GeoTerva

भू-तकनीकी व्याख्यान स्लाइड · मृदा पिंड में प्रतिबल

न्यूमार्क प्रभाव चार्ट

व्याख्यान: Newmark प्रभाव चार्ट; भारित क्षेत्र का प्लान चार्ट पर रखा जाता है, उसमें आने वाले अवयव गिने जाते हैं, और $\Delta\sigma_z$ = (IV) q M प्राप्त होता है।

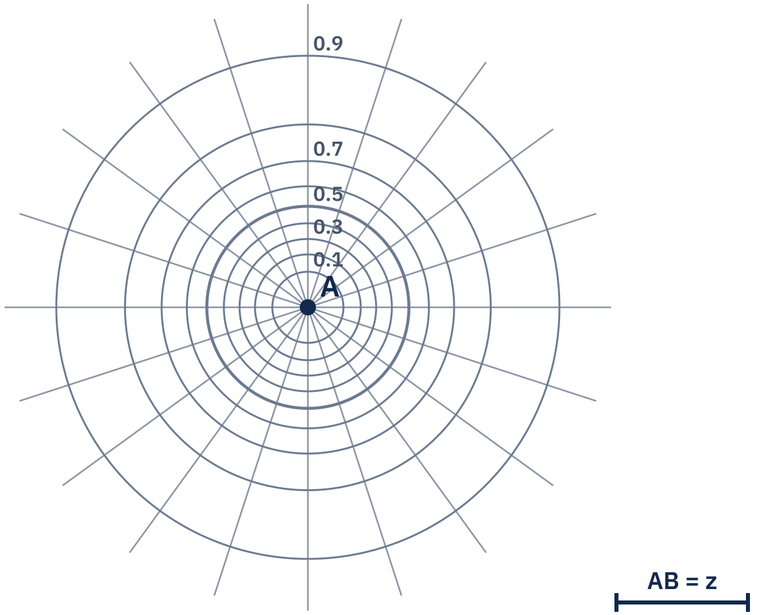
समान प्रतिबल-वृद्धि वाले वलय

प्रभाव मान IV = 0.005

अवयव गणना

कोई भी प्लान

हाथ से हल संभव



परिचय

इस व्याख्यान में हम क्या सीखेंगे?

- आरेख की रचना कैसे होती है: वृत्ताकार भार के हल से $R/z = \sqrt{[(1 - \Delta\sigma_z/q)^{-2/3} - 1]}$ त्रिज्या वाले वृत्त
- **10 वलय × 20 सेक्टर = 200 तत्व**: प्रत्येक तत्व का प्रभाव समान है, **IV = 1/N = 0.005**
- उपयोग: प्लान **AB = z** पैमाने पर बनाया जाता है, बिंदु A को चार्ट के केंद्र पर रखा जाता है, **M** अवयव गिने जाते हैं; $\Delta\sigma_z$ **= (IV) q M**
- गिनती को वलय-दर-वलय **आयत कोना हल** द्वारा हाथ से सत्यापित करना; गहराई, L-आकार का प्लान और क्षेत्र के बाहर का बिंदु
- यह कि प्रत्येक गहराई के लिए प्लान का **अलग रेखाचित्र** आवश्यक है

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: 3 m × 3 m कॉलम फ़ुटिंग, 660 kN (q = 73.33 kN/m²); बिंदु A फ़ुटिंग से 3 m नीचे, एक किनारे के मध्य के ठीक नीचे है।

समान प्रतिबल वृद्धि के वृत्त

सिद्धांत

समान रूप से भारित वृत्त के केंद्र के नीचे $\Delta\sigma_z/q = 1 - 1/[(R/z)^2 + 1]^{3/2}$। संबंध को उलटने पर, चुने हुए प्रतिबल अनुपात को उत्पन्न करने वाले वृत्त की **त्रिज्या** प्राप्त होती है (दोनों पक्ष विमाहीन हैं)

$\Delta\sigma_z/q$ = 0.1, 0.2 ... 0.9 के लिए इन त्रिज्याओं से खींचे गए वृत्त तल को **वलयों** में विभाजित करते हैं। प्रत्येक वलय को अकेले भारित करने पर केंद्र के नीचे z गहराई पर **0.1 q** प्रतिबल वृद्धि उत्पन्न होती है; अंतिम वलय (0.9 और 1.0 के बीच) अनंत तक फैला होता है

