

LABORATORY MANUAL

ROCK MECHANICS LAB

PG: GEOTECHNICAL ENGINEERING

(2024-25)



DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

**MAULANA AZAD NATIONAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY,
BHOPAL (462003), MP**

EXPERIMENT NO./ प्रयोग संख्या:	TITLE/ शीर्षक	PAGE NO./ पृष्ठ संख्या
01	चट्टान नमूने का इकाई भार निर्धारित करने के लिए प्रयोग। / Experiment for determining the Unit Weight of a Rock Sample	2
02	प्रयोग: चट्टान नमूने में जल अवशोषण का निर्धारण। / Experiment for determination of Water Absorption in a Rock Sample	7
03	प्रदान किए गए रॉक सैंपल्स की कोर रिकवरी और रॉक क्वालिटी डिजिनेशन (RQD) निर्धारित करना। / To Determine Core Recovery and Rock Quality Designation (RQD) of Given Rock Samples.	10
04	प्रदान किए गए चट्टान नमूनों का बिंदु भार सूचकांक (Point load strength index) निर्धारित करना। / To Determine Point load index of Given Rock Samples.	14
05	दिए गए चट्टान नमूनों की असीमित संपीड़न शक्ति (UCS) का निर्धारण करना। / To Determine unconfined compressive strength of Given Rock Samples.	18
06	ब्राज़ीलियन परीक्षण का उपयोग करके चट्टान की अप्रत्यक्ष तन्य शक्ति का निर्धारण करना। / To determine indirect tensile strength of rock using Brazilian test	21
07	प्लेट लोड परीक्षण का उपयोग करके चट्टान की सुरक्षित वहन क्षमता का निर्धारण। / Determination of Safe Bearing Capacity of Rock Using Plate Load Test	25

प्रयोग संख्या: 01

Experiment No. 01

शीर्षक:

चट्टान नमूने का इकाई भार निर्धारित करने के लिए प्रयोग

Title:

Experiment for determining the Unit Weight of a Rock Sample

उद्देश्य:

चट्टान नमूने के इकाई भार (थोक घनत्व) का निर्धारण करना।

Aim:

To determine the unit weight (bulk density) of a rock sample.

आवश्यक उपकरण / Apparatus Required:

- चट्टान का नमूना (अनियमित या नियमित आकार)/ Rock sample (irregular or regular shape)
- इलेक्ट्रॉनिक तराजू (कम से कम 0.01 ग्राम की सटीकता के साथ)/ Electronic balance (with accuracy of at least 0.01g)
- ग्रेजुएटेड सिलेंडर या आयतन मापक पात्र/ Graduated cylinder or volumetric container
- पानी/ Water
- बीकर/ Beaker
- वर्नियर कैलिपर (नियमित आकार के नमूने के लिए)/ Vernier caliper (for regular-shaped samples)
- तार की टोकरी और निलंबन उपकरण (आर्किमिडीज सिद्धांत विधि के लिए)/ Wire basket and suspension apparatus (for Archimedes' principle method)
- थर्मोमीटर (आईएस 13030:1991 के अनुसार जल का तापमान मापने के लिए)/ Thermometer (to measure water temperature as per IS 13030:1991)
- वैक्यूम पंप (संतुप्त-सरफेस ड्राई स्थिति के लिए, यदि आवश्यक हो)/ Vacuum pump (for saturated-surface dry condition, if required)

सिद्धांत:

चट्टान नमूने का इकाई भार (γ) उसके भार प्रति इकाई आयतन के रूप में परिभाषित किया जाता है।

$$\gamma = \frac{W}{V}$$

जहाँ,

γ = चट्टान का इकाई भार (kN/m^3)

W = चट्टान नमूने का भार (kN)

V = चट्टान नमूने का आयतन (m^3)

Theory:

The unit weight (γ) of a rock sample is defined as its weight per unit volume.

$$\gamma = \frac{W}{V}$$

Where:

γ =Unit weight of rock (kN/m^3)

W =Weight of rock sample (kN)

V =Volume of rock sample (m^3)

प्रक्रिया / Procedure

विधि 1: नियमित आकार के चट्टान नमूनों के लिए कैलिपर विधि

Method 1: Caliper Method for Regular-Shaped Rock Samples

1. नमूने के माप को मापें। / Measure the Dimensions of the Sample.

- वर्नियर कैलिपर का उपयोग करके नमूने की लंबाई, चौड़ाई और ऊंचाई मापें। /Use a vernier caliper to measure the length, width, and height of the sample.
- ज्यामितीय सूत्रों का उपयोग करके आयतन की गणना करें। / Calculate the volume using geometric formulas.

2. सूखा भार (W_1) मापें। / Measure the Dry Weight (W_1).

- इलेक्ट्रॉनिक तराजू का उपयोग करके नमूने का सूखा भार मापें। / Weigh the dry sample using an electronic balance.

विधि 2: अनियमित आकार के चट्टान नमूनों के लिए जल विस्थापन विधि

Method 2: Water Displacement Method for Irregular-Shaped Rock Samples

1. सूखा भार (W_1) मापें। / Measure the Dry Weight (W_1).

- लेक्ट्रॉनिक तराजू का उपयोग करके नमूने का सूखा भार मापें। / Weigh the dry sample using an electronic balance.
2. नमूने को संतृप्त करें। / Saturate the Sample.
- नमूने को पानी में कम से कम 24 घंटे के लिए रखें। / Immerse the sample in water for at least 24 hours.
 - वैक्यूम पंप का उपयोग करके नमूने को पूर्ण संतृप्त किया जा सकता है। / A vacuum pump may be used to fully saturate the sample.
3. संतृप्त नमूने का भार (W2) मापें। / Measure the Saturated Weight (W2).
- संतृप्त नमूने को पानी से निकालें और सतह के अतिरिक्त पानी को पोंछ दें। / Remove the saturated sample from water and wipe off excess surface water.
 - अब संतृप्त नमूने को तौलें। / Weigh the saturated sample.
4. विस्थापित जल की मात्रा मापें। / Measure the Volume of Displaced Water.
- ग्रेजुएटेड सिलेंडर में ज्ञात मात्रा में पानी डालें। / Fill a graduated cylinder with a known volume of water.
- नमूने को पानी में डालें और विस्थापित जल की मात्रा रिकॉर्ड करें। / Submerge the sample in water and record the displaced volume.
- विस्थापित जल का आयतन चट्टान नमूने के आयतन (V) के बराबर होगा। / The displaced water volume represents the volume (V) of the rock sample.
5. इकाई भार की गणना करें। / Calculate the Unit Weight.

