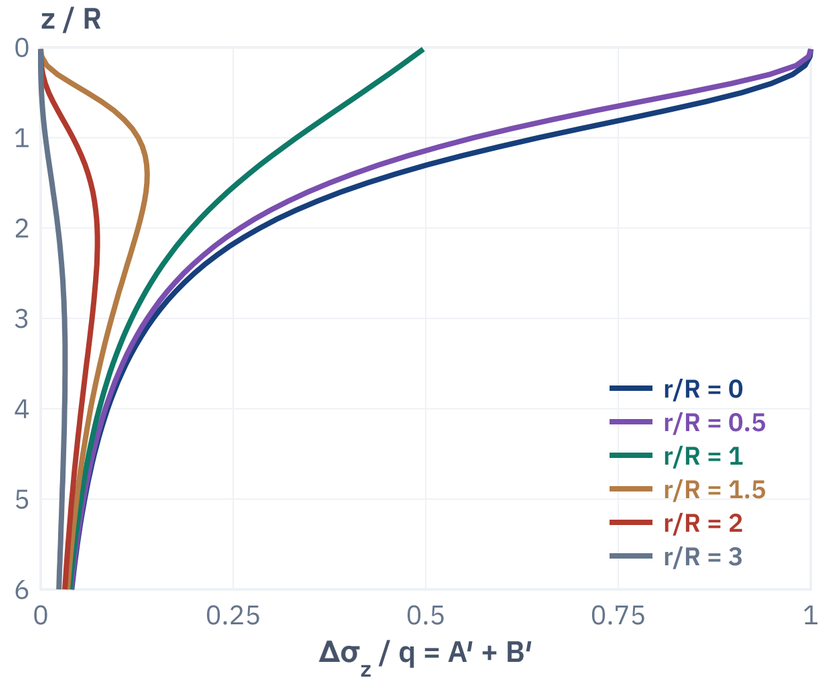
GeoTerva

भू-तकनीकी व्याख्यान स्लाइड · मृदा पिंड में प्रतिबल

वृत्ताकार भार के अंतर्गत प्रतिबल

व्याख्यान: वृत्ताकार भार के नीचे ऊर्ध्वाधर प्रतिबल; अक्ष पर संवृत व्यंजक, अक्ष से बाहर A′ + B′; हाथ से हल किए गए उदाहरण।

अक्ष पर | A′ + B′ | ध्रुवीय समाकल | भार के बाहर | अनेक वृत्त



परिचय

इस व्याख्यान में हम क्या सीखेंगे?

एकसमान वितरित भार वाले **वृत्ताकार क्षेत्र** (टैंक, साइलो, वृत्ताकार फ़ुटिंग) के नीचे ऊर्ध्वाधर प्रतिबल वृद्धि: $\Delta\sigma_z$

वृत्त के अक्ष पर संवृत व्यंजक: $\Delta\sigma_z = q\{1 - 1/[(R/z)^2 + 1]^{3/2}\}$

अक्ष से हटकर, किनारे के नीचे और बगल में: $\Delta\sigma_z = q\,(A' + B')$; $A' + B'$ केवल z/R और r/R पर निर्भर करता है

Boussinesq समाकल को **बिंदु A पर ध्रुवीय निर्देशांकों में** लेना: ρ समाकल संवृत रूप में, φ समाकल संख्यात्मक रूप से

भार के बाहर प्रतिबल का **पहले बढ़ना और फिर घटना**; एक से अधिक वृत्तों के प्रतिबलों का **जोड़ा जाना**

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 वृत्त: $R = 3$ m, $q = 100$ kN/m²; बिंदु A वृत्त के अक्ष से $r = 4.5$ m दूर, $z = 3$ m गहराई पर है (भार के बाहर)।

