($B > 0.95$)
2. अपरूपण के दौरान स्थिर विकृति दर बनाए रखें
3. झिल्ली रिसाव की जांच करें
4. अपरूपण के दौरान जल निकासी वाल्व बंद रखें
5. CU परीक्षण में अपरूपण से पहले पूर्ण समेकन होने दें
6. नियमित अंतराल पर पाठ्यांक लें
7. सभी मापन उपकरणों का उचित अंशांकन सुनिश्चित करें
8. परीक्षण के दौरान स्थिर कोशिका दाब बनाए रखें

Graphs to be Plotted:

1. Volume Change vs $\sqrt{\text{Time}}$ (CU Test)
2. Deviator Stress vs Axial Strain
3. Pore Pressure vs Axial Strain (CU Test)
4. Stress Ratio vs Axial Strain
5. Mohr Circles and Failure Envelopes
6. p-q Plots (Optional)

बनाए जाने वाले ग्राफ:

1. आयतन परिवर्तन बनाम $\sqrt{\text{समय}}$ (CU परीक्षण)
2. विचलक प्रतिबल बनाम अक्षीय विकृति
3. रंध्र दाब बनाम अक्षीय विकृति (CU परीक्षण)
4. प्रतिबल अनुपात बनाम अक्षीय विकृति
5. मोहर वृत्त और विफलता आवरण
6. p-q प्लॉट (वैकल्पिक)

Viva Questions

1. What is the purpose of the Triaxial Shear Test?

1. त्रिअक्षीय अपरूपण परीक्षण का उद्देश्य क्या है?

Answer: The purpose of the Triaxial Shear Test is to determine the shear strength parameters of soil, such as cohesion (c) and the angle of internal friction (ϕ).

उत्तर: त्रिअक्षीय अपरूपण परीक्षण का उद्देश्य मृदा के अपरूपण शक्ति मापदंड, जैसे संसंजन (c) और आंतरिक घर्षण कोण (ϕ) का निर्धारण करना है।

2. What are the differences between the CU and UU tests?

2. CU और UU परीक्षणों में क्या अंतर है?

Answer: CU Test: The sample is consolidated under cell pressure before shearing, and pore water pressure is measured.

UU Test: No consolidation is done; the sample is sheared immediately, and pore water pressure is not measured.

उत्तर: CU परीक्षण: नमूने को अपरूपण से पहले कोशिका दाब के अंतर्गत समेकित किया जाता है, और रंध्र जल दाब मापा जाता है।

UU परीक्षण: कोई समेकन नहीं किया जाता; नमूने को तुरंत अपरूपित किया जाता है, और रंध्र जल दाब नहीं मापा जाता।

3. What are total and effective stress parameters?

3. कुल और प्रभावी प्रतिबल मापदंड क्या हैं?

Answer: Total Stress Parameters: These include cohesion (c) and the angle of internal friction (ϕ) based on total stresses. Effective Stress Parameters: These include effective cohesion (c') and the effective angle of internal friction (ϕ'), which consider the pore water pressure.

उत्तर: कुल प्रतिबल मापदंड: इनमें कुल प्रतिबल पर आधारित संसंजन (c) और आंतरिक घर्षण कोण (ϕ) शामिल प्रभावी प्रतिबल मापदंड: इनमें रंध्र जल दाब को ध्यान में रखते हुए प्रभावी संसंजन (c') और प्रभावी आंतरिक घर्षण कोण (ϕ') शामिल हैं।

4. Why is the Triaxial Test preferred over the Direct Shear Test?

4. त्रिअक्षीय परीक्षण को प्रत्यक्ष अपरूपण परीक्षण से बेहतर क्यों माना जाता है?

Answer: The Triaxial Test is preferred because it allows better control of drainage conditions, measures pore water pressure, and provides more reliable results for shear strength parameters.

उत्तर: त्रिअक्षीय परीक्षण को प्राथमिकता दी जाती है क्योंकि यह जल निकासी की स्थितियों को बेहतर तरीके से नियंत्रित करता है, रंध्र जल दाब को मापता है और अपरूपण शक्ति मापदंडों के लिए अधिक विश्वसनीय परिणाम प्रदान करता है।

5. What is the significance of the B-parameter in the CU test?

5. CU परीक्षण में B-पैरामीटर का क्या महत्व है?

Answer: The B-parameter indicates the saturation level of the soil sample. A value close to 1 (usually >0.95) confirms full saturation, which is essential for accurate results in the CU test.

उत्तर: B-पैरामीटर मृदा नमूने के संतृप्ति स्तर को दर्शाता है। इसका मान 1 के करीब (आमतौर पर >0.95) पूर्ण संतृप्ति की पुष्टि करता है, जो CU परीक्षण में सटीक परिणामों के लिए आवश्यक है।

6. What is Coulomb's equation for shear strength?

6. अपरूपण शक्ति के लिए कूलॉम का समीकरण क्या है?

Answer: Coulomb's equation is:

$$\tau_f = c + \sigma_n \tan \phi \text{ (Total stress parameters)}$$

$$\tau_f = c' + \sigma_n' \tan \phi' \text{ (Effective stress parameters)}$$

Where τ_f is the shear strength, c and c' are cohesion, σ_n , σ_n' are normal stresses, and ϕ and ϕ' are the angles of internal friction.

उत्तर: कूलॉम का समीकरण है:

$$\tau_f = c + \sigma_n \tan \phi \text{ (कुल प्रतिबल मापदंड)}$$

$$\tau_f = c' + \sigma_n' \tan \phi' \text{ (प्रभावी प्रतिबल मापदंड)}$$

जहां τ_f अपरूपण शक्ति है, c और c' संसंजन हैं, σ_n , σ_n' लंबवत प्रतिबल हैं, और ϕ और ϕ' आंतरिक घर्षण कोण हैं।

Experiment No. 3
Laboratory Vane Shear Test
प्रयोग संख्या 3
प्रयोगशाला वेन अपरूपण परीक्षण

Objective: To determine the undrained shear strength parameters of a cohesive soil sample using the laboratory vane shear test apparatus.

उद्देश्य: प्रयोगशाला वेन अपरूपण परीक्षण उपकरण का उपयोग करके एक संसंजक मृदा नमूने के अनिष्कासित अपरूपण शक्ति मापदंडों का निर्धारण करना।

Relevant Code: IS:2720 (Part XXX)-1980 Methods of Test for Soils - Laboratory Vane Shear Test (First Revision)

संबंधित कोड: IS:2720 (भाग XXX)-1980 मृदा परीक्षण विधियां - प्रयोगशाला वेन अपरूपण परीक्षण (प्रथम पुनरीक्षण)

Theory: The laboratory vane shear test is particularly suitable for soft cohesive soils with shear strength less than 0.5 kgf/cm^2 . The test involves inserting a four-bladed vane into the soil specimen and rotating it at a constant rate until the soil fails in shear along a cylindrical surface. The maximum torque required to cause failure is measured and used to calculate the undrained shear strength. The test can determine both:

1. Undisturbed shear strength
2. Remoulded shear strength (for sensitivity determination)

The shear strength is calculated using the relationship between applied torque and the dimensions of the cylindrical failure surface.

सिद्धांत: प्रयोगशाला वेन अपरूपण परीक्षण विशेष रूप से 0.5 kgf/cm^2 से कम अपरूपण शक्ति वाली मृदा संसंजक मृदाओं के लिए उपयुक्त है। इस परीक्षण में मृदा नमूने में एक चार-ब्लेड वाला वेन डाला जाता है और इसे एक निरंतर दर से तब तक घुमाया जाता है जब तक कि मृदा बेलनाकार सतह पर अपरूपण में विफल नहीं हो जाती। विफलता के लिए आवश्यक अधिकतम बलाघूर्ण को मापा जाता है और अनिष्कासित अपरूपण शक्ति की गणना के लिए उपयोग किया जाता है। परीक्षण निर्धारित कर सकता है:

1. अविचलित अपरूपण शक्ति
2. पुनर्गठित अपरूपण शक्ति (संवेदनशीलता निर्धारण के लिए)

अपरूपण शक्ति की गणना लागू बलाघूर्ण और बेलनाकार विफलता सतह के आयामों के बीच संबंध का उपयोग करके की जाती है।

Apparatus Required:

1. Laboratory Vane Shear Apparatus consisting of:
 - Four-bladed vane (12 mm x 12 mm with blade thickness 0.5 mm)
 - Central rod (max diameter 2.5 mm)
 - Torque measuring device
 - Strain measuring device
 - Sample holder

2. Equipment for Sample Preparation:
 - Sample tube (min 37.5 mm diameter)
 - Trimming tools
 - Balance (accuracy 0.01 g)
 - Moisture content apparatus
3. Calibration Equipment:
 - Torque calibration springs
 - Angle measuring device

आवश्यक उपकरण:

1. प्रयोगशाला वेन अपरूपण उपकरण जिसमें शामिल हैं:
 - चार-ब्लेड वाला वेन (12 मिमी x 12 मिमी, ब्लेड मोटाई 0.5 मिमी)
 - केंद्रीय छड़ (अधिकतम व्यास 2.5 मिमी)
 - बलाघूर्ण मापन उपकरण
 - विकृति मापन उपकरण
 - नमूना धारक
2. नमूना तैयारी के लिए उपकरण:
 - नमूना ट्यूब (न्यूनतम 37.5 मिमी व्यास)
 - कटाई उपकरण
 - तुला (सटीकता 0.01 ग्राम)
 - नमी मात्रा उपकरण
3. अंशांकन उपकरण:
 - बलाघूर्ण अंशांकन स्प्रिंग
 - कोण मापन उपकरण

Procedure:

1. Sample Preparation
 - Ensure soil specimen is at least 37.5 mm in diameter and 75 mm long
 - Mount specimen container securely on apparatus base
 - If container is closed at bottom, make 1 mm diameter drainage hole
2. Test Setup
 - Fix vane to apparatus shaft
 - Lower vane gradually into soil specimen
 - Ensure top of vane is at least 10 mm below specimen surface
 - Record initial readings of strain and torque indicators
3. Testing
 - Rotate vane at constant rate (0.1°/s)
 - Record torque readings at regular intervals
 - Continue until soil fails (maximum torque reached)
 - Note final torque reading
4. Remoulded Test
 - Immediately after maximum torque determination, rotate vane rapidly through 10 revolutions
 - Within 1 minute, perform remoulded strength test
 - Record maximum torque for remoulded condition

प्रक्रिया:

1. नमूना तैयारी
 - सुनिश्चित करें कि मृदा नमूना कम से कम 37.5 मिमी व्यास और 75 मिमी लंबा है
 - नमूना पात्र को उपकरण आधार पर सुरक्षित रूप से लगाएं
 - यदि पात्र नीचे से बंद है, तो 1 मिमी व्यास का जल निकासी छिद्र बनाएं
2. परीक्षण व्यवस्था
 - वेन को उपकरण शाफ्ट पर लगाएं
 - वेन को धीरे-धीरे मृदा नमूने में उतारें
 - सुनिश्चित करें कि वेन का शीर्ष नमूना सतह से कम से कम 10 मिमी नीचे है

- विकृति और बलाघूर्ण संकेतकों के प्रारंभिक पाठ्यांक दर्ज करें
- 3. परीक्षण
 - वेन को स्थिर दर से घुमाएं (0.1°/सेकंड)
 - नियमित अंतराल पर बलाघूर्ण पाठ्यांक दर्ज करें
 - मृदा के विफल होने तक जारी रखें (अधिकतम बलाघूर्ण प्राप्त)
 - अंतिम बलाघूर्ण पाठ्यांक नोट करें
- 4. पुनर्गठित परीक्षण
 - अधिकतम बलाघूर्ण निर्धारण के तुरंत बाद, वेन को तेजी से 10 परिक्रमाओं तक घुमाएं
 - 1 मिनट के भीतर, पुनर्गठित शक्ति परीक्षण करें
 - पुनर्गठित स्थिति के लिए अधिकतम बलाघूर्ण दर्ज करें

Observations and Calculations:

Record in tabular form:

1. Sample Details:
 - Sample diameter and length
 - Initial moisture content
 - Sample description
2. Test Readings:

Time (min)	Angular Rotation (°)	Torque Reading	Remarks
0	0	0	Initial
...	...	...	...
Break	--	Max Value	Failure

3. Calibration constant for torque measurement device (K)
4. Calculate shear strength using formula: $S = (3T)/(19)$ where: S = Shear strength in kgf/cm² T = Maximum torque in cm.kgf
5. Calculate sensitivity (if required): Sensitivity = Undisturbed strength/Remoulded strength

प्रेक्षण और गणना:

तालिका रूप में दर्ज करें:

1. नमूना विवरण:
 - नमूना व्यास और लंबाई
 - प्रारंभिक नमी मात्रा
 - नमूना विवरण
2. परीक्षण पाठ्यांक:

समय (मिनट)	कोणीय घूर्णन (°)	बलाघूर्ण पाठ्यांक	टिप्पणियां
0	0	0	प्रारंभिक
...	...	...	...
टूट	--	अधिकतम मान	विफलता

3. बलाघूर्ण मापन उपकरण के लिए अंशांकन स्थिरांक (K)
4. सूत्र का उपयोग करके अपरूपण शक्ति की गणना करें: $S = (3T)/(19)$ जहां: S = अपरूपण शक्ति kgf/cm² में T = अधिकतम बलाघूर्ण cm.kgf में
5. संवेदनशीलता की गणना (यदि आवश्यक हो): संवेदनशीलता = अविचलित शक्ति/पुनर्गठित शक्ति

Results:

1. Undrained Shear Strength = _____ kgf/cm²
2. Remoulded Shear Strength = _____ kgf/cm²
3. Sensitivity = _____

परिणाम:

1. अनिष्कासित अपरूपण शक्ति = _____ kgf/cm²
2. पुनर्गठित अपरूपण शक्ति = _____ kgf/cm²
3. संवेदनशीलता = _____

Precautions:

1. Sample Setup:
 - Ensure minimum sample disturbance during preparation

- Check sample dimensions meet requirements
- Verify proper mounting of specimen container
- 2. During Test:
 - Maintain constant rotation rate
 - Check vane edges are sharp and clean
 - Ensure proper initial vane depth
 - Record readings carefully at regular intervals
- 3. Equipment Care:
 - Check calibration regularly
 - Clean vane after each test
 - Maintain proper alignment of apparatus
 - Check for wear and corrosion of vane blades

सावधानियां:

1. नमूना व्यवस्था:
 - तैयारी के दौरान न्यूनतम नमूना विक्षोभ सुनिश्चित करें
 - जांचें कि नमूना आयाम आवश्यकताओं को पूरा करते हैं
 - नमूना पात्र के उचित आरोपण की पुष्टि करें
2. परीक्षण के दौरान:
 - स्थिर घूर्णन दर बनाए रखें
 - जांचें कि वेन किनारे तीखे और साफ हैं
 - उचित प्रारंभिक वेन गहराई सुनिश्चित करें
 - नियमित अंतराल पर पाठ्यांक सावधानीपूर्वक दर्ज करें
3. उपकरण देखभाल:
 - नियमित रूप से अंशांकन की जांच करें
 - प्रत्येक परीक्षण के बाद वेन को साफ करें
 - उपकरण का उचित संरक्षण बनाए रखें
 - वेन ब्लेड के टूट-फूट और जंग की जांच करें

Viva Questions

1. What is the purpose of the laboratory vane shear test?

1. प्रयोगशाला वेन अपरूपण परीक्षण का उद्देश्य क्या है?

Answer: The purpose of the test is to determine the undrained shear strength of cohesive soil.

उत्तर : इस परीक्षण का उद्देश्य संसंजक मृदा की अनिष्कासित अपरूपण शक्ति का निर्धारण करना है।

2. For what type of soils is the vane shear test most suitable?

2. वेन अपरूपण परीक्षण किस प्रकार की मृदा के लिए सबसे उपयुक्त है?

Answer: The vane shear test is most suitable for soft cohesive soils with shear strength less than 0.5 kgf/cm².

उत्तर: वेन अपरूपण परीक्षण मृदु संसंजक मृदा के लिए सबसे उपयुक्त है, जिसकी अपरूपण शक्ति 0.5 kgf/cm² से कम हो।

3. What is the formula used to calculate shear strength in this test?

3. इस परीक्षण में अपरूपण शक्ति की गणना के लिए कौन सा सूत्र उपयोग किया जाता है?

Answer: The formula is $S = \frac{3T}{\pi d^3}$ where S is the shear strength, T is the maximum torque, and d is the diameter of the failure surface.

उत्तर: सूत्र है $S = \frac{3T}{\pi d^3}$, जहाँ S अपरूपण शक्ति है, T अधिकतम बलाघूर्ण है, और d विफलता सतह का व्यास है।

4. What is the difference between undisturbed and remoulded shear strength?

4. अविचलित और पुनर्गठित अपरूपण शक्ति में क्या अंतर है?

Answer: Undisturbed shear strength is the natural strength of the soil without disturbance, while remoulded shear strength is measured after disturbing the soil structure.

उत्तर: अविचलित अपरूपण शक्ति मृदा की प्राकृतिक शक्ति होती है, जबकि पुनर्गठित अपरूपण शक्ति मृदा संरचना को विघटित करने के बाद मापी जाती है।

5. What is soil sensitivity, and how is it calculated?

5. मृदा की संवेदनशीलता क्या है, और इसे कैसे मापा जाता है?

