GeoTerva

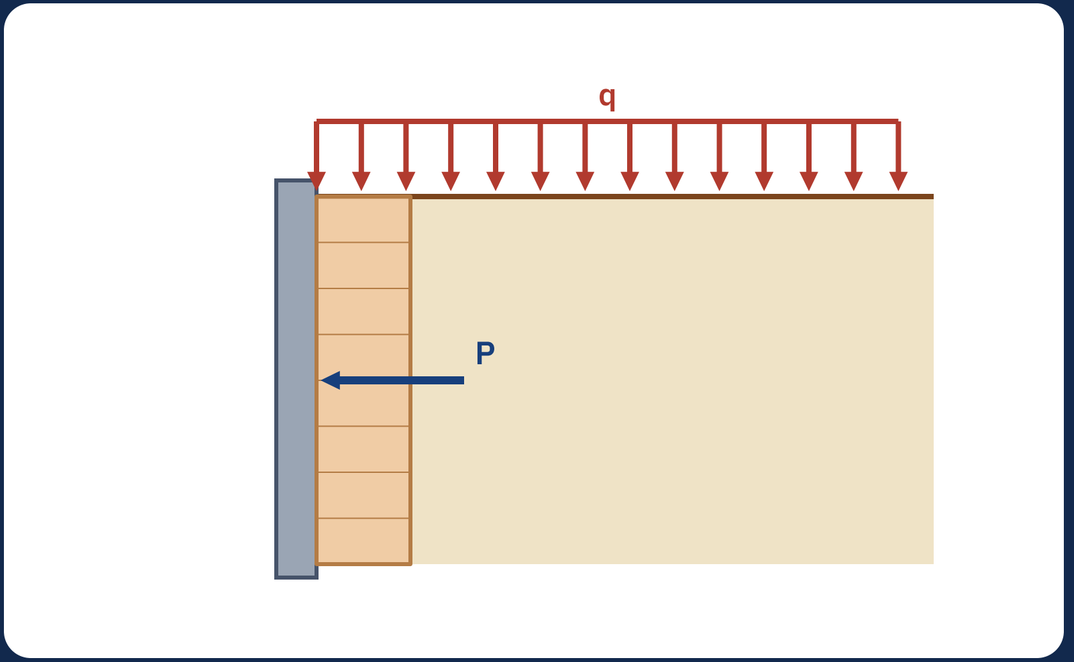
भू-तकनीकी व्याख्यान स्लाइड · अधिभार (Surcharge Loads)

# एकसमान अधिभार भार

व्याख्यान: दीवार के पीछे पूरी सतह पर फैला एकसमान भार; गहराई के साथ स्थिर पार्श्व दाब, परिणामी और क्रिया रेखा, हल किए गए उदाहरण।

$\sigma_H = K \cdot q$ $K_0 \cdot K_a$ $P = K\,q\,H$ $z_R = H/2$

आयताकार आरेख



परिचय

# इस व्याख्यान में हम क्या सीखेंगे?

एकसमान वितरित भार q दीवार पर **पार्श्व दाब** के रूप में कैसे प्रकट होता है: $\sigma_H = K \cdot q$, प्रत्येक गहराई पर समान

दीवार के व्यवहार के अनुसार **गुणांक K** का चयन: विराम ($K_0$, Jaky), सक्रिय ($K_a$, Rankine) या दर्ज किया गया मान

आयताकार आरेख का **परिणामी बल** $P = K\,q\,H$ और **क्रिया रेखा** $z_R = H/2$

$\varphi'$ के साथ $K_0$ और $K_a$ का परिवर्तन; q और H के साथ P की रैखिक वृद्धि

अधिभार को मृदा दाब आरेख में **जोड़ने की विधि** और उसका अंश

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 = 6 m, q = 10 kPa, $\varphi' = 30°$। बल दीवार की प्रति इकाई लंबाई के हैं (kN/m); दाब kPa में हैं।

