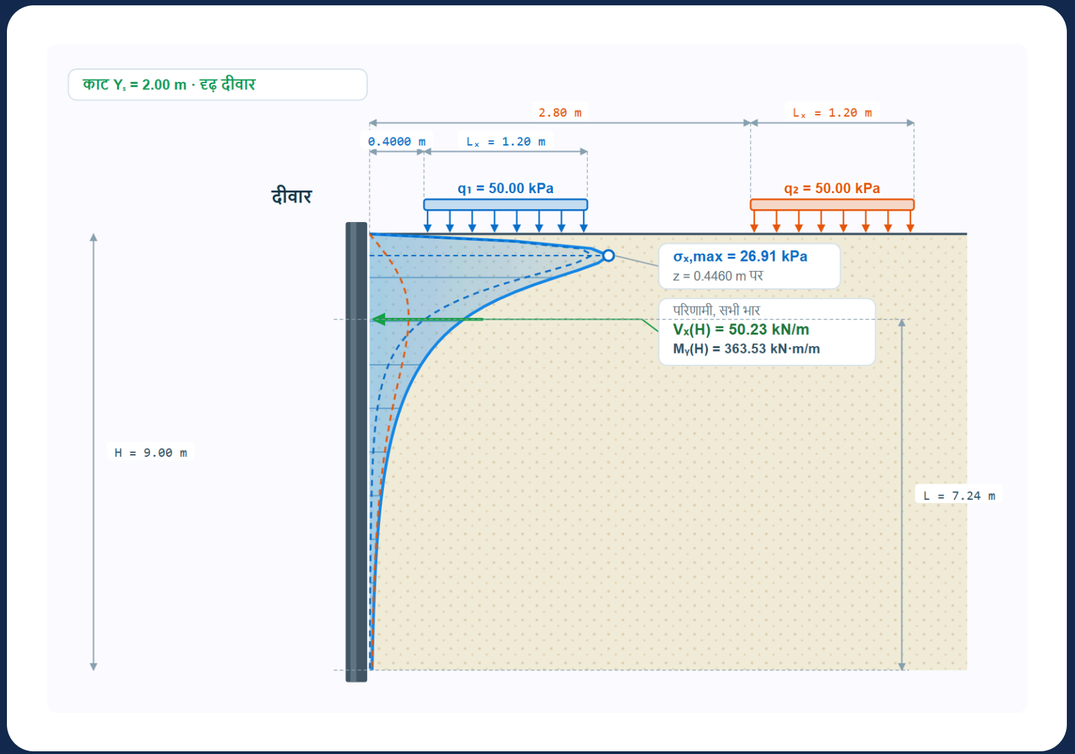
भू-तकनीकी व्याख्यान स्लाइड · अधिभार (Surcharge Loads)

क्षेत्र अधिभार भार

व्याख्यान: दीवार के निकट आयताकार सतही भार; प्रारंभिक उदाहरण अधिकतम दाब की गहराई पर हाथ से हल किया जाता है, शेष विषय तालिकाओं के साथ।

Boussinesq σx | आयतीय समाकलन | कठोर दीवार ψ = 2 | अपरूपण बल और आघूर्ण | हाथ से हल योग्य



परिचय

इस व्याख्यान में हम क्या सीखेंगे?

- आयताकार सतही भार का दीवार पर पार्श्व दाब: भार **dP = q·dA** बिंदु भारों का योग है और प्रत्येक का प्रभाव Boussinesq हल से निकाला जाता है
- प्लान में स्थिति और आकार निर्धारित करने वाली x_1, x_2, y_1, y_2 राशियाँ और **दीवार के अनुदिश सटीक तथा दीवार के लंबवत दिशा में संख्यात्मक** समाकलन
- **दृढ़ दीवार** ($\psi = 2$) और **अर्ध-अनंत माध्यम** ($\psi = 1$) के बीच का अंतर
- दाब प्रोफ़ाइल से **अपरूपण बल V_x** और **बंकन आघूर्ण M_y** के मान ज्ञात करना
- काट की स्थिति, भार की दीवार से दूरी और **पॉइसन अनुपात** का प्रभाव

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: H = 9 m, μ = 0.5, काट Y_s = 2 m; 1.2 × 3.6 m आकार के दो आयत, q = 50 kPa, X_0 = 1.0 और 3.4 m; दृढ़ दीवार।

दीवार पर कार्यरत आयताकार भार

सिद्धांत

आयताकार सतही अधिभार, **dP = q·dA** ऊर्ध्वाधर बिंदु भारों से बना एक सतत क्षेत्र है

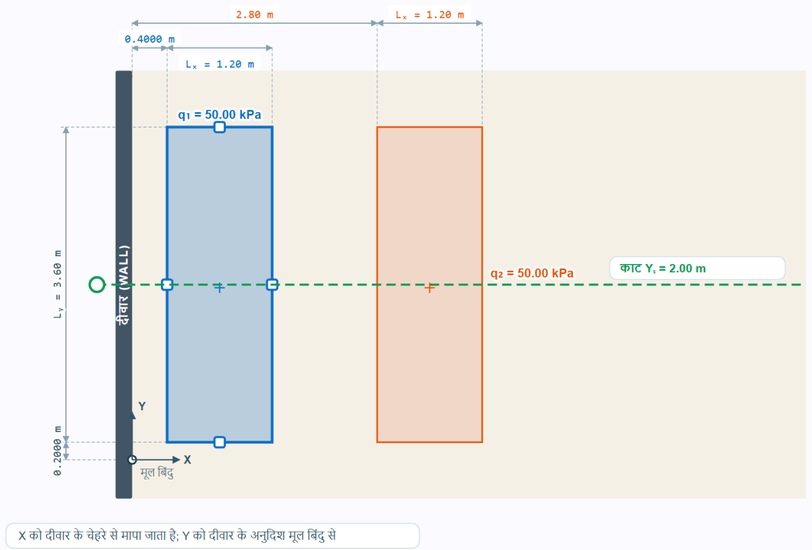
प्रत्येक बिंदु भार द्वारा दीवार के चयनित ऊर्ध्वाधर काट पर उत्पन्न **क्षैतिज प्रतिबल** Boussinesq हल से निकाला जाता है और प्रत्येक आयत के योगदान जोड़ दिए जाते हैं

