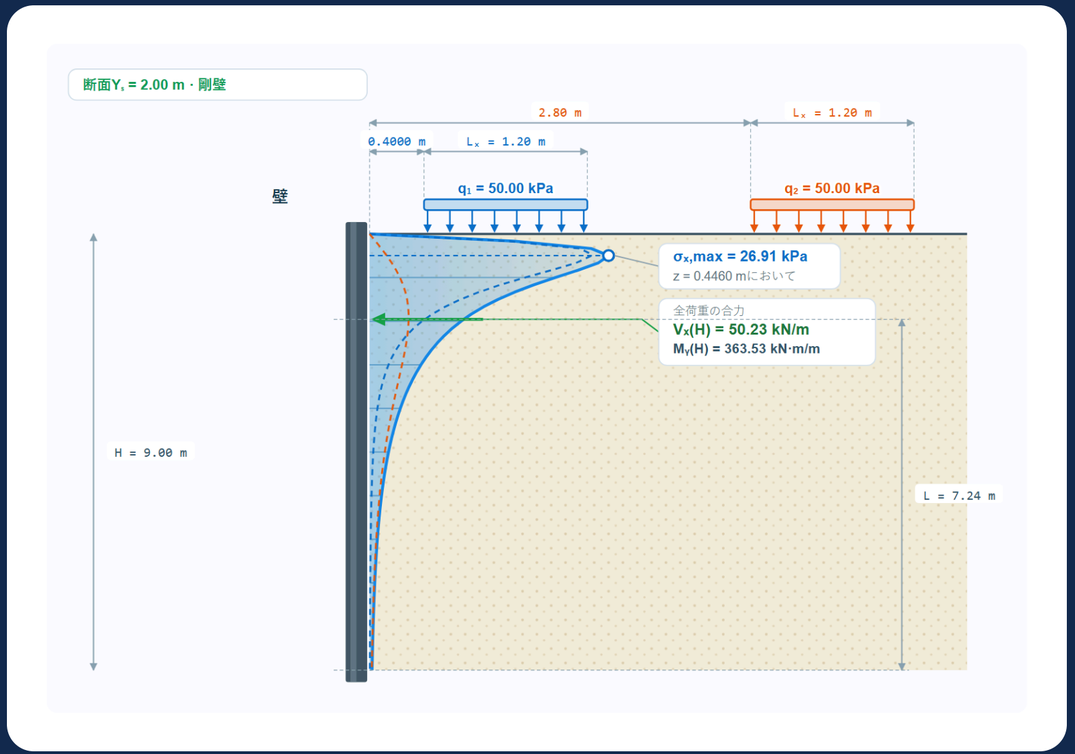
地盤工学の講義スライド ・ 上載荷重

面的上載荷重

講義：擁壁近傍の矩形表面載荷。冒頭の例題は最大土圧の深さにおいて手計算で解き、残りの事項は表で扱う。

- Boussinesq σx
- 長方形の積分
- 剛体壁 ψ = 2
- せん断力とモーメント
- 手計算で解ける



この講義で学ぶこと

長方形の表面荷重による壁面の側方土圧：荷重は**dP = q·dA**の集中荷重の総和であり、それぞれの影響はBoussinesq解によって求める

平面における位置と寸法を与える**x_1, x_2, y_1, y_2**の量、および**壁に沿っては厳密に、壁に直角方向には数値的に**行う積分

剛体壁（$\psi = 2$）と**半無限媒体**（$\psi = 1$）の違い

圧力分布から**せん断力V_x**および**曲げモーメントM_y**の値を求めること

断面位置、荷重の壁面からの距離および**ポアソン比**の影響

講義の流れ

各項目は**3つの手順**で扱う：

1 · **理論**：式とその根拠

2 · **問題**：与条件と求めるもの

3 · **解答**：数値を用いて手順ごとに

例題：H = 9 m、$\mu = 0.5$、断面Y_s = 2 m。1.2 × 3.6 mの2つの矩形、q = 50 kPa、X_0 = 1.0および3.4 m、剛体壁。