# दीवार पर कार्यरत एकसमान वितरित भार

सिद्धांत

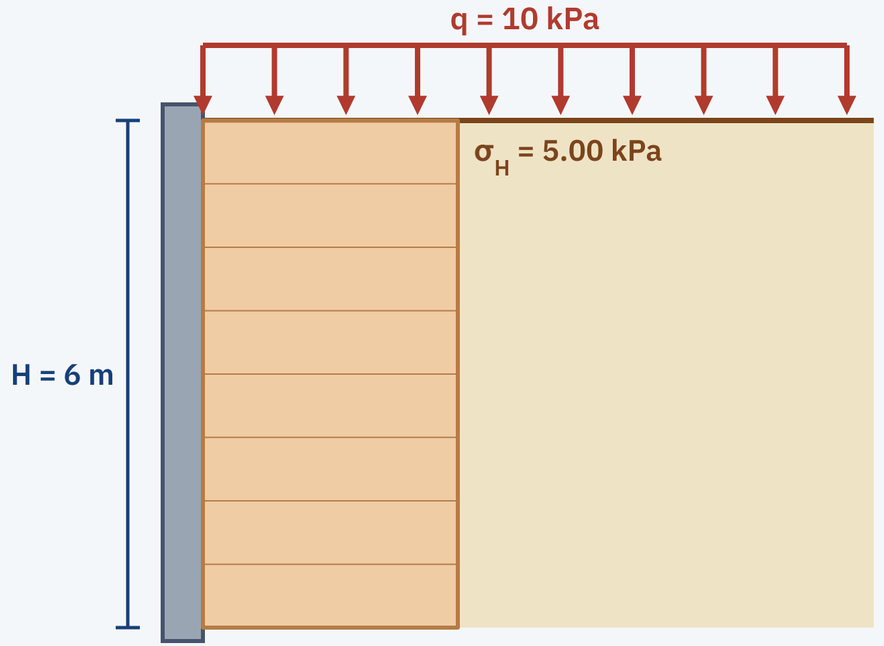
दीवार के पीछे **पूरी भूमि सतह** पर फैला एकसमान भार **q** प्रत्येक गहराई पर ऊर्ध्वाधर प्रतिबल को q के बराबर बढ़ा देता है

दीवार इसका केवल एक भाग अनुभव करती है: यह भाग पार्श्व मृदा दाब गुणांक **K** से निर्धारित होता है

जोड़ा गया दाब दीवार के शीर्ष से आधार तक **समान** है: दाब आरेख एक आयत है

$$\sigma_H = K\,q$$

**q** — थामी गई मृदा की सतह पर एकसमान अधिभार
**φ′** — थामी गई मृदा का प्रभावी आंतरिक घर्षण कोण
**K** — पार्श्व मृदा दाब गुणांक ($K_0$, $K_a$ या दर्ज किया गया)
**$\sigma_H$** — जोड़ा गया पार्श्व दाब, गहराई के साथ स्थिर



# दीवार का व्यवहार K को निर्धारित करता है

सिद्धांत

**हिल न सकने वाली** (समर्थित) दीवार मृदा को विराम अवस्था में रखती है: सामान्य समेकित मृदा में डिफ़ॉल्ट **Jaky** गुणांक है

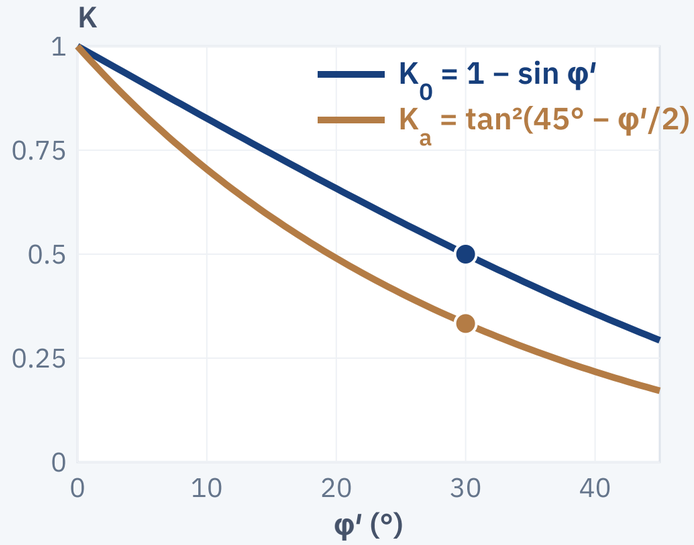
**विरूपित होने वाली** दीवार सक्रिय अवस्था को उत्पन्न करती है: ऊर्ध्वाधर दीवार और क्षैतिज सतह पर **Rankine** गुणांक लिया जाता है

किसी अन्य स्रोत से प्राप्त गुणांक (अति-समेकित $K_0$, झुकी हुई या खुरदरी दीवार के लिए Coulomb $K_a$) **सीधे दर्ज किया जाता है**

$$K_0 = 1 - \sin\varphi' \qquad \text{(विरामावस्था, Jaky)}$$

$$K_a = \tan^2\left(45^\circ - \frac{\varphi'}{2}\right) \qquad \text{(सक्रिय, Rankine)}$$

