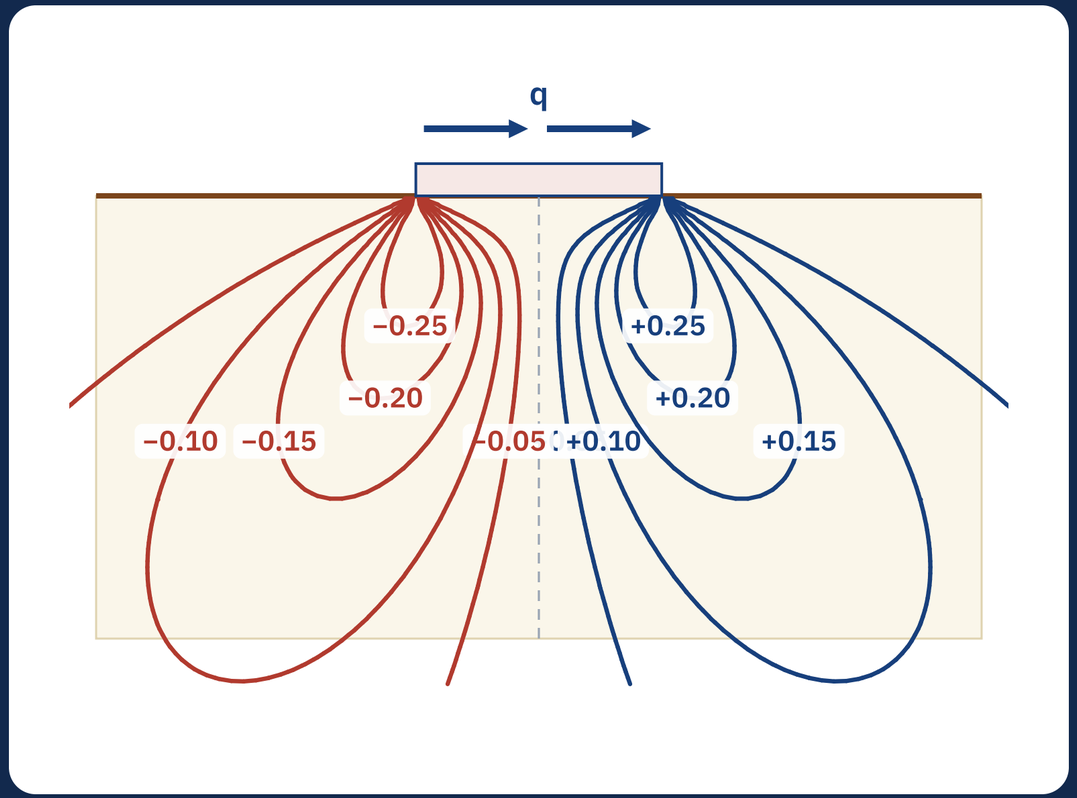
GeoTerva

भू-तकनीकी व्याख्यान स्लाइड · मृदा पिंड में प्रतिबल

क्षैतिज स्ट्रिप भार के अंतर्गत प्रतिबल

व्याख्यान: सतह के अनुदिश धकेलने वाले क्षैतिज और झुके स्ट्रिप भार; एक बिंदु हाथ से, झुकाव, गहराई और क्षैतिज प्रोफ़ाइल।

- क्षैतिज रेखा भार का समाकल
- झुका भार = ऊर्ध्वाधर + क्षैतिज
- आगे वृद्धि, पीछे कमी
- अध्यारोपण
- हाथ से हल किया जा सकता है



परिचय

इस व्याख्यान में हम क्या सीखेंगे?

- सतह के अनुदिश **धकेलने वाले** (क्षैतिज) और **तिर्यक** स्ट्रिप भार के नीचे ऊर्ध्वाधर प्रतिबल वृद्धि: क्षैतिज रेखा भार का स्ट्रिप की चौड़ाई पर समाकल
- क्षैतिज स्ट्रिप का समीकरण और यह कि प्रतिबल **केवल x का फलन** है: भार के आगे वृद्धि, पीछे कमी, अक्ष के नीचे शून्य
- झुके हुए भार को $q_v = q \cos \alpha$ और $q_h = q \sin \alpha$ घटकों में विभाजित करके ऊर्ध्वाधर और क्षैतिज स्ट्रिप हलों का **अध्यारोपण**
- एक बिंदु का **आदि से अंत तक हाथ से हल** (भार के सामने A और पीछे B); झुकाव कोण, गहराई और बहु-स्ट्रिप का प्रभाव तालिकाओं के साथ

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: q = 150 kN/m², ऊर्ध्वाधर से α = 30° झुका हुआ; B = 3 m; बिंदु A पर x = +2.25 m, z = 3 m।

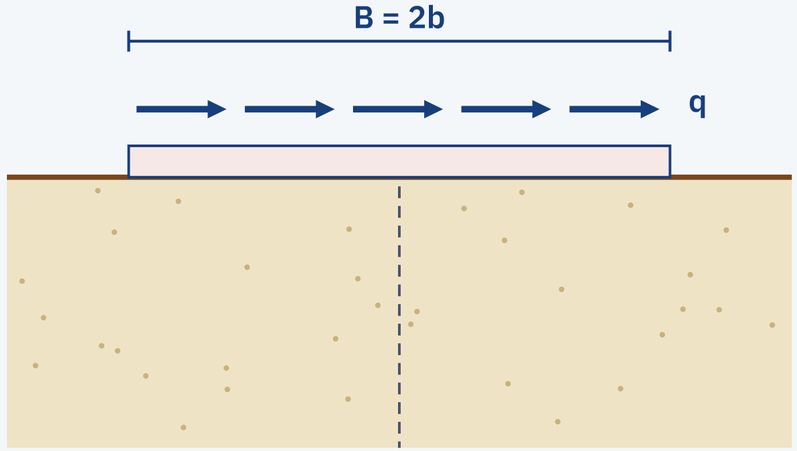
स्ट्रिप भार सतह के अनुदिश भी धकेलता है

सिद्धांत

सर्पित हो रही फ़ुटिंग के नीचे का घर्षण, प्रतिधारक दीवार के आधार पर प्रणोद, सड़क पर वाहनों का ब्रेक बल: एक स्ट्रिप सतह के अनुदिश भी **धकेलती** है

