GeoTerva

भू-तकनीकी व्याख्यान स्लाइड · अधिभार (Surcharge Loads)

स्ट्रिप अधिभार भार

व्याख्यान: दीवार के समानांतर एक लंबे स्ट्रिप भार द्वारा दीवार पर उत्पन्न पार्श्व दाब; दाब प्रोफ़ाइल, परिणामी और क्रिया रेखा, हल किए गए उदाहरण।

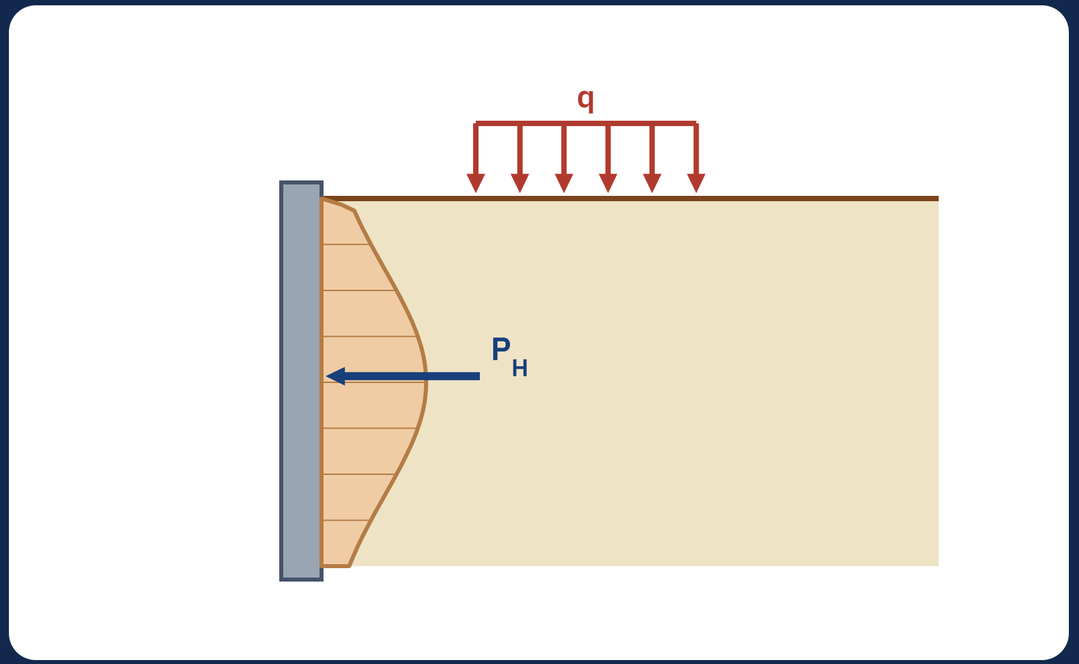
β · α

$\sigma_H = \psi\,(q/\pi)[\beta - \sin\beta\cos 2\alpha]$

दृढ़ दीवार ψ = 2

P_H और z_R

दाब प्रोफ़ाइल



परिचय

इस व्याख्यान में हम क्या सीखेंगे?

- स्ट्रिप भार की ज्यामिति: x_1, x_2, $b = x_2 - x_1$ और दीवार के किसी बिंदु से स्ट्रिप के दोनों किनारों तक जाने वाली **किरणें**
- कोणों **β** और **α** से दाब ज्ञात करना: $\sigma_H = \psi\,(q/\pi)[\beta - \sin\beta\cos 2\alpha]$
- **दृढ़ दीवार (ψ = 2)** और **अर्ध-अनंत माध्यम (ψ = 1)** के रूप, तथा कौन-सा रूप कब उपयुक्त है
- दाब आरेख का क्षेत्रफल P_H देता है और प्रथम आघूर्ण से z_R; अधिकतम दाब की गहराई
- स्ट्रिप की **स्थिति, चौड़ाई** और **दीवार की ऊँचाई** परिणाम को कैसे प्रभावित करती हैं

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 = 25 m, स्ट्रिप x_1 = 4 m और x_2 = 12 m के बीच, q = 20 kPa। बल दीवार की प्रति इकाई लंबाई के हैं (kN/m)।