**$K_0$ और $K_a$ – φ′**



# दोनों गुणांकों का आंतरिक घर्षण कोण के साथ परिवर्तन

सिद्धांत

| φ′ (°) | 0 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_a$ | 1.0000 | 0.4903 | 0.4059 | 0.3333 | 0.2710 | 0.2174 |
| $K_0$ | 1.0000 | 0.6580 | 0.5774 | 0.5000 | 0.4264 | 0.3572 |

φ′ बढ़ने पर **दोनों गुणांक घटते हैं**: अधिक सामर्थ्य वाली मृदा में दीवार पर पड़ने वाला भाग कम हो जाता है

समान φ′ पर **$K_0 > K_a$**: जो दीवार गति नहीं कर सकती, वह विरूपित होने वाली दीवार की तुलना में अधिक भार लेती है

φ′ = 0 के लिए $K_0 = K_a = 1$: भार दीवार पर पूरी तरह, किसी द्रव की भाँति, संचरित होता है

# परिणामी P = K q H, ऊँचाई के मध्य में

सिद्धांत

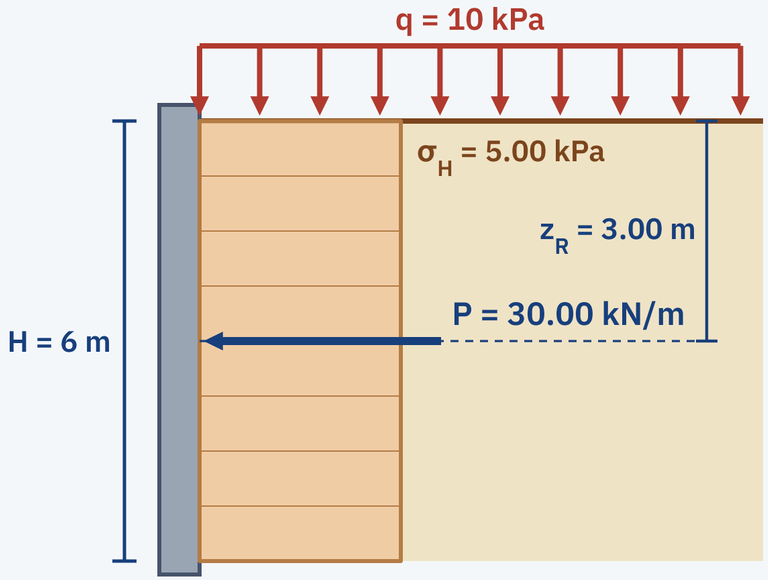
आरेख एक आयत है: दीवार की **प्रति इकाई लंबाई परिणामी बल** उसका क्षेत्रफल है, और **क्रिया रेखा** आयत के केंद्र से गुज़रती है

परिणामी बल ऊँचाई के **मध्य में** कार्य करता है: भूमि की सतह से H/2 नीचे (तल से भी H/2 ऊपर)

यह केवल **अधिभार घटक** है: इसे मृदा और जल दाब आरेखों में जोड़ा जाता है

$$P = \sigma_H H = K q H \qquad z_R = \frac{H}{2}$$

**P** — दीवार की प्रति इकाई लंबाई पर परिणामी बल (kN/m)
**$z_R$** — परिणामी की भूमि सतह से गहराई



# प्रश्न

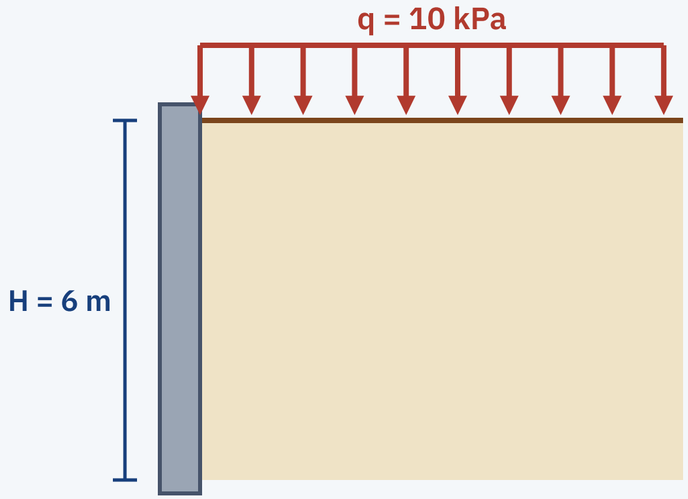
उदाहरण

**दिया गया है**

| | |
|---|---|
| दीवार | $H = 6.00$ **m, दृढ़ (न हिलने वाली) दीवार** |
| भार | **पूरी सतह पर** $q = 10.00$ **kPa** |
| मृदा | $\varphi' = 30^\circ$ |