दाब प्रोफ़ाइल को दीवार की लंबाई के अनुदिश समाकलित करने पर **अपरूपण बल** और **बंकन आघूर्ण** प्राप्त होते हैं

$$A = L_x L_y \qquad P = qA$$

$$x_1 = X_0 - \frac{L_x}{2} \quad x_2 = X_0 + \frac{L_x}{2}$$

$$y_1 = Y_0 - \frac{L_y}{2} - Y_s \quad y_2 = Y_0 + \frac{L_y}{2} - Y_s$$



X_0, Y_0: केंद्रक के दीवार के लंबवत और दीवार के अनुदिश निर्देशांक

L_x, L_y: भुजाएँ; **Y_s**: काट का निर्देशांक

आयत दीवार की सतह के पीछे है: $x_1 \geq 0$

दीवार के तल में Boussinesq σ_x

सिद्धांत

काट के गहराई z पर स्थित किसी बिंदु के लिए, प्लान में **(x, y)** दूरी पर स्थित तत्व dP के कारण दीवार के लंबवत **क्षैतिज अभिलंब प्रतिबल** नीचे दिया गया है

$r^2 = x^2 + y^2$ और $R^2 = r^2 + z^2$; $dP = q \cdot dx \cdot dy$

क्षैतिज प्रतिबल **पॉइसन अनुपात μ** पर निर्भर करता है; μ = 0.5 के लिए (1 − 2μ) गुणक वाला पद शून्य है

$$\sigma_x = \frac{dP}{2\pi}\left[\frac{3x^2 z}{R^5} - (1-2\mu)\left(\frac{x^2-y^2}{r^2 R(R+z)} + \frac{y^2 z}{r^2 R^3}\right)\right]$$

$$r^2 = x^2 + y^2 \qquad R^2 = r^2 + z^2 \qquad dP = q\,dx\,dy$$

दीवार के अनुदिश संवृत्त-रूप हल: G

सिद्धांत

आयत को बिंदु भारों के परिमित जाल से बदलने पर, दीवार के निकट – जहाँ प्रतिबल सबसे तेज़ी से बदलता है – **अभिसरण धीमा होता है**

दीवार के अनुदिश (y दिशा में) समाकल का **संवृत रूप** उपलब्ध है; दीवार के लंबवत (x) दिशा में शेष समाकल को सख़्त सहनशीलता के साथ **अनुकूली विधि से** परिकलित किया जाता है

$$G(x,y,z)=\frac{1}{2\pi}\left[\frac{x^2 z\,y\,(2y^2+3a^2)}{a^4R^3}-(1-2\mu)\frac{y\,(1-z/R)}{r^2}\right]\qquad a^2=x^2+z^2$$

$$\sigma_x(z)=\psi\sum_{\text{भार}} q\int_{x_1}^{x_2}\left[G(x,y_2,z)-G(x,y_1,z)\right]dx$$

बहुत लंबा आयत, μ का मान जो भी हो, **समतल विकृति स्ट्रिप भार** का हल देता है; गणना इंजन की इसी जाँच से परीक्षा की जाती है

दीवार का प्रभाव: ψ

सिद्धांत

न हिलने वाली चिकनी दीवार को प्रत्येक भार का दीवार के फलक के सापेक्ष **प्रतिबिंबन** करके निरूपित किया जाता है: प्रतिबिंबन उस तल पर दीवार के अभिलंब विस्थापन और अपरूपण प्रतिबल को शून्य कर देता है

इसलिए दीवार पर कार्य करने वाला दाब, μ चाहे जो हो, अर्ध-अनंत माध्यम के प्रतिबल का **ठीक दोगुना** है

जो दीवार मृदा को ढीला करने जितना विक्षेपित होती है, वह अर्ध-अनंत माध्यम के मान के अधिक निकट होती है

$$\sigma_{wall} = \psi\,\sigma_x \qquad \psi = 2 \text{ (दृढ़ दीवार, डिफ़ॉल्ट)} \qquad \psi = 1 \text{ (अर्ध-अनंत माध्यम)}$$

दीवार के अनुदिश प्रोफ़ाइल का समाकलन

सिद्धांत

दाब प्रोफ़ाइल को अनुप्रस्थ काट में दीवार की **प्रति इकाई लंबाई** के लिए, अपरूपण बल हेतु एक बार और बंकन आघूर्ण हेतु दो बार दीवार के अनुदिश समाकलित किया जाता है

दोनों को गहराई सारणी की पंक्तियों के बीच **अनुकूली रूप से** समाकलित किया जाता है; पंक्तियों की संख्या n_z केवल यह निर्धारित करती है कि प्रोफ़ाइल का कितना भाग सूचीबद्ध होगा

$$V_x(z) = \int_0^z \sigma_x \, dt$$

$$M_y(z) = \int_0^z V_x \, dt = \int_0^z (z - t)\, \sigma_x \, dt$$

छह चरण और प्रारंभिक उदाहरण

सिद्धांत

1 · दीवार और काट: H, μ और Y_s दर्ज किए जाते हैं

2 · प्रत्येक आयत: q, X_0, Y_0, L_x, L_y; x_1, x_2, y_1, y_2 ज्ञात किए जाते हैं

3 · बिंदु भार प्रतिबल: dP = q·dx·dy के लिए r, R और σ_x

4 · क्षेत्र का समाकलन: y दिशा में G से सटीक, x दिशा में संख्यात्मक

5 · अध्यारोपण और ψ: प्रत्येक आयत गहराई z पर जोड़ा जाता है, दृढ़ दीवार के लिए दो से गुणा किया जाता है