Answer: Sensitivity is the ratio of undisturbed shear strength to remoulded shear strength. It is calculated as

$$\text{Sensitivity} = \frac{\text{Undisturbed Strength}}{\text{Remoulded Strength}}$$

उत्तर : संवेदनशीलता अविचलित अपरूपण शक्ति और पुनर्गठित अपरूपण शक्ति का अनुपात है। इसे

संवेदनशीलता = $\frac{\text{अविचलित शक्ति}}{\text{पुनर्गठित शक्ति}}$ के रूप में मापा जाता है।

6. Why is the rotation rate important during the test?

6. परीक्षण के दौरान घुमाव की दर क्यों महत्वपूर्ण है?

Answer: The rotation rate must be constant (0.1°/s) to ensure uniform shearing of the soil and to prevent overestimation or underestimation of shear strength.

उत्तर: घुमाव की दर को स्थिर (0.1°/सेकंड) रखना आवश्यक है ताकि मृदा का समान रूप से अपरूपण हो और अपरूपण शक्ति का अधिक या कम आकलन न हो।

Experiment No. 4

Consolidation Test

प्रयोग संख्या 4

समेकन परीक्षण

Objective: To determine the consolidation characteristics (coefficient of consolidation, coefficient of compressibility, and compression index) of soil sample using one-dimensional consolidation test.

उद्देश्य: एक-आयामी समेकन परीक्षण का उपयोग करके मिट्टी के नमूने की समेकन विशेषताओं (समेकन गुणांक, संपीड्यता गुणांक, और संपीड़न सूचकांक) का निर्धारण करना।

Relevant Code: IS:2720 (Part 15) - 1986, Reaffirmed 2021

संबंधित कोड: IS:2720 (भाग 15) - 1986, पुनः पुष्टि 2021

Theory: The consolidation test is used to determine how much settlement will occur in a soil stratum when it is subjected to an increase in pressure. When load is applied to a saturated soil, it is initially carried by the pore water, creating excess pore water pressure. As water drains out, the load is gradually transferred to the soil skeleton, causing volume decrease (settlement). This process is called consolidation. The rate of consolidation is governed by the coefficient of consolidation (c_v), while the magnitude of settlement is related to the coefficient of compressibility (a_v) and compression index (C_c).

सिद्धांत: समेकन परीक्षण का उपयोग यह निर्धारित करने के लिए किया जाता है कि जब मिट्टी की परत पर दबाव में वृद्धि होती है तो कितना अवसाद होगा। जब संतृप्त मिट्टी पर भार लगाया जाता है, तो यह प्रारंभ में रिक्ति जल द्वारा वहन किया जाता है, जिससे अतिरिक्त रिक्ति जल दाब उत्पन्न होता है। जैसे-जैसे पानी बाहर निकलता है, भार धीरे-धीरे मिट्टी के ढांचे पर स्थानांतरित हो जाता है, जिससे आयतन में कमी (अवसाद) आती है। इस प्रक्रिया को समेकन कहा जाता है। समेकन की दर समेकन गुणांक (c_v) द्वारा नियंत्रित होती है, जबकि अवसाद का परिमाण संपीड्यता गुणांक (a_v) और संपीड़न सूचकांक (C_c) से संबंधित होता है।

Need and Scope: Consolidation parameters are essential for:

1. Settlement analysis of foundations
2. Rate of settlement predictions
3. Design of foundations
4. Preloading calculations
5. Staged construction planning

आवश्यकता और क्षेत्र: समेकन मापदंड निम्नलिखित के लिए आवश्यक हैं:

1. नींव का अवसाद विश्लेषण
2. अवसाद दर की भविष्यवाणी
3. नींव का डिजाइन
4. पूर्व-भारण गणना
5. चरणबद्ध निर्माण योजना

Apparatus Required:

1. Consolidation apparatus conforming to IS:2720 (Part 15)
2. Consolidation ring (60 mm diameter, 20 mm height)
3. Porous stones (top and bottom)
4. Filter paper
5. Loading frame with lever arm
6. Dial gauge (0.01 mm accuracy)
7. Weights for loading
8. Trimming tools and sample preparation equipment
9. Balance accurate to 0.01 g
10. Oven for moisture content determination

आवश्यक उपकरण:

1. IS:2720 (भाग 15) के अनुरूप समेकन उपकरण
2. समेकन रिंग (60 मिमी व्यास, 20 मिमी ऊंचाई)
3. छिद्रयुक्त पत्थर (ऊपर और नीचे)
4. फ़िल्टर पेपर

5. लीवर आर्म के साथ लोडिंग फ्रेम
6. डायल गेज (0.01 मिमी सटीकता)
7. भारण के लिए बाट
8. ट्रिमिंग टूल्स और नमूना तैयारी उपकरण
9. 0.01 ग्राम तक सटीक तुला
10. नमी मात्रा निर्धारण के लिए ओवन

Procedure:

1. Sample Preparation:
 - Trim the undisturbed soil sample to fit the consolidation ring
 - Weigh the empty ring (W1)
 - Place soil in ring carefully avoiding air pockets
 - Trim excess soil flush with ring edges
 - Weigh ring with soil (W2)
2. Test Setup:
 - Place porous stones at top and bottom of specimen
 - Assemble the consolidation cell
 - Mount in loading frame
 - Fill cell with water
 - Apply seating pressure of 0.05 kg/cm²
 - Allow for 24 hours equilibrium
3. Loading Sequence:
 - Apply loads in doubles (0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6, 3.2 kg/cm²)
 - Take dial readings at: 0, 0.25, 1, 2.25, 4, 6.25, 9, 12.25, 16, 20.25, 25, 36, 49, 64, 81, 100, 121, 144, 169, 196, 225 minutes
 - Maintain each load for 24 hours
 - Record final reading before adding next load
4. Unloading:
 - Unload in decrements to one-fourth of previous load
 - Take readings during unloading
 - Final load 0.05 kg/cm² for 24 hours
 - Remove sample, weigh (W3)
 - Dry in oven and record dry weight (W4)

प्रक्रिया:

1. नमूना तैयारी:
 - अविचलित मिट्टी के नमूने को समेकन रिंग में फिट होने के लिए ट्रिम करें
 - खाली रिंग का वजन करें (W1)
 - वायु जेबों से बचते हुए रिंग में मिट्टी सावधानीपूर्वक रखें
 - रिंग किनारों के साथ अतिरिक्त मिट्टी को ट्रिम करें
 - मिट्टी के साथ रिंग का वजन करें (W2)
2. परीक्षण सेटअप:
 - नमूने के ऊपर और नीचे छिद्रयुक्त पत्थर रखें
 - समेकन सेल को इकट्ठा करें
 - लोडिंग फ्रेम में माउंट करें
 - सेल को पानी से भरें
 - 0.05 kg/cm² का सीटिंग दबाव लागू करें
 - 24 घंटे के लिए संतुलन की अनुमति दें
3. भारण अनुक्रम:
 - दोगुने क्रम में भार लगाएं (0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6, 3.2 kg/cm²)
 - डायल रीडिंग लें: 0, 0.25, 1, 2.25, 4, 6.25, 9, 12.25, 16, 20.25, 25, 36, 49, 64, 81, 100, 121, 144, 169, 196, 225 मिनट पर
 - प्रत्येक भार को 24 घंटे तक बनाए रखें
 - अगला भार जोड़ने से पहले अंतिम रीडिंग रिकॉर्ड करें

4. विभारण:
 - पिछले भार के एक-चौथाई तक कम करें
 - विभारण के दौरान रीडिंग लें
 - 24 घंटे के लिए अंतिम भार 0.05 kg/cm^2
 - नमूना निकालें, वजन करें (W3)
 - ओवन में सुखाएं और सूखा वजन रिकॉर्ड करें (W4)

Observations and Calculations:

Record in provided data sheets (Appendix A & B):

1. Initial measurements (ring, sample dimensions, weights)
2. Time-settlement readings for each load increment
3. Calculate for each load increment:
 - Void ratio (e)
 - Coefficient of consolidation (cv)
 - Coefficient of compressibility (av)
 - Compression index (Cc)

प्रेक्षण और गणना:

प्रदान की गई डेटा शीट (परिशिष्ट A & B) में रिकॉर्ड करें:

1. प्रारंभिक माप (रिंग, नमूना आयाम, वजन)
2. प्रत्येक भार वृद्धि के लिए समय-अवसाद रीडिंग
3. प्रत्येक भार वृद्धि के लिए गणना करें:
 - रिक्ति अनुपात (e)
 - समेकन गुणांक (cv)
 - संपीड्यता गुणांक (av)
 - संपीड़न सूचकांक (Cc)

Result:

The consolidation parameters of the soil sample are:

1. Coefficient of consolidation (cv) = _____ cm^2/min
2. Coefficient of compressibility (av) = _____ cm^2/kg
3. Compression index (Cc) = _____

परिणाम:

मिट्टी के नमूने के समेकन मापदंड हैं:

1. समेकन गुणांक (cv) = _____ $\text{सेमी}^2/\text{मिनट}$
2. संपीड्यता गुणांक (av) = _____ $\text{सेमी}^2/\text{किग्रा}$
3. संपीड़न सूचकांक (Cc) = _____

Viva Questions

1: What is consolidation?

1. संवहन क्या है?

Answer : Consolidation is the process of gradual reduction in the volume of a saturated soil due to the expulsion of pore water under an applied load.

उत्तर : संवहन वह प्रक्रिया है जिसमें लगाए गए भार के कारण संतृप्त मिट्टी से रिक्त जल के बाहर निकलने से धीरे-धीरे आयतन में कमी होती है।

2: Why is consolidation important in geotechnical engineering?

2. भूतकनीकी अभियंत्रण में संवहन क्यों महत्वपूर्ण है?

Answer: Consolidation is important for understanding settlement behavior of soils under structures, predicting the rate of settlement, and ensuring the stability and safety of foundations.

उत्तर : संवहन संरचनाओं के नीचे मिट्टी के अवसाद व्यवहार को समझने, अवसाद की दर की भविष्यवाणी करने और नींव की स्थिरता और सुरक्षा सुनिश्चित करने के लिए महत्वपूर्ण है।

3: What are the main parameters determined in a consolidation test?

3. संवहन परीक्षण में कौन-कौन से मुख्य मापदंड निर्धारित किए जाते हैं?

Answer : The main parameters are:

1. Coefficient of consolidation (c_v)
2. Coefficient of compressibility (a_v)
3. Compression index (C_c)

उत्तर: मुख्य मापदंड हैं:

1. समेकन गुणांक (c_v)
2. संपीड्यता गुणांक (a_v)
3. संपीड़न सूचकांक (C_c)

4: What is the significance of the compression index (C_c)?

4. संपीड़न सूचकांक (C_c) का क्या महत्व है?

Answer: The compression index (C_c) indicates the magnitude of compression or settlement that occurs in soil for a given increase in load. It is an important parameter for predicting the settlement of clayey soils.

उत्तर :संपीड़न सूचकांक (C_c) यह दर्शाता है कि दिए गए भार वृद्धि के लिए मिट्टी में कितना संपीड़न या अवसाद होता है। यह चिकनी मिट्टी के अवसाद की भविष्यवाणी के लिए एक महत्वपूर्ण मापदंड है।

5: What does the coefficient of consolidation (c_v) represent?

5. समेकन गुणांक (c_v) क्या दर्शाता है?

Answer: The coefficient of consolidation (c_v) represents the rate at which consolidation occurs in soil. It depends on the permeability and compressibility of the soil.

उत्तर : समेकन गुणांक (c_v) यह दर्शाता है कि मिट्टी में संवहन किस दर से होता है। यह मिट्टी की पारगम्यता और संपीड्यता पर निर्भर करता है।

6: Why do we maintain each load for 24 hours during the test?

6. परीक्षण के दौरान प्रत्येक भार को 24 घंटे तक क्यों बनाए रखते हैं?

Answer: We maintain each load for 24 hours to allow the dissipation of excess pore water pressure and achieve equilibrium in the soil under the applied load.

उत्तर: हम प्रत्येक भार को 24 घंटे तक बनाए रखते हैं ताकि अतिरिक्त रिक्त जल दाब समाप्त हो जाए और लगाए गए भार के तहत मिट्टी में संतुलन स्थापित हो सके।

Experiment No. 5

Standard Penetration Test

प्रयोग संख्या 5

मानक प्रवेश परीक्षण

Objective: To determine the in-situ strength and density characteristics of soil using Standard Penetration Test (SPT) and obtain N-value.

उद्देश्य: मानक प्रवेश परीक्षण (एस.पी.टी.) का उपयोग करके मिट्टी की यथास्थिति शक्ति और घनत्व विशेषताओं का निर्धारण करना और N-मान प्राप्त करना।

Relevant Code: IS:2131-1981, Reaffirmed 2021

संबंधित कोड: IS:2131-1981, पुनः पुष्टि 2021

Theory: Standard Penetration Test (SPT) is an in-situ dynamic penetration test designed to provide information on the geotechnical engineering properties of soil. The test uses a thick-walled split spoon sampler to obtain samples and measure soil resistance to penetration. The test consists of driving the sampler into the soil using a 63.5 kg hammer falling through a height of 75 cm. The number of blows (N-value) required to drive the sampler for the last 30 cm of penetration indicates the soil's relative density and consistency.

सिद्धांत: मानक प्रवेश परीक्षण (एस.पी.टी.) एक यथास्थिति गतिशील प्रवेश परीक्षण है जो मिट्टी के भू-तकनीकी अभियांत्रिकी गुणों पर जानकारी प्रदान करने के लिए बनाया गया है। परीक्षण में नमूने प्राप्त करने और मिट्टी के प्रवेश प्रतिरोध को मापने के लिए एक मोटी दीवार वाले विभाजित चम्मच नमूनाकर्ता का उपयोग किया जाता है। परीक्षण में 75 सेमी की ऊंचाई से गिरने वाले 63.5 किग्रा के हथौड़े का उपयोग करके नमूनाकर्ता को मिट्टी में चलाया जाता है। प्रवेश के अंतिम 30 सेमी के लिए नमूनाकर्ता को चलाने के लिए आवश्यक प्रहारों की संख्या (N-मान) मिट्टी के सापेक्ष घनत्व और संगति को दर्शाती है।

Need and Scope: SPT is essential for:

1. Foundation design
2. Evaluation of soil strength parameters
3. Assessment of liquefaction potential
4. Determination of relative density
5. Soil profiling and classification

आवश्यकता और क्षेत्र: एस.पी.टी. निम्नलिखित के लिए आवश्यक है:

1. नींव डिजाइन
2. मिट्टी के शक्ति मापदंडों का मूल्यांकन
3. द्रवीकरण क्षमता का आकलन
4. सापेक्ष घनत्व का निर्धारण
5. मिट्टी प्रोफाइलिंग और वर्गीकरण

Equipment Required:

1. Drilling equipment with 100-150 mm diameter capability
2. Split spoon sampler conforming to IS:9640-1980
3. Drive weight assembly (63.5 kg hammer with 75 cm free fall)
4. Drill rods (A-rod with 41.3 mm outer diameter)
5. Measuring tape
6. Sample containers
7. Borehole casing if required
8. Drill bits and augers
9. Water/Bentonite slurry for stabilization if needed

आवश्यक उपकरण:

1. 100-150 मिमी व्यास क्षमता वाला ड्रिलिंग उपकरण
2. IS:9640-1980 के अनुरूप विभाजित चम्मच नमूनाकर्ता
3. ड्राइव भार विधानसभा (75 सेमी मुक्त गिरावट के साथ 63.5 किग्रा हथौड़ा)

4. ड्रिल रॉड (41.3 मिमी बाहरी व्यास के साथ ए-रॉड)
5. मापने का फीता
6. नमूना पात्र
7. यदि आवश्यक हो तो बोरहोल केसिंग
8. ड्रिल बिट्स और ऑगर
9. यदि आवश्यक हो तो स्थिरीकरण के लिए पानी/बेंटोनाइट घोल

Procedure:

1. Drilling the Borehole:
 - Clean borehole of 100-150 mm diameter
 - Use casing/drilling mud if sides are unstable
 - Clean the hole carefully up to testing depth
 - Maintain water level 1.5m above water table
2. Test Setup and Measurements:
 - Record depth of bottom of borehole
 - Note water level in borehole
 - Record depth of bottom of casing
 - Take test at every 1.5m interval or at change of stratum
3. Sampler Penetration:
 - Lower sampler to bottom of borehole
 - Allow sampler to sink under own weight
 - Mark three 15cm intervals on drill rod
 - Apply seating drive for first 15cm
 - Record blows for second and third 15cm
 - Stop if 50 blows reached before full penetration
4. Sample Collection:
 - Extract sampler and open it
 - Place soil sample in jar
 - Label with proper identification
 - Seal to preserve moisture content

प्रक्रिया:

1. बोरहोल की ड्रिलिंग:
 - 100-150 मिमी व्यास का स्वच्छ बोरहोल
 - यदि किनारे अस्थिर हैं तो केसिंग/ड्रिलिंग कीचड़ का उपयोग करें
 - परीक्षण की गहराई तक सावधानीपूर्वक छिद्र को साफ करें
 - जल स्तर को जल तालिका से 1.5 मी ऊपर बनाए रखें
2. परीक्षण सेटअप और माप:
 - बोरहोल के तल की गहराई दर्ज करें
 - बोरहोल में जल स्तर नोट करें
 - केसिंग के तल की गहराई दर्ज करें
 - प्रत्येक 1.5 मी अंतराल पर या स्तर परिवर्तन पर परीक्षण करें
3. नमूनाकर्ता प्रवेश:
 - बोरहोल के तल तक नमूनाकर्ता को नीचे करें
 - नमूनाकर्ता को अपने वजन से डूबने दें
 - ड्रिल रॉड पर तीन 15 सेमी अंतराल चिह्नित करें
 - पहले 15 सेमी के लिए सीटिंग ड्राइव लागू करें
 - दूसरे और तीसरे 15 सेमी के लिए प्रहारों की संख्या दर्ज करें
 - पूर्ण प्रवेश से पहले 50 प्रहार पहुंचने पर रुकें
4. नमूना संग्रहण:
 - नमूनाकर्ता को निकालें और खोलें
 - मिट्टी के नमूने को जार में रखें
 - उचित पहचान के साथ लेबल करें
 - नमी की मात्रा को संरक्षित करने के लिए सील करें

Observations and Calculations:

Record in field log sheet:

1. Project Details:
 - Date and location
 - Borehole number
 - Ground level
 - Water table level
2. For Each Test:
 - Depth of test
 - Number of blows for each 15cm penetration
 - Sample recovery
 - Soil description
3. N-Value Calculation:
 - N = Sum of blows for second and third 15cm
 - Apply corrections:
 - $N' = N \times \text{Correction factor for overburden (from graph)}$
 - For fine sand and silt below water table: $N'' = 15 + \frac{1}{2}(N' - 15)$ when $N' > 15$

परीक्षण और गणना:

फील्ड लॉग शीट में दर्ज करें:

1. परियोजना विवरण:
 - दिनांक और स्थान
 - बोरहोल संख्या
 - भूमि स्तर
 - जल तालिका स्तर
2. प्रत्येक परीक्षण के लिए:
 - परीक्षण की गहराई
 - प्रत्येक 15 सेमी प्रवेश के लिए प्रहारों की संख्या
 - नमूना प्राप्ति
 - मिट्टी का विवरण
3. N-मान गणना:
 - N = दूसरे और तीसरे 15 सेमी के लिए प्रहारों का योग
 - सुधार लागू करें:
 - $N' = N \times \text{ओवरबर्डन के लिए सुधार कारक (ग्राफ से)}$
 - जल तालिका के नीचे महीन बालू और गाद के लिए: $N'' = 15 + \frac{1}{2}(N' - 15)$ जब $N' > 15$

Result:

The soil parameters based on SPT N-value are:

1. Uncorrected N-value = _____
2. Corrected N-value (N') = _____ (after overburden correction)
3. Final N-value (N'') = _____ (after dilatancy correction if applicable)
4. Relative density/consistency based on N-value = _____

परिणाम:

एस.पी.टी. N-मान के आधार पर मिट्टी के मापदंड हैं:

1. अशोधित N-मान = _____
2. शोधित N-मान (N') = _____ (ओवरबर्डन सुधार के बाद)
3. अंतिम N-मान (N'') = _____ (यदि लागू हो तो डायलेटेंसी सुधार के बाद)
4. N-मान के आधार पर सापेक्ष घनत्व/संगति = _____

Viva Questions

Q 1: What is the purpose of the Standard Penetration Test (SPT)?

A: The purpose of the Standard Penetration Test (SPT) is to determine the in-situ strength, density, and consistency of the soil and to obtain the N-value, which helps in foundation design and geotechnical analysis.

प्रश्न 1: मानक प्रवेश परीक्षण (एस.पी.टी.) का उद्देश्य क्या है?

उत्तर: मानक प्रवेश परीक्षण (एस.पी.टी.) का उद्देश्य मिट्टी की यथास्थिति शक्ति, घनत्व और संगति का निर्धारण करना और N-मान प्राप्त करना है, जो नींव डिजाइन और भू-तकनीकी विश्लेषण में मदद करता है।

Q 2: What is the significance of the N-value in SPT?

A: The N-value indicates the relative density and consistency of soil. It helps classify soil types and assess their suitability for construction purposes.

प्रश्न 2: एस.पी.टी. में N-मान का महत्व क्या है?

उत्तर: N-मान मिट्टी के सापेक्ष घनत्व और संगति को दर्शाता है। यह मिट्टी के प्रकारों को वर्गीकृत करने और निर्माण उद्देश्यों के लिए उनकी उपयुक्तता का आकलन करने में मदद करता है।

Q 3: What is the weight of the hammer used in SPT and its free fall height?

A: The hammer used in SPT weighs 63.5 kg, and it falls freely from a height of 75 cm.

प्रश्न 3: एस.पी.टी. में उपयोग किए गए हथौड़े का वजन और उसकी मुक्त गिरावट की ऊंचाई कितनी है?

उत्तर: एस.पी.टी. में उपयोग किए गए हथौड़े का वजन 63.5 किलोग्राम है, और यह 75 सेमी की ऊंचाई से स्वतंत्र रूप से गिरता है।

Q 4: What is the procedure for recording the N-value in SPT?

A: The number of blows is recorded for three 15 cm penetrations of the sampler. The first 15 cm is for seating, and the blows for the next two 15 cm are added to get the N-value.

प्रश्न 4: एस.पी.टी. में N-मान रिकॉर्ड करने की प्रक्रिया क्या है?

उत्तर: नमूनाकर्ता के तीन 15 सेमी प्रवेशों के लिए प्रहारों की संख्या रिकॉर्ड की जाती है। पहले 15 सेमी को सीटिंग के लिए उपयोग किया जाता है, और अगले दो 15 सेमी के लिए प्रहारों की संख्या को जोड़कर N-मान प्राप्त किया जाता है।

Q 5: Why is correction applied to the observed N-value?

A: Correction is applied to account for overburden pressure and dilatancy effects, ensuring accurate results for soil consistency and strength.

प्रश्न 5: प्रेक्षित N-मान पर सुधार क्यों लागू किया जाता है?

उत्तर: ओवरबर्डन दबाव और फैलाव प्रभावों को ध्यान में रखते हुए मिट्टी की संगति और ताकत के सटीक परिणाम सुनिश्चित करने के लिए सुधार लागू किया जाता है।

Experiment No. 6
Dynamic Cone Penetration Test Using Bentonite Slurry
प्रयोग संख्या 6
बेंटोनाइट घोल का उपयोग करते हुए गतिशील शंकु प्रवेश परीक्षण

Objective: To determine the penetration resistance of soil using Dynamic Cone Penetration Test (DCPT) with bentonite slurry and estimate the N_{cbr} value.

उद्देश्य: बेंटोनाइट घोल के साथ गतिशील शंकु प्रवेश परीक्षण (डी.सी.पी.टी.) का उपयोग करके मिट्टी के प्रवेश प्रतिरोध का निर्धारण करना और N_{cbr} मान का आकलन करना।

Relevant Code: IS:4968 (Part II)-1981, Reaffirmed 2021

संबंधित कोड: IS:4968 (भाग II)-1981, पुनः पुष्टि 2021

Theory: The Dynamic Cone Penetration Test (DCPT) with bentonite slurry is a subsurface investigation method where a cone is driven into the soil using a standard hammer. The bentonite slurry helps reduce friction between the drill rods and the soil. The number of blows required for 30 cm penetration (N_{cbr}) indicates the soil's resistance and density. The test provides continuous soil resistance data without requiring a borehole.

सिद्धांत: बेंटोनाइट घोल के साथ गतिशील शंकु प्रवेश परीक्षण (डी.सी.पी.टी.) एक उप-सतह जांच विधि है जिसमें एक मानक हथौड़े का उपयोग करके मिट्टी में एक शंकु चलाया जाता है। बेंटोनाइट घोल ड्रिल रॉड और मिट्टी के बीच घर्षण को कम करने में मदद करता है। 30 सेमी प्रवेश के लिए आवश्यक प्रहारों की संख्या (N_{cbr}) मिट्टी के प्रतिरोध और घनत्व को दर्शाती है। परीक्षण बिना बोरहोल की आवश्यकता के निरंतर मिट्टी प्रतिरोध डेटा प्रदान करता है।

Equipment Required:

1. Standard cone assembly with 62.5 mm base diameter and 60° apex angle
2. Drive weight assembly (65 kg hammer with 750 mm free fall)
3. A-rods (41.3 mm outer diameter)
4. Bentonite slurry pump (35-45 l/min capacity)
5. Measuring tape
6. Vane borer/gravel trap
7. Guide rod assembly
8. Hoisting equipment (tripod)
9. Swivel assembly
10. Bentonite slurry preparation equipment
11. Recording forms

आवश्यक उपकरण:

1. मानक शंकु विधानसभा 62.5 मिमी आधार व्यास और 60° शीर्ष कोण के साथ
2. ड्राइव भार विधानसभा (750 मिमी मुक्त गिरावट के साथ 65 किग्रा हथौड़ा)
3. ए-रॉड (41.3 मिमी बाहरी व्यास)
4. बेंटोनाइट स्लरी पंप (35-45 लीटर/मिनट क्षमता)
5. मापने का फीता
6. वैन बोरर/कंकड़ ट्रैप
7. गाइड रॉड विधानसभा
8. होइस्टिंग उपकरण (त्रिपाद)
9. घूर्णन विधानसभा
10. बेंटोनाइट घोल तैयारी उपकरण
11. रिकॉर्डिंग प्रपत्र

Procedure:

1. Site Preparation:
 - Clear and level the test location
 - Set up tripod and equipment
 - Prepare 5% bentonite slurry for medium to fine sand
 - For coarse sand, use thicker slurry subject to circulation requirements
2. Equipment Setup:
 - Connect the vane borer/gravel trap to driving rods
 - Attach driving head and guide rod
 - Connect slurry circulation system
 - Position cone vertically on ground
 - Connect water swivel through flexible tubes to pump
3. Test Execution:
 - Start driving cone and pumping slurry simultaneously
 - Drive using 65 kg hammer dropping from 750 mm height
 - Record number of blows for every 100 mm penetration
 - Stop after 300 mm and pause for 1-2 minutes
 - Continue pumping during pauses
 - Give 4-5 rod turns periodically to maintain hole
 - Stop test when blow count exceeds 20 per 100 mm
4. Recording:
 - Note penetration depth
 - Record blow counts for each 300 mm increment
 - Monitor slurry circulation
 - Note any obstructions or changes in soil

प्रक्रिया:

1. साइट तैयारी:
 - परीक्षण स्थान को साफ और समतल करें
 - त्रिपाद और उपकरण स्थापित करें
 - मध्यम से महीन बालू के लिए 5% बेंटोनाइट घोल तैयार करें
 - मोटी बालू के लिए, परिसंचरण आवश्यकताओं के अधीन गाढ़ा घोल का उपयोग करें
2. उपकरण सेटअप:
 - वैन बोरर/कंकड़ ट्रैप को ड्राइविंग रॉड से जोड़ें
 - ड्राइविंग हेड और गाइड रॉड जोड़ें
 - स्लरी परिसंचरण प्रणाली जोड़ें
 - शंकु को जमीन पर लंबवत रखें
 - पानी स्विच को लचीली नलिकाओं के माध्यम से पंप से जोड़ें
3. परीक्षण निष्पादन:
 - शंकु चलाना और स्लरी पंपिंग एक साथ शुरू करें
 - 750 मिमी ऊंचाई से गिरने वाले 65 किग्रा हथौड़े का उपयोग करके चलाएं
 - प्रत्येक 100 मिमी प्रवेश के लिए प्रहारों की संख्या दर्ज करें
 - 300 मिमी के बाद रुकें और 1-2 मिनट का विराम लें
 - विराम के दौरान पंपिंग जारी रखें
 - छेद बनाए रखने के लिए समय-समय पर 4-5 रॉड घुमाएं
 - जब प्रहार गणना 100 मिमी प्रति 20 से अधिक हो जाए तो परीक्षण रोकें
4. अभिलेखन:
 - प्रवेश गहराई नोट करें
 - प्रत्येक 300 मिमी वृद्धि के लिए प्रहार गणना दर्ज करें
 - स्लरी परिसंचरण की निगरानी करें
 - किसी भी बाधा या मिट्टी में परिवर्तन को नोट करें

Observations and Calculations:

1. Record in data sheet:

- Depth of penetration (D)
 - Number of blows for each 100 mm (N)
 - Cumulative blows (N')
 - Depth/Width ratio (D/Bc)
2. Calculate:
- Plot N' vs D/Bc curve
 - For medium to fine sand with circulating slurry: $N_{cbr} = N$ (blow count per 300 mm)
 - For dry driving: $N_{cbr} = 1.5N$ up to 4m depth $N_{cbr} = 1.75N$ for 4-9m depth

प्रेक्षण और गणना:

1. डेटा शीट में दर्ज करें:
 - प्रवेश की गहराई (D)
 - प्रत्येक 100 मिमी के लिए प्रहारों की संख्या (N)
 - संचयी प्रहार (N')
 - गहराई/चौड़ाई अनुपात (D/Bc)
2. गणना करें:
 - N' बनाम D/Bc वक्र प्लॉट करें
 - परिसंचारी स्लरी के साथ मध्यम से महीन बालू के लिए: $N_{cbr} = N$ (300 मिमी प्रति प्रहार गणना)
 - शुष्क चालन के लिए: $N_{cbr} = 1.5N$, 4m गहराई तक $N_{cbr} = 1.75N$, 4-9m गहराई के लिए

Result:

The Dynamic Cone Penetration Test results are:

1. Maximum penetration depth = _____ m
2. Maximum blow count per 100 mm = _____
3. N_{cbr} value = _____
4. Soil classification based on N_{cbr} = _____

परिणाम:

गतिशील शंकु प्रवेश परीक्षण के परिणाम हैं:

1. अधिकतम प्रवेश गहराई = _____ मी
2. प्रति 100 मिमी अधिकतम प्रहार गणना = _____
3. N_{cbr} मान = _____
4. N_{cbr} के आधार पर मिट्टी का वर्गीकरण = _____

Viva Questions:

Q1: What is the purpose of the Dynamic Cone Penetration Test (DCPT)?

A: The DCPT is conducted to determine the penetration resistance of soil, assess its density, and calculate the N_{cbr} value, which is used for soil classification and design purposes.

प्रश्न1: गतिशील शंकु प्रवेश परीक्षण (डी.सी.पी.टी.) का उद्देश्य क्या है?

उत्तर: डी.सी.पी.टी. मिट्टी के प्रवेश प्रतिरोध का निर्धारण करने, उसके घनत्व का आकलन करने और N_{cbr} मान की गणना करने के लिए किया जाता है, जो मिट्टी के वर्गीकरण और डिजाइन उद्देश्यों के लिए उपयोगी होता है।

Q2: Why is bentonite slurry used in DCPT?

A: Bentonite slurry reduces friction between the drill rods and soil, stabilizes the borehole, and ensures accurate measurements during penetration.

प्रश्न2: डी.सी.पी.टी. में बेंटोनाइट घोल का उपयोग क्यों किया जाता है?

उत्तर: बेंटोनाइट घोल ड्रिल रॉड और मिट्टी के बीच घर्षण को कम करता है, बोरहोल को स्थिर करता है और प्रवेश के दौरान सटीक माप सुनिश्चित करता है।

Q3: What is the standard weight of the hammer and its free-fall height in DCPT?

A: The standard hammer used in DCPT weighs 65 kg and falls freely from a height of 750 mm.

प्रश्न3: डी.सी.पी.टी. में हथौड़े का मानक वजन और उसकी मुक्त गिरावट की ऊंचाई कितनी होती है?

उत्तर: डी.सी.पी.टी. में उपयोग किया जाने वाला मानक हथौड़ा 65 किलोग्राम का होता है और यह 750 मिमी की ऊंचाई से स्वतंत्र रूप से गिरता है।

Q4: What is the significance of N_{cb} in DCPT?

A: The N_{cb} value represents the number of blows required for 300 mm penetration and helps classify the soil and evaluate its strength.

प्रश्न4: डी.सी.पी.टी. में N_{cb} का महत्व क्या है?

उत्तर: N_{cb} मान 300 मिमी प्रवेश के लिए आवश्यक प्रहारों की संख्या को दर्शाता है और यह मिट्टी के वर्गीकरण और उसकी ताकत का मूल्यांकन करने में मदद करता है।

Q5: How is the N_{cb} value calculated in DCPT?

A: For medium to fine sand with circulating slurry, N_{cb} equals the blow count per 300 mm. For dry driving, N_{cb} is adjusted using a factor (1.5N for depths up to 4 m, 1.75N for 4-9 m depths).

प्रश्न5: डी.सी.पी.टी. में N_{cb} मान की गणना कैसे की जाती है?

उत्तर: मध्यम से महीन बालू के लिए परिसंचारी स्लरी के साथ, N_{cb} 300 मिमी प्रति प्रहार गणना के बराबर होता है। शुष्क चालन के लिए, N_{cb} को एक कारक (4 मीटर गहराई तक 1.5N, 4-9 मीटर गहराई के लिए 1.75N) का उपयोग करके समायोजित किया जाता है।

Q6: What precautions should be taken during DCPT?

A:

1. Ensure the cone is positioned vertically.
2. Maintain proper slurry circulation throughout the test.
3. Stop the test if blow count exceeds 20 per 100 mm.