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

$\Delta\sigma_z/q$	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45
R/z	0.0000	0.1865	0.2698	0.3383	0.4005	0.4598	0.5181	0.5768	0.6370	0.6998
$\Delta\sigma_z/q$	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95
R/z	0.7664	0.8384	0.9176	1.0067	1.1097	1.2328	1.3871	1.5944	1.9083	2.5235

200 अवयव, प्रभाव मान 0.005

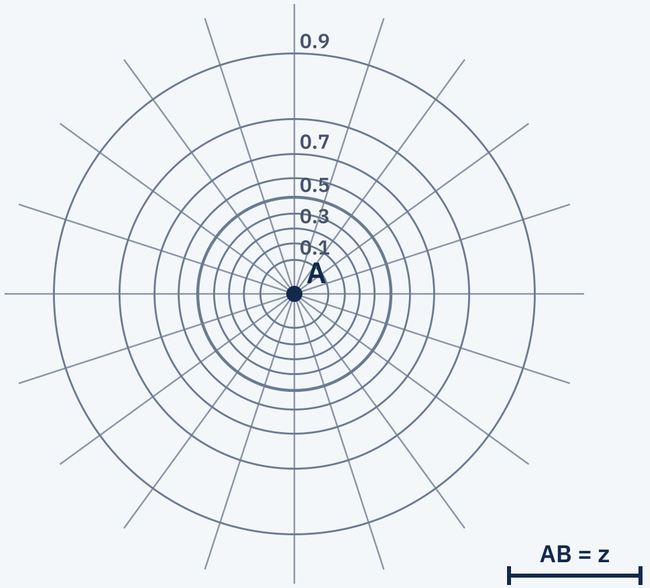
सिद्धांत

Newmark (1942) ने वलयों को समान अंतराल वाली **त्रिज्यीय सरल रेखाओं** से विभाजित किया। सममिति के कारण एक ही वलय के प्रत्येक अवयव का प्रभाव समान होता है

यदि अवयवों की कुल संख्या **N** है, तो प्रत्येक भारित अवयव का केंद्र के नीचे के प्रतिबल में योगदान q का **IV = 1/N** गुना होता है: यही **प्रभाव मान** है। 10 वलय और 20 सेक्टर के लिए N = 200, IV = 0.005

चूँकि प्रत्येक अवयव का प्रभाव आरेख में उसकी स्थिति से स्वतंत्र है, इसलिए किसी भी आकार का भारित क्षेत्र **अवयवों की गणना** करके नापा जा सकता है

$$IV = \frac{1}{N} = \frac{1}{200} = 0.005$$



$\Delta\sigma_z = (IV)\, q\, M$

सिद्धांत

1. भारित क्षेत्र के नीचे वह **गहराई z** चुनी जाती है जिस पर प्रतिबल ज्ञात करना है

2. भारित क्षेत्र का प्लान ऐसे पैमाने पर खींचा जाता है कि गहराई z आरेख की **इकाई लंबाई AB** के बराबर हो

3. प्लान को आरेख पर इस प्रकार रखा जाता है कि जिस बिंदु पर प्रतिबल ज्ञात करना है वह आरेख के **केंद्र** पर आए

4. प्लान के भीतर आने वाले **M** तत्वों की संख्या निर्धारित की जाती है; आंशिक रूप से भीतर आने वाले तत्वों को अनुमान से गिना जाता है

प्रत्येक गहराई के लिए प्लान का **अलग रेखाचित्र** आवश्यक है

$$\Delta\sigma_z = (IV)\, q\, M$$

सम्मिलित तत्वों की संख्या M

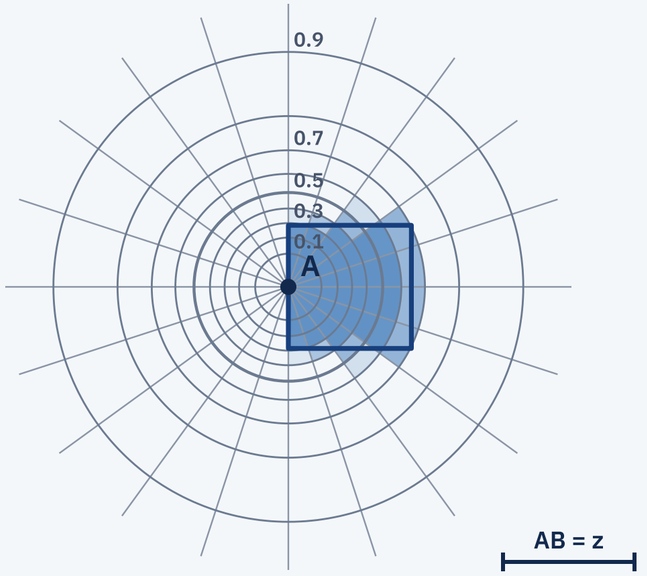
सिद्धांत

मॉड्यूल आरेख दर्ज की गई गहराई के लिए बनाता है: आच्छादित तत्वों को प्लान के भीतर रहने वाले **भागों के अनुसार** छायांकित किया जाता है