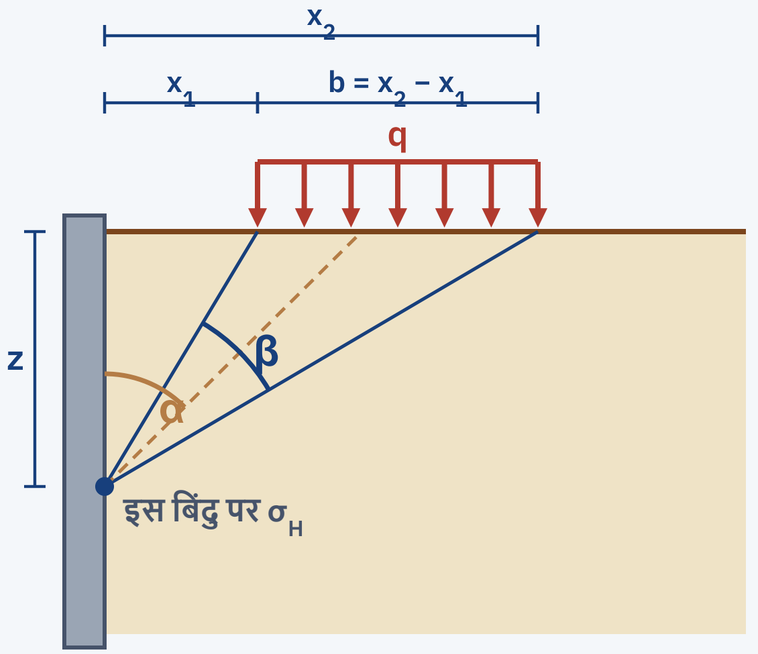
दीवार पर कार्यरत स्ट्रिप भार

सिद्धांत

दीवार से x_1 और x_2 दूरियों के बीच, भूमि की सतह पर कार्यरत एकसमान वितरित **q** स्ट्रिप भार दीवार पर एक क्षैतिज दाब जोड़ता है

गहराई z पर दाब दीवार पर उस बिंदु को स्ट्रिप के **निकट और दूर के किनारों** से जोड़ने वाली दो किरणों की ज्यामिति से प्राप्त होता है

स्ट्रिप लंबी है और दीवार के समानांतर है: सभी परिणाम दीवार की **प्रति इकाई लंबाई** के हैं



H — दीवार की ऊँचाई; **z** — सतह से गहराई

x_1, x_2 — दीवार से स्ट्रिप के निकट और दूर के किनारे तक क्षैतिज दूरी

$b = x_2 - x_1$ — स्ट्रिप की चौड़ाई; **q** — स्ट्रिप पर एकसमान भार

β, α और σ_H

सिद्धांत

गहराई z पर स्ट्रिप दीवार के बिंदु पर कोण **β** बनाती दिखाई देती है; इस कोण का **द्विभाजक** ऊर्ध्वाधर से कोण **α** बनाता है

त्रिकोणमितीय फलन कोणों को **रेडियन** में लेते हैं; डिग्री केवल पठनीयता के लिए है। अनुपातों में **z** का मान स्वयं प्रयुक्त होता है

$$\beta = \tan^{-1}\left(\frac{x_2}{z}\right) - \tan^{-1}\left(\frac{x_1}{z}\right) \qquad \alpha = \tan^{-1}\left(\frac{x_1}{z}\right) + \frac{\beta}{2}$$

$$\sigma_H = \psi \, \frac{q}{\pi} \left[\beta - \sin\beta \, \cos 2\alpha\right]$$

भूमि सतह पर (z = 0): दीवार से दूर स्थित स्ट्रिप कोई दाब नहीं देती; यदि $x_1 = 0$ हो तो β = 90°, α = 45° और $\sigma_H = \psi q/2$

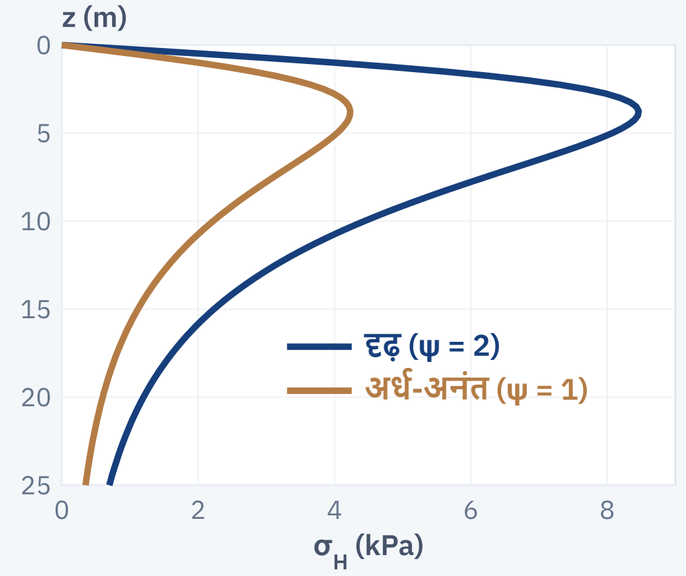
ψ = 2 और ψ = 1: अभिव्यक्ति के दो रूप

सिद्धांत

ψ = 1 (अर्ध-अनंत माध्यम): दीवार के न होने की स्थिति में स्ट्रिप भार द्वारा प्रत्यास्थ माध्यम में उत्पन्न क्षैतिज प्रतिबल; उस दीवार के लिए उपयुक्त जो मृदा प्रतिबल को मुक्त करने जितनी विरूपित होती है

