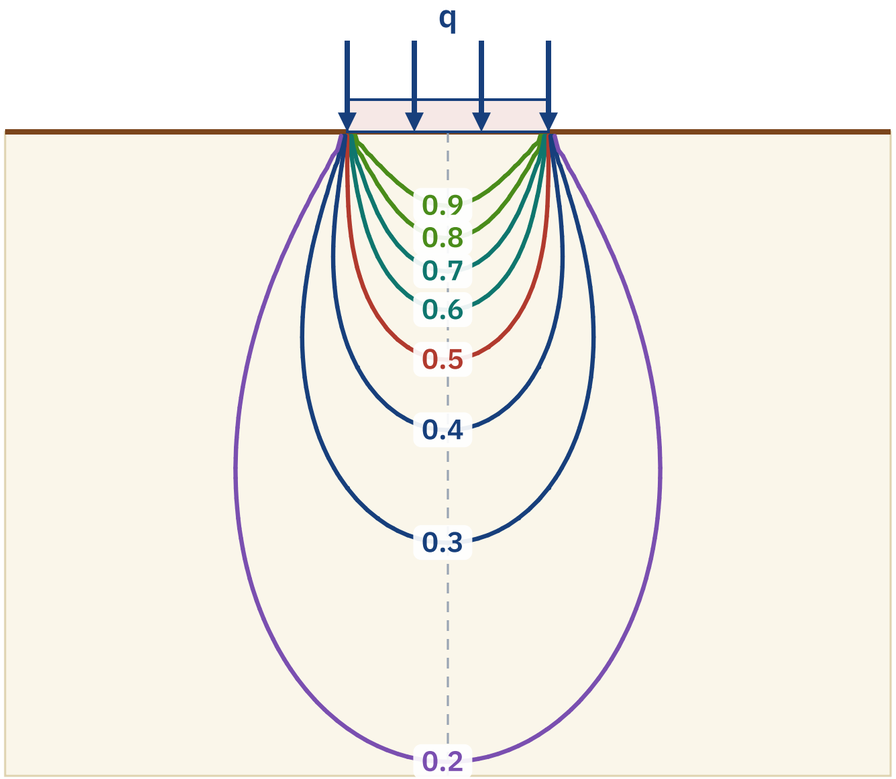
GeoTerva

地盤工学の講義スライド・地盤内の応力

鉛直帯状荷重下の応力

講義：弾性・無限長の鉛直帯状荷重；1点を手計算、深さ方向および水平方向の分布、重ね合わせ。

- 線状荷重の積分
- 角度による表現
- 応力球根
- 重ね合わせ
- 手計算が可能



はじめに

この講義で学ぶこと

帯状荷重下の鉛直応力増分：幅B、無限長で一様な圧力qを伝える柔軟な帯；**線荷重を幅方向に積分したもの**

閉じた**逆正接**の形と**角度の形**；x < B/2のときに最初の逆正接に加える**π の補正**

応力が**x/B**と**z/B**のみに依存し、qを決して超えないこと、**応力球根**および影響係数表。

1点を**最初から最後まで手計算**で。深さ方向および水平方向の分布を表で。複数の帯状荷重を**重ね合わせ**で

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：q = 100 kN/m²、B = 4 m；点Aは中心線から横方向にx = 1 m、深さz = 1 mにある。

