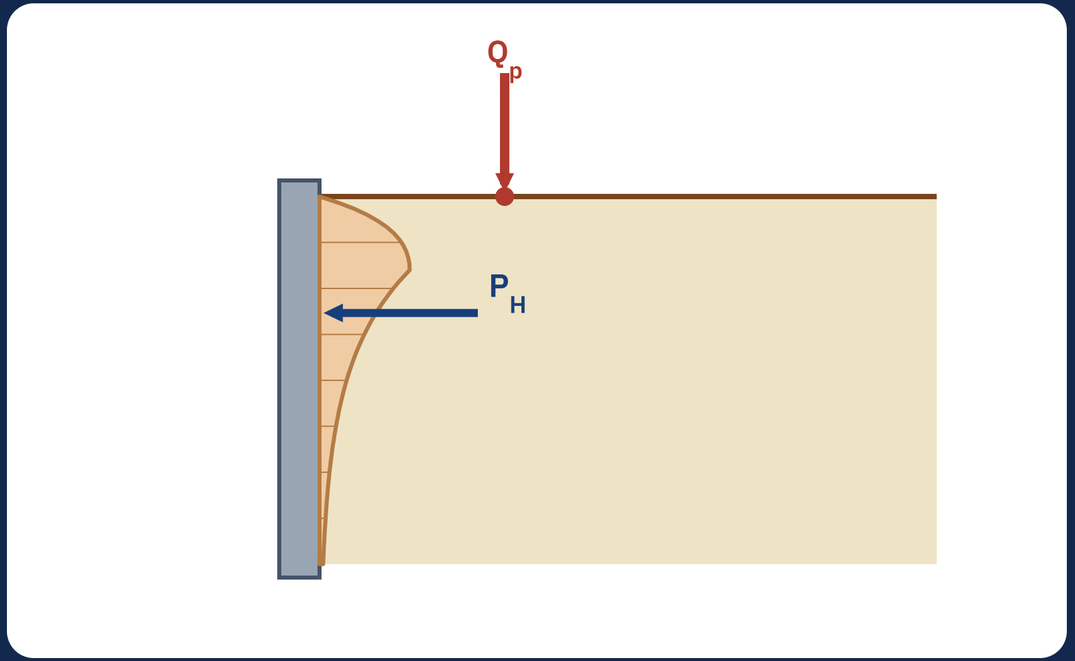
GeoTerva

भू-तकनीकी व्याख्यान स्लाइड · अधिभार (Surcharge Loads)

बिंदु अधिभार भार

व्याख्यान: सतह पर स्थित बिंदु भार द्वारा दीवार पर उत्पन्न पार्श्व दाब; दो विधियाँ, परिणामी, प्लान में वितरण और एक से अधिक भार, हल किए गए उदाहरण।

- $m = x/H \cdot n = z/H$
- $\sigma_H = (3Q_p/\pi)\, x^2 z/R^5$
- Terzaghi–NAVFAC चार्ट
- P_H और L
- प्लान में वितरण



परिचय

इस व्याख्यान में हम क्या सीखेंगे?

- बिंदु भार की ज्यामिति: **x**, **y**, **z**, **R** और विमाहीन **m = x/H**, **n = z/H**
- **प्रत्यास्थ (दृढ़ दीवार)** हल: Boussinesq प्रतिबल का दो गुना, अधिकतम दाब **z = x/2** पर; x_{min} **= 0.30 m**
- **Terzaghi–NAVFAC चार्ट**: स्थिति 1 (m ≤ 0.4) और स्थिति 2 (m > 0.4)
- परिणामी बल $P_H = (Q_p/H)\cdot I_0$ और ऊँचाई $L = H\cdot I_1/I_0$; I_0, I_1 के संवृत रूप के व्यंजक
- दीवार के अनुदिश **प्लान में** वितरण ($\cos^2(1.1\theta)$) और **एक ही सरल रेखा पर अधिकतम तीन भार**

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 दीवार: H = 15 m, बिंदु भार Q_p = 38 kN दीवार से x = 5 m की दूरी पर। P_H भार के काट पर दीवार की प्रति इकाई लंबाई बल है (kN/m)।

दीवार पर कार्यरत बिंदु भार

सिद्धांत

सतह पर Q_p बिंदु भार मृदा में त्रिविमीय प्रतिबल क्षेत्र उत्पन्न करता है; यदि भार किसी ऊर्ध्वाधर दीवार के प्रभाव क्षेत्र में है तो प्रतिबल वृद्धि का एक भाग दीवार पर **क्षैतिज दाब** के रूप में पहुँचता है

मॉड्यूल भार से होकर दीवार के लंबवत जाने वाली सरल रेखा के अनुदिश गहराई के साथ दाब का परिवर्तन, उसका **परिणामी बल** और **क्रिया रेखा**, तथा प्लान में दीवार के अनुदिश उसका वितरण देता है

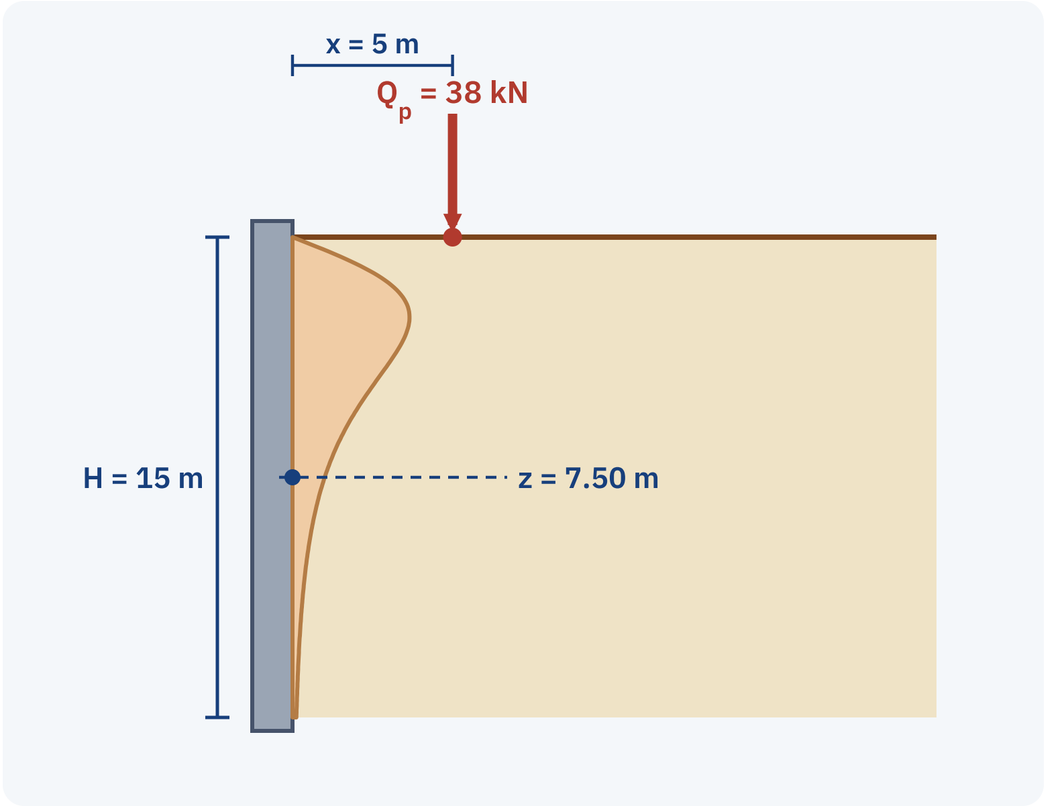
$$m = \frac{x}{H}, \qquad n = \frac{z}{H}$$

