GeoTerva

भू-तकनीकी व्याख्यान स्लाइड · पाइल

मृत्तिका में पाइल की धारण क्षमता

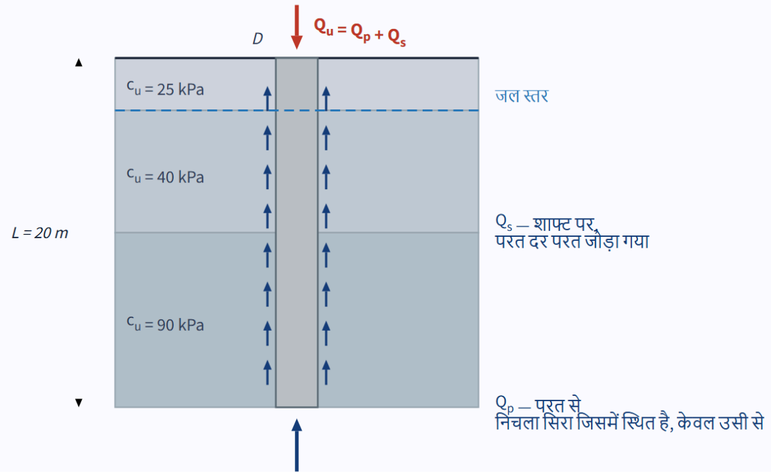
व्याख्यान: अनपवाहित सिरा धारण, α, λ और β विधियों से पार्श्व घर्षण, बोर की गई पाइल। प्रत्येक विधि का सिद्धांत, उसके बाद एक हल किया गया उदाहरण।

Meyerhof · Vesic

α · λ · β विधियाँ

बोर की गई पाइल

हल किए गए उदाहरण



परिचय

इस व्याख्यान में हम क्या सीखेंगे?

यह समझा सकना कि मृत्तिका को **अनपवाहित** ($\varphi = 0$) क्यों माना जाता है और प्रभावी प्रतिबल फिर भी कहाँ भूमिका निभाता है

सिरा धारण की गणना दो विधियों से कर सकना: Meyerhof ($N^*_c = 9$) और Vesic (दृढ़ता)

पार्श्व घर्षण की गणना **तीन दृष्टिकोणों** से कर पाना: α, λ और β

बोर की गई पाइल के विशेष नियम लागू कर पाना: दोनों लंबाइयों में $\alpha^* = 0$, इसका अपना आधार व्यंजक

अनुमेय धारण क्षमता तक पहुँचना और विभिन्न दृष्टिकोणों के परिणामों की साथ-साथ व्याख्या कर पाना

व्याख्यान प्रवाह

प्रत्येक विधि **तीन चरणों** में प्रस्तुत की जाती है:

1 · **सिद्धांत**: विधि कैसे कार्य करती है, ऐसा क्यों?

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

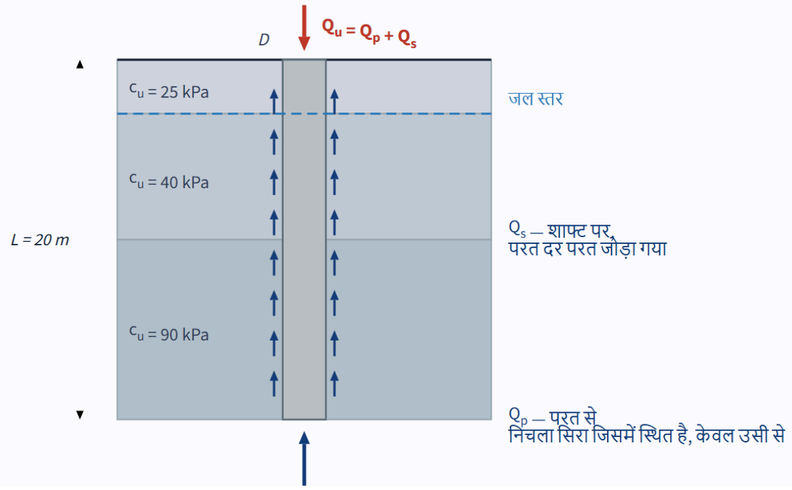
3 · **हल**: चरण-दर-चरण, संख्याओं सहित

अधिकांश उदाहरण एक ही पाइल के साथ किए गए हैं: 20 m लंबी, तीन मृत्तिका परतों से गुज़रने वाली पाइप पाइल।

भार दो प्रकार से स्थानांतरित होता है

सिद्धांत

पाइल अपना भार मृदा को **एक साथ दो मार्गों से** देती है: सिरे के नीचे की मृत्तिका गहरी नींव की भाँति **सिरा धारण** (Q_p) से, और शाफ्ट के अनुदिश मृत्तिका **आसंजन** (Q_s) से प्रतिरोध करती है।



$$Q_u = Q_p + Q_s \qquad Q_{all} = \frac{Q_u}{FS}$$

मृत्तिका में **शाफ्ट प्रतिरोध** परत-दर-परत जोड़ा जाता है; **सिरा धारण** केवल उसी परत से प्राप्त होता है जिसमें सिरा स्थित है।

एक विशिष्ट प्रोफ़ाइल में सिरा कुल का बहुत छोटा भाग होता है: उदाहरण पाइल में लगभग **नौ में से एक भाग**; शाफ्ट लगभग नौ में से आठ भाग। अनिश्चितता भी मुख्यतः शाफ्ट में है।

इस व्याख्यान में: **एकल पाइल**, मृत्तिका, चालित या बोर की गई, एकसमान अनुप्रस्थ काट वाली।

मृत्तिका को $\varphi = 0$ के साथ क्यों लिया जाता है?

सिद्धांत

संतृप्त मृत्तिका में संरचना का भार जल के निकलने की तुलना में **बहुत अधिक तेज़ी से** आता है; मृत्तिका **आयतन बदले बिना** अपरूपित होती है। इस स्थिति में सामर्थ्य एक ही संख्या है: **अनपवाहित अपरूपण सामर्थ्य** c_u, घर्षण कोण शून्य है।

$$\varphi = 0 \qquad \tau_f = c_u$$

रेत से **बड़ा अंतर**: प्रतिरोध अब प्रभावी प्रतिबल के अनुपात में नहीं बढ़ता। मृत्तिका में पाइल “अलग संख्याओं वाली रेत में पाइल” नहीं है।

फिर भी **दो विधियाँ** प्रभावी प्रतिबल का उपयोग करती हैं: λ विधि (लंबाई के अनुदिश उसका औसत) और β विधि (पूर्णतः उसी पर आधारित)। इसलिए यहाँ भी **भूजल स्तर** महत्वपूर्ण है; यह सिरा धारण और α विधि को प्रभावित नहीं करता।

प्रभावी प्रतिबल (λ और β के लिए)

$$\sigma' = \sum \gamma_i h_i \qquad \text{(भूजल स्तर के ऊपर)}$$
$$\sigma' = \sum (\gamma_{sat,i} - \gamma_w) h_i \qquad \text{(भूजल स्तर के नीचे)}$$