मॉड्यूल एकसमान क्षैतिज दाब q वहन करने वाली **लचीली स्ट्रिप** के नीचे और **अध्यारोपण** द्वारा झुकी हुई स्ट्रिप के नीचे ऊर्ध्वाधर प्रतिबल वृद्धि देता है; स्ट्रिप की चौड़ाई B = 2b है और लंबाई अनंत है (समतल विकृति)

मृदा एक **समांग, समदैशिक, रैखिक प्रत्यास्थ** अर्ध-अनंत माध्यम है। $\Delta\sigma_z$ केवल भार की वृद्धि है और **ऋणात्मक हो सकता है** (कमी)



काट: क्षैतिज भार +x दिशा में धकेलता है; स्ट्रिप y दिशा में अनंत तक फैली है

क्षैतिज रेखा भार से स्ट्रिप तक

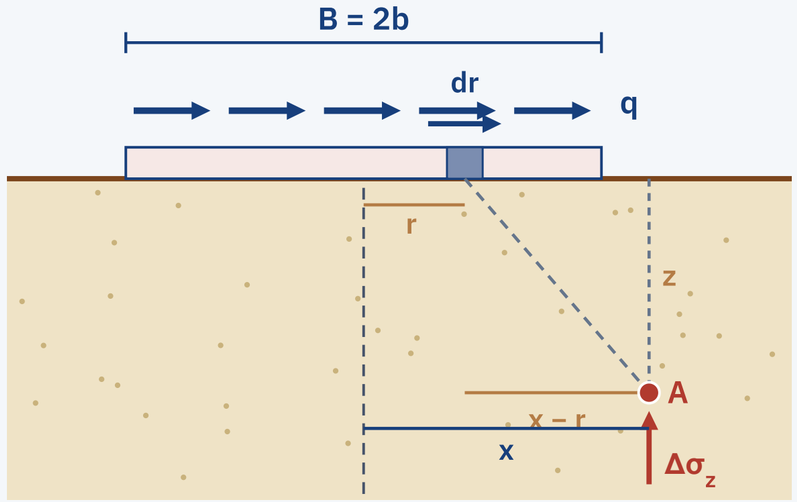
सिद्धांत

ऊर्ध्वाधर स्ट्रिप की भाँति, dr चौड़ाई की प्राथमिक स्ट्रिप प्रति इकाई लंबाई **q dr** वहन करती है और +x दिशा में कार्य करने वाले **क्षैतिज रेखा भार** की भाँति व्यवहार करती है

$$d\sigma_z = \frac{2\,(q\,dr)\,(x-r)\,z^2}{\pi\,[(x-r)^2+z^2]^2}$$

यदि u = x − r लिया जाए, तो प्रति-अवकलज −1/(u² + z²) है। −b ≤ r ≤ b अंतराल में समाकल दो रेखा भारों के अंतर में सिमट जाता है:

$$\Delta\sigma_z = \frac{q\,z^2}{\pi}\left[\frac{1}{(x-b)^2+z^2} - \frac{1}{(x+b)^2+z^2}\right]$$



$\Delta\sigma_z = 4bqxz^2 / \{\pi[(x^2 + z^2 - b^2)^2 + 4b^2z^2]\}$

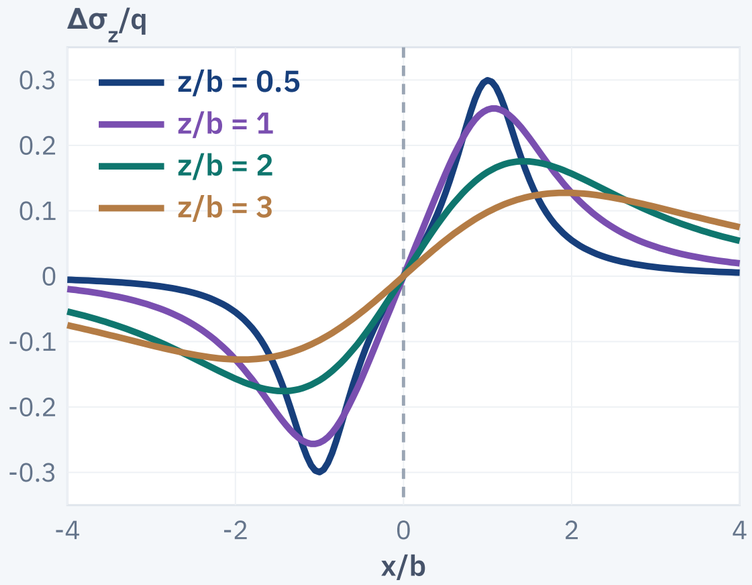
सिद्धांत

दोनों हरों का गुणनफल (x² + z² − b²)² + 4b²z² होता है; **क्षैतिज स्ट्रिप का समीकरण** प्राप्त होता है (b = B/2):

$$\Delta\sigma_z = \frac{4\,b\,q\,x\,z^2}{\pi\,[(x^2+z^2-b^2)^2+4b^2z^2]} \qquad \frac{\Delta\sigma_z}{q} = \frac{4XZ^2}{\pi\,[(X^2+Z^2-1)^2+4Z^2]}$$

प्रतिबल x का **विषम फलन** है: +x और −x बिंदुओं पर समान परिमाण का, किंतु विपरीत चिह्न का। भार के **सामने** मृदा नीचे की ओर धकेली जाती है, **पीछे** ऊपर उठाई जाती है; स्ट्रिप की अक्ष के नीचे प्रत्येक गहराई पर यह शून्य है

X = x/b, Z = z/b के साथ **वक्रों का एक ही परिवार** प्रत्येक q और B के लिए मान्य है। संख्यात्मक सत्यापन (q = 100, B = 4, x = 1, z = 1): क्षैतिज रेखा भार का स्ट्रिप के अनुदिश समाकल **12.7324 kPa** है, समीकरण **12.7324 kPa** है