6 · दीवार के अनुदिश समाकलन: $\sigma_x(z)$, फिर $V_x(z)$ और $M_y(z)$

$$A = 2 \times 1.2 \times 3.6 = 8.64 \text{ m}^2 \qquad P = 432 \text{ kN} \qquad \sigma_x = 24.98 + 1.93 = 26.91 \text{ kPa}$$

$$V_x(H) = 50.23 \text{ kN/m} \qquad M_y(H) = 363.53 \text{ kN} \cdot \text{m/m}$$

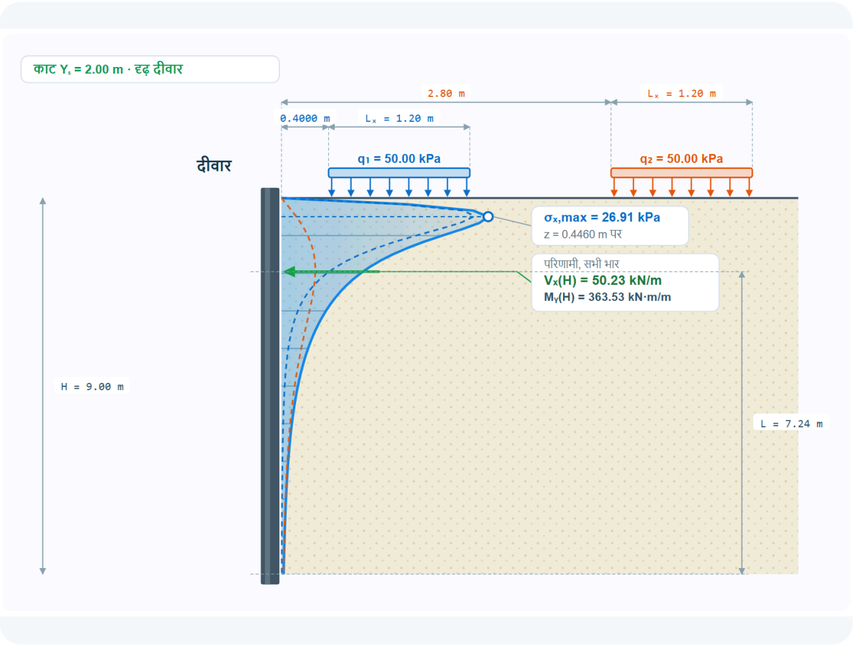
स्थिति, दूरी और पॉइसन अनुपात

सिद्धांत

विधि प्रत्येक भार की **त्रि-विमीय स्थिति और आकार** को बनाए रखती है: किसी आयत को दीवार के अनुदिश या दीवार से दूर ले जाना, उसका आकार बदलना, काट को खिसकाना या μ बदलना दाब प्रोफ़ाइल को बदल देता है

दाब किसी भार के **सामने से गुजरने वाले काटों में** अपने अधिकतम मान पर पहुँचता है और प्लान में दूरी के साथ तेज़ी से घटता है; जब भार दीवार से अपनी दूरी की तुलना में छोटे हों तो **कई काटों** की जाँच की जाती है

जब μ का मान 0.5 से कम होता है, तो सतह के निकट के क्षेत्र में **तनन कोटियाँ** उत्पन्न हो सकती हैं; इन्हें उनके चिह्नों सहित दिया जाता है



प्रश्न

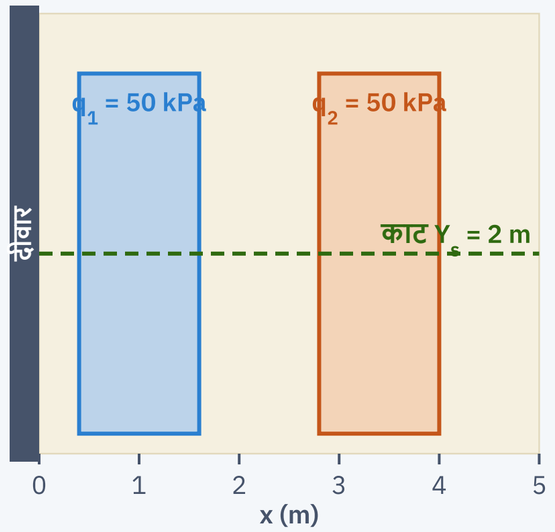
उदाहरण

दिया गया है

दीवार और काट	$H = 9.0$ m; $\mu = 0.5$; **काट** $Y_s = 2.0$ m; **दृढ़ दीवार** ($\psi = 2$)
आयत 1	$q = 50$ kPa; $L_x = 1.2$ m, $L_y = 3.6$ m; $X_0 = 1.0$ m, $Y_0 = 2.0$ m
आयत 2	$q = 50$ kPa; 1.2×3.6 m; $X_0 = 3.4$ m, $Y_0 = 2.0$ m

ज्ञात करना है

प्रत्येक आयत का **z = 0.446 m** गहराई पर σ_x योगदान (हाथ से **Simpson** विधि द्वारा) और कुल **σ_x**; मॉड्यूल के परिणाम से तुलना। यह गहराई वही है जहाँ दाब सबसे अधिक है।



हल (1/4)

हल

1 काट के सापेक्ष आयतों की स्थिति (x दीवार से, y काट से मापा जाता है)

$$\text{आयत 1: } x_1 = 1.0 - 0.6 = 0.4 \text{ m} \quad x_2 = 1.0 + 0.6 = 1.6 \text{ m}$$

$$\text{आयत 2: } x_1 = 3.4 - 0.6 = 2.8 \text{ m} \quad x_2 = 3.4 + 0.6 = 4.0 \text{ m}$$

$$y_1 = 2.0 - 1.8 - 2.0 = -1.8 \text{ m} \quad y_2 = 2.0 + 1.8 - 2.0 = +1.8 \text{ m}$$

2 क्षेत्रफल और कुल ऊर्ध्वाधर भार (प्रत्येक के लिए)

$$A = L_x L_y = 1.2 \times 3.6 = 4.32 \text{ m}^2 \qquad P = qA = 50 \times 4.32 = 216 \text{ kN} \qquad \Sigma P = 432 \text{ kN}$$

