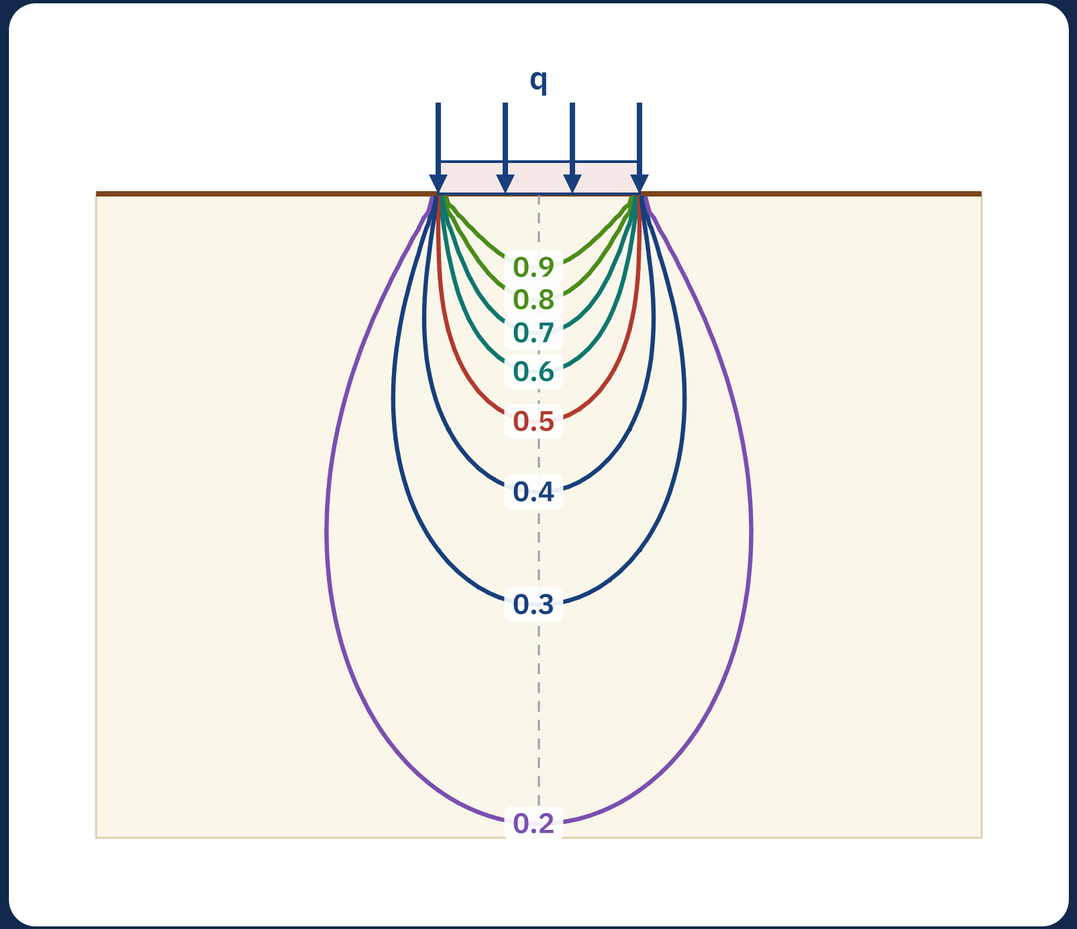
GeoTerva

भू-तकनीकी व्याख्यान स्लाइड · मृदा पिंड में प्रतिबल

ऊर्ध्वाधर स्ट्रिप भार के अंतर्गत प्रतिबल

व्याख्यान: लचीला, अनंत लंबा ऊर्ध्वाधर स्ट्रिप भार; एक बिंदु हाथ से, गहराई और क्षैतिज प्रोफ़ाइल, अध्यारोपण।

रेखा भार का समाकलन | कोण रूप | प्रतिबल बल्ब | अध्यारोपण | हाथ से हल योग्य



परिचय

इस व्याख्यान में हम क्या सीखेंगे?

स्ट्रिप भार के नीचे ऊर्ध्वाधर प्रतिबल वृद्धि: B चौड़ाई की, अनंत लंबाई की, एकसमान दाब q वहन करने वाली लचीली पट्टी; **रेखा भार का चौड़ाई पर समाकलन**

संवृत **आर्कटैन्जेंट** रूप और **कोण रूप**; x < B/2 होने पर पहले आर्कटैन्जेंट में जोड़ा जाने वाला **π सुधार**

यह कि प्रतिबल केवल **x/B** और **z/B** पर निर्भर करता है और q से कभी अधिक नहीं होता; **प्रतिबल बल्ब** और प्रभाव गुणांक तालिका

एक बिंदु **आदि से अंत तक हाथ से**; गहराई और क्षैतिज प्रोफ़ाइल तालिकाओं में; एक से अधिक स्ट्रिप **अध्यारोपण** से

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 = 100 kN/m², B = 4 m; बिंदु A अक्ष रेखा से x = 1 m बगल में, z = 1 m गहराई पर।

स्ट्रिप भार: परिमित चौड़ाई, अनंत लंबाई

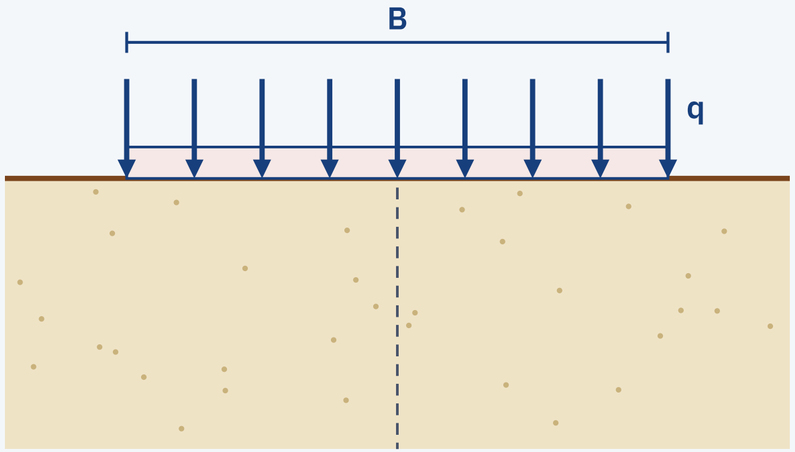
सिद्धांत

एक लंबी फ़ुटिंग, सड़क या तटबंध की ऊपरी सतह, दीवार का आधार: अनेक भार एक दिशा में लंबे और दूसरी में परिमित चौड़ाई के होते हैं। **स्ट्रिप भार** इन्हें मॉडल करता है

