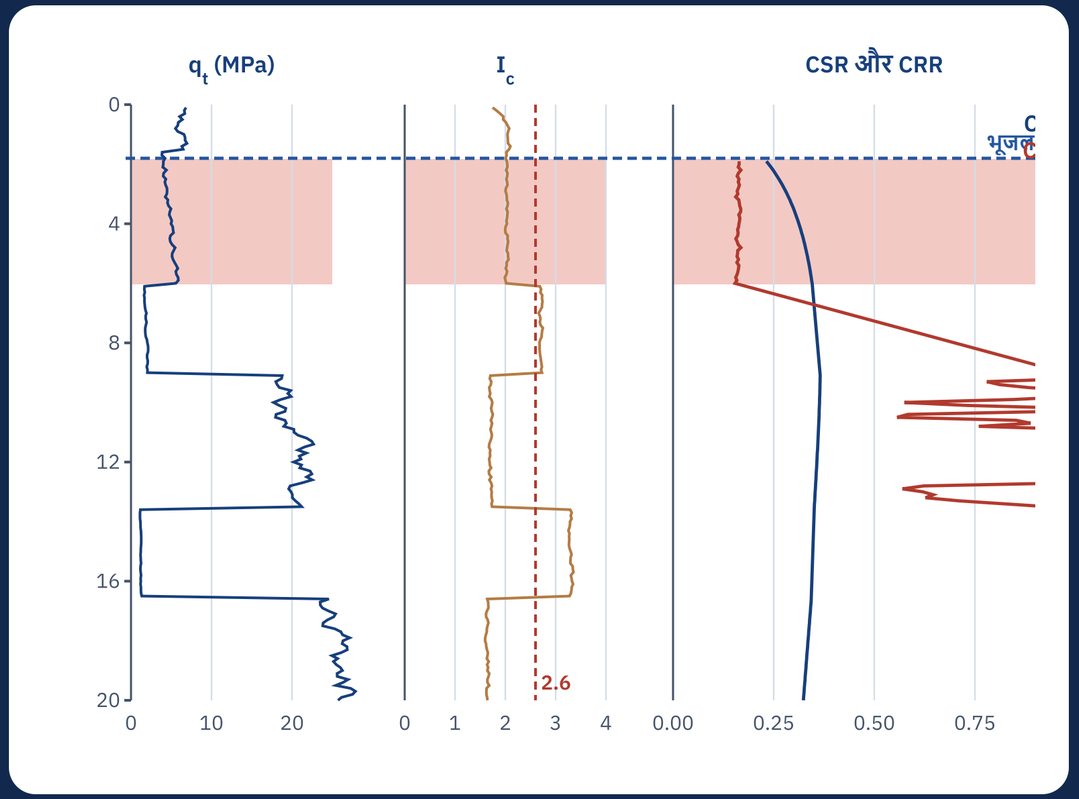
GeoTerva

भू-तकनीकी व्याख्यान स्लाइड · द्रवीकरण

CPT द्वारा द्रवीकरण ट्रिगरिंग

व्याख्यान: CPT से द्रवीकरण का ट्रिगरिंग; एक शंकु पाठ्यांक दो विधियों (Boulanger–Idriss, Robertson–Wride) से आदि से अंत तक हाथ से हल किया जाता है, शेष पाठ्यांक सारणियों के साथ।

शंकु आँकड़े · Ic | दो विधियाँ | CSR · CRR · FS | क्षेत्र | हाथ से हल योग्य



परिचय

इस व्याख्यान में हम क्या सीखेंगे?

शंकु अभिलेख (q_c, f_s, u_2) से **सुधारित शंकु प्रतिरोध q_t**, **घर्षण अनुपात R_f** और **मृदा व्यवहार प्रकार सूचकांक I_c** का निर्धारण

मृदा प्रकार, इकाई भार और महीन कणों की मात्रा का **शंकु आँकड़ों से अनुमान** (परत तालिका दर्ज नहीं की जाती)

दो पूर्ण पैकेज: Boulanger–Idriss (2014) और Robertson–Wride (1998, NCEER); प्रत्येक का सामान्यीकरण, CRR वक्र, MSF और K_σ आंतरिक रूप से संगत है

CSR, **FS = CRR/CSR**, छाँटे गए पाठ्यांक, **क्षेत्र** और द्रवीकृत होने वाली मोटाई

बोरहोल की **एक रीडिंग (4.00 m) दो विधियों से हाथ द्वारा**; अन्य रीडिंग उन्हीं चरणों से तालिका में

व्याख्यान प्रवाह

प्रत्येक विषय **तीन चरणों में** पढ़ाया जाता है:

1 · **सिद्धांत**: सूत्र और उसका औचित्य

2 · **प्रश्न**: दिया गया है और ज्ञात करना है

3 · **हल**: चरण-दर-चरण, संख्याओं सहित

उदाहरण: CPT-1 (भूजल स्तर 1.80 m; 20 m गहराई, 5 cm अंतराल); a_{max} = 0.35 g, M = 7.5, शुद्ध क्षेत्रफल अनुपात a = 0.80, $FS_{required}$ = 1.20।

q_t, R_f और इकाइयाँ

सिद्धांत

शंकु लगभग सतत अभिलेख प्रदान करता है (पठन अंतराल 1–5 cm), इसलिए दर्ज करने के लिए कोई परत तालिका नहीं है।