गिनती के लिए **यथार्थ मान** का उपयोग किया जाता है: Boussinesq हल को, वृत्त की भाँति, बिंदु के सापेक्ष ध्रुवीय निर्देशांकों में **बहुभुज पर समाकलित** किया जाता है और **M = (Δσ$_z$/q)/IV** प्राप्त होता है। यह वही मान है जो एक त्रुटिहीन गिनती से प्राप्त होगा

प्लान अधिकतम छह शीर्षों वाला कोई भी बहुभुज हो सकता है

$$M = \frac{\Delta\sigma_z / q}{IV}$$



प्रश्न

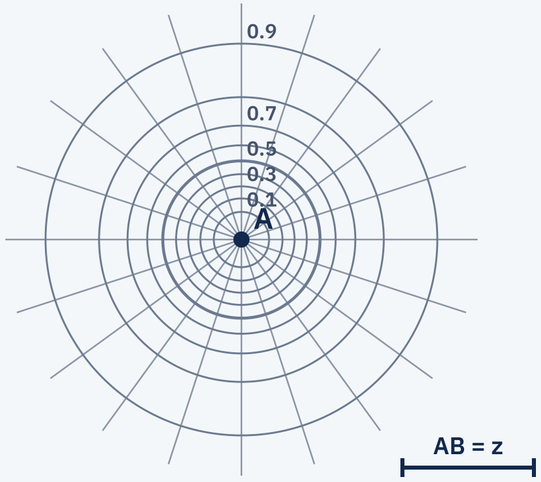
उदाहरण

ज्ञात करना है

वृत्तों के **R/z** अनुपात; अवयवों की संख्या **N**, प्रभाव मान **IV**; प्रत्येक वृत्त द्वारा आच्छादित अवयवों की संख्या।

दिया गया है

प्रतिबल अनुपात	$\Delta\sigma_z/q = 0.1;\ 0.2 \ldots 0.9$ **(नौ वृत्त; दसवाँ वलय अनंत तक फैला है)**
सेक्टर	**20 समान त्रिज्यीय स्लाइस**



हल (1/2)

हल

1 $\Delta\sigma_z/q = 0.3$ के लिए

$$\frac{R}{z} = \sqrt{(1-0.3)^{-2/3} - 1} = \sqrt{1.2684 - 1} = \sqrt{0.2684} = \mathbf{0.5181}$$

2 $\Delta\sigma_z/q = 0.9$ के लिए

$$\frac{R}{z} = \sqrt{(1-0.9)^{-2/3} - 1} = \sqrt{4.6416 - 1} = \sqrt{3.6416} = \mathbf{1.9083}$$

तीसरा वृत्त z की **0.5181** गुना और नौवाँ वृत्त **1.9083** गुना त्रिज्या पर है; प्रतिबल अनुपात बढ़ने के साथ त्रिज्याएँ तेज़ी से बढ़ती हैं और अनुपात 1 की ओर जाने पर अनंत की ओर जाती हैं।

हल (2/2)

हल

1 N = 10 वलय × 20 सेक्टर = 200 तत्व

$$IV = \frac{1}{N} = \frac{1}{200} = \mathbf{0.005} \qquad k.\ \text{वृत्त}:\ 20\,k\ \text{अवयव} \Rightarrow IV\,(20\,k) = 0.1\,k = \frac{\Delta\sigma_z}{q}$$

वृत्त	$\Delta\sigma_z/q$	R/z	आच्छादित करने वाला तत्व	कुल प्रभाव = IV × तत्व
1	0.1	0.2698	20 (= 20 × 1)	0.10
2	0.2	0.4005	40 (= 20 × 2)	0.20
3	0.3	0.5181	60 (= 20 × 3)	0.30
4	0.4	0.6370	80 (= 20 × 4)	0.40
5	0.5	0.7664	100 (= 20 × 5)	0.50
6	0.6	0.9176	120 (= 20 × 6)	0.60
7	0.7	1.1097	140 (= 20 × 7)	0.70
8	0.8	1.3871	160 (= 20 × 8)	0.80
9	0.9	1.9083	180 (= 20 × 9)	0.90
10वीं वलय	1.0	∞	200	1.00