**ज्ञात करना है**

**K**, जोड़ा गया पार्श्व दाब $\sigma_H$, परिणामी **P** और उसकी गहराई $z_R$।



# हल

हल

**1** गुणांक: दीवार गति नहीं कर सकती, विरामावस्था (Jaky)

$$K_0 = 1 - \sin\varphi' = 1 - \sin 30^\circ = 1 - 0.5 = \mathbf{0.5000}$$

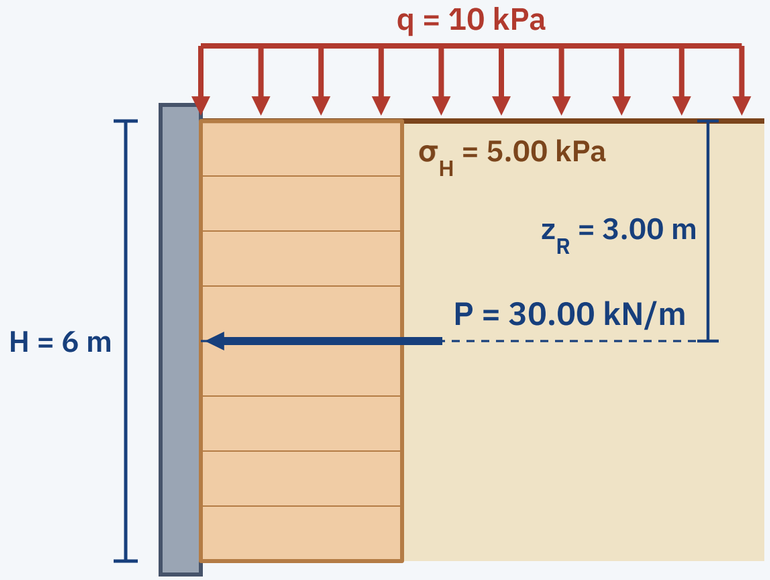
**2** जोड़ा गया पार्श्व दाब: प्रत्येक गहराई पर समान

$$\sigma_H = K\,q = 0.5000 \times 10.00 = \mathbf{5.00}\ \text{kPa}$$

**3** परिणामी और क्रिया रेखा

$$P = \sigma_H\,H = 5.00 \times 6.00 = \mathbf{30.00}\ \text{kN/m}$$

$$z_R = \frac{H}{2} = \frac{6.00}{2} = \mathbf{3.00}\ \text{m}$$




दीवार पर पूरी ऊँचाई में **5.00 kPa** पार्श्व दाब पड़ता है; परिणामी **30.00 kN/m** है और भूमि सतह से **3.00 m** नीचे है (आधार से 3.00 m ऊपर)।

हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

# प्रश्न

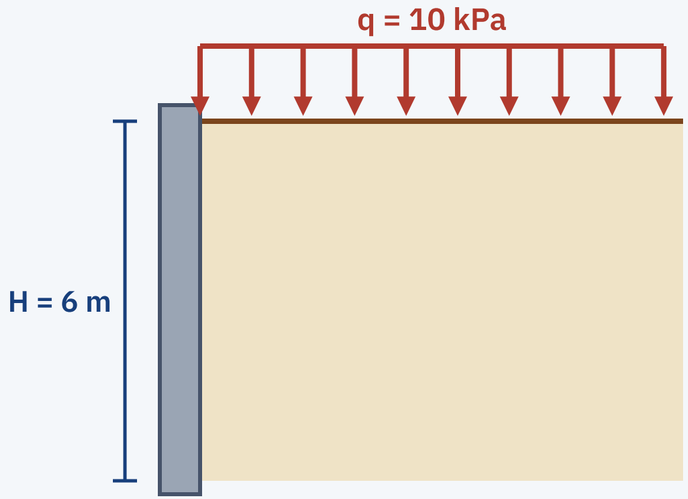
उदाहरण

**दिया गया है**

| | |
|---|---|
| दीवार और भार | **वही दीवार:** $H = 6.00$ **m,** $q = 10.00$ **kPa,** $\varphi' = 30^\circ$ |
| अंतर | **दीवार इतनी विरूपित होती है कि सक्रिय अवस्था उत्पन्न हो जाती है (ऊर्ध्वाधर दीवार, क्षैतिज सतह)** |