मृदा प्रकार, इकाई भार और महीन कणों की मात्रा का अनुमान **शंकु आँकड़ों से** लगाया जाता है।

द्रवीकरण के परिणाम — सेटलमेंट, पार्श्व प्रसार, धारण क्षमता की हानि — इस संस्करण के दायरे से बाहर हैं।

संशोधित शंकु प्रतिरोध $q_t = q_c + (1 - a)\cdot u_2$ संबंध से निकाला जाता है; यहाँ a शंकु का शुद्ध क्षेत्रफल अनुपात है (0.65–0.85; प्रचलित मान 0.80)।

u_2 का मान जलस्थैतिक मान से बहुत अधिक होने वाली कोमल मृत्तिका और गाद में सुधार महत्वपूर्ण होता है, रेत में यह छोटा रहता है; यदि u_2 दर्ज न किया गया हो तो $q_t = q_c$ लिया जाता है।

$$q_t = q_c + (1 - a)\, u_2 \qquad R_f = \frac{f_s}{q_t} \times 100\,\%$$

CPT से γ; दो भूजल स्तर गहराइयाँ

सिद्धांत

इकाई भार प्रत्येक पाठ्यांक पर CPT आँकड़ों से अनुमानित किया जाता है; **R_f** % में है और मान 1.5 γ_w तथा 2.5 γ_w के बीच रखा जाता है।

इकाई भार को सतह से समाकलित किया जाता है; विकल्प के रूप में दो स्थिर मान प्रयोग किए जाते हैं: भूजल स्तर के ऊपर γ और उसके नीचे γ_{sat}।

रंध्र जल दाब भूजल स्तर से द्रवस्थैतिक माना जाता है; **C_N** और **I_c** के लिए परीक्षण के समय का, CSR और K_σ के लिए डिज़ाइन भूजल स्तर प्रयोग किया जाता है।

$$\frac{\gamma}{\gamma_w} = 0.27 \log R_f + 0.36 \log \frac{q_t}{P_a} + 1.236 \qquad \sigma_v = \int \gamma \, dz \qquad u = \gamma_w (z - z_w) \qquad \sigma'_v = \sigma_v - u$$

I_c और घातांक n

सिद्धांत

मृदा व्यवहार प्रकार सूचकांक की गणना $I_c = [(3.47 - \log Q)^2 + (\log F + 1.22)^2]^{0.5}$ संबंध से की जाती है।

घातांक n रेत में 0.5 और मृत्तिका में 1.0 मान लेता है तथा Robertson & Wride (1998) की पुनरावृत्ति से निर्धारित होता है।

रेखाचित्रों में मृदा लॉग इसी वर्गीकरण पर आधारित है; h_{min} से पतली कोई श्रेणी अपने अधिक लंबे पड़ोसी में मिला दी जाती है।

$$I_c = \left[(3.47 - \log Q)^2 + (\log F + 1.22)^2\right]^{0.5} \qquad Q = \frac{q_t - \sigma_v}{P_a}\left(\frac{P_a}{\sigma'_v}\right)^n \qquad F = \frac{f_s}{q_t - \sigma_v} \times 100\,\%$$

I_c परास	< 1.31	1.31 – 2.05	2.05 – 2.60	2.60 – 2.95	2.95 – 3.60	> 3.60
मृदा (Robertson 1990)	बजरीयुक्त – सघन रेत	रेत: स्वच्छ – गादयुक्त	रेत मिश्रण	गाद मिश्रण	मृत्तिका	कार्बनिक

कौन-सा पाठ्यांक माना जाता है?

सिद्धांत

कोई पाठ्यांक तभी मूल्यांकित किया जाता है जब वह डिज़ाइन भूजल स्तर के नीचे हो, गहराई z_{max} से अधिक गहरा न हो, और रेत की तरह व्यवहार करने वाली मृदा में स्थित हो।

जिन मृदाओं में I_c का मान $I_{c,lim}$ (डिफ़ॉल्ट 2.6) से अधिक है, उन्हें मृत्तिका-सदृश माना जाता है; इन मृदाओं को चक्रीय मृदुकरण जाँच के लिए छोड़ा गया है।

रेत-सदृश और मृत्तिका-सदृश व्यवहार के बीच की सीमा तीक्ष्ण नहीं है; विश्लेषण को $I_{c,lim}$ = 2.4, 2.6 और 2.8 के साथ दोहराने की अनुशंसा की जाती है।

जिस रीडिंग में शुद्ध शंकु प्रतिरोध $q_t - \sigma_v$ धनात्मक नहीं है, उसमें मृदा व्यवहार सूचकांक परिभाषित नहीं किया जा सकता और रीडिंग का मूल्यांकन नहीं किया जाता; हटाई गई रीडिंग अपने कारणों सहित सभी सारणियों में बनी रहती हैं।

$q_t \rightarrow q_{c1N} \rightarrow q_{c1Ncs}$

सिद्धांत

Boulanger & Idriss (2014) सामान्यीकरण में घातांक परिणाम पर निर्भर होने के कारण C_N पुनरावृत्ति से ज्ञात किया जाता है और m संबंध में q_{c1Ncs} का मान 21 और 254 के बीच रखा जाता है।