H — दीवार की ऊँचाई; **x** — दीवार से भार तक क्षैतिज दूरी; **z** — सतह से गहराई

y — भार से दीवार पर खींची गई लंब रेखा से दीवार के अनुदिश दूरी; **R = √(x² + y² + z²)**

σ_H — अक्ष रेखा पर पार्श्व दाब; σ'_H — प्लान में; P_H — परिणामी; **L** — आधार से क्रिया रेखा तक दूरी

θ — चार्ट में प्लान कोण; x_{min} — प्रत्यास्थ विधि में न्यूनतम गणना दूरी (0.30 m)



प्रत्यास्थ हल और Terzaghi–NAVFAC चार्ट

सिद्धांत

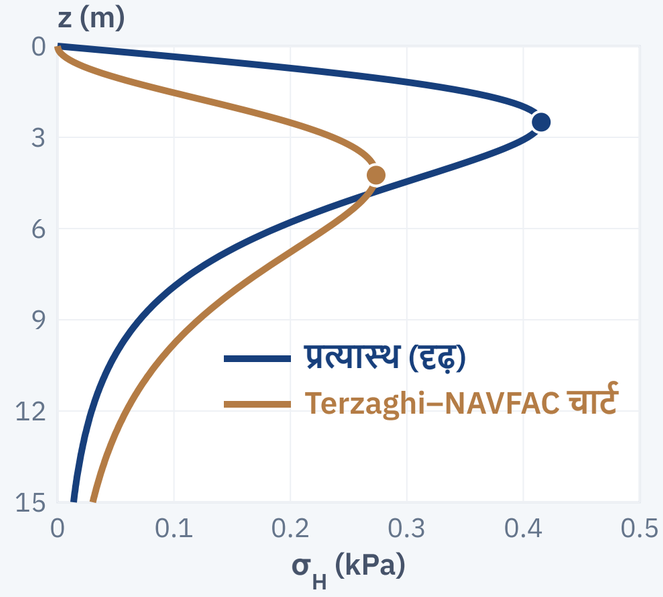
दोनों ही **विस्थापित न होने वाली दीवार** का वर्णन करते हैं; वे सबसे अधिक **दीवार के निकट के भार** पर एक-दूसरे से भिन्न होते हैं

प्रत्यास्थ: Boussinesq प्रतिबल का **दोगुना**: दीवार के दूसरी ओर का दर्पण-प्रतिबिंब भार तल पर पार्श्व गति को शून्य कर देता है (Mindlin 1936); पॉइसन अनुपात 0.5

चार्ट (Terzaghi 1954): दूरी का प्रभाव **m = 0.4** पर रुक जाता है; 0.4H के भीतर का भार ऐसे आरेखित किया जाता है मानो वह 0.4H की दूरी पर हो

0.4H के भीतर के भार में प्रत्यास्थ हल दीवार के ऊपरी भाग के निकट **बढ़ता हुआ दाब** केंद्रित करता है, जबकि चार्ट एकल आरेख बनाए रखता है; अधिक दूरी पर दोनों समान कोटि के मान देते हैं

प्रोफ़ाइल (H = 15 m, x = 5 m, Q_p = 38 kN)



दृढ़ दीवार: दाब, शिखर मान और संवृत-रूप परिणामी

सिद्धांत

भार से दीवार पर डाली गई लंबवत सरल रेखा (y = 0) पर: $\sigma_H = (3Q_p/\pi)\, x^2 z/R^5$; शिखर $z = x/2$ पर, $\sigma_{H,max} = 0.2733\, Q_p/x^2$

भार के दीवार के निकट आने पर हल **विलक्षण (सिंगुलर)** हो जाता है: $P_H \approx Q_p/(\pi x)$ की तरह बढ़ता है; इसलिए $x < x_{min} = 0.30$ m वाले भार की गणना 0.30 m पर की जाती है

लगभग **0.4H** की क्रांतिक दूरी के भीतर प्रत्यास्थ समीकरण विश्वसनीय नहीं रहते: इंजीनियरी निर्णय आवश्यक है, चार्ट तुलना का आधार देता है

$$\sigma_H = \frac{3}{\pi}\,\frac{Q_p}{H^2}\,\frac{m^2\, n}{\left(m^2+n^2\right)^{5/2}}$$

$$I_0 = \frac{1}{\pi}\left[\frac{1}{m} - \frac{m^2}{\left(1+m^2\right)^{3/2}}\right] \qquad I_1 = I_0 - \frac{1}{\pi\left(1+m^2\right)^{3/2}}$$

Terzaghi–NAVFAC: स्थिति 1 और स्थिति 2

सिद्धांत

प्रत्येक गहराई पर **n = z/H** की गणना की जाती है, समीकरण **m** के अनुसार चुना जाता है

स्थिति 1 के समीकरण में m नहीं आता: यह स्थिति 2 का m = 0.4 के लिए मान है (1.77 × 0.16 = 0.2832, **0.28** के रूप में लिखा गया है); 0.4H के भीतर का भार, जहाँ भी स्थित हो, **वही आरेख, P_H और L** देता है

पूर्णांकन के कारण सीमा m = 0.4 पर P_H एक छोटा सोपान बनाता है (≈ 1.1%); L सतत रहता है

$$\sigma_H = 0.28\,\frac{Q_p}{H^2}\,\frac{n^2}{(0.16+n^2)^3} \qquad m \le 0.4 \text{ (स्थिति 1)}$$

$$\sigma_H = 1.77\,\frac{Q_p}{H^2}\,\frac{m^2\,n^2}{(m^2+n^2)^3} \qquad m > 0.4 \text{ (स्थिति 2)}$$

P_H, L और I_0, I_1

सिद्धांत

P_H दाब आरेख का क्षेत्रफल है; **L** गुरुत्व केंद्र की दीवार के आधार से ऊँचाई है: परिणामी बल सतह से **H − L** गहराई पर क्रिया करता है

P_H भार के अपने काट (y = 0) पर एक बल है; चूँकि दाब दीवार के अनुदिश घटता है, इसे **दीवार की लंबाई से गुणा नहीं किया जाता**

$\sigma_H = (Q_p/H^2)\cdot f(n)$ के रूप में लिखने पर दो शुद्ध संख्याएँ शेष रहती हैं; प्रत्यास्थता सिद्धांत में संवृत रूप, चार्ट में संख्यात्मक (या संवृत) समाकल। चार्ट के स्थिरांक इस समाकल को किसी एक m मान पर पढ़ने से प्राप्त होते हैं: **m = 0.4** के लिए $P_H = 0.787\ Q_p/H$, $L = 0.587\ H$; **m = 0.6** के लिए $0.457\ Q_p/H$ और $0.476\ H$

$$P_H = \frac{Q_p}{H}\, I_0 \qquad L = H\,\frac{I_1}{I_0}$$

$$I_0 = \int_0^1 f(n)\, dn \qquad I_1 = \int_0^1 f(n)\,(1-n)\, dn$$

दीवार के अनुदिश दाब और एकाधिक भार

सिद्धांत

प्रत्यास्थ: σ_H सूत्र दीवार के प्रत्येक बिंदु पर मान्य है ($R^2 = x^2 + y^2 + z^2$); स्थिर गहराई पर दाब दीवार के अनुदिश $(R_0/R)^5$ के अनुसार घटता है, शिखर $z = \sqrt{(x^2 + y^2)}/2$ पर है