**ज्ञात करना है**

$K_a$, $\sigma_H$, P, $z_R$; विरामावस्था से तुलना।



# हल (1/2)

हल

**1** गुणांक: सक्रिय अवस्था (Rankine)

$$K_a = \tan^2\left(45^\circ - \frac{\varphi'}{2}\right) = \tan^2 30^\circ = 0.5774^2 = \mathbf{0.3333}$$

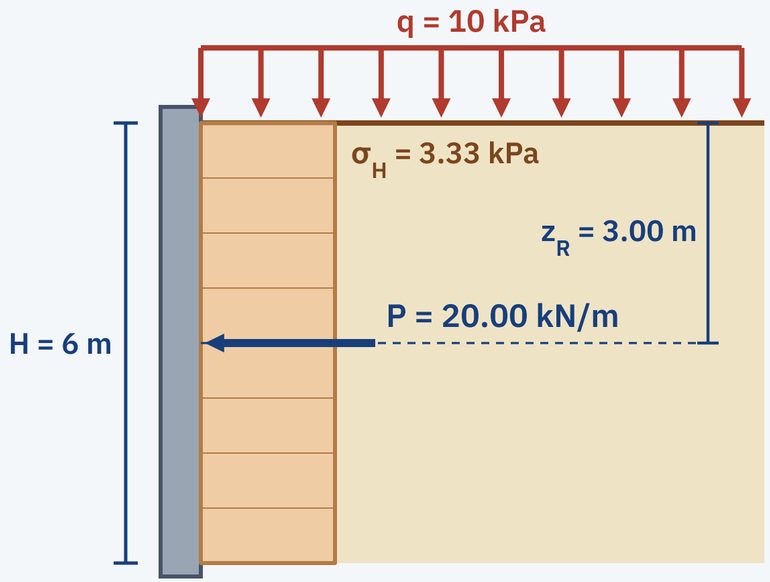
**2** अध्यारोपित पार्श्व दाब

$$\sigma_H = K_a\, q = 0.3333 \times 10.00 = \mathbf{3.33}\ \text{kPa}$$

**3** परिणामी और क्रिया रेखा

$$P = \sigma_H\, H = 3.333 \times 6.00 = \mathbf{20.00}\ \text{kN/m}$$

$$z_R = \frac{H}{2} = \mathbf{3.00}\ \text{m}$$




सक्रिय अवस्था में दाब **3.333 kPa** है, परिणामी **20.00 kN/m**; क्रिया रेखा उसी ऊँचाई पर है ($z_R$ = 3.00 m)।

# हल (2/2)

हल

| स्थिति | K | $\sigma_H$ (kPa) | P (kN/m) | $z_R$ (m) |
|---|---|---|---|---|
| विरामावस्था ($K_0$) | 0.5000 | 5.00 | 30.00 | 3.00 |
| सक्रिय ($K_a$) | 0.3333 | 3.33 | 20.00 | 3.00 |
| अनुपात $K_a$ / $K_0$ | **0.6667** | **0.6667** | **0.6667** | 1 |

$\varphi' = 30°$ के लिए $K_a / K_0 = 2/3$: यील्ड करने वाली दीवार, न हिल सकने वाली दीवार को मिलने वाले अधिभार दाब का **दो-तिहाई** लेती है। दोनों में आरेख आयताकार है और परिणामी बल ऊँचाई के मध्य में है।

दीवार वास्तव में गति करेगी या नहीं, यही इस चयन का एकमात्र आधार है: सहारा दी गई या एंकरित दीवार सक्रिय अवस्था तक नहीं पहुँचती, इसलिए $K_0$ लिया जाता है।

हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

# प्रश्न

उदाहरण

**दिया गया है**

| | |
|---|---|
| दीवार और भार | $H = 6.00$ **m,** $q = 10.00$ **kPa** |
| मृदा | $\varphi' = 0^\circ,\ 20^\circ,\ 25^\circ,\ 30^\circ,\ 35^\circ,\ 40^\circ$ |

**ज्ञात करना है**

प्रत्येक $\varphi'$ के लिए $K_0$, $K_a$, $\sigma_H$ और **P** (दो स्थितियों के लिए); $\varphi' = 40^\circ$ के लिए हाथ से जाँच।