FC = 80(I_c + C_{FC}) − 137 संबंध में C_{FC}, I_c और महीन कणों की मात्रा के बीच सहसंबंध का फ़िट पैरामीटर है; 0 सामान्य सहसंबंध के अनुरूप है, और ±0.29 इस सहसंबंध का एक मानक विचलन है।

सहसंबंध का प्रकीर्णन बड़ा होने के कारण, CPT बिंदुओं के निकट के बोरहोल से लिए गए नमूनों की प्रयोगशाला में निर्धारित महीन कणों की मात्रा से ज्ञात साइट-विशिष्ट C_{FC} मान अधिक उपयुक्त है और इसे प्रत्येक भू-वैज्ञानिक इकाई के लिए अलग-अलग निर्धारित किया जाना चाहिए।

$$q_{c1N} = C_N \frac{q_t}{P_a} \qquad C_N = \left(\frac{P_a}{\sigma'_v}\right)^m \leq 1.7 \qquad m = 1.338 - 0.249\, q_{c1Ncs}^{0.264}$$

$$FC = 80\,(I_c + C_{FC}) - 137 \qquad \Delta q_{c1N} = \left(11.9 + \frac{q_{c1N}}{14.6}\right) \exp\left[1.63 - \frac{9.7}{FC+2} - \left(\frac{15.7}{FC+2}\right)^2\right] \qquad q_{c1Ncs} = q_{c1N} + \Delta q_{c1N}$$

CRR, MSF और K_σ

सिद्धांत

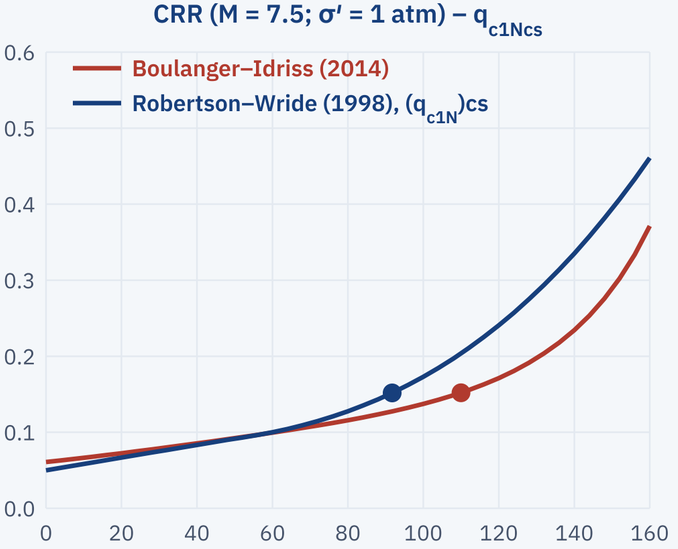
Boulanger & Idriss (2014) प्रतिरोध वक्र रिपोर्ट में दिया गया नियतात्मक वक्र है और केस डेटा के 16वें प्रतिशतक (स्थिरांक 2.80) पर आधारित है।

CRR(M=7.5; σ′=1) वक्र q_{c1Ncs} मान से प्राप्त होता है; q_{c1Ncs} के 211 से ऊपर होने पर C_σ सीमा तक पहुँच जाने के कारण 211 मान लिया जाता है।

K_σ संबंध में σ'_v डिज़ाइन भूजल स्तर के संगत प्रभावी प्रतिबल है।

$$CRR_{7.5,1} = \exp\left[\frac{q}{113} + \left(\frac{q}{1000}\right)^2 - \left(\frac{q}{140}\right)^3 + \left(\frac{q}{137}\right)^4 - 2.80\right] \qquad q = q_{c1Ncs}$$

$$MSF = 1 + (MSF_{max} - 1)(8.64e^{-M/4} - 1.325) \qquad MSF_{max} = 1.09 + \left(\frac{q}{180}\right)^3 \qquad K_\sigma = 1 - C$$



Kc, CRR और MSF

सिद्धांत

सुधारित शंकु प्रतिरोध $(q_{c1N})_{cs} = K_c\, q_{c1N}$ संबंध से परिकलित किया जाता है; K_c, Ic पर निर्भर करता है और $Ic \le 1.64$ के लिए 1 मान लेता है।

जिस स्वच्छ रेत में $1.64 < Ic < 2.36$ हो और घर्षण अनुपात 0.5% से कम रहे, उसमें $K_c = 1$ लिया जाता है और महीन कण सुधार लागू नहीं किया जाता।

स्वच्छ रेत वक्र $(q_{c1N})_{cs} = 160$ पर समाप्त होता है; मॉड्यूल उसी घन संबंध को 250 तक ($CRR_{7.5} = 1.5$) जारी रखता है और रीडिंग को चिह्नित करता है।

$$q_{c1N} = C_Q \frac{q_t}{P_a} \quad C_Q = \left(\frac{P_a}{\sigma'_v}\right)^n \le 1.7 \qquad (q_{c1N})_{cs} = K_c\, q_{c1N} \qquad K_c = -0.403 I_c^4 + 5.581 I_c^3 - 21.63 I_c^2 + 33.75 I_c - 17.88$$

$$CRR_{7.5} = 0.833 \frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000} + 0.05 \; (< 50) \quad 93 \left(\frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000}\right)^3 + 0.08 \; (50 \ldots 160) \qquad MSF = \frac{102.24}{M^{2.56}} \quad K_\sigma = \left(\frac{\sigma'_v}{P_a}\right)^{f-1}$$