काट दोनों आयतों के ठीक मध्य से गुज़रता है: $\mathbf{y_1 = -y_2}$। आयत 1 दीवार से 0.4 m पर और आयत 2 दीवार से 2.8 m की दूरी से आरंभ होता है।

हल (2/4)

हल

3 μ = 0.5: (1 − 2μ) = 0, G का दूसरा पद शून्य हो जाता है; $y_1 = -y_2$ होने के कारण $G(x, y_2) - G(x, y_1) = 2G(x, y_2)$

$$f(x) = G(x, y_2, z) - G(x, y_1, z) = \frac{x^2\, z\, y_2\, (2y_2^2 + 3a^2)}{\pi\, a^4 R^3}$$

$$z\, y_2 = 0.8028 \qquad 2y_2^2 = 6.48 \qquad a^2 = x^2 + 0.1989 \qquad R^2 = x^2 + 3.4389$$

4 दीवार के लंबवत दिशा में Simpson नियम (n सम अंतराल, $h = (x_2 - x_1)/n$); $\sigma_x = \psi\, q \int f\, dx$

$$\int_{x_1}^{x_2} f\, dx \approx \frac{h}{3}\left[f_0 + 4f_1 + 2f_2 + 4f_3 + \cdots + 4f_{n-1} + f_n\right]$$

$$\sigma_x = \psi\, q\, \frac{h}{3} \sum c_i\, f_i \qquad (c_i = 1, 4, 2, 4, \ldots, 4, 1)$$

आयत 1 (x = 0.4 – 1.6 m) दीवार के निकट है जहाँ समाकल्य तेज़ी से बदलता है: **n = 8** अंतराल; आयत 2 (x = 2.8 – 4.0 m) के लिए **n = 4** पर्याप्त है।

हल (3/4)

हल

i	x (m)	a² (m²)	R (m)	f(x) (1/m)	c	c·f
0	0.400	0.3589	1.8971	0.35129	1	0.35129
1	0.550	0.5014	1.9343	0.33921	4	1.35683
2	0.700	0.6889	1.9821	0.28954	2	0.57909
3	0.850	0.9214	2.0400	0.23681	4	0.94723
4	1.000	1.1989	2.1069	0.19155	2	0.38310
5	1.150	1.5214	2.1821	0.15520	4	0.62080
6	1.300	1.8889	2.2647	0.12657	2	0.25315
7	1.450	2.3014	2.3540	0.10408	4	0.41632
8	1.600	2.7589	2.4493	0.08632	1	0.08632
				Σ c·f =		**4.99412**

5 आयत 1 के लिए σ_x (h = 0.15 m)

$$\sigma_{x,1} = \psi\, q\, \frac{h}{3} \sum c_i f_i = 2(50)\frac{0.15}{3}(4.99412) = \mathbf{24.97}\ \text{kPa}$$

Simpson (8 अंतराल): **24.97 kPa**। मॉड्यूल का अनुकूली समाकलन 24.98 kPa देता है; अंतर 0.03%।

हल (4/4)

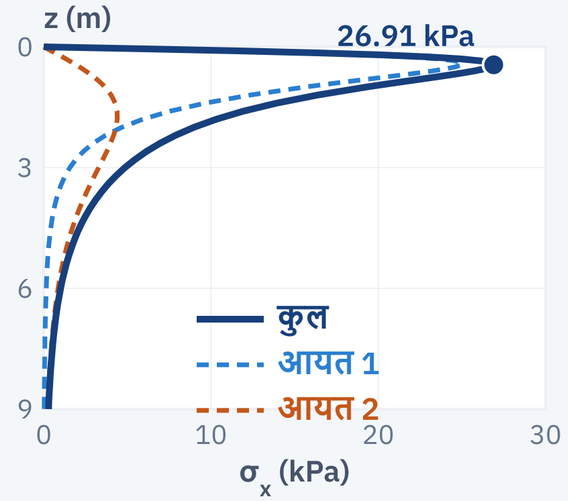
हल

i	x (m)	a² (m²)	R (m)	f(x) (1/m)	c	c·f
0	2.800	8.0389	3.3584	0.02504	1	0.02504
1	3.100	9.8089	3.6123	0.01944	4	0.07777
2	3.400	11.7589	3.8728	0.01536	2	0.03071
3	3.700	13.8889	4.1387	0.01232	4	0.04927
4	4.000	16.1989	4.4090	0.01001	1	0.01001
				Σ c·f =		**0.19281**

6 आयत 2 के लिए σ_x (h = 0.30 m) और अध्यारोपण

$$\sigma_{x,2} = 2(50)\frac{0.30}{3}(0.19281) = 1.93 \text{ kPa}$$

$$\sigma_x = \sigma_{x,1} + \sigma_{x,2} = 24.97 + 1.93 = \mathbf{26.90} \text{ kPa}$$



हाथ से: **24.97 + 1.93 = 26.90 kPa**। मॉड्यूल: 24.98 + 1.93 = **26.91 kPa** (z = 0.446 m); यह पृष्ठ के उदाहरण के समान है।

हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

प्रश्न

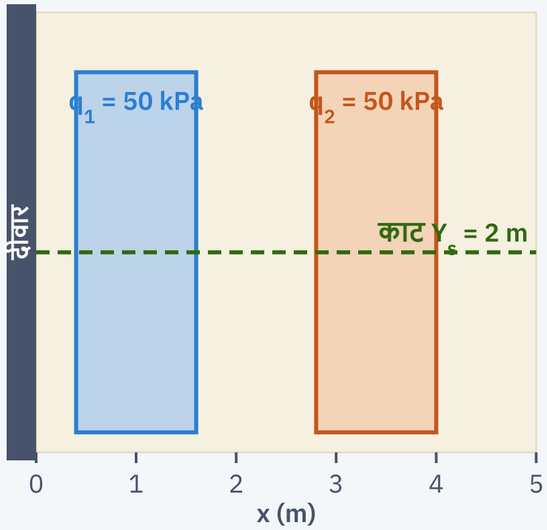
उदाहरण

ज्ञात करना है

प्रत्येक पंक्ति में σ_x (दोनों आयतों का पृथक योगदान और उनका योग), $V_x(z)$ और $M_y(z)$; आधार पर $V_x(H)$, $M_y(H)$ और परिणामी बल की गहराई।