壁に作用する矩形荷重

理論

長方形の面載荷重は、鉛直集中荷重**dP = q·dA**からなる連続的な分布である

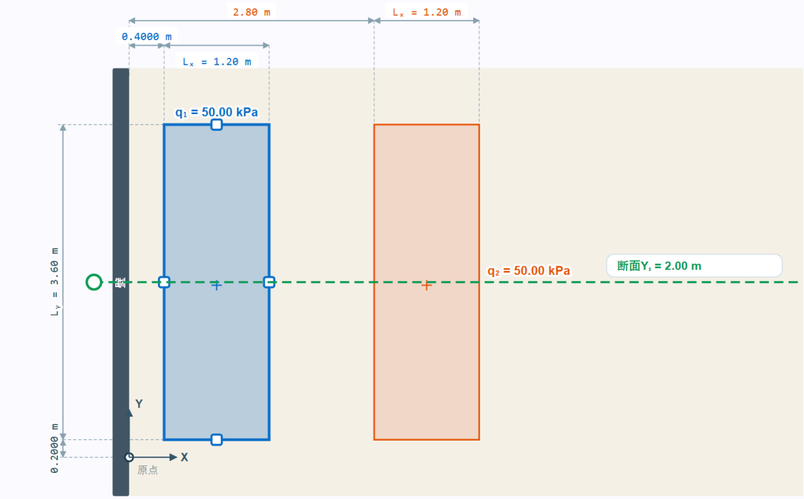
各集中荷重が壁の選定した鉛直断面に生じさせる**水平応力**をBoussinesqの解から求め、各矩形の寄与を合計する

圧力分布を壁に沿って積分することで**せん断力**および**曲げモーメント**が得られる

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

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

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



X_0, Y_0：図心の壁面に直角方向および壁面方向の座標

L_x, L_y：辺；**Y_s**：断面の座標

長方形は壁面の背後にある：$x_1 \geq 0$

壁面におけるBoussinesqの σ_x

理論

断面の深さzの点から平面位置**(x, y)**にあるdP要素について、壁面に垂直な**水平直応力**は以下のとおりである

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

水平応力は**ポアソン比 μ** に依存する；μ = 0.5の場合、$(1 - 2\mu)$を係数とする項はゼロである

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

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

壁面に沿った閉形式解：G

理論

長方形を有限個の集中荷重の格子で置き換えると、応力が最も急変する**壁近傍で収束が遅くなる**

壁面方向（y方向）の積分は**閉形式**をもつ；壁面に垂直な方向（x）に残る積分は厳しい許容誤差で**適応的**に計算する

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

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

非常に長い長方形は、μ がいくつであっても**平面ひずみ帯状荷重**の解を与える。この照査でエンジンを検証する。

壁面の影響：ψ

理論

移動しない滑らかな壁は、各荷重を壁面に関して**鏡像**で表す：鏡像により、その面における壁面に垂直な変位とせん断応力が零となる

したがって壁面に作用する圧力は、μによらず半無限体の応力の**ちょうど2倍**である。

地盤をゆるめるほどたわむ擁壁は、半無限地盤の値に近づく

$$\sigma_{wall} = \psi\,\sigma_x \qquad \psi = 2 \text{（剛体壁、デフォルト）} \qquad \psi = 1 \text{（半無限媒体）}$$