CSR और दोनों विधियों का r_d संबंध

सिद्धांत

चक्रीय प्रतिबल अनुपात CSR = 0.65 (σ_v/σ'_v) a_{max} r_d के रूप में व्यक्त किया जाता है; यहाँ σ_v और σ'_v डिज़ाइन भूजल स्तर के अनुसार गणना किए गए प्रतिबल हैं।

गहराई न्यूनीकरण गुणांक r_d के लिए B&I; विधि में Idriss और R&W; विधि में Liao–Whitman संबंध प्रयुक्त होता है; परिमाण और ओवरबर्डन सुधार मांग (प्रतिबल अनुपात) पर नहीं, प्रतिरोध पर लागू किए जाते हैं।

$$CSR = 0.65\,\frac{\sigma_v}{\sigma'_v}\,a_{max}\,r_d \qquad r_d^{BI} = \exp[\alpha + \beta M] \qquad r_d^{RW} = 1.0 - 0.00765z\ (z \le 9.15\ \text{m})$$

z (m)	2	4	6	8	10	15	20
r_d Boulanger–Idriss (M = 7.5)	0.991	0.972	0.949	0.924	0.896	0.822	0.750
r_d Robertson–Wride	0.985	0.969	0.954	0.939	0.907	0.773	0.640

FS = CRR / CSR

सिद्धांत

प्रत्येक रीडिंग अपने ऊपर और नीचे की रीडिंग तक की दूरी के आधे का प्रतिनिधित्व करती है; यह प्रतिनिधि दूरी दोनों दिशाओं में 0.25 m से अधिक नहीं होती, अथवा यदि सामान्य रीडिंग अंतराल का 3/4 इससे बड़ा हो तो उस 3/4 से अधिक नहीं होती।

अभिलेख में कोई रिक्त अंतराल परिणामों तक बहिर्वेशित नहीं किया जाता; वह “कोई पाठ्यांक नहीं” के रूप में अमूल्यांकित श्रेणी बना रहता है और एक चेतावनी में सूचीबद्ध किया जाता है।

समान परिणाम वाली क्रमिक रीडिंग एक क्रम बनाती हैं; h_{min} (डिफ़ॉल्ट 0.10 m) से पतला एकल-परिणाम वाला क्रम अपने अधिक लंबे पड़ोसी का परिणाम ले लेता है और समान परिणाम वाले पड़ोसी क्रम मिलकर क्षेत्र बनाते हैं।

प्रत्येक विधि एक संपूर्ण इकाई है; प्रतिबल न्यूनीकरण गुणांक, सामान्यीकरण, स्वच्छ रेत सुधार, परिमाण और ओवरबर्डन गुणांक तथा प्रतिरोध वक्र एक केस डेटाबेस से साथ-साथ व्युत्पन्न किए गए हैं।

दोनों विधियों के स्रोत यह निर्देश देते हैं कि एक विधि के घटकों को दूसरी विधि के घटकों के साथ न मिलाया जाए; मॉड्यूल में विधि का चयन इन सभी घटकों को एक साथ बदल देता है।

$$FS = \frac{CRR}{CSR} \qquad \text{FS} < 1: \text{ द्रवीकरण होता है} \qquad 1 \le FS < FS_{req}\ (1.20): \text{ सीमा पर}$$

प्रश्न

उदाहरण

दिया गया है

पाठ्यांक	$q_c = 4.956$ **MPa,** $f_s = 46.2$ **kPa,** $u_2 = 21.6$ **kPa; शुद्ध क्षेत्रफल अनुपात** $a = 0.80$
स्थल	**भूजल स्तर** $z_w = 1.80$ **m (डिज़ाइन भूजल स्तर वही); इकाई भार CPT से (0 से 4 m तक 80 रीडिंग)**
भूकंप	$a_{max} = 0.35g$, $M = 7.5$; $C_{FC} = 0$; **Robertson–Wride** $f = 0.7$; $FS_{req} = 1.20$

ज्ञात करना है

q_t, σ'_v, I_c; Boulanger–Idriss और Robertson–Wride के अनुसार q_{c1Ncs}, CRR, CSR, FS।

हल (1/8)

हल

1 संशोधित सिरा प्रतिरोध और घर्षण अनुपात

$$q_t = q_c + (1-a)u_2 = 4956 + (1-0.80)(21.6) = \mathbf{4{,}960.32}\ \text{kPa}$$

$$R_f = \frac{f_s}{q_t} \times 100 = \frac{46.2}{4{,}960.32} \times 100 = \mathbf{0.9314}\ \%$$

2 इकाई भार (Robertson–Cabal)

$$\gamma = (0.27 \log R_f + 0.36 \log \tfrac{q_t}{P_a} + 1.236)\gamma_w = (1.8360)(9.81) = \mathbf{18.01}\ \text{kN/m}^3$$

3 प्रतिबल

$$\sigma_v = \sum \tfrac{1}{2}(\gamma_{k-1} + \gamma_k)\Delta z = \mathbf{73.64}\ \text{kPa} \qquad u = 9.81(4.00 - 1.80) = 21.58\ \text{kPa}$$

$$\sigma'_v = \sigma_v - u = 73.64 - 21.58 = \mathbf{52.05}\ \text{kPa}$$

प्रभावी ऊर्ध्वाधर प्रतिबल **σ′v = 52.05 kPa**।

हल (2/8)