दिया गया है

मॉडल	**उदाहरण 1 के दो आयत;** $H = 9.0$ **m;** $n_z = 20$ **(पंक्ति अंतराल** $H/20 = 0.45$ **m)**
विधि	**दृढ़ दीवार** ($\psi = 2$)**;** $V_x(z) = \int_0^z \sigma_x \, dt$**,** $M_y(z) = \int_0^z (z - t)\, \sigma_x \, dt$



हल (1/2)

हल

z (m)	$\sigma_{x,1}$ (kPa)	$\sigma_{x,2}$ (kPa)	σ_x (kPa)	V_x (kN/m)	M_y (kN·m/m)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.45	**24.96**	**1.94**	**26.91**	**8.45**	**1.45**
0.90	17.46	3.43	20.89	19.44	7.84
1.35	10.24	4.23	14.47	27.30	18.46
1.80	5.91	4.39	10.31	32.80	32.06
2.25	3.49	4.13	7.62	36.80	47.76
2.70	2.13	3.65	5.78	39.79	65.02
3.15	1.35	3.10	4.45	42.08	83.47
3.60	0.89	2.58	3.46	43.85	102.82
4.05	0.60	2.11	2.71	45.23	122.87
4.50	0.42	1.71	2.13	46.31	143.48

z (m)	$\sigma_{x,1}$ (kPa)	$\sigma_{x,2}$ (kPa)	σ_x (kPa)	V_x (kN/m)	M_y (kN·m/m)
4.95	0.30	1.39	1.69	47.17	164.52
5.40	0.22	1.13	1.35	47.85	185.91
5.85	0.16	0.92	1.08	48.40	207.57
6.30	0.13	0.75	0.88	48.84	229.45
6.75	0.10	0.62	0.72	49.19	251.51
7.20	0.08	0.51	0.59	49.48	273.71
7.65	0.06	0.42	0.49	49.72	296.03
8.10	0.05	0.36	0.40	49.92	318.46
8.55	0.04	0.30	0.34	50.09	340.96
9.00	0.03	0.25	0.28	50.23	363.53

हल (2/2)

हल

1 आधार पर अपरूपण बल और आघूर्ण (तालिका की अंतिम पंक्ति)

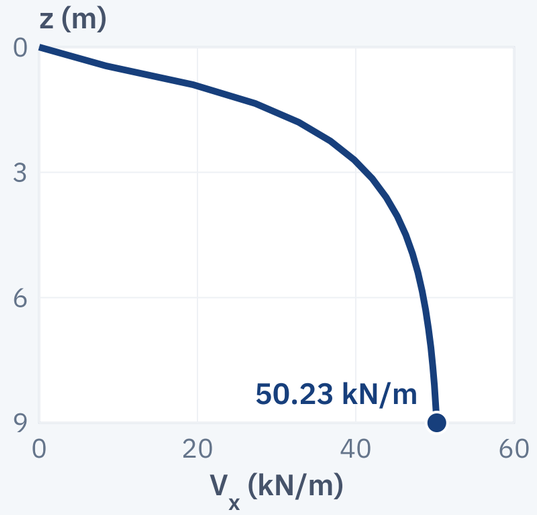
$$V_x(H) = \int_0^H \sigma_x \, dz = \mathbf{50.23}\ \text{kN/m}$$

$$M_y(H) = \int_0^H (H - t)\, \sigma_x \, dt = \mathbf{363.53}\ \text{kN} \cdot \text{m/m}$$

2 परिणामी बल की क्रिया रेखा: आघूर्ण भुजा और उसकी गहराई

$$L = \frac{M_y(H)}{V_x(H)} = \frac{363.53}{50.23} = \mathbf{7.237}\ \text{m} \quad \text{(आधार से)}$$

$$z_R = H - L = 9.0 - 7.237 = \mathbf{1.763}\ \text{m} \quad \text{(भूमि से)}$$



परिणामी बल **50.23 kN/m** है और भूमि सतह से **1.76 m** नीचे कार्य करता है। बल का **92%** ऊपरी 4.5 m (दीवार की ऊँचाई का आधा) से आता है: $V_x(4.5) = 46.31$ kN/m।

हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

प्रश्न

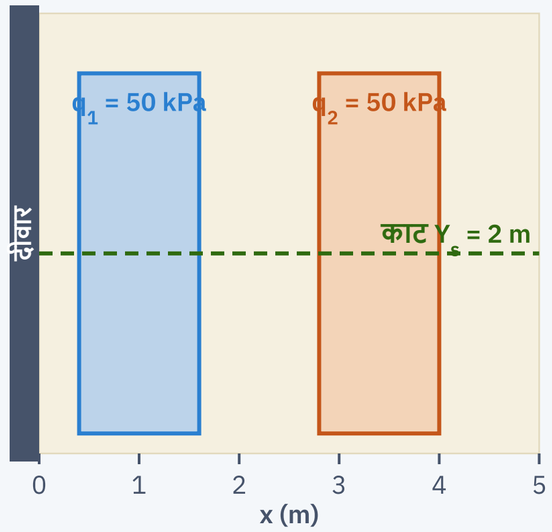
उदाहरण

दिया गया है

मॉडल	**उदाहरण 1 के आयत; प्रत्येक अकेला, फिर दोनों एक साथ**
विधियाँ	**दृढ़ दीवार ($\psi = 2$) और अर्ध-अनंत माध्यम ($\psi = 1$)**