प्रेक्षण सारणी/ Observation Table:

सैम्पल नं./ Sample no.	सूखा भार/ Dry weight (W1)	संतृप्त भार / Saturated weight (W2)	चट्टान का आयतन / Volume of Rock (V)	इकाई भार / Unit Weight

गणना और परिणाम/ Calculations and Result:

भार को न्यूटन में बदलें / Convert mass (gm) to kilo Newtons: $W = \frac{W_1}{1000} \times 9.81$

इकाई भार की गणना करें / Compute unit weight using:

$$\gamma = \frac{W}{V}$$

दिए गए चट्टान नमूने का इकाई भार ____ kN/m³ पाया गया।

The unit weight of the given rock sample is found to be ____ kN/m³.

सावधानियां/ Precautions:

1. चट्टान नमूना पूरी तरह से सूखा होना चाहिए, जब तक कि SSD स्थिति निर्दिष्ट न हो। / Ensure the rock sample is completely dry unless SSD conditions are specified.
2. पानी में डुबोते समय हवा के बुलबुले से बचें। / Avoid air bubbles when submerging the rock sample in water.
3. जल विस्थापन के लिए सटीक मापने के उपकरण का उपयोग करें। / Use precise measuring instruments for water displacement.
4. आईएस 13030:1991 के अनुसार जल का तापमान बनाए रखें। / Maintain the water temperature as per IS 13030:1991.
5. सटीकता सुनिश्चित करने के लिए परीक्षण को कई बार दोहराएं। / Repeat the procedure for accuracy and take the average of multiple readings.

टिप्पणी / Comment:

संदर्भ / Reference:

आईएस 13030:1991 - प्रयोगशाला में चट्टान नमूनों के इकाई भार के निर्धारण के लिए परीक्षण विधियाँ।

IS 13030:1991 - Methods of Test for Laboratory Determination of Unit Weight of Rock Samples.

वाइवा प्रश्न / Viva Questions:

1. चट्टान नमूनों के इकाई भार का निर्धारण क्यों महत्वपूर्ण है? / What is the significance of determining the unit weight of rock samples?
2. आर्किमिडीज सिद्धांत चट्टान नमूने के आयतन को निर्धारित करने में कैसे सहायक होता है? / How does Archimedes' principle help in determining the volume of an irregular rock sample?
3. कौन-कौन से कारक चट्टान नमूने के इकाई भार को प्रभावित करते हैं? / What factors affect the unit weight of a rock sample?
4. चट्टान नमूने की पोरोसिटी इकाई भार को कैसे प्रभावित कर सकती है? / How can the porosity of a rock sample influence its unit weight?
5. आईएस 13030:1991 के अनुसार चट्टान नमूनों की घनत्व निर्धारित करने के विभिन्न तरीके क्या हैं? / What are the different methods for determining the density of rock samples as per IS 13030:1991?

प्रयोग संख्या: 02

Experiment No.02

शीर्षक:

प्रयोग: चट्टान नमूने में जल अवशोषण का निर्धारण

Title:

Experiment for determination of Water Absorption in a Rock Sample

उद्देश्य :

दिए गए चट्टान नमूने की जल अवशोषण क्षमता को आईएस 13030:1991 के अनुसार निर्धारित करना।

Aim:

To determine the water absorption capacity of a given rock sample as per IS 13030:1991 (Indian Standard for Water Absorption of Stone and Aggregates).

आवश्यक उपकरण / Apparatus Required:

- चट्टान नमूना (साफ और सूखा) / Rock sample (properly cleaned and dried)
- इलेक्ट्रॉनिक तराजू (0.01 ग्राम की सटीकता के साथ) / Electronic balance (accurate to 0.01g)
- तार की टोकरी / Wire basket
- जल पात्र / Water container
- ओवन (105°C से 110°C तापमान बनाए रखने में सक्षम) / Oven (capable of maintaining 105°C to 110°C)
- शोषक कपड़ा / Absorbent cloth
- टाइमर / Timer

सिद्धांत :

जल अवशोषण चट्टान नमूने की पानी को अपने छिद्रों में बनाए रखने की क्षमता होती है। इसे नमूने के शुष्क भार का प्रतिशत रूप में व्यक्त किया जाता है। यह परीक्षण निर्माण उद्देश्यों के लिए चट्टान की उपयुक्तता निर्धारित करने में सहायक होता है। उच्च जल अवशोषण दर वाले पत्थर मौसम और गिरावट के प्रति अधिक संवेदनशील होते हैं। आईएस 13030:1991 पत्थर और एग्रीगेट्स के जल अवशोषण के परीक्षण की मानक विधि प्रदान करता है।

Theory:

Water absorption is the ability of a rock sample to retain water within its pores. It is expressed as a percentage of the dry weight of the sample. This test helps in determining the suitability of the rock for construction purposes. Rocks with higher absorption rates are more susceptible to weathering and degradation. IS 13030:1991 provides the standard method for testing the water absorption of stone aggregates used in construction.

प्रक्रिया / Procedure:

1. धूल और अन्य अशुद्धियों से मुक्त एक चट्टान नमूना चुनें। / Select a rock sample free from dust and other impurities.
2. नमूने को 105°C से 110°C तापमान वाले ओवन में 24 घंटे के लिए सुखाएं। / Dry the sample in an oven at 105°C to 110°C for 24 hours.
3. नमूने को कमरे के तापमान पर ठंडा करें और उसका भार मापें (W_1) / Cool the sample to room temperature and weigh it (W_1).
4. नमूने को कमरे के तापमान वाले पानी में 24 घंटे के लिए डुबो दें। / Immerse the sample in water at room temperature for 24 hours.
5. नमूने को निकालें, अतिरिक्त पानी हटाने के लिए गीले कपड़े से पौछें, और इसका भार मापें (W_2) / Remove the sample, wipe the surface with a damp cloth to remove excess water, and weigh it (W_2).
6. अवलोकन दर्ज करें और जल अवशोषण प्रतिशत निर्धारित करने के लिए गणना करें। / Record the observations and perform calculations to determine the water absorption percentage.

अवलोकन तालिका / Observation Table:

सैम्पल न./ Sample No.	सूखा भार / Dry Weight (W_1)	गीला भार / Wet Weight (W_2)	Water Absorption (%)/ जल अवशोषण

गणना और परिणाम/ Calculations and Result:

- जल अवशोषण (%) = $[(W_2 - W_1) / W_1] \times 100$
- Water Absorption (%) = $[(W_2 - W_1) / W_1] \times 100$

- दिए गए चट्टान नमूने की जल अवशोषण क्षमता _____ % पाई गई।
- The water absorption capacity of the given rock sample is found to be _____%.