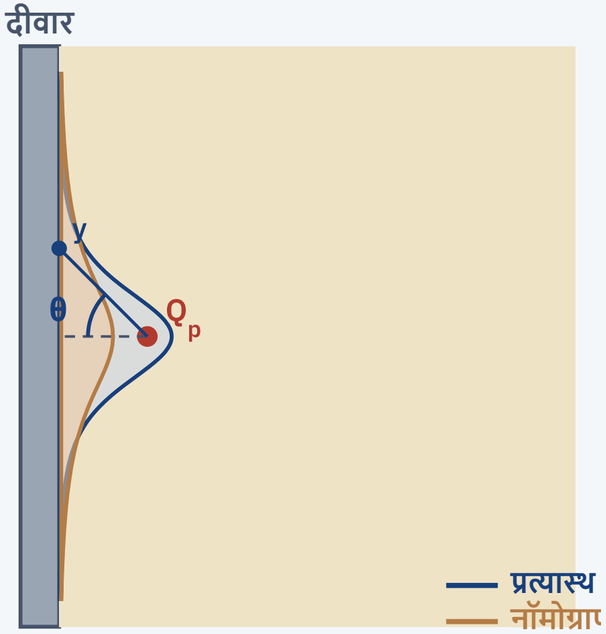
चार्ट: अक्ष रेखा पर दाब प्लान कोण के अनुसार घटाया जाता है; जब कोण 1.1θ, 90° तक पहुँच जाता है ($\theta \approx 81.8°$), तब घटाव शून्य पर स्थिर रखा जाता है

एकाधिक भार (अधिकतम 3): प्रत्येक का अपना x_i और $Q_{p,i}$ मान होता है; दाब प्रतिबल वृद्धि होने के कारण **जोड़े जाते हैं**; परिणामी बल उस बिंदु पर कार्य करता है जहाँ आधार के सापेक्ष आघूर्ण संतुलित होते हैं

$$\sigma'_H = \sigma_H \cos^2(1.1\,\theta) \qquad \theta = \tan^{-1}\frac{y}{x} \text{ (नोमोग्राफ़)}$$

$$\sigma_H = \sum_i \sigma_{H,i} \qquad P_H = \sum_i \frac{Q_{p,i}}{H} I_{0,i} \qquad L = \frac{\sum_i P_{H,i}\, L_i}{P_H}$$

प्लान: गहराई z = 2.5 m पर



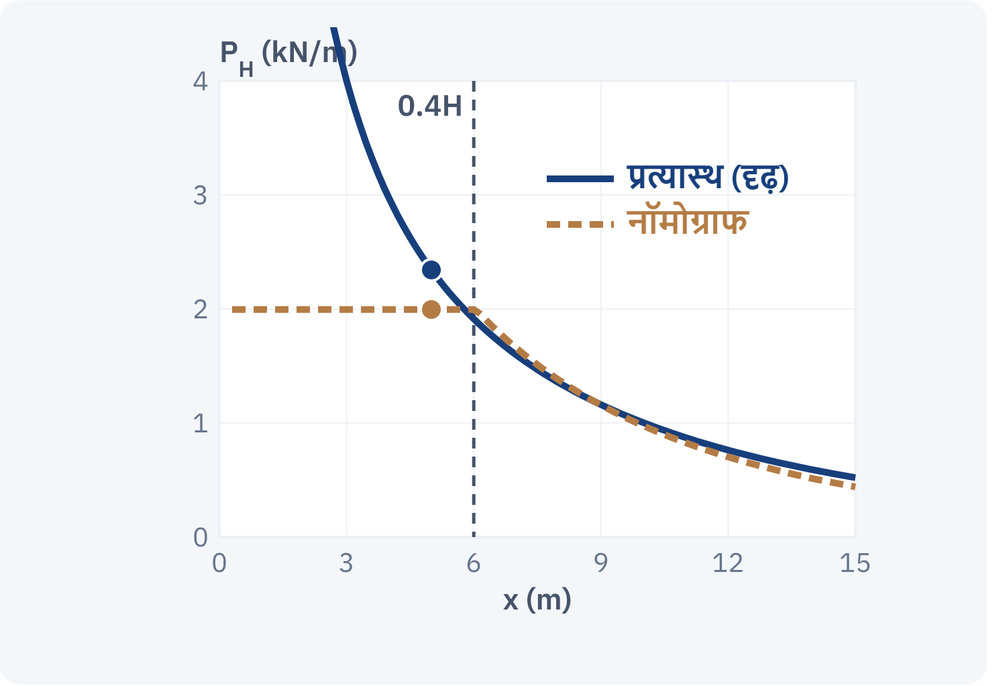
परिणामी और उसकी स्थिति, भार दूरी के साथ

सिद्धांत

x (m)	m	P_H प्रत्यास्थ	प्रत्यास्थ L	P_H चार्ट	L नॉमोग्राम	स्थिति
0.30	0.020	40.32	14.70	1.99	8.81	स्थिति 1
1.00	0.067	12.09	14.01	1.99	8.81	स्थिति 1
2.00	0.133	6.03	13.05	1.99	8.81	स्थिति 1
3.00	0.200	4.00	12.15	1.99	8.81	स्थिति 1
4.00	0.267	2.97	11.33	1.99	8.81	स्थिति 1
5.00	0.333	2.34	10.59	1.99	8.81	स्थिति 1
6.00	0.400	1.91	9.94	1.99	8.81	स्थिति 1
8.00	0.533	1.35	8.87	1.38	7.61	स्थिति 2
10.00	0.667	1.00	8.05	0.9755	6.74	स्थिति 2
15.00	1.000	0.5213	6.80	0.4402	5.45	स्थिति 2

m ≤ 0.4 (x ≤ 6 m): चार्ट वही P_H और L देता है; प्रत्यास्थ P_H भार के निकट आने पर तेज़ी से बढ़ता है

m > 0.4: प्रत्यास्थ परिणामी बल कुछ और ऊपर कार्य करता है (L अधिक है)



प्रश्न

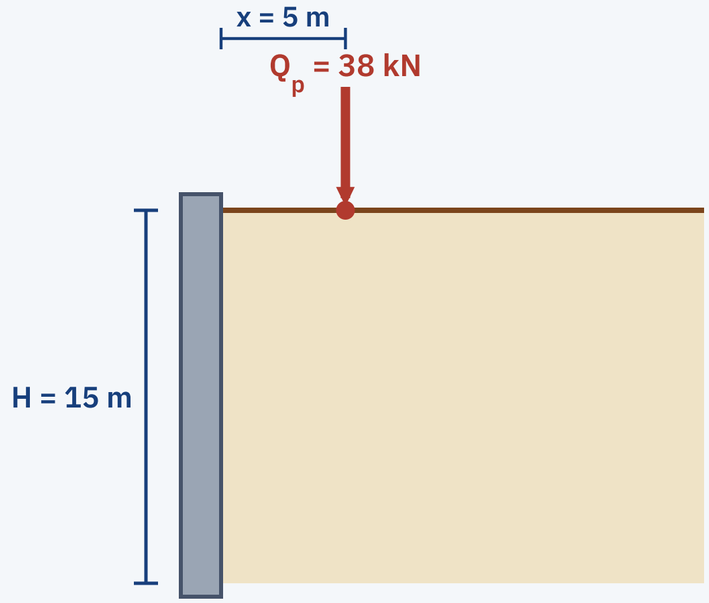
उदाहरण

ज्ञात करना है

m, अधिकतम दाब $\sigma_{H,max}$ (z = x/2), I_0, I_1, P_H, **L** और परिणामी की सतह से गहराई।

दिया गया है

दीवार	$H = 15.00$ **m**
भार	$Q_p = 38.0$ **kN, दीवार से** $x = 5.00$ **m**
विधि	**प्रत्यास्थ (दृढ़ दीवार);** $x \geq x_{min}$