$\gamma_w = 9.81\ \text{kN/m}^3$

परतदार मृदा में σ' का ढाल प्रत्येक परत में और भूजल स्तर पर बदलता है

प्रश्न

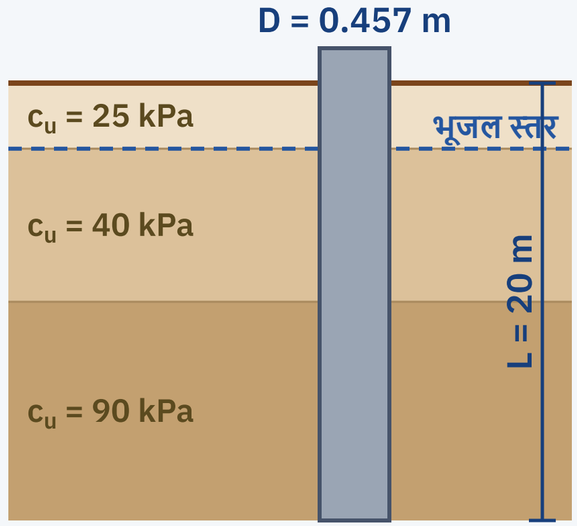
उदाहरण

दिया गया है

मृत्तिका 1 (0–3 m)	$c_u = 25$ kPa, $\gamma = 16$ kN/m^3
मृत्तिका 2 (3–10 m)	$c_u = 40$ kPa, $\gamma = 17$ kN/m^3
मृत्तिका 3 (10–20 m)	$c_u = 90$ kPa, $\gamma = 18$ kN/m^3
भूजल (भूजल स्तर)	**3.0 m गहराई पर**
पाइल	**पाइप पाइल, D = 0.457 m, L = 20 m**
जल का इकाई भार	$\gamma_w = 9.81$ kN/m^3

ज्ञात करना है

परत सीमाओं पर (3, 10 और 20 m) **प्रभावी ऊर्ध्वाधर प्रतिबल** और पूरी लंबाई के अनुदिश **औसत प्रभावी प्रतिबल** σ'_o ज्ञात कीजिए।



हल (1/2)

हल

1 3 m (भूजल स्तर) और परत सीमाएँ: भूजल स्तर के नीचे $\gamma' = \gamma - \gamma_w$

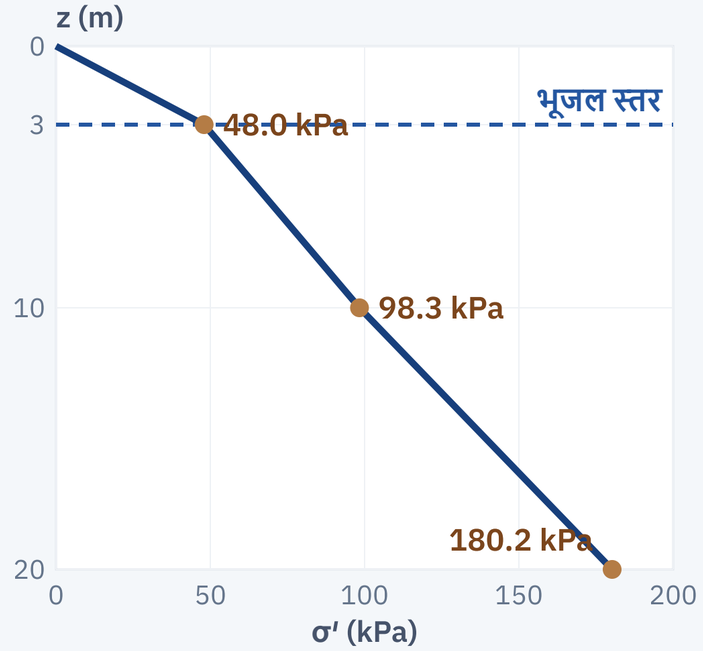
$$\sigma'(3) = 16(3) = \mathbf{48.0}\ \text{kPa}$$

2 10 m गहराई (दूसरी परत का अंत)

$$\sigma'(10) = 48.0 + (17 - 9.81)(7) = \mathbf{98.3}\ \text{kPa}$$

3 20 m गहराई (पाइल का सिरा)

$$\sigma'(20) = 98.3 + (18 - 9.81)(10) = \mathbf{180.2}\ \text{kPa}$$



हल (2/2)

हल

4 प्रत्येक परत में σ′ आरेख का क्षेत्रफल (समलंब)

$$A_1 = \tfrac{1}{2}(0 + 48.0)(3) = 72.0$$
$$A_2 = \tfrac{1}{2}(48.0 + 98.3)(7) = 512.2$$
$$A_3 = \tfrac{1}{2}(98.3 + 180.2)(10) = 1{,}392.8$$

5 औसत प्रभावी प्रतिबल: कुल क्षेत्रफल / लंबाई

$$\bar{\sigma}'_o = \frac{A_1 + A_2 + A_3}{L} = \frac{1{,}977.0}{20} = \mathbf{98.85}\ \text{kPa}$$

औसत, सिरे के मान के आधे से छोटा है (98.8 < 90.1): प्रतिबल गहराई के साथ रैखिक रूप से नहीं बढ़ता, भूजल स्तर पर ढाल बदल जाती है। यह σ′₀ मान λ विधि में प्रयोग किया जाएगा।

हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

सिरा धारण: पाइल के सिरे के नीचे की मृत्तिका

सिद्धांत

अनपवाहित संतृप्त मृत्तिका में घर्षण कोण शून्य होता है; पाइल का **शुद्ध चरम सिरा धारण** सिरे के नीचे की मृत्तिका के अनपवाहित संसंजन और एक गुणांक का गुणनफल होता है:

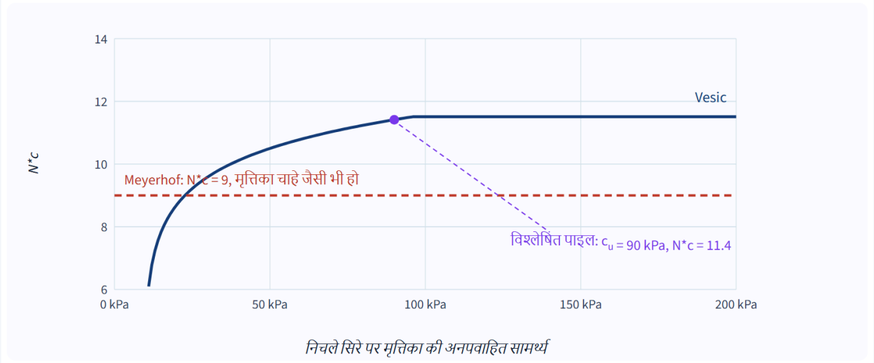
$$Q_p = A_p\, q_p = A_p\, c_u\, N_c^*$$

c_u : **सिरे के नीचे** की मृत्तिका की अनपवाहित अपरूपण सामर्थ्य

N^*_c : धारण क्षमता गुणांक (दो उपागम नीचे)

A_p : पाइल के सिरे का क्षेत्रफल

> पाइल जिस मृत्तिका से **गुज़रती है**, उसकी सामर्थ्य सिरे पर कार्य नहीं करती: वह सामर्थ्य शाफ्ट से संबंधित है।



दो दृष्टिकोण: Meyerhof गुणांक को **9** लेता है; जबकि Vesic गुणांक को मृत्तिका की **दृढ़ता** से संबद्ध करता है।

Meyerhof: स्थिरांक नौ

सिद्धांत

संतृप्त मृत्तिका में, अनपवाहित स्थिति में, Meyerhof रूप में शुद्ध चरम भार **नौ के क्लासिक गुणांक** द्वारा दिया जाता है:

$$Q_p \approx N_c^* \, c_u \, A_p = 9 \, c_u \, A_p$$

c_u : पाइल के सिरे के नीचे की मृदा का अनपवाहित संसंजन

किसी अन्य इनपुट की आवश्यकता नहीं; जब तक पाइल गहरी है (कुछ व्यास पर्याप्त हैं), यह गहराई पर निर्भर नहीं करता।

सरलता इसकी शक्ति है; इसकी कमज़ोरी भी वही है: यह मृत्तिका की कठोरता को ध्यान में नहीं लेती।

सिरा धारण शाफ्ट की तुलना में छोटा होने के कारण कुल क्षमता को बहुत कम प्रभावित करता है; इसलिए प्रायः एक सरल मान पर्याप्त होता है।