क्षैतिज स्ट्रिप का प्रतिबल: भार +x दिशा में धकेलता है

झुका हुआ भार = ऊर्ध्वाधर घटक + क्षैतिज घटक

सिद्धांत

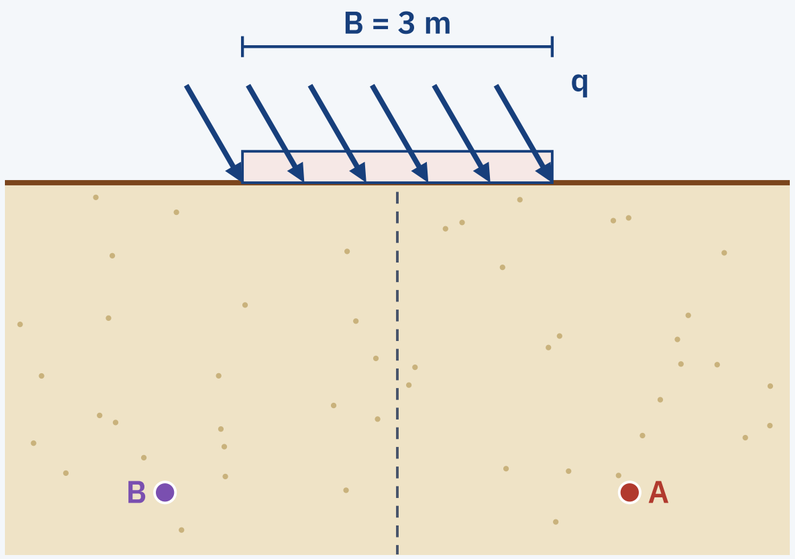
झुका हुआ भार ऊर्ध्वाधर से कोण **α** पर कार्य करने वाला दाब q है (α, +x दिशा की ओर धनात्मक है; α = 90° पूर्णतः क्षैतिज, α = 0 ऊर्ध्वाधर स्ट्रिप)

$$q_v = q\cos\alpha \qquad q_h = q\sin\alpha$$

ऊर्ध्वाधर घटक **ऊर्ध्वाधर स्ट्रिप** का प्रतिबल देता है, क्षैतिज घटक **क्षैतिज स्ट्रिप** का; दोनों जोड़े जाते हैं

$$\Delta\sigma_z = \Delta\sigma_{z(v)} + \Delta\sigma_{z(h)} \qquad \Delta\sigma_{z(v)} = q_v\, I_v \qquad \Delta\sigma_{z(h)} = q_h\, I_h$$

I_v x में सम फलन है, I_h x में विषम फलन है: भार के सामने के बिंदु A पर क्षैतिज घटक **जोड़ा जाता है**, पीछे के बिंदु B पर **घटाया जाता है**



q = 150 kN/m², α = 30°, B = 3 m; A आगे, B पीछे (x = ±2.25 m, z = 3 m)

क्षैतिज स्ट्रिप: $\Delta\sigma_z/q_h$ के मान

z/b \ x/b	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0
0.25	0.0000	0.0551	0.3134	0.0605	0.0165	0.0070	0.0037	0.0014
0.50	0.0000	0.1273	0.2996	0.1469	0.0551	0.0255	0.0138	0.0055
1.00	0.0000	0.1567	0.2546	0.2107	0.1273	0.0739	0.0449	0.0196
1.50	0.0000	0.1273	0.2037	0.2022	0.1567	0.1098	0.0753	0.0374
2.00	0.0000	0.0959	0.1592	0.1754	0.1567	0.1254	0.0955	0.0540
3.00	0.0000	0.0551	0.0979	0.1219	0.1273	0.1198	0.1058	0.0749
4.00	0.0000	0.0343	0.0637	0.0845	0.0959	0.0988	0.0955	0.0795

$\Delta\sigma_{z(h)} = q_h \cdot$ (सारणी मान), $x > 0$ के लिए; $x < 0$ बिंदुओं पर मान वही रहता है, चिह्न उलट जाता है। $x = 0$ स्तंभ प्रत्येक गहराई पर शून्य है; शिखर मान गहराई बढ़ने के साथ घटता है और स्ट्रिप अक्ष से दूर खिसकता है।

अध्यारोपण

सिद्धांत

मृदा **प्रत्यास्थ** होने के कारण प्रत्येक स्ट्रिप का प्रतिबल अलग से ज्ञात कर जोड़ा जाता है। प्रत्येक स्ट्रिप अपने q, झुकाव α, चौड़ाई B और अक्ष रेखा से परिभाषित होती है; मॉड्यूल में अधिकतम आठ स्ट्रिप दर्ज की जा सकती हैं

स्ट्रिप **अतिव्यापी नहीं हो सकतीं** (किनारे पर मिल सकती हैं)। प्रत्येक स्ट्रिप का प्रतिबल **उसके अपने x मान** से, अर्थात बिंदु A की उस स्ट्रिप की अक्ष रेखा से दूरी से, ज्ञात किया जाता है; ऊर्ध्वाधर और क्षैतिज घटकों को अलग से भी जोड़ा जा सकता है

$$\Delta\sigma_z = \sum_k \left(q_{v,k} I_{v,k} + q_{h,k} I_{h,k}\right) \qquad x_k = x_A - x_{c,k}$$

यदि किसी स्ट्रिप का क्षैतिज भार −x दिशा में हो (α < 0), तो q_h ऋणात्मक होता है: अग्रवर्ती बिंदु अब स्ट्रिप के **−x** ओर का बिंदु है

प्रश्न

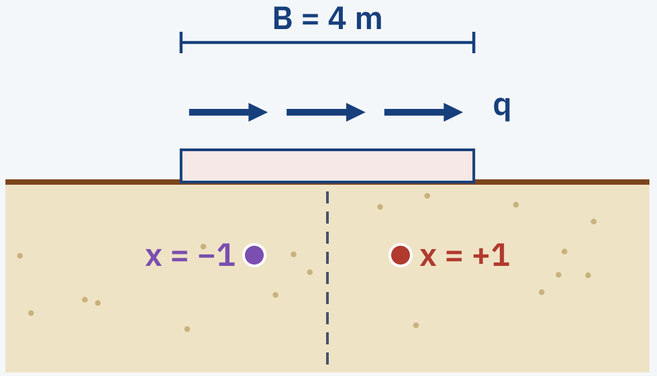
उदाहरण

दिया गया है

स्ट्रिप भार	**लचीला, क्षैतिज ($+x$ दिशा में):** $q = 100$ **kN/m²,** $B = 4$ **m** ($b = B/2 = 2$ **m**)**; अक्ष रेखा** $x = 0$
बिंदु	$z = 1$ **m गहराई पर** $x = +1$ **m (भार के सामने) और** $x = -1$ **m (पीछे)**