हल (1/3)

हल

1 दूरी अनुपात

$$m = \frac{x}{H} = \frac{5}{15} = \frac{1}{3} = \mathbf{0.333} \quad (x \geq x_{min} = 0.30 \text{ m})$$

2 शिखर की गहराई

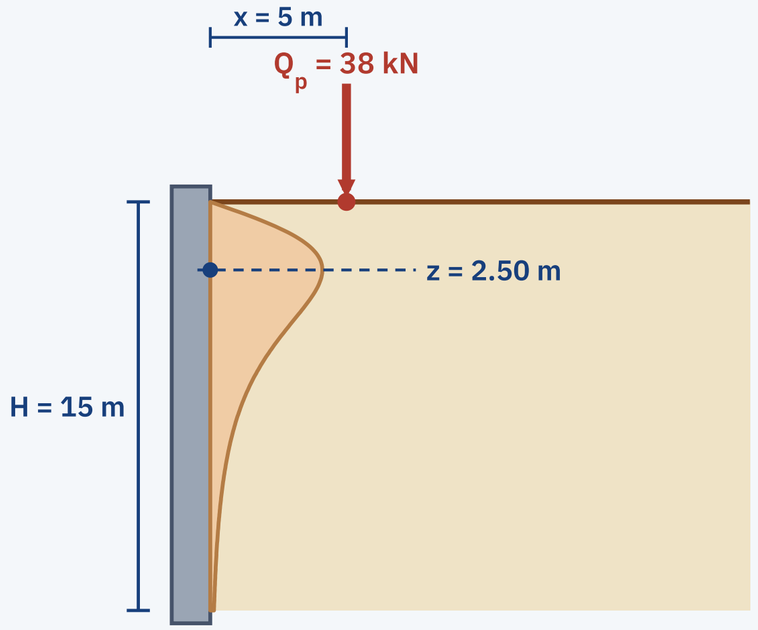
$$z = \frac{x}{2} = \mathbf{2.50} \text{ m}$$

$$R = \sqrt{x^2 + z^2} = \sqrt{25.00 + 6.25} = \mathbf{5.5902} \text{ m}$$

3 शिखर पर दाब

$$\sigma_{H,max} = \frac{3 \times 38}{\pi} \cdot \frac{5.00^2 \times 2.50}{5.5902^5}$$

$$\sigma_{H,max} = 36.287 \times 0.011449 = \mathbf{0.4154} \text{ kPa}$$



प्रत्यास्थ शिखर **0.4154 kPa** है, गहराई z = 2.50 m पर: 0.2733 Q_p/x^2 = 0.4154 kPa से वही मान मिलता है।

हल (2/3)

हल

4 क्षेत्रफल का विमाहीन मान I_0

$$I_0 = \frac{1}{\pi}\left[\frac{1}{m} - \frac{m^2}{(1+m^2)^{3/2}}\right] = \frac{1}{\pi}\left[3 - \frac{1/9}{(10/9)^{3/2}}\right] = \frac{1}{\pi}[3 - 0.09487] = \mathbf{0.92473}$$

5 आघूर्ण का विमाहीन मान I_1

$$I_1 = I_0 - \frac{1}{\pi(1+m^2)^{3/2}} = 0.92473 - \frac{1}{\pi(10/9)^{3/2}} = 0.92473 - 0.27178 = \mathbf{0.65295}$$

I_0 = **0.92473**, I_1 = **0.65295**: केवल m पर निर्भर दो संख्याएँ; भार और ऊँचाई इनसे बाहर रहते हैं।

हल (3/3)

हल

6 परिणामी

$$P_H = \frac{Q_p}{H}\, I_0 = \frac{38}{15} \times 0.92473 = \mathbf{2.34}\ \text{kN/m}$$

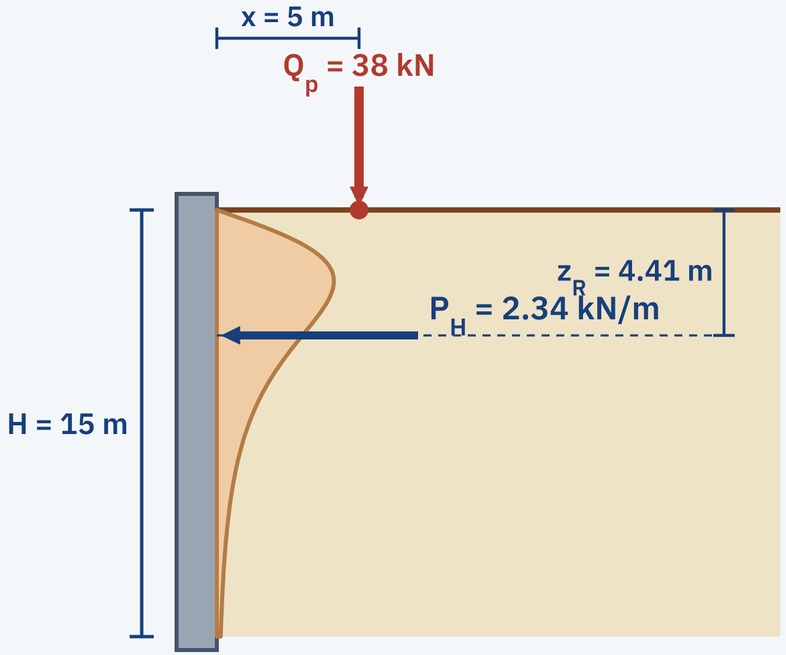
7 प्रभाव रेखा (आधार से)

$$L = H\,\frac{I_1}{I_0} = 15 \times \frac{0.65295}{0.92473} = \mathbf{10.59}\ \text{m}$$

8 सतह से गहराई

$$H - L = 15.00 - 10.59 = \mathbf{4.41}\ \text{m}$$

P_H = 2.34 kN/m, सतह से **4.41 m** नीचे (आधार से 10.59 m)। बल भार वाले काट पर कार्य करता है: दीवार की लंबाई से गुणा नहीं किया जाता।



हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

प्रश्न

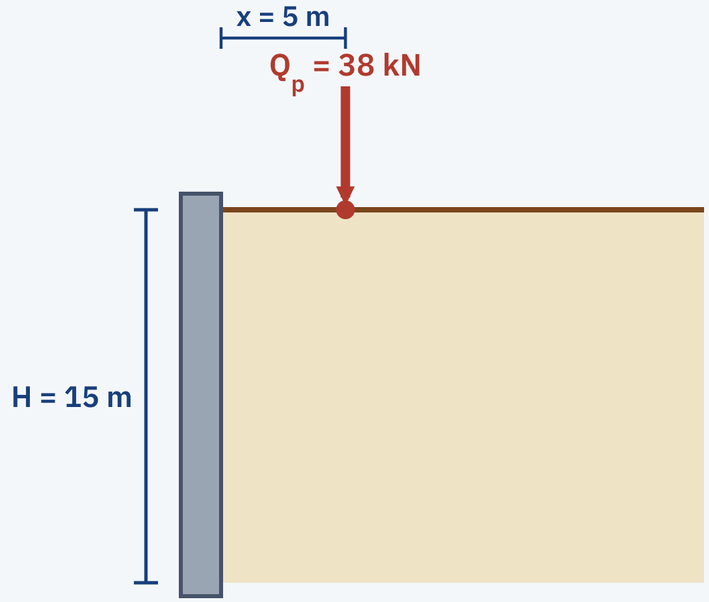
उदाहरण

दिया गया है

दीवार और भार	$H = 15.00$ **m,** $Q_p = 38.0$ **kN,** $x = 5.00$ **m**
विधि	**Terzaghi–NAVFAC चार्ट;** $z = 2.50$ **m पर दाब**