एकसमान रूप से भारित वृत्ताकार क्षेत्र

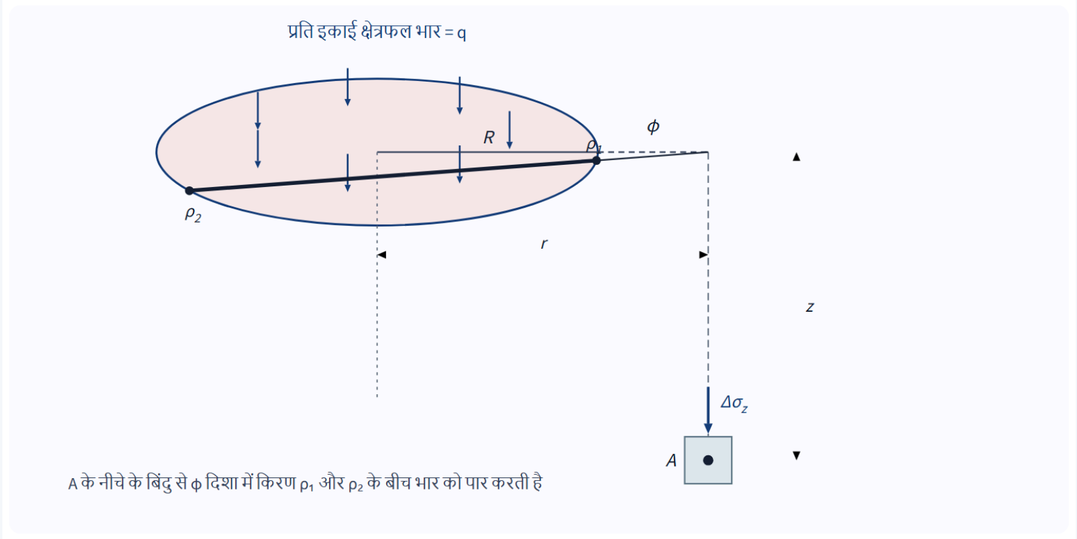
सिद्धांत

एकसमान वितरित दाब **q** वहन करने वाला, **R** त्रिज्या का **लचीला वृत्ताकार क्षेत्र** (टैंक, साइलो, वृत्ताकार फ़ुटिंग)

मृदा एक **समांगी, समदैशिक और रैखिक प्रत्यास्थ** अर्ध-अनंत माध्यम है; $\Delta\sigma_z$ केवल भार से उत्पन्न वृद्धि है

समस्या **अक्षीय सममित** है: प्रतिबल केवल केंद्र से क्षैतिज दूरी **r** और गहराई **z** पर निर्भर करता है, दिशा पर नहीं

केंद्र के नीचे (r = 0) **संवृत रूप का व्यंजक** उपलब्ध है; अक्ष से बाहर, किनारे के नीचे और बगल में, Ahlvin और Ulery (1962) ने समाकल का मान निकालकर उसे **A′ और B′** के रूप में सारणीबद्ध किया है



वृत्त के केंद्र के नीचे: संवृत-रूप हल

सिद्धांत

$$\Delta\sigma_z = q\left\{1 - \frac{1}{\left[(R/z)^2 + 1\right]^{3/2}}\right\}$$

सतह पर ($z \to 0$) $\Delta\sigma_z = q$; गहराई के साथ यह **एकदिष्ट रूप से घटता है** और अत्यधिक गहराई पर शून्य की ओर जाता है

प्रतिबल केवल **R/z** अनुपात पर निर्भर करता है: समान z/R के लिए बड़ा और छोटा वृत्त समान $\Delta\sigma_z/q$ मान देते हैं

प्रभाव गहराई

$\Delta\sigma_z/q$	z/R
0.50	1.30
0.20	2.50
0.10	3.71
0.05	5.36

3.7R गहराई पर प्रतिबल घटकर सतह के मान का केवल दसवाँ भाग रह जाता है।

$\Delta\sigma_z = q\,(A' + B')$

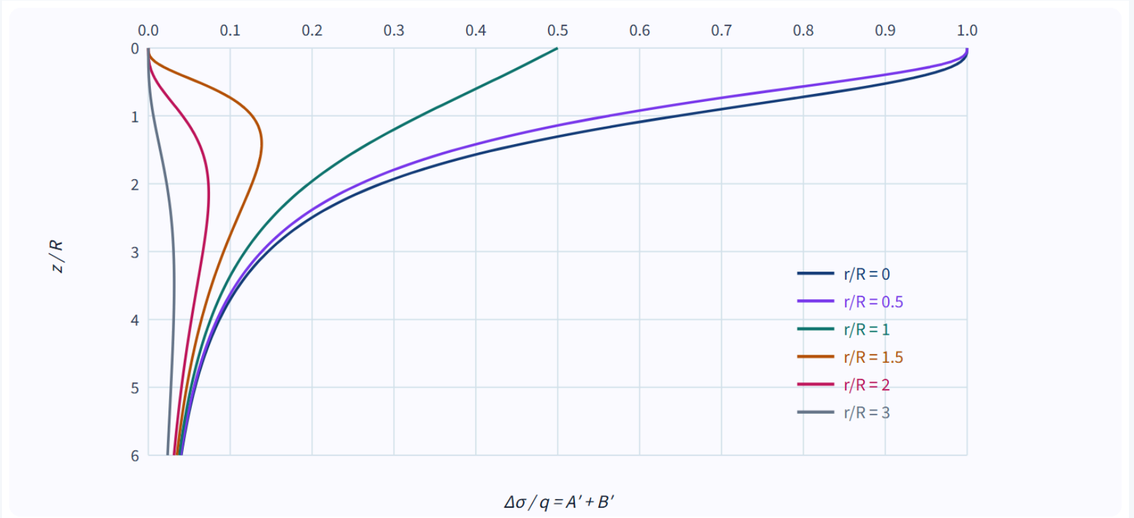
सिद्धांत

$$\Delta\sigma_z = q\,(A' + B')$$

A′ और B′ अनुपात **z/R** और **r/R** पर निर्भर दो भाग हैं; ये समाकल के विघटन से उत्पन्न होते हैं, और $\Delta\sigma_z$ के लिए केवल इनका **योग** आवश्यक है

अक्ष (r = 0) पर यह कुल संवृत-रूप व्यंजक में सरल हो जाता है; **किनारे के नीचे** (r/R = 1) यह सतह पर 0.5 से आरंभ होता है