प्रत्येक वलय 20 अवयवों से बना है और अकेले **0.1 q** का प्रभाव डालता है: k-वें वृत्त के भीतर के 20 k अवयवों का प्रभाव वृत्ताकार भार के हल से प्राप्त $\Delta\sigma_z/q = 0.1\ k$ के समान है।

हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

प्रश्न

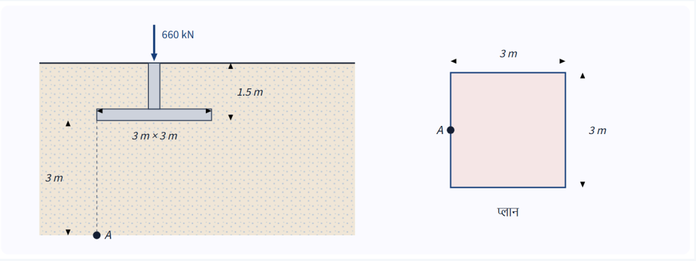
उदाहरण

दिया गया है

नींव	3×3 **m, स्तंभ भार** 660 **kN** ($q = 660/(3 \times 3)$)
बिंदु A	**फ़ुटिंग के नीचे** $z = 3$ **m, एक किनारे के मध्य बिंदु के नीचे**
आरेख	$IV = 0.005$ **(10 वलय, 20 सेक्टर)**

ज्ञात करना है

q, प्लान स्केल, **M**, **$\Delta\sigma_z$**; M की आयताकार हल से जाँच।



हल (1/3)

हल

1 नींव दाब

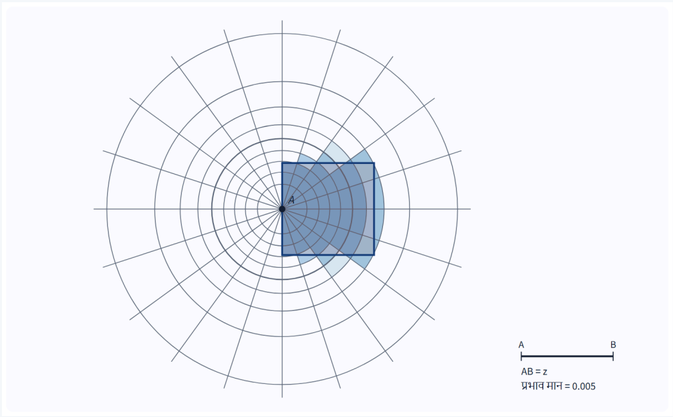
$$q = \frac{660}{3 \times 3} = \mathbf{73.33}\ \text{kN/m}^2$$

2 प्लान का स्केल: AB = z = 3 m

$$\text{फ़ुटिंग का किनारा} = \frac{3\ \text{m}}{AB} = \frac{3}{3} = 1\ AB$$

3 स्थापन: बिंदु A को आरेख के केंद्र पर इस प्रकार रखा जाता है कि फ़ुटिंग का बायाँ किनारा केंद्र से गुज़रे

फ़ुटिंग को **AB** भुजा वाले वर्ग के रूप में खींचा जाता है और उसकी बाईं भुजा का मध्यबिंदु (A) आरेख के केंद्र पर रखा जाता है (दाईं ओर का चित्र)।



हल (2/3)

हल

4 A किनारे के मध्य में है: फ़ुटिंग को ऐसे दो आयतों में बाँटा जाता है जिनका एक कोना A पर है (1.5 m × 3 m)

$$m = \frac{1.5}{3} = 0.5\,, \quad n = \frac{3}{3} = 1\,, \quad m^2 = 0.25\,, \quad n^2 = 1\,, \quad \sqrt{m^2+n^2+1} = 1.50$$

5 Boussinesq आयत कोना हल $I_3(0.5;\,1)$

$$I_3 = \frac{1}{4\pi}\left[\frac{2mn\sqrt{m^2+n^2+1}}{m^2+n^2+m^2n^2+1}\cdot\frac{m^2+n^2+2}{m^2+n^2+1} + \tan^{-1}\frac{2mn\sqrt{m^2+n^2+1}}{m^2+n^2+1-m^2n^2}\right]$$

$$= \frac{1}{4\pi}\left[\frac{1.5}{2.5}\cdot\frac{3.25}{2.25} + \tan^{-1}\frac{1.5}{2.0}\right] = \frac{0.8667 + 0.6435}{4\pi} = \mathbf{0.12018}$$