लचीली स्ट्रिप: चौड़ाई B, अनंत लंबाई, एकसमान ऊर्ध्वाधर दाब q। प्रतिबल प्रत्येक काट में समान है; समस्या **समतल विकृति** (द्वि-आयामी) की है

सेटलमेंट जो भी हो, दाब पूरी चौड़ाई में q ही रहता है; एक दृढ़ फ़ुटिंग इस दाब का पुनर्वितरण कर देती

मृदा **समांगी, समदैशिक, रैखिक प्रत्यास्थ** अर्ध-अनंत माध्यम है। $\Delta\sigma_z$ केवल भार के कारण वृद्धि है; ओवरबर्डन अलग से जोड़ा जाता है



काट: स्ट्रिप y दिशा में अनंत तक फैली है; प्रत्येक काट में समान प्रतिबल (समतल विकृति)

रेखा भार से स्ट्रिप तक

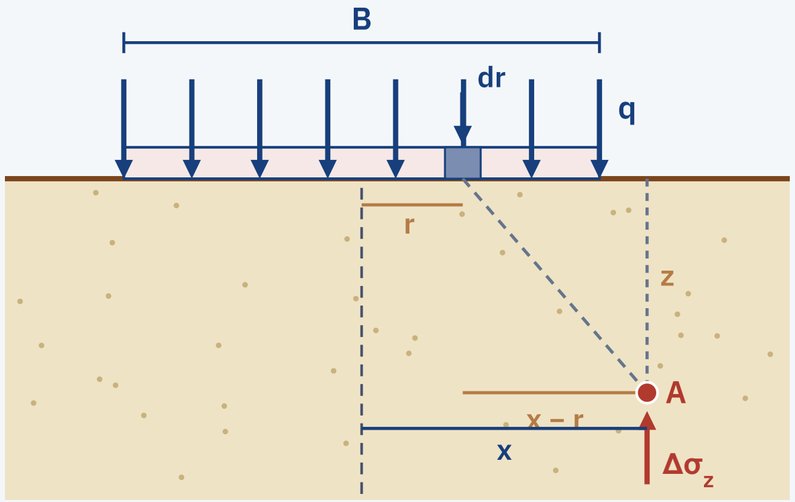
सिद्धांत

dr चौड़ाई की अवकल स्ट्रिप प्रति इकाई लंबाई **q dr** भार वहन करती है और **रेखा भार** की तरह कार्य करती है; बिंदु A से इसकी क्षैतिज दूरी x − r है

$$d\sigma_z = \frac{2\,(q\,dr)\,z^3}{\pi\,[(x-r)^2+z^2]^2}$$

पूरी स्ट्रिप, r = −B/2 … +B/2 के बीच इन रेखा भारों का योग है

$$\Delta\sigma_z = \int_{-B/2}^{+B/2} \frac{2q}{\pi}\,\frac{z^3}{[(x-r)^2+z^2]^2}\,dr$$



समाकल का संवृत रूप

सिद्धांत

u = x − r लिया जाता है; $1/(u^2+z^2)^2$ का **आदिफलन** $(q/\pi)[\tan^{-1}(u/z) + z\,u/(u^2+z^2)]$ है। समाकल का u = x − B/2 और u = x + B/2 सीमाओं पर मान निकालने से **आर्कटैन्जेंट रूप** प्राप्त होता है

$$\Delta\sigma_z = \frac{q}{\pi}\left\{\tan^{-1}\frac{z}{x-B/2} - \tan^{-1}\frac{z}{x+B/2} - \frac{B\,z\,[x^2-z^2-B^2/4]}{[x^2+z^2-B^2/4]^2+B^2z^2}\right\}$$

आर्कटैन्जेंट **रेडियन** में हैं; $\Delta\sigma_z$ +x और −x स्थितियों पर समान है (स्ट्रिप अक्ष-रेखा के सापेक्ष सममित है)

समीकरण जैसा लिखा गया है, x ≥ B/2 के लिए मान्य है। 0 ≤ x < B/2 के लिए पहला आर्कटैंजेंट ऋणात्मक हो जाता है और उसके स्थान पर **π + $\tan^{-1}$[z/(x − B/2)]** लिया जाता है; ठीक x = B/2 पर यह π/2 होता है

संख्यात्मक सत्यापन (q = 100, B = 4, x = 1, z = 1): रेखा भार हल का स्ट्रिप की चौड़ाई पर संख्यात्मक समाकलन **90.2232 kPa** है, संवृत रूप **90.2232 kPa**

प्रतिबल केवल कोणों पर निर्भर करता है

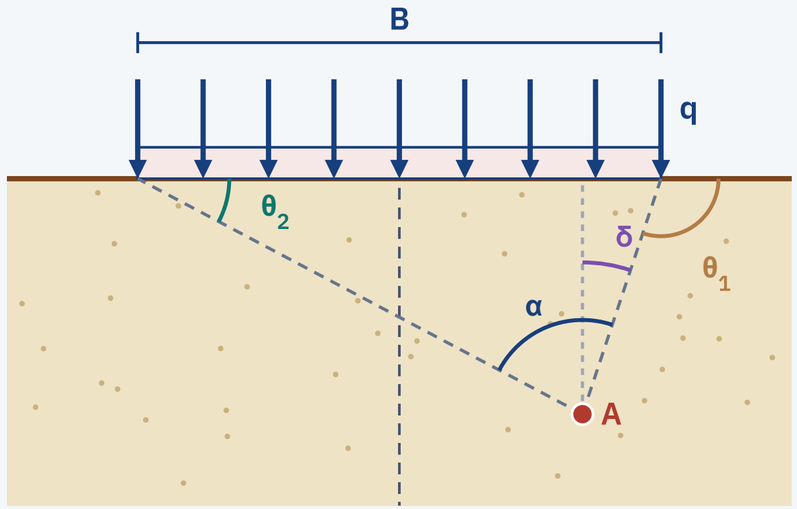
सिद्धांत

वही परिणाम आकृति में दिखाए गए कोणों के रूप में लिखा जाता है। θ सतह से मापा जाता है; $\alpha = \theta_1 - \theta_2$ वह कोण है जिस पर स्ट्रिप A से दिखाई देती है। **δ** ऊर्ध्वाधर और A से +B/2 किनारे तक खींची गई सरल रेखा के बीच का कोण है: $\delta = 90° - \theta_1$ (स्ट्रिप के नीचे ऋणात्मक)

$$\Delta\sigma_z = \frac{q}{\pi}\left[\alpha + \sin\alpha\,\cos(\alpha + 2\delta)\right]$$

$$F(u) = \tan^{-1}\frac{u}{z} + \frac{zu}{u^2+z^2} = \varphi + \tfrac{1}{2}\sin 2\varphi \quad (u = z\tan\varphi)$$