भार के बगल में मान शून्य से आरंभ होता है, पहले बढ़ता है, फिर घटता है



बिंदु के सापेक्ष ध्रुवीय समाकल

सिद्धांत

सारणियों के बीच अंतर्वेशन नहीं किया जाता: Boussinesq हल को बिंदु A के नीचे के बिंदु को केंद्र लेकर **ρ, φ** ध्रुवीय निर्देशांकों में सीधे वृत्त पर समाकलित किया जाता है

प्रत्येक φ दिशा में किरण भारित वृत्त को **ρ_1** और **ρ_2** के बीच काटती है (A भार के नीचे हो तो $\rho_1 = 0$); भार तत्व q ρ dρ dφ है

$$d\sigma_z = \frac{3q}{2\pi}\,\frac{z^3\,\rho}{(\rho^2+z^2)^{5/2}}\,d\rho\,d\varphi$$

$$\int_{\rho_1}^{\rho_2}\frac{3z^3\rho\,d\rho}{(\rho^2+z^2)^{5/2}} = \frac{z^3}{(\rho_1^2+z^2)^{3/2}} - \frac{z^3}{(\rho_2^2+z^2)^{3/2}}$$

A′ + B′ और संख्यात्मक योग

सिद्धांत

$$A' + B' = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \left[\frac{z^3}{(\rho_1^2 + z^2)^{3/2}} - \frac{z^3}{(\rho_2^2 + z^2)^{3/2}} \right] d\varphi$$

$$\rho_{1,2} = -r\cos\varphi \mp \sqrt{R^2 - r^2 \sin^2\varphi}$$

शेष φ समाकल का समाकल्य सतत है और **2880 दिशाओं** पर संख्यात्मक रूप से जोड़ा जाता है; r = 0 पर $\rho_1 = 0$, $\rho_2 = R$ हो जाता है और व्यंजक **संवृत हल** में लौट आता है

A′ + B′ मान

z/R	r/R	A′ + B′
1.0	1.0	0.33224
1.0	1.5	0.12664
2.0	0.4	0.26781
2.0	2.0	0.07334
0.5	0.8	0.64625
4.0	1.5	0.06487

अध्यारोपण

सिद्धांत

प्रत्येक वृत्त अपने **q, R** और भूमि सतह पर अपने केंद्र (x_L, y_L) से परिभाषित होता है (मॉड्यूल में अधिकतम आठ वृत्त)

दो वृत्त एक-दूसरे को **स्पर्श कर सकते हैं, परंतु एक-दूसरे पर अतिव्याप्त नहीं हो सकते**: केंद्रों के बीच की दूरी कम से कम $R_1 + R_2$ होती है

मृदा प्रत्यास्थ होने के कारण प्रत्येक वृत्त का प्रतिबल, बिंदु A की **उस वृत्त के केंद्र से अपनी दूरी r** द्वारा ज्ञात किया जाता है और प्रतिबलों का योग किया जाता है

$$\Delta\sigma_z = \sum_k q_k \, (A' + B')_k \qquad r_k = \sqrt{(x - x_{L,k})^2 + (y - y_{L,k})^2}$$

प्रश्न

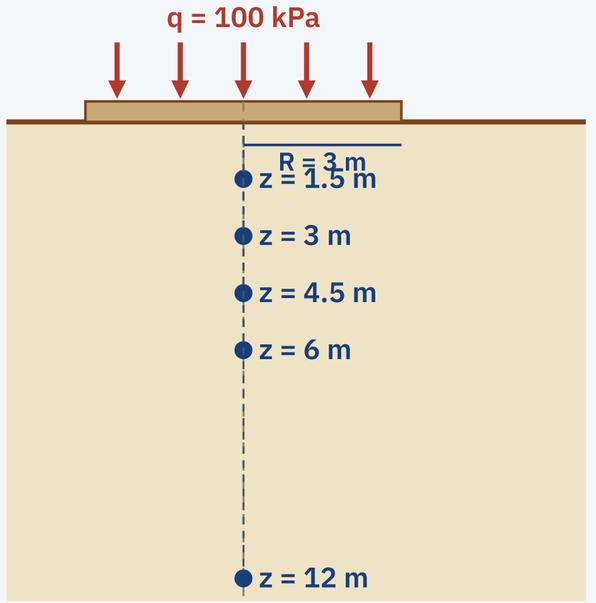
उदाहरण

दिया गया है

वृत्त	**लचीला,** $R = 3$ **m,** $q = 100$ **kN/m²**
बिंदु	**वृत्त के अक्ष पर** ($r = 0$)**:** $z = 1.5; 3; 4.5; 6; 12$ **m**

ज्ञात करना है

संवृत व्यंजक से $\Delta\sigma_z$ (पहले z = 1.5 m पर विस्तार से), **A′ + B′**; वह गहराई जहाँ $\Delta\sigma_z = 0.10\ q$ है।



हल (1/3)

हल

1 अनुपात

$$R/z = 3/1.5 = 2 \qquad (R/z)^2 + 1 = 4 + 1 = \mathbf{5}$$

2 घातांक और व्युत्क्रम मान

$$5^{3/2} = 11.1803 \qquad 1/11.1803 = 0.08944$$

3 ऊर्ध्वाधर प्रतिबल

$$\Delta\sigma_z = q\,(1 - 0.08944) = 100\,(0.91056) = \mathbf{91.06}\ \text{kPa}$$

z = 1.5 m गहराई पर **A′ + B′ = 0.91056** और **$\Delta\sigma_z$ = 91.06 kPa**: सतह पर भार का 91.1% नीचे पहुँचता है।