प्रश्न

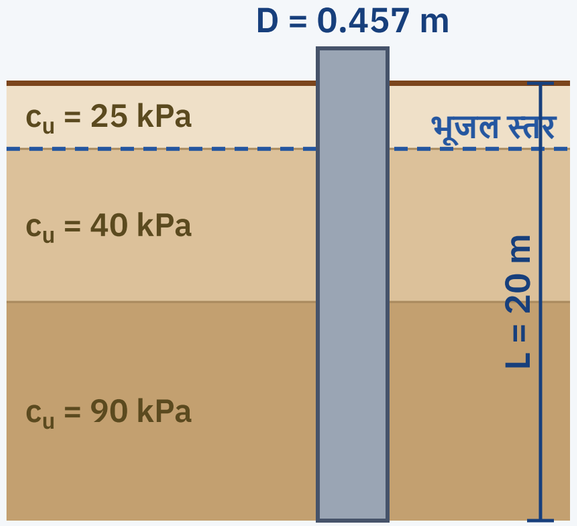
उदाहरण

दिया गया है

पाइल	**पाइप पाइल, चालित**
व्यास	**D = 0.457 m**
लंबाई	**L = 20 m**
सिरे के नीचे की मृत्तिका	$c_u = 90$ kPa

ज्ञात करना है

Meyerhof विधि से पाइल का **सिरा धारण प्रतिरोध** Q_p ज्ञात कीजिए।



हल

हल

1 पाइल के सिरे का क्षेत्रफल

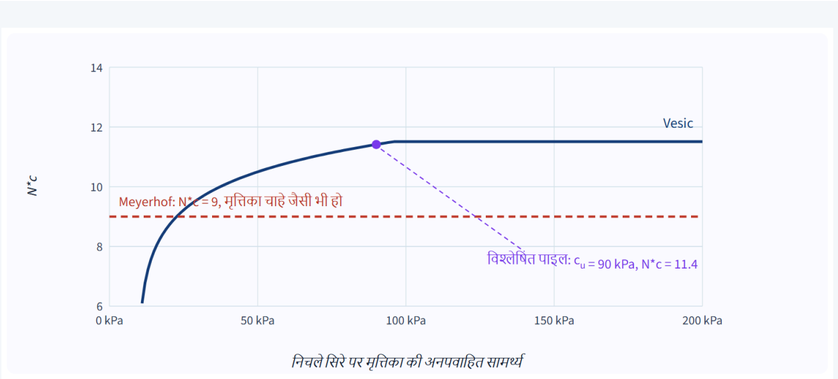
$$A_p = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi (0.457)^2}{4} = \mathbf{0.1640}\ \text{m}^2$$

2 इकाई सिरा धारण (N*c = 9)

$$q_p = 9\, c_u = 9(90) = \mathbf{810}\ \text{kPa}$$

3 सिरा धारण

$$Q_p = A_p\, q_p = 0.1640(810) = \mathbf{132.9}\ \text{kN}$$



निचले सिरे पर मृत्तिका की अनपवाहित सामर्थ्य

इस विधि को किसी अन्य इनपुट की आवश्यकता नहीं थी: केवल सिरे के नीचे का c_u। Q_p = **132.9 kN**।

हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

Vesic: दृढ़ता N*c में सम्मिलित होती है

सिद्धांत

Vesic, **गुहा प्रसरण** सिद्धांत से: φ = 0 स्थिति का गुणांक मृत्तिका के घटाए गए दृढ़ता सूचकांक से निकलता है। संतृप्त मृत्तिका में प्लास्टिक क्षेत्र में आयतन परिवर्तन शून्य होता है; न्यूनीकरण समाप्त हो जाता है और $\mathbf{I_{rr} = I_r}$ हो जाता है:

$$N_c^* = \frac{4}{3}\left(\ln I_{rr} + 1\right) + \frac{\pi}{2} + 1 \qquad I_r = \frac{E_s}{3\,c_u}$$

एकमात्र इनपुट: सिरे के नीचे c_u

O'Neill और Reese (1999): $I_r \approx 50$ ($c_u/p_a = 0.24$), 150 (0.48), 250 – 300 (≥ 0.96)। मॉड्यूल इसका निम्न प्रकार से सन्निकटन करता है:

$$I_r = 347\,\frac{c_u}{p_a} - 33 \;\le\; 300$$

N^*_c — I_{rr} संबंध

I_{rr}	N^*_c
10	6.97
20	7.90
40	8.82
60	9.36
80	9.75
100	10.04
200	10.97
300	11.51

I_{rr} बढ़ने पर गुणांक धीरे-धीरे बढ़ता है: लघुगणक

प्रश्न

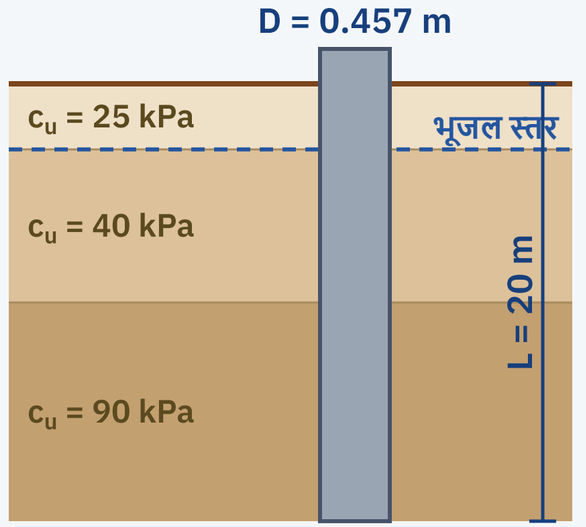
उदाहरण

दिया गया है

पाइल	**उदाहरण 2 के समान: D = 0.457 m, L = 20 m**
सिरे के नीचे की मृत्तिका	$c_u = 90$ kPa
वायुमंडलीय दाब	$p_a = 100$ kPa

ज्ञात करना है

Vesic (1977) विधि के अनुसार पाइल का **सिरा धारण** Q_p ज्ञात कीजिए और Meyerhof से उसकी तुलना कीजिए।



हल (1/2)

हल

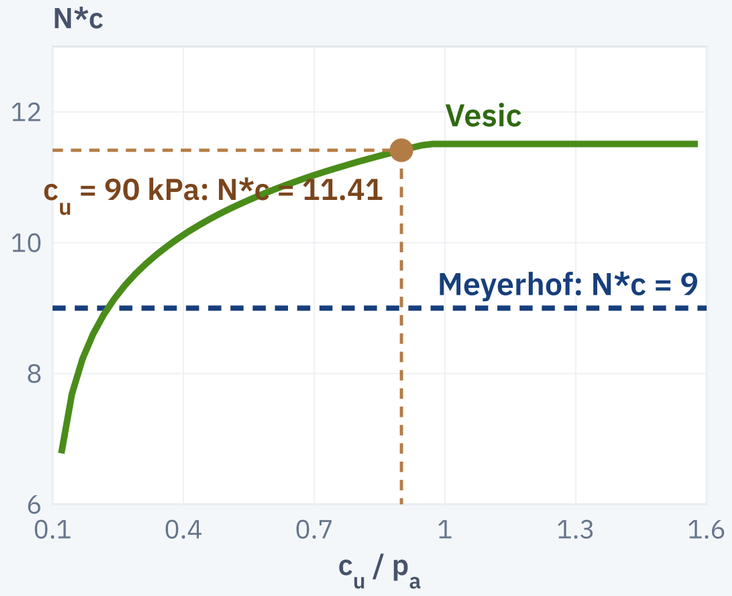
1 दृढ़ता सूचकांक ($I_{rr} = I_r$, क्योंकि मृत्तिका में आयतन परिवर्तन नहीं होता)

$$I_{rr} = I_r = 347\,\frac{90}{100} - 33 = \mathbf{279.3} \quad (\leq 300)$$

2 N*c गुणांक

$$N_c^* = \frac{4}{3}\,(\ln 279.3 + 1) + \frac{\pi}{2} + 1 = \mathbf{11.41}$$

ग्राफ़ में हरा वक्र Vesic का गुणांक है: c_u = 90 kPa के लिए **N^*_c = 11.41**, जो Meyerhof के 9 से लगभग 27% अधिक है।