प्रतिबल केवल **x/B और z/B** पर निर्भर करता है और **q से अधिक नहीं होता**: सतह पर स्ट्रिप के नीचे $\alpha = \pi$ और $\Delta\sigma_z = q$; स्ट्रिप के बगल में $\alpha = 0$



अक्ष के नीचे और किनारे के नीचे

सिद्धांत

अक्ष के नीचे (x = 0; b = B/2) समीकरण एकल पद वाला हो जाता है; **किनारे के नीचे** (x = b) पहला आर्कटैंजेंट π/2 होता है और सतह पर $\Delta\sigma_z = q/2$ है

$$\left.\frac{\Delta\sigma_z}{q}\right|_{x=0} = \frac{2}{\pi}\left[\tan^{-1}\frac{b}{z} + \frac{bz}{b^2+z^2}\right]$$

$$\left.\frac{\Delta\sigma_z}{q}\right|_{x=b} = \frac{1}{\pi}\left[\frac{\pi}{2} - \tan^{-1}\frac{z}{B} + \frac{Bz}{B^2+z^2}\right]$$

2z/B	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	6.0
केंद्र के नीचे (2x/B = 0)	0.959	0.818	0.550	0.396	0.306	0.208
किनारे के नीचे (2x/B = 1)	0.497	0.480	0.409	0.334	0.275	0.198

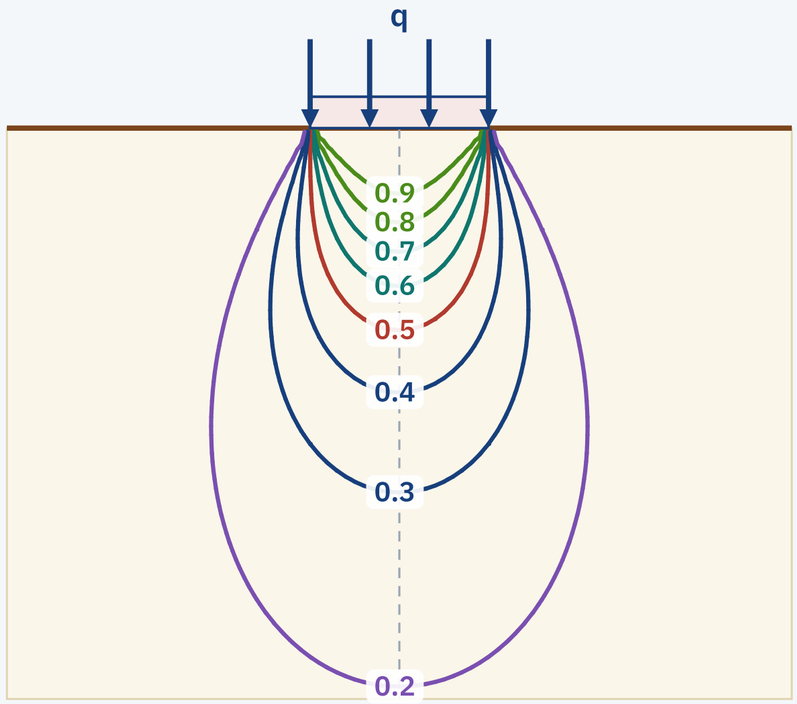
समोच्च रेखाएँ: $\Delta\sigma_z/q$

सिद्धांत

अक्ष के नीचे प्रतिबल लगभग **z = 1.1B** गहराई पर q के आधे, **3.1B** पर पाँचवें भाग और केवल **6.3B** पर दसवें भाग तक घट जाता है

0.6 – 0.9 मान वाली रेखाएँ सतह के निकट क्षेत्र में स्ट्रिप के नीचे घनी हो जाती हैं: जाना-पहचाना **दाब बल्ब**

दूरियों को B से विभाजित करने पर वक्र **प्रत्येक स्ट्रिप के लिए समान** रहते हैं: x/B और z/B के साथ खींचा गया एकल आरेख प्रत्येक q और B के लिए मान्य है



$\Delta\sigma_z/q$ के मान

सिद्धांत

2z/B \ 2x/B	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
0.0	1.000	1.000	0.500	0.000	0.000	0.000	0.000
0.5	0.959	0.902	0.497	0.089	0.019	0.006	0.003
1.0	0.818	0.735	0.480	0.214	0.084	0.036	0.017
1.5	0.668	0.607	0.448	0.271	0.146	0.077	0.042
2.0	0.550	0.510	0.409	0.288	0.185	0.114	0.071
2.5	0.462	0.436	0.370	0.285	0.205	0.141	0.095
3.0	0.396	0.379	0.334	0.274	0.211	0.157	0.114
3.5	0.345	0.334	0.302	0.258	0.210	0.165	0.127
4.0	0.306	0.298	0.275	0.242	0.205	0.168	0.134
5.0	0.248	0.244	0.231	0.212	0.188	0.164	0.139
6.0	0.208	0.206	0.198	0.186	0.171	0.154	0.136

$\Delta\sigma_z = q \cdot$ (तालिका मान)। तालिका का प्रत्येक मान उसी समीकरण से आता है; $z = 0$ वाली पंक्ति सतह है (स्ट्रिप के नीचे 1, किनारे पर 0.5, बाहर 0)।

अध्यारोपण

सिद्धांत

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

स्ट्रिप **अतिव्यापी नहीं हो सकतीं**: दो स्ट्रिप किसी 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

$$\Delta\sigma_z = \sum_k \Delta\sigma_{z(k)} \qquad x_k = x_A - x_{c,k}$$

$\Delta\sigma_{z(k)}$ ऊपर के समीकरण से (q_k, B_k, x_k, z) परिकलित किया जाता है; सममिति के कारण केवल $|x_k|$ आवश्यक है