壁面に沿った分布の積分

理論

圧力分布は壁の断面における**単位長さ当たり**で、せん断力については1回、曲げモーメントについては2回、壁に沿って積分される

両者とも深さテーブルの行の間で**適応的に**積分される。行数n_zは、プロファイルのどれだけを一覧表示するかだけを決める

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

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

6つの手順と冒頭の例題

理論

1・壁と断面：H、μ、Y_sを入力する

2・各矩形：q、X_0、Y_0、L_x、L_y；x_1、x_2、y_1、y_2を求める

3・集中荷重による応力：dP = q·dx·dyに対するr、Rおよびσ_x

4・面積の積分：y方向はGで厳密に、x方向は数値的に

5・重ね合わせとψ：各矩形を深さzで合計し、剛体壁では2倍する

6・壁に沿った積分：$\sigma_x(z)$、次に$V_x(z)$と$M_y(z)$

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

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

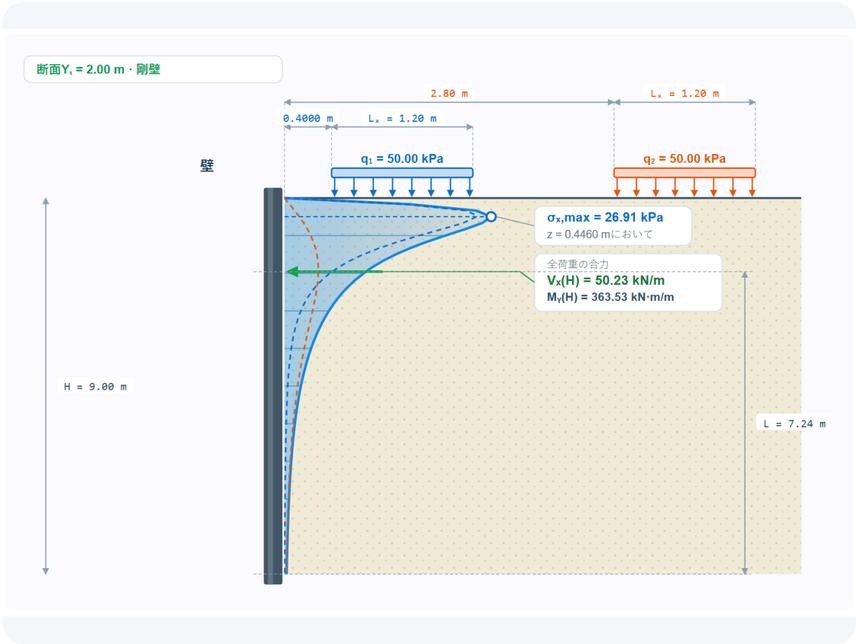
位置、距離およびポアソン比

理論

本手法は各荷重の**三次元の位置と寸法**を保持する：長方形を壁面に沿って、あるいは壁面から離れる方向へ移動させること、寸法を変えること、断面をずらすこと、またはμを変えることは、圧力分布を変化させる。

圧力は、荷重の**前方を通る断面**で最大値に達し、平面内の距離とともに急激に減少する；荷重が壁からの距離に比べて短い場合には**複数の断面**を照査する。

μが0.5未満の場合、地表近くで**引張の座標値**が現れることがある；これらは符号付きで与えられる



問題

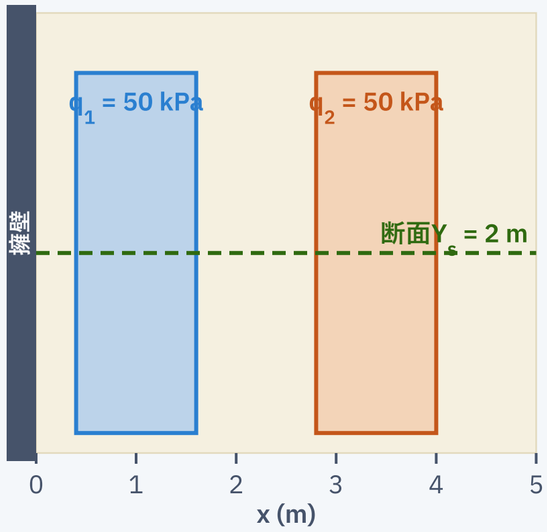
例題

与条件

壁体と断面	$H = 9.0$ m；$\mu = 0.5$；断面$Y_s = 2.0$ m；剛体壁（$\psi = 2$）
長方形1	$q = 50$ kPa; $L_x = 1.2$ m, $L_y = 3.6$ m; $X_0 = 1.0$ m, $Y_0 = 2.0$ m
長方形2	$q = 50$ kPa; 1.2×3.6 m; $X_0 = 3.4$ m, $Y_0 = 2.0$ m