हल

4 शुद्ध सिरा धारण और F

$$q_t - \sigma_v = 4{,}960.32 - 73.64 = \mathbf{4{,}886.68}\ \text{kPa}$$

$$F = \frac{f_s}{q_t - \sigma_v} \times 100 = \frac{46.2}{4{,}886.68} \times 100 = \mathbf{0.9454\ \%}$$

5 घातांक n की पुनरावृत्ति (Robertson–Wride): पहले n = 1.0 (मृत्तिका परीक्षण)

$$Q = \frac{q_t - \sigma_v}{P_a}\left(\frac{P_a}{\sigma'_v}\right)^{1} = 93.88$$

$$I_c = \sqrt{(3.47 - \log 93.88)^2 + (\log 0.9454 + 1.22)^2} = \mathbf{1.9162} \le 2.6 \Rightarrow \text{मृत्तिका नहीं}$$

हल (3/8)

हल

6 n = 0.5 (रेत) आज़माया जाता है

$$Q = 48.2278 \left(\frac{101.325}{52.05} \right)^{0.5} = 67.29$$

$$I_c = \sqrt{(3.47 - \log 67.29)^2 + (\log 0.9454 + 1.22)^2} = \mathbf{2.0312} \leq 2.6 \;\Rightarrow\; n = 0.5$$

I_c = 2.031 ≤ 2.6: मृत्तिका-सदृश नहीं, रीडिंग का मूल्यांकन किया जाता है।

हल (4/8)

हल

7 महीन कणों की मात्रा ($C_{FC} = 0$)

$$FC = 80\,(I_c + C_{FC}) - 137 = 80(2.0312) - 137 = \mathbf{25.50\ \%}$$

8 m और C_N परस्पर निर्भर हैं: q_{c1Ncs} के साथ पुनरावृत्ति ($x = q_t/P_a = 48.955$, $\sigma'_v = 52.05$)

पुनरावृत्ति	q_{c1Ncs} (इनपुट)	m	C_N	$q_{c1N} = C_N q_t/P_a$	Δq_{c1N}	q_{c1Ncs} (आउटपुट)
1	48.955	0.6425	1.5341	75.100	44.128	119.227
2	119.227	0.4582	1.3569	66.427	42.590	109.017
3	109.017	0.4788	1.3756	67.342	42.752	110.094
4	110.094	0.4766	1.3736	67.242	42.734	109.977
…	…	…	…	…	…	…
13	109.988	0.4768	1.3738	67.252	42.736	109.988

13 पुनरावृत्तियों में अभिसरण होता है: **m = 0.4768, C_N = 1.3738, q_{c1N} = 67.252, Δq_{c1N} = 42.736 → q_{c1Ncs} = 109.988**।

हल (5/8)

हल

9 आधारभूत प्रतिरोध (M = 7.5; 1 atm), MSF और K_σ (q_{c1Ncs} = 109.99)

$$CRR_{7.5,1} = \exp[q/113 + (q/1000)^2 - (q/140)^3 + (q/137)^4 - 2.80] \quad (q = 109.99)$$

$$CRR_{7.5,1} = \exp[-1.8840] = \mathbf{0.1520}$$

$$MSF_{max} = 1.09 + (109.99/180)^3 = 1.3181$$

$$MSF = 1 + (1.3181 - 1)(8.64e^{-7.5/4} - 1.325) = \mathbf{1.0000}$$

$$C_\sigma = 1/(37.3 - 8.27(109.99)^{0.264}) = 0.1150$$

$$K_\sigma = 1 - 0.1150 \ln(52.05/101.325) = \mathbf{1.0766}$$

$CRR_{7.5;1}$ = **0.1520**; MSF = **1.0000**; K_σ = **1.0766** → CRR = **0.1636**.

हल (6/8)

हल

10 प्रतिबल अनुपात (मांग; Idriss r_d) और सुरक्षा गुणांक

$$r_d = \exp[\alpha + \beta M] = \exp[-0.1971 + 0.0225(7.5)] = 0.9718$$

$$CSR = 0.65\,\frac{\sigma_v}{\sigma'_v}\,a_{max}\,r_d = 0.65\left(\frac{73.64}{52.05}\right)(0.35)(0.9718) = \mathbf{0.3127}$$

$$CRR = CRR_{7.5,1}\cdot MSF\cdot K_\sigma = 0.1520(1.0000)(1.0766) = 0.1636$$

$$FS = \frac{CRR}{CSR} = \frac{0.1636}{0.3127} = \mathbf{0.523}$$

Boulanger–Idriss: **FS = 0.523 < 1**, द्रवीकरण आरंभ हो जाता है।

हल (7/8)

हल

11 C_Q और q_{c1N} (n = 0.5 समान)

$$C_Q = (P_a/\sigma'_v)^{0.5} = (101.325/52.05)^{0.5} = 1.3952$$

$$q_{c1N} = C_Q \frac{q_t}{P_a} = 1.3952(48.955) = 68.300$$

12 K_c (I_c = 2.031: 1.64 < I_c < 2.36 परंतु F = 0.945% ≥ 0.5: महीन कण सुधार लागू है)

$$K_c = -0.403I_c^4 + 5.581I_c^3 - 21.63I_c^2 + 33.75I_c - 17.88 = \mathbf{1.3430}$$

$$(q_{c1N})_{cs} = K_c\, q_{c1N} = 1.3430(68.300) = \mathbf{91.727}$$

Robertson–Wride में महीन कणों का प्रभाव **K_c गुणक** (1.343) के रूप में आता है; Boulanger–Idriss में Δq_{c1N} **जोड़ा जाता है** (+42.7); $(q_{c1N})cs$ = 91.73, q_{c1Ncs} = 109.99।