प्रश्न6 : डी.सी.पी.टी. के दौरान किन सावधानियों का पालन करना चाहिए?

उत्तर:

4. शंकु को लंबवत स्थिति में रखें।
5. परीक्षण के दौरान उचित घोल परिसंचरण बनाए रखें।
6. यदि प्रहार गणना 100 मिमी प्रति 20 से अधिक हो जाए तो परीक्षण रोक दें।

Experiment No. 7

Standard Penetration Test

प्रयोग संख्या 7

मानक प्रवेश परीक्षण

Objective: To determine the in-situ strength and density characteristics of soil using Standard Penetration Test (SPT) and obtain N-value.

उद्देश्य: मानक प्रवेश परीक्षण (एस.पी.टी.) का उपयोग करके मिट्टी की यथास्थिति शक्ति और घनत्व विशेषताओं का निर्धारण करना और N-मान प्राप्त करना।

Relevant Code: IS:2131-1981, Reaffirmed 2021

संबंधित कोड: IS:2131-1981, पुनः पुष्टि 2021

Theory: Standard Penetration Test (SPT) is an in-situ dynamic penetration test designed to provide information on the geotechnical engineering properties of soil. The test uses a thick-walled split spoon sampler to obtain samples and measure soil resistance to penetration. The test consists of driving the sampler into the soil using a 63.5 kg hammer falling through a height of 75 cm. The number of blows (N-value) required to drive the sampler for the last 30 cm of penetration indicates the soil's relative density and consistency.

सिद्धांत: मानक प्रवेश परीक्षण (एस.पी.टी.) एक यथास्थिति गतिशील प्रवेश परीक्षण है जो मिट्टी के भू-तकनीकी अभियांत्रिकी गुणों पर जानकारी प्रदान करने के लिए बनाया गया है। परीक्षण में नमूने प्राप्त करने और मिट्टी के प्रवेश प्रतिरोध को मापने के लिए एक मोटी दीवार वाले विभाजित चम्मच नमूनाकर्ता का उपयोग किया जाता है। परीक्षण में 75 सेमी की ऊंचाई से गिरने वाले 63.5 किग्रा के हथौड़े का उपयोग करके नमूनाकर्ता को मिट्टी में चलाया जाता है। प्रवेश के अंतिम 30 सेमी के लिए नमूनाकर्ता को चलाने के लिए आवश्यक प्रहारों की संख्या (N-मान) मिट्टी के सापेक्ष घनत्व और संगति को दर्शाती है।

Need and Scope: SPT is essential for:

1. Foundation design
2. Evaluation of soil strength parameters
3. Assessment of liquefaction potential
4. Determination of relative density
5. Soil profiling and classification

आवश्यकता और क्षेत्र: एस.पी.टी. निम्नलिखित के लिए आवश्यक है:

1. नींव डिजाइन
2. मिट्टी के शक्ति मापदंडों का मूल्यांकन
3. द्रवीकरण क्षमता का आकलन
4. सापेक्ष घनत्व का निर्धारण
5. मिट्टी प्रोफाइलिंग और वर्गीकरण

Equipment Required:

1. Drilling equipment with 100-150 mm diameter capability
2. Split spoon sampler conforming to IS:9640-1980
3. Drive weight assembly (63.5 kg hammer with 75 cm free fall)
4. Drill rods (A-rod with 41.3 mm outer diameter)
5. Measuring tape

6. Sample containers
7. Borehole casing if required
8. Drill bits and augers
9. Water/Bentonite slurry for stabilization if needed

आवश्यक उपकरण:

1. 100-150 मिमी व्यास क्षमता वाला ड्रिलिंग उपकरण
2. IS:9640-1980 के अनुरूप विभाजित चम्मच नमूनाकर्ता
3. ड्राइव भार विधानसभा (75 सेमी मुक्त गिरावट के साथ 63.5 किग्रा हथौड़ा)
4. ड्रिल रॉड (41.3 मिमी बाहरी व्यास के साथ ए-रॉड)
5. मापने का फीता
6. नमूना पात्र
7. यदि आवश्यक हो तो बोरहोल केसिंग
8. ड्रिल बिट्स और ऑगर
9. यदि आवश्यक हो तो स्थिरीकरण के लिए पानी/बेंटोनाइट घोल

Procedure:

1. Drilling the Borehole:
 - Clean borehole of 100-150 mm diameter
 - Use casing/drilling mud if sides are unstable
 - Clean the hole carefully up to testing depth
 - Maintain water level 1.5m above water table
2. Test Setup and Measurements:
 - Record depth of bottom of borehole
 - Note water level in borehole
 - Record depth of bottom of casing
 - Take test at every 1.5m interval or at change of stratum
3. Sampler Penetration:
 - Lower sampler to bottom of borehole
 - Allow sampler to sink under own weight
 - Mark three 15cm intervals on drill rod
 - Apply seating drive for first 15cm
 - Record blows for second and third 15cm
 - Stop if 50 blows reached before full penetration
4. Sample Collection:
 - Extract sampler and open it
 - Place soil sample in jar
 - Label with proper identification
 - Seal to preserve moisture content

प्रक्रिया:

1. बोरहोल की ड्रिलिंग:
 - 100-150 मिमी व्यास का स्वच्छ बोरहोल
 - यदि किनारे अस्थिर हैं तो केसिंग/ड्रिलिंग कीचड़ का उपयोग करें
 - परीक्षण की गहराई तक सावधानीपूर्वक छिद्र को साफ करें
 - जल स्तर को जल तालिका से 1.5 मी ऊपर बनाए रखें
2. परीक्षण सेटअप और माप:
 - बोरहोल के तल की गहराई दर्ज करें
 - बोरहोल में जल स्तर नोट करें
 - केसिंग के तल की गहराई दर्ज करें
 - प्रत्येक 1.5 मी अंतराल पर या स्तर परिवर्तन पर परीक्षण करें
3. नमूनाकर्ता प्रवेश:
 - बोरहोल के तल तक नमूनाकर्ता को नीचे करें
 - नमूनाकर्ता को अपने वजन से डूबने दें
 - ड्रिल रॉड पर तीन 15 सेमी अंतराल चिह्नित करें

- पहले 15 सेमी के लिए सीटिंग ड्राइव लागू करें
- दूसरे और तीसरे 15 सेमी के लिए प्रहारों की संख्या दर्ज करें
- पूर्ण प्रवेश से पहले 50 प्रहार पहुंचने पर रुकें
- 4. नमूना संग्रहण:
 - नमूनाकर्ता को निकालें और खोलें
 - मिट्टी के नमूने को जार में रखें
 - उचित पहचान के साथ लेबल करें
 - नमी की मात्रा को संरक्षित करने के लिए सील करें

Observations and Calculations:

Record in field log sheet:

1. Project Details:
 - Date and location
 - Borehole number
 - Ground level
 - Water table level
2. For Each Test:
 - Depth of test
 - Number of blows for each 15cm penetration
 - Sample recovery
 - Soil description
3. N-Value Calculation:
 - $N = \text{Sum of blows for second and third 15cm}$
 - Apply corrections:
 - $N' = N \times \text{Correction factor for overburden (from graph)}$
 - For fine sand and silt below water table: $N'' = 15 + \frac{1}{2}(N' - 15)$ when $N' > 15$

प्रेक्षण और गणना:

फील्ड लॉग शीट में दर्ज करें:

1. परियोजना विवरण:
 - दिनांक और स्थान
 - बोरहोल संख्या
 - भूमि स्तर
 - जल तालिका स्तर
2. प्रत्येक परीक्षण के लिए:
 - परीक्षण की गहराई
 - प्रत्येक 15 सेमी प्रवेश के लिए प्रहारों की संख्या
 - नमूना प्राप्ति
 - मिट्टी का विवरण
3. N-मान गणना:
 - $N = \text{दूसरे और तीसरे 15 सेमी के लिए प्रहारों का योग}$
 - सुधार लागू करें:
 - $N' = N \times \text{ओवरबर्डन के लिए सुधार कारक (ग्राफ से)}$
 - जल तालिका के नीचे महीन बालू और गाद के लिए: $N'' = 15 + \frac{1}{2}(N' - 15)$ जब $N' > 15$

Result:

The soil parameters based on SPT N-value are:

1. Uncorrected N-value = _____
2. Corrected N-value (N') = _____ (after overburden correction)
3. Final N-value (N'') = _____ (after dilatancy correction if applicable)
4. Relative density/consistency based on N-value = _____

परिणाम:

एस.पी.टी. N-मान के आधार पर मिट्टी के मापदंड हैं:

1. अशोधित N-मान = _____
2. शोधित N-मान (N') = _____ (ओवरबर्डन सुधार के बाद)

3. अंतिम N-मान (N'') = _____ (यदि लागू हो तो डायलेटेंसी सुधार के बाद)
4. N-मान के आधार पर सापेक्ष घनत्व/संगति = _____

Viva Questions

Q1: What is the purpose of the Standard Penetration Test (SPT)?

A: SPT determines the in-situ strength, density, and geotechnical properties of soil using the N-value for foundation design and soil classification.

प्रश्न1: मानक प्रवेश परीक्षण (एस.पी.टी.) का उद्देश्य क्या है?

उत्तर: एस.पी.टी. मिट्टी की यथास्थिति ताकत, घनत्व और भू-तकनीकी गुणों का निर्धारण करता है और नींव डिजाइन और मिट्टी वर्गीकरण के लिए N-मान का उपयोग करता है।

Q2: What does the N-value in SPT signify?

A: The N-value is the number of blows required to penetrate the last 30 cm of the split spoon sampler. It indicates the soil's relative density or consistency.

प्रश्न2: एस.पी.टी. में N-मान क्या दर्शाता है?

उत्तर: N-मान विभाजित चम्मच नमूनाकर्ता के अंतिम 30 सेमी प्रवेश के लिए आवश्यक प्रहारों की संख्या है। यह मिट्टी के सापेक्ष घनत्व या संगति को दर्शाता है।

Q3: What is the standard hammer weight and free-fall height in SPT?

A: The standard hammer weighs 63.5 kg and falls freely from a height of 75 cm.

प्रश्न3: एस.पी.टी. में मानक हथौड़े का वजन और उसकी मुक्त गिरावट की ऊंचाई कितनी होती है?

उत्तर: मानक हथौड़ा 63.5 किग्रा का होता है और यह 75 सेमी की ऊंचाई से गिरता है।

Q4: What corrections are applied to the N-value in SPT?

A: Two corrections are applied:

1. Overburden correction: Adjusts for soil pressure.
2. Dilatancy correction: Adjusts for fine sand or silt below the water table when $N' > 15$.

प्रश्न4: एस.पी.टी. में N-मान पर कौन-कौन से सुधार लागू किए जाते हैं?

उत्तर: दो सुधार लागू किए जाते हैं:

1. ओवरबर्डन सुधार: मिट्टी के दबाव के लिए समायोजन।
2. डाइलेटेंसी सुधार: जल तालिका के नीचे महीन बालू या गाद के लिए $N' > 15$ होने पर समायोजन।

Q5: How are soil samples collected during SPT?

A: The split spoon sampler is driven into the soil, extracted, opened, and the soil sample is stored in labeled, sealed containers to preserve moisture.

प्रश्न5: एस.पी.टी. के दौरान मिट्टी के नमूने कैसे एकत्रित किए जाते हैं?

उत्तर: विभाजित चम्मच नमूनाकर्ता को मिट्टी में चलाया जाता है, निकाला जाता है, खोला जाता है, और नमूने को नमी बनाए रखने के लिए लेबल वाले सीलबंद कंटेनरों में संग्रहीत किया जाता है।

Q6: Why is water or bentonite slurry used during drilling in SPT?

A: Water or bentonite slurry stabilizes the borehole walls and prevents collapse during testing.

प्रश्न6: एस.पी.टी. में ड्रिलिंग के दौरान पानी या बेंटोनाइट घोल का उपयोग क्यों किया जाता है?

उत्तर: पानी या बेंटोनाइट घोल बोरहोल की दीवारों को स्थिर करता है और परीक्षण के दौरान ढहने से रोकता है।

Q7: When should the SPT test be stopped?

A: The test is stopped if 50 blows are reached without achieving the required penetration of 30 cm.

प्रश्न7: एस.पी.टी. परीक्षण कब रोका जाना चाहिए?

उत्तर: यदि 50 प्रहारों में भी 30 सेमी प्रवेश प्राप्त नहीं होता, तो परीक्षण रोक दिया जाता है।

Experiment No. 8

Plate Load Test

प्रयोग संख्या 8

प्लेट भार परीक्षण

Objective: To determine the ultimate bearing capacity and allowable bearing pressure of soil using plate load test and to study the load-settlement characteristics of soil.

उद्देश्य: प्लेट भार परीक्षण का उपयोग करके मिट्टी की अंतिम धारण क्षमता और अनुमेय धारण दाब का निर्धारण करना तथा मिट्टी की भार-निपटान विशेषताओं का अध्ययन करना।

Relevant Code: IS:1888-1982 (Second Revision), Method of Load Test on Soils

संबंधित कोड: IS:1888-1982 (द्वितीय संशोधन), मिट्टी पर भार परीक्षण की विधि

Theory: The plate load test is an in-situ test conducted to determine the ultimate bearing capacity of soil and to study the load-settlement relationship. The test simulates the loading conditions of an actual foundation. A steel plate of known diameter is placed at the foundation depth and is loaded gradually while measuring the corresponding settlements. The results obtained are used to determine the allowable bearing pressure and settlement characteristics of the soil.

सिद्धांत: प्लेट भार परीक्षण एक स्व-स्थाने परीक्षण है जो मिट्टी की अंतिम धारण क्षमता निर्धारित करने और भार-निपटान संबंध का अध्ययन करने के लिए किया जाता है। यह परीक्षण वास्तविक नींव की भारण स्थितियों का अनुकरण करता है। ज्ञात व्यास की एक इस्पात प्लेट को नींव की गहराई पर रखा जाता है और धीरे-धीरे भारित किया जाता है जबकि संगत निपटान को मापा जाता है। प्राप्त परिणामों का उपयोग मिट्टी के अनुमेय धारण दाब और निपटान विशेषताओं को निर्धारित करने के लिए किया जाता है।

Need and Scope:

1. Foundation design for structures
2. Determination of allowable soil pressure
3. Study of load-settlement characteristics
4. Evaluation of ultimate bearing capacity
5. Modulus of subgrade reaction for pavement design

आवश्यकता और क्षेत्र:

1. संरचनाओं के लिए नींव डिजाइन
2. अनुमेय मृदा दाब का निर्धारण
3. भार-निपटान विशेषताओं का अध्ययन
4. अंतिम धारण क्षमता का मूल्यांकन
5. फुटपाथ डिजाइन के लिए सबग्रेड प्रतिक्रिया का मापांक

Apparatus Required:

1. Loading platform/truss of sufficient size
2. Hydraulic jack with calibrated pressure gauge
3. Circular/square bearing plates (300-750mm)

4. Settlement recording devices (dial gauges - 0.01mm accuracy)
5. Datum beam/reference setup
6. Loading columns and ball-socket arrangement
7. Plumb bob and spirit level
8. Miscellaneous tools

आवश्यक उपकरण:

1. पर्याप्त आकार का लोडिंग प्लेटफॉर्म/ट्रस
2. अंशांकित दाब गेज के साथ हाइड्रोलिक जैक
3. वृत्ताकार/वर्गाकार धारण प्लेट (300-750 मिमी)
4. निपटान रिकॉर्डिंग उपकरण (डायल गेज - 0.01 मिमी सटीकता)
5. डेटम बीम/संदर्भ सेटअप
6. लोडिंग कॉलम और बॉल-सॉकेट व्यवस्था
7. साहुल और स्पिरिट लेवल
8. विविध उपकरण

Procedure:

1. Site Selection and Preparation:
 - Select test location based on soil exploration data
 - Excavate test pit to required foundation depth
 - Level and clean the test surface
 - Note water table conditions
2. Equipment Setup:
 - Install loading platform at least 2.5m from test area
 - Place bearing plate with sand layer (max 5mm)
 - Set up hydraulic jack and loading arrangement
 - Install dial gauges on independent supports
 - Apply initial seating pressure (70 g/cm²)
3. Loading Process:
 - Apply load in equal increments
 - Record settlements at 1, 2.25, 4, 6.25, 9, 16, and 25 minutes
 - Continue loading until either: a) 25mm settlement is reached b) 50mm settlement (for dense soils) c) Failure occurs d) Two times design pressure is reached
4. Data Recording:
 - Record time, load, and settlement readings
 - Note any deviation from standard procedure
 - Document soil profile below test plate

प्रक्रिया:

1. स्थल चयन और तैयारी:
 - मृदा अन्वेषण डेटा के आधार पर परीक्षण स्थान का चयन
 - अपेक्षित नींव गहराई तक परीक्षण गड्ढा खो दें
 - परीक्षण सतह को समतल और साफ करें
 - जल तालिका की स्थिति नोट करें
2. उपकरण सेटअप:
 - परीक्षण क्षेत्र से कम से कम 2.5 मीटर दूर लोडिंग प्लेटफॉर्म स्थापित करें
 - बालू परत के साथ धारण प्लेट रखें (अधिकतम 5 मिमी)
 - हाइड्रोलिक जैक और लोडिंग व्यवस्था सेट करें
 - स्वतंत्र समर्थन पर डायल गेज स्थापित करें
 - प्रारंभिक सीटिंग दबाव लागू करें (70 ग्राम/सेमी²)
3. लोडिंग प्रक्रिया:
 - समान वृद्धि में भार लागू करें
 - 1, 2.25, 4, 6.25, 9, 16, और 25 मिनट पर निपटान दर्ज करें
 - लोडिंग जारी रखें जब तक: a) 25 मिमी निपटान प्राप्त नहीं हो जाता b) 50 मिमी निपटान (घने मृदा के लिए) c) विफलता नहीं होती d) डिजाइन दबाव का दो गुना प्राप्त नहीं हो जाता