सावधानियां / Precautions:

- सुनिश्चित करें कि चट्टान नमूना तौलने से पहले साफ और धूल मुक्त हो। / Ensure the rock sample is clean and free from dust before weighing.
- ओवन का तापमान 105°C से 110°C के बीच बनाए रखें। / Maintain the oven temperature strictly between 105°C to 110°C.
- वजन मापने के लिए सटीक तराजू का उपयोग करें। / Use an accurate balance to measure weights.
- पानी में डुबाने के बाद नमूने को अत्यधिक संभालने से बचें। / Avoid excessive handling of the sample after immersion.
- गीले नमूने को तौलने से पहले अतिरिक्त सतही पानी हटा दें। / Ensure that excess surface water is wiped off before weighing the wet sample.

टिप्पणी / Comment:

संदर्भ / Reference:

आईएस 13030:1991 – प्राकृतिक निर्माण पत्थरों की जल अवशोषण क्षमता निर्धारण के लिए भारतीय मानक।

IS 13030:1991 – Indian Standard for Determination of Water Absorption of Natural Building Stones.

प्रश्न / Questions:

1. चट्टान नमूने को पानी में डुबोने से पहले सुखाना क्यों आवश्यक है? / Why is it necessary to dry the rock sample before immersion?
2. निर्माण सामग्री में जल अवशोषण का क्या महत्व है? / What is the significance of water absorption in construction materials?
3. चट्टान की संरंध्रता (Porosity) उसकी जल अवशोषण क्षमता को कैसे प्रभावित करती है? / How does the porosity of a rock affect its water absorption capacity?
4. पानी से निकालने के तुरंत बाद नमूने का वजन क्यों किया जाता है? / Why is the sample weighed immediately after removal from water?

प्रयोग संख्या: 03

Experiment No. 03

शीर्षक:

प्रदान किए गए रॉक सैंपल्स की कोर रिकवरी और रॉक क्वालिटी डिजिनेशन (RQD) निर्धारित करना।

Title:

To Determine Core Recovery and Rock Quality Designation (RQD) of Given Rock Samples.

उद्देश्य:

बोरिंग से प्राप्त रॉक कोर सैंपल्स की सहायता से कोर रिकवरी और रॉक क्वालिटी डिजिनेशन (RQD) की गणना करके रॉक मास की गुणवत्ता का मूल्यांकन करना।

Objective:

To evaluate the quality of a rock mass by calculating the Core Recovery and Rock Quality Designation (RQD) from rock core samples obtained through drilling.

आवश्यक उपकरण/ Apparatus Required:

- रॉक कोर सैंपल्स (बोरहोल ड्रिलिंग से प्राप्त)/ Rock core samples (from borehole drilling)
- मापने के लिए स्केल या टेप/ Measuring scale or tape
- वर्नियर कैलिपर (सटीकता के लिए वैकल्पिक)/ Vernier caliper (optional for accuracy)
- कोर बॉक्स या ट्रे/ Core box or tray
- मार्कर या पेन/ Marker or pen
- कैलकुलेटर/ Calculator

सिद्धांत:

रॉक कोरिंग एक मानक प्रक्रिया है जिसका उपयोग भू-तकनीकी जांच में उपस्थिति का आकलन करने के लिए किया जाता है। कोर रिकवरी और रॉक क्वालिटी डिजिनेशन (RQD) दो प्रमुख मापदंड हैं जिनका उपयोग रॉक मास की अखंडता और गुणवत्ता का मूल्यांकन करने के लिए किया जाता है।

1. कोर रिकवरी (%):

यह ड्रिल रन की कुल लंबाई की तुलना में प्राप्त कोर की कुल लंबाई का अनुपात होता है।

$$\text{प्राप्त कोर की लंबाई} / \text{कुल ड्रिल लंबाई}) \times 100$$

2. रॉक कालिटी डिजिग्रेशन (RQD %):

RQD को परिभाषित किया गया है 10 सेमी से अधिक लंबाई वाले कोर टुकड़ों की कुल लंबाई को ड्रिल रन की कुल लंबाई से विभाजित करके प्राप्त प्रतिशत के रूप में।

$$\text{RQD (\%)} = \left(\frac{\text{कुल लंबाई की कुल टुकड़ों की लंबाई}}{\text{कुल ड्रिल लंबाई}} \right) \times 100$$

Theory:

Rock coring is a standard procedure in geotechnical investigation to assess the subsurface rock condition. The Core Recovery and Rock Quality Designation (RQD) are two key parameters used to evaluate the integrity and quality of rock masses.

1. Core Recovery (%):

It is the ratio of the total length of core recovered to the total length of the drill run.

$$\text{Core Recovery (\%)} = \left(\frac{\text{Total Length of Core Recovered}}{\text{Total Length of Drill Run}} \right) \times 100$$

2. Rock Quality Designation (RQD %):

RQD is defined as the percentage of the total length of core pieces greater than 10 cm in length, divided by the total length of the core run.

$$\text{RQD (\%)} = \left(\frac{\text{Total Length of Core Pieces} > 10 \text{ cm}}{\text{Total Length of Drill Run}} \right) \times 100$$

RQD वर्गीकरण /RQD Classification:

RQD (%)	चट्टान गुणवत्ता	Rock Quality
0-25	बहुत खराब	Very Poor
25-50	खराब	Poor
50-75	औसत	Fair
75-90	अच्छा	Good
90-100	उत्कृष्ट	Excellent

As per IS 11315 (Part 11): 1985— Method for the Quantitative Descriptions of Discontinuities in Rock Mass, Part 11: Core Recovery and Rock Quality Designation

प्रक्रिया/ Procedure:

1. कोर सैंपल्स को कोर बॉक्स में उनकी गहराई के अनुसार क्रमबद्ध रूप से व्यवस्थित करें। /Arrange the core samples in sequence in a core box as per the depth of extraction.
2. ड्रिल रन की कुल लंबाई मापें।/ Measure the total length of the drill run.

3. प्राप्त कोर की कुल लंबाई मापें। / Measure the total length of core recovered.
4. प्रत्येक कोर टुकड़े की लंबाई मापें और पहचानें कि कौन से टुकड़े 10 सेमी से अधिक हैं। / Measure individual core pieces and identify those longer than 10 cm.
5. 10 सेमी से अधिक लंबाई वाले सभी टुकड़ों की लंबाई का योग करें। / Sum up the lengths of all pieces longer than 10 cm.
6. दिए गए सूत्रों का उपयोग करके कोर रिकवरी और RQD की गणना करें। / Calculate Core Recovery and RQD using the formulas provided.
7. डेटा को प्रेक्षण तालिका में रिकॉर्ड करें। / Record the data in the observation table.