求めるもの

各長方形の深さ**z = 0.446 m**における σ_x への寄与（**Simpson**法により手計算）と合計 σ_x；モジュールの結果との比較。この深さは圧力が最大となる深さである。



解答 (1/4)

解答

1 矩形の断面に対する位置（xは壁面から、yは断面から測る）

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

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

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

2 面積と鉛直全荷重（それぞれについて）

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

断面は2つの長方形のちょうど中央を通る：$\mathbf{y_1 = -y_2}$。長方形1は壁から0.4 m、長方形2は2.8 mの位置から始まる。

解答 (2/4)

解答

3 μ = 0.5：(1 − 2 μ) = 0となりGの第2項は消える；$y_1 = -y_2$であるから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 壁に直角方向のSimpson則（nは偶数区間、h = (x_2 − x_1)/n）；$\sigma_x = \psi\, q \int f\, dx$

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

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

長方形1（x = 0.4 – 1.6 m）は被積分関数が急速に変化する壁面付近にある：**n = 8**分割；長方形2（x = 2.8 – 4.0 m）には**n = 4**で十分である。

解答 (3/4)

解答

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 長方形1に対する 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区間）：**24.97 kPa**。モジュールの適応積分は24.98 kPaを与え、差は0.03%である。

解答 (4/4)

解答

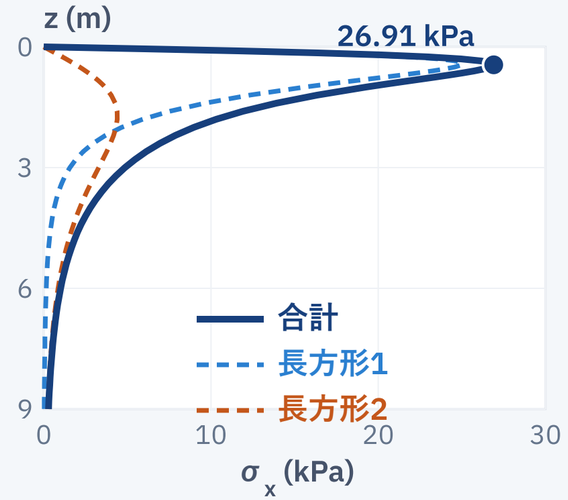
i	x (m)	a² (m²)	R (m)	f(x) (1/m)	c	c·f
0	2.800	8.0389	3.3584	0.02504	1	0.02504
1	3.100	9.8089	3.6123	0.01944	4	0.07777
2	3.400	11.7589	3.8728	0.01536	2	0.03071
3	3.700	13.8889	4.1387	0.01232	4	0.04927
4	4.000	16.1989	4.4090	0.01001	1	0.01001
				Σ c·f =		**0.19281**

6 長方形2に対する σ_x（h = 0.30 m）と重ね合わせ

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

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

手計算：**24.97 + 1.93 = 26.90 kPa**。モジュール：24.98 + 1.93 = **26.91 kPa**（z = 0.446 m）。ページ上の例題と同一である。



GeoTervaで解答を確認する ↗

問題

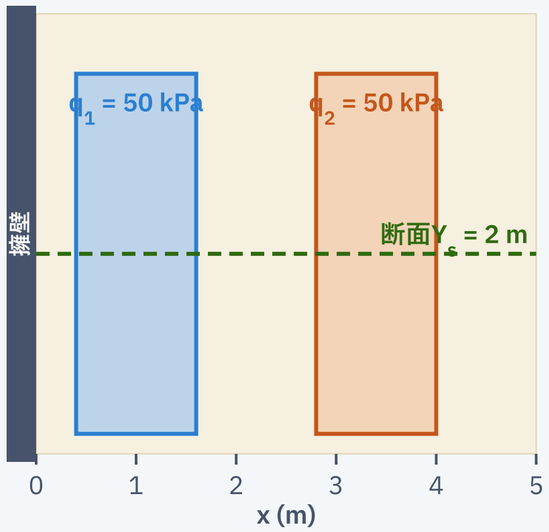
例題

与条件

モデル	**例題1の二つの矩形**；$H = 9.0$ m；$n_z = 20$（**列間隔**$H/20 = 0.45$ m）
手法	**剛体壁**（$\psi = 2$）；$V_x(z) = \int_0^z \sigma_x \, dt$、$M_y(z) = \int_0^z (z - t)\, \sigma_x \, dt$