ज्ञात करना है

$\Delta\sigma_z$ और $\Delta\sigma_z/q$: स्ट्रिप के संवृत-रूप समीकरण से; **अंतर रूप** से सत्यापन।



हल (1/2)

हल

1 हर में आने वाली राशियाँ (b = B/2 = 2 m)

$$x^2 + z^2 - b^2 = 1 + 1 - 4 = -2$$

$$(x^2 + z^2 - b^2)^2 + 4b^2z^2 = 4 + 4(4)(1) = \mathbf{20}$$

2 प्रभाव मान और प्रतिबल

$$\frac{\Delta\sigma_z}{q} = \frac{4b\,x\,z^2}{\pi\,[\ldots]} = \frac{4(2)(\pm1)(1)^2}{\pi\,(20)} = \pm\frac{8}{\pi\,(20)} = \pm\mathbf{0.1273}$$

$$\Delta\sigma_z = \pm 0.1273\,(100) = \pm\mathbf{12.73}\ \text{kPa}$$

x = +1 m (भार के सामने): $\Delta\sigma_z$ = **+12.73 kPa**, मृदा नीचे की ओर धकेली जाती है। **x = −1 m** (पीछे): **−12.73 kPa**, प्रतिबल घटता है। अक्ष के नीचे प्रत्येक गहराई पर $\Delta\sigma_z = 0$।

हल (2/2)

हल

3 अंतर रूप, x = +1 m

$$\Delta\sigma_z = \frac{q\,z^2}{\pi}\left[\frac{1}{(x-b)^2+z^2} - \frac{1}{(x+b)^2+z^2}\right] = \frac{100}{\pi}\left[\frac{1}{2} - \frac{1}{10}\right] = \frac{100}{\pi}(0.4) = \mathbf{12.73}\ \text{kPa}$$

4 अंतर रूप, x = −1 m

$$\Delta\sigma_z = \frac{100}{\pi}\left[\frac{1}{(-1-2)^2+1} - \frac{1}{(-1+2)^2+1}\right] = \frac{100}{\pi}\left[\frac{1}{10} - \frac{1}{2}\right] = -\mathbf{12.73}\ \text{kPa}$$

दोनों रूप **एक ही मान** देते हैं: ±12.73 kPa। मॉड्यूल (α = 90°) वही मान देता है; चिह्न केवल इस बात से आता है कि बिंदु भार के सामने है या पीछे।

हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

प्रश्न

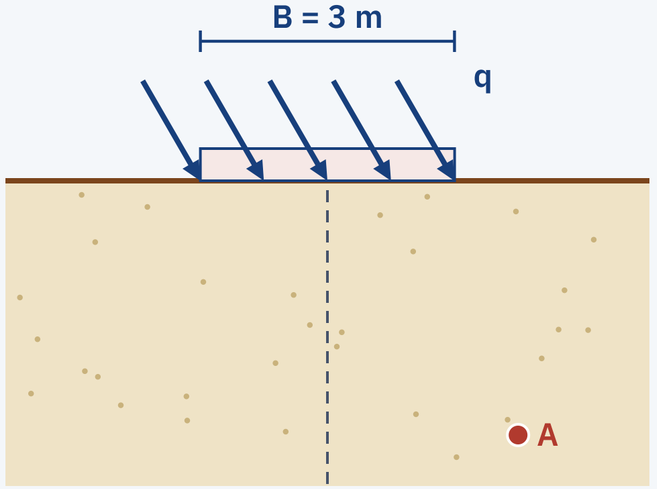
उदाहरण

दिया गया है

स्ट्रिप भार	**लचीला, ऊर्ध्वाधर से $\alpha = 30^\circ$ झुका हुआ ($+x$ दिशा में): $q = 150$ kN/m², $B = 3$ m ($b = 1.5$ m); अक्ष रेखा $x = 0$**
बिंदु A	**भार के सामने: $x = +2.25$ m, $z = 3$ m ($x/b = 1.5$; $z/b = 2$)**

ज्ञात करना है

$\Delta\sigma_{z(v)}$, $\Delta\sigma_{z(h)}$ और कुल $\Delta\sigma_z$: भार को उसके घटकों में वियोजित करके।



हल (1/3)

हल

1 भार के घटक और विमाहीन दूरियाँ

$$q_v = 150\cos 30^\circ = \mathbf{129.90}\ \text{kPa} \qquad q_h = 150\sin 30^\circ = \mathbf{75.00}\ \text{kPa}$$

$$\frac{x}{b} = \frac{2.25}{1.5} = 1.5 \qquad \frac{z}{b} = \frac{3}{1.5} = 2$$

2 ऊर्ध्वाधर घटक: आर्कटैंजेंट पद और बीजगणितीय पद (x − b = 0.75 m; x + b = 3.75 m)

$$A_1 = \tan^{-1}\frac{3}{0.75} = 1.3258 \qquad A_2 = \tan^{-1}\frac{3}{3.75} = 0.6747$$

$$T = \frac{3(3)\,(5.0625 - 9 - 2.25)}{(5.0625 + 9 - 2.25)^2 + 9(9)} = \frac{-55.6875}{220.535} = -0.2525$$

बिंदु A स्ट्रिप के **बाहर** है (x = 2.25 m > b = 1.5 m): दोनों आर्कटैन्जेंट सीधे लिए जाते हैं, π सुधार की आवश्यकता नहीं होती।

हल (2/3)

हल

3 ऊर्ध्वाधर घटक से उत्पन्न प्रतिबल

$$I_v = \frac{1}{\pi}\left[A_1 - A_2 - T\right] = \frac{1}{\pi}\left[1.3258 - 0.6747 - (-0.2525)\right] = \mathbf{0.2876}$$

$$\Delta\sigma_{z(v)} = 0.2876\,(129.90) = \mathbf{37.36}\ \text{kPa}$$

4 क्षैतिज घटक से उत्पन्न प्रतिबल (b = 1.5 m)

$$x^2 + z^2 - b^2 = 5.0625 + 9 - 2.25 = 11.8125 \qquad 4b\,x\,z^2 = 4(1.5)(2.25)(9) = 121.5$$

$$I_h = \frac{121.5}{\pi\left[(11.8125)^2 + 4(2.25)(9)\right]} = \frac{121.5}{\pi\,(220.535)} = \mathbf{0.1754}$$

$$\Delta\sigma_{z(h)} = 0.1754\,(75.00) = \mathbf{13.15}\ \text{kPa}$$

भार के 30° झुका होने के कारण **37.36 kPa का ऊर्ध्वाधर घटक** और **13.15 kPa का क्षैतिज घटक** प्रतिबल उत्पन्न करते हैं; क्षैतिज घटक का प्रभाव A पर धनात्मक है (सामने)।