प्रेक्षण तालिका/ Observation Table:

कोर टुकड़ा संख्या / Core Piece No.	कोर टुकड़े की लंबाई (सेमी) / Length of Core Pieces (cm)	>10 सेमी (हाँ/ना) / >10 cm (Yes/No)

- ड्रिल रन की कुल लंबाई (सेमी): _____ / Total Length of Drill Run (cm): _____
- प्राप्त कोर की कुल लंबाई (सेमी): _____ / Total Length of Core Recovered (cm): _____
- 10 सेमी से अधिक कोर टुकड़ों की कुल लंबाई (सेमी): _____ / Sum of Core Pieces >10 cm (cm): _____

गणना और परिणाम/ Calculations and Result:

$$\text{कोर रिकवरी (\%)} = (\text{_____} / \text{_____}) \times 100 = \text{_____ \%}$$

$$\bullet \text{ Core Recovery (\%)} = (\text{_____} / \text{_____}) \times 100 = \text{_____ \%}$$

- RQD (%) = (_____ / _____) × 100 = _____ %
- Rock Quality Designation (RQD) (%) = (_____ / _____) × 100 = _____ %
- कोर रिकवरी = _____ %
- Core Recovery = _____ %
- रॉक क्वालिटी डिजिनेशन (RQD) = _____ %
- Rock Quality Designation (RQD) = _____ %

सावधानियाँ/ Precautions:

1. मापने से पहले सुनिश्चित करें कि सभी कोर सैंपल्स सही क्रम में व्यवस्थित हों।/ Ensure all core samples are arranged in proper order before measurement.
2. त्रुटियों को न्यूनतम करने के लिए सटीक माप उपकरणों (जैसे स्केल, वर्नियर) का उपयोग करें।/ Use accurate measuring instruments (scale, vernier) to minimize error.

टिप्पणी / Comment:

संदर्भ/ Reference:

आईएस 11315 (भाग 11): 1985 – शैल में असंततताओं के मात्रात्मक वर्णन की विधि, भाग 11: कोर रिकवरी और रॉक क्वालिटी डिजिनेशन। / IS 11315 (Part 11): 1985– Method for the Quantitative Descriptions of Discontinuities in Rock Mass, Part 11: Core Recovery and Rock Quality Designation

प्रश्न/Questions:

1. RQD निर्धारित करने का उद्देश्य क्या है?/What is the purpose of determining RQD?
2. कोर रिकवरी और RQD में क्या अंतर है?/ How is core recovery different from RQD?
3. यदि RQD मान 25% से कम है तो इसका क्या संकेत है?/ What does an RQD value of less than 25% indicate?
4. RQD की अवधारणा किसने प्रस्तुत की थी?/ Who proposed the concept of RQD?

प्रयोग संख्या: 04

Experiment No. 04

शीर्षक:

प्रदान किए गए चट्टान नमूनों का बिंदु भार सूचकांक (Point load strength index) निर्धारित करना।

Title:

To Determine Point load index of Given Rock Samples.

उद्देश्य:

ड्रिलिंग के माध्यम से प्राप्त रॉक कोर नमूनों के बिंदु भार शक्ति सूचकांक का मूल्यांकन करना।

Objective:

To evaluate the Point load strength index of the rock core samples obtained through drilling.

आवश्यक उपकरण/ Apparatus Required:

- प्वाइंट लोड परीक्षण प्रणाली और लोडिंग प्लेटिन / Point load testing system and Loading Platen
- रॉक कोर नमूने (बोरहोल ड्रिलिंग से) / Rock core samples (from borehole drilling)
- वर्नियर कैलिपर (सटीकता के लिए वैकल्पिक) / Vernier caliper (optional for accuracy)

सिद्धांत:

बिंदु लोड परीक्षण रॉक सामग्री की ताकत का निर्धारण करने के लिए एक अप्रत्यक्ष विधि है। इसमें एक रॉक नमूना के लिए एक केंद्रित लोड को लागू करना शामिल है, आमतौर पर शंक्वाकार प्लैटेंस से लैस मशीन का उपयोग करते हैं, और विफलता के लिए आवश्यक लोड को मापते हैं।

बिंदु भार शक्ति अनिसोट्रॉपी सूचकांक:

ताकत अनिसोट्रॉपी इंडेक्स $I_{(50)}$ को परिभाषित किया गया है जैसा कि माध्य का अनुपात मापा गया है $I_{(50)}$ मान लंबवत और कमजोरी के विमानों के समानांतर सबसे कम से कम बिंदु लोड का अनुपात है शक्ति सूचकांकों। $I_{(50)}$ मान 1 के करीब मानता है अर्धसूत्री अनीसोट्रॉपिक है।

$$I_{(50)} = \frac{P}{\sqrt{D^{1.5} * D^o}} \text{ MN/m}^2$$

$I_{(50)}$ = प्वाइंट लोड स्ट्रेथ इंडेक्स (के लिए मानक कोर आकार)

P = विफलता भार N (kgf) में;

D = कोर व्यास मिमी (mm) में; और

D^o = मानक कोर व्यास = 50mm

Theory:

The point load test is an indirect method for determining the strength of rock materials. It involves applying a concentrated load to a rock specimen, typically using a machine equipped with conical platens, and measuring the load required to cause failure.

Point Load Strength Anisotropy Index:

The strength anisotropy index $I_{(50)}$ is defined as the ratio of mean $I_s(50)$ values measured perpendicular and parallel to planes of weakness that is the ratio of the greatest to the least point load strength indices. $I_{(50)}$ assumes values close to 1 for quasi-isotropic rocks and higher values when the rock is anisotropic

$$I_{(50)} = \frac{P}{\sqrt{D^{1.5} * D^o}} \text{ MN/m}^2$$

$I_{(50)}$ = point load strength index (for the standard core size) in MN/m², (kgf/cm²)

P = failure load in N (kgf)

D = core diameter in mm; and

D^o = Standard core diameter = 50mm

प्रक्रिया / Procedure:

1. समतुल्य व्यास 'd' को मापा जाएगा मिमी में। / The equivalent diameter 'D' shall be measured in mm.
2. नमूने के कोर या टुकड़े का परीक्षण खेत में प्राप्त जल सामग्री पर और/या आवश्यकता के आधार पर 7 दिनों तक भिगोने के बाद किया जाना चाहिए। / The specimen core or fragment should be tested at the water content as obtained in the field and / or after soaking them for 7 days depending on requirement.
3. नमूने को दो लोडिंग प्लेटन के बीच क्षैतिज रूप से रखा जाना चाहिए। / The specimen shall be held horizontal between the two loading platen.
4. नमूने की सही स्थिति की जाँच सबसे पहले अनुदैर्घ्य घुमाव देकर की जानी चाहिए ताकि लोडिंग बिंदुओं के बीच की दूरी न्यूनतम हो। / The correct position of the specimen shall be checked first by giving longitudinal rotation to see the distance between loading points is minimum.
5. नमूने की सही स्थिति की जाँच पार्श्व गति देकर भी की जानी चाहिए ताकि लोडिंग प्लेटन के बीच की दूरी अधिकतम हो। / The correct position of the specimen shall also be checked by giving lateral movement to see that the distance between loading platens is maximum.
6. फिर नमूने पर लोड इस तरह लगाया जाएगा कि 10-60 सेकंड के भीतर विफलता हो जाए और विफलता लोड • P' दर्ज हो जाए। यदि फ्रैक्चर सतह केवल एक लोडिंग बिंदु से होकर गुजरती है तो परीक्षण को अमान्य मानकर खारिज कर दिया जाना चाहिए। / The load shall then be applied to the specimen

such that failure occurs within 10-60 s and the failure load P is recorded. The test should be rejected as invalid if the fracture surface passes through only one loading point.

अवलोकन तालिका /Observation Table:

S.No.	चट्टान का व्यास (mm)/ Diameter of rock	चट्टान का वजन (kg)/ Weight of rock	लोड / Load of rock (P)
1.			
2.			
3.			
4.			

गणना और परिणाम/ Calculations and Result:

बिंदु भार शक्ति सूचकांक = _____

Point load strength index = _____

सावधानियां/ Precautions:

1. असमान नमूने की लंबाई का औसत निकालें / Average out the length of non-uniform sample.
2. नमूने को ठीक से रखें और सुनिश्चित करें कि प्लेटन संपर्क बिंदु के बीच की दूरी कम हो। / Keep the sample properly make sure the distance between platen contact point is less.

टिप्पणी / Comment:

संदर्भ / Reference:

आईएस 8764:1998 – चट्टानों की पॉइंट लोड स्ट्रेंथ इंडेक्स निर्धारित करने की विधि। / IS 8764:1998 – Method for Determination of Point Load Strength Index of Rocks.

प्रश्न/Questions:

1. प्वाइंट लोड इंडेक्स टेस्ट क्या होता है? / What is the Point Load Index Test?
2. इस परीक्षण में प्रयुक्त उपकरण कौन-कौन से हैं? / What are the instruments used in this test?
3. प्वाइंट लोड इंडेक्स कैसे निर्धारित किया जाता है? / How is the Point Load Index determined?
4. प्वाइंट लोड शक्ति सूचकांक निर्धारित करने का उद्देश्य क्या है? / What is the purpose of determining Point load strength index?
5. अप्रतिबंधित संपीड़न शक्ति, बिन्दु भार शक्ति सूचकांक से किस प्रकार भिन्न है? / How is unconfined compressive strength different from Point load strength index?

प्रयोग संख्या: 5

Experiment No. 5

शीर्षक:

दिए गए चट्टान नमूनों की असीमित संपीड़न शक्ति (UCS) का निर्धारण करना।

Title:

To Determine unconfined compressive strength of Given Rock Samples.

उद्देश्य:

ड्रिलिंग के माध्यम से प्राप्त चट्टान कोर नमूनों की असीमित संपीड़न शक्ति (UCS) का मूल्यांकन

करना।**Objective:**

To evaluate the unconfined compressive strength of the rock core samples obtained through drilling.

आवश्यक उपकरण/ Apparatus Required:

- अप्रतिबंधित संपीड़न शक्ति लोडिंग मशीन / Unconfined compressive strength loading machine
- रॉक कोर नमूने (बोरहोल ड्रिलिंग से) / Rock core samples (from borehole drilling)
- वर्नियर कैलिपर (सटीकता के लिए वैकल्पिक) / Vernier caliper (optional for accuracy)

सिद्धांत:

यूसीएस वह दबाव (क्षेत्रफल से विभाजित भार) है जो संपीड़न के तहत चट्टान कोर को दरार करने के लिए आवश्यक होता है, जो अनिवार्य रूप से केवल एक दिशा (एक अक्षीय) में संपीड़न बल के अधीन होने पर चट्टान के नमूने की ताकत को मापता है।

Theory:

UCS is the pressure (load divided by area) needed to cause a rock core to crack under compression, essentially measuring the strength of a rock sample when subjected to a compressive force in only one direction (uniaxial).

प्रक्रिया / Procedure:

1. दो बियरिंग डिस्क और परीक्षण नमूने की सतहों को साफ किया जाना चाहिए। नमूने को निचली डिस्क पर रखा जाना चाहिए। नमूने की धुरी को गोलाकार सीट के जोर के केंद्र के साथ सावधानीपूर्वक संरेखित किया जाना चाहिए। जैसे-जैसे लोड को धीरे-धीरे नमूने पर लाया जाता है, गोलाकार रूप से बैठे डिस्क के चलने वाले हिस्से को एक समान बैठने को सुनिश्चित करने के लिए समायोजित किया जाना चाहिए। / The surfaces of the two bearing discs and the test specimen shall be wiped clean. The specimen shall be kept on the lower disc. The axis of the specimen shall be carefully aligned with the centre of the thrust of the spherical seat. As the load is gradually brought to bear on

the specimen, the movable portion of the spherically seated disc shall be adjusted to ensure uniform seating.

2. नमूने पर लोड लगातार स्थिर तनाव दर पर लगाया जाएगा ताकि लोड करने के लगभग 5 से 15 मिनट में विफलता गिर हो। वैकल्पिक रूप से, तनाव दर 0.5 MPa/s से 1 MPa/s की सीमा के भीतर होनी चाहिए। / Load on the specimen shall be applied continuously at a constant stress rate such that failure Gill take place in about 5 to 15 minutes of loading. Alternatively, the stress rate shall be within the limits of 0.5 MPa/s to 1 MPa/s.
3. नमूने पर अधिकतम भार 1 प्रतिशत सटीकता के साथ N में दर्ज किया जाएगा। / The maximum load on the specimen shall be recorded in N within 1 % accuracy.
4. परीक्षण किए जाने वाले नमूनों की संख्या व्यावहारिक दृष्टिकोण से निर्धारित की जानी चाहिए, लेकिन प्रतिनिधि मूल्य प्राप्त करने के लिए कम से कम पांच की आवश्यकता होती है। / The number of specimens to be tested should be determined from practical considerations, but at least five are required to obtain a representative value.