हल (2/3)

हल

z (m)	z/R	$(R/z)^2 + 1$	$[\ldots]^{3/2}$	$1 - 1/[\ldots]^{3/2}$	$\Delta\sigma_z$ (kPa)
1.5	0.50	5.000	11.1803	0.91056	**91.06**
3.0	1.00	2.000	2.8284	0.64645	**64.64**
4.5	1.50	1.444	1.7360	0.42397	**42.40**
6.0	2.00	1.250	1.3975	0.28446	**28.45**
12.0	4.00	1.062	1.0952	0.08692	**8.69**

अक्ष पर प्रतिबल एक ही दिशा में घटता है: **91.1 → 8.7 kPa** (z = 1.5 m → 12 m)। z = 1.5 m की पंक्ति हाथ से हल की गई गणना है; प्रत्येक पंक्ति उसी व्यंजक से निकाली जाती है। z = 3 m पर प्रतिबल सतह के भार का लगभग 65% है, z = 12 m पर 9%।

हल (3/3)

हल

4 वह गहराई जहाँ $\Delta\sigma_z = 0.10\ q$

$$\left[(R/z)^2 + 1\right]^{3/2} = 1/0.90 \;\Rightarrow\; (R/z)^2 = 1.0728 - 1 = 0.0728$$

$$z/R = 1/\sqrt{0.0728} = \mathbf{3.707} \;\Rightarrow\; z = 3\,(3.707) = \mathbf{11.12}\ \text{m}$$

$\Delta\sigma_z = 0.10\ q$ होने की गहराई **11.12 m** है (z/R = 3.707): इस गहराई पर अक्ष पर प्रतिबल सतह के भार के दसवें भाग तक घट जाता है। आधा मान (0.50 q) z/R = 1.305 पर, अर्थात् 3.91 m पर है।

प्रश्न

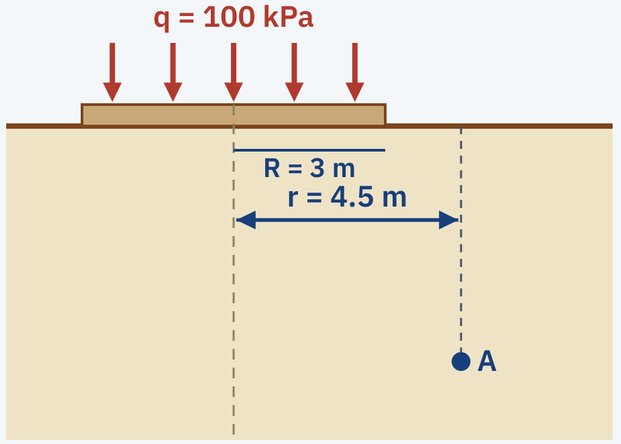
उदाहरण

दिया गया है

वृत्त	**लचीला,** $R = 3$ **m,** $q = 100$ **kN/m²**
बिंदु A	**केंद्र से** $r = 4.5$ **m (**$r/R = 1.5$**; भार के बाहर),** $z = 3$ **m (**$z/R = 1$**)**
विधि	**ध्रुवीय समाकल: पहले हाथ से,** $N = 36$ **दिशाओं में; फिर मॉड्यूल की 2880 दिशाओं में**

ज्ञात करना है

A′ + B′ और **$\Delta\sigma_z$**; दिशाओं की संख्या का परिणाम पर प्रभाव।



हल (1/3)

हल

1 वे दूरियाँ जिन पर किरण वृत्त को काटती है

$$\rho_{1,2} = -r\cos\varphi \mp \sqrt{R^2 - r^2\sin^2\varphi} = -4.5\cos\varphi \mp \sqrt{9 - 20.25\sin^2\varphi}$$

2 किन दिशाओं में किरणें वृत्त से टकराती हैं?

$$R^2 - r^2\sin^2\varphi \geq 0 \;\Rightarrow\; |\sin\varphi| \leq R/r = 0.6667 \text{ और } \rho > 0 \;\Rightarrow\; \cos\varphi < 0$$

चूँकि A वृत्त के बाहर है, केवल वृत्त की ओर देखने वाली दिशाएँ योगदान देती हैं: **138.19° < φ < 221.81°**।

किरण वृत्त से केवल **138.19° < φ < 221.81°** परास में टकराती है। यदि **N = 36** दिशाएँ ली जाएँ, तो φ_i = 5°, 15°, 25°, … होते हैं; इनमें से केवल **8** इस परास में आते हैं: 145°, 155°, 165°, 175° तथा उनके सममित 185°, 195°, 205°, 215°।

हल (2/3)

हल

3 एक किरण का योगदान और औसत

$$F(\rho) = \frac{z^3}{(\rho^2 + z^2)^{3/2}} = \frac{27}{(\rho^2 + 9)^{3/2}} \qquad g(\varphi) = F(\rho_1) - F(\rho_2)$$

$$A' + B' = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} g(\varphi_i) \qquad \varphi_i = \left(i - \tfrac{1}{2}\right) \frac{360^\circ}{N}$$