हल (2/2)

हल

3 इकाई सिरा धारण

$$q_p = c_u\, N_c^* = 90(11.41) = \mathbf{1{,}027}\ \text{kPa}$$

4 सिरा धारण

$$Q_p = A_p\, q_p = 0.1640(1{,}027) = \mathbf{168.5}\ \text{kN}$$

Meyerhof: 132.9 kN, **Vesic: 168.5 kN**; अंतर लगभग 27% है। सिरा कुल का छोटा भाग होने के कारण यह अंतर कुल क्षमता को बहुत कम बदलता है।

हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

पार्श्व घर्षण: जहाँ क्षमता मुख्य रूप से निर्धारित होती है

सिद्धांत

मृत्तिका में शाफ्ट प्रतिरोध, इकाई घर्षण का शाफ्ट सतह पर योग होता है:

$$Q_s = \sum f \, p \, \Delta L$$

इकाई घर्षण निर्धारित करने वाले अनेक चर आसानी से मापे नहीं जा सकते; इसलिए **तीन दृष्टिकोण** हैं:

α विधि: घर्षण केवल **अनपवाहित सामर्थ्य** से (कुल प्रतिबल, अल्पकालिक)

λ विधि: लंबाई के अनुदिश **औसत प्रभावी प्रतिबल** और औसत सामर्थ्य का संयोजन; पूरी पाइल के लिए एक ही गुणांक

β विधि: **प्रभावी प्रतिबल** और रीमोल्डेड घर्षण कोण (अपवाहित, दीर्घकालिक)

उदाहरण पाइल में शाफ्ट कुल का लगभग **नौ-दशांश** है; अनिश्चितता भी यहीं है।

α: सामर्थ्य का एक अंश

सिद्धांत

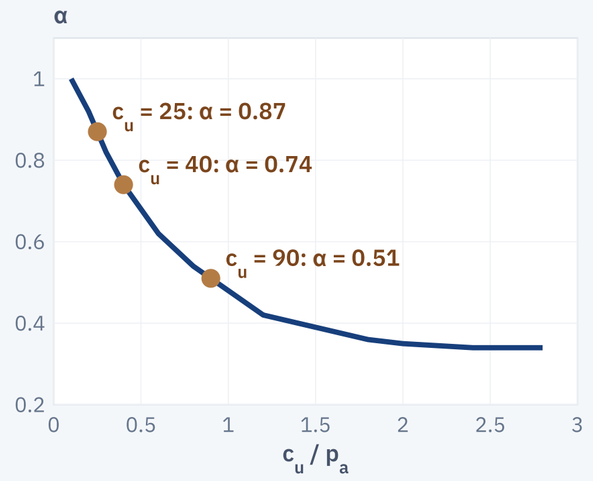
इकाई घर्षण, अनपवाहित सामर्थ्य और एक **अनुभवजन्य आसंजन गुणांक α** का गुणनफल है:

$$f = \alpha\, c_u \qquad Q_s = \sum \alpha\, c_u\, p\, \Delta L$$

α : आसंजन गुणांक; मृत्तिका के सशक्त होने पर यह **घटता** है (सशक्त मृत्तिका अपनी सामर्थ्य का छोटा अंश जुटाती है)

α वास्तव में c_u के साथ-साथ **प्रभावी प्रतिबल** का भी फलन है (Sladen, Randolph–Murphy/API, NGI-99 अनुशंसाएँ)

> यह मॉड्यूल बगल में दी गई **तालिका (c_u/p_a – α)** का अंतर्वेशन करता है; परत का α हाथ से भी दर्ज किया जा सकता है।



α तालिका (सारांश)

c_u / p_a	α

प्रश्न

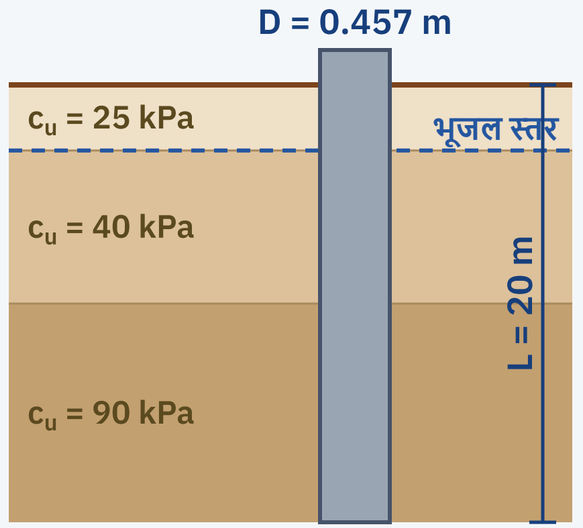
उदाहरण

दिया गया है

मृत्तिका 1 (0–3 m)	$c_u = 25$ kPa, $\gamma = 16$ kN/m^3
मृत्तिका 2 (3–10 m)	$c_u = 40$ kPa, $\gamma = 17$ kN/m^3
मृत्तिका 3 (10–20 m)	$c_u = 90$ kPa, $\gamma = 18$ kN/m^3
भूजल (भूजल स्तर)	**3.0 m गहराई पर**
पाइल	**पाइप पाइल, D = 0.457 m, L = 20 m**
परिमाप	$p = \pi D = \pi(0.457) = 1.436$ m

ज्ञात करना है

α विधि से पाइल का **पार्श्व घर्षण** Q_s ज्ञात कीजिए। (α तालिका से रैखिक अंतर्वेशन द्वारा; p_a = 100 kPa)



हल

हल

1 α मान: c_u/p_a = 0.25; 0.40; 0.90 के लिए तालिका से

$$\alpha_1 = 0.87,\ \alpha_2 = 0.74,\ \alpha_3 = 0.51$$

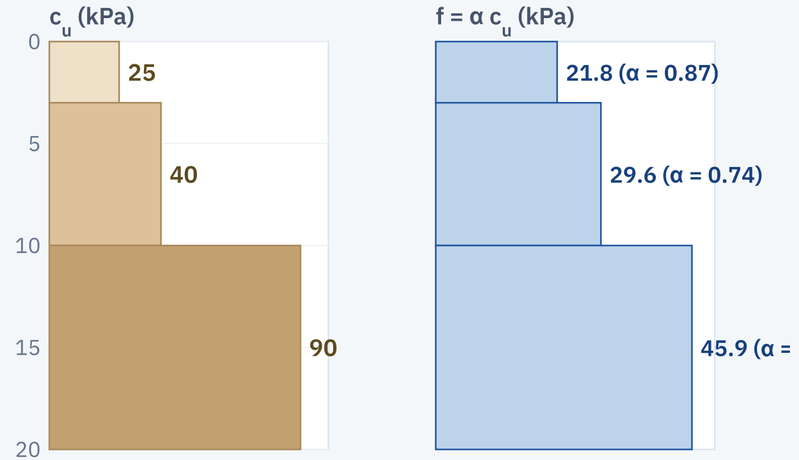
2 प्रत्येक परत में इकाई घर्षण $f = \alpha\, c_u$

$$f_1 = 21.8\ ,\ f_2 = 29.6\ ,\ f_3 = 45.9\ \text{kPa}$$

3 $Q_s = p\,\Sigma\, f\, H$

$$Q_s = 1.436\,[21.8(3) + 29.6(7) + 45.9(10)] = \mathbf{1{,}050}\ \text{kN}$$

योगदान: 94 + 297 + 659 = **1,050 kN**। सबसे मज़बूत मृत्तिका सबसे बड़ा f देती है, परंतु c_u के अपेक्षाकृत छोटे अनुपात के साथ (α = 0.51)।



हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

λ: पूरी लंबाई के लिए एक ही औसत

सिद्धांत

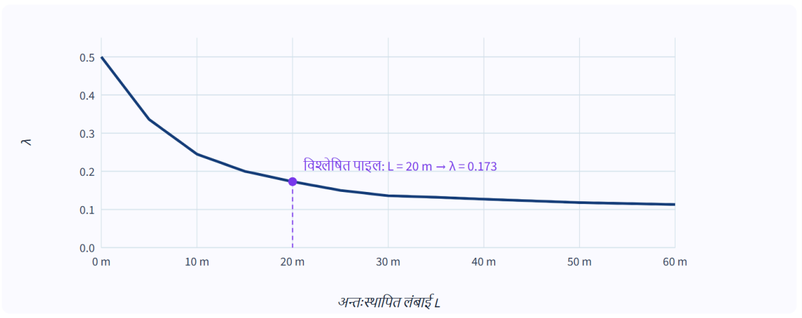
Vijayvergiya और Focht (1972): पाइल द्वारा **विस्थापित की गई मृदा** प्रत्येक गहराई पर निष्क्रिय पार्श्व दाब उत्पन्न करती है और औसत इकाई घर्षण इसी से निकलता है:

$$f_{av} = \lambda\,(\bar{\sigma}'_o + 2\,\bar{c}_u) \qquad Q_s = p\,L\,f_{av}$$

$\bar{\sigma}'_o$: भूमि में गड़ी लंबाई पर **औसत प्रभावी ऊर्ध्वाधर प्रतिबल** (σ′ आरेख का क्षेत्रफल / L)

$\bar{c}_u$: औसत अनपवाहित सामर्थ्य, **मोटाई के अनुसार भारित**: $(c_{u1}L_1 + c_{u2}L_2 + \ldots)/L$

λ : पाइल की **लंबाई** पर निर्भर गुणांक (बगल में दिया गया)



λ — अंतःस्थापन लंबाई

L (m)	λ
0	0.500
5	0.336
10	0.245
15	0.200
20	0.173
30	0.136
40	0.127

प्रश्न

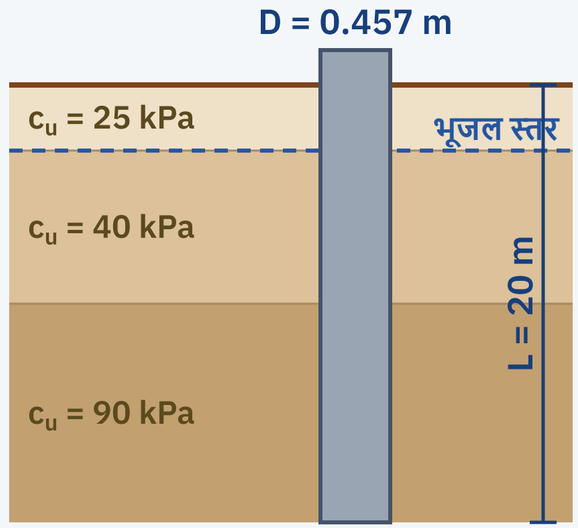
उदाहरण

दिया गया है

मृत्तिका 1 (0–3 m)	$c_u = 25$ kPa, $\gamma = 16$ kN/m^3
मृत्तिका 2 (3–10 m)	$c_u = 40$ kPa, $\gamma = 17$ kN/m^3
मृत्तिका 3 (10–20 m)	$c_u = 90$ kPa, $\gamma = 18$ kN/m^3
भूजल (भूजल स्तर)	**3.0 m गहराई पर**
पाइल	**पाइप पाइल, D = 0.457 m, L = 20 m**
औसत प्रभावी प्रतिबल	$\bar{\sigma}'_o = 98.85$ kPa **(उदाहरण 1)**

ज्ञात करना है

λ विधि से पाइल का **पार्श्व घर्षण** Q_s ज्ञात करें।



हल

हल

1 औसत सामर्थ्य (मोटाई-भारित)

$$\bar{c}_u = \frac{25(3) + 40(7) + 90(10)}{20} = \mathbf{62.75}\ \text{kPa}$$

2 λ (L = 20 m, सारणी से) और औसत इकाई घर्षण

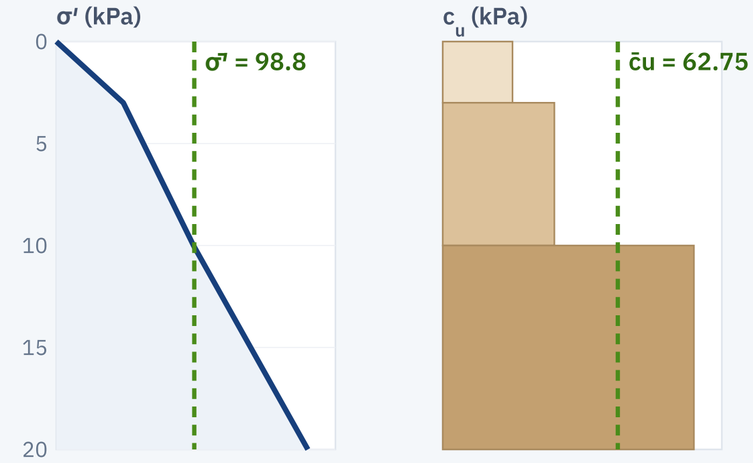
$$\lambda = 0.173$$

$$f_{av} = \lambda(\bar{\sigma}'_o + 2\bar{c}_u) = 0.173\,(98.85 + 2(62.75)) = \mathbf{38.81}\ \text{kPa}$$

3 पार्श्व घर्षण

$$Q_s = p\,L\,f_{av} = 1.436(20)(38.81) = \mathbf{1{,}114}\ \text{kN}$$

λ विधि दो औसतों को मिलाती है: **1,114 kN**। ग्राफ़ में बाईं ओर का क्षेत्र $\bar{\sigma}'_o$ है, दाईं ओर की रेखा $\bar{c}_u$ है।



हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

β: प्रभावी प्रतिबल और पुनर्गठित क्रस्ट

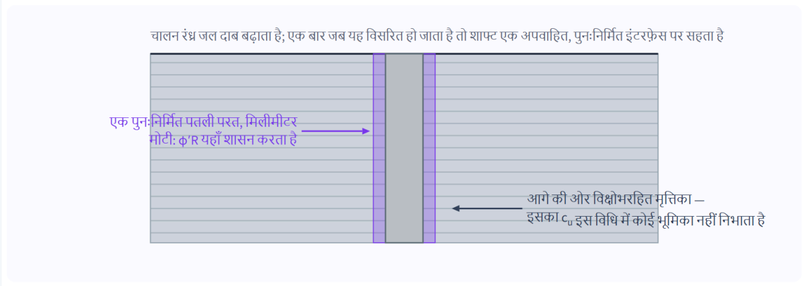
सिद्धांत

Burland का प्रभावी प्रतिबल दृष्टिकोण (Meyerhof के अति-समेकन संशोधन के साथ): यह अनपवाहित सामर्थ्य को बिल्कुल नहीं देखता; **ऊर्ध्वाधर प्रभावी प्रतिबल** और मृत्तिका के **रीमोल्डेड** अपवाहित घर्षण कोण (c′ = 0) से निकाला जाता है:

$$f = \beta\,\sigma'(z) \qquad \beta = K\tan\delta,\quad \delta = \varphi'_R$$

$$\beta = (1-\sin\varphi'_R)\tan\varphi'_R\sqrt{OCR}$$

K : पार्श्व दाब गुणांक; सुरक्षित पक्ष में **विरामावस्था** का लिया जाता है, अति-समेकित मृत्तिका के लिए √OCR के साथ बढ़ता है
OCR = 1 के लिए व्यंजक अपने आप सामान्य समेकित रूप में आ जाता है