# हल (1/2)

हल

| φ′ (°) | $K_0$ | $K_a$ | $\sigma_H$ विरामावस्था (kPa) | $\sigma_H$ सक्रिय (kPa) | P विराम (kN/m) | P सक्रिय (kN/m) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1.0000 | 1.0000 | 10.00 | 10.00 | 60.00 | 60.00 |
| 20 | 0.6580 | 0.4903 | 6.58 | 4.90 | 39.48 | 29.42 |
| 25 | 0.5774 | 0.4059 | 5.77 | 4.06 | 34.64 | 24.35 |
| **30** | **0.5000** | **0.3333** | **5.00** | **3.33** | **30.00** | **20.00** |
| 35 | 0.4264 | 0.2710 | 4.26 | 2.71 | 25.59 | 16.26 |
| 40 | 0.3572 | 0.2174 | 3.57 | 2.17 | 21.43 | 13.05 |

φ′ = 30° की पंक्ति उदाहरण 1 और 2 है। φ′ बढ़ने के साथ परिणामी घटता है: विराम अवस्था में 60.00 kN/m (φ′ = 0°) से 21.43 kN/m (φ′ = 40°) तक और सक्रिय अवस्था में 13.05 kN/m तक आ जाता है।

# हल (2/2)

हल

**1** गुणांक

$$K_0 = 1 - \sin 40^\circ = 1 - 0.6428 = \mathbf{0.3572}$$

$$K_a = \tan^2(45^\circ - 20^\circ) = \tan^2 25^\circ = 0.4663^2 = \mathbf{0.2174}$$

**2** दाब

$$\sigma_{H,0} = 0.3572 \times 10.00 = \mathbf{3.57}\ \text{kPa}$$

$$\sigma_{H,a} = 0.2174 \times 10.00 = \mathbf{2.17}\ \text{kPa}$$

**3** परिणामी बल ($z_R$ = 3.00 m, दोनों स्थितियों में)

$$P_0 = 3.572 \times 6.00 = \mathbf{21.43} \qquad P_a = 2.174 \times 6.00 = \mathbf{13.05}\ \text{kN/m}$$

तालिका की φ′ = 40° पंक्ति हाथ से भी निकल आती है: **21.43** और **13.05 kN/m**।

हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

# प्रश्न

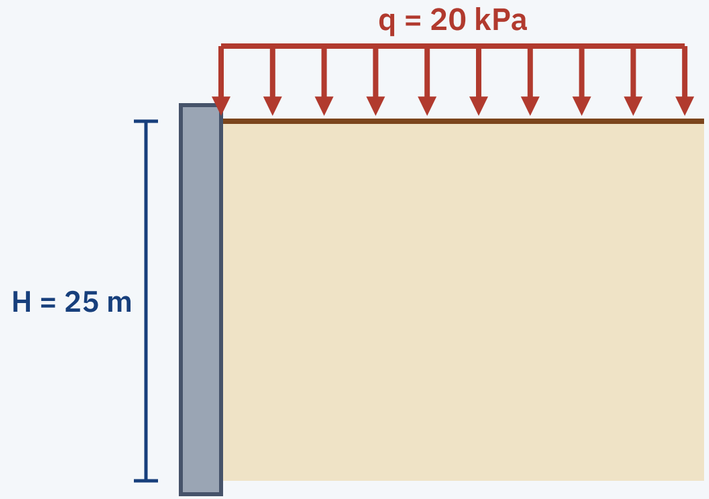
उदाहरण

### दिया गया है

| | |
|---|---|
| दीवार | $H = 25.00$ m |
| भार | **पूरी सतह पर** $q = 20.00$ **kPa** |
| गुणांक | **किसी अन्य स्रोत से लिया गया** $K = 0.30$ **(φ′ का उपयोग नहीं किया जाता)** |