ψ = 2 (कठोर दीवार): विस्थापित न होने वाली दीवार अपने फलक पर मृदा की गति को रोकती है और इस प्रतिबल का **दुगुना** ग्रहण करती है; बिंदु भार की तरह यह मॉड्यूल का डिफ़ॉल्ट है

z (m)	β (°)	α (°)	σ_H ψ = 1 (kPa)	σ_H ψ = 2 (kPa)
0.00	0.000	90.000	0.00	0.00
2.50	20.237	68.113	3.84	7.68
5.00	28.720	53.020	4.04	8.07
7.50	29.922	43.034	3.11	6.21
10.00	28.393	35.998	2.22	4.44
15.00	23.728	26.796	1.12	2.23
20.00	19.654	21.137	0.5994	1.1988
25.00	16.551	17.366	0.3486	0.6971



आरेख का क्षेत्रफल और प्रथम आघूर्ण

सिद्धांत

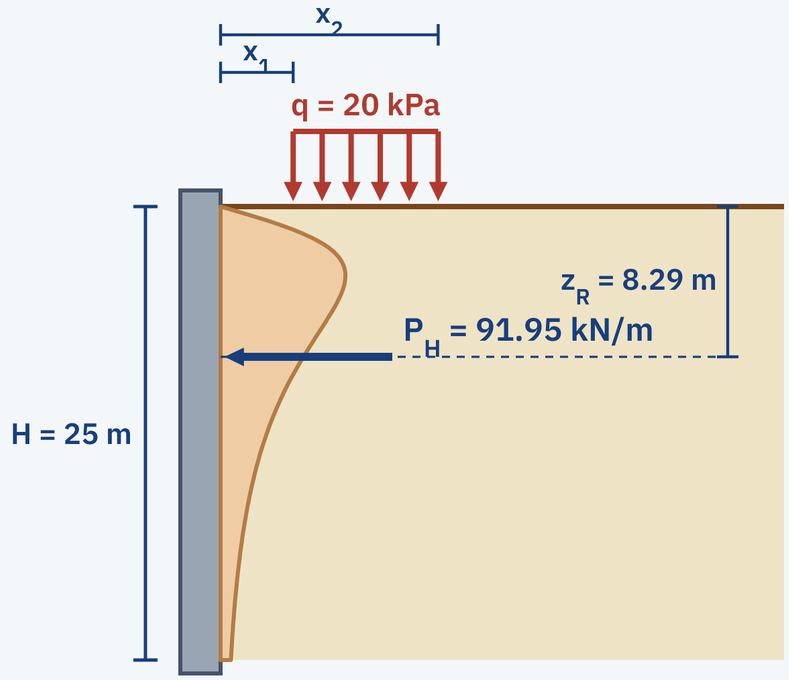
दीवार की प्रति इकाई लंबाई पर **परिणामी** दाब, दाब आरेख के नीचे का **क्षेत्रफल** है; **भूमि सतह से इसकी गहराई** वह बिंदु है जहाँ आरेख का प्रथम आघूर्ण संतुलित होता है

मॉड्यूल दोनों समाकलों की गणना पूर्ण परिशुद्धता से संख्यात्मक रूप से करता है; **क्षेत्रफल की संवृत-रूप अभिव्यक्ति** जाँच के रूप में दी जाती है

बहुत गहरी दीवार में P_H, $\psi \cdot q \cdot b/\pi$ मान के निकट पहुँचता है

$$P_H = \int_0^H \sigma_H \, dz = \psi \, \frac{q}{\pi} \, H \, (\theta_2 - \theta_1) \qquad \theta_i = \tan^{-1}\left(\frac{x_i}{H}\right)$$