φ'_R और OCR **इनपुट किए जाते हैं**, मृदा से किसी सहसंबंध द्वारा नहीं पढ़े जाते (मॉड्यूल φ'_R = 30°, OCR = 1 के साथ खुलता है)।

f, σ′(z) के साथ परत के भीतर **गहराई के साथ बढ़ता है**; जिस सीमा पर β बदलता है, वहाँ सोपान बनाता है।

प्रश्न

उदाहरण

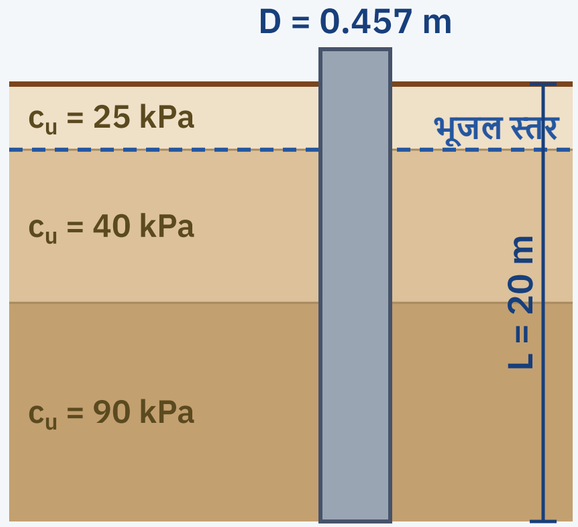
दिया गया है

मृत्तिका 1 (0–3 m)	$c_u = 25$ kPa, $\gamma = 16$ kN/m^3
मृत्तिका 2 (3–10 m)	$c_u = 40$ kPa, $\gamma = 17$ kN/m^3
मृत्तिका 3 (10–20 m)	$c_u = 90$ kPa, $\gamma = 18$ kN/m^3
भूजल (भूजल स्तर)	**3.0 m गहराई पर**
पुनःगूंथा गया घर्षण कोण	$\varphi'_R = 30°$ **(तीन परतें)**
अति-समेकन अनुपात	$OCR = 1;\ 1;\ 2$ **(परत 3 अति-समेकित)**
पाइल	**D = 0.457 m, L = 20 m**

ज्ञात करना है

β विधि से पाइल का **पार्श्व घर्षण** Q_s ज्ञात कीजिए।

(परतों के औसत σ′ मान उदाहरण 1 के क्षेत्रफलों से लिए गए हैं।)



हल (1/2)

हल

1 β गुणांक

$$\beta_{1,2} = (1 - \sin 30^\circ)\tan 30^\circ = \mathbf{0.289} \qquad \beta_3 = 0.289\sqrt{2} = \mathbf{0.408}$$

2 परत के औसत प्रभावी प्रतिबल (क्षेत्रफल / मोटाई)

$$\bar{\sigma}'_1 = \frac{72}{3} = 24.0, \quad \bar{\sigma}'_2 = \frac{512.2}{7} = 73.2, \quad \bar{\sigma}'_3 = \frac{1{,}392.8}{10} = 139.3 \text{ kPa}$$

हल (2/2)

हल

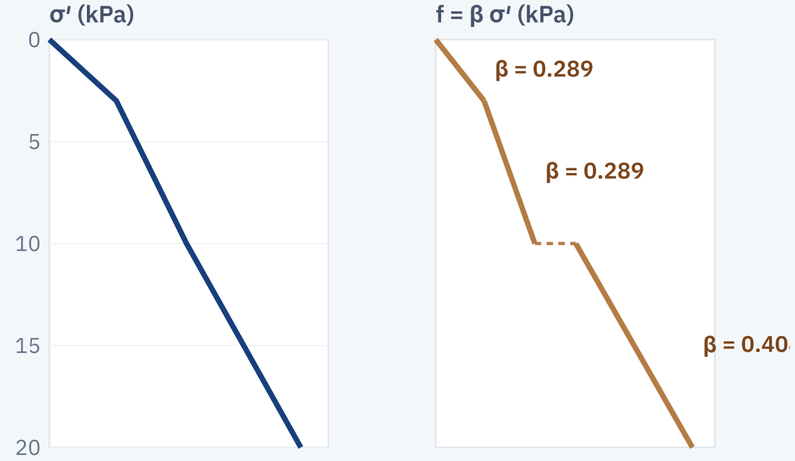
3 परत का औसत इकाई घर्षण $\bar{f} = \beta\,\bar{\sigma}'$

$$\bar{f}_1 = 6.93, \quad \bar{f}_2 = 21.12, \quad \bar{f}_3 = 56.86 \text{ kPa}$$

4 पार्श्व घर्षण $Q_s = p\,\Sigma\,\bar{f}\,H$

$$Q_s = 1.436\,[6.93(3) + 21.12(7) + 56.86(10)] = \mathbf{1{,}058} \text{ kN}$$

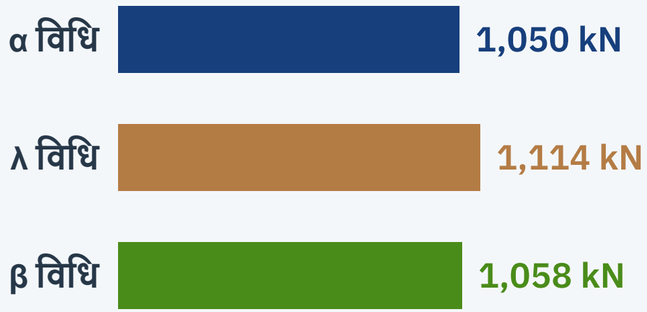
औसत परत में प्रतिबल का **वास्तविक समाकल** है (दोनों सिरों का औसत नहीं): यदि भूजल स्तर परत को काटता है, तो दोनों में 10% से अधिक अंतर हो सकता है। परिणाम **1,058 kN** है।



हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

तीन विधियाँ, एक ही पाइल

सिद्धांत



इस प्रोफ़ाइल में तीनों एक-दूसरे के **कुछ प्रतिशत** के भीतर हैं। परंतु **सिद्धांततः** वे मेल नहीं खाते; यह मेल इस प्रोफ़ाइल की एक विशेषता है।

बहुत **लंबी** पाइल में λ, गुणांक के कारण घटता है

अति-समेकित मृत्तिका में β, √OCR के साथ बढ़ता है

मृदु सामान्य समेकित मृत्तिका में α मृदा की पूर्ण सामर्थ्य की ओर बढ़ता है

यथार्थ आकलन: मृत्तिका में शाफ्ट प्रतिरोध गणना मान के लगभग **पाँचवें भाग** की अनिश्चितता के साथ ज्ञात होता है। बड़ी परियोजनाओं में **भार परीक्षण** इसी कारण अपनी लागत के योग्य है।