ज्ञात करना है

प्रत्येक आयत के लिए **अलग-अलग** और संयुक्त रूप से $\sigma_{x,max}$, $V_x(H)$, $M_y(H)$ और z_R; अर्ध-अनंत माध्यम में वही राशियाँ।



हल

हल

	$\sigma_{x,max}$ (kPa)	z (m)	$V_x(H)$ (kN/m)	$M_y(H)$ (kN·m/m)	z_R (m)	$V_x(H)$, ψ = 1	$M_y(H)$, ψ = 1
आयत 1	25.03	0.419	33.14	260.49	1.140	16.57	130.25
आयत 2	4.40	1.717	17.09	103.04	2.971	8.55	51.52
दोनों एक साथ	26.91	0.446	50.23	363.53	1.763	25.12	181.77

1 V और M का योग लिया जाता है; परिणामी की गहराई बलों से भारित औसत है

$$V_x = 33.14 + 17.09 = \mathbf{50.23}\ \text{kN/m} \qquad M_y = 260.49 + 103.04 = \mathbf{363.53}\ \text{kN}\cdot\text{m/m}$$

$$z_R = \frac{V_1 z_{R,1} + V_2 z_{R,2}}{V_1 + V_2} = \frac{33.14(1.140) + 17.09(2.971)}{50.23} = \mathbf{1.763}\ \text{m}$$

अर्ध-अनंत माध्यम के मान दृढ़ दीवार के मानों के **ठीक आधे** हैं (V_x 25.12, M_y 181.77), z_R अपरिवर्तित रहता है। कुल अधिकतम दाब (26.91 kPa) दो अलग-अलग अधिकतम मानों के योग (29.44) से छोटा है: शिखर भिन्न गहराइयों पर हैं (0.42 और 1.72 m)।

हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

प्रश्न

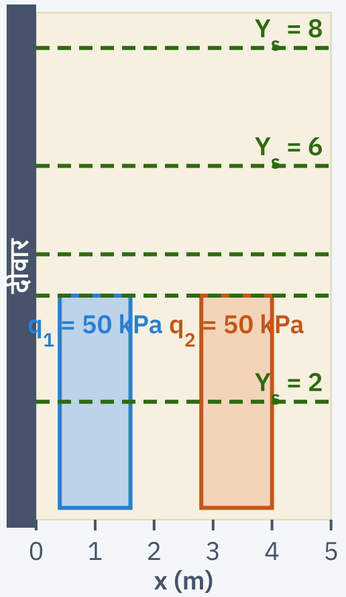
उदाहरण

ज्ञात करना है

प्रत्येक काट के लिए $\sigma_{x,max}$ और उसकी गहराई, $V_x(H)$, $M_y(H)$ और z_R; काट की भार के सापेक्ष स्थिति।

दिया गया है

मॉडल	**उदाहरण 1 के दो आयत ($Y_0 = 2.0$ m, $L_y = 3.6$ m: भार $y = 0.2 – 3.8$ m के बीच हैं)**
काट	$Y_s = 2.0; 3.0; 3.8; 4.5; 6.0; 8.0$ m



हल

हल

काट Y_s (m)	भार के अनुसार	$\sigma_{x,max}$ (kPa)	z (m)	$V_x(H)$ (kN/m)	$M_y(H)$ (kN·m/m)	z_R (m)
2.0	भार के केंद्र पर	26.91	0.446	50.23	363.53	1.763
3.0	भार के भीतर	25.04	0.428	45.78	330.75	1.775
3.8	भार के किनारे पर	14.13	0.467	31.31	217.96	2.038
4.5	के बाहर, 0.7 m	5.00	0.998	17.39	110.14	2.667
6.0	के बाहर, 2.2 m	1.39	2.112	6.77	36.89	3.549
8.0	के बाहर, 4.2 m	0.41	3.094	2.44	11.53	4.270

दाब **भार के मध्य** वाले काट में सर्वाधिक होता है (26.91 kPa) और प्लान में दूरी के साथ तेज़ी से घटता है: Y_s = 6 m पर V_x लगभग सातवें भाग तक, 8 m पर लगभग बीसवें भाग तक घट जाता है। Y_s = 3.8 m वाला काट y = 0.2 m वाले काट के (Y_0 ± 1.8 m) **सममित** है: परिणाम समान हैं (V_x = 31.31 kN/m)। यदि भार दीवार की तुलना में कम लंबाई के हैं, तो कई काटों की जाँच की जाती है।

हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

प्रश्न

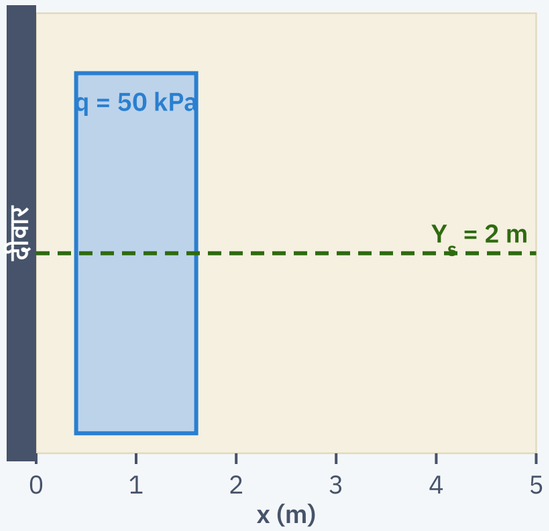
उदाहरण

ज्ञात करना है

प्रत्येक स्थिति के लिए $\sigma_{x,max}$ और उसकी गहराई, $V_x(H)$, $M_y(H)$ और z_R।

दिया गया है

मॉडल	**एकल आयत:** $q = 50$ **kPa,** 1.2×3.6 **m,** $Y_0 = 2.0$ **m;** $\mu = 0.5$**;** $H = 9.0$ **m;** **दृढ़ दीवार**
अवस्थिति	$X_0 = 0.6; 1.0; 1.6; 2.6; 4.6$ **m, अर्थात् समीप का किनारा** $x_1 = 0; 0.4; 1.0; 2.0; 4.0$ **m**