求めるもの

各行で σ_x（2つの矩形の個別の寄与と合計）、$V_x(z)$および$M_y(z)$；底面で$V_x(H)$、$M_y(H)$および合力の深さ。



解答 (1/2)

解答

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
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

解答 (2/2)

解答

1 底面におけるせん断力とモーメント（表の最終行）

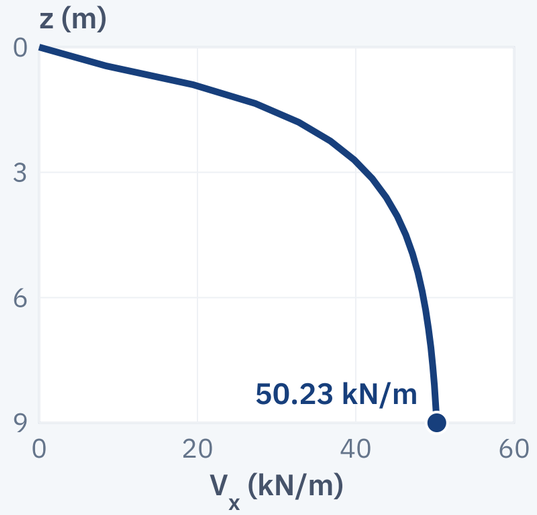
$$V_x(H) = \int_0^H \sigma_x \, dz = \mathbf{50.23}\ \text{kN/m}$$

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

2 合力の作用線：腕の長さとその深さ

$$L = \frac{M_y(H)}{V_x(H)} = \frac{363.53}{50.23} = \mathbf{7.237}\ \text{m} \quad （底面から）$$

$$z_R = H - L = 9.0 - 7.237 = \mathbf{1.763}\ \text{m} \quad （地盤から）$$



合力は**50.23 kN/m**で、地表面の**1.76 m**下方に作用する。力の**92%**は上部4.5 m（壁高さの半分）から生じる：$V_X(4.5)$ = 46.31 kN/m。

GeoTervaで解答を確認する ↗

問題

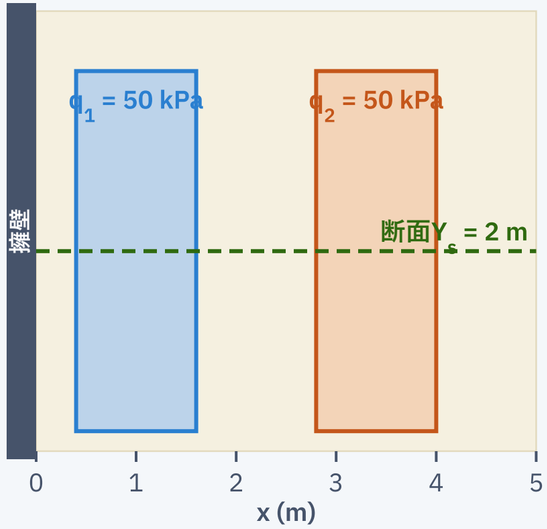
例題

与条件

モデル	**例題1の長方形；それぞれ単独、次に両方同時**
手法	**剛体壁（$\psi = 2$）と半無限媒質（$\psi = 1$）**

求めるもの

各長方形について**単独で**、および組み合わせた場合の $\sigma_{x,max}$、$V_x(H)$、$M_y(H)$、z_R；半無限媒体中での同じ量。



解答

解答

	$\sigma_{x,max}$ (kPa)	z (m)	$V_x(H)$ (kN/m)	$M_y(H)$ (kN·m/m)	z_R (m)	$V_x(H)$, $\psi = 1$	$M_y(H)$, $\psi = 1$
長方形1	25.03	0.419	33.14	260.49	1.140	16.57	130.25
長方形2	4.40	1.717	17.09	103.04	2.971	8.55	51.52
両者を同時に	26.91	0.446	50.23	363.53	1.763	25.12	181.77