4. डेटा रिकॉर्डिंग:
 - समय, भार और निपटान रीडिंग दर्ज करें
 - मानक प्रक्रिया से किसी भी विचलन को नोट करें
 - परीक्षण प्लेट के नीचे मृदा प्रोफाइल का दस्तावेजीकरण करें

Observations and Calculations:

Record the following data in tabular format:

S.No. Time (min) Load (kg) Settlement (mm) Remarks

क्र.सं. समय (मिनट) भार (किग्रा) निपटान (मिमी) टिप्पणियां

Calculate:

1. Load intensity (q) = Applied load / Area of plate
2. Plot load-settlement curve
3. Determine ultimate bearing capacity from:
 - Point of failure in curve
 - Log-log plot intersection for undefined failure

For settlement prediction: $S_f = S_p [B(B_p + 0.3)/B_p(B + 0.3)]^2$

Where:

S_f = Settlement of actual foundation

S_p = Settlement of test plate

B = Width of actual foundation

B_p = Width of test plate

परीक्षण और गणना:

निम्नलिखित डेटा को तालिका प्रारूप में दर्ज करें:

गणना करें:

1. भार तीव्रता (q) = लागू भार / प्लेट का क्षेत्रफल
2. भार-निपटान वक्र बनाएं
3. अंतिम धारण क्षमता निर्धारित करें:
 - वक्र में विफलता का बिंदु
 - अपरिभाषित विफलता के लिए लॉग-लॉग प्लॉट प्रतिच्छेदन

निपटान पूर्वानुमान के लिए: $S_f = S_p [B(B_p + 0.3)/B_p(B + 0.3)]^2$

जहाँ:

S_f = वास्तविक नींव का निपटान

S_p = परीक्षण प्लेट का निपटान

B = वास्तविक नींव की चौड़ाई

B_p = परीक्षण प्लेट की चौड़ाई

Result:

The soil parameters determined are:

1. Ultimate Bearing Capacity = _____ kN/m²
2. Allowable Bearing Pressure = _____ kN/m²
3. Settlement at design load = _____ mm

परिणाम:

निर्धारित मृदा पैरामीटर हैं:

1. अंतिम धारण क्षमता = _____ kN/m²
2. अनुमेय धारण दाब = _____ kN/m²
3. डिजाइन भार पर निपटान = _____ mm

Viva Questions

Question 1: Why is the plate load test conducted?

प्रश्न 1: प्लेट भार परीक्षण क्यों किया जाता है?

Answer: The plate load test is conducted to determine the ultimate bearing capacity of the soil and to study the load-settlement characteristics for designing safe foundations.

उत्तर : प्लेट भार परीक्षण मिट्टी की अंतिम धारण क्षमता और भार-निपटान विशेषताओं को निर्धारित करने के लिए किया जाता है, ताकि सुरक्षित नींव डिजाइन की जा सके।

Question 2: What is the size of the plate used in the plate load test?

प्रश्न 2: प्लेट भार परीक्षण में उपयोग की जाने वाली प्लेट का आकार क्या होता है?

Answer: The plate size typically ranges from 300 mm to 750 mm in diameter, depending on the type of soil and test requirements.

उत्तर : प्लेट का आकार आमतौर पर 300 मिमी से 750 मिमी व्यास के बीच होता है, जो मिट्टी के प्रकार और परीक्षण आवश्यकताओं पर निर्भर करता है।

Question 3: What is the significance of applying a seating load in the test?

प्रश्न 3: परीक्षण में सीटिंग लोड लगाने का महत्व क्या है?

Answer: Seating load ensures proper contact between the plate and the soil, eliminates loose particles, and mimics actual field conditions.

उत्तर : सीटिंग लोड प्लेट और मिट्टी के बीच सही संपर्क सुनिश्चित करता है, ढीले कणों को हटाता है, और वास्तविक क्षेत्रीय परिस्थितियों का अनुकरण करता है।

Question 4: What is the formula to calculate the settlement of an actual foundation from the test?

प्रश्न 4: परीक्षण से वास्तविक नींव के निपटान की गणना करने का सूत्र क्या है?

Answer: The formula is:
$$S_f = S_p \left(\frac{B(B_p + 0.3)}{B_p(B_f + 0.3)} \right)^2$$

Where S_f is the foundation settlement, S_p is the plate settlement, B is the foundation width, and B_p is the plate width.

उत्तर : सूत्र है:
$$S_f = S_p \left(\frac{B(B_p + 0.3)}{B_p(B_f + 0.3)} \right)^2$$

जहाँ S_f नींव का निपटान है, S_p प्लेट का निपटान है, B नींव की चौड़ाई है, और B_p प्लेट की चौड़ाई है।

Question 5: What are the limitations of the plate load test?

प्रश्न 5: प्लेट भार परीक्षण की सीमाएँ क्या हैं?

Answer:

1. The test results are influenced by the size of the plate and do not fully replicate larger foundation behavior.
2. It is time-consuming and costly.
3. Unsuitable for very deep foundations.

उत्तर :

1. परीक्षण के परिणाम प्लेट के आकार से प्रभावित होते हैं और बड़े नींव के व्यवहार का पूरी तरह अनुकरण नहीं करते।
2. यह समय लेने वाला और महंगा है।
3. बहुत गहरी नींव के लिए उपयुक्त नहीं है।

Question 6: What is the relationship between load intensity and settlement?

प्रश्न 6: भार तीव्रता और निपटान के बीच क्या संबंध है?

Answer: The relationship between load intensity and settlement is typically plotted as a load-settlement curve. Initially, settlement increases linearly with load, but as the soil approaches its bearing capacity, settlement increases rapidly.

उत्तर : भार तीव्रता और निपटान के बीच का संबंध आमतौर पर भार-निपटान वक्र के रूप में दिखाया जाता है। प्रारंभ में, निपटान भार के साथ रैखिक रूप से बढ़ता है, लेकिन जैसे ही मिट्टी अपनी धारण क्षमता के करीब पहुँचती है, निपटान तेजी से बढ़ने लगता है।

Experiment No. 9

Cyclic Plate Load Test

प्रयोग संख्या 9

चक्रीय प्लेट भार परीक्षण

Objective: To determine the coefficient of elastic uniform compression (C_u) of soil using cyclic plate load test method.

उद्देश्य: चक्रीय प्लेट भार परीक्षण विधि का उपयोग करके मिट्टी के प्रत्यास्थ एकसमान संपीडन गुणांक (C_u) का निर्धारण करना।

Relevant Code: IS:5249-1992 (Second Revision), Method of Test for Determination of Dynamic Properties of Soil

संबंधित कोड: IS:5249-1992 (द्वितीय संशोधन), मृदा के गत्यात्मक गुणधर्म ज्ञात करने की परीक्षण पद्धति

Theory: The cyclic plate load test is used to determine the elastic properties of soil under dynamic loading conditions. The test involves applying and removing loads in cycles to a plate resting on the soil surface. The elastic rebound of the soil during unloading cycles is used to calculate the coefficient of elastic uniform compression (C_u). This parameter is essential for the design of machine foundations and structures subject to dynamic loads.

सिद्धांत: चक्रीय प्लेट भार परीक्षण का उपयोग गतिशील भार परिस्थितियों के अंतर्गत मिट्टी के प्रत्यास्थ गुणों को निर्धारित करने के लिए किया जाता है। इस परीक्षण में मिट्टी की सतह पर स्थित एक प्लेट पर चक्रीय रूप से भार लगाया और हटाया जाता है। भार हटाने के चक्रों के दौरान मिट्टी के प्रत्यास्थ प्रतिक्रिया का उपयोग प्रत्यास्थ एकसमान संपीडन गुणांक (C_u) की गणना के लिए किया जाता है। यह मापदंड मशीन की नींव और गतिशील भार वाली संरचनाओं के डिजाइन के लिए आवश्यक है।

Need and Scope:

1. Design of machine foundations
2. Analysis of soil behavior under dynamic loads
3. Evaluation of elastic properties of soil
4. Determination of soil stiffness parameters
5. Assessment of soil deformation characteristics

आवश्यकता और क्षेत्र:

1. मशीन नींव का डिजाइन
2. गतिशील भार के अंतर्गत मिट्टी के व्यवहार का विश्लेषण
3. मिट्टी के प्रत्यास्थ गुणों का मूल्यांकन
4. मिट्टी के कठोरता मापदंडों का निर्धारण
5. मिट्टी की विरूपण विशेषताओं का आकलन

Apparatus Required:

1. Loading platform with reaction frame conforming to IS:1888-1982
2. Hydraulic jack with quick release mechanism
3. Load measuring device (pressure gauge/load cell)
4. Steel bearing plates of various sizes (300-750mm)
5. Dial gauges (0.01mm precision) with magnetic bases
6. Datum bar setup and supports
7. Sand layer for leveling (max 5mm thickness)
8. Spirit level and measuring tape
9. Data recording system

आवश्यक उपकरण:

1. IS:1888-1982 के अनुरूप प्रतिक्रिया फ्रेम के साथ लोडिंग प्लेटफॉर्म
2. त्वरित रिलीज तंत्र के साथ हाइड्रोलिक जैक
3. भार मापन उपकरण (दाब गेज/लोड सेल)
4. विभिन्न आकारों की इस्पात धारण प्लेटें (300-750 मिमी)
5. चुंबकीय आधार के साथ डायल गेज (0.01 मिमी सटीकता)
6. डेटम बार सेटअप और समर्थन
7. समतलन के लिए बालू परत (अधिकतम 5 मिमी मोटाई)
8. स्पिरिट लेवल और मापने का फीता
9. डेटा रिकॉर्डिंग प्रणाली

Procedure:

1. Test Pit Preparation:
 - Excavate pit to required foundation depth
 - Level and clean the test surface
 - Apply thin sand layer ($\leq 5\text{mm}$) for proper seating
2. Equipment Setup:
 - Install loading frame and reaction system
 - Place bearing plate at center
 - Mount hydraulic jack and load measuring device
 - Install dial gauges on independent supports
 - Ensure all measuring devices are zeroed
3. Loading Sequence:
 - Apply initial seating load and record readings
 - Add load increments (5-6 steps to reach ultimate load)
 - Maintain each load until settlement stabilizes
 - Record settlement readings
 - Remove load gradually and record rebound
 - Repeat loading-unloading cycles
4. Data Recording:
 - Record load and settlement values at each stage
 - Note elastic rebound during unloading
 - Document time intervals for each reading
 - Record any deviations or observations

प्रक्रिया:

1. परीक्षण गड्ढे की तैयारी:
 - आवश्यक नींव की गहराई तक गड्ढा खो दें
 - परीक्षण सतह को समतल और साफ करें
 - उचित स्थापन के लिए पतली बालू परत (≤ 5 मिमी) लगाएं
2. उपकरण सेटअप:
 - लोडिंग फ्रेम और प्रतिक्रिया प्रणाली स्थापित करें
 - केंद्र में धारण प्लेट रखें
 - हाइड्रोलिक जैक और भार मापन उपकरण लगाएं
 - स्वतंत्र समर्थनों पर डायल गेज स्थापित करें

- सभी मापन उपकरणों को शून्यांकित करें
- 3. लोडिंग अनुक्रम:
 - प्रारंभिक सीटिंग भार लगाएं और पाठ्यांक लें
 - भार वृद्धि करें (अंतिम भार तक 5-6 चरण)
 - प्रत्येक भार को निपटान स्थिर होने तक बनाए रखें
 - निपटान पाठ्यांक दर्ज करें
 - भार को धीरे-धीरे हटाएं और प्रतिक्षेप दर्ज करें
 - लोडिंग-अनलोडिंग चक्र दोहराएं
- 4. डेटा रिकॉर्डिंग:
 - प्रत्येक चरण पर भार और निपटान मान दर्ज करें
 - अनलोडिंग के दौरान प्रत्यास्थ प्रतिक्षेप नोट करें
 - प्रत्येक पाठ्यांक के लिए समय अंतराल दर्ज करें
 - किसी भी विचलन या प्रेक्षण को दर्ज करें

Observations and Calculations:

Record the following data in tabular format:

Load Number	Applied Load (kN)	Settlement (mm)	Elastic Rebound (mm)
1			
2			
3			

Calculate Coefficient of Elastic Uniform Compression:

$$C_u = P/S_e$$

Where:

C_u = Coefficient of elastic uniform compression (kgf/cm^3)

P = Applied load intensity (kgf/cm^2)

S_e = Elastic rebound corresponding to P (cm)

प्रेक्षण और गणना:

निम्नलिखित डेटा को तालिका प्रारूप में दर्ज करें:

भार संख्या	लगाया गया भार (kN)	निपटान (मिमी)	प्रत्यास्थ प्रतिक्षेप (मिमी)
1			
2			
3			

प्रत्यास्थ एकसमान संपीडन गुणांक की गणना:

$$C_u = P/S_e$$

जहाँ:

C_u = प्रत्यास्थ एकसमान संपीडन गुणांक (kgf/cm^3)

P = लागू भार तीव्रता (kgf/cm^2)

S_e = P के अनुरूप प्रत्यास्थ प्रतिक्षेप (cm)

Result:

1. Plot the load vs. elastic rebound curve
2. Coefficient of Elastic Uniform Compression (C_u) = _____ kgf/cm^3
3. Load-Settlement characteristics:
 - Maximum settlement = _____ mm
 - Maximum elastic rebound = _____ mm
 - Permanent settlement = _____ mm

परिणाम:

1. भार बनाम प्रत्यास्थ प्रतिक्षेप वक्र आरेखित करें
2. प्रत्यास्थ एकसमान संपीडन गुणांक (C_u) = _____ kgf/cm^3
3. भार-निपटान विशेषताएं:
 - अधिकतम निपटान = _____ मिमी
 - अधिकतम प्रत्यास्थ प्रतिक्षेप = _____ मिमी
 - स्थायी निपटान = _____ मिमी

Viva Questions

Question 1: What is the purpose of the cyclic plate load test?

प्रश्न 1: चक्रीय प्लेट भार परीक्षण का उद्देश्य क्या है?

Answer: The cyclic plate load test is conducted to determine the coefficient of elastic uniform compression (C_u) of soil and to study its elastic behavior under dynamic loads.

उत्तर : चक्रीय प्लेट भार परीक्षण मिट्टी के प्रत्यास्थ एकसमान संपीडन गुणांक (C_u) का निर्धारण करने और गतिशील भार के तहत इसके प्रत्यास्थ व्यवहार का अध्ययन करने के लिए किया जाता है।

Question 2: How is the coefficient of elastic uniform compression (C_u) calculated?

प्रश्न 2: प्रत्यास्थ एकसमान संपीडन गुणांक (C_u) की गणना कैसे की जाती है?

Answer:

The coefficient of elastic uniform compression (C_u) is calculated using the formula:

$$C_u = \frac{P}{S_e}$$

Where P is the applied load intensity (kgf/cm^2), and S_e is the elastic rebound corresponding to P (cm).

उत्तर : प्रत्यास्थ एकसमान संपीडन गुणांक (C_u) की गणना निम्न सूत्र का उपयोग करके की जाती है:

$$C_u = \frac{P}{S_e}$$

जहाँ P लागू भार तीव्रता (kgf/cm^2) है, और S_e , P के अनुरूप प्रत्यास्थ प्रतिक्षेप (सेमी) है।

Question 3: What is the significance of elastic rebound in the test?

प्रश्न 3: परीक्षण में प्रत्यास्थ प्रतिक्षेप का महत्व क्या है?

Answer : Elastic rebound indicates the recovery of soil after the removal of load. It helps in calculating the elastic properties of soil and ensures that the soil's behavior under dynamic loading is understood.

उत्तर : प्रत्यास्थ प्रतिक्षेप भार हटाने के बाद मिट्टी की पुनर्प्राप्ति को दर्शाता है। यह मिट्टी के प्रत्यास्थ गुणों की गणना करने में मदद करता है और गतिशील भार के तहत मिट्टी के व्यवहार को समझने में सहायक होता है।

Question 4: Why is a sand layer used under the plate?

प्रश्न 4: प्लेट के नीचे बालू परत का उपयोग क्यों किया जाता है?

Answer: A sand layer ensures uniform contact between the plate and soil, eliminates irregularities on the soil surface, and prevents point loading during the test.

उत्तर : बालू परत प्लेट और मिट्टी के बीच समान संपर्क सुनिश्चित करती है, मिट्टी की सतह पर अनियमितताओं को समाप्त करती है, और परीक्षण के दौरान बिंदु भार को रोकती है।

Question 5: What is the difference between cyclic and standard plate load tests?

प्रश्न 5: चक्रीय और मानक प्लेट भार परीक्षण में क्या अंतर है?