हल

हल

निकट किनारा x_1 (m)	X_0 (m)	$\sigma_{x,max}$ (kPa)	z (m)	V_x(H) (kN/m)	M_y(H) (kN·m/m)	z_R (m)
0.0	0.6	50.00	0.000	35.77	295.98	0.726
0.4	1.0	25.03	0.419	33.14	260.49	1.140
1.0	1.6	14.01	0.791	28.40	208.03	1.675
2.0	2.6	6.89	1.315	21.32	139.72	2.445
4.0	4.6	2.56	2.315	12.59	67.76	3.617

जैसे-जैसे भार दीवार से दूर जाता है, अधिकतम दाब **घटता है और अधिक गहराई पर आता है**: 50.00 kPa (सतह पर) → 2.56 kPa (2.32 m पर)। दीवार से सटे भार के लिए ($x_1 = 0$) अधिकतम दाब सतह पर होता है और **q = 50 kPa** के बराबर होता है। जबकि V_x अधिक धीरे घटता है (35.77 → 12.59 kN/m); z_R की गहराई बढ़ती है।

हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

प्रश्न

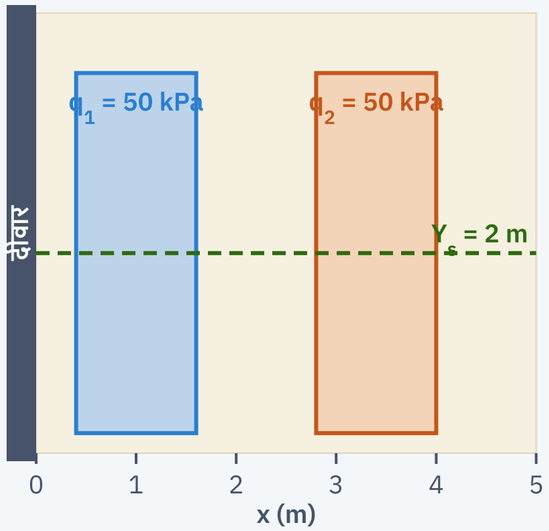
उदाहरण

ज्ञात करना है

प्रत्येक μ के लिए $\sigma_{x,max}$, $V_x(H)$, $M_y(H)$; भूमि सतह पर कोटि $\sigma_x(0)$ और इस कोटि का **हाथ से** निर्धारण।

दिया गया है

मॉडल	**उदाहरण 1 के दो आयत; $H = 9.0$ m; $Y_s = 2.0$ m; दृढ़ दीवार**
परिवर्ती	$\mu = 0.5; 0.4; 0.3; 0.2$



हल (1/2)

हल

μ	1 − 2μ	$\sigma_x(0)$ (kPa)	$\sigma_{x,max}$ (kPa)	z (m)	$V_x(H)$ (kN/m)	$M_y(H)$ (kN·m/m)
0.5	0.0	0.00	26.91	0.446	50.23	363.53
0.4	0.2	−4.18	23.54	0.459	41.47	303.91
0.3	0.4	−8.36	20.19	0.473	32.72	244.28
0.2	0.6	−12.54	16.88	0.489	23.96	184.66

μ घटने पर दाब और बल **स्पष्ट रूप से घटते हैं**: μ = 0.3 के लिए V_x = 32.72 kN/m, जो μ = 0.5 की तुलना में 35% कम है। सतह पर **ऋणात्मक (तनन) कोटि** उत्पन्न होती है; V_x और M_y चिह्न सहित प्रोफ़ाइल से समाकलित किए जाते हैं।

हल (2/2)

हल

1 z = 0 के लिए R = r, (1 − z/R) = 1: G का केवल दूसरा पद शेष रहता है और ∫ y/(x² + y²) dx = tan⁻¹(x/y) होता है

$$\sigma_x(0) = -\psi\, q\, \frac{(1-2\mu)}{\pi}\left[\tan^{-1}\frac{x_2}{y_2} - \tan^{-1}\frac{x_1}{y_2}\right] \qquad (y_1 = -y_2)$$

2 आयत 1 (x = 0.4 – 1.6 m), आयत 2 (x = 2.8 – 4.0 m); μ = 0.4 के लिए 1 − 2μ = 0.2

$$\sigma_{x,1}(0) = -2(50)\frac{0.2}{\pi}\left[\tan^{-1}\frac{1.6}{1.8} - \tan^{-1}\frac{0.4}{1.8}\right] = -6.366(0.5080) = -3.234 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{x,2}(0) = -6.366\left[\tan^{-1}\frac{4.0}{1.8} - \tan^{-1}\frac{2.8}{1.8}\right] = -6.366(0.1485) = -0.945 \text{ kPa}$$

$$\sigma_x(0) = -3.234 + -0.945 = \mathbf{-4.18} \text{ kPa}$$

हाथ से −4.18 kPa; मॉड्यूल −4.18 kPa। सतह की कोटि **(1 − 2μ)** के समानुपाती है: μ = 0.5 पर शून्य, μ = 0.2 पर −12.54 kPa।

हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

प्रश्न

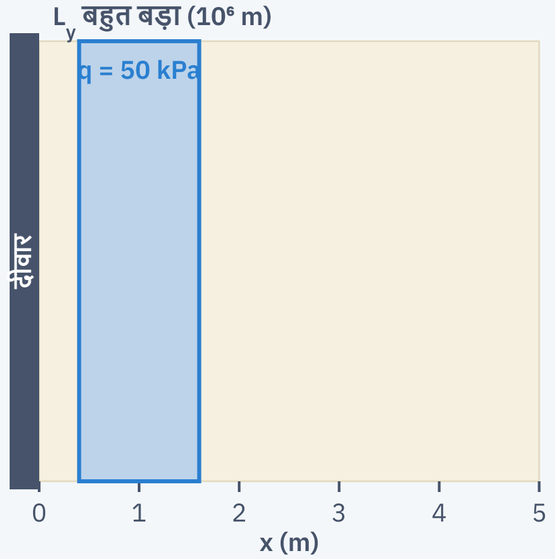
उदाहरण

दिया गया है

मॉडल	**एकल आयत:** $q = 50$ **kPa,** $x_1 = 0.4$ **m,** $x_2 = 1.6$ **m (**$L_x = 1.2$ **m),** $L_y = 10^6$ **m;** $H = 9.0$ **m; दृढ़ दीवार**
पॉइसन अनुपात	$\mu = 0.5$ **और** $\mu = 0.2$