अवलोकन तालिका /Observation Table:

S.No.	चट्टान का व्यास/ Diameter of rock (mm)	चट्टान का वजन / Weight of rock (kg)	लोड / Load of rock (P)
1.			
2.			
3.			
4.			

गणना और परिणाम/ Calculations and Result:

नमूने की असीमित संपीड़न शक्ति की गणना परीक्षण के दौरान नमूने द्वारा उठाए गए अधिकतम भार को औसत मूल क्रॉस-सेक्शनल क्षेत्र से विभाजित करके की जाएगी।/ The unconfined compressive strength of the specimen shall be

calculated by dividing the maximum load carried by the specimen during the test, by the average original cross-sectional area

असीमित संपीड़न शक्ति = _____

unconfined compressive strength = _____

सावधानियां / Precautions:

1. असमान नमूने की लंबाई का औसत निकालें / Average out the length of non-uniform sample.
2. नमूने को ठीक से रखें और सुनिश्चित करें कि प्लेटन संपर्क बिंदु के बीच की दूरी कम हो। / Keep the sample properly make sure the distance between platen contact point is less.
3. प्रत्येक परीक्षण से पहले गोलाकार सीट की स्वतंत्र रूप से घूमने की क्षमता की जाँच की जाएगी। / The ability of spherical seat to rotate freely shall be checked before each test.

टिप्पणी / Comment:

संदर्भ / Reference:

आईएस 9143:1979 – चट्टान सामग्री की एकाक्षीय संपीड़न शक्ति निर्धारित करने की विधि। / IS 9143:1979 – Method for the Determination of Uniaxial Compressive Strength of Rock Materials.

प्रश्न/Questions:

1. एकाक्षीय संपीड़न शक्ति (UCS) क्या है, और यह शिलाखंड यांत्रिकी (Rock Mechanics) में क्यों महत्वपूर्ण है? / What is Unconfined Compressive Strength (UCS), and why is it important in rock mechanics?
2. UCS परीक्षण के लिए उपयोग किए जाने वाले शिलाखंड नमूनों के मानक आयाम क्या होते हैं? / What are the standard dimensions of rock specimens used for UCS testing?
3. UCS की गणना के लिए कौन सा सूत्र उपयोग किया जाता है, और इसकी इकाइयाँ क्या हैं? / Which formula is used to calculate UCS, and what are its units?
4. किन कारकों का UCS मान पर प्रभाव पड़ता है? / What factors can affect the UCS value of a rock sample?
5. UCS परीक्षण और त्रैज्य संपीड़न परीक्षण (Triaxial Compression Test) में क्या अंतर है? / How does UCS testing differ from Triaxial Compression Testing in rock mechanics?

प्रयोग संख्या: 6

Experiment No. 6

शीर्षक:

ब्राजीलियन परीक्षण का उपयोग करके चट्टान की अप्रत्यक्ष तन्य शक्ति का निर्धारण करना

Title:

To determine indirect tensile strength of rock using Brazilian test

उद्देश्य:

ब्राजीलियन परीक्षण का उपयोग करके चट्टान के नमूनों पर अप्रत्यक्ष परीक्षण द्वारा तन्य शक्ति का निर्धारण

Objective:

Determination of tensile strength by indirect test on rock specimen using Brazilian test.

आवश्यक उपकरण/ Apparatus Required:

- ब्राजीलियन परीक्षण उपकरण/ Brazilian Test Apparatus
- रॉक कोर नमूने (बोरहोल ड्रिलिंग से) / Rock core samples (from borehole drilling)
- वर्नियर कैलिपर (सटीकता के लिए वैकल्पिक) / Vernier caliper (optional for accuracy)

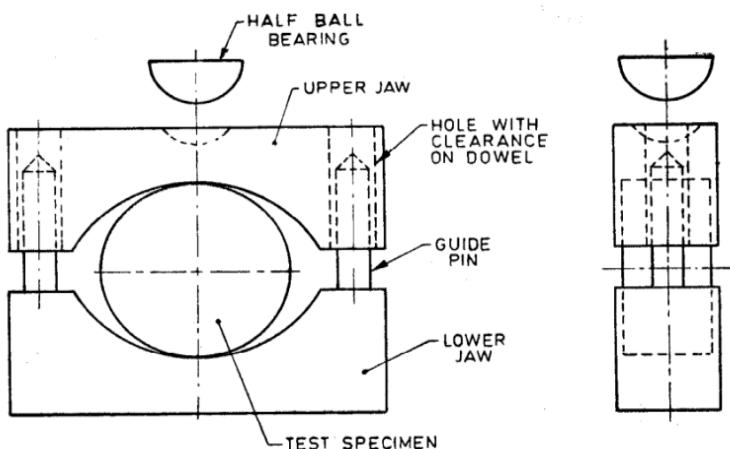


Fig. 1. Apparatus for Brazilian test

सिद्धांत:

ब्राजीलियन परीक्षण उपकरण का उपयोग चट्टानों और अन्य भंगुर सामग्रियों की तन्य शक्ति को अप्रत्यक्ष रूप से निर्धारित करने के लिए किया जाता है, जिसमें बेलनाकार नमूने पर तब तक दबाव डाला जाता है जब तक कि वह टूट न जाए। ब्राजीलियन परीक्षण को विभाजन तन्य शक्ति परीक्षण के रूप में भी जाना जाता है।

Theory:

The Brazilian test apparatus is used to indirectly determine the tensile strength of rocks and other brittle materials by applying a compressive load to a cylindrical specimen until it fractures. The Brazilian test, is also known as the splitting tensile strength test.

प्रक्रिया / Procedure:

- परीक्षण नमूने को उसकी परिधि के चारों ओर चिपकने वाले कागज के टेप की एक परत से लपेटा जाएगा और परीक्षण उपकरण में इस तरह से रखा जाएगा कि घुमावदार प्लेटेंस नमूने को घूर्णन अक्षों के साथ व्यास में लोड करें ताकि नमूना और उपकरण संयोग हो। / The test specimen shall be wrapped around its periphery with one layer of the adhesive paper tape and mounted squarely in the test apparatus such that the curved platens load the specimen diametrically with the axes of rotation for specimen and apparatus coincident.
- नमूने पर लोड लगातार एक स्थिर दर पर लगाया जाना चाहिए ताकि सबसे कमज़ोर चट्टानों में विफलता 15 से 30 सेकंड के भीतर हो। 200 N/s की लोडिंग दर की सिफारिश की जाती है। / Load on the specimen shall be applied continuously at a constant rate such that failure in the weakest rocks occurs within 15 to 30 seconds. A loading rate of 200 N/s is recommended.
- नमूने पर अधिकतम लोड एक प्रतिशत सटीकता के साथ न्यूटन में दर्ज किया जाएगा। / The maximum load on the specimen shall be recorded in Newton with one percent accuracy.
- जहां परीक्षण मशीन में बल/विस्थापन रिकॉर्डर लगा हो, वहां परीक्षण के दौरान रिकॉर्ड लिया जाना चाहिए ताकि प्राथमिक फ्रैक्चर के लिए लोड को सटीक रूप से निर्धारित किया जा सके। / Where the testing machine is fitted with a force/displacement recorder, a record should be taken during testing so that the load for primary fracture can be precisely determined

निर्धारित विफलता का तरीका / Mode of failure

विफलता का सही तरीका केंद्र से लोडिंग पॉइंट की ओर ऊर्ध्वाधर विभाजन है। यह विफलता मोड एक सफल परीक्षण का संकेत है। / The correct mode of failure is vertical splitting starting from the centre towards loading points. This failure mode is an indication of a successful test.