1 VとMを合計する；合力の深さは力で重み付けした平均である

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

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

半無限地盤の値は剛性壁の**ちょうど半分**である（V_x 25.12、M_y 181.77）。z_Rは変化しない。全体の最大圧力（26.91 kPa）は、二つの別々の最大値の和（29.44）より小さい：ピークは異なる深さ（0.42 mと1.72 m）に生じる。

GeoTervaで解答を確認する ↗

問題

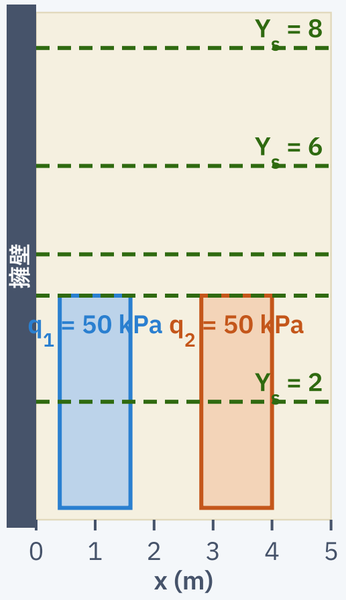
例題

求めるもの

各断面について $\sigma_{x,max}$ とその深さ、$V_x(H)$、$M_y(H)$ および z_R；荷重に対する断面の位置。

与条件

モデル	**例題1の2つの矩形（$Y_0 = 2.0$ m、$L_y = 3.6$ m：荷重は$y = 0.2 – 3.8$ mの間にある）**
断面	$Y_s = 2.0; 3.0; 3.8; 4.5; 6.0; 8.0$ m



解答

解答

断面 Y_s (m)	荷重による	$\sigma_{x,max}$ (kPa)	z (m)	$V_x(H)$ (kN/m)	$M_y(H)$ (kN·m/m)	z_R (m)
2.0	荷重の中央	26.91	0.446	50.23	363.53	1.763
3.0	荷重内	25.04	0.428	45.78	330.75	1.775
3.8	荷重の端部	14.13	0.467	31.31	217.96	2.038
4.5	外側、0.7 m	5.00	0.998	17.39	110.14	2.667
6.0	範囲外、2.2 m	1.39	2.112	6.77	36.89	3.549
8.0	範囲外、4.2 m	0.41	3.094	2.44	11.53	4.270

圧力は**載荷重の中央の**断面で最も大きく（26.91 kPa），平面内の距離とともに急減する：Y_s = 6 mではV_xは約7分の1，8 mでは約20分の1に低下する。Y_s = 3.8 mの断面は，y = 0.2 mの断面（Y_0 ± 1.8 m）と**対称**である：結果は同一である（V_x = 31.31 kN/m）。壁に対して載荷重が短い場合は，複数の断面を照査する。

GeoTervaで解答を確認する ↗

問題

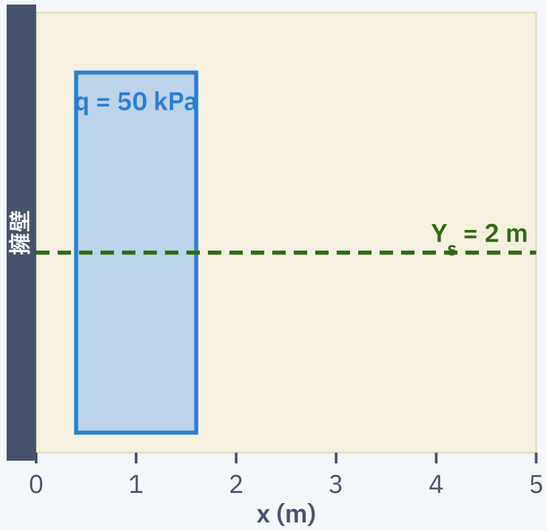
例題

与条件

モデル	**単一矩形：$q = 50$ kPa, 1.2×3.6 m, $Y_0 = 2.0$ m；$\mu = 0.5$；$H = 9.0$ m；剛体壁**
位置	**$X_0 = 0.6$、1.0、1.6、2.6、4.6 m、すなわち近い側の縁 $x_1 = 0$、0.4、1.0、2.0、4.0 m**