हल (8/8)

हल

13 प्रतिरोध, मांग (Liao–Whitman r_d; $\sigma'_v < P_a$ होने से $K_\sigma = 1$) और FS

$$CRR_{7.5} = 93\left(\frac{91.727}{1000}\right)^3 + 0.08 = 0.1518 \qquad MSF = \frac{102.24}{7.5^{2.56}} = 0.9996$$

$$r_d = 1 - 0.00765(4) = 0.9694 \qquad CSR = 0.65\left(\frac{73.64}{52.05}\right)(0.35)(0.9694) = 0.3120$$

$$FS = \frac{CRR_{7.5}}{CSR}\,MSF\,K_\sigma = \frac{0.1518}{0.3120}(0.9996)(1) = \mathbf{0.486}$$

दोनों पैकेज एक ही निष्कर्ष पर पहुँचते हैं: **Boulanger–Idriss FS = 0.523**, **Robertson–Wride FS = 0.486**; दोनों < 1। दोनों के बीच का अंतर महीन कणों के संशोधन और r_d से आता है।

हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

प्रश्न

उदाहरण

दिया गया है

बोरहोल	**CPT-1: 20 m, 5 cm अंतराल पर 400 पाठ्यांक; भूजल स्तर** 1.80 m
विधियाँ	**Boulanger–Idriss और Robertson–Wride; प्रत्येक रीडिंग उदाहरण 1 के चरणों से हल की जाती है**

ज्ञात करना है

प्रत्येक मीटर के पाठ्यांक के लिए q_t, R_f, I_c, **मृदा**, σ'_v, q_{c1Ncs}, **CSR, CRR, FS** (दो विधियाँ) और निर्णय।

हल (1/2)

हल

z (m)	q_t (MPa)	R_f %	I_c	मृदा	σ'_v	q_{c1Ncs} (BI)	CSR (BI)	FS (BI)	$(q_{c1N})cs$ (RW)	FS (RW)	निर्णय (BI / RW)
1	6.58	2.27	2.04	रेत	19.4	–	–	–	–	–	*भूजल स्तर के ऊपर*
2	4.02	0.93	2.04	रेत	36.0	108.4	0.238	0.691	90.1	0.626	द्रवीकरण होता है / द्रवीकरण होता है
3	4.46	0.87	2.02	रेत	43.9	107.1	0.283	0.569	88.8	0.514	द्रवीकरण होता है / द्रवीकरण होता है
4	**4.96**	**0.93**	**2.03**	**रेत**	**52.1**	**110.0**	**0.313**	**0.523**	**91.7**	**0.486**	**द्रवीकरण होता है / द्रवीकरण होता है**
5	5.12	0.95	2.05	रेत	60.3	109.7	0.332	0.483	90.2	0.445	द्रवीकरण होता है / द्रवीकरण होता है
6	5.57	0.84	2.02	रेत	68.6	107.2	0.346	0.445	88.4	0.415	द्रवीकरण होता है / द्रवीकरण होता है
7	1.92	2.43	2.66	गाद मिश्रण	76.4	–	–	–	–	–	*मृत्तिका जैसा*
8	2.03	2.40	2.68	गाद मिश्रण	84.3	–	–	–	–	–	*मृत्तिका जैसा*
9	2.03	2.55	2.73	गाद मिश्रण	92.3	–	–	–	–	–	*मृत्तिका जैसा*
10	17.69	1.00	1.74	रेत	102.5	173.9	0.364	1.579	184.9	1.808	सुरक्षित / सुरक्षित
11	20.25	1.03	1.72	रेत	112.8	192.7	0.361	3.455	199.1	2.187	सुरक्षित / सुरक्षित
12	20.21	0.88	1.69	रेत	123.3	186.2	0.357	2.527	186.1	1.821	सुरक्षित / सुरक्षित
13	19.88	0.95	1.73	रेत	133.8	177.5	0.353	1.758	180.8	1.689	सुरक्षित / सुरक्षित
14	1.17	3.85	3.28	मृत्तिका	142.9	–	–	–	–	–	*मृत्तिका जैसा*
15	1.21	3.91	3.30	मृत्तिका	150.6	–	–	–	–	–	*मृत्तिका जैसा*
16	1.22	3.91	3.33	मृत्तिका	158.3	–	–	–	–	–	*मृत्तिका जैसा*
17	24.54	0.77	1.63	रेत	167.3	206.1	0.341	6.842	188.5	1.951	सुरक्षित / सुरक्षित
18	26.33	0.71	1.60	रेत	177.7	218.9	0.335	9.233	196.2	2.212	सुरक्षित / सुरक्षित
19	26.27	0.79	1.64	रेत	188.3	213.7	0.330	9.199	189.9	2.069	सुरक्षित / सुरक्षित
20	25.71	0.76	1.65	रेत	198.9	203.9	0.324	5.959	181.1	1.868	सुरक्षित / सुरक्षित

हल (2/2)