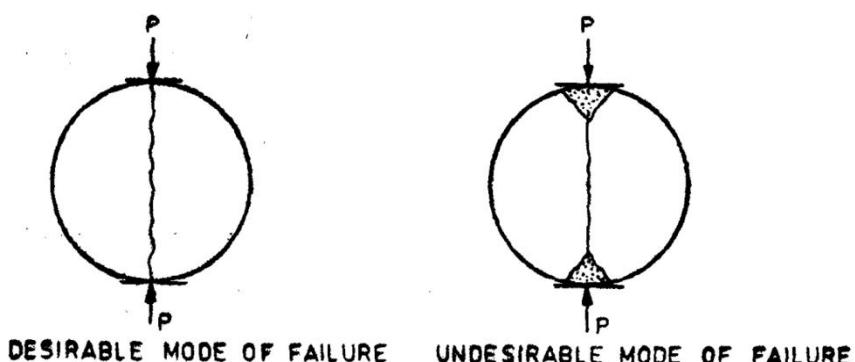


Fig. 2. Modes of failure

अवलोकन तालिका /Observation Table:

S.No.	चट्टान का व्यास/ Diameter of rock (D) (mm)	चट्टान की मोटाई/ Thickness of rock (t) (mm)	चट्टान का वजन/ Weight of rock (W) (kg)	लोड/ Load of rock (P) (N)
1.				
2.				
3.				
4.				

गणना और परिणाम/ Calculations and Result:

चट्टान की तन्य शक्ति की गणना निम्नलिखित अभिव्यक्ति से की जाएगी, बशर्ते विफलता का तरीका चित्र 2 में दर्शाया गया हो।

$$q_t = \frac{2P}{\pi D t}$$

जहाँ

$q_t = \text{MN/m}^2$ में तन्य शक्ति,

P = न्यूटन में विफलता पर भार,

D = मिमी में परीक्षण नमूने का व्यास, और

t = मिमी में केंद्र पर मापी गई परीक्षण नमूने की मोटाई।

Tensile strength of rock shall be calculated from the following expression provided the mode of failure is as indicated in fig. 2.

$$q_t = \frac{2P}{\pi D t}$$

where

q_t = Tensile strength in MN/m^2 ,

P = Load at failure in Newtons,

D = Diameter of test specimen in mm, and

t = Thickness of test specimen measured at the centre in mm.

तन्य शक्ति = _____

Tensile Strength = _____

सावधानियां / Precautions:

1. असमान नमूने की लंबाई का औसत निकालें / Average out the length of non-uniform sample.
2. नमूने को ठीक से रखें और सुनिश्चित करें कि प्लेटन संपर्क बिंदु के बीच की दूरी कम हो। / Keep the sample properly make sure the distance between platen contact point is less.
3. यदि परीक्षण मशीन पर लोड/विस्थापन रिकॉर्डर उपलब्ध नहीं है, तो ऑपरेटर को प्राथमिक विफलता पर लोड का पता लगाने के लिए सावधानी बरतनी चाहिए। प्राथमिक विफलता पर, संकेतक सुई की गति में एक संक्षिप्त विराम होगा। / If a load/displacement recorder is not available on the testing machine, care shall be taken by the operator to detect the load at primary failure. At primary failure, there shall be a brief pause in the motion of the indicator needle.

टिप्पणी / Comment:

संदर्भ / Reference:

आईएस 10082:1981 – चट्टान सामग्री की तन्य शक्ति निर्धारित करने की परीक्षण विधि। /

IS 10082:1981 – Method of Test for Determination of Tensile Strength of Rock Materials.

प्रश्न/Questions:

1. चट्टान की तन्य शक्ति क्या है? / What is the tensile strength of the rock?
2. हमें परीक्षण नमूने को उसकी परिधि के चारों ओर लपेटने की आवश्यकता क्यों है? / Why do we need to wrap the test specimen around its periphery?
3. असफलता का अवांछनीय स्वरूप क्यों है? / Why is there the undesirable mode of failure?

प्रयोग संख्या: 07

Experiment no. 07

शीर्षक:

प्लेट लोड परीक्षण का उपयोग करके चट्टान की सुरक्षित वहन क्षमता का निर्धारण

Title:

Determination of Safe Bearing Capacity of Rock Using Plate Load Test

उद्देश्य:

प्लेट लोड परीक्षण का उपयोग करके चट्टान की सुरक्षित वहन क्षमता निर्धारित करना।

Aim:

To determine the safe bearing capacity of a rock surface using the Plate Load Test.

आवश्यक उपकरण/Apparatus Required:

- माइल्ड स्टील प्लेट (वर्गाकार या वृत्ताकार, 300 मिमी से 750 मिमी आकार में)/Mild steel plate (square or circular, 300 mm to 750 mm in size)
- रिएक्शन लोड के साथ हाइड्रॉलिक जैक/Hydraulic jack with a reaction load
- डायल गेज (सेटलमेंट मापने के लिए)/Dial gauges (for settlement measurement)
- लोडिंग कॉलम/Loading column
- प्रेशर गेज/Pressure gauge
- स्पिरिट लेवल/Spirit level
- मेजरिंग टेप/Measuring tape
- खुदाई के उपकरण/Excavation tools
- स्टॉपवॉच/Stopwatch
- डेटा रिकॉर्डिंग शीट/Data recording sheet

सिद्धांत:

प्लेट लोड परीक्षण मिट्टी या चट्टान की वहन क्षमता निर्धारित करने के लिए किया जाता है, जिसमें स्टील प्लेट पर क्रमिक भार लागू किया जाता है और संबंधित बैठने (सेटलमेंट) को मापा जाता है। यह परीक्षण अंतिम वहन क्षमता और नींव डिजाइन के लिए अनुमेय वहन दबाव का अनुमान लगाने में मदद करता है। उचित सुरक्षा कारकों को लागू करके सुरक्षित वहन क्षमता निर्धारित की जाती है।

Theory:

The Plate Load Test is conducted to determine the bearing capacity of soil or rock by applying incremental loads to a steel plate and measuring the corresponding settlements. The test helps in estimating the ultimate bearing capacity and the allowable bearing pressure for foundation design.