$$z_R = \frac{\int_0^H z \, \sigma_H \, dz}{P_H}$$



प्रश्न

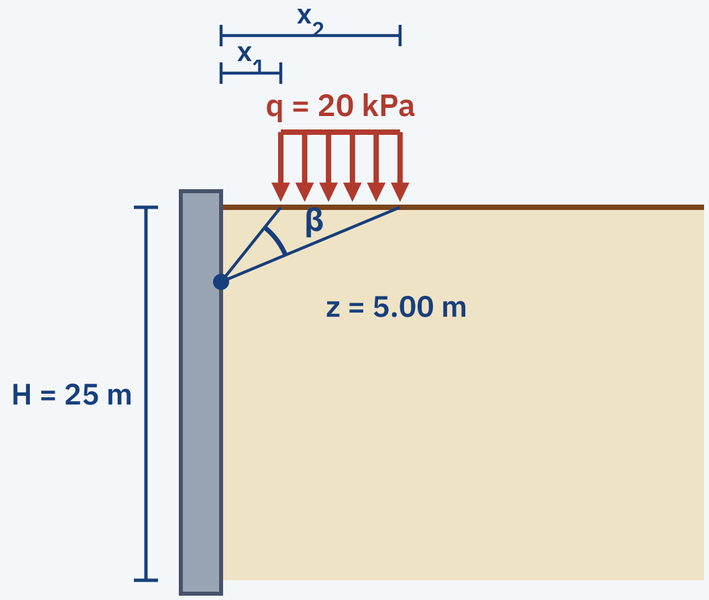
उदाहरण

ज्ञात करना है

β, **α** और σ_H: पहले अर्ध-अनंत माध्यम (ψ = 1), फिर दृढ़ दीवार (ψ = 2)।

दिया गया है

दीवार	$H = 25.00$ **m**
स्ट्रिप	$x_1 = 4.00$ **m**, $x_2 = 12.00$ **m**, $q = 20.00$ **kPa**
गहराई	$z = 5.00$ **m**



हल (1/2)

हल

1 स्ट्रिप की चौड़ाई

$$b = x_2 - x_1 = 12.00 - 4.00 = \mathbf{8.00}\ \text{m}$$

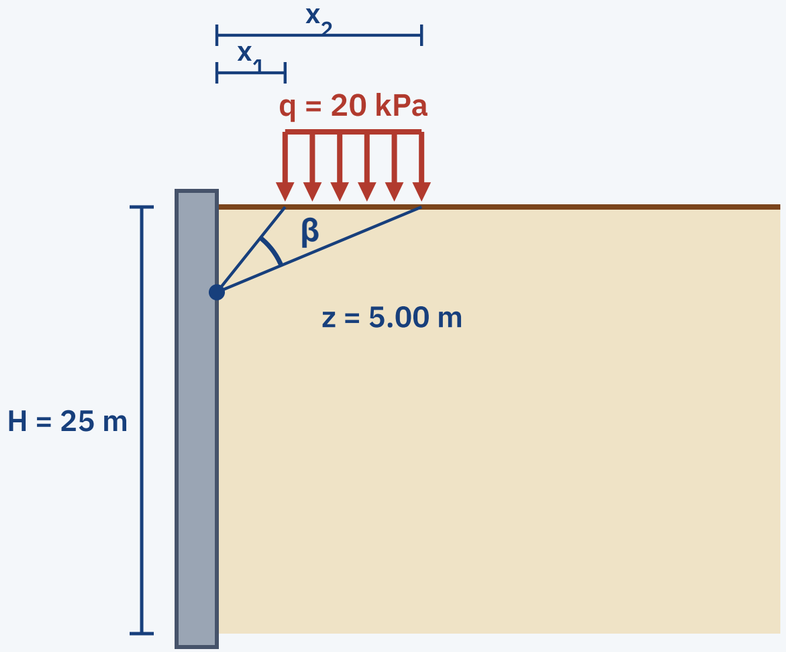
2 β: दोनों किरणों के बीच का कोण

$$\beta = \tan^{-1}\frac{12}{5} - \tan^{-1}\frac{4}{5} = 67.380^\circ - 38.660^\circ = \mathbf{28.720}^\circ$$

3 α: समद्विभाजक का ऊर्ध्वाधर से कोण

$$\alpha = \tan^{-1}\frac{4}{5} + \frac{\beta}{2} = 38.660^\circ + 14.3602^\circ = \mathbf{53.020}^\circ$$

रेडियन में β = **0.50126** और 2α = **1.85075** (अगले पृष्ठ पर σ_H के लिए उपयोग होते हैं)।



हल (2/2)

हल

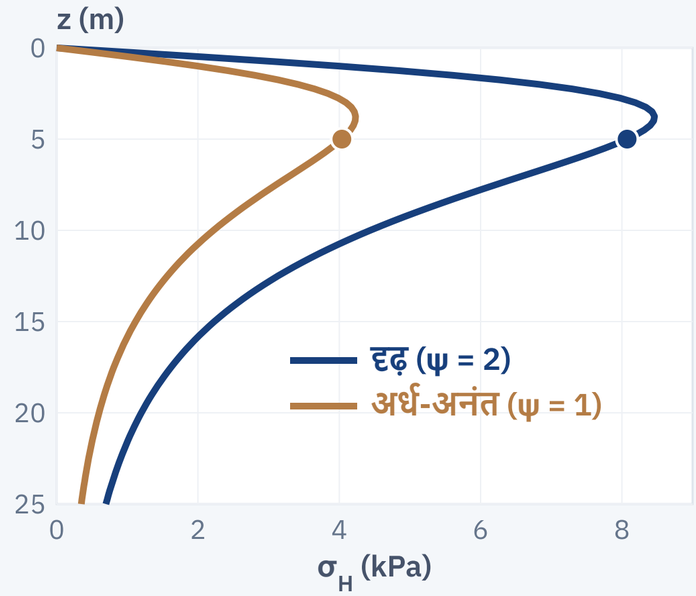
4 अर्ध-अनंत माध्यम (ψ = 1)