帯状荷重：有限幅、無限長

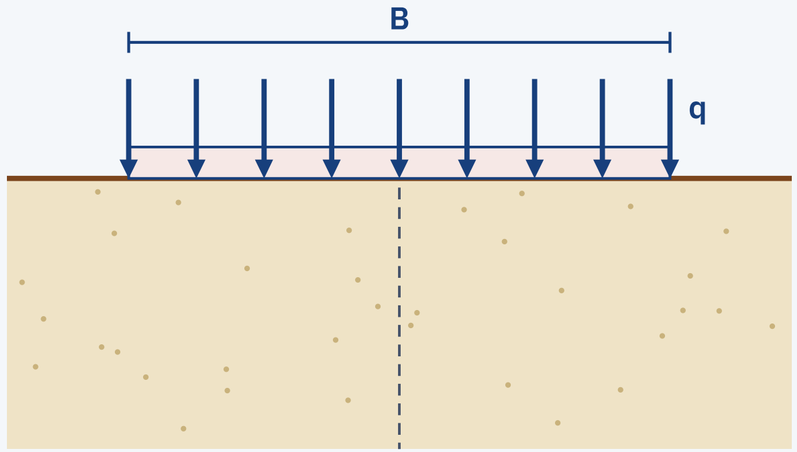
理論

長い基礎、道路や盛土の上面、壁の底面：多くの荷重は一方向に長く、他方向には有限の幅をもつ。**帯状荷重**はこれらをモデル化する

柔軟な帯状荷重：幅B、無限長、一様な鉛直圧力q。応力は各断面で同一である。問題は**平面ひずみ**である（二次元）。

沈下がどうであれ、圧力は幅方向にqのままである；剛体基礎であればこの圧力を再分配する

地盤は**均質・等方・線形弾性**の半無限体である。$\Delta \sigma_z$は荷重増分のみであり、上載荷重は別途加算する



断面：帯状荷重はy方向に無限に延びる。各断面で応力は同じ（平面ひずみ）

線荷重から帯状荷重へ

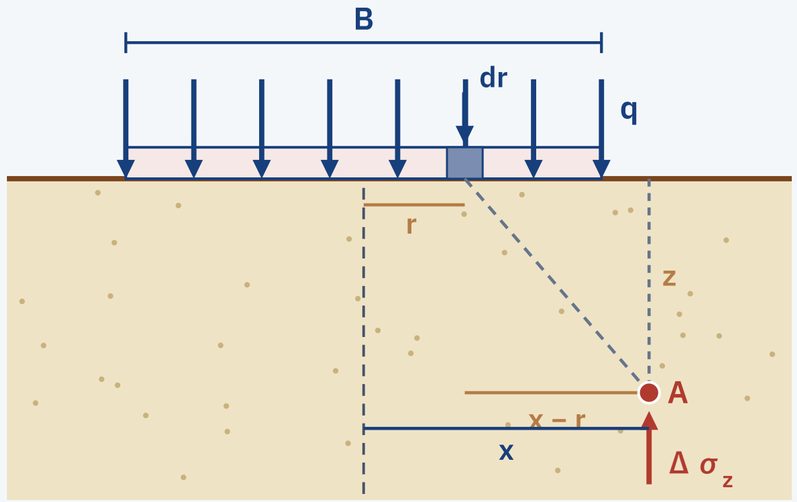
理論

幅drの微小区画は単位長さ当たり**q dr**の荷重を負担し、**線荷重**として作用する。点Aまでの水平距離はx − rである

$$d\sigma_z = \frac{2\,(q\,dr)\,z^3}{\pi\,[(x-r)^2+z^2]^2}$$

帯状荷重全体は、r = −B/2 … +B/2の範囲のこれらの線荷重の総和である

$$\Delta\sigma_z = \int_{-B/2}^{+B/2} \frac{2q}{\pi}\,\frac{z^3}{[(x-r)^2+z^2]^2}\,dr$$



積分の閉形式

理論

u = x − rとおく。1/(u² + z²)²の**原始関数**は(q/π)[tan⁻¹(u/z) + z u/(u² + z²)]である。積分をu = x − B/2およびu = x + B/2の範囲で計算すると**逆正接の形**が得られる。

$$\Delta\sigma_z = \frac{q}{\pi}\left\{\tan^{-1}\frac{z}{x-B/2} - \tan^{-1}\frac{z}{x+B/2} - \frac{B\,z\,[x^2 - z^2 - B^2/4]}{[x^2 + z^2 - B^2/4]^2 + B^2 z^2}\right\}$$

逆正接は**ラジアン**単位である；Δ σ$_z$は+xと−xの位置で等しい（帯状荷重は中心線に関して対称である）。

式は書かれたとおりx ≥ B/2で成立する。0 ≤ x < B/2では最初の逆正接が負となり、**π + tan⁻¹[z/(x − B/2)]**で置き換える。ちょうどx = B/2ではπ/2である

数値検証（q = 100, B = 4, x = 1, z = 1）：線荷重解を帯状幅にわたって数値積分すると**90.2232 kPa**、閉形式解は**90.2232 kPa**

応力は角度のみに依存する

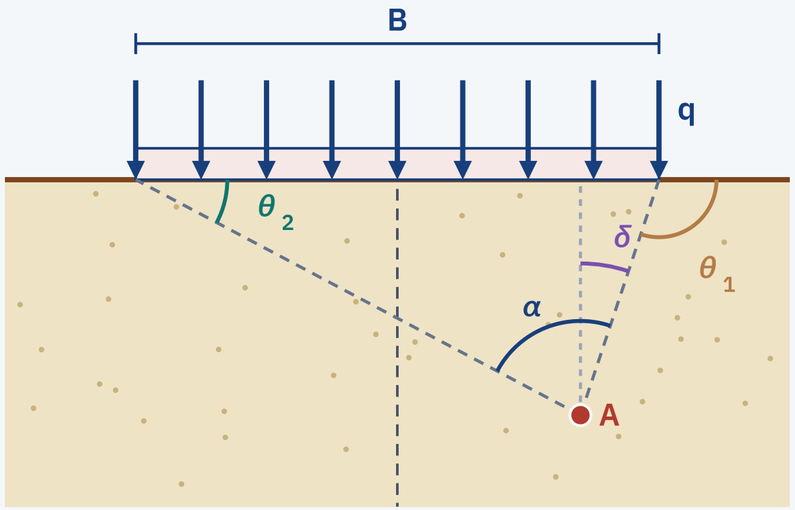
理論

同じ結果を図中の角度で表す。θ は地表面から測る。$\alpha = \theta_1 - \theta_2$ は帯状荷重がAから見込まれる角度である。**δ** は鉛直線と、Aから+B/2の縁へ引いた直線とのなす角である：$\delta = 90° - \theta_1$（帯状荷重の下方では負）