हल (3/3)

हल

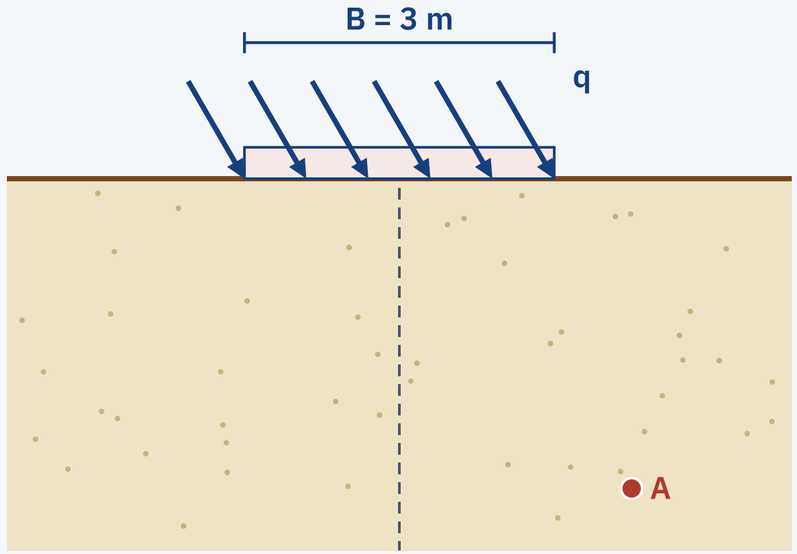
5 अध्यारोपण

$$\Delta\sigma_z = \Delta\sigma_{z(v)} + \Delta\sigma_{z(h)} = 37.36 + 13.15 = \mathbf{50.52}\ \text{kPa}$$

6 क्षैतिज घटक के लिए अंतर रूप से सत्यापन

$$I_h = \frac{z^2}{\pi}\left[\frac{1}{(x-b)^2+z^2} - \frac{1}{(x+b)^2+z^2}\right]$$

$$= \frac{9}{\pi}\left[\frac{1}{9.5625} - \frac{1}{23.0625}\right] = \mathbf{0.1754}$$



$\Delta\sigma_z$ = 50.52 kPa; मॉड्यूल वही मान देता है (ऊर्ध्वाधर 37.36, क्षैतिज 13.15)। यदि ऊर्ध्वाधर भार 150 kPa होता (α = 0) तो A पर केवल 43.14 kPa होता।

हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

प्रश्न

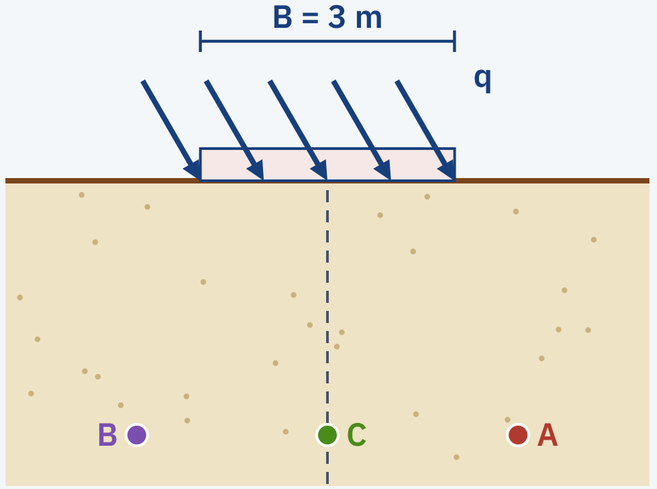
उदाहरण

दिया गया है

स्ट्रिप भार	**उदाहरण 2 की स्ट्रिप:** $q = 150$ **kN/m²,** $B = 3$ **m,** $\alpha = 30^\circ$
बिंदु	**B:** $x = -2.25$ **m (भार के पीछे); C:** $x = 0$ **(अक्ष);** $z = 3$ **m**
झुकाव	$\alpha = 0,\ 15^\circ,\ 30^\circ,\ 45^\circ,\ 60^\circ,\ 75^\circ,\ 90^\circ$ **(A और B पर)**

ज्ञात करना है

बिंदु **B** और **C** पर $\Delta\sigma_z$ को समरूपता द्वारा; α बदलने पर A और B पर प्रतिबल में परिवर्तन।



हल (1/2)

हल

1 बिंदु B (x = −2.25 m): ऊर्ध्वाधर घटक दोगुना, क्षैतिज घटक एकल

$$\Delta\sigma_{z(v)}(B) = \Delta\sigma_{z(v)}(A) = 37.36 \text{ kPa} \qquad \Delta\sigma_{z(h)}(B) = -\Delta\sigma_{z(h)}(A) = -13.15 \text{ kPa}$$

$$\Delta\sigma_z(B) = 37.36 + (-13.15) = \mathbf{24.21} \text{ kPa}$$

2 बिंदु C (अक्ष, x = 0): क्षैतिज घटक शून्य; ऊर्ध्वाधर घटक अक्ष-के-नीचे वाले सूत्र से

$$I_v = \frac{2}{\pi}\left[\tan^{-1}\frac{b}{z} + \frac{bz}{b^2+z^2}\right] = \frac{2}{\pi}\left[0.4636 + 0.4000\right] = 0.5498$$

$$\Delta\sigma_z(C) = 0.5498\,(129.90) = \mathbf{71.42} \text{ kPa}$$

भार के **सामने** (A) 50.52, **पीछे** (B) 24.21, **अक्ष के नीचे** (C) 71.42 kPa: उसी गहराई पर क्षैतिज घटक A पर 13.15 kPa जोड़ता है, B पर उतना ही घटा देता है। मॉड्यूल A और B के लिए वही मान देता है।

हल (2/2)