हल

1 पाठ्यांक से क्षेत्र तक: प्रत्येक पाठ्यांक पड़ोसी मध्य-बिंदुओं तक (अधिकतम 0.25 m) का प्रतिनिधित्व करता है; समान परिणाम संयुक्त कर दिए जाते हैं

विधि	द्रवणशील क्षेत्र (m)	मोटाई (m)	सीमा पर (m)	न्यूनतम FS	z (m)
Boulanger–Idriss	1.83 – 6.03	**4.20**	0.00	0.445	6.00
Robertson–Wride	1.83 – 6.03	**4.20**	0.00	0.415	6.00

दोनों विधियाँ CPT-1 में **1.83 – 6.03 m** परास (4.20 m) को द्रवीकरण-योग्य मानती हैं; न्यूनतम FS दोनों में 6.0 m पर है। 4.0 m वाली पंक्ति हाथ से हल किया गया उदाहरण 1 है। 6 – 9 m के बीच की गाद-जैसी परत (I_c > 2.6) को मृत्तिका-जैसी मानकर 7 – 9 m की पंक्तियों में छाँट दिया जाता है।

हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

प्रश्न

उदाहरण

दिया गया है

बोरहोल	**CPT-1 (भूजल स्तर 1.80 m), CPT-2 (2.40 m), CPT-3 (3.10 m); समान प्राचल**
तुलना	**प्रत्येक विधि अपने स्वयं के पैकेज के साथ**

ज्ञात करना है

प्रत्येक बोरहोल का **न्यूनतम FS**, **द्रवीकृत** और **सीमा रेखा पर** की मोटाइयाँ।

हल

हल

बोरहोल	भूजल स्तर (m)	विधि	न्यूनतम FS	z (m)	द्रवीकृत क्षेत्र (m)	मोटाई (m)	सीमा पर (m)
CPT-1	1.80	Boulanger–Idriss	**0.445**	6.00	1.83 – 6.03	4.20	0.00
		Robertson–Wride	**0.415**	6.00	1.83 – 6.03	4.20	0.00
CPT-2	2.40	Boulanger–Idriss	**0.605**	7.10	2.62 – 7.53	4.90	0.85
		Robertson–Wride	**0.640**	7.10	2.67 – 7.53	4.85	0.25
CPT-3	3.10	Boulanger–Idriss	**0.655**	8.50	5.03 – 10.03	5.00	0.00
		Robertson–Wride	**0.683**	8.50	5.03 – 10.03	5.00	0.00

प्रत्येक बोरहोल में दोनों विधियाँ द्रवीकरण को प्रेरित करती हैं; द्रवित मोटाइयाँ लगभग समान हैं (4.2 – 5.0 m)। अंतर सीमांत मोटाई में (CPT-2: 0.85 / 0.25 m) और न्यूनतम FS में हैं। न्यूनतम FS **शोर के प्रति संवेदनशील** है; मोटाई अधिक स्थिर मान है।

हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

प्रश्न

उदाहरण

दिया गया है

आधार स्थिति	**CPT-1:** $a_{max} = 0.35g$, $M = 7.5$, $I_{c,lim} = 2.6$, $C_{FC} = 0$, **डिज़ाइन भूजल स्तर = परीक्षण भूजल स्तर** (1.80 **m**)
चर	**एक समय में केवल एक:** $I_{c,lim}$ **2.4 / 2.8;** C_{FC} ∓ 0.29; a_{max} **0.25g / 0.45g; डिज़ाइन भूजल स्तर 1.0 m**

ज्ञात करना है

CPT-1 का **न्यूनतम FS** और **द्रवित मोटाई** (दो विधियाँ); C_{FC} के लिए FC की हाथ से जाँच।

हल (1/2)

हल

स्थिति	परिवर्तन	FS_{min} (BI)	z (m)	मोटाई (m)	FS_{min} (RW)	z (m)	मोटाई (m)
आधार	–	0.445	6.00	**4.20**	0.415	6.00	**4.20**
$I_{c,lim}$ घटता है	2.4	0.445	6.00	**4.20**	0.415	6.00	**4.20**
$I_{c,lim}$ बढ़ता है	2.8	0.318	8.80	**7.20**	0.391	8.45	**7.20**
C_{FC}	−0.29	0.318	6.00	**4.20**	–	–	–
C_{FC}	+0.29	0.579	6.00	**4.20**	–	–	–
a_{max} घटता है	0.25g	0.624	6.00	**4.20**	0.582	6.00	**4.20**
a_{max} बढ़ता है	0.45g	0.346	6.00	**4.20**	0.323	6.00	**4.20**
डिज़ाइन भूजल स्तर ऊपर उठता है	1.0 m	0.400	6.00	**4.50**	0.368	6.00	**4.50**

$I_{c,lim}$ = 2.8 सबसे प्रभावी इनपुट है: 6 – 9 m के बीच की गादयुक्त रेत (I_c 2.6 – 2.8) गणना में शामिल हो जाती है, द्रवीकृत होने वाली मोटाई 4.2 → **7.2 m** हो जाती है, FS_{min} ≈ 0.32। C_{FC} केवल B&I में है और FS को 0.32 – 0.58 के बीच बदलता है; a_{max} और डिज़ाइन भूजल स्तर मोटाई को अधिक नहीं बदलते।

हल (2/2)