A पर कोना रखने वाले 1.5 m × 3 m आयत का प्रभाव मान **I_3 = 0.12018** है; चूँकि दोनों आयत A के दोनों ओर सममित हैं, कुल मान 2 I_3 होता है।

हल (3/3)

हल

6 अवयवों की संख्या

$$M = \frac{\Delta\sigma_z/q}{IV} = \frac{2\,I_3}{IV} = \frac{2\,(0.12018)}{0.005} = \mathbf{48.07}$$

7 प्रतिबल वृद्धि

$$\Delta\sigma_z = (IV)\,q\,M = (0.005)\left(\frac{660}{3\times 3}\right)(48.07) = 0.005 \times 73.33 \times 48.07 = \mathbf{17.63}\ \text{kN/m}^2$$

8 Boussinesq आयताकार हल से सीधे

$$\Delta\sigma_z = 2\,q\,I_3 = 2\,(73.33)(0.12018) = \mathbf{17.63}\ \text{kN/m}^2$$

बिंदु A पर आरेख **M = 48.07 अवयव** को ढकता है (प्लान 200 अवयवों में से 24.0% को आच्छादित करता है): **$\Delta\sigma_z$ = 17.63 kN/m²** (q का 24.0%); मॉड्यूल वही मान देता है।

हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

प्रश्न

उदाहरण

दिया गया है

प्लान	**उदाहरण 2: 3×3 m फ़ुटिंग, A बाएँ किनारे का मध्य बिंदु, $z = 3$ m ($AB = 3$ m)**
प्रश्न	**प्रत्येक वलय में समाहित तत्वों की संख्या; कुल M; एक तत्व का प्रतिबल में योगदान**

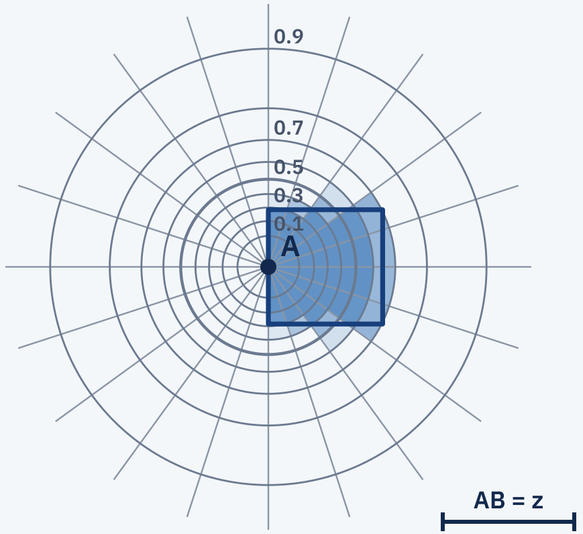
ज्ञात करना है

प्रति वलय **आच्छादित अवयव** (20 अवयवों में से) और कुल; गणना में **एक अवयव** की त्रुटि का प्रभाव।

हल

हल

वलय	R/z परास	आच्छादित तत्व	वलय में तत्व
1	0.000 – 0.270	**10.00**	20
2	0.270 – 0.400	**10.00**	20
3	0.400 – 0.518	**9.82**	20
4	0.518 – 0.637	**6.78**	20
5	0.637 – 0.766	**5.09**	20
6	0.766 – 0.918	**4.08**	20
7	0.918 – 1.110	**2.29**	20
8	1.110 – 1.387	**0.00**	20
9	1.387 – 1.908	**0.00**	20
10	1.908 – ∞	**0.00**	20
कुल		**48.07**	200



पहले दो वलय अर्धवृत्त हैं (**10 + 10**): A किनारे पर स्थित है। कुल **M = 48.07**। एक अवयव = IV q = 0.37 kN/m²: गिनती में 1 अवयव का अंतर $\Delta\sigma_z$ को 0.37 kN/m² (2.1%) बदल देता है।

हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

प्रश्न

उदाहरण

दिया गया है

फ़ुटिंग और बिंदु	**उदाहरण 2 की फ़ुटिंग और बिंदु A ($q = 73.33$ kN/m²)**
गहराइयाँ	**$z = 1.2;\ 2.4;\ 3.6 \ldots 12$ m (मॉड्यूल की प्रोफ़ाइल तालिका)**