हल

α (°)	q_v	q_h	A: $\Delta\sigma_{z(v)}$	A: $\Delta\sigma_{z(h)}$	A: $\Delta\sigma_z$	B: $\Delta\sigma_z$
0	150.00	0.00	43.14	0.00	**43.14**	**43.14**
15	144.89	38.82	41.67	6.81	**48.48**	**34.86**
30	129.90	75.00	37.36	13.15	**50.52**	**24.21**
45	106.07	106.07	30.51	18.60	**49.11**	**11.91**
60	75.00	129.90	21.57	22.78	**44.35**	**−1.21**
75	38.82	144.89	11.17	25.41	**36.58**	**−14.24**
90	0.00	150.00	0.00	26.31	**26.31**	**−26.31**

झुकाव बढ़ने पर ऊर्ध्वाधर घटक घटता है, क्षैतिज घटक बढ़ता है। **A पर** कुल मान α ≈ 30° के आसपास अधिकतम है (50.5 kPa); α = 90° पर केवल क्षैतिज घटक शेष रहता है (26.3 kPa)। **B पर** प्रतिबल α = 60° पर -1.21 kPa के साथ **घटने लगता है** और α = 90° पर −26.3 kPa हो जाता है।

हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

प्रश्न

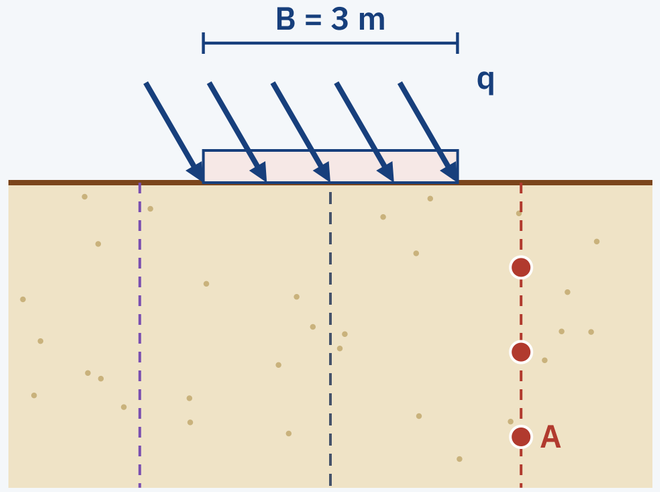
उदाहरण

दिया गया है

स्ट्रिप भार	**उदाहरण 2 की झुकी हुई स्ट्रिप:** $q = 150$ **kN/m²,** $\alpha = 30^\circ$**,** $B = 3$ **m**
सरल रेखाएँ	**A की रेखा** $x = +2.25$ **m और B की रेखा** $x = -2.25$ **m**
गहराई	$z = 0.5$ **...** 12 **m**

ज्ञात करना है

$\Delta\sigma_{z(v)}$, $\Delta\sigma_{z(h)}$ और कुल का गहराई के साथ परिवर्तन; वह **गहराई जहाँ क्षैतिज घटक सर्वाधिक है**।

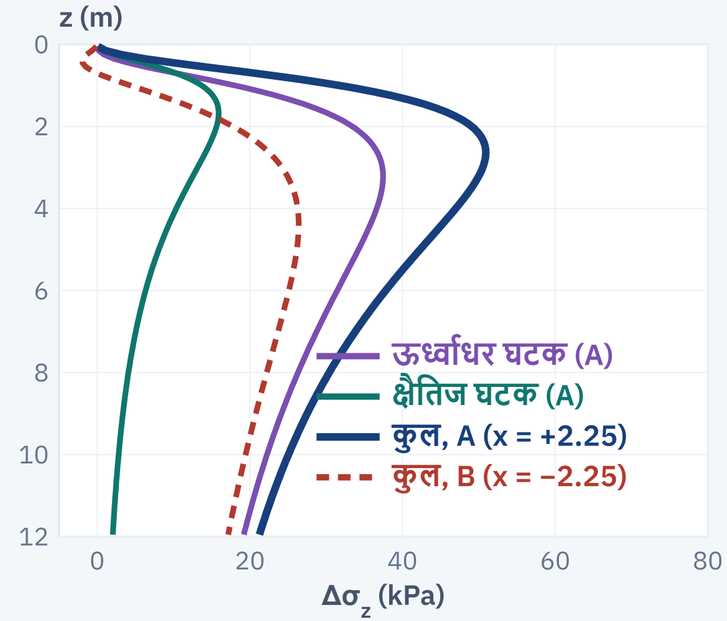


हल

हल

z (m)	z/b	A: $\Delta\sigma_{z(v)}$	A: $\Delta\sigma_{z(h)}$	A: $\Delta\sigma_z$	B: $\Delta\sigma_z$
0.5	0.33	5.17	6.93	**12.09**	**−1.76**
1.0	0.67	18.01	13.69	**31.71**	**4.32**
1.5	1.00	27.77	15.81	**43.57**	**11.96**
2.0	1.33	33.43	15.64	**49.08**	**17.79**
3.0	**2.00**	**37.36**	**13.15**	**50.52**	**24.21**
4.0	2.67	36.62	10.36	**46.98**	**26.26**
5.0	3.33	34.23	8.07	**42.30**	**26.16**
6.0	4.00	31.45	6.34	**37.79**	**25.11**
8.0	5.33	26.31	4.09	**30.40**	**22.22**
10.0	6.67	22.25	2.81	**25.06**	**19.44**
12.0	8.00	19.14	2.03	**21.17**	**17.11**

A के नीचे **ऊर्ध्वाधर घटक** $z \approx 3.25$ m पर शिखर मान पर पहुँचता है (37.5 kPa); **क्षैतिज घटक** अपेक्षाकृत कम गहराई पर, $z \approx 1.65$ m पर सबसे अधिक है (15.9 kPa) और उसके बाद $1/z^2$ की तरह क्षीण होता है। B के नीचे सतह के निकट प्रतिबल ऋणात्मक है ($z = 0.5$ m पर -1.76 kPa)।



हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

प्रश्न

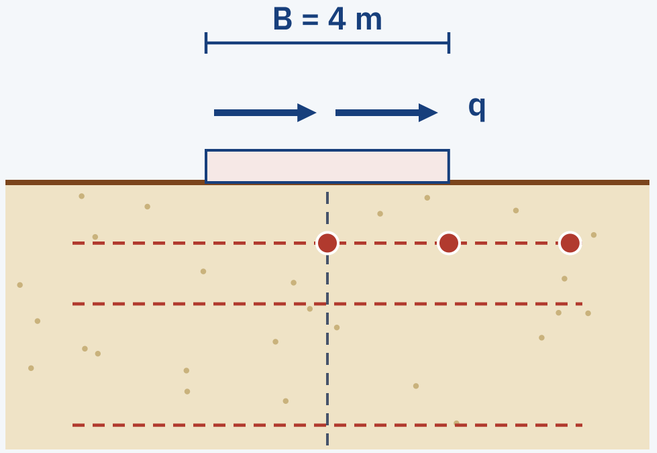
उदाहरण

दिया गया है

स्ट्रिप भार	**क्षैतिज:** $q = 100$ **kN/m²,** $B = 4$ **m (**$b = 2$ **m),** $+x$ **की दिशा में**
सरल रेखाएँ	$z = 1,\ 2,\ 4,\ 6$ **m गहराई पर क्षैतिज रेखाएँ;** $x = 0, 1, 2, 3, 4, 6, 8$ **m**
हस्त गणना	$z = 1$ **m,** $x = 2$ **m (किनारे) बिंदु**

ज्ञात करना है

प्रत्येक गहराई पर $\Delta\sigma_z$ का x के अनुदिश परिवर्तन; **शिखर मान की स्थिति** और उसके परिमाण का गहराई के साथ परिवर्तन।



हल (1/2)

हल

1 हर में आने वाली राशियाँ (b = 2 m)

$$x^2 + z^2 - b^2 = 4 + 1 - 4 = 1 \qquad (x^2 + z^2 - b^2)^2 + 4b^2z^2 = 1 + 16 = 17$$

$$4b\,x\,z^2 = 4(2)(2)(1) = 16$$

2 प्रभाव मान और प्रतिबल

$$\frac{\Delta\sigma_z}{q} = \frac{16}{\pi\,(17)} = \mathbf{0.2996}$$

$$\Delta\sigma_z = 0.2996\,(100) = \mathbf{29.96}\ \text{kPa}$$

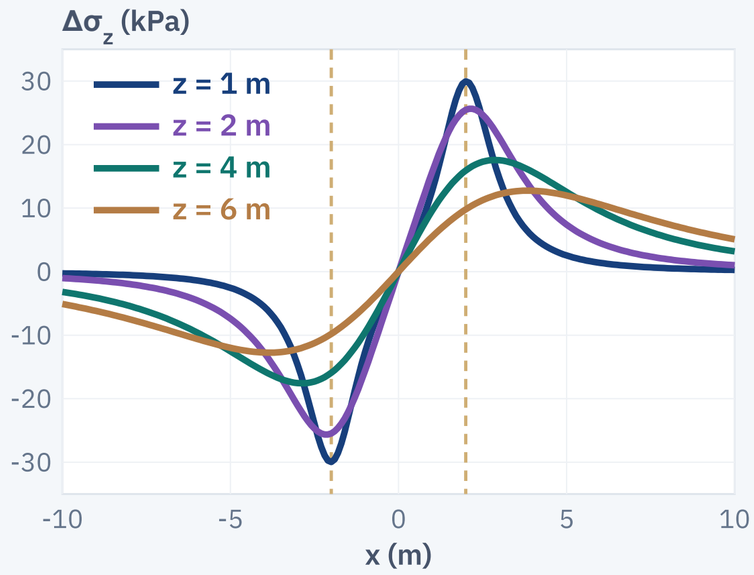
स्ट्रिप के सामने के किनारे (x = b) पर, z = 1 m गहराई पर $\Delta\sigma_z$ = **29.96 kPa**: यह z = 1 m रेखा पर **शिखर मान** (x = 2.01 m, 29.96 kPa) के बहुत निकट है।

हल (2/2)

हल

z (m)	x = 1 m	x = 2 m	x = 3 m	x = 4 m	x = 6 m	x = 8 m	शिखर: x (m)	शिखर: $\Delta\sigma_z$
1	12.73	29.96	14.69	5.51	1.38	0.55	**2.01**	**29.96**
2	15.67	25.46	21.07	12.73	4.49	1.96	**2.15**	**25.65**
4	9.59	15.92	17.54	15.67	9.55	5.40	**2.87**	**17.57**
6	5.51	9.79	12.19	12.73	10.58	7.49	**3.84**	**12.75**

शिखर मान, सतह के निकट (z = 1 m) **30.0 kPa** के साथ स्ट्रिप के किनारे के ठीक नीचे है; गहराई बढ़ने पर यह **घटता** है (z = 6 m पर 12.7 kPa) और **स्ट्रिप से दूर खिसकता** है (x = 2.0 m → 3.8 m)। x = 0 वाला स्तंभ सदैव शून्य है; x < 0 बिंदुओं पर मान वही हैं, चिह्न विपरीत (विषम सममिति)।



हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

प्रश्न

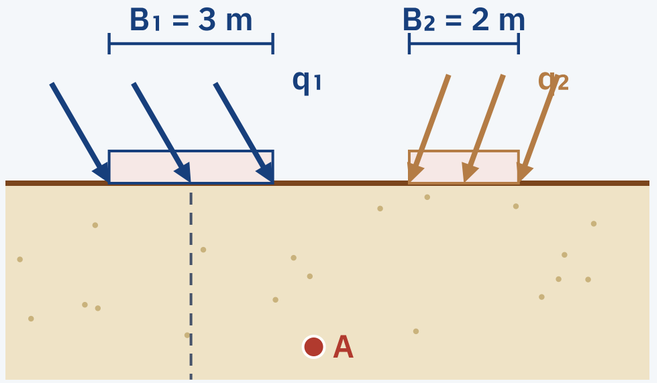
उदाहरण

दिया गया है

1. स्ट्रिप	$q_1 = 150$ kN/m², $\alpha_1 = 30^\circ$ $(+x)$, $B_1 = 3$ m, $x_{c1} = 0$ (–1.5 … 1.5 m) – **उदाहरण 2 की स्ट्रिप**
2. स्ट्रिप	$q_2 = 100$ kN/m², $\alpha_2 = -20^\circ$ $(-x$ **दिशा**), $B_2 = 2$ m, $x_{c2} = 5$ m (4 … 6 m)
बिंदु A	$x = 2.25$ m, $z = 3$ m **(दोनों स्ट्रिपों के बीच)**