$$\sigma_H = \frac{20}{\pi}\left[0.50126 - \sin(0.50126)\cos(1.85075)\right] = \mathbf{4.0364}\ \text{kPa}$$

5 दृढ़ दीवार (ψ = 2): दोगुना

$$\sigma_H = 2 \times 4.0364 = \mathbf{8.0728}\ \text{kPa}$$

z = 5 m पर अर्ध-अनंत माध्यम के लिए **4.0364 kPa**, दृढ़ दीवार के लिए **8.0728 kPa**। वही β और α दोनों रूपों में प्रयुक्त होते हैं; ψ केवल एक पैमाना है।



हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

प्रश्न

उदाहरण

दिया गया है

दीवार और स्ट्रिप	$H = 25.00$ **m,** $x_1 = 4.00$ **m,** $x_2 = 12.00$ **m,** $q = 20.00$ **kPa**
गहराइयाँ	$z = 0$ **–** 25 **m, प्रत्येक** 2.5 **m**

ज्ञात करना है

β, **α**, **σ_H** प्रोफ़ाइल (दो रूप); **अधिकतम दाब** और उसकी गहराई।

हल (1/2)

हल

z (m)	β (°)	α (°)	σ_H ψ = 1 (kPa)	σ_H ψ = 2 (kPa)
0.00	0.000	90.000	0.0000	0.0000
2.50	20.237	68.113	3.8387	7.6773
5.00	**28.720**	**53.020**	**4.0364**	**8.0728**
7.50	29.922	43.034	3.1069	6.2137
10.00	28.393	35.998	2.2191	4.4382
12.50	26.086	30.788	1.5660	3.1319
15.00	23.728	26.796	1.1160	2.2319
17.50	21.564	23.657	0.8096	1.6193
20.00	19.654	21.137	0.5994	1.1988
22.50	17.992	19.077	0.4528	0.9056
25.00	16.551	17.366	0.3486	0.6971

z = 0 पर दाब नहीं है (स्ट्रिप दीवार से दूर है); दाब गहराई के साथ बढ़ता है, **z ≈ 3.81 m** पर शिखर बनाता है और फिर घटता है। z = 5.00 m वाली पंक्ति उदाहरण 1 है। आधार पर (z = 25 m) ψ = 2 के लिए 0.6971 kPa शेष रहता है।

हल (2/2)

हल

1 शिखर की गहराई: $d\sigma_H/dz = 0$ शर्त

$$\frac{x_1^3}{(x_1^2+z^2)^2} = \frac{x_2^3}{(x_2^2+z^2)^2} \;\Rightarrow\; z^2 = \frac{(x_1x_2)^{3/2}\left(\sqrt{x_2}-\sqrt{x_1}\right)}{x_2^{3/2}-x_1^{3/2}}$$

$$z^2 = 14.504 \;\Rightarrow\; z = \mathbf{3.8084}\ \text{m}$$

2 इस गहराई पर कोण

$$\beta = \tan^{-1}\frac{12}{3.8084} - \tan^{-1}\frac{4}{3.8084} = \mathbf{25.99}^\circ \qquad \alpha = \tan^{-1}\frac{4}{3.8084} + \frac{\beta}{2} = \mathbf{59.40}^\circ$$

3 अधिकतम दाब

$$\sigma_{H,max} = \frac{20}{\pi}[0.45355 - \sin(0.45355)\cos(2.07341)] = \mathbf{4.23}\ (\psi = 1);\quad \mathbf{8.46}\ \text{kPa}\ (\psi = 2)$$

शिखर z = **3.81 m** पर: **8.46 kPa** (ψ = 2), **4.23 kPa** (ψ = 1); गहराई केवल x_1, x_2 पर निर्भर करती है।

हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

प्रश्न

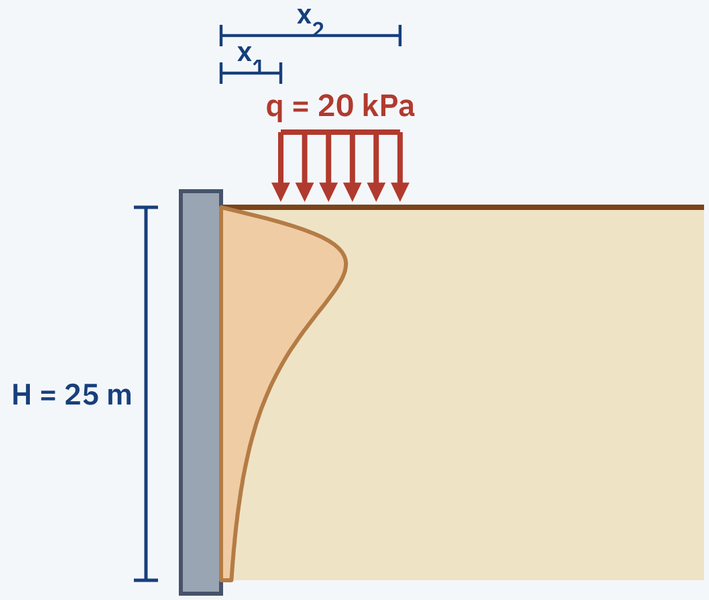
उदाहरण

ज्ञात करना है

P_H (क्षेत्रफल के संवृत व्यंजक से), z_R और आधार से इसकी ऊँचाई।

दिया गया है

दीवार और स्ट्रिप	$H = 25.00$ m, $x_1 = 4.00$ m, $x_2 = 12.00$ m, $q = 20.00$ kPa
आकृतियाँ	**अर्ध-अनंत माध्यम ($\psi = 1$) और दृढ़ दीवार ($\psi = 2$)**



हल (1/2)

हल

1 कोण (गहराई H = 25 m पर)

$$\theta_1 = \tan^{-1}\frac{4}{25} = \mathbf{0.158655}\ \text{rad}$$
$$\theta_2 = \tan^{-1}\frac{12}{25} = \mathbf{0.447520}\ \text{rad}$$

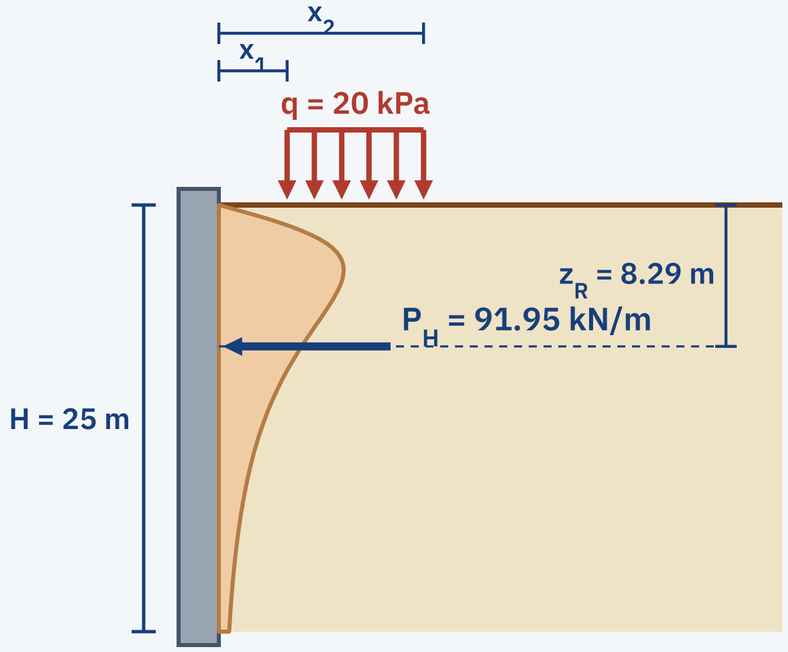
2 अर्ध-अनंत माध्यम (ψ = 1)

$$P_H = \frac{20}{\pi} \times 25 \times (0.447520 - 0.158655) = \mathbf{45.97}\ \text{kN/m}$$

3 दृढ़ दीवार (ψ = 2): दोगुना

$$P_H = 2 \times 45.974 = \mathbf{91.95}\ \text{kN/m}$$

परिणामी बल अर्ध-अनंत माध्यम के लिए **45.97 kN/m** और कठोर दीवार के लिए **91.95 kN/m** है; मॉड्यूल का संख्यात्मक समाकल यही मान देता है।



हल (2/2)

हल

1 प्रथम आघूर्ण (बंद-रूप व्यंजक; ψ = 1, [ ] के भीतर का मान x_2 के लिए, घटा x_1 के लिए)

$$M = \int_0^H z\,\sigma_H\,dz = \frac{q}{\pi}\left[\frac{H^2}{2}\tan^{-1}\frac{x}{H} - \frac{x}{2}\left(H - x\tan^{-1}\frac{H}{x}\right)\right]_{x_1}^{x_2}$$