### ज्ञात करना है

$\sigma_H$, P, $z_R$ और दाब का गहराई के साथ परिवर्तन।



# हल

हल

**1** दाब: दर्ज किया गया K सीधे गुणा किया जाता है

$$\sigma_H = K\,q = 0.30 \times 20.00 = \mathbf{6.00}\ \text{kPa}$$

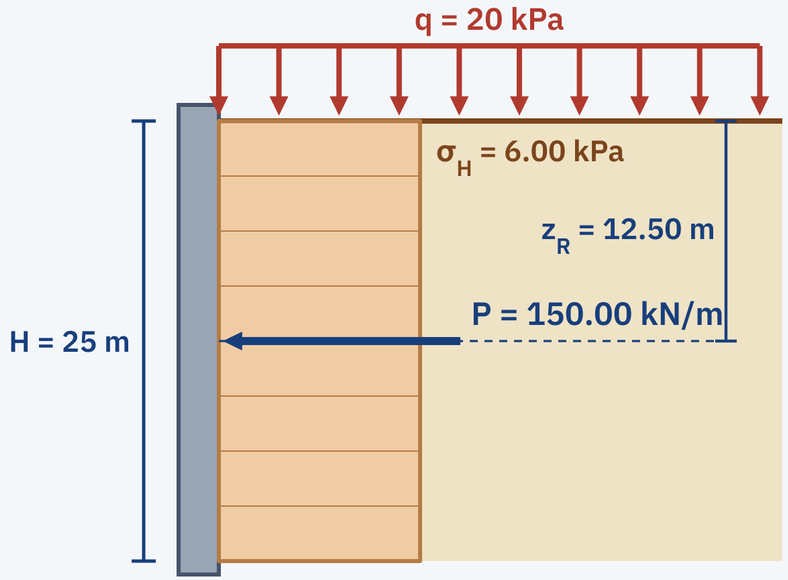
**2** परिणामी और क्रिया रेखा

$$P = \sigma_H\,H = 6.00 \times 25.00 = \mathbf{150.00}\ \text{kN/m}$$

$$z_R = \frac{H}{2} = \frac{25.00}{2} = \mathbf{12.50}\ \text{m}$$

**3** गहराई के साथ दाब का परिवर्तन

| z (m) | 0.0 | 5.0 | 10.0 | 15.0 | 20.0 | 25.0 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $\sigma_H$ (kPa) | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 |




दाब **प्रत्येक गहराई पर 6.00 kPa** है; परिणामी बल **150.00 kN/m**, भूमि सतह से 12.50 m नीचे।

हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

# प्रश्न

उदाहरण

**दिया गया है**

| | |
|---|---|
| दीवार और मृदा | $\varphi' = 30^\circ$; **विरामावस्था और सक्रिय अवस्था** |
| चर 1 | $q = 0,\ 5,\ 10,\ 20,\ 30,\ 50$ **kPa** ($H = 6.00$ **m**) |
| चर 2 | $H = 2,\ 4,\ 6,\ 8,\ 10$ **m** ($q = 10.00$ **kPa**) |

**ज्ञात करना है**

परिणामी का **q** और **H** के साथ परिवर्तन; दाब और क्रिया-रेखा।

# हल

हल

| q (kPa) | $\sigma_H$ विरामावस्था (kPa) | P विराम (kN/m) | P सक्रिय (kN/m) |
|---|---|---|---|
| 0 | 0.00 | **0.00** | **0.00** |
| 5 | 2.50 | **15.00** | **10.00** |
| 10 | 5.00 | **30.00** | **20.00** |
| 20 | 10.00 | **60.00** | **40.00** |
| 30 | 15.00 | **90.00** | **60.00** |
| 50 | 25.00 | **150.00** | **100.00** |

**q** के दोगुना होने पर P भी दोगुना हो जाता है; q = 0 पर अधिभार नहीं होता।

| H (m) | $\sigma_H$ विरामावस्था (kPa) | P विराम (kN/m) | P सक्रिय (kN/m) | $z_R$ (m) |
|---|---|---|---|---|
| 2 | 5.00 | **10.00** | **6.67** | 1.00 |
| 4 | 5.00 | **20.00** | **13.33** | 2.00 |
| 6 | 5.00 | **30.00** | **20.00** | 3.00 |
| 8 | 5.00 | **40.00** | **26.67** | 4.00 |
| 10 | 5.00 | **50.00** | **33.33** | 5.00 |

**H** बढ़ने पर P रैखिक रूप से बढ़ता है; दाब वही रहता है, परिणामी बल H/2 गहराई तक नीचे आ जाता है।

P = K q H: यह q और H के **गुणनफल** के सीधे आनुपातिक है; K का प्रभाव एक अलग गुणक है (सक्रिय / विराम = 2/3, प्रत्येक पंक्ति में)।

हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

# प्रश्न

उदाहरण

**दिया गया है**

| | |
|---|---|
| दीवार | $H = 6.00$ **m,** $\gamma = 18.0$ **kN/m³,** $\varphi' = 30^\circ$ **(शुष्क भराव)** |
| अधिभार | $q = 10.00$ **kPa पूरी सतह पर** |
| स्थितियाँ | **विराम (**$K_0$**) और सक्रिय (**$K_a$**)** |

**ज्ञात करना है**

मृदा त्रिभुज का परिणामी, अधिभार का परिणामी, **कुल बल** और कुल बल की आधार से ऊँचाई; अधिभार का हिस्सा।

# हल (1/2)

हल

**1** मृदा दाब (त्रिभुजाकार आरेख), विरामावस्था

$$P_z = \tfrac{1}{2} K_0 \gamma H^2 = \tfrac{1}{2}(0.500)(18.0)(6.00)^2 = \mathbf{162.00}\ \text{kN/m} \quad (\text{आधार से } 2.00\ \text{m})$$