प्रश्न

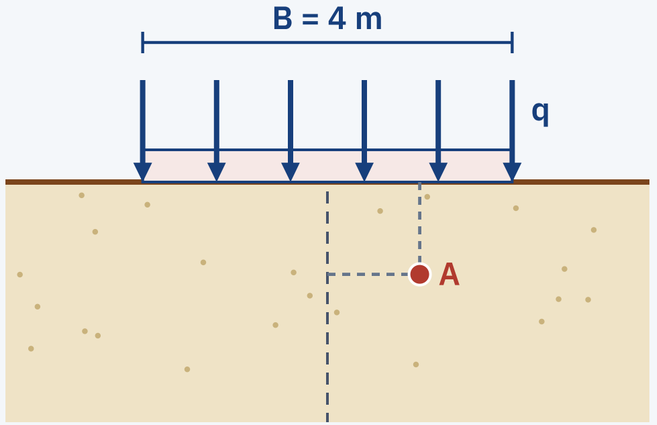
उदाहरण

दिया गया है

स्ट्रिप भार	**लचीला, ऊर्ध्वाधर:** $q = 100$ **kN/m²,** $B = 4$ **m (** $b = B/2 = 2$ **m);** **अक्ष रेखा** $x = 0$
बिंदु A	**अक्ष रेखा से** $x = 1$ **m बगल में,** $z = 1$ **m गहराई पर (स्ट्रिप के नीचे)**

ज्ञात करना है

$\Delta\sigma_z$ और $\Delta\sigma_z/q$: पहले संवृत (आर्कटैन्जेंट) रूप से, फिर **कोण रूप** से सत्यापन।



हल (1/3)

हल

1 अर्ध-चौड़ाई और बिंदु A की किनारों से दूरी

$$b = \frac{B}{2} = 2\ \text{m} \qquad x - b = 1 - 2 = -1\ \text{m} \qquad x + b = 1 + 2 = 3\ \text{m}$$

$$\frac{2x}{B} = 0.5 \qquad \frac{2z}{B} = 0.5$$

2 x < B/2 होने के कारण पहला आर्कटैन्जेंट ऋणात्मक है; π जोड़ा जाता है

$$\tan^{-1}\frac{z}{x-b} = \tan^{-1}\frac{1}{-1} = -0.7854 \;\Rightarrow\; A_1 = \pi + (-0.7854) = \mathbf{2.3562}$$

$$A_2 = \tan^{-1}\frac{z}{x+b} = \tan^{-1}\frac{1}{3} = \mathbf{0.3218}$$

बिंदु A स्ट्रिप के **नीचे** है (|x| = 1 m < B/2 = 2 m)। पहले आर्कटैन्जेंट का π संशोधन इसी कारण आवश्यक है; A_1 = 2.3562 और A_2 = 0.3218 rad।

हल (2/3)

हल

3 तीसरा (बीजीय) पद

$$T = \frac{B\,z\,(x^2 - z^2 - b^2)}{(x^2 + z^2 - b^2)^2 + B^2 z^2} = \frac{4(1)(1 - 1 - 4)}{(1 + 1 - 4)^2 + 16(1)} = \frac{-16}{20} = \mathbf{-0.8000}$$

4 प्रभाव मान और प्रतिबल

$$\frac{\Delta\sigma_z}{q} = \frac{1}{\pi}\left[A_1 - A_2 - T\right] = \frac{1}{\pi}\left[2.3562 - 0.3218 - (-0.8)\right] = \mathbf{0.9022}$$

$$\Delta\sigma_z = 0.9022\,(100) = \mathbf{90.22}\ \text{kPa}$$

$\Delta\sigma_z$ = 90.22 kPa: बिंदु A पर प्रतिबल सतही दाब का **90.2**% है ($\Delta\sigma_z/q$ = 0.9022)। प्रतिबल q = 100 kPa से अधिक नहीं होता।

हल (3/3)

हल

5 कोण: θ सतह से, δ ऊर्ध्वाधर से

$$\theta_1 = 135.00^\circ \quad (x - b < 0) \qquad \theta_2 = \tan^{-1}\frac{z}{x+b} = 18.43^\circ$$

$$\alpha = \theta_1 - \theta_2 = 116.57^\circ = 2.0344 \text{ rad}$$

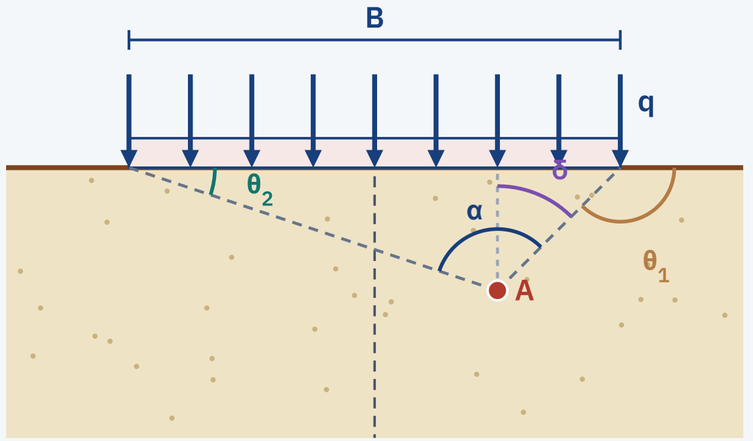
$$\delta = 90^\circ - \theta_1 = -\mathbf{45}^\circ$$

6 कोण रूप

$$\Delta\sigma_z = \frac{q}{\pi}\left[\alpha + \sin\alpha\cos(\alpha + 2\delta)\right]$$

$$= \frac{100}{\pi}\left[2.0344 + (0.8944)\cos(26.57^\circ)\right]$$

$$= \frac{100}{\pi}(2.8344) = \mathbf{90.22} \text{ kPa}$$



दोनों रूप **एक ही परिणाम** देते हैं: $\Delta\sigma_z$ = 90.22 kPa। मॉड्यूल वही मान देता है; कोण रूप दर्शाता है कि प्रतिबल केवल कोणों पर, अर्थात x/B और z/B पर निर्भर करता है।

हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

प्रश्न

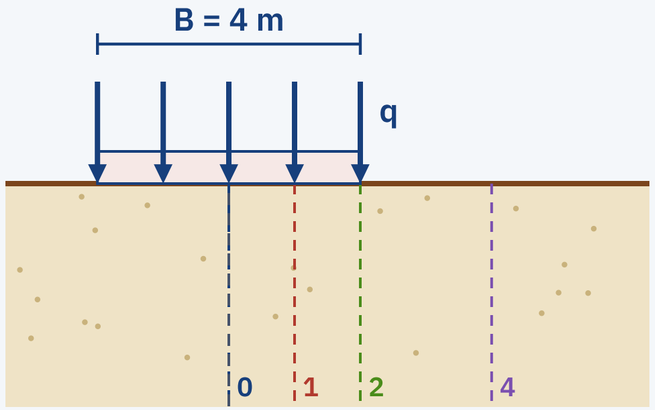
उदाहरण

दिया गया है

स्ट्रिप भार	$q = 100$ **kN/m²,** $B = 4$ **m, अक्ष रेखा** $x = 0$ **(उदाहरण 1 की स्ट्रिप)**
सरल रेखाएँ	$x = 0$ **(अक्ष),** $x = 1$ **m (A वाली सरल रेखा),** $x = 2$ **m (किनारा),** $x = 4$ **m (किनारे से 2 m बाहर)**
गहराई	$z = 0.5$ **…** 12 **m**

ज्ञात करना है

प्रत्येक रेखा के अनुदिश $\Delta\sigma_z$ का गहराई के साथ परिवर्तन; अक्ष के नीचे वे गहराइयाँ जहाँ प्रतिबल **q/2, q/5, q/10** होता है।

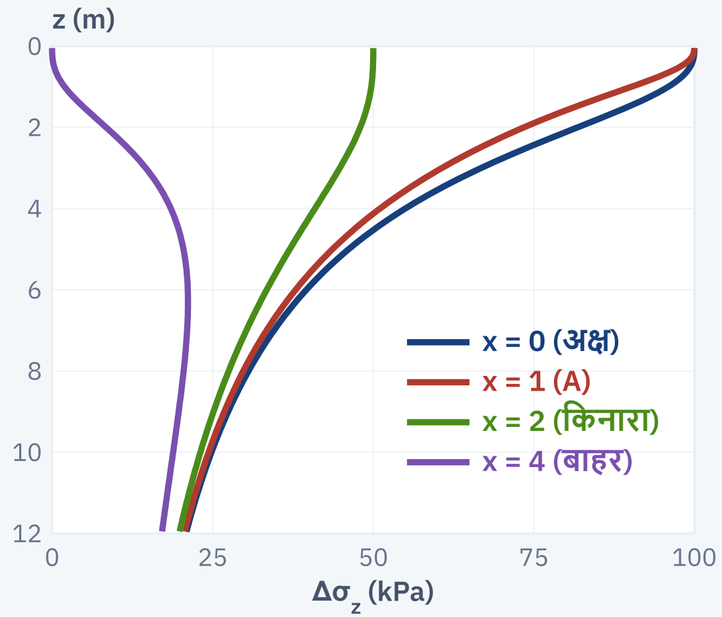


हल (1/2)

हल

z (m)	2z/B	x = 0 (अक्ष)	x = 1 m (A)	x = 2 m (किनारा)	x = 4 m (बाहर)
0.5	0.250	99.38	97.88	49.96	0.30
1.0	0.500	95.95	**90.22**	49.69	1.93
1.5	0.750	89.59	81.38	49.04	4.90
2.0	1.000	81.83	73.47	47.97	8.39
3.0	1.500	66.82	60.71	44.80	14.57
4.0	2.000	54.98	51.05	40.92	18.48
5.0	2.500	46.18	43.65	37.00	20.45
6.0	3.000	39.58	37.91	33.41	21.12
8.0	4.000	30.58	29.76	27.49	20.47
10.0	5.000	24.81	24.36	23.09	18.84
12.0	6.000	20.84	20.57	19.79	17.07

अक्ष के नीचे प्रतिबल सतह से नीचे की ओर धीरे-धीरे घटता है (z = 12 m पर 20.8 kPa); **किनारे के नीचे** सतह पर यह q/2 के बहुत निकट है (50.0 kPa), फिर घटता है; **बाहर** की सरल रेखा पर प्रतिबल पहले बढ़ता है, z ≈ 6 m पर अधिकतम होता है (21.1 kPa) और फिर घटता है।



हल (2/2)

हल

1 अक्ष के नीचे समीकरण एकल पद वाला रह जाता है (x = 0, b = B/2 = 2 m)

$$\frac{\Delta\sigma_z}{q} = \frac{2}{\pi}\left[\tan^{-1}\frac{b}{z} + \frac{bz}{b^2+z^2}\right] \qquad z = 1.132B = 4.53\ \text{m} \Rightarrow \frac{2}{\pi}[0.4159 + 0.3695] = \mathbf{0.500}$$

2 तीन गहराइयों पर समीकरण के मान

प्रभाव मान	z/B	z (m)	$\tan^{-1}(b/z)$	$bz/(b^2+z^2)$	$\Delta\sigma_z/q$	$\Delta\sigma_z$ (kPa)
q/2	1.132	4.53	0.4159	0.3695	**0.500**	50.00
q/5	3.130	12.52	0.1584	0.1558	**0.200**	20.00
q/10	6.340	25.36	0.0787	0.0784	**0.100**	10.00

अक्ष के नीचे प्रतिबल **z = 1.13B = 4.5 m** पर q/2 तक, **3.13B = 12.5 m** पर q/5 तक, **6.34B = 25.4 m** पर q/10 तक घट जाता है: स्ट्रिप की चौड़ाई के कई गुना गहराई तक मृदा अब भी भार के अधीन रहती है।

हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

प्रश्न

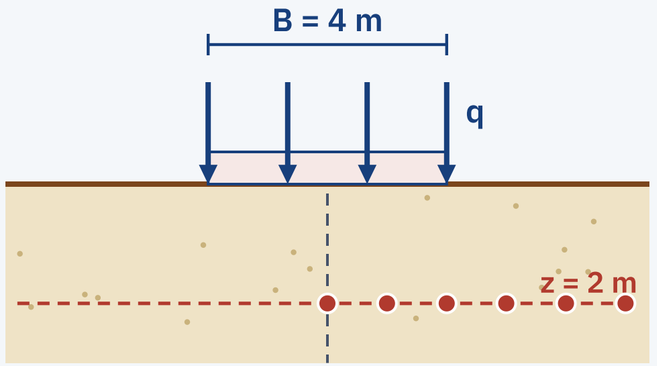
उदाहरण

दिया गया है

स्ट्रिप भार	$q = 100$ **kN/m²,** $B = 4$ **m,** $x = 0$ $(b = 2$ **m)**
सरल रेखा	$z = 2$ **m गहराई पर क्षैतिज सरल रेखा; बिंदु** $x = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8$ **m**
हस्त गणना	**किनारे के नीचे** $x = b = 2$ **m और स्ट्रिप के बाहर** $x = 3$ **m**

ज्ञात करना है

किनारे के नीचे (x = B/2) और **स्ट्रिप के बाहर** (x = 3 m) $\Delta\sigma_z$ हाथ से निकालना; z = 2 m पर संपूर्ण क्षैतिज प्रोफ़ाइल; x = −3 m और x = +3 m की तुलना।



हल (1/3)

हल

1 x = b = 2 m, z = 2 m: पहला आर्कटैन्जेंट ठीक π/2 है

$$A_1 = \tan^{-1}\frac{z}{x-b} = \tan^{-1}\frac{2}{0} = \frac{\pi}{2} = 1.5708 \qquad A_2 = \tan^{-1}\frac{2}{4} = 0.4636$$

$$T = \frac{4(2)(4-4-4)}{(4+4-4)^2+16(4)} = \frac{-32}{80} = -0.4$$

2 प्रभाव मान और प्रतिबल

$$\frac{\Delta\sigma_z}{q} = \frac{1}{\pi}\left[1.5708 - 0.4636 - (-0.4)\right] = \mathbf{0.4797}$$

$$\Delta\sigma_z = 0.4797\,(100) = \mathbf{47.97}\ \text{kPa}$$

किनारे के नीचे प्रतिबल, सतह पर q/2 वाले मान से घटकर z = 2 m गहराई पर **47.97 kPa** (q का 48.0%) रह जाता है। ठीक किनारे पर पहला आर्कटैंजेंट π/2 के बराबर है; π सुधार की आवश्यकता नहीं है।

हल (2/3)

हल

3 x = 3 m > b: दोनों आर्कटैन्जेंट सीधे लिए जाते हैं (x − b = 1, x + b = 5)

$$A_1 = \tan^{-1}\frac{2}{1} = 1.1071 \qquad A_2 = \tan^{-1}\frac{2}{5} = 0.3805$$

$$T = \frac{4(2)(9-4-4)}{(9+4-4)^2+16(4)} = \frac{8}{145} = 0.0552$$

4 प्रभाव मान और प्रतिबल

$$\frac{\Delta\sigma_z}{q} = \frac{1}{\pi}\left[1.1071 - 0.3805 - 0.0552\right] = \mathbf{0.2137}$$

$$\Delta\sigma_z = 0.2137\,(100) = \mathbf{21.37}\ \text{kPa}$$

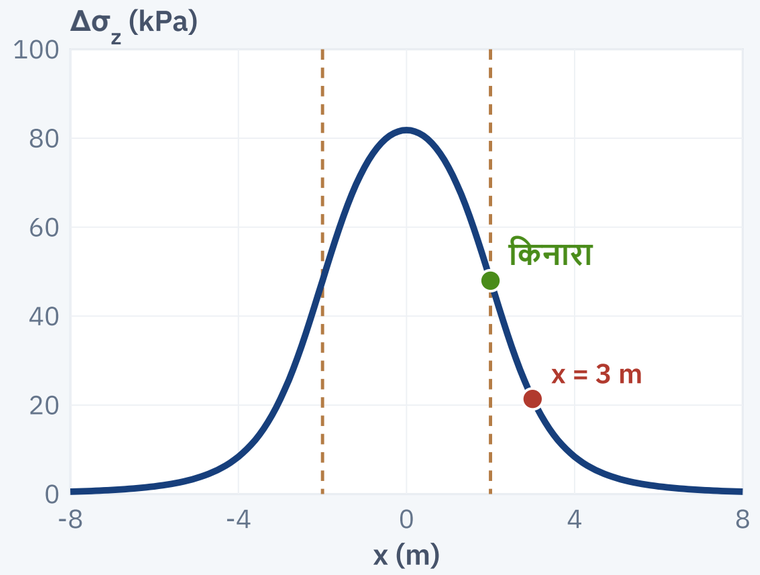
स्ट्रिप से **1 m बाहर** (x = 3 m) प्रतिबल 21.37 kPa है; इस बिंदु पर भार नहीं है, फिर भी मृदा प्रतिबल वहन करती है। सममिति से x = −3 m के लिए भी **21.37 kPa** प्राप्त होता है (मॉड्यूल भी यही मान देता है)।

हल (3/3)

हल

x (m)	2x/B	$\Delta\sigma_z$ (kPa)	$\Delta\sigma_z/q$	अवस्थिति
0	0.00	81.83	0.8183	अक्ष
1	0.50	73.47	0.7347	स्ट्रिप के नीचे
2	1.00	47.97	0.4797	किनारा
3	1.50	21.37	0.2137	बाहर
4	2.00	8.39	0.0839	बाहर
5	2.50	3.58	0.0358	बाहर
6	3.00	1.72	0.0172	बाहर
8	4.00	0.53	0.0053	बाहर

प्रतिबल अक्ष पर सबसे अधिक है (81.8 kPa), किनारे पर घटकर 48.0 kPa रह जाता है (q का लगभग आधा) और स्ट्रिप के बाहर तेज़ी से क्षीण होता है: x = 8 m पर 0.53 kPa। प्रोफ़ाइल x = 0 अक्ष के सापेक्ष **सममित** है।



हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

प्रश्न

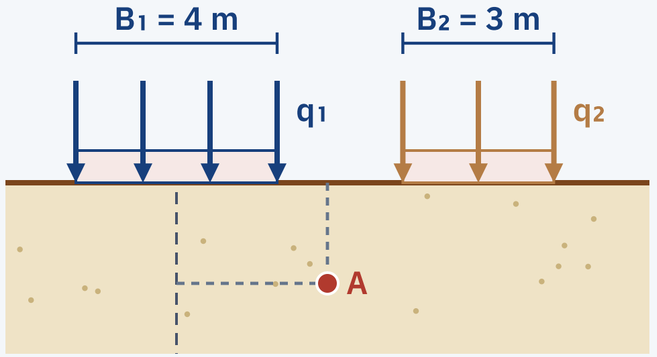
उदाहरण

दिया गया है

1. स्ट्रिप	$q_1 = 100$ kN/m², $B_1 = 4$ m, **अक्ष रेखा** $x_{c1} = 0$ **(–2 … 2 m)**
2. स्ट्रिप	$q_2 = 60$ kN/m², $B_2 = 3$ m, **अक्ष रेखा** $x_{c2} = 6$ **m (4.5 … 7.5 m)**
बिंदु A	$x = 3$ m, $z = 2$ m **(दोनों स्ट्रिपों के बीच)**

ज्ञात करना है

प्रत्येक स्ट्रिप का A पर प्रतिबल और **कुल $\Delta\sigma_z$**; A के नीचे प्रतिबल का गहराई के साथ परिवर्तन।



हल (1/2)

हल

1 स्ट्रिप 1: $x_1 = 3 - 0 = 3$ m, $b = 2$ m ($x > b$)

$$A_1 = \tan^{-1}\frac{2}{1} = 1.1071 \quad A_2 = \tan^{-1}\frac{2}{5} = 0.3805 \quad T = \frac{4(2)(1)}{9^2+64} = 0.0552$$

$$\Delta\sigma_{z(1)} = \frac{100}{\pi}\left[A_1 - A_2 - T\right] = 0.2137\,(100) = \mathbf{21.37}\ \text{kPa}$$

2 दूसरी स्ट्रिप: $x_2 = 3 - 6 = -3$ m ($|x_2| = 3$ m), $b = 1.5$ m

$$A_1 = \tan^{-1}\frac{2}{1.5} = 0.9273 \quad A_2 = \tan^{-1}\frac{2}{4.5} = 0.4182 \quad T = \frac{3(2)(2.75)}{(10.75)^2+36} = 0.1089$$

$$\Delta\sigma_{z(2)} = \frac{60}{\pi}\left[A_1 - A_2 - T\right] = 0.1274\,(60) = \mathbf{7.64}\ \text{kPa}$$

3 अध्यारोपण

$$\Delta\sigma_z = \Delta\sigma_{z(1)} + \Delta\sigma_{z(2)} = 21.37 + 7.64 = \mathbf{29.02}\ \text{kPa}$$

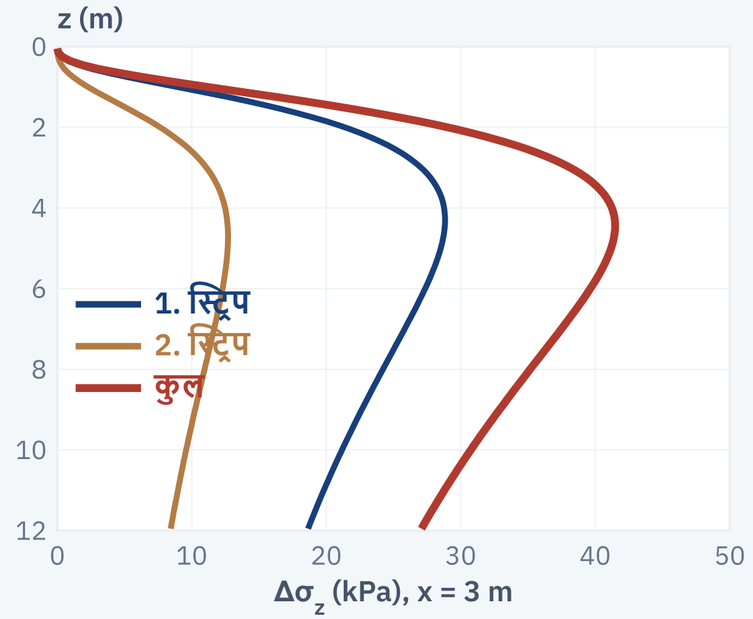
कुल **$\Delta\sigma_z$ = 29.02 kPa**; मॉड्यूल वही मान देता है। दूसरी स्ट्रिप का अंश कुल का 26% है।

हल (2/2)

हल

z (m)	पहली स्ट्रिप (kPa)	दूसरी स्ट्रिप (kPa)	कुल (kPa)	स्ट्रिप 2 का योगदान
1	8.92	2.28	**11.21**	20 %
2	21.37	7.64	**29.02**	26 %
3	27.05	11.09	**38.14**	29 %
4	28.76	12.47	**41.24**	30 %
6	27.35	12.28	**39.63**	31 %
8	24.21	10.95	**35.16**	31 %
12	18.59	8.41	**26.99**	31 %

A के नीचे कुल प्रतिबल $z \approx 4.5$ m पर सबसे अधिक है (41.5 kPa) और फिर घटता है। सतह के निकट की परत में स्ट्रिप 1 प्रभावी है; गहराई पर दोनों स्ट्रिपों के हिस्से एक-दूसरे के निकट आ जाते हैं (z = 12 m पर स्ट्रिप 2 का हिस्सा 31%)।



हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

प्रश्न

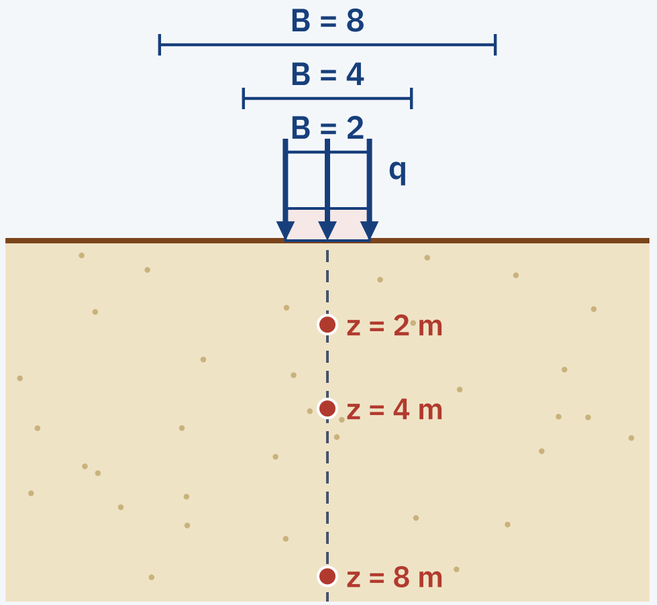
उदाहरण

दिया गया है

चौड़ाई का प्रभाव	**वही** $q = 100$ **kN/m²;** $B = 2,\ 4,\ 8$ **m; अक्ष के नीचे** $z = 2,\ 4,\ 8$ **m**
संकीर्ण स्ट्रिप	**भार तीव्रता** $P = qB = 100$ **kN/m नियत;** $B = 2,\ 1,\ 0.5,\ 0.1$ **m; बिंदु** $x = 2$ **m,** $z = 2$ **m**
तुलना	**रेखा भार:** $\Delta\sigma_z = 2Pz^3/[\pi(x^2+z^2)^2]$

ज्ञात करना है

यह दिखाना कि **z/B** समान होने पर प्रतिबल समान रहता है; यह देखना कि स्ट्रिप के संकरी होने पर परिणाम **रेखा भार** के मान के निकट पहुँचता है।



हल (1/2)

हल

1 अक्ष के नीचे, B = 2 m, z = 2 m (z/B = 1; b = 1 m)

$$\frac{\Delta\sigma_z}{q} = \frac{2}{\pi}\left[\tan^{-1}\frac{1}{2} + \frac{1(2)}{1+4}\right] = \frac{2}{\pi}\left[0.4636 + 0.4\right] = 0.5498 \;\Rightarrow\; \Delta\sigma_z = \mathbf{54.98}\ \text{kPa}$$

2 तीन चौड़ाइयाँ, तीन गहराइयाँ (अक्ष के नीचे, kPa)

B (m)	z = 2 m	z = 4 m	z = 8 m
2	54.98 (z/B = 1.00)	30.58 (z/B = 2.00)	15.75 (z/B = 4.00)
4	81.83 (z/B = 0.50)	54.98 (z/B = 1.00)	30.58 (z/B = 2.00)
8	95.95 (z/B = 0.25)	81.83 (z/B = 0.50)	54.98 (z/B = 1.00)

प्रतिबल **केवल z/B पर** निर्भर करता है: B = 2 m, z = 2 m; B = 4 m, z = 4 m और B = 8 m, z = 8 m सदैव **54.98 kPa** देते हैं। समान q के साथ **चौड़ी स्ट्रिप अधिक गहराई तक** प्रभाव डालती है: z = 8 m पर B = 2 m के लिए 15.8 kPa, B = 8 m के लिए 55.0 kPa।

हल (2/2)

हल

3 रेखा भार हल (P = 100 kN/m; x = 2 m, z = 2 m)

$$\Delta\sigma_z = \frac{2Pz^3}{\pi(x^2+z^2)^2} = \frac{2(100)(2)^3}{\pi(4+4)^2} = \frac{1{,}600}{201.06} = \mathbf{7.958}\ \text{kPa}$$

4 समान P = qB के साथ क्रमशः संकरी होती स्ट्रिप (संवृत रूप, वही बिंदु)

B (m)	q = P/B (kPa)	$\Delta\sigma_z$ (स्ट्रिप, kPa)	रेखा भार से अंतर
2.0	50	9.242	%16.1
1.0	100	8.287	%4.1
0.5	200	8.041	%1.0
0.1	1,000	7.961	%0.0
→ **0**	→ ∞	**7.958** (रेखा भार)	0

B घटने पर स्ट्रिप हल **9.24 kPa** से रेखा भार मान **7.96 kPa** की ओर पहुँचता है; B = 0.1 m के लिए अंतर केवल 0.04%। रेखा भार, स्ट्रिप भार की B → 0 सीमा है।

हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

सारांश

याद रखने योग्य बिंदु

संवृत रूप: $\Delta\sigma_z = (q/\pi)\{\tan^{-1}[z/(x - B/2)] - \tan^{-1}[z/(x + B/2)] - Bz[x^2 - z^2 - B^2/4] / ([x^2 + z^2 - B^2/4]^2 + B^2z^2)\}$; $x < B/2$ के लिए पहले आर्कटैन्जेंट में π जोड़ा जाता है

कोण रूप: $\Delta\sigma_z = (q/\pi)[\alpha + \sin\alpha \cos(\alpha + 2\delta)]$; $\alpha = \theta_1 - \theta_2$, $\delta = 90° - \theta_1$। प्रतिबल केवल **x/B और z/B** पर निर्भर करता है, q से अधिक नहीं होता; सतह पर स्ट्रिप के नीचे q, किनारे पर q/2, बाहर 0

उदाहरण ($q = 100$ kN/m², $B = 4$ m; A: $x = 1$, $z = 1$ m): A_1 2.3562, A_2 0.3218, T -0.8 → $\Delta\sigma_z/q$ = **0.9022**; **$\Delta\sigma_z$ = 90.22 kPa**; कोण रूप में भी वही परिणाम प्राप्त होता है

प्रतिबल बल्ब: अक्ष के नीचे q/2, q/5, q/10 की गहराइयाँ 1.13B, 3.13B, 6.34B हैं। **अध्यारोपण**: प्रत्येक स्ट्रिप अपने x मान के साथ; दो स्ट्रिप के उदाहरण में 21.37 + 7.64 = **29.02 kPa**

सीमाएँ: समान z/B समान प्रतिबल देता है; $B \to 0$ और $P = qB$ स्थिर रहने पर स्ट्रिप, रेखा भार के हल की ओर अग्रसर होती है

संदर्भ

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

टिप्पणी

सभी संख्यात्मक उदाहरण मॉड्यूल के अपने गणना इंजन से तैयार किए गए हैं; मॉड्यूल वही मान देता है। मॉड्यूल $q = 100\ \text{kN/m}^2$, $B = 4\ \text{m}$ और A ($x = 1\ \text{m}$, $z = 1\ \text{m}$) के साथ खुलता है।

GeoTerva

ऑनलाइन भू-तकनीकी गणनाएँ

सिद्धांत से अनुप्रयोग तक

अपनी स्ट्रिपें (q, B, केंद्र रेखा) और बिंदु A 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।

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