2 संख्याएँ (ψ = 1)

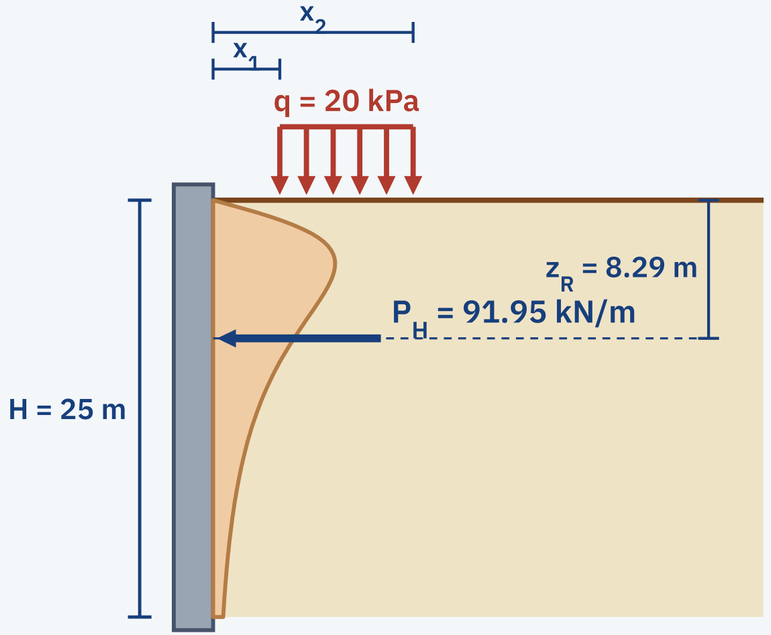
$$x_2: \quad 312.5(0.447520) - 6(25 - 12\cdot 1.12328) = 70.7259$$

$$x_1: \quad 312.5(0.158655) - 2(25 - 4\cdot 1.41214) = 10.8769$$

$$M = \frac{20}{\pi}(70.7259 - 10.8769) = \mathbf{381.011}\ \text{kN}$$

3 गहराई और तल से ऊँचाई

$$z_R = \frac{M}{P_H} = \frac{381.011}{45.974} = \mathbf{8.287}\ \text{m} \qquad H - z_R = \mathbf{16.71}\ \text{m}$$



परिणामी सतह से **8.29 m** नीचे और तल से **16.71 m** ऊपर है; गहराई दोनों रूपों में समान है।

हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

प्रश्न

उदाहरण

दिया गया है

दीवार और भार	$H = 25.00$ **m,** $q = 20.00$ **kPa, दृढ़ दीवार (**$\psi = 2$**)**
स्ट्रिप	**चौड़ाई** $b = 8.00$ **m स्थिर;** $x_1 = 0,\ 2,\ 4,\ 8,\ 12,\ 20$ **m**

ज्ञात करना है

P_H, z_R, अधिकतम दाब और उसकी गहराई; x_1 = **0** के लिए हाथ से जाँच।

हल (1/2)

हल

x_1 (m)	x_2 (m)	P_H (kN/m)	z_R (m)	$\sigma_{H,max}$ (kPa)	z (m)
0	8	98.58	4.80	20.00	0.00
2	10	95.71	6.72	11.53	2.33
4	**12**	**91.95**	**8.29**	**8.46**	**3.81**
8	16	82.64	10.63	5.57	6.40
12	20	72.33	12.21	4.16	8.85
20	28	53.22	14.06	2.76	13.60

स्ट्रिप के दीवार से दूर जाने पर **परिणामी घटता है** (98.58 → 53.22 kN/m), **कार्यरेखा गहरी होती जाती है** (4.80 → 14.06 m) और दाब का शिखर नीचे खिसकता है; x_1 = 4 m वाली पंक्ति उदाहरण 1 और 3 है।

हल (2/2)

हल

1 सतह पर कोण अपना सीमांत मान ग्रहण करते हैं (z = 0)

$$\beta = 90^\circ, \quad \alpha = 45^\circ$$

$$\sigma_H = \psi \frac{q}{\pi}\left[\frac{\pi}{2} - \sin 90^\circ \cos 90^\circ\right] = \psi \frac{q}{2} = \frac{2 \times 20}{2} = \mathbf{20.00}\ \text{kPa}$$

2 परिणामी ($\theta_1 = 0$, $\theta_2 = \tan^{-1}(8/25)$)

$$P_H = \frac{2 \times 20}{\pi} \times 25 \times (0.309703 - 0) = \mathbf{98.58}\ \text{kN/m}$$