φ (°)	cos φ	$R^2 - r^2 \sin^2\varphi$	ρ_1	ρ_2	$F(\rho_1)$	$F(\rho_2)$	$g = F(\rho_1) - F(\rho_2)$
145	−0.8192	2.3380	2.1571	5.2152	0.5352	0.1240	**0.4112**
155	−0.9063	5.3832	1.7582	6.3986	0.6422	0.0765	**0.5657**
165	−0.9659	7.6435	1.5820	7.1114	0.6921	0.0587	**0.6334**
175	−0.9962	8.8462	1.5086	7.4571	0.7131	0.0520	**0.6611**

185°, 195°, 205°, 215° की किरणें 175°, 165°, 155°, 145° की सममित प्रतिरूप हैं: वे वही g मान देती हैं। g(145°) = 0.4112 और g(175°) = 0.6611।

हल (3/3)

हल

4 कुल (N = 36)

$$\sum g = 2\,(0.4112 + 0.5657 + 0.6334 + 0.6611) = 4.5427$$

$$A' + B' \approx \frac{4.5427}{36} = 0.12619 \quad \Rightarrow \quad \Delta\sigma_z \approx 100\,(0.12619) = \mathbf{12.62}\ \text{kPa}$$

5 दिशाओं की संख्या बढ़ने पर परिणाम अभिसरित होता है

N	6	12	24	36	72	180	720	2880
$\Delta\sigma_z$ (kPa)	16.856	10.556	13.200	12.619	12.541	12.688	12.667	12.664

मॉड्यूल **2880 दिशाओं** का उपयोग करता है: **A′ + B′ = 0.12664**, **$\Delta\sigma_z$ = 12.664 kPa**। इसी बिंदु के लिए सारणीबद्ध मान 0.12663 है; 36 दिशाओं में हाथ से प्राप्त परिणाम (12.62) इससे केवल 0.4% भिन्न है।

हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

प्रश्न

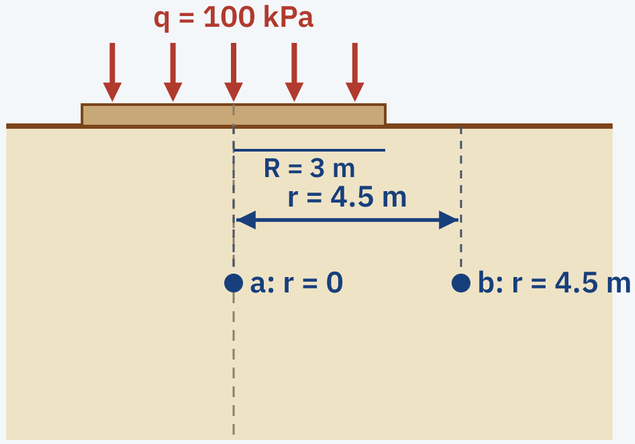
उदाहरण

ज्ञात करना है

दोनों रेखाओं पर $\Delta\sigma_z$; रेखा (b) पर **अधिकतम प्रतिबल** और उसकी गहराई।

दिया गया है

वृत्त	**लचीला**, $R = 3$ m, $q = 100$ kN/m²
बिंदु	**(a) अक्ष**, $r = 0$; **(b)** $r = 4.5$ m $(r/R = 1.5)$
गहराइयाँ	$z = 1.5; 3; 4.5; 6; 12$ m



हल (1/3)

हल

z (m)	z/R	(a) A′ + B′	(a) $\Delta\sigma_z$ (kPa)	(b) A′ + B′	(b) $\Delta\sigma_z$ (kPa)
1.5	0.50	0.91056	91.06	0.06044	**6.04**
3.0	1.00	0.64645	64.64	0.12664	**12.66**
4.5	1.50	0.42397	42.40	0.13793	**13.79**
6.0	2.00	0.28446	28.45	0.12646	**12.65**
12.0	4.00	0.08692	8.69	0.06487	**6.49**

अक्ष: 91.1 → 8.7 kPa, एक ही दिशा में घटता है। **भार के बाहर (r = 4.5 m):** 6.04 → 13.79 → 6.49 kPa; पहले **बढ़ता** है, फिर घटता है: भार गहराई के साथ बगल की ओर फैलता है।

प्रत्येक पंक्ति 2880 दिशाओं वाला A′ + B′ मान है; स्तंभ (b) की z = 3 m वाली पंक्ति उदाहरण 2 का परिणाम है।

हल (2/3)

हल

1 r/R = 1.5 रेखा के अनुदिश A′ + B′, गहराई के सापेक्ष

z/R	z (m)	A′ + B′	$\Delta\sigma_z$ (kPa)
1.00	3.00	0.12664	**12.66**
1.20	3.60	0.13569	**13.57**
1.41	4.23	0.13833	**13.83**
1.60	4.80	0.13670	**13.67**
1.80	5.40	0.13238	**13.24**
2.00	6.00	0.12646	**12.65**

r/R = 1.5 रेखा पर **अधिकतम प्रतिबल z ≈ 4.23 m** (z/R = 1.41) गहराई पर, **13.83 kPa** है: भार के बाहर प्रतिबल गहराई पर अपने अधिकतम मान तक पहुँचकर फिर घटता है।