ज्ञात करना है

प्रत्येक गहराई पर प्लान का पैमाना, **M** और **$\Delta\sigma_z$**; z = 6 m के लिए हाथ से गणना।

हल (1/2)

हल

z (m)	फ़ुटिंग का किनारा (AB इकाई)	M (अवयव)	$\Delta\sigma_z$ = IV q M (kN/m²)
1.2	2.500	87.03	**31.91**
2.4	1.250	59.27	**21.73**
3.6	0.833	39.16	**14.36**
4.8	0.625	26.72	**9.80**
6.0	0.500	19.01	**6.97**
7.2	0.417	14.07	**5.16**
8.4	0.357	10.76	**3.95**
9.6	0.312	8.47	**3.11**
10.8	0.278	6.82	**2.50**
12.0	0.250	5.61	**2.06**

गहराई बढ़ने पर प्लान आरेख के केंद्र की ओर सिकुड़ता जाता है (z = 1.2 m पर फ़ुटिंग का किनारा 2.50 AB, z = 12 m पर 0.25 AB) और कम तत्वों को ढकता है: **M = 87.03 → 5.61**। प्रत्येक पंक्ति के लिए प्लान को पुनः बनाया गया है।

हल (2/2)

हल

1 प्लान पैमाना और m, n

$$AB = z = 6\ \text{m} \Rightarrow \text{फ़ुटिंग का किनारा} = \frac{3}{6} = 0.5\,AB\ ; \quad m = \frac{1.5}{6} = 0.25\ , \quad n = \frac{3}{6} = 0.5$$

2 तत्वों की संख्या और प्रतिबल

$$I_3(0.25; 0.5) = 0.04753 \ \Rightarrow \ M = \frac{2\,(0.04753)}{0.005} = \mathbf{19.01}$$

$$\Delta\sigma_z = 0.005 \times 73.33 \times 19.01 = \mathbf{6.97}\ \text{kN/m}^2$$

z = 6 m पर, फ़ुटिंग आरेख के केंद्र की तुलना में, यह बहुत छोटा है और केवल **19.01 तत्वों** को ढकता है; $\Delta\sigma_z$ = **6.97 kN/m²** (z = 3 m पर 17.63 kN/m²)।

हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

प्रश्न

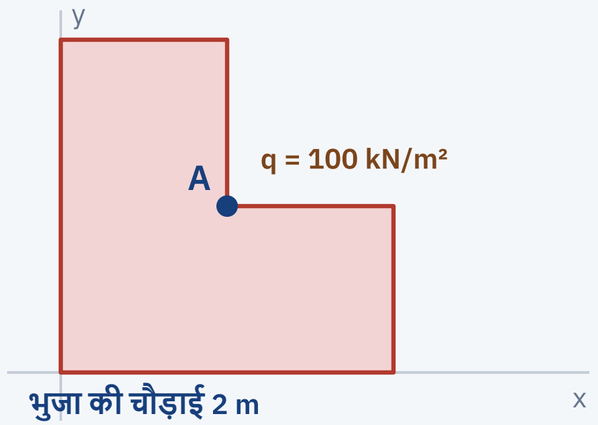
उदाहरण

दिया गया है

क्षेत्र	**L-आकार (6 कोने):** $(0;0),\ (4;0),\ (4;2),\ (2;2),\ (2;4),\ (0;4)$ **m;** $q = 100$ **kN/m²**
बिंदु A	**अंतर्वक्र कोने के नीचे,** $(2;\ 2)$**;** $z = 2$ **m**
संकेत	**A के चारों ओर के चार 2 m × 2 m चतुर्थांशों में से तीन भारित हैं**

ज्ञात करना है

M और $\Delta\sigma_z$; वलय-दर-वलय गणना।



हल (1/2)

हल

1 प्लान मापक और चतुर्थांश

$$AB = z = 2\ \text{m} \Rightarrow \text{भुजा की चौड़ाई} = 1\,AB\ ; \quad \text{प्रत्येक चतुर्थांश: } m = n = \frac{2}{2} = 1$$

2 एक चतुर्थांश में अवयवों की संख्या और कुल

$$I_3(1;1) = 0.17522 \ \Rightarrow\ M_{\text{चतुर्थांश}} = \frac{0.17522}{0.005} = 35.04$$

$$M = 3\,M_{\text{चतुर्थांश}} = 3\,(35.04) = \mathbf{105.13}$$

3 प्रतिबल

$$\Delta\sigma_z = 0.005 \times 100 \times 105.13 = \mathbf{52.57}\ \text{kN/m}^2 \qquad \left(= 3\,q\,I_3 = 3\,(100)(0.17522)\right)$$