求めるもの

各位置について $\sigma_{x,max}$ とその深さ、$V_x(H)$、$M_y(H)$、z_R。



解答

解答

近い側の縁 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

荷重が壁から離れるにつれて最大土圧は**減少し、深くなる**：50.00 kPa（地表面）→ 2.56 kPa（2.32 m）。壁に隣接する荷重（$x_1 = 0$）では最大土圧は地表面にあり、**q = 50 kPa**に等しい。一方V_xはより緩やかに減少し（35.77 → 12.59 kN/m）、z_Rは深くなる。

GeoTervaで解答を確認する ↗

問題

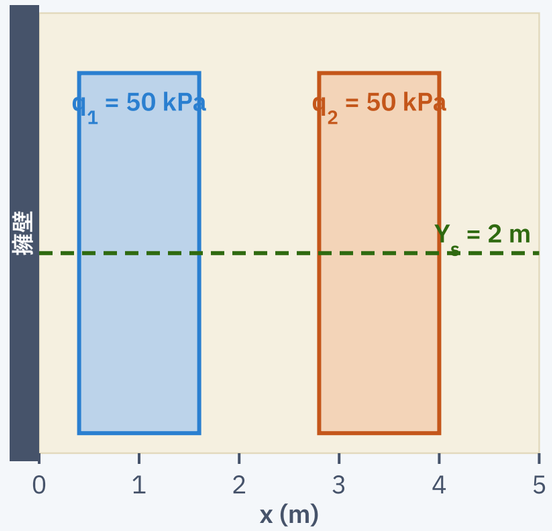
例題

与条件

モデル	**例題1の二つの矩形；$H = 9.0$ m；$Y_s = 2.0$ m；剛体壁**
変化する	$\mu = 0.5; 0.4; 0.3; 0.2$

求めるもの

各 μ について **$\sigma_{x,max}$**、**$V_x(H)$**、**$M_y(H)$**；地表面における縦距 $\sigma_x(0)$ と、この縦距を**手計算で**求めること。



解答 (1/2)

解答

μ	$1-2\mu$	$\sigma_x(0)$ (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 が減少すると圧力と力は**顕著に小さくなる**：$\mu = 0.3$では$V_x = 32.72$ kN/mであり、$\mu = 0.5$に比べて35%小さい。表面には**負（引張）の縦距**が生じる；V_xおよびM_yは符号付き分布から積分する。

解答 (2/2)

解答

1 z = 0ではR = r、(1 − z/R) = 1：Gの第2項のみが残り、$\int y/(x^2+y^2)\,dx = \tan^{-1}(x/y)$となる

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

2 長方形1（x = 0.4 – 1.6 m）、長方形2（x = 2.8 – 4.0 m）；μ = 0.4に対して1 − 2μ = 0.2

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

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

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

手計算で−4.18 kPa、モジュールでも−4.18 kPa。表面の座標は**(1 − 2μ)**に比例する：μ = 0.5でゼロ、μ = 0.2で−12.54 kPa。