**2** अधिभार घटक (उदाहरण 1)

$$P_q = K_0\, q\, H = 0.500 \times 10.00 \times 6.00 = \mathbf{30.00}\ \text{kN/m} \quad (\text{आधार से } 3.00\ \text{m})$$

**3** कुल और क्रिया रेखा (आधार आघूर्ण)

$$P = 162.00 + 30.00 = \mathbf{192.00}\ \text{kN/m}$$

$$L = \frac{162.00(2.00) + 30.00(3.00)}{192.00} = \frac{414.00}{192.00} = \mathbf{2.156}\ \text{m}$$

विरामावस्था में कुल **192.00 kN/m** है, जो आधार से **2.156 m** ऊपर कार्य करता है; अधिभार का हिस्सा 30.00 kN/m (15.6%) है।

# हल (2/2)

हल

**1** सक्रिय स्थिति के लिए वही चरण ($K_a = 0.3333$)

$$P_z = \tfrac{1}{2}(0.3333)(18.0)(6.00)^2 = \mathbf{108.00}\ \text{kN/m}$$

$$P_q = 0.3333(10.00)(6.00) = \mathbf{20.00}\ \text{kN/m}$$

$$L = \frac{108.00(2.00) + 20.00(3.00)}{128.00} = \mathbf{2.156}\ \text{m}$$

| स्थिति | K | $P_{soil}$ (kN/m) | $P_{surcharge}$ (kN/m) | P कुल (kN/m) | अधिभार अंश | L (m, आधार से) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| विराम | 0.5000 | 162.00 | 30.00 | **192.00** | %15.62 | 2.156 |
| सक्रिय | 0.3333 | 108.00 | 20.00 | **128.00** | %15.62 | 2.156 |

दोनों पदों में K गुणक होने के कारण **अधिभार का अंश और उसकी क्रिया रेखा K से स्वतंत्र हैं**: अंश 2q / (γH + 2q) = 15.62%, L = 2.156 m। केवल कुल बल K के साथ स्केल होता है।

हल की जाँच GeoTerva में करें ↗

सारांश

# याद रखने योग्य बिंदु

**$\sigma_H = K \cdot q$**: पूरी सतह पर फैला एकसमान भार दीवार पर **प्रत्येक गहराई पर समान** पार्श्व दाब जोड़ता है; आरेख आयताकार होता है

**K** दीवार के व्यवहार के अनुसार: विराम **$K_0 = 1 - \sin \varphi'$** (Jaky), सक्रिय **$K_a = \tan^2(45° - \varphi'/2)$** (Rankine) या दर्ज किया गया मान; $\varphi' = 30°$ के लिए 0.5000 और 0.3333

**$P = K\,q\,H$** और **$z_R = H/2$**: प्रारंभिक दीवार में (H = 6 m, q = 10 kPa) विरामावस्था में $\sigma_H$ = 5.00 kPa, P = 30.00 kN/m; सक्रिय अवस्था में 3.33 kPa और 20.00 kN/m

**रैखिक**: P, q और H के समानुपाती है; $K_a / K_0 = 2/3$ ($\varphi' = 30°$)

**योग**: अधिभार घटक को मृदा और जल दाब आरेखों में जोड़ा जाता है; अधिभार का हिस्सा $2q / (\gamma H + 2q)$ है और उसकी क्रिया रेखा K से स्वतंत्र है

# संदर्भ

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

Jaky, J. (1944). The coefficient of earth pressure at rest. Journal of the Society of Hungarian Architects and Engineers, 7, 355–358.

Rankine, W.M.J. (1857). On the stability of loose earth. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, 147, 9–27.

**टिप्पणी**

सभी संख्यात्मक उदाहरण मॉड्यूल के अपने गणना इंजन से तैयार किए गए हैं; मॉड्यूल वही मान देता है। मॉड्यूल की प्रारंभिक दीवार H = 6 m, q = 10 kPa, φ′ = 30° (विराम अवस्था) है और उसका दूसरा उदाहरण H = 25 m, q = 20 kPa, K = 0.30 है।

GeoTerva

ऑनलाइन भू-तकनीकी गणनाएँ

# सिद्धांत से अनुप्रयोग तक

अपनी दीवार, अधिभार और गुणांक का चयन GeoTerva में दर्ज करें; मॉड्यूल K, $\sigma_H$, P और $z_R$ मान, दाब आरेख, 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