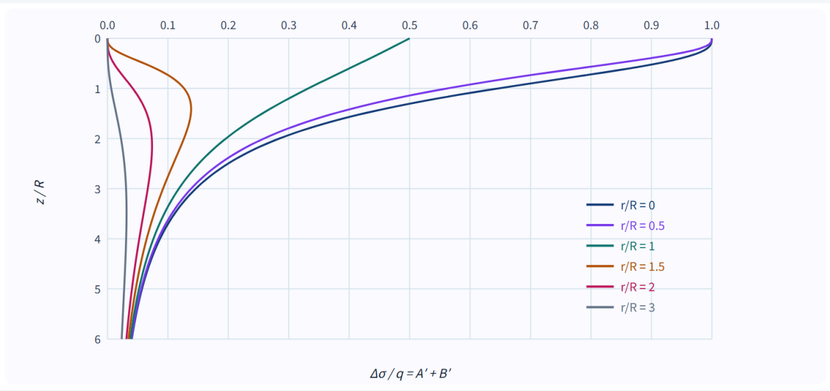
हल (3/3)

हल

2 बाहर की ओर अधिकतम मान

r/R	अधिकतम A′ + B′	गहराई z/R
1.5	0.1383	1.41
2.0	0.0737	2.15
3.0	0.0317	3.48

बिंदु के वृत्त से दूर जाने पर अधिकतम प्रतिबल **अधिक गहराई पर और छोटा** होता है: r/R = 1.5 के लिए z/R = 1.41, r/R = 3 के लिए z/R = 3.48।



हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

प्रश्न

उदाहरण

दिया गया है

सारणी	$A' + B'$ **मान:** $z/R = 0.25$ **…** 6; $r/R = 0$ **…** 3
अन्य वृत्त	$R = 5$ **m,** $q = 120$ **kN/m²; बिंदु** $r = 7.5$ **m,** $z = 5$ **m**

ज्ञात करना है

A′ + B′ तालिका; दूसरे वृत्त में $\Delta\sigma_z$ (तालिका से) और सीधी गणना से।

हल (1/2)

हल

z/R \ r/R	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	3.0
0.25	0.9857	0.9658	0.4596	0.0142	0.0016	0.0001
0.50	0.9106	0.8396	0.4175	0.0604	0.0105	0.0010
1.00	0.6464	0.5622	0.3322	0.1266	0.0418	0.0062
1.50	0.4240	0.3750	0.2562	0.1379	0.0650	0.0146
2.00	0.2845	0.2589	0.1960	0.1265	0.0733	0.0225
3.00	0.1462	0.1384	0.1181	0.0919	0.0666	0.0309
4.00	0.0869	0.0840	0.0761	0.0649	0.0526	0.0311
6.00	0.0403	0.0396	0.0377	0.0349	0.0314	0.0236

r/R = 0 स्तंभ संवृत हल है; **r/R = 1** पर सतह के निकट पहुँचते हुए मान 0.5 की ओर जाता है (z/R = 0.25 पर 0.4596); **r/R ≥ 1.5** स्तंभों में मान पहले बढ़ता है फिर घटता है। सारणी की प्रत्येक संख्या 2880-दिशाओं वाला समाकल है।

हल (2/2)

हल

1 अनुपात

$$\frac{z}{R} = \frac{5}{5} = 1.0 \qquad \frac{r}{R} = \frac{7.5}{5} = 1.5$$

2 सारणी से गुणांक और प्रतिबल

$$A' + B' \,(z/R = 1;\ r/R = 1.5) = 0.12664$$

$$\Delta\sigma_z = q\,(A' + B') = 120\,(0.12664) = \mathbf{15.20}\ \text{kPa}$$

$\Delta\sigma_z/q$ केवल **z/R** और **r/R** पर निर्भर करता है: R = 5 m वाले वृत्त में वही अनुपात, उदाहरण 2 के R = 3 m वृत्त का गुणांक (**0.12664**) देते हैं; प्रतिबल केवल q के साथ स्केल होता है (15.20 kPa)।

हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

प्रश्न

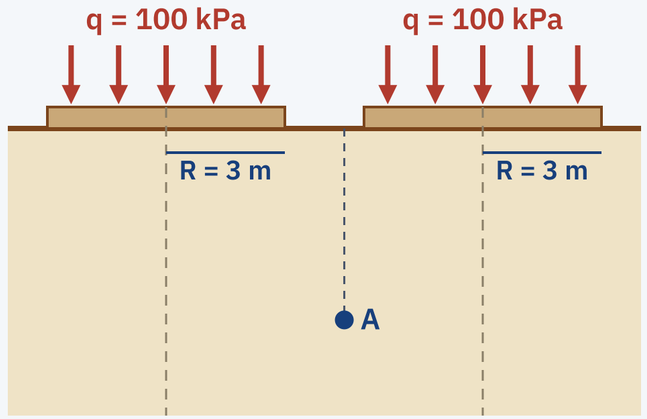
उदाहरण

दिया गया है

वृत्त 1	$R = 3$ m, $q = 100$ kN/m², केंद्र $x = 0$
वृत्त 2	$R = 3$ m, $q = 100$ kN/m², केंद्र $x = 8$ m
बिंदु A	$x = 4.5$ m, $y = 0$; $z = 3$ m (साथ ही 1.5; 4.5; 6; 12 m)