GeoTervaで解答を確認する ↗

問題

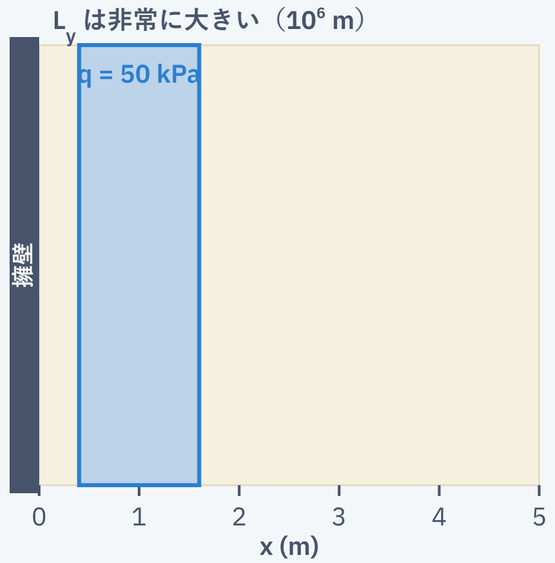
例題

与条件

モデル	**単一矩形：**$q = 50$ **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、剛体壁**
ポアソン比	$\mu = 0.5$ **と** $\mu = 0.2$

求めるもの

帯状荷重の式により（手計算で）σ_xをz = 0.5; 1; 2; 4 mについて求める；面積モジュールとの比較；$V_x(H)$。



解答 (1/2)

解答

1 帯状荷重（平面ひずみ）、剛な壁：β = $\tan^{-1}(x_2/z) - \tan^{-1}(x_1/z)$、 α = $\tan^{-1}(x_1/z) + \beta/2$

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

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

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

帯状荷重の式は**16.777 kPa**を与える；面積モジュール（$L_y = 10^6$ m）も同じ値を求める：非常に長い矩形領域は帯状荷重に帰着する。4つの深さに対する比較は次のページにある。

解答 (2/2)

解答

z (m)	β (rad)	α (rad)	σ_x、帯状公式（kPa）	面積係数、μ = 0.5	面積係数、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 せん断力：帯状荷重に対する閉形式解；面積モジュールも同じ値を与える

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

帯状公式によれば、面積モジュールはμ = 0.5で**完全に一致**し、μ = 0.2では最大10^{-4} kPaの差で一致する：非常に長い長方形では結果はμに依存しない。$V_x(H)$ = 37.68 kN/m。

GeoTervaで解答を確認する ↗

まとめ

ポイントのまとめ

$\sigma_x(z) = \psi \ \Sigma \ q \int [G(x,y_2,z) - G(x,y_1,z)] \, dx$：壁面に沿っては閉形式解（G）、壁面に直角方向には適応的数値積分。**$\psi = 2$**は剛体壁、**$\psi = 1$**は半無限媒体

$V_x(z) = \int \sigma_x \, dt$、**$M_y(z) = \int (z - t) \, \sigma_x \, dt$**；合力の深さ$z_R = H - M_y/V_x$

冒頭の例（$z = 0.446$ m）：$\sigma_x = 24.98 + 1.93 =$ **26.91 kPa**（最大圧力）、$V_x(H) =$ **50.23 kN/m**、$M_y(H) =$ **363.53 kN·m/m**、$z_R = 1.76$ m

断面が荷重の中心を通るとき圧力は最大となる。距離と**荷重の壁からの距離**は圧力を急速に減少させる。壁に接する荷重では表面で$\sigma_x = q$

ポアソン比は結果を大きく変える（$\mu = 0.3$：V_xは約35%不足）。$\mu < 0.5$では地表面に引張の縦距が生じる。非常に長い矩形の帯状荷重を与える

参考文献

Das, B.M. (2016). Principles of Foundation Engineering, 8th ed. Cengage Learning。本ページはこの文献に従っています。

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.

注記

数値例はすべてモジュール自体の計算エンジンで生成されており、モジュールは同じ値を与える。モジュールの起動時の例題は2つの長方形からなる壁である（H = 9 m、μ = 0.5、Y_s = 2 m）。

GeoTerva

オンライン地盤工学計算

理論から実務へ

独自の矩形荷重、断面位置、ポアソン比、壁高をGeoTervaに入力する。モジュールは圧力分布、せん断力とモーメント、各荷重の個別の寄与、3つの表示、手順ごとの解答、レポートをまとめて出力する。

スマートフォンで開く
お試しモジュールは登録不要です。

モジュールを開く →

理論ページ →

講義で使用したい場合：info@geoterva.com