The safe bearing capacity is determined by using the load-settlement curve and applying appropriate safety factors.

प्रक्रिया /Procedure:

1. स्थल की तैयारी: / Site Preparation:

- प्रस्तावित नींव स्तर पर परीक्षण गड्ढा खोदें। / Excavate a test pit at the proposed foundation level.
- गड्ढे का आकार प्लेट की चौड़ाई का पांच गुना होना चाहिए ताकि सीमा प्रभावों को कम किया जा सके। / The pit dimensions should be five times the width of the plate to minimize boundary effects.
- समान भार वितरण सुनिश्चित करने के लिए चट्टान की सतह को समतल करें। / Level the rock surface to ensure uniform load distribution.

2. प्लेट का स्थानांतरण: / Placement of Plate:

- तैयार चट्टान की सतह पर स्टील प्लेट रखें। / Place the steel plate on the prepared rock surface.
- यदि सतह असमान है, तो पतली परत में महीन रेत या सीमेंट पेस्ट का उपयोग किया जा सकता है। / If the surface is uneven, a thin layer of fine sand or cement paste may be used.

3. लोडिंग सेटअप: / Loading Setup:

- हाइड्रोलिक जैक को प्लेट के ऊपर केंद्र में रखें। / Position the hydraulic jack centrally over the plate.
- काउंटरफोर्स लगाने के लिए लोडेड प्लेटफार्म या ट्रक जैसे प्रतिक्रिया प्रणाली का उपयोग करें। / Use a reaction system such as a loaded platform or truck to apply counterforce.
- सेटलमेंट को सटीक रूप से मापने के लिए डायल गेज संलग्न करें। / Attach dial gauges to measure settlements accurately.

4. भार का प्रयोग: / Application of Load:

- अनुमानित अंतिम भार का 1/5वां भाग बढ़ाकर भार लागू करें। / Apply load in increments of 1/5th of the estimated ultimate load.
- प्रत्येक भार को 15-30 मिनट तक बनाए रखें या जब तक सेटलमेंट स्थिर न हो जाए। / Maintain each load for a duration of 15–30 minutes or until settlement stabilizes.
- प्रत्येक चरण में सेटलमेंट रीडिंग रिकॉर्ड करें। / Record the settlement readings at each stage.

5. भार वृद्धि: / Load Increment:

- भार को धीरे-धीरे बढ़ाएं और सेटलमेंट रीडिंग लेना जारी रखें। / Increase the load gradually and continue taking settlement readings.
- जब तक महत्वपूर्ण सेटलमेंट न हो जाए या परीक्षण अनुमानित कार्यभार के दोगुने तक न पहुंच जाए, तब तक भार बढ़ाते रहें। / Continue loading until a significant settlement occurs or the test reaches twice the estimated working load.

6. भार हटाना: / Unloading:

- चरणों में धीरे-धीरे भार कम करें और प्लेट की रिकवरी को नोट करें। / Gradually reduce the load in steps, noting the recovery of the plate.

7. डेटा रिकॉर्डिंग: / Data Recording:

- अवलोकन तालिका में लागू भार और संबंधित सेटलमेंट को रिकॉर्ड करें। / Record the applied load and corresponding settlements in an observation table.

अवलोकन तालिका / Observation Table:

क्रम संख्या / Serial no.	भार / Load (kN)	बैठना / Settlement (mm)	अनलोडिंग के बाद पुनर्प्राप्ति / Recovery after unloading (mm)
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

गणना और परिणाम: / Calculation and Result:

- लोड बनाम सेटलमेंट ग्राफ बनाएं। / Plot the load vs. settlement graph.
- विफलता मानदंड का उपयोग करके ग्राफ से अंतिम वहन क्षमता (q_{ult}) निर्धारित करें। / Determine the ultimate bearing capacity (q_{ult}) from the graph using the failure criteria.
- निम्नलिखित सूत्र का उपयोग करके सुरक्षित वहन क्षमता (q_{safe}) की गणना करें: / Compute the safe bearing capacity (q_{safe}) using:

$$q_{safe} = \frac{q_{ult}}{FOS} = \text{_____} kN/m^2$$

जहां FOS (सुरक्षा कारक) आमतौर पर 2.5 से 3 लिया जाता है। / Where FOS (Factor of Safety) is generally taken as 2.5 to 3.

- अंतिम परिणाम kN/m^2 में व्यक्त किया जाता है। / The final result is expressed in kN/m^2

सावधानियां / Precautions:

- भार लागू करने से पहले प्लेट का सही समतलीकरण सुनिश्चित करें। / Ensure proper leveling of the plate before applying load.
- सेटलमेंट अवलोकन के लिए सटीक माप उपकरणों का उपयोग करें। / Use accurate measuring instruments for settlement observations.

3. समान लोडिंग वृद्धि और अवधि बनाए रखें। / Maintain uniform loading increments and duration.
4. परीक्षण के दौरान बाहरी व्यवधानों से बचें। / Avoid external disturbances during the test.
5. लोड अनुप्रयोग के लिए एक स्थिर प्रतिक्रिया प्रणाली सुनिश्चित करें। / Ensure a stable reaction system for load application.

टिप्पणी / Comment:

संदर्भ / Reference:

आईएस 1888:1981 - मिट्टी पर भार परीक्षण की विधि। / IS 1888:1981 - Method of Load Test on Soils.

प्रश्न: / Questions:

1. प्लेट लोड परीक्षण का उद्देश्य क्या है? / What is the purpose of the Plate Load Test?
2. इस परीक्षण से अंतिम वहन क्षमता कैसे निर्धारित की जाती है? / How is the ultimate bearing capacity determined from the test?
3. सुरक्षित वहन क्षमता निर्धारित करने में सुरक्षा कारक का उपयोग क्यों किया जाता है? / Why do we use a factor of safety in determining the safe bearing capacity?
4. प्लेट लोड परीक्षण की सामान्य सीमाएँ क्या हैं? / What are the common limitations of the Plate Load Test?
5. यह परीक्षण विभिन्न प्रकार की चट्टानों को कैसे ध्यान में रखता है? / How does the test account for different rock types?