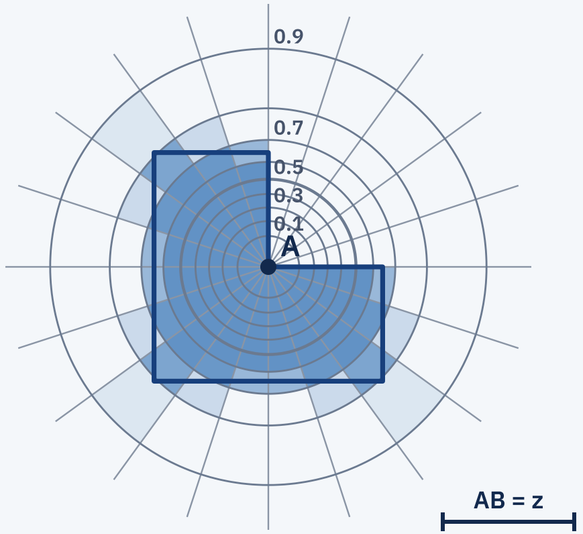
भीतर की ओर धँसे कोने के नीचे L-आकार का भार **105.13 अवयव** को ढकता है: चार चतुर्थांशों में से तीन। यदि चारों चतुर्थांश भारित होते तो M = 140.18 होता।

हल (2/2)

हल

वलय	आच्छादित तत्व	वलय में तत्व
1	**15.00**	20
2	**15.00**	20
3	**15.00**	20
4	**15.00**	20
5	**15.00**	20
6	**15.00**	20
7	**11.94**	20
8	**3.18**	20
9	**0.01**	20
10	**0.00**	20
कुल	**105.13**	200

वलय 1–6 में प्रत्येक वलय के **15 अवयव** (20 के तीन-चौथाई) आते हैं; बाहरी वलयों में केवल प्लान के कोने प्रभावी होते हैं (7वाँ वलय 11.94, 8वाँ वलय 3.18 अवयव)। कुल **M = 105.13**।



हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

प्रश्न

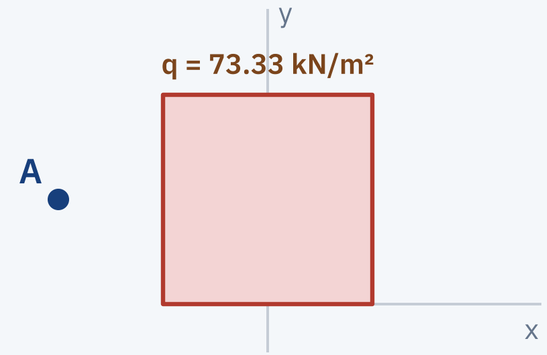
उदाहरण

दिया गया है

प्लान और भार	**उदाहरण 2 की 3×3 m फ़ुटिंग ($q = 73.33$ kN/m²)**
बिंदु A	**फ़ुटिंग के बाहर: $x = -3$ m, $y = 1.5$ m (बाएँ किनारे से 1.5 m दूर); $z = 3$ m**

ज्ञात करना है

M और $\Delta\sigma_z$; बाहरी बिंदु पर गिनती का अर्थ।



हल (1/2)

हल

1 A से फ़ुटिंग तक की दूरियाँ (z = 3 m)

$$x:\ 1.5\ \text{m}\ \text{के साथ}\ 4.5\ \text{m};\quad y:\ \pm 1.5\ \text{m}\ \Rightarrow\ m=\frac{1.5}{3}=0.5\ \text{और}\ \frac{4.5}{3}=1.5,\ \ n=0.5$$

2 छायांकित दो आयत (4.5 × 3 m घटा 1.5 × 3 m), सममित: उसका दो गुना

$$\frac{\Delta\sigma_z}{q}=2\left[I_3(1.5;0.5)-I_3(0.5;0.5)\right]=2\left[0.13136-0.08403\right]=0.09466$$