ज्ञात करना है

दोनों वृत्तों का अलग-अलग और संयुक्त $\Delta\sigma_z$; गहराई प्रोफ़ाइल।



हल (1/2)

हल

1 अतिव्याप्ति जाँच (वृत्त अतिव्याप्त नहीं होते; उनके बीच 2 m) और दूरियाँ

$$d = 8\ \text{m} \ \geq R_1 + R_2 = 6\ \text{m}$$

$$r_1 = 4.5\ \text{m}\ (r_1/R = 1.5) \qquad r_2 = 8 - 4.5 = 3.5\ \text{m}\ (r_2/R = 1.1667)$$

2 प्रत्येक वृत्त का प्रभाव गुणांक और प्रतिबल (z/R = 1)

$$A' + B'_{(1)} = 0.12664 \ \Rightarrow\ \Delta\sigma_{z(1)} = 100\,(0.12664) = 12.664\ \text{kPa}$$

$$A' + B'_{(2)} = 0.25049 \ \Rightarrow\ \Delta\sigma_{z(2)} = 100\,(0.25049) = 25.049\ \text{kPa}$$

3 अध्यारोपण

$$\Delta\sigma_z = \Delta\sigma_{z(1)} + \Delta\sigma_{z(2)} = 12.664 + 25.049 = \mathbf{37.714}\ \text{kPa}$$

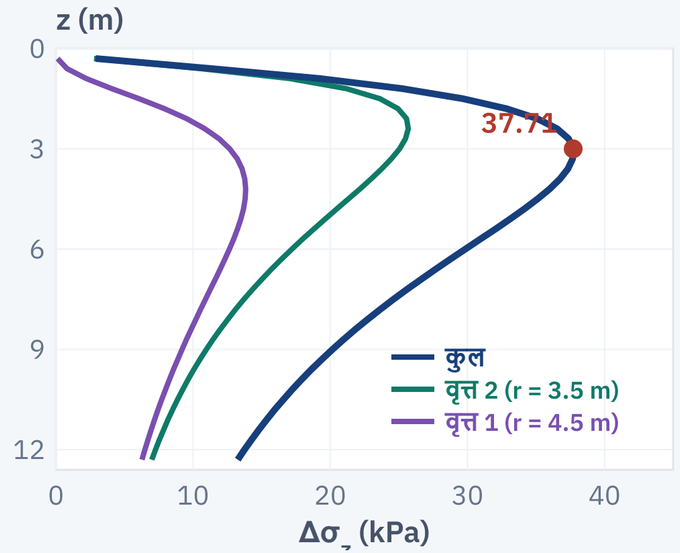
A, दूसरे वृत्त के अधिक निकट है (3.5 m और 4.5 m): **वृत्त 2 कुल का 66%** देता है। कुल $\Delta\sigma_z$ = **37.71 kPa**; एकल वृत्त का मान 12.66 kPa था।

हल (2/2)

हल

z (m)	z/R	$r_1/R = 1.5$	$r_2/R = 1{,}167$	$\Delta\sigma_{z(1)}$	$\Delta\sigma_{z(2)}$	कुल
1.5	0.50	0.06044	0.23608	6.04	23.61	**29.65**
3.0	1.00	0.12664	0.25049	12.66	25.05	**37.71**
4.5	1.50	0.13793	0.21324	13.79	21.32	**35.12**
6.0	2.00	0.12646	0.17204	12.65	17.20	**29.85**
12.0	4.00	0.06487	0.07258	6.49	7.26	**13.75**

z = 3 m पर कुल प्रतिबल **37.71 kPa** है; वृत्त 2 का योगदान गहराई के साथ घटता है जबकि वृत्त 1 का 4.5 m तक बढ़ता है। परिणाम प्रत्येक वृत्त की अपनी दूरी r से प्राप्त मानों का योग है।



हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

प्रश्न

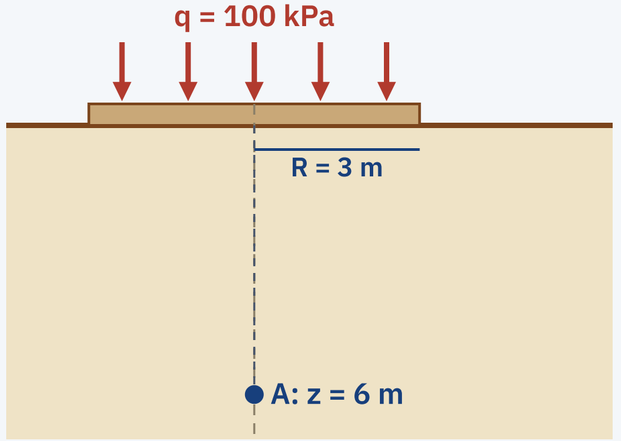
उदाहरण

दिया गया है

वृत्त	$R = 3$ m, $q = 100$ kN/m²; **कुल भार** $Q = q\pi R^2 = 2827.4$ kN
बिंदु भार	**उसी** Q **वृत्त के केंद्र पर:** $\Delta\sigma_z = Q\, I_1/z^2$, $I_1 = \frac{3}{2\pi}[(r/z)^2+1]^{-5/2}$
बिंदु	**अक्ष पर** $(r=0)$ **और** $r = 2R$ **पर;** $z/R = 1; 2; 3; 5; 10$

ज्ञात करना है

दोनों हलों का अनुपात; बिंदु भार सन्निकटन किस गहराई के बाद स्वीकार्य है?