ज्ञात करना है

स्थिति का चयन, σ_H (z = 2.5 m), I_0, I_1, P_H और L।



हल (1/3)

हल

1 स्थिति का चयन

$$m = \frac{1}{3} = 0.333 \le 0.4 \;\Rightarrow\; \text{स्थिति 1: आरेख } m = 0.4 \text{पर स्थिर}$$

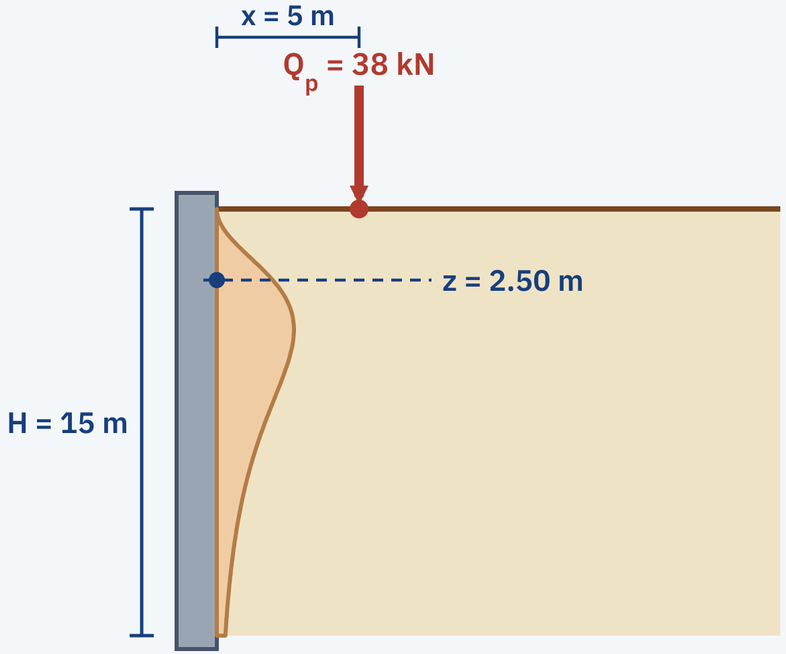
2 गहराई अनुपात

$$n = \frac{z}{H} = \frac{2.50}{15} = \mathbf{0.1667}$$

3 दाब

$$\sigma_H = 0.28\,\frac{38}{15^2}\cdot\frac{n^2}{(0.16+n^2)^3} = 0.04729 \times \frac{0.02778}{0.006621}$$

$$\sigma_H = 0.04729 \times 4.1953 = \mathbf{0.1984}\ \text{kPa}$$



z = 2.5 m पर चार्ट दाब **0.1984 kPa** है; उसी गहराई पर प्रत्यास्थ हल 0.4154 kPa देता है (शिखर)।

हल (2/3)

हल

4 समाकल (संवृत रूप, a = 0.16)

$$I_0 = \int_0^1 0.28\,\frac{n^2}{(a+n^2)^3}\,dn = 0.28\left[\frac{1}{8a(1+a)} - \frac{1}{4(1+a)^2} + \frac{\tan^{-1}(1/\sqrt{a})}{8a^{3/2}}\right]$$

5 संख्याएँ

$$\frac{1}{8(0.16)(1.16)} = 0.6735 \qquad \frac{1}{4(1.16)^2} = 0.1858 \qquad \frac{\tan^{-1}2.5}{8(0.16)^{3/2}} = 2.3248$$

$$I_0 = 0.28\,[0.6735 - 0.1858 + 2.3248] = 0.28 \times 2.8125 = \mathbf{0.7875}$$

I_0 = **0.7875**: यह चार्ट द्वारा m = 0.4 के लिए दिए गए 0.787 Q_p/H स्थिरांक के समान है। मॉड्यूल इस समाकल को संख्यात्मक रूप से (Simpson) परिकलित करता है।

हल (3/3)

हल

6 $I_1 = I_0 - \int n\, f\, dn$ (संवृत रूप, a = 0.16)

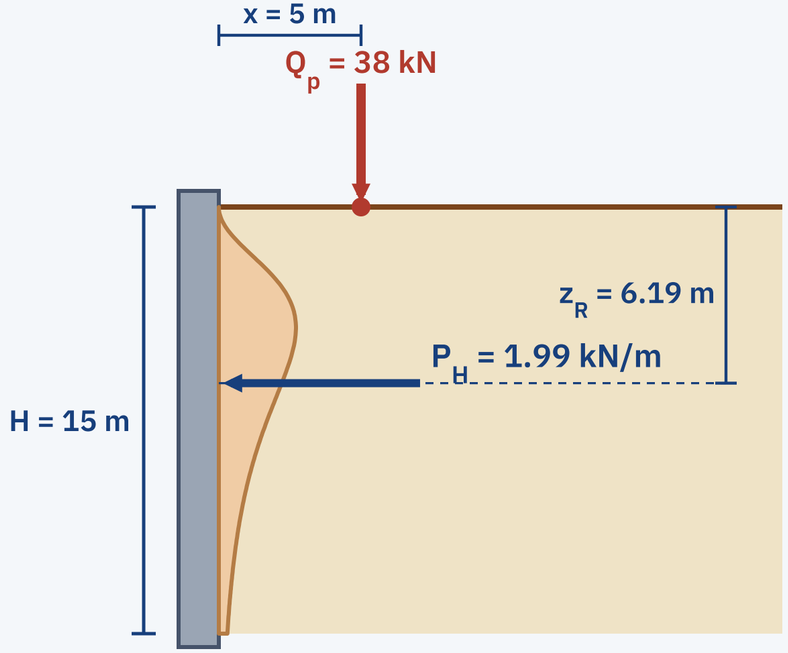
$$\int_0^1 nf\,dn = 0.28 \cdot \tfrac{1}{2}\left[\frac{1}{2a} - \frac{1}{1+a} + \frac{a}{2(1+a)^2}\right]$$

$$= 0.28 \times 1.1612 = 0.3251 \;\Rightarrow\; I_1 = 0.7875 - 0.3251 = \mathbf{0.4624}$$

7 परिणामी और क्रिया रेखा

$$P_H = \frac{38}{15} \times 0.7875 = \mathbf{1.99}\ \text{kN/m}$$

$$L = 15 \times \frac{0.4624}{0.7875} = \mathbf{8.81}\ \text{m}$$



चार्ट: **P_H = 1.99 kN/m**, L = **8.81 m** (सतह से 6.19 m)। प्रत्यास्थ हल की तुलना में परिणामी बल 15% छोटा है और क्रिया रेखा 1.78 m नीचे है।

हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

प्रश्न

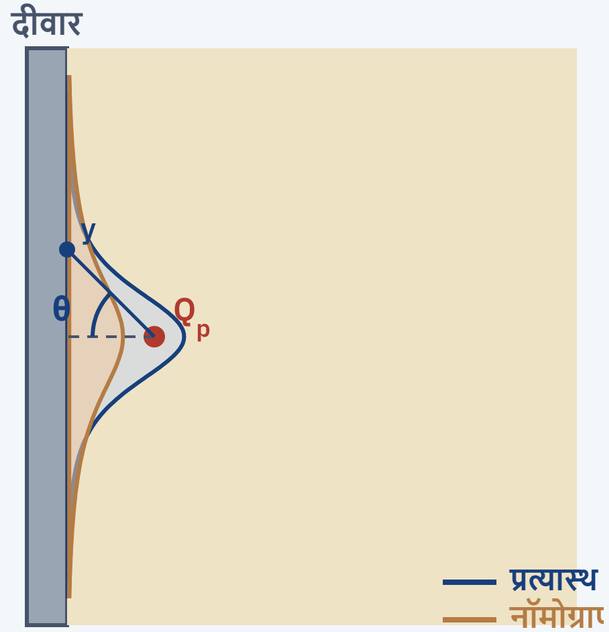
उदाहरण

दिया गया है

दीवार और भार	$H = 15.00$ **m,** $Q_p = 38.0$ **kN,** $x = 5.00$ **m**
गहराई	$z = 2.50$ **m**
अवस्थिति	**भार से होकर जाने वाली लंबवत रेखा से** $y = 5.00$ **m दूर** ($\theta = 45°$)

ज्ञात करना है

दोनों विधियों में σ'_H (y = 5 m); y = 0 – 15 m के लिए वितरण।



हल (1/2)

हल

1 प्रत्यास्थ: $(R_0/R)^5$ के अनुसार क्षीणन

$$R_0^2 = x^2 + z^2 = 31.25 \qquad R^2 = x^2 + y^2 + z^2 = 56.25$$

$$\sigma'_H = \sigma_H \left(\frac{R_0}{R}\right)^5 = 0.4154 \times \left(\frac{31.25}{56.25}\right)^{5/2} = 0.4154 \times 0.2300 = \mathbf{0.0956}\ \text{kPa}$$

2 चार्ट: $\cos^2(1.1\theta)$ के अनुसार क्षीणन

$$\theta = \tan^{-1}\frac{y}{x} = \tan^{-1}\frac{5}{5} = 45^\circ$$

$$\sigma'_H = \sigma_H \cos^2(1.1\theta) = 0.1984 \times \cos^2(49.5^\circ) = 0.1984 \times 0.4218 = \mathbf{0.0837}\ \text{kPa}$$

y = 5 m पर प्रत्यास्थ दाब अक्ष-मान का 0.23 (0.0956 kPa) है, जबकि चार्ट उसका 0.42 (0.0837 kPa) देता है: चार्ट दीवार के अनुदिश अधिक धीरे घटता है, परंतु छोटे प्रारंभिक मान से।

हल (2/2)

हल

y (m)	θ (°)	σ'_H प्रत्यास्थ (kPa)	अनुपात	σ'_H चार्ट (kPa)	अनुपात	प्रत्यास्थ शिखर z (m)	शिखर दाब (kPa)
0.0	0.0	0.4154	1.00	0.1984	1.00	2.50	0.4154
2.5	26.6	0.2634	0.63	0.1511	0.76	2.80	0.2659
5.0	45.0	0.0956	0.23	0.0837	0.42	3.54	0.1039
7.5	56.3	0.0317	0.08	0.0439	0.22	4.51	0.0393
10.0	63.4	0.0115	0.03	0.0237	0.12	5.59	0.0166
15.0	71.6	0.0022	0.01	0.0076	0.04	7.91	0.0042

दाब भार से होकर जाने वाली अभिलंब रेखा पर सबसे अधिक होता है और दीवार के अनुदिश तेज़ी से घटता है; प्रत्यास्थ हल में y बढ़ने पर शिखर की गहराई घटकर $\sqrt{(x^2 + y^2)}/2$ हो जाती है। चार्ट में न्यूनीकरण $\theta \approx 81.8°$ के बाद शून्य पर रखा जाता है।

हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

प्रश्न

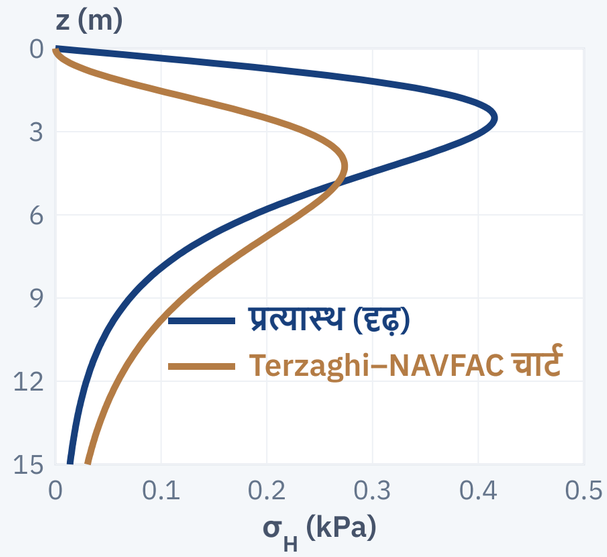
उदाहरण

दिया गया है

दीवार और भार	$H = 15.00$ m, $Q_p = 38.0$ kN, $x = 5.00$ m
गहराइयाँ	$z = 0$ – 15 m, **प्रत्येक** 1.5 m

ज्ञात करना है

दोनों विधियों के लिए σ_H प्रोफ़ाइल; चार्ट का **शिखर** (स्थिति 1) हाथ से गणना।



हल (1/2)

हल

z (m)	n = z/H	σ_H प्रत्यास्थ (kPa)	σ_H चार्ट (kPa)
0.00	0.00	0.0000	0.0000
1.50	0.10	0.3511	0.0963
3.00	0.20	0.4038	0.2364
4.50	0.30	0.2964	0.2724
6.00	0.40	0.1873	0.2309
7.50	0.50	0.1143	0.1715
9.00	0.60	0.0706	0.1211
10.50	0.70	0.0448	0.0844
12.00	0.80	0.0293	0.0591
13.50	0.90	0.0198	0.0420
15.00	1.00	0.0138	0.0303

प्रत्यास्थ दाब सतह के निकट एक गहराई (2.5 m) पर 0.4154 kPa के साथ शिखर पर पहुँचता है और तेज़ी से घट जाता है; चार्ट अधिक सहज प्रोफ़ाइल देता है, जिसका शिखर अधिक गहराई पर और छोटा है।

हल (2/2)

हल

1 अवकलज शून्य: d/dn [n²/(0.16 + n²)³] = 0

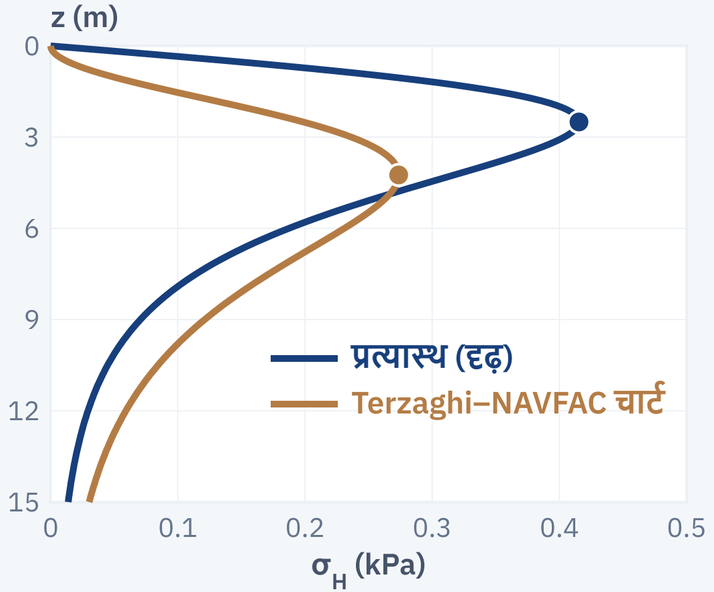
$$2n(0.16 + n^2) - 6n^3 = 0 \;\Rightarrow\; n^2 = \frac{0.16}{3} = 0.0533$$

$$n = \mathbf{0.2828} \;\Rightarrow\; z = nH = \mathbf{4.243}\ \text{m}$$

2 शिखर दाब (n² = 0.08)

$$\sigma_{H,max} = 0.28\,\frac{38}{15^2}\cdot\frac{0.08}{(0.16+0.08)^3}$$

$$\sigma_{H,max} = 0.04729 \times 5.787 = \mathbf{0.2737}\ \text{kPa}$$



चार्ट का शिखर **0.2737 kPa** (z = 4.24 m); प्रत्यास्थ शिखर **0.4154 kPa** (z = 2.50 m): चार्ट शिखर को नीचे खिसकाता है और उसे दो-तिहाई तक घटा देता है।

हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

प्रश्न

उदाहरण

दिया गया है

दीवार और भार	$H = 15.00$ **m,** $Q_p = 38.0$ **kN**
दूरियाँ	$x = 0.3;\ 1;\ 2;\ 3;\ 4;\ 5;\ 6;\ 8;\ 10;\ 15$ **m**
Ek	$x < 0.30$ **m और चार्ट की** $0.4H = 6$ **m सीमा**

ज्ञात करना है

दोनों विधियों के लिए P_H और L; x = 10 m के लिए हाथ से जाँच; x_{min} और सीमा।

हल (1/3)

हल

x (m)	m	P_H प्रत्यास्थ (kN/m)	L प्रत्यास्थ (m)	P_H चार्ट (kN/m)	L चार्ट (m)	स्थिति
0.30	0.020	40.32	14.70	1.99	8.81	स्थिति 1
1.00	0.067	12.09	14.01	1.99	8.81	स्थिति 1
2.00	0.133	6.03	13.05	1.99	8.81	स्थिति 1
3.00	0.200	4.00	12.15	1.99	8.81	स्थिति 1
4.00	0.267	2.97	11.33	1.99	8.81	स्थिति 1
5.00	**0.333**	**2.34**	**10.59**	**1.99**	**8.81**	**स्थिति 1**
6.00	0.400	1.91	9.94	1.99	8.81	स्थिति 1
8.00	0.533	1.35	8.87	1.38	7.61	स्थिति 2
10.00	0.667	1.00	8.05	0.9755	6.74	स्थिति 2
15.00	1.000	0.5213	6.80	0.4402	5.45	स्थिति 2

x ≤ 6 m: चार्ट 1.99 kN/m और L = 8.81 m देता है, दूरी का कोई प्रभाव नहीं है; प्रत्यास्थ P_H भार के निकट आने पर तेज़ी से बढ़ता है (x = 0.3 m के लिए 40.32 kN/m)। **x > 6 m**: दोनों विधियाँ एक-दूसरे के निकट आ जाती हैं, प्रत्यास्थ परिणामी अपेक्षाकृत ऊपर कार्य करता है।

हल (2/3)

हल

1 m = 10/15 = 0.667 > 0.4: चार्ट स्थिति 2। प्रत्यास्थ: I_0, I_1, P_H, L

$$I_0 = \frac{1}{\pi}\left[\frac{1}{m} - \frac{m^2}{(1+m^2)^{3/2}}\right] = 0.3960 \qquad I_1 = I_0 - \frac{1}{\pi(1+m^2)^{3/2}} = 0.2126$$

$$P_H = \frac{38}{15} \times 0.3960 = \mathbf{1.00}\ \text{kN/m} \qquad L = 15 \times \frac{0.2126}{0.3960} = \mathbf{8.05}\ \text{m}$$

2 चार्ट (स्थिति 2): उदाहरण 2 जैसे ही संवृत व्यंजक, a = m² और गुणांक 1.77 m²

$$I_0 = \int_0^1 f\, dn = 0.3851 \qquad I_1 = \int_0^1 f\,(1-n)\, dn = 0.1730$$

$$P_H = \frac{38}{15} \times 0.3851 = \mathbf{0.9755}\ \text{kN/m} \qquad L = 15 \times \frac{0.1730}{0.3851} = \mathbf{6.74}\ \text{m}$$

x = 10 m: प्रत्यास्थ **1.00 kN/m**, L = 8.05 m; चार्ट **0.9755 kN/m**, L = 6.74 m (तालिका की पंक्ति)।

हल (3/3)

हल

x (m)	गणना x (m)	P_H प्रत्यास्थ (kN/m)	L (m)	$\sigma_{H,max}$ प्रत्यास्थ (kPa)	P_H चार्ट (kN/m)
0.05	**0.30**	40.32	14.70	115.4	1.995
0.10	**0.30**	40.32	14.70	115.4	1.995
0.20	**0.30**	40.32	14.70	115.4	1.995
0.30	0.30	40.32	14.70	115.4	1.995
0.50	0.50	24.19	14.50	41.5	1.995

x < 0.30 m के लिए भार 0.30 m पर परिकलित किया जाता है; इस दूरी पर भी शिखर मान 115.4 kPa है।

x (m)	m	स्थिति	P_H चार्ट (kN/m)	L चार्ट (m)
5.99	0.3993	स्थिति 1	1.9950	8.8069
6.00	0.4000	स्थिति 1	1.9950	8.8069
6.000001	0.400000	स्थिति 2	2.0178	8.8069
6.01	0.4007	स्थिति 2	2.0137	8.8000

चार्ट, **m = 0.4** सीमा को पार करते समय P_H के मान को 1.14% बढ़ाता है; L सतत बना रहता है।

हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

प्रश्न

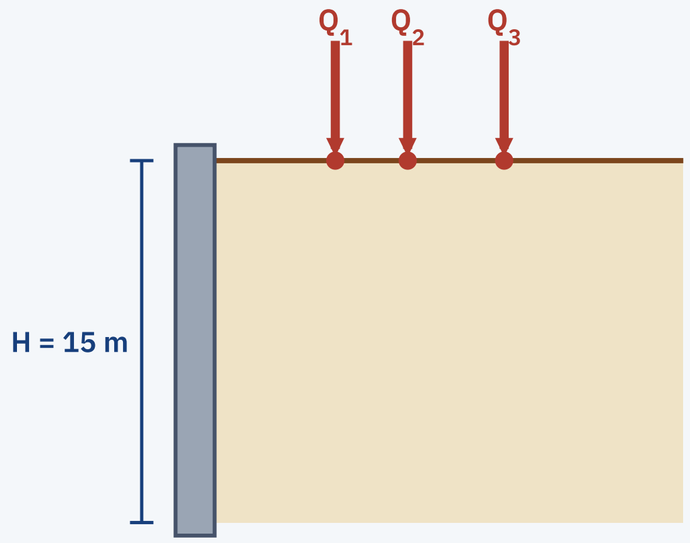
उदाहरण

ज्ञात करना है

प्रत्येक भार का $P_{H,i}$ और L_i मान; कुल P_H, L और कुल दाब का शिखर।

दिया गया है

दीवार	$H = 15.00$ m
भार	$Q_1 = 38$ kN ($x_1 = 5$ m), $Q_2 = 60$ kN ($x_2 = 8$ m), $Q_3 = 25$ kN ($x_3 = 12$ m); **सभी दीवार के लंबवत एक ही सरल रेखा पर**
विधि	**प्रत्यास्थ (दृढ़ दीवार); तुलना के लिए चार्ट**



हल (1/3)

हल

भार	x (m)	Q_p (kN)	m	I_0	I_1	$P_{H,i}$ (kN/m)	L_i (m)
Q_1	5	38	0.3333	0.92473	0.65295	2.3427	10.592
Q_2	8	60	0.5333	0.53463	0.31597	2.1385	8.865
Q_3	12	25	0.8000	0.30089	0.14933	0.5015	7.444