ज्ञात करना है

स्ट्रिप भार सूत्र से (हाथ से) σ_x, z = 0.5; 1; 2; 4 m पर; क्षेत्र मॉड्यूल से तुलना; $V_x(H)$।



हल (1/2)

हल

1 स्ट्रिप भार (समतल विकृति), कठोर दीवार: $\beta = \tan^{-1}(x_2/z) - \tan^{-1}(x_1/z)$, $\alpha = \tan^{-1}(x_1/z) + \beta/2$

$$\sigma_x = \psi \frac{q}{\pi}\left(\beta - \sin\beta\cos 2\alpha\right) \qquad z = 1.0 \text{ m}:$$

$$\beta = \tan^{-1} 1.6 - \tan^{-1} 0.4 = 0.6317 \quad \alpha = 0.3805 + \frac{0.6317}{2} = 0.6964$$

$$\sigma_x = 2\frac{50}{\pi}\left(0.6317 - \sin 0.6317 \cos 1.3927\right) = \mathbf{16.777}\ \text{kPa}$$

स्ट्रिप सूत्र **16.777 kPa** देता है; क्षेत्र मॉड्यूल ($L_y = 10^6$ m) वही मान प्राप्त करता है: बहुत लंबा आयताकार क्षेत्र स्ट्रिप भार में बदल जाता है। चार गहराइयों के लिए तुलना अगले पृष्ठ पर है।

हल (2/2)

हल

z (m)	β (rad)	α (rad)	σ_x, स्ट्रिप सूत्र (kPa)	क्षेत्र मॉड्यूल, μ = 0.5	क्षेत्र मॉड्यूल, μ = 0.2
0.5	0.5932	0.9713	**25.346**	25.346	25.346
1.0	0.6317	0.6964	**16.777**	16.777	16.777
2.0	0.4773	0.4361	**5.788**	5.788	5.788
4.0	0.2808	0.2401	**1.115**	1.115	1.115

2 अपरूपण बल: स्ट्रिप के लिए संवृत रूप; क्षेत्र मॉड्यूल वही मान देता है

$$V_x(H) = \psi \frac{q}{\pi} H \left[\tan^{-1}\frac{x_2}{H} - \tan^{-1}\frac{x_1}{H}\right] = \mathbf{37.68}\ \text{kN/m}$$

स्ट्रिप सूत्र और क्षेत्र मॉड्यूल μ = 0.5 पर **बिल्कुल समान** हैं, μ = 0.2 पर अधिकतम 10^{-4} kPa के अंतर से समान हैं: बहुत लंबे आयत के लिए परिणाम μ से स्वतंत्र है। $V_x(H)$ = 37.68 kN/m।

हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

सारांश

याद रखने योग्य बिंदु

$\sigma_x(z) = \psi \Sigma q \int [G(x,y_2,z) - G(x,y_1,z)]\, dx$: दीवार के अनुदिश संवृत हल (G), दीवार के लंबवत दिशा में अनुकूली संख्यात्मक समाकलन; **$\psi = 2$** दृढ़ दीवार, **$\psi = 1$** अर्ध-अनंत माध्यम

$V_x(z) = \int \sigma_x\, dt$, **$M_y(z) = \int (z - t)\, \sigma_x\, dt$**; परिणामी की गहराई $z_R = H - M_y/V_x$

प्रारंभिक उदाहरण ($z = 0.446$ m): $\sigma_x = 24.98 + 1.93 =$ **26.91 kPa** (सबसे बड़ा दाब); $V_x(H) =$ **50.23 kN/m**, $M_y(H) =$ **363.53 kN·m/m**, $z_R = 1.76$ m

जब **काट** भार के मध्य से गुज़रती है तब दाब सबसे अधिक होता है; दूरी और **भार की दीवार से दूरी** दाब को तेज़ी से घटाती हैं; दीवार से सटे भार के लिए सतह पर $\sigma_x = q$

पॉइसन अनुपात परिणाम को बहुत बदल देता है ($\mu = 0.3$: V_x लगभग 35% कम); $\mu < 0.5$ के लिए सतह पर तनन कोटि होती है; बहुत लंबा आयताकार स्ट्रिप भार देता है

संदर्भ

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

Boussinesq, J. (1883). Application des Potentiels à l’Étude de l’Équilibre et du Mouvement des Solides Élastiques. Gauthier-Villars, Paris.

Mindlin, R.D. (1936). Discussion: Pressure distribution on retaining walls. Proc. 1st Int. Conf. on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Harvard, Vol. III, 155–156.

टिप्पणी

सभी संख्यात्मक उदाहरण मॉड्यूल के अपने गणना इंजन से तैयार किए गए हैं; मॉड्यूल वही मान देता है। मॉड्यूल का प्रारंभिक उदाहरण दो आयतों वाली दीवार है (H = 9 m, μ = 0.5, Y_s = 2 m)।

GeoTerva

ऑनलाइन भू-तकनीकी गणनाएँ

सिद्धांत से अनुप्रयोग तक

अपने आयताकार भार, काट की स्थिति, पॉइसन अनुपात और दीवार की ऊँचाई GeoTerva में दर्ज करें; मॉड्यूल दाब प्रोफ़ाइल, अपरूपण बल और आघूर्ण, प्रत्येक भार का अलग योगदान, तीन दृश्य, 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।