हल

1 उदाहरण पाठ्यांक में (I_c = 2.031) महीन कणों की मात्रा पर C_{FC} का प्रभाव

$$C_{FC} = -0.29: \; FC = 80(2.0312 - 0.29) - 137 = \mathbf{2.30\ \%}$$

$$C_{FC} = 0: \; FC = 80(2.0312) - 137 = \mathbf{25.50\ \%}$$

$$C_{FC} = +0.29: \; FC = 80(2.0312 + 0.29) - 137 = \mathbf{48.70\ \%}$$

FC 2.3 → 25.5 → 48.7 % (I_c में अनिश्चितता FC को बहुत बदल देती है): इसलिए महीन कण संशोधन Δq_{c1N} अनिश्चित है और **स्थल-विशिष्ट C_{FC}** के लिए बोरहोल के पास प्रयोगशाला में महीन कणों की मात्रा आवश्यक है।

हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

सारांश

याद रखने योग्य बिंदु

शंकु अभिलेख → $q_t = q_c + (1 - a)u_2$, R_f, γ (CPT से), σ'_v, $\mathbf{I_c}$ (n की पुनरावृत्ति); $I_c > 2.6$ मृत्तिका-सदृश, छाँट दिया जाता है

दो पैकेज: Boulanger–Idriss ($FC = 80(I_c + C_{FC}) - 137$, q_{c1Ncs}, CRR, MSF, K_σ) और Robertson–Wride (K_c से गुणा करता है, CRR त्रिघात); इनके घटकों को मिलाया नहीं जाता

उदाहरण (4.00 m): σ'_v 52.05 kPa, I_c 2.031; B&I q_{c1Ncs} 109.99, CRR 0.1636, CSR 0.3127 → **FS 0.523**; R&W $(q_{c1N})cs$ 91.73, $CRR_{7.5}$ 0.1518, CSR 0.3120 → **FS 0.486**

ज़ोन: पड़ोसी मध्यबिंदुओं तक (≤ 0.25 m), h_{min} = 0.10 m से कम वाले मिला दिए जाते हैं; CPT-1 में द्रवीकरण योग्य 1.83 – 6.03 m (4.20 m)

संवेदनशीलता: $I_{c,lim}$ और C_{FC} प्रभावशाली हैं; न्यूनतम FS शोर के प्रति संवेदनशील है, मोटाई अधिक स्थिर है; निष्कर्ष केवल आरंभन (ट्रिगरिंग) के हैं, इसके परिणामों (सेटलमेंट, पार्श्व प्रसरण) की गणना अलग से की जाती है

संदर्भ

Boulanger, R.W., Idriss, I.M. (2014). CPT and SPT based liquefaction triggering procedures. Report UCD/CGM-14/01, University of California, Davis.

Robertson, P.K., Wride, C.E. (1998). Evaluating cyclic liquefaction potential using the cone penetration test. Canadian Geotechnical Journal, 35(3), 442–459.

Youd, T.L., Idriss, I.M. et al. (2001). Liquefaction resistance of soils: summary report from the 1996 NCEER and 1998 NCEER/NSF workshops. J. Geotech. Geoenviron. Eng., 127(10), 817–833.

Robertson, P.K. (1990). Soil classification using the cone penetration test. Canadian Geotechnical Journal, 27(1), 151–158.

Robertson, P.K., Cabal, K.L. (2010). Estimating soil unit weight from CPT. Proc. 2nd International Symposium on Cone Penetration Testing, Huntington Beach.

Idriss, I.M. (1999). An update to the Seed–Idriss simplified procedure for evaluating liquefaction potential. Proc. TRB Workshop, FHWA-RD-99-165.

Liao, S.S.C., Whitman, R.V. (1986). Overburden correction factors for SPT in sand. J. Geotech. Eng., ASCE, 112(3).

Hynes, M.E., Olsen, R.S. (1999). Influence of confining stress on liquefaction resistance. Proc. International Workshop on the Physics and Mechanics of Soil Liquefaction, Balkema.

Idriss, I.M., Boulanger, R.W. (2008). Soil liquefaction during earthquakes. EERI Monograph MNO-12.

टिप्पणी

सभी संख्यात्मक उदाहरण मॉड्यूल के अपने गणना इंजन से तैयार किए गए हैं; मॉड्यूल वही मान देता है। मॉड्यूल की प्रारंभिक परियोजना ये तीन बोरहोल हैं (a_{max} = 0.35g, M = 7.5)।

GeoTerva

ऑनलाइन भू-तकनीकी गणनाएँ

सिद्धांत से अनुप्रयोग तक

अपने शंकु भेदन परीक्षणों (q_c, f_s, u_2) के आँकड़े चिपकाएँ या फ़ाइल से पढ़वाएँ; भूजल स्तर और भूकंप पैरामीटर दर्ज करें। मॉड्यूल प्रत्येक रीडिंग के लिए I_c, CSR, CRR, FS, क्षेत्र, द्रवीकृत होने वाली मोटाई, दोनों विधियों के परिणाम, रंग-पट्टी वाली काट, चरण-दर-चरण हल और रिपोर्ट एक साथ देता है।

मॉड्यूल खोलें →

सिद्धांत पृष्ठ →

फ़ोन पर खोलें
नमूना मॉड्यूल के लिए पंजीकरण आवश्यक नहीं है।

यदि आप इन्हें अपने व्याख्यानों में उपयोग करना चाहें: info@geoterva.com