1 प्रत्येक भार अपने m मान पर (प्रत्यास्थ)

$$P_{H,i} = \frac{Q_{p,i}}{H}\, I_{0,i} \qquad L_i = H\,\frac{I_{1,i}}{I_{0,i}} \qquad \text{उदा. } P_{H,2} = \frac{60}{15} \times 0.53463 = \mathbf{2.1385}\ \text{kN/m}$$

प्रत्येक भार अपनी दूरी x_i पर है; सभी दीवार के एक ही खंड के सामने हैं, इसलिए परिणामी बलों को जोड़ा जा सकता है।

हल (2/3)

हल

2 कुल परिणामी (प्रत्यास्थ)

$$P_H = \sum P_{H,i} = 2.3427 + 2.1385 + 0.5015 = \mathbf{4.9827}\ \text{kN/m}$$

3 क्रिया रेखा: आधार के सापेक्ष आघूर्णों का संतुलन

$$L = \frac{\sum P_{H,i} L_i}{P_H} = \frac{2.343(10.592) + 2.139(8.865) + 0.501(7.444)}{4.983} = \mathbf{9.534}\ \text{m}$$

विधि	$P_{H,1}$	$P_{H,2}$	$P_{H,3}$	P_H कुल (kN/m)	L कुल (m)	सतह से (m)
प्रत्यास्थ	2.3427	2.1385	0.5015	**4.9827**	**9.534**	5.466
नॉमोग्राम	1.9950	2.1774	0.4624	**4.6347**	**7.975**	7.025

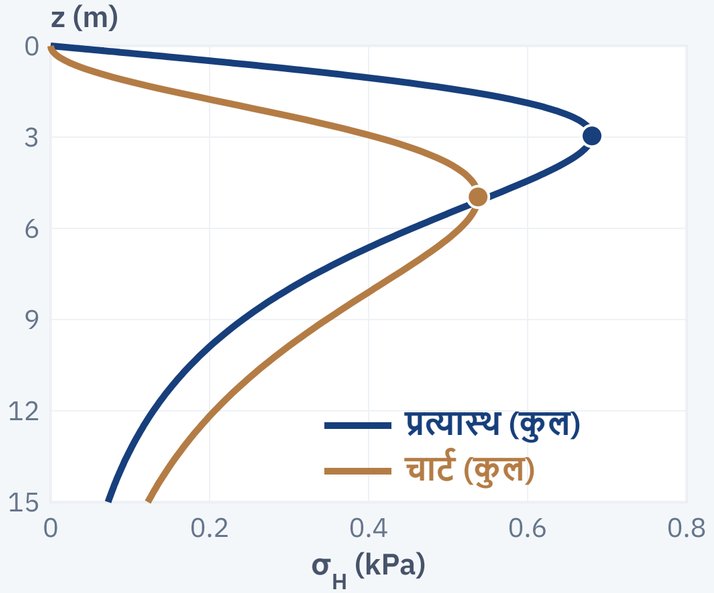
तीनों भारों का कुल परिणामी प्रत्यास्थ विधि से **4.98 kN/m** और चार्ट से **4.63 kN/m** है; क्रिया रेखा आधार से क्रमशः 9.53 m और 7.97 m ऊपर है।

हल (3/3)

हल

z (m)	$\sigma_{H,1}$ (kPa)	$\sigma_{H,2}$ (kPa)	$\sigma_{H,3}$ (kPa)	कुल σ_H (kPa)
0.0	0.0000	0.0000	0.0000	**0.0000**
1.5	0.3511	0.1540	0.0199	**0.5250**
3.0	0.4038	0.2416	0.0356	**0.6810**
4.5	0.2964	0.2533	0.0447	**0.5944**
6.0	0.1873	0.2200	0.0475	**0.4548**
9.0	0.0706	0.1304	0.0407	**0.2417**
12.0	0.0293	0.0705	0.0293	**0.1291**
15.0	0.0138	0.0387	0.0197	**0.0722**

दाबों का योग किया जाता है (प्रतिबल वृद्धि): प्रत्यास्थ कुल शिखर **0.6811 kPa** है, z = 2.96 m पर; चार्ट पर 0.5377 kPa, z = 4.97 m पर। शिखर उस गहराई पर बनता है जहाँ सबसे बड़े भार (Q_2) का हिस्सा प्रमुख हो जाता है।



हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

सारांश

याद रखने योग्य बिंदु

m = x/H, n = z/H; प्रत्यास्थ (दृढ़ दीवार): $\sigma_H = (3Q_p/\pi)\, x^2z/R^5$, शिखर z = x/2 पर, $\sigma_{H,max} = 0.2733\ Q_p/x^2$; x_{min} **= 0.30 m**

चार्ट: स्थिति 1 ($m \le 0.4$): $\sigma_H = 0.28\ (Q_p/H^2)\ n^2/(0.16 + n^2)^3$; स्थिति 2: $1.77\ (Q_p/H^2)\ m^2n^2/(m^2 + n^2)^3$; 0.4H के भीतर दूरी का कोई प्रभाव नहीं होता

उदाहरण (H = 15 m, x = 5 m, Q_p = 38 kN): प्रत्यास्थ शिखर 0.4154 kPa (z = 2.5 m), $I_0 = 0.9247$, $I_1 = 0.6530$, P_H **= 2.34 kN/m**, L = 10.59 m; चार्ट $P_H = 1.99$ kN/m, L = 8.81 m

प्लान में: प्रत्यास्थ $(R_0/R)^5$, चार्ट $\cos^2(1.1\theta)$ ($\theta \approx 81.8°$ तक); **एक से अधिक भार** (अधिकतम 3): दाबों और $P_{H,i}$ का योग किया जाता है, L आघूर्ण संतुलन से

तुलना: $m \le 0.4$ पर चार्ट स्थिर है; प्रत्यास्थ P_H भार के निकट आने पर बढ़ता है; P_H भार के काट पर है, दीवार की लंबाई से गुणा नहीं किया जाता

संदर्भ

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

Terzaghi, K. (1954). Anchored bulkheads. Transactions of the ASCE, 119, 1243–1280.

NAVFAC DM-7.02 (1986). Foundations and Earth Structures. Naval Facilities Engineering Command.

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.

Spangler, M.G. and Mickle, J.L. (1956). Lateral pressures on retaining walls due to backfill surface loads. Highway Research Board Bulletin 141.

Bowles, J.E. (1996). Foundation Analysis and Design, 5th ed.

Frazee, G. (2021). New formulations of Boussinesq solution for vertical and lateral stresses in soil. ASCE Practice Periodical on Structural Design and Construction, 26(2).

USS Steel Sheet Piling Design Manual (1984); California Department of Transportation, Trenching and Shoring Manual — चार्ट विधि।

टिप्पणी

सभी संख्यात्मक उदाहरण मॉड्यूल के अपने गणना इंजन से तैयार किए गए हैं; मॉड्यूल वही मान देता है। मॉड्यूल की प्रारंभिक दीवार H = 15 m, x = 5 m और Q_p = 38 kN है (प्रत्यास्थ विधि)।

GeoTerva

ऑनलाइन भू-तकनीकी गणनाएँ

सिद्धांत से अनुप्रयोग तक

अपनी दीवार, बिंदु भार (अधिकतम तीन) और विधि GeoTerva में दर्ज करें; मॉड्यूल दाब प्रोफ़ाइल, प्लान में वितरण, परिणामी बल और क्रिया रेखा, 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