$$M=\frac{0.09466}{0.005}=\mathbf{18.93}$$

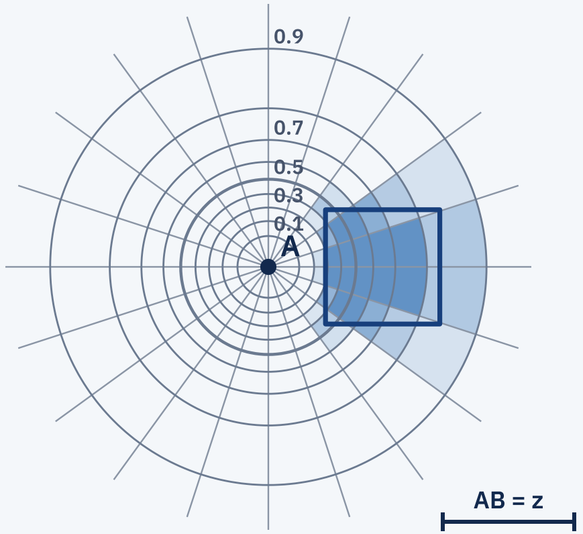
$$\Delta\sigma_z=0.005\times 73.33\times 18.93=\mathbf{6.94}\ \text{kN/m}^2$$

बाहरी बिंदु पर भी प्रतिबल आता है: **M = 18.93 तत्व**, **$\Delta\sigma_z$ = 6.94 kN/m²**; प्लान आरेख के केंद्र को नहीं ढकता।

हल (2/2)

हल

वलय	आच्छादित तत्व	वलय में तत्व
1	**0.00**	20
2	**0.00**	20
3	**0.18**	20
4	**3.22**	20
5	**4.69**	20
6	**4.08**	20
7	**3.31**	20
8	**2.66**	20
9	**0.80**	20
10	**0.00**	20
कुल	**18.93**	200



प्लान आरेख में तीसरे वलय से प्रवेश करता है और पाँचवें वलय में (4.69 तत्व) सबसे अधिक प्रभावी होता है। कुल **M = 18.93**; केंद्र के नीचे उसी फ़ुटिंग के लिए M = 67.22 होता।

हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

सारांश

याद रखने योग्य बिंदु

आरेख: $R/z = \sqrt{[(1 - \Delta\sigma_z/q)^{-2/3} - 1]}$ त्रिज्या वाले नौ वृत्त और 20 अरीय सरल रेखाएँ; **200 अवयव**, प्रत्येक अवयव का प्रभाव **IV = 1/N = 0.005**

उपयोग: प्लान AB = z के पैमाने पर खींचा जाता है, बिंदु A केंद्र में; आच्छादित तत्वों की संख्या M; **$\Delta\sigma_z$ = (IV) q M**; प्रत्येक गहराई के लिए अलग प्लान

उदाहरण (3 m × 3 m, 660 kN, z = 3 m, किनारे का मध्य): q = 73.33 kN/m²; M = 48.07; $\Delta\sigma_z$ = **17.63 kN/m²**; z = 6 m पर M = 19.01, $\Delta\sigma_z$ = 6.97 kN/m²

कोई भी आकृति: L आकार का प्लान, भीतर धँसा कोना (M = 105.13, $\Delta\sigma_z$ = 52.57 kN/m²); क्षेत्र के बाहर का बिंदु (M = 18.93, $\Delta\sigma_z$ = 6.94 kN/m²)

सटीकता: एक अवयव का योगदान IV q = 0.37 kN/m²; मॉड्यूल M को सटीक समाकलन से देता है (त्रुटिरहित गणना)

संदर्भ

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

न्यूमार्क, N.M. (1942)। प्रत्यास्थ नीवों में प्रतिबल की गणना के लिए प्रभाव चार्ट। इलिनोइस विश्वविद्यालय इंजीनियरिंग प्रयोग स्टेशन, बुलेटिन संख्या 338।

टिप्पणी

सभी संख्यात्मक उदाहरण मॉड्यूल के अपने गणना इंजन से तैयार किए गए हैं; मॉड्यूल वही मान देता है। मॉड्यूल का प्रारंभिक उदाहरण: 3 m × 3 m फ़ुटिंग, 660 kN, किनारे A के मध्य बिंदु से 3 m नीचे।

GeoTerva

ऑनलाइन भू-तकनीकी गणनाएँ

सिद्धांत से अनुप्रयोग तक

अपना प्लान (अधिकतम छह शीर्षों वाला बहुभुज), भार और बिंदु A GeoTerva में दर्ज करें; मॉड्यूल दर्ज की गई गहराई के लिए आरेख बनाता है, आच्छादित अवयवों को छायांकित करता है, तथा M, $\Delta\sigma_z$ मान, गहराई प्रोफ़ाइल, चरण-दर-चरण हल और रिपोर्ट एक साथ प्रदान करता है।

मॉड्यूल खोलें →

सिद्धांत पृष्ठ →

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