Answer : In the cyclic plate load test, loads are applied and removed in cycles to evaluate the elastic rebound and dynamic properties of soil. In the standard plate load test, the load is applied incrementally without cyclic removal, focusing on ultimate bearing capacity and settlement characteristics.

उत्तर: चक्रीय प्लेट भार परीक्षण में, भार चक्रों में लगाया और हटाया जाता है ताकि मिट्टी के प्रत्यास्थ प्रतिक्षेप और गतिशील गुणधर्मों का मूल्यांकन किया जा सके। मानक प्लेट भार परीक्षण में, भार को क्रमिक रूप से लगाया जाता है और हटाया नहीं जाता, और यह मुख्य रूप से अंतिम धारण क्षमता और निपटान विशेषताओं पर केंद्रित होता है।

Question 6: What is the importance of C_u in machine foundation design?

प्रश्न 6: मशीन नींव डिजाइन में C_u का क्या महत्व है?

Answer : The coefficient of elastic uniform compression (C_u) provides critical information about soil stiffness and deformation under dynamic loads, ensuring that the foundation design can withstand vibrations and dynamic stresses.

उत्तर : प्रत्यास्थ एकसमान संपीडन गुणांक (C_u) मिट्टी की कठोरता और गतिशील भार के तहत विरूपण के बारे में महत्वपूर्ण जानकारी प्रदान करता है, जिससे यह सुनिश्चित होता है कि नींव डिजाइन कंपन और गतिशील तनावों को सहन कर सके।

Experiment No. 10
Block Vibration Test
प्रयोग संख्या 10
ब्लॉक कंपन परीक्षण

Objective: To determine the dynamic properties of soil including coefficient of elastic uniform compression (C_u) and damping coefficient (ξ) using block vibration test under forced and free vibration conditions.

उद्देश्य: जबरन और स्वतंत्र कंपन परिस्थितियों के अंतर्गत ब्लॉक कंपन परीक्षण का उपयोग करके मृदा के गतिशील गुणों जिसमें प्रत्यास्थ एकसमान संपीड़न गुणांक (C_u) और अवमंदन गुणांक (ξ) शामिल हैं, का निर्धारण करना।

Relevant Code: IS:5249-1992 (Second Revision) - Determination of Dynamic Properties of Soil - Method of Test

संबंधित कोड: IS:5249-1992 (द्वितीय संशोधन) - मृदा के गत्यात्मक गुणधर्म ज्ञात करने की परीक्षण पद्धति

Theory: Block vibration test is used to evaluate in-situ dynamic and damping properties of soils. The test involves placing a concrete block on the soil and subjecting it to forced/free vibrations. The response is measured in terms of amplitude and frequency to determine soil parameters.

सिद्धांत: ब्लॉक कंपन परीक्षण का उपयोग मिट्टी के स्व-स्थाने गतिशील और अवमंदन गुणों का मूल्यांकन करने के लिए किया जाता है। इस परीक्षण में मिट्टी पर एक कंक्रीट ब्लॉक रखा जाता है और उसे जबरन/स्वतंत्र कंपन के अधीन किया जाता है। मृदा मापदंडों को निर्धारित करने के लिए आयाम और आवृत्ति के संदर्भ में प्रतिक्रिया मापी जाती है।

Required Apparatus:

1. Mechanical Oscillator
 - Capable of producing sinusoidal force
 - Frequency range suitable for block size and soil type
 - Adjustable eccentric masses
2. DC Motor with Speed Control Unit
 - Suitable power rating for full load operation
 - 220V AC input, variable DC output
 - Voltage drop <2% at full load
3. Acceleration Pick-ups (3 Nos.)
 - Range: DC to 100 Hz
 - Natural frequency: 220 Hz undamped, 140 Hz damped
4. Mounting Hardware
 - Steel plate (20mm thick)

- Foundation bolts and fixtures
- 5. Measurement Devices
 - Universal amplifier
 - Ink writing oscillograph
 - High gain DC amplifier
- 6. Tools & Accessories
 - Measuring tape (30m)
 - Spirit level
 - Plumb bob

आवश्यक उपकरण:

1. यांत्रिक दोलक
 - ज्यावक्रीय बल उत्पन्न करने में सक्षम
 - ब्लॉक आकार और मृदा प्रकार के लिए उपयुक्त आवृत्ति श्रेणी
 - समायोज्य उत्केंद्र द्रव्यमान
2. गति नियंत्रण इकाई के साथ डीसी मोटर
 - पूर्ण भार संचालन के लिए उपयुक्त शक्ति रेटिंग
 - 220V AC इनपुट, परिवर्तनीय DC आउटपुट
 - पूर्ण भार पर वोल्टेज पतन <2%
3. त्वरण पिक-अप (3 नग)
 - श्रेणी: DC से 100 Hz
 - प्राकृतिक आवृत्ति: 220 Hz अनवमंदित, 140 Hz अवमंदित
4. आरोहण हार्डवेयर
 - स्टील प्लेट (20 मिमी मोटी)
 - नींव बोल्ट और फिक्स्चर
5. मापन उपकरण
 - सार्वभौमिक प्रवर्धक
 - स्याही लेखन दोलनलेखी
 - उच्च लाभ डीसी प्रवर्धक
6. उपकरण एवं सहायक सामग्री
 - मापने का फीता (30 मी)
 - स्पिरिट लेवल
 - साहुल

Procedure:

1. Test Pit Preparation:
 - Excavate pit 3m × 6m to foundation depth
 - Level and clean bottom surface
 - Keep pit sides stable and vertical where possible
 - Ensure test is above groundwater table
2. Test Block Construction:
 - Cast M-15 concrete block (1m × 1m × 1.5m for ordinary soils)
 - For dense soils use 0.75m × 0.75m × 1m block
 - Embed foundation bolts for oscillator mounting
 - Cure block for minimum 15 days
 - Mass ratio $B_z = ((1-\epsilon/4) \times m/\rho_0^3)$ should exceed unity
3. Test Setup:
 - Mount oscillator and motor assembly
 - Connect power supply and control unit
 - Install pickups for measuring vibrations
 - Fix datum bar with dial gauges
 - Connect measuring instruments
4. Forced Vibration Test: a) For Vertical Mode:

- Apply sinusoidal force through block center
- Increase frequency in small steps (1-4 cycles/sec)
- Record amplitude at each frequency
- Maintain force below 20% of total mass
- Plot amplitude vs frequency curve
- Calculate C_u and ξ from resonant peak
- b) For Horizontal Mode:
 - Similar procedure with horizontal excitation
 - Ensure proper alignment of force direction
- 5. Free Vibration Test:
 - Apply impact using sledgehammer
 - Record decay of vibrations
 - Measure natural frequency and damping
 - Repeat test 3-4 times

प्रक्रिया:

1. परीक्षण गड्ढे की तैयारी:
 - नींव की गहराई तक 3मी × 6मी गड्ढा खो दें
 - तल सतह को समतल और साफ करें
 - गड्ढे की दीवारों को स्थिर और जहां संभव हो ऊर्ध्वाधर रखें
 - सुनिश्चित करें कि परीक्षण भूजल स्तर से ऊपर है
2. परीक्षण ब्लॉक निर्माण:
 - M-15 कंक्रीट ब्लॉक डालें (साधारण मृदा के लिए 1मी × 1मी × 1.5मी)
 - सघन मृदा के लिए 0.75मी × 0.75मी × 1मी ब्लॉक का प्रयोग करें
 - दोलक आरोहण के लिए नींव बोल्ट एम्बेड करें
 - ब्लॉक को न्यूनतम 15 दिन क्योर करें
 - द्रव्यमान अनुपात $B_z = ((1-\epsilon/4) \times m/\rho_0^3)$ एक से अधिक होना चाहिए
3. परीक्षण सेटअप:
 - दोलक और मोटर असेंबली लगाएं
 - विद्युत आपूर्ति और नियंत्रण इकाई को जोड़ें
 - कंपन मापने के लिए पिकअप स्थापित करें
 - डायल गेज के साथ डेटम बार फिक्स करें
 - मापन उपकरण कनेक्ट करें
4. जबरन कंपन परीक्षण: a) ऊर्ध्वाधर विधि के लिए:
 - ब्लॉक केंद्र के माध्यम से ज्यावक्रीय बल लगाएं
 - छोटे चरणों में आवृत्ति बढ़ाएं (1-4 चक्र/सेकंड)
 - प्रत्येक आवृत्ति पर आयाम रिकॉर्ड करें
 - कुल द्रव्यमान के 20% से कम बल बनाए रखें
 - आयाम बनाम आवृत्ति वक्र प्लॉट करें
 - अनुनाद शिखर से C_u और ξ की गणना करें
 b) क्षैतिज विधि के लिए:
 - क्षैतिज उत्तेजना के साथ समान प्रक्रिया
 - बल दिशा का उचित संरेखण सुनिश्चित करें
5. स्वतंत्र कंपन परीक्षण:
 - स्लेज हैमर का उपयोग करके प्रभाव लगाएं
 - कंपन क्षय को रिकॉर्ड करें
 - प्राकृतिक आवृत्ति और अवमंदन मापें
 - परीक्षण 3-4 बार दोहराएं

Observations and Calculations:

1. Forced Vibration Test: Record in tabular form:

Frequency	Amplitude	Force	Remarks
-----------	-----------	-------	---------

--	--	--	--

2. Free Vibration Test: Record in tabular form:

Time	Amplitude	Natural Frequency	Remarks

Calculate:

- Coefficient of Elastic Uniform Compression (C_u): $C_u = 4\pi^2 f_n^2 n M / A$ where:
 - f_n = Natural frequency
 - M = Mass of block + oscillator
 - A = Contact area
- Damping Coefficient (ξ): $\xi = (f_2 - f_1) / 2f_n$ where:
 - f_1, f_2 = Frequencies at 0.707 times peak amplitude
 - f_n = Resonant frequency

प्रेक्षण और गणना:

- जबरन कंपन परीक्षण: सारणीबद्ध रूप में रिकॉर्ड करें:
आवृत्ति आयाम बल टिप्पणियां
- स्वतंत्र कंपन परीक्षण: सारणीबद्ध रूप में रिकॉर्ड करें:
समय आयाम प्राकृतिक आवृत्ति टिप्पणियां

गणना करें:

- प्रत्यास्थ एकसमान संपीडन गुणांक (C_u): $C_u = 4\pi^2 f_n^2 n M / A$ जहाँ:
 - f_n = प्राकृतिक आवृत्ति
 - M = ब्लॉक + दोलक का द्रव्यमान
 - A = संपर्क क्षेत्रफल
- अवमंदन गुणांक (ξ): $\xi = (f_2 - f_1) / 2f_n$ जहाँ:
 - f_1, f_2 = शिखर आयाम के 0.707 गुना पर आवृत्तियां
 - f_n = अनुनाद आवृत्ति

Result:

- Dynamic Properties of Soil:
 - Coefficient of Elastic Uniform Compression (C_u) = _____ kgf/cm³
 - Damping Coefficient (ξ) = _____
 - Natural Frequency (f_n) = _____ Hz
 - Maximum Amplitude = _____ mm
- Soil Classification based on Results:
 - Type of soil based on C_u value
 - Comments on damping characteristics
 - Suitability for machine foundation

परिणाम:

- मृदा के गतिशील गुण:
 - प्रत्यास्थ एकसमान संपीडन गुणांक (C_u) = _____ kgf/cm³
 - अवमंदन गुणांक (ξ) = _____
 - प्राकृतिक आवृत्ति (f_n) = _____ Hz
 - अधिकतम आयाम = _____ मिमी

2. परिणामों के आधार पर मृदा वर्गीकरण:
 - Cu मान के आधार पर मृदा का प्रकार
 - अवमंदन विशेषताओं पर टिप्पणियां
 - मशीन नींव के लिए उपयुक्तता

Viva Questions

Q 1: What is the main objective of the block vibration test?

A: The main objective of the block vibration test is to determine the dynamic properties of soil, such as the coefficient of elastic uniform compression (C_u) and the damping coefficient (ξ), under forced and free vibration conditions.

प्रश्न 1: ब्लॉक कंपन परीक्षण का मुख्य उद्देश्य क्या है?

उत्तर: ब्लॉक कंपन परीक्षण का मुख्य उद्देश्य मृदा के गतिशील गुणों, जैसे प्रत्यास्थ एकसमान संपीड़न गुणांक (C_u) और अवमंदन गुणांक (ξ), को जबरन और स्वतंत्र कंपन परिस्थितियों में निर्धारित करना है।

Q 2: What is the significance of the coefficient of elastic uniform compression (C_u)?

A: The coefficient of elastic uniform compression (C_u) indicates the stiffness of the soil and its ability to resist elastic deformation under dynamic loads. It is essential for designing machine foundations.

प्रश्न 2: प्रत्यास्थ एकसमान संपीड़न गुणांक (C_u) का महत्व क्या है?

उत्तर: प्रत्यास्थ एकसमान संपीड़न गुणांक (C_u) मृदा की कठोरता और गतिशील भार के तहत प्रत्यास्थ विकृति का प्रतिरोध करने की क्षमता को दर्शाता है। यह मशीन नींव के डिजाइन के लिए महत्वपूर्ण है।

Q 3: Why is damping coefficient (ξ) important in soil dynamics?

A: The damping coefficient (ξ) measures the energy dissipation capacity of the soil during vibrations. It helps in evaluating the soil's behavior under dynamic conditions, such as earthquake loading.

प्रश्न 3: मृदा गतिकी में अवमंदन गुणांक (ξ) क्यों महत्वपूर्ण है?

उत्तर: अवमंदन गुणांक (ξ) कंपन के दौरान मृदा की ऊर्जा अपव्यय क्षमता को मापता है। यह गतिशील परिस्थितियों, जैसे भूकंप भार, के तहत मृदा के व्यवहार का मूल्यांकन करने में सहायक होता है।

Q 4: What are the key differences between forced vibration and free vibration tests?

A: In forced vibration tests, sinusoidal forces are applied to the soil through a mechanical oscillator, and the response is measured. In free vibration tests, the block is subjected to an impact, and the decay of vibrations is analyzed.

प्रश्न 4: जबरन कंपन और स्वतंत्र कंपन परीक्षणों में मुख्य अंतर क्या है?

उत्तर: जबरन कंपन परीक्षण में, यांत्रिक दोलक के माध्यम से मृदा पर ज्यावक्रीय बल लगाए जाते हैं और प्रतिक्रिया मापी जाती है। स्वतंत्र कंपन परीक्षण में, ब्लॉक को एक प्रभाव के अधीन किया जाता है और कंपन के क्षय का विश्लेषण किया जाता है।

Q 5: What factors can affect the results of the block vibration test?

A: Factors like soil type, moisture content, block size, mass ratio, and the frequency of applied forces can significantly influence the results of the test.

प्रश्न 5: ब्लॉक कंपन परीक्षण के परिणामों को कौन-कौन से कारक प्रभावित कर सकते हैं?

उत्तर: मृदा का प्रकार, नमी की मात्रा, ब्लॉक का आकार, द्रव्यमान अनुपात और लगाए गए बलों की आवृत्ति जैसे कारक परीक्षण के परिणामों को महत्वपूर्ण रूप से प्रभावित कर सकते हैं।

Q 6: How is the natural frequency of soil determined in a block vibration test?

A: The natural frequency is determined by recording the frequency at which the maximum amplitude occurs during forced vibration or by analyzing the decay of vibrations in free vibration tests.

प्रश्न 6: ब्लॉक कंपन परीक्षण में मृदा की प्राकृतिक आवृत्ति कैसे निर्धारित की जाती है?

उत्तर: प्राकृतिक आवृत्ति को जबरन कंपन के दौरान अधिकतम आयाम की आवृत्ति को रिकॉर्ड करके या स्वतंत्र कंपन परीक्षण में कंपन के क्षय का विश्लेषण करके निर्धारित किया जाता है।

Experiment No. 11

Pile Load Test

प्रयोग संख्या 11

पाइल भार परीक्षण

Objective: To determine the safe load carrying capacity of pile foundation through vertical load test, lateral load test, and pull-out test as per IS:2911(Part 4):2013.

उद्देश्य: IS:2911(भाग 4):2013 के अनुसार ऊर्ध्वाधर भार परीक्षण, पार्श्व भार परीक्षण, और खींचाव परीक्षण द्वारा पाइल नींव की सुरक्षित भार वहन क्षमता का निर्धारण करना।

Relevant Code: IS:2911(Part 4):2013 - Design and Construction of Pile Foundations - Code of Practice, Part 4: Load Test on Piles (Second Revision)

संबंधित कोड: IS:2911(भाग 4):2013 - पाइल नींव की डिज़ाइन और निर्माण - रीति संहिता, भाग 4: पाइलों का भार परीक्षण (द्वितीय संशोधन)

Theory: Pile load testing is the most direct method for determining the safe loads on piles including their structural capacity with respect to the soil/rock in which they are installed. The test involves applying loads to the pile in vertical, lateral, or pull-out directions and measuring the resulting displacements. The data obtained helps determine the ultimate bearing capacity, safe working load, and load-settlement characteristics of the pile.