दीवार के फलक से आरंभ होने वाली स्ट्रिप दीवार के ऊपरी भाग पर **सीधे भार डालती है**: भूमि की सतह पर दाब $\psi q/2$ = **20.00 kPa** है (अर्ध-अनंत माध्यम में 10.00 kPa), परिणामी बल **98.58 kN/m** और z_R = 4.80 m है।

हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

प्रश्न

उदाहरण

दिया गया है

दीवार और भार	$q = 20.00$ **kPa, दृढ़ दीवार** ($\psi = 2$)
चौड़ाई	$x_1 = 4.00$ **m स्थिर,** $b = 2,\ 4,\ 8,\ 16,\ 36$ **m (** $H = 25$ **m)**
ऊँचाई	$x_1 = 4$**,** $x_2 = 12$ **m;** $H = 5,\ 10,\ 25,\ 50,\ 100,\ 250$ **m**

ज्ञात करना है

P_H और z_R; गहरी दीवार की सीमा $\psi\, q\, b / \pi$ से तुलना।

हल

हल

b (m)	x_2 (m)	P_H (kN/m)	z_R (m)	$\sigma_{H,max}$ (kPa)
2	6	**24.47**	6.12	3.32
4	8	**48.08**	6.95	5.57
8	12	**91.95**	8.29	8.46
16	20	**164.28**	10.01	11.53
36	40	**271.69**	11.82	14.63

चौड़ी स्ट्रिप अधिक भार वहन करती है: P_H बढ़ता है, z_R और शिखर गहरे हो जाते हैं।

H (m)	P_H (kN/m)	$P_H / (\psi qb/\pi)$	z_R (m)	आधार से (m)
5	**31.91**	0.3133	3.00	2.00
10	**63.10**	0.6194	5.10	4.90
25	**91.95**	0.9027	8.29	16.71
50	**99.13**	0.9732	10.13	39.87
100	**101.16**	0.9931	11.27	88.73
250	**101.75**	0.9989	12.03	237.97

गहरी दीवार में P_H, $\psi qb/\pi$ = 101.86 kN/m मान के निकट पहुँचता है।

दाब प्रोफ़ाइल दीवार की ऊँचाई पर निर्भर नहीं करती (प्रत्येक H के लिए $\sigma_{H,max}$ = 8.46 kPa, z = 3.81 m): ऊँचाई केवल समाकल की ऊपरी सीमा को बदलती है।

हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

सारांश

याद रखने योग्य बिंदु

$\beta = \tan^{-1}(x_2/z) - \tan^{-1}(x_1/z)$, $\alpha = \tan^{-1}(x_1/z) + \beta/2$; $\sigma_H = \psi\,(q/\pi)[\beta - \sin\beta\cos 2\alpha]$; $\psi = 2$ दृढ़ दीवार, $\psi = 1$ अर्ध-अनंत माध्यम

उदाहरण ($H = 25$ m, $x_1 = 4$, $x_2 = 12$, $q = 20$): $z = 5$ m पर $\beta = 28.720°$, $\alpha = 53.020°$, $\sigma_H = 4.0364$ kPa ($\psi = 1$) और 8.0728 kPa ($\psi = 2$)

अधिकतम दाब 8.46 kPa ($\psi = 2$), गहराई $z = 3.81$ m पर; सतह पर शून्य, तल पर 0.6971 kPa

परिणामी $P_H = \psi\,(q/\pi)\,H\,(\theta_2 - \theta_1)$ = **91.95 kN/m** ($\psi = 2$), **$z_R = 8.29$ m** सतह के नीचे (आधार से 16.71 m)

प्रभाव: स्ट्रिप दूर जाने पर P_H घटता है, z_R गहरा होता जाता है; $x_1 = 0$ हो तो सतह पर $\psi q/2$ होता है; अत्यधिक गहरी दीवार के लिए $P_H \to \psi q b/\pi$

संदर्भ

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

कैलिफ़ोर्निया परिवहन विभाग। ट्रेंचिंग एंड शोरिंग मैनुअल — स्ट्रिप-भार दाब का दृढ़-दीवार (दोगुना) रूप।

टिप्पणी

सभी संख्यात्मक उदाहरण मॉड्यूल के अपने गणना इंजन से तैयार किए गए हैं; मॉड्यूल वही मान देता है। मॉड्यूल की प्रारंभिक दीवार H = 25 m, x_1 = 4 m, x_2 = 12 m और q = 20 kPa वाली है।

GeoTerva

ऑनलाइन भू-तकनीकी गणनाएँ

सिद्धांत से अनुप्रयोग तक

अपनी दीवार, स्ट्रिप भार की स्थिति और चौड़ाई GeoTerva में दर्ज करें; मॉड्यूल प्रत्येक गहराई पर β, α, σ_H के मान, दाब प्रोफ़ाइल, 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