हल (1/2)

हल

1 कुल भार

$$Q = q\pi R^2 = 100\,\pi\,(3)^2 = \mathbf{2{,}827.4}\ \text{kN}$$

2 बिंदु भार (Boussinesq), अक्ष पर r = 0

$$\Delta\sigma_z = \frac{Q}{z^2}\,\frac{3}{2\pi} = \frac{2{,}827.4}{36}\,(0.4775) = \mathbf{37.50}\ \text{kPa}$$

3 वृत्त (संवृत-रूप व्यंजक, z = 6 m)

$$\Delta\sigma_z = 100\left(1 - \frac{1}{(0.25+1)^{3/2}}\right) = \mathbf{28.45}\ \text{kPa}$$

z = 2R गहराई पर बिंदु भार सन्निकटन प्रतिबल को **1.318 गुना** (31.8%) अधिक देता है: 37.5 kPa के स्थान पर 28.4 kPa।

हल (2/2)

हल

r/R	z/R	वृत्त $\Delta\sigma_z$ (kPa)	बिंदु भार $\Delta\sigma_z$ (kPa)	बिंदु भार / वृत्ताकार
0	1	64.645	150.000	**2.320**
0	2	28.446	37.500	**1.318**
0	3	14.619	16.667	**1.140**
0	5	5.713	6.000	**1.050**
0	10	1.481	1.500	**1.013**
2	1	4.181	2.683	**0.642**
2	2	7.334	6.629	**0.904**
2	3	6.663	6.647	**0.997**
2	5	4.048	4.140	**1.023**
2	10	1.346	1.360	**1.010**

अक्ष पर z/R = 1 पर बिंदु भार प्रतिबल को **2.32 गुना** बढ़ा-चढ़ाकर आँकता है; z = 5R पर अंतर 5.0%, z = 10R पर 1.3% रह जाता है। r = 2R पर सतह के निकट सन्निकटन **कम** आँकता है (0.64), जबकि z ≥ 3R पर अंतर 3% से अधिक नहीं होता।

हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

सारांश

याद रखने योग्य बिंदु

अक्ष पर: $\Delta\sigma_z = q\{1 - 1/[(R/z)^2 + 1]^{3/2}\}$; z = 1.5 m के लिए 91.06 kPa ($A' + B' = 0.91056$); वह गहराई जहाँ $\Delta\sigma_z = 0.10\ q$ है, **3.71R** (11.12 m) है

सामान्य बिंदु: $\Delta\sigma_z = q\ (A' + B')$; $A' + B'$ केवल z/R और r/R पर निर्भर करता है। **उदाहरण (r = 4.5 m; z = 3 m):** $A' + B' = 0.12664$, **$\Delta\sigma_z$ = 12.664 kPa**

गणना: बिंदु A पर ध्रुवीय निर्देशांकों में Boussinesq समाकल; ρ संवृत-रूप में, φ संख्यात्मक (2880 दिशाएँ)। हाथ से 36 दिशाओं के साथ 12.62 kPa

भार के बाहर (r/R = 1.5) प्रतिबल पहले बढ़ता है: अधिकतम मान z ≈ 4.23 m पर 13.83 kPa है; किनारे के नीचे सतह पर 0.5 q

दो वृत्त: प्रतिबल प्रत्येक वृत्त की अपनी दूरी r से निकालकर जोड़े जाते हैं: 12.66 + 25.05 = 37.71 kPa। **बिंदु भार** सन्निकटन भार के निकट त्रुटिपूर्ण है (z = 2R पर ×1.32), z ≥ 5R पर उपयुक्त बैठता है

संदर्भ

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

Ahlvin, R.G. and Ulery, H.H. (1962). Tabulated values for determining the complete pattern of stresses, strains, and deflections beneath a uniform circular load on a homogeneous half space. Highway Research Bulletin 342, 1–13.

टिप्पणी

सभी संख्यात्मक उदाहरण मॉड्यूल के अपने गणना इंजन से तैयार किए गए हैं; मॉड्यूल वही मान देता है। मॉड्यूल R = 3 m, q = 100 kN/m² के वृत्ताकार भार और बिंदु A (r = 4.5 m; z = 3 m) के साथ खुलता है।

GeoTerva

ऑनलाइन भू-तकनीकी गणनाएँ

सिद्धांत से अनुप्रयोग तक

अपने वृत्त (q, R, केंद्र), बिंदु A और गहराई GeoTerva में दर्ज करें; मॉड्यूल A′ + B′, $\Delta\sigma_z$ मान, 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