सिद्धांत: पाइल भार परीक्षण, पाइलों पर सुरक्षित भार निर्धारित करने की सबसे प्रत्यक्ष विधि है जिसमें उनकी संरचनात्मक क्षमता भी शामिल है जो उस मिट्टी/चट्टान के संदर्भ में होती है जिसमें वे स्थापित की गई हैं। इस परीक्षण में पाइल पर ऊर्ध्वाधर, पार्श्व, या खींचाव दिशाओं में भार लगाया जाता है और परिणामी विस्थापन मापा जाता है। प्राप्त आंकड़े पाइल की अंतिम धारण क्षमता, सुरक्षित कार्यकारी भार, और भार-निपटान विशेषताओं को निर्धारित करने में मदद करते हैं।

Types of Tests:

1. Initial Test
 - For ultimate load capacity determination
 - To provide guidelines for routine tests

- Minimum two tests for first 1000 piles
- One additional test per 1000 piles thereafter
- Test load = $2.5 \times \text{Safe load}$
- 2. Routine Test
 - For checking design values
 - For quality control
 - 0.5% of total piles (minimum one test)
 - Test load = $1.5 \times \text{Working load}$

परीक्षण के प्रकार:

1. प्रारंभिक परीक्षण
 - अंतिम भार क्षमता निर्धारण के लिए
 - नियमित परीक्षणों के लिए दिशानिर्देश प्रदान करने हेतु
 - पहले 1000 पाइलों के लिए न्यूनतम दो परीक्षण
 - उसके बाद प्रति 1000 पाइलों पर एक अतिरिक्त परीक्षण
 - परीक्षण भार = $2.5 \times \text{सुरक्षित भार}$
2. नियमित परीक्षण
 - डिजाइन मानों की जांच के लिए
 - गुणवत्ता नियंत्रण के लिए
 - कुल पाइलों का 0.5% (न्यूनतम एक परीक्षण)
 - परीक्षण भार = $1.5 \times \text{कार्यकारी भार}$

Apparatus Required:

1. Loading platform/reaction frame with adequate capacity
2. Hydraulic jack with calibrated pressure gauge
3. Dial gauges/LVDTs (0.01mm sensitivity)
4. Datum beam/reference setup
5. Loading columns and ball-socket arrangement
6. Reaction system (kentledge/anchor piles/rock anchors)
7. Measuring instruments and data recording system
8. Spirit level and plumb bob

आवश्यक उपकरण:

1. पर्याप्त क्षमता वाला लोडिंग प्लेटफॉर्म/प्रतिक्रिया फ्रेम
2. अंशांकित दाब गेज के साथ हाइड्रोलिक जैक
3. डायल गेज/एलवीडीटी (0.01 मिमी संवेदनशीलता)
4. डेटम बीम/संदर्भ सेटअप
5. लोडिंग कॉलम और बॉल-सॉकेट व्यवस्था
6. प्रतिक्रिया प्रणाली (केंटलेज/एंकर पाइल/रॉक एंकर)
7. मापन उपकरण और डेटा रिकॉर्डिंग प्रणाली
8. स्पिरिट लेवल और साहुल

Procedure:

1. Test Preparation:
 - Prepare pile head by chipping to sound concrete
 - Install loading frame and reaction system
 - Set up measuring devices and reference system
 - Check verticality and alignment
2. Vertical Load Test:
 - Apply load in increments (20% of safe load)
 - Record settlements at specified time intervals
 - Maintain each load stage until rate of settlement $< 0.2\text{mm/h}$
 - Continue loading until specified test load or failure
 - Record rebound during unloading
3. Lateral Load Test:
 - Apply lateral load in increments
 - Measure lateral displacement

- Check for any rotation/vertical movement
 - Continue until specified displacement or test load
4. Pull-out Test:
- Install suitable pulling arrangement
 - Apply uplift force in increments
 - Measure upward displacement
 - Continue until specified test load or failure

प्रक्रिया:

1. परीक्षण की तैयारी:
 - मजबूत कंक्रीट तक पाइल शीर्ष को छेनी से तैयार करें
 - लोडिंग फ्रेम और प्रतिक्रिया प्रणाली स्थापित करें
 - मापन उपकरण और संदर्भ प्रणाली सेट करें
 - ऊर्ध्वाधरता और संरेखण की जांच करें
2. ऊर्ध्वाधर भार परीक्षण:
 - वृद्धि में भार लगाएं (सुरक्षित भार का 20%)
 - निर्धारित समय अंतराल पर निपटान दर्ज करें
 - निपटान दर < 0.2 मिमी/घंटा तक प्रत्येक भार स्तर बनाए रखें
 - निर्दिष्ट परीक्षण भार या विफलता तक लोडिंग जारी रखें
 - अनलोडिंग के दौरान प्रतिक्रिया दर्ज करें
3. पार्श्व भार परीक्षण:
 - वृद्धि में पार्श्व भार लगाएं
 - पार्श्व विस्थापन मापें
 - किसी भी घूर्णन/ऊर्ध्वाधर गति की जांच करें
 - निर्दिष्ट विस्थापन या परीक्षण भार तक जारी रखें
4. खींचाव परीक्षण:
 - उपयुक्त खींचाव व्यवस्था स्थापित करें
 - वृद्धि में उत्थापन बल लगाएं
 - ऊपर की ओर विस्थापन मापें
 - निर्दिष्ट परीक्षण भार या विफलता तक जारी रखें

Observations and Calculations:

For Vertical Load Test:

Time	Load	Settlement Readings (mm)			Average	
(min)	(kN)	G1	G2	G3	G4	Settlement (mm)

For Lateral Load Test:

Load	Displacement Readings (mm)		Average	
(kN)	Top	Bottom	Displacement (mm)	

--	--	--	--

For Pull-out Test:

Load (kN)	Displacement (mm) G1	Remarks G2	Average	

प्रेक्षण और गणना:

ऊर्ध्वाधर भार परीक्षण के लिए:

समय (मिनट)	भार (kN)	निपटान पाठ्यांक (मिमी) G1	औसत G2	G3	G4	निपटान (मिमी)

पार्श्व भार परीक्षण के लिए:

भार | विस्थापन पाठ्यांक (मिमी) | औसत |

(kN)	ऊपर	नीचे	विस्थापन (मिमी)

खींचाव परीक्षण के लिए:

भार | विस्थापन (मिमी) | टिप्पणियां |

(kN)	G1	G2	औसत	

Result:

1. For piles up to 600mm diameter:

- Safe Load = Lesser of: a) 2/3 of load causing 12mm settlement b) 50% of load causing displacement = 10% of pile diameter
- 2. For piles > 600mm diameter:
 - Safe Load = Lesser of: a) 2/3 of load causing 18mm or 2% pile diameter settlement b) 50% of load causing displacement = 10% of pile diameter
- 3. Load-Settlement Characteristics:
 - Maximum settlement under test load = _____ mm
 - Rebound on unloading = _____ mm
 - Permanent settlement = _____ mm
 - Safe working load recommended = _____ kN

परिणाम:

1. 600 मिमी तक व्यास वाली पाइलों के लिए:
 - सुरक्षित भार = निम्न में से कम: a) 12 मिमी निपटान उत्पन्न करने वाले भार का 2/3 b) पाइल व्यास के 10% के बराबर विस्थापन उत्पन्न करने वाले भार का 50%
2. 600 मिमी से अधिक व्यास वाली पाइलों के लिए:
 - सुरक्षित भार = निम्न में से कम: a) 18 मिमी या पाइल व्यास के 2% निपटान उत्पन्न करने वाले भार का 2/3 b) पाइल व्यास के 10% के बराबर विस्थापन उत्पन्न करने वाले भार का 50%
3. भार-निपटान विशेषताएं:
 - परीक्षण भार के अंतर्गत अधिकतम निपटान = _____ मिमी
 - अनलोडिंग पर प्रतिक्षेप = _____ मिमी
 - स्थायी निपटान = _____ मिमी
 - अनुशंसित सुरक्षित कार्यकारी भार = _____ kN

Viva Questions

Question 1: What is the purpose of conducting a pile load test?

प्रश्न 1: पाइल भार परीक्षण करने का उद्देश्य क्या है?

Answer: The purpose is to determine the safe load-carrying capacity of the pile foundation, evaluate its behavior under vertical, lateral, or uplift loads, and ensure its suitability for the intended structure.

उत्तर: इसका उद्देश्य पाइल नींव की सुरक्षित भार-वहन क्षमता का निर्धारण करना, ऊर्ध्वाधर, पार्श्व, या उत्थापन भार के तहत इसके व्यवहार का मूल्यांकन करना, और इसे प्रस्तावित संरचना के लिए उपयुक्त बनाना है।

Question 2: What are the main types of pile load tests?

प्रश्न 2: पाइल भार परीक्षण के मुख्य प्रकार कौन-कौन से हैं?

Answer: The main types are:

- Vertical load test
- Lateral load test
- Pull-out (uplift) test

उत्तर: मुख्य प्रकार हैं:

- ऊर्ध्वाधर भार परीक्षण
- पार्श्व भार परीक्षण
- खींचाव (उत्थापन) परीक्षण

Question 3: What is the difference between an initial test and a routine test?

प्रश्न 3: प्रारंभिक परीक्षण और नियमित परीक्षण में क्या अंतर है?

Answer:

- Initial Test: Conducted to determine the ultimate load capacity and provide guidelines for routine tests. The test load is 2.5 times the safe load.
- Routine Test: Conducted to check design values and quality control. The test load is 1.5 times the working load.

उत्तर:

- प्रारंभिक परीक्षण: यह अंतिम भार क्षमता निर्धारित करने और नियमित परीक्षणों के लिए दिशानिर्देश प्रदान करने के लिए किया जाता है। परीक्षण भार सुरक्षित भार का 2.5 गुना होता है।
- नियमित परीक्षण: यह डिज़ाइन मानों की जांच और गुणवत्ता नियंत्रण के लिए किया जाता है। परीक्षण भार कार्यकारी भार का 1.5 गुना होता है।

Question 4: How is the safe load of a pile determined for a vertical load test?

प्रश्न 4: ऊर्ध्वाधर भार परीक्षण में पाइल का सुरक्षित भार कैसे निर्धारित किया जाता है?

Answer: The safe load is the lesser of:

- Two-thirds of the load causing 12mm settlement for piles up to 600mm diameter.
- Half of the load causing a displacement equal to 10% of the pile diameter.

उत्तर: सुरक्षित भार निम्न में से कम होता है:

- 600 मिमी व्यास तक की पाइल के लिए 12 मिमी निपटान के कारण भार का दो-तिहाई।
- पाइल व्यास के 10% के बराबर विस्थापन के कारण भार का आधा।

Question 5 : Why is a reaction system used in pile load testing?

प्रश्न 5: पाइल भार परीक्षण में प्रतिक्रिया प्रणाली का उपयोग क्यों किया जाता है?

Answer: The reaction system provides a counteracting force against the applied load to ensure that the pile is properly tested under the intended load conditions without external disturbances.

उत्तर: प्रतिक्रिया प्रणाली लगाया गया भार के खिलाफ एक प्रतिकूल बल प्रदान करती है ताकि पाइल को इच्छित भार परिस्थितियों में बाहरी व्यवधानों के बिना सही तरीके से परीक्षण किया जा सके।

Question 6: What is the significance of measuring the rebound during unloading?

प्रश्न 6: अनलोडिंग के दौरान प्रतिक्रिया मापने का क्या महत्व है?

Answer: Measuring rebound helps assess the elastic recovery of the pile and indicates whether the pile has undergone any permanent deformation during the test.

उत्तर: प्रतिक्रिया मापना पाइल की प्रत्यास्थ वसूली का आकलन करने में मदद करता है और यह संकेत देता है कि परीक्षण के दौरान पाइल में कोई स्थायी विकृति हुई है या नहीं।

Experiment No. 12

Cyclic Load Test on Piles

प्रयोग संख्या 12

पाइलों पर चक्रीय भार परीक्षण

Objective: To determine the separate contribution of skin friction and point bearing load of a pile using cyclic load test method.

उद्देश्य: चक्रीय भार परीक्षण विधि का उपयोग करके पाइल के त्वचा घर्षण और नोक भार क्षमता का अलग-अलग योगदान निर्धारित करना।

Relevant Code: IS:2911 (Part 4) - 2013, Annex A

संबंधित कोड: IS:2911 (भाग 4) - 2013, परिशिष्ट A

Theory: The cyclic load test is used to separately determine the skin friction and point bearing components of pile capacity. In this method, alternate loading and unloading is carried out at each stage, and the elastic rebound is measured accurately. The analysis of load-settlement behavior helps differentiate between skin friction and end bearing resistance of the pile.

सिद्धांत: चक्रीय भार परीक्षण का उपयोग पाइल क्षमता के त्वचा घर्षण और नोक भार घटकों को अलग-अलग निर्धारित करने के लिए किया जाता है। इस विधि में, प्रत्येक चरण में वैकल्पिक भारण और विभारण किया जाता है, और प्रत्यास्थ

प्रतिक्रिया को सटीक रूप से मापा जाता है। भार-निपटान व्यवहार का विश्लेषण पाइल के त्वचा घर्षण और अंत वहन प्रतिरोध के बीच अंतर करने में मदद करता है।

Need and Scope: The test is essential for:

1. Understanding load transfer mechanism
2. Optimizing pile design
3. Validating design assumptions
4. Quality control during construction
5. Performance verification

आवश्यकता और क्षेत्र: परीक्षण निम्नलिखित के लिए आवश्यक है:

1. भार स्थानांतरण तंत्र को समझना
2. पाइल डिजाइन का अनुकूलन
3. डिजाइन मान्यताओं का सत्यापन
4. निर्माण के दौरान गुणवत्ता नियंत्रण
5. प्रदर्शन सत्यापन

Apparatus Required:

1. Hydraulic jack with calibrated pressure gauge
2. Loading frame with reaction system
3. Dial gauges/LVDTs (0.01 mm accuracy)
4. Datum bar setup
5. Data acquisition system
6. Reference beams and supports
7. Temperature measurement device
8. Tools for measurement and adjustment

आवश्यक उपकरण:

1. अंशांकित दाब गेज के साथ हाइड्रोलिक जैक
2. प्रतिक्रिया प्रणाली के साथ भारण फ्रेम
3. डायल गेज/एलवीडीटी (0.01 मिमी सटीकता)
4. डेटम बार सेटअप
5. डेटा अधिग्रहण प्रणाली
6. संदर्भ बीम और सपोर्ट
7. तापमान माप उपकरण
8. माप और समायोजन के लिए उपकरण

Procedure:

1. Preparation:
 - Prepare the pile head by chipping to sound concrete
 - Install the loading frame and reaction system
 - Set up measurement devices and datum bar
2. Initial Setup:
 - Apply a small seating load
 - Record initial readings of all gauges
 - Check alignment of loading system
3. Loading Sequence: a) Apply load increments of 20% of estimated safe load b) Maintain each loading stage till rate of settlement is $\leq 0.2\text{mm/hour}$ c) Record readings at regular intervals d) Unload after each increment and maintain for 15 minutes e) Record elastic rebound accurately f) Repeat loading-unloading cycles for subsequent stages
4. Data Recording:
 - Time
 - Applied load
 - Settlement readings
 - Temperature
 - Elastic rebound for each cycle

प्रक्रिया:

1. तैयारी:

- मजबूत कंक्रीट तक चिपिंग करके पाइल हेड तैयार करें
- लोडिंग फ्रेम और प्रतिक्रिया प्रणाली स्थापित करें
- माप उपकरण और डेटम बार स्थापित करें
- 2. प्रारंभिक सेटअप:
 - एक छोटा सीटिंग भार लगाएं
 - सभी गेजों की प्रारंभिक रीडिंग रिकॉर्ड करें
 - लोडिंग प्रणाली का संरेखण जांचें
- 3. भारण अनुक्रम: a) अनुमानित सुरक्षित भार का 20% भार वृद्धि लागू करें b) प्रत्येक भारण चरण को निपटान दर ≤ 0.2 मिमी/घंटा तक बनाए रखें c) नियमित अंतराल पर रीडिंग रिकॉर्ड करें d) प्रत्येक वृद्धि के बाद विभारित करें और 15 मिनट तक बनाए रखें e) प्रत्यास्थ प्रतिक्रिया को सटीक रूप से रिकॉर्ड करें f) बाद के चरणों के लिए भारण-विभारण चक्र दोहराएं
- 4. डेटा रिकॉर्डिंग:
 - समय
 - लागू भार
 - निपटान रीडिंग
 - तापमान
 - प्रत्येक चक्र के लिए प्रत्यास्थ प्रतिक्रिया

Observations and Calculations:

प्रेक्षण और गणना:

Table 1: Loading Cycle Observations / तालिका 1: भारण चक्र प्रेक्षण

S.No. क्र. सं.	Elapsed Time (min) व्यतीत समय	Applied Load (kN) लागू भार	Dial Gauge Readings (mm) डायल गेज रीडिंग (मिमी)			Settlement (mm) निपटान (मिमी)	Rebound (mm) प्रतिक्रिया (मिमी)	Remarks टिप्पणियां
			DG1	DG2	DG3			

Table 2: Elastic Recovery Analysis तालिका 2: प्रत्यास्थ पुनर्प्राप्ति विश्लेषण

S.No. क्र. सं.	Load Stage (kN) भार स्तर	Total Recovery (mm) कुल पुनर्प्राप्ति	Elastic Compression of Pile (mm) पाइल का प्रत्यास्थ संपीड़न (मिमी)	Elastic Recovery of Soil (mm) मिट्टी की प्रत्यास्थ पुनर्प्राप्ति (मिमी)	Subgrade Deformation (mm) उप-ग्रेड विरूपण (मिमी)

Note:

- DG1, DG2, DG3 represent readings from three dial gauges placed at 120° apart

- Settlement is average of three dial gauge readings
- All measurements should be recorded to 0.01 mm accuracy

टिप्पणी:

- DG1, DG2, DG3 120° के अंतर पर रखे गए तीन डायल गेज की रीडिंग दर्शाते हैं
- निपटान तीन डायल गेज रीडिंग का औसत है
- सभी माप 0.01 मिमी सटीकता तक दर्ज किए जाने चाहिए

Calculations:

1. Elastic compression of pile (Δ): $\Delta = ((T - F/2) \times L)/(AE)$
where: T = Load on pile top (kgf) F = Frictional resistance (kgf) L = Length of pile (cm) A = Cross-sectional area (cm²) E = Modulus of elasticity (kgf/cm²)
2. Plot load vs. elastic compression curve
3. Analyze to separate skin friction and point resistance

गणना:

1. पाइल का प्रत्यास्थ संपीड़न (Δ): $\Delta = ((T - F/2) \times L)/(AE)$ जहां: T = पाइल शीर्ष पर भार (kgf) F = घर्षण प्रतिरोध (kgf) L = पाइल की लंबाई (cm) A = अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल (cm²) E = प्रत्यास्थता मापांक (kgf/cm²)
2. भार बनाम प्रत्यास्थ संपीड़न वक्र प्लॉट करें
3. त्वचा घर्षण और नोक प्रतिरोध को अलग करने के लिए विश्लेषण करें

Result:

1. Ultimate Skin Friction = _____ kN
2. Ultimate Point Resistance = _____ kN
3. Total Pile Capacity = _____ kN
4. Load Transfer Mechanism:
 - Percentage of load taken by skin friction = _____ %
 - Percentage of load taken by point bearing = _____ %

परिणाम:

1. अंतिम त्वचा घर्षण = _____ kN
2. अंतिम नोक प्रतिरोध = _____ kN
3. कुल पाइल क्षमता = _____ kN
4. भार स्थानांतरण तंत्र:
 - त्वचा घर्षण द्वारा लिया गया भार का प्रतिशत = _____ %
 - नोक वहन द्वारा लिया गया भार का प्रतिशत = _____ %

Viva Questions

Question 1: What is the objective of the cyclic load test?