ज्ञात करना है

2. स्ट्रिप का योगदान (ऊर्ध्वाधर, क्षैतिज) और **कुल** $\Delta\sigma_z$; गहराई प्रोफ़ाइल।



हल (1/3)

हल

1 दूसरी स्ट्रिप: $x_2 = 2.25 - 5 = -2.75$ m ($|x_2| = 2.75$ m), b = 1 m; $\alpha_2 = -20°$

$$q_v = 100\cos 20^\circ = \mathbf{93.97}\ \text{kPa} \qquad q_h = 100\sin(-20^\circ) = -\mathbf{34.20}\ \text{kPa}$$

2 ऊर्ध्वाधर घटक (सममिति: $|x_2| = 2.75$ m के लिए)

$$A_1 = \tan^{-1}\frac{3}{1.75} = 1.0427 \quad A_2 = \tan^{-1}\frac{3}{3.75} = 0.6747 \quad T = \frac{2(3)(-2.4375)}{(15.5625)^2 + 36} = -0.0526$$

$$\Delta\sigma_{z(v)} = \frac{93.97}{\pi}[A_1 - A_2 - T] = 0.1339\,(93.97) = \mathbf{12.58}\ \text{kPa}$$

हल (2/3)

हल

3 क्षैतिज घटक: q_h ऋणात्मक, x_2 ऋणात्मक → $\Delta\sigma_{z(h)}$ धनात्मक

$$I_h(|x|) = \frac{4b\,x\,z^2}{\pi\left[(x^2+z^2-b^2)^2+4b^2z^2\right]} = \frac{4(1)(2.75)(9)}{\pi\left[(15.5625)^2+36\right]} = \mathbf{0.1133}$$

$$\Delta\sigma_{z(h)} = (-34.20)\left(-0.1133\right) = \mathbf{3.87}\ \text{kPa}$$

4 अध्यारोपण (पहला स्ट्रिप: उदाहरण 2)

$$\Delta\sigma_z = \Delta\sigma_{z(1)} + \Delta\sigma_{z(2)} = (37.36 + 13.15) + (12.58 + 3.87)$$

$$= 50.52 + 16.45 = \mathbf{66.97}\ \text{kPa}$$

$\Delta\sigma_z$ = 66.97 kPa (ऊर्ध्वाधर घटक 49.94, क्षैतिज घटक 17.03 kPa)। मॉड्यूल दोनों स्ट्रिप के लिए यही मान देता है।

हल (3/3)

हल

z (m)	पहली स्ट्रिप (kPa)	दूसरी स्ट्रिप (kPa)	कुल (kPa)	स्ट्रिप 2 का योगदान
1	31.71	4.25	**35.96**	%12
2	49.08	12.18	**61.26**	%20
3	50.52	16.45	**66.97**	%25
4	46.98	17.48	**64.45**	%27
6	37.79	15.83	**53.62**	%30
8	30.40	13.38	**43.79**	%31
12	21.17	9.71	**30.89**	%31

सतह के निकट की परत में स्ट्रिप 1 प्रभावी है; **z = 12 m** पर स्ट्रिप 2 का हिस्सा कुल के 31% तक पहुँच जाता है। दोनों स्ट्रिपों के क्षैतिज घटक A पर एक ही दिशा में जुड़ते हैं (दोनों A की ओर): भार एक-दूसरे की ओर धकेलते हैं।

हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

सारांश

याद रखने योग्य बिंदु

क्षैतिज स्ट्रिप: $\Delta\sigma_z = 4bqxz^2 / \{\pi[(x^2 + z^2 - b^2)^2 + 4b^2z^2]\}$, $b = B/2$; समतुल्य रूप $(qz^2/\pi)[1/((x - b)^2 + z^2) - 1/((x + b)^2 + z^2)]$। x का **विषम फलन**: आगे +, पीछे –, अक्ष के नीचे 0

झुकी हुई स्ट्रिप: $q_v = q \cos\alpha$, $q_h = q \sin\alpha$; $\Delta\sigma_z = \Delta\sigma_{z(v)} + \Delta\sigma_{z(h)}$। ऊर्ध्वाधर घटक x का सम फलन है, क्षैतिज घटक विषम फलन

उदाहरण ($q = 150$ kPa, $\alpha = 30°$, $B = 3$ m; $z = 3$ m): A ($x = +2.25$): 37.36 + 13.15 = **50.52 kPa**; B ($x = -2.25$): 37.36 – 13.15 = **24.21 kPa**; क्षैतिज स्ट्रिप ($q = 100$, $B = 4$; $x = \pm1$, $z = 1$): **±12.73 kPa**

प्रभाव: α बढ़ने पर A पर योग $\alpha \approx 30°$ पर अधिकतम होता है, B पर $\alpha \geq 60°$ के लिए प्रतिबल घटता है; क्षैतिज स्ट्रिप में शिखर गहराई बढ़ने के साथ घटता है और स्ट्रिप से दूर चला जाता है

अध्यारोपण: प्रत्येक स्ट्रिप अपने x और α मान के साथ; दो झुकी स्ट्रिपों के उदाहरण में 50.52 + 16.45 = **66.97 kPa**

संदर्भ

Das, B.M. (2018). Principles of Geotechnical Engineering, 9th ed. Cengage Learning.

टिप्पणी

सभी संख्यात्मक उदाहरण मॉड्यूल के अपने गणना इंजन से उत्पन्न किए गए हैं; मॉड्यूल वही मान देता है। मॉड्यूल $q = 150\ \text{kN/m}^2$, $\alpha = 30°$, $B = 3\ \text{m}$ और A ($x = +2.25\ \text{m}$, $z = 3\ \text{m}$) के साथ खुलता है; $x = -2.25\ \text{m}$ दर्ज करने पर बिंदु B, $\alpha = 90°$ दर्ज करने पर पूर्णतः क्षैतिज स्ट्रिप प्राप्त होती है।

GeoTerva

ऑनलाइन भू-तकनीकी गणनाएँ

सिद्धांत से अनुप्रयोग तक

अपनी स्ट्रिप (q, झुकाव, B, अक्ष रेखा) और बिंदु A को GeoTerva में दर्ज करें; मॉड्यूल प्रतिबल, समप्रतिबल वक्र, गहराई प्रोफ़ाइल, 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।