बोर की गई पाइल के अपने नियम होते हैं

सिद्धांत

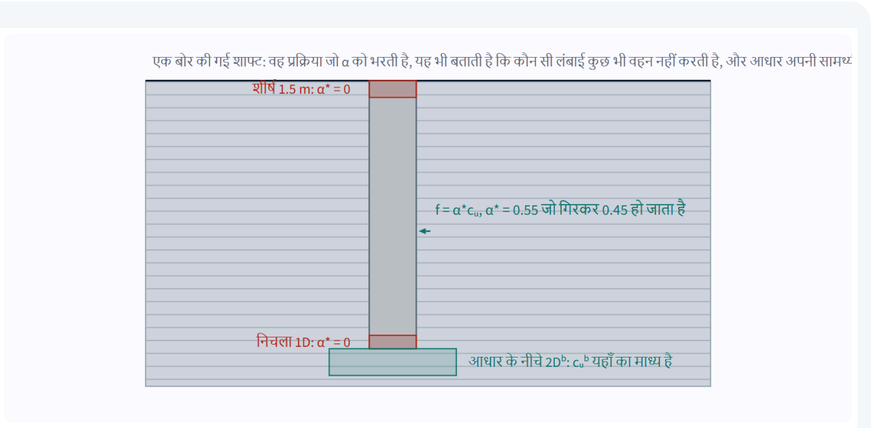
छिद्र बनाया जाता है, कंक्रीट डाली जाती है: मृदा विस्थापित नहीं होती; बोरहोल की दीवार की मृत्तिका जल सोखकर **नरम हो जाती है**, आधार के नीचे मलबा जमा हो जाता है, और आधार प्रतिरोध विकसित करने के लिए **अधिक सेटलमेंट** आवश्यक होता है। O'Neill और Reese की प्रक्रिया दोनों भागों को संशोधित करती है।

$$\alpha^* = 0 \;\; (\text{ऊपरी } 1.5 \text{ m और नीचे } 1D) \qquad \alpha^* = 0.55 \;\; (\text{अन्यत्र})$$

α* = 0.55 ($c_u/p_a \le 1.5$), 2.5 पर घटकर 0.45

ऊपरी 1.5 m सबसे अधिक विक्षुब्ध मृदा है, जो शाफ्ट से दूर सिकुड़ने के प्रति सबसे अधिक प्रवण है; निचला एक व्यास वह लंबाई है जिस पर आधार पहले से ही मृदा को गतिमान कर देता है

परतों की मोटाई नहीं बदलती: गहराई और σ′ प्रोफ़ाइल के अनुसार ही रहते हैं, केवल घर्षण वहन करने वाली लंबाई बदलती है



$$q_p = \min\left[6c_{ub}\left(1 + 0.2\frac{L}{D_b}\right),\; 9c_{ub},\; 40p_a\right]$$

c_{ub}: आधार के नीचे **2D_b** क्षेत्र में औसत c_u। यदि D_b > 1.91 m हो, तो q_p को $F_r \le 1$ गुणक से घटाया जाता है।

प्रश्न

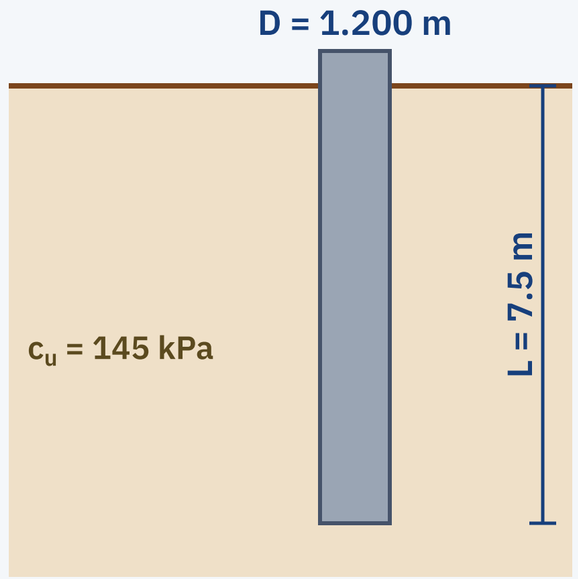
उदाहरण

दिया गया है

पाइल	**बोर की गई पाइल, वृत्ताकार काट**
व्यास और लंबाई	**$D = D_b = 1.2$ m, $L = 7.5$ m**
मृत्तिका (समांगी)	$c_u = 145$ kPa, $\gamma = 18$ kN/m^3
भूजल	**कोई नहीं**
सुरक्षा गुणांक	**FS = 3**

ज्ञात करना है

बोर की गई पाइल का **सिरा धारण**, **पार्श्व घर्षण** और **अनुमेय धारण क्षमता** ज्ञात कीजिए।



हल (1/2)

हल

1 आधार के नीचे $2D_b$ क्षेत्र में औसत सामर्थ्य और आधार का व्यंजक

$$c_{ub} = 145 \text{ kPa} \qquad 6c_{ub}\left(1 + 0.2\frac{7.5}{1.2}\right) = 1{,}957.5\ ; \quad 9c_{ub} = 1{,}305\ ; \quad 40p_a = 4\,000$$

2 q_p = तीनों में सबसे छोटा; चूँकि $D_b = 1.2$ m ≤ 1.91 m है, $F_r = 1$

$$q_p = \min(1{,}957.5;\ 1{,}305;\ 4\,000) = \mathbf{1{,}305} \text{ kPa}$$

3 आधार क्षेत्रफल और सिरा धारण

$$A_b = \frac{\pi(1.2)^2}{4} = 1.131 \text{ m}^2 \qquad Q_p = A_b\, q_p = \mathbf{1{,}476} \text{ kN}$$

$9c_{ub}$ निर्णायक: सूत्र $6c_{ub}(1 + 0.2L/D_b)$ अधिक मान देता है, परंतु $9c_u$ की ऊपरी सीमा लागू हो गई। Q_p = **1,476 kN**।

हल (2/2)

हल

4 α* और घर्षण वहन करने वाली लंबाई (ऊपर से 1.5 m और नीचे से 1D छोड़ा जाता है)

$$\alpha^* = 0.55 \quad (c_u/p_a = 1.45 \le 1.5)$$

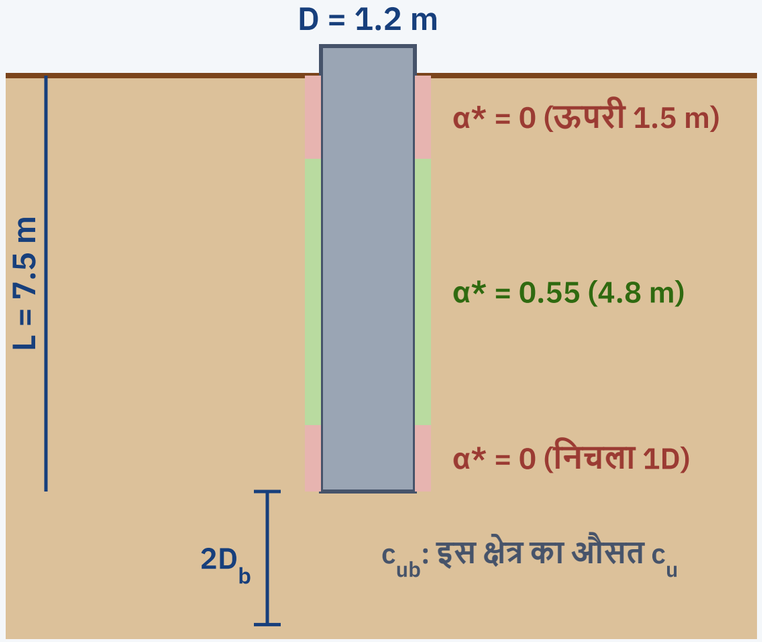
$$L_{eff} = 7.5 - 1.5 - 1.2 = \mathbf{4.8}\ \text{m}$$

5 पार्श्व घर्षण

$$Q_s = \pi D\, \alpha^* c_u\, L_{eff} = \pi(1.2)(0.55)(145)(4.8) = \mathbf{1{,}443}\ \text{kN}$$

6 चरम और अनुमेय धारण क्षमता

$$Q_u = 1{,}476 + 1{,}443 = 2{,}919\ \text{kN} \qquad Q_{all} = \frac{Q_u}{3} = \mathbf{973}\ \text{kN}$$



हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

एकल सुरक्षा गुणांक के साथ कुल

सिद्धांत

चरम क्षमता दोनों घटकों का योग है; अनुमेय क्षमता इस योग के **पूरे पर एक ही सुरक्षा गुणांक** लगाकर ज्ञात की जाती है:

$$Q_{all} = \frac{Q_p + Q_s}{FS}$$

एकल पाइल के लिए सामान्य **FS = 2.5 – 4**

ऊपरी छोर: जब मृदा केवल कुछ बोरहोल से ज्ञात हो, जब मृत्तिका **कठोर और दरारयुक्त** हो, या जब **भार परीक्षण** की योजना न हो

सिरा धारण और शाफ्ट की विधियाँ एक-दूसरे से **स्वतंत्र** रूप से चुनी जा सकती हैं; परिणामों की व्याख्या एक साथ की जाती है

प्रश्न

उदाहरण

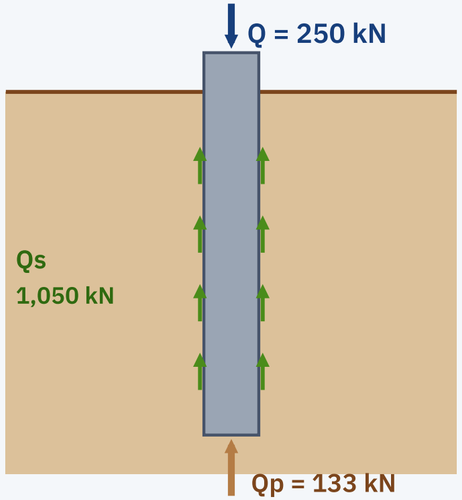
दिया गया है

सिरा धारण	Q_p = 132.9 kN (Meyerhof, उदाहरण 2)
पार्श्व घर्षण	Q_s = 1,050 kN (α विधि, उदाहरण 4)
सुरक्षा गुणांक	FS = 4
पाइल पर कार्यकारी भार	Q = 250 kN

ज्ञात करना है

पाइल की **अनुमेय धारण क्षमता** Q_{all} क्या है?

क्या कार्य भार **पर्याप्त** है?



हल

हल

1 चरम धारण क्षमता

$$Q_u = Q_p + Q_s = 132.9 + 1{,}050.1 = \mathbf{1{,}183}\ \text{kN}$$

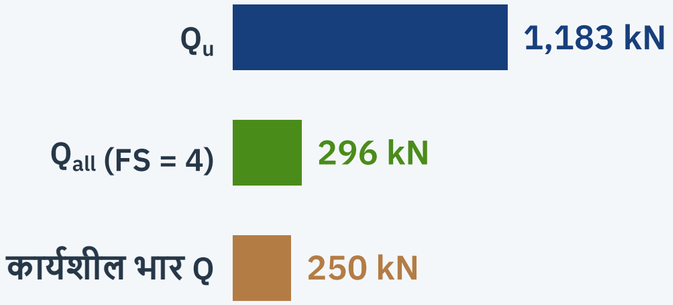
2 अनुमेय धारण क्षमता

$$Q_{all} = \frac{Q_u}{FS} = \frac{1{,}183}{4} = \mathbf{296}\ \text{kN}$$

3 जाँच

$$Q = 250\ \text{kN} \ \leq\ Q_{all} = 296\ \text{kN} \ \Rightarrow\ \text{पर्याप्त}$$

उपयोग अनुपात Q / Q_{all} = 250 / 296 = **0.85**। शाफ्ट कुल का लगभग 89% वहन करता है।



हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

वही पाइल: Q_u और Q_{all} (FS = 4)

सिद्धांत

Q_u · Q_{all} (kN)

	Q_s: α 1,050 kN	Q_s: λ 1,114 kN	Q_s: β 1,058 kN
Q_p: Meyerhof 132.9 kN	1,183 · **296**	1,247 · **312**	1,191 · **298**
Q_p: Vesic 168.5 kN	1,219 · **305**	1,283 · **321**	1,227 · **307**

छह संयोजनों में Q_u केवल **1,183 – 1,283 kN** के बीच रहता है: सिरा छोटा होने के कारण चयन कुल को बहुत कम प्रभावित करता है; वास्तविक अंतर शाफ्ट के पार्श्व घर्षण में है।

परास की **व्याख्या करें**, एक ही संख्या पर भरोसा न करें

पार्श्व घर्षण कुल का **लगभग नौ-दशमांश** है

बड़े कार्य में **पाइल भार परीक्षण** से सत्यापित करें

सारांश

याद रखने योग्य बिंदु

मृत्तिका **अनपवाहित** है ($\varphi = 0$, $\tau_f = c_u$); प्रतिरोध प्रभावी प्रतिबल के समानुपाती नहीं है

सिरा: Meyerhof $N^*_c = 9$; Vesic $N^*_c = f(I_{rr})$, $I_r \approx 347 c_u / p_a - 33$; सिरा कुल का छोटा भाग है

α: $f = \alpha c_u$ · **λ**: $f_{av} = \lambda(\bar{\sigma} + 2\bar{c}_u)$ · **β**: $f = \beta \sigma'$, $\beta = (1 - \sin\varphi'_R)\tan\varphi'_R \sqrt{OCR}$

बोर की गई पाइल: $\alpha^* = 0$ (ऊपरी 1.5 m, निचली 1D), $q_p = \min[6 c_{ub}(1 + 0.2L/D_b), 9c_{ub}, 40p_a]$

$Q_{all} = (Q_p + Q_s)/FS$, $FS = 2.5 - 4$

संदर्भ

Das, B.M. (2016). Principles of Foundation Engineering, 8th ed. Cengage Learning; यह पृष्ठ इसका अनुसरण करता है।

Terzaghi, K., Peck, R.B. and Mesri, G. (1996). Soil Mechanics in Engineering Practice, 3rd ed. Wiley — तालिका 2 के α मान।

O'Neill, M.W. और Reese, L.C. (1999)। Drilled Shafts: Construction Procedures and Design Methods। FHWA-IF-99-025 — ड्रिल की गई शाफ्ट का α और मृत्तिका का दृढता सूचकांक।

Reese, L.C. और O'Neill, M.W. (1989)। Drilled Shafts: Construction Procedures and Design Methods। FHWA — मृत्तिका में एक ड्रिल किए गए शाफ्ट की आधार अभिव्यक्ति।

Burland, J.B. (1973). Shaft friction of piles in clay — a simple fundamental approach. Ground Engineering, 6(3), 30–42.

Meyerhof, G.G. (1976)। Bearing capacity and settlement of pile foundations। Journal of the Geotechnical Engineering Division, ASCE, 102(GT3), 197–228 — β विधि का √OCR समायोजन।

Vijayvergiya, V.N. and Focht, J.A. (1972). A new way to predict the capacity of piles in clay. Offshore Technology Conference, Paper 1718, Houston.

Vesic, A.S. (1977). Design of Pile Foundations. NCHRP Synthesis of Highway Practice 42, Transportation Research Board.

टिप्पणी

इस प्रस्तुति के चित्र GeoTerva के सिद्धांत पृष्ठ से लिए गए हैं; सभी संख्यात्मक उदाहरण मॉड्यूल की अपनी गणना लाइब्रेरी से तैयार किए गए हैं, मॉड्यूल वही मान देता है।

GeoTerva

ऑनलाइन भू-तकनीकी गणनाएँ

सिद्धांत से अनुप्रयोग तक

इस प्रस्तुति के उदाहरण पाइल की गणना GeoTerva में चरण दर चरण करें: संख्याएँ वही हैं।

मॉड्यूल खोलें →

सिद्धांत पृष्ठ →

फ़ोन पर खोलें

नमूना मॉड्यूल के लिए पंजीकरण आवश्यक नहीं है।