प्रश्न 1: चक्रीय भार परीक्षण का उद्देश्य क्या है?

Answer: The objective is to determine the separate contributions of skin friction and point bearing capacity of a pile. It helps in understanding the load transfer mechanism and validating the pile design.

उत्तर: उद्देश्य पाइल की त्वचा घर्षण और नोक भार क्षमता के अलग-अलग योगदान का निर्धारण करना है। यह भार स्थानांतरण तंत्र को समझने और पाइल डिज़ाइन को सत्यापित करने में मदद करता है।

Question 2: How does the cyclic load test help in pile design?

प्रश्न 2: चक्रीय भार परीक्षण पाइल डिज़ाइन में कैसे मदद करता है?

Answer: The test provides detailed data on skin friction and point bearing capacity, which helps in optimizing the pile dimensions, ensuring economical and safe designs.

उत्तर: यह परीक्षण त्वचा घर्षण और नोक भार क्षमता पर विस्तृत डेटा प्रदान करता है, जो पाइल के आयामों को अनुकूलित करने और सुरक्षित तथा आर्थिक डिज़ाइन सुनिश्चित करने में मदद करता है।

Question 3: What are the steps involved in conducting a cyclic load test?

प्रश्न 3: चक्रीय भार परीक्षण करने के लिए कौन-कौन से चरण शामिल हैं?

Answer: The steps include:

1. Preparing the pile head and setting up the loading frame.
2. Applying incremental loads in a cyclic manner.
3. Measuring settlement and elastic rebound for each load stage.

उत्तर: चरणों में शामिल हैं:

1. पाइल हेड को तैयार करना और लोडिंग फ्रेम स्थापित करना।
2. चक्रीय रूप से भार को क्रमिक रूप से लागू करना।
3. प्रत्येक भार स्तर के लिए निपटान और प्रत्यास्थ प्रतिक्रिया मापना।

Question 4: What is elastic rebound, and why is it important?

प्रश्न 4: प्रत्यास्थ प्रतिक्रिया क्या है, और यह क्यों महत्वपूर्ण है?

Answer: Elastic rebound is the recovery of the pile after unloading. It is important to differentiate between the elastic compression of the pile and the soil deformation, helping to separate skin friction and point resistance.

उत्तर: प्रत्यास्थ प्रतिक्रिया अनलोडिंग के बाद पाइल की वसूली है। यह पाइल के प्रत्यास्थ संपीड़न और मिट्टी के विरूपण के बीच अंतर करने में मदद करता है, जिससे त्वचा घर्षण और नोक प्रतिरोध अलग-अलग किया जा सकता है।

Question 5: What formula is used to calculate the elastic compression of a pile?

प्रश्न 5: पाइल के प्रत्यास्थ संपीड़न की गणना के लिए कौन सा सूत्र उपयोग किया जाता है?

Answer: The formula is:

$$\Delta = \frac{(T-F/2) \times L}{A \times E}$$

Where:

- T = Load on pile top (kgf)
- F = Frictional resistance (kgf)
- L = Length of pile (cm)
- A = Cross-sectional area (cm²)
- E = Modulus of elasticity (kgf/cm²)

उत्तर: सूत्र है:

$$\Delta = \frac{(T-F/2) \times L}{A \times E}$$

जहाँ:

- T = पाइल के शीर्ष पर भार (kgf)
- F = घर्षण प्रतिरोध (kgf)
- L = पाइल की लंबाई (cm)
- A = अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल (cm²)
- E = प्रत्यास्थता मापांक (kgf/cm²)

Question 6: How is the load transfer mechanism in a pile analyzed?

प्रश्न 6: पाइल में भार स्थानांतरण तंत्र का विश्लेषण कैसे किया जाता है?

Answer: The load transfer mechanism is analyzed by separating the elastic compression of the pile and the soil deformation using the rebound data. The percentage contribution of skin friction and point bearing to the total load is then calculated.

उत्तर: प्रत्यास्थ प्रतिक्रिया डेटा का उपयोग करके पाइल के प्रत्यास्थ संपीड़न और मिट्टी के विरूपण को अलग करके भार स्थानांतरण तंत्र का विश्लेषण किया जाता है। इसके बाद त्वचा घर्षण और नोक भार का कुल भार में प्रतिशत योगदान गणना किया जाता है।

Experiment No. 13
Pressuremeter Test
प्रयोग संख्या 13
प्रेसरमीटर परीक्षण

Objective: To determine the in-situ stress-strain characteristics of soil/rock strata using pressuremeter test.

उद्देश्य: प्रेशरमीटर परीक्षण का उपयोग करके मिट्टी/चट्टान स्तर की इन-सीटू प्रतिबल-विकृति विशेषताओं का निर्धारण करना।

Relevant Code: IS 1892:2021

संबंधित कोड: IS 1892:2021

Theory: The pressuremeter test provides in-situ stress-strain characteristics of the substrata. A radially expandable cylindrical probe is lowered to the desired depth in a pre-drilled borehole and expanded by applying fluid pressure in equal increments. The applied pressure and corresponding volumetric deformation of the probe are measured. The test continues until either the volume of the probe is 1.5

times its initial volume, or ultimate failure of soil/rock occurs, or maximum specified pressure is reached.

सिद्धांत: प्रेशरमीटर परीक्षण उप-स्तर की इन-सीटू प्रतिबल-विकृति विशेषताएं प्रदान करता है। एक त्रिज्यीय विस्तार योग्य बेलनाकार जांच को पूर्व-ड्रिल किए गए बोरहोल में वांछित गहराई तक उतारा जाता है और समान वृद्धि में द्रव दबाव लगाकर विस्तारित किया जाता है। लागू दबाव और जांच के संगत आयतन विकृति को मापा जाता है। परीक्षण तब तक जारी रहता है जब तक कि जांच का आयतन इसके प्रारंभिक आयतन का 1.5 गुना न हो जाए, या मिट्टी/चट्टान की अंतिम विफलता न हो जाए, या अधिकतम निर्दिष्ट दबाव प्राप्त न हो जाए।

Need and Scope: The pressuremeter test results are used for:

1. Determination of deformation modulus
2. In-situ stress measurement
3. Bearing capacity evaluation
4. Settlement analysis
5. Design of laterally loaded piles

आवश्यकता और क्षेत्र: प्रेशरमीटर परीक्षण परिणामों का उपयोग निम्नलिखित के लिए किया जाता है:

1. विकृति मापांक का निर्धारण
2. इन-सीटू प्रतिबल मापन
3. वहन क्षमता मूल्यांकन
4. अवसाद विश्लेषण
5. पार्श्व भारित पाइलों का डिजाइन

Apparatus Required:

1. Pressuremeter probe with control unit
2. Pressure source (gas cylinder)
3. Hydraulic system for probe insertion
4. Pressure gauges of different ranges
5. Volume measuring device (minimum 1 cm³ resolution)
6. Coaxial tubing for connecting probe to control unit
7. Data acquisition system

आवश्यक उपकरण:

1. नियंत्रण इकाई के साथ प्रेशरमीटर जांच
2. दाब स्रोत (गैस सिलेंडर)
3. जांच डालने के लिए हाइड्रोलिक प्रणाली
4. विभिन्न श्रेणियों के दाब गेज
5. आयतन मापन उपकरण (न्यूनतम 1 सेमी³ संकल्प)
6. नियंत्रण इकाई से जांच को जोड़ने के लिए समाक्षीय ट्यूबिंग
7. डेटा अधिग्रहण प्रणाली

Procedure:

1. Calibrate the equipment for:
 - Pressure losses due to stiffness of inflatable probe
 - Volume corrections due to expansion of tubing
2. Prepare borehole to the required depth with compatible diameter
3. Lower the probe to desired test depth
4. Connect probe to control unit through coaxial tubing
5. Apply pressure in equal increments
6. Record volume change at 30s and 60s for each pressure increment
7. Continue test until one of the following occurs:
 - Probe volume = 1.5 times initial volume
 - Ultimate failure occurs
 - Maximum specified pressure is reached

प्रक्रिया:

1. उपकरण का अंशांकन करें:
 - फुलाने योग्य जांच की कठोरता के कारण दबाव हानि
 - ट्यूबिंग के विस्तार के कारण आयतन सुधार

2. अनुकूल व्यास के साथ आवश्यक गहराई तक बोरहोल तैयार करें
3. जांच को वांछित परीक्षण गहराई तक उतारें
4. समाक्षीय ट्यूबिंग के माध्यम से जांच को नियंत्रण इकाई से जोड़ें
5. समान वृद्धि में दबाव लगाएं
6. प्रत्येक दबाव वृद्धि के लिए 30 सेकंड और 60 सेकंड पर आयतन परिवर्तन दर्ज करें
7. परीक्षण तब तक जारी रखें जब तक निम्न में से एक न हो:
 - जांच का आयतन = प्रारंभिक आयतन का 1.5 गुना
 - अंतिम विफलता होती है
 - अधिकतम निर्दिष्ट दबाव प्राप्त होता है

Observations and Calculations:

Record following data for each pressure increment:

1. Applied pressure (P)
2. Volume reading at 30s and 60s
3. Corrected pressure (P_c) = P - Pressure loss from calibration
4. Corrected volume (V_c) = V - Volume correction from calibration

Plot:

1. Applied pressure vs volumetric deformation
2. Field curve and calibration data together
3. Corrected pressure vs volume curve

प्रेक्षण और गणना:

प्रत्येक दबाव वृद्धि के लिए निम्नलिखित डेटा दर्ज करें:

1. लागू दबाव (P)
2. 30 सेकंड और 60 सेकंड पर आयतन पठन
3. संशोधित दबाव (P_c) = P - अंशांकन से दबाव हानि
4. संशोधित आयतन (V_c) = V - अंशांकन से आयतन सुधार

प्लॉट करें:

1. लागू दबाव बनाम आयतनमितीय विकृति
2. फील्ड वक्र और अंशांकन डेटा एक साथ
3. संशोधित दबाव बनाम आयतन वक्र

Results:

From the pressuremeter test curves, determine:

1. Limit pressure (PL)
2. Initial horizontal stress (P_0)
3. Pressure meter modulus (EP)
4. Creep pressure (P_f)

परिणाम:

प्रेसरमीटर परीक्षण वक्रों से निर्धारित करें:

1. सीमा दबाव (PL)
2. प्रारंभिक क्षैतिज प्रतिबल (P_0)
3. प्रेशरमीटर मापांक (EP)
4. क्रीप दबाव (P_f)

Viva Questions

Question 1: What is the primary objective of the pressuremeter test?

प्रश्न 1: प्रेशरमीटर परीक्षण का मुख्य उद्देश्य क्या है?

Answer: The objective is to determine the in-situ stress-strain characteristics of soil or rock strata.

This includes measuring parameters like deformation modulus, limit pressure, and horizontal stress.

उत्तर: उद्देश्य मिट्टी या चट्टान स्तर की इन-सीटू प्रतिबल-विकृति विशेषताओं को निर्धारित करना है। इसमें विकृति मापांक, सीमित दबाव, और क्षैतिज प्रतिबल जैसे पैरामीटर मापना शामिल है।

Question 2: What is the significance of the deformation modulus in the pressuremeter test?

प्रश्न 2: प्रेशरमीटर परीक्षण में विकृति मापांक का क्या महत्व है?

Answer: The deformation modulus (EP) indicates the stiffness of the soil or rock strata under in-situ conditions. It is used in settlement analysis and designing foundations.

उत्तर: विकृति मापांक (EP) इन-सीटू परिस्थितियों में मिट्टी या चट्टान स्तर की कठोरता को दर्शाता है। इसका उपयोग अवसाद विश्लेषण और नींवों के डिजाइन में किया जाता है।

Question 3: What are the key parameters obtained from the pressuremeter test?

प्रश्न 3: प्रेशरमीटर परीक्षण से प्राप्त मुख्य पैरामीटर क्या हैं?

Answer: Key parameters are:

1. Limit pressure (PL): Maximum pressure the soil can withstand.
2. Initial horizontal stress (P0): Represents the in-situ stress in the soil.
3. Pressuremeter modulus (EP): Stiffness of the soil/rock.
4. Creep pressure (Pf): The pressure at which soil deformation becomes time-dependent.

उत्तर: मुख्य पैरामीटर हैं:

1. सीमित दबाव (PL): मिट्टी द्वारा सहन किया जाने वाला अधिकतम दबाव।
2. प्रारंभिक क्षैतिज प्रतिबल (P0): मिट्टी में इन-सीटू प्रतिबल को दर्शाता है।
3. प्रेशरमीटर मापांक (EP): मिट्टी/चट्टान की कठोरता।
4. क्रीप दबाव (Pf): वह दबाव जहां मिट्टी का विरूपण समय-निर्भर हो जाता है।

Question 4: What is the procedure for conducting a pressuremeter test?

प्रश्न 4: प्रेशरमीटर परीक्षण करने की प्रक्रिया क्या है?

Answer:

1. Calibrate the equipment to account for pressure and volume corrections.
2. Prepare the borehole to the required depth and diameter.
3. Insert the pressure meter probe into the borehole.
4. Apply pressure in increments and measure the volume change at each stage.
5. Continue the test until one of the following occurs:
 - o Probe volume becomes 1.5 times the initial volume.
 - o Ultimate failure occurs.
 - o Maximum specified pressure is reached.

उत्तर:

1. उपकरण को दबाव और आयतन सुधार के लिए अंशांकित करें।
2. आवश्यक गहराई और व्यास के लिए बोरहोल तैयार करें।
3. प्रेशरमीटर जांच को बोरहोल में डालें।
4. वृद्धि में दबाव लगाएं और प्रत्येक चरण पर आयतन परिवर्तन मापें।
5. परीक्षण तब तक जारी रखें जब तक निम्न में से एक न हो:
 - a. जांच का आयतन प्रारंभिक आयतन का 1.5 गुना हो जाए।
 - b. अंतिम विफलता हो जाए।
 - c. अधिकतम निर्दिष्ट दबाव प्राप्त हो।

Question 5: How is corrected pressure (Pc) and volume (Vc) calculated?

प्रश्न 5: संशोधित दबाव (Pc) और आयतन (Vc) की गणना कैसे की जाती है?

Answer: Corrected pressure:

$$P_c = P - \text{Pressure loss from calibration}$$

Corrected volume:

$$V_c = V - \text{Volume correction from calibration}$$

उत्तर: संशोधित दबाव:

$$P_c = P - \text{अंशांकन से दबाव हानि}$$

$$V_c = V - \text{अंशांकन से आयतन सुधार}$$

6. Question: What does the limit pressure (PL) represent, and how is it used?

प्रश्न: सीमित दबाव (PL) क्या दर्शाता है, और इसका उपयोग कैसे किया जाता है?

Answer: Limit pressure (PL) represents the maximum pressure the soil can resist before failure. It is used to estimate the bearing capacity of foundations and stability of the substrata.

उत्तर: सीमित दबाव (PL) वह अधिकतम दबाव दर्शाता है जिसे मिट्टी विफलता से पहले सहन कर सकती है। इसका उपयोग नींवों की वहन क्षमता और उप-स्तर की स्थिरता का अनुमान लगाने में किया जाता है।