$$\Delta\sigma_z = \frac{q}{\pi}\left[\alpha + \sin\alpha\,\cos(\alpha + 2\delta)\right]$$

$$F(u) = \tan^{-1}\frac{u}{z} + \frac{zu}{u^2+z^2} = \varphi + \tfrac{1}{2}\sin 2\varphi \quad (u = z\tan\varphi)$$

応力は**x/Bとz/B**のみに依存し、**qを超えない**：表面では帯状荷重の直下で $\alpha = \pi$ かつ $\Delta\sigma_z = q$；帯状荷重の側方では $\alpha = 0$



軸下と辺下

理論

軸直下（x = 0；b = B/2）では式は1項のみとなる；**縁直下**（x = b）では第1の逆正接は π /2であり、地表面では Δ σ z = q/2となる

$$\left.\frac{\Delta\sigma_z}{q}\right|_{x=0} = \frac{2}{\pi}\left[\tan^{-1}\frac{b}{z} + \frac{bz}{b^2+z^2}\right]$$

$$\left.\frac{\Delta\sigma_z}{q}\right|_{x=b} = \frac{1}{\pi}\left[\frac{\pi}{2} - \tan^{-1}\frac{z}{B} + \frac{Bz}{B^2+z^2}\right]$$

2z/B	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	6.0
中心直下（2x/B = 0）	0.959	0.818	0.550	0.396	0.306	0.208
縁直下（2x/B = 1）	0.497	0.480	0.409	0.334	0.275	0.198

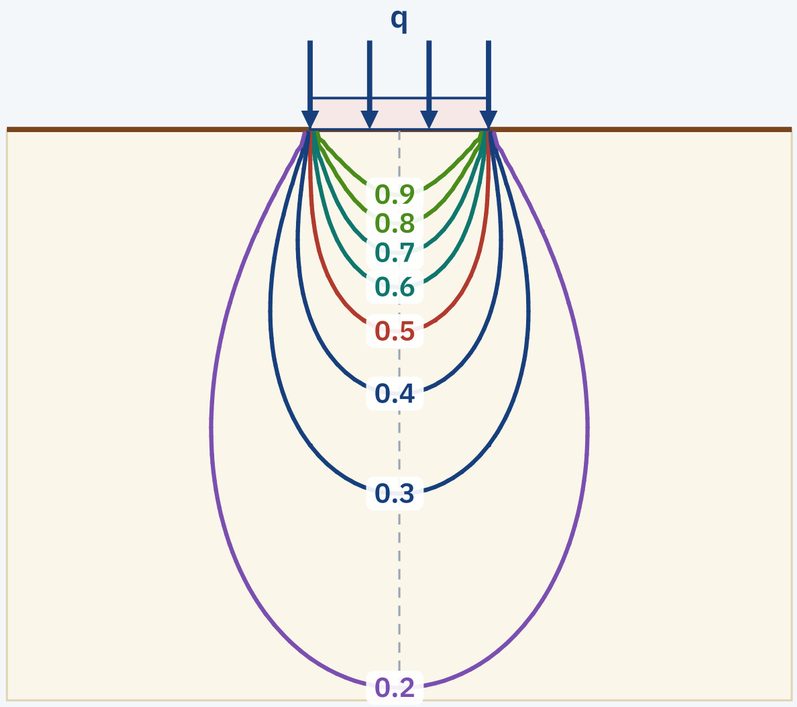
等値線：$\Delta \sigma_z/q$

理論

軸線下の応力は、深さ約**z = 1.1B**でqの半分に、**3.1B**で5分の1に、そして**6.3B**でようやく10分の1に低下する

0.6 – 0.9 の等値線は地表面近傍の帯状荷重下で密になる：よく知られた**圧力球根**

距離をBで除すと、曲線は**すべての帯状荷重で同一**となる：x/Bとz/Bで描いた単一の図が、任意のqとBに対して有効である



Δ σz/q の値

理論

2z/B \ 2x/B	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
0.0	1.000	1.000	0.500	0.000	0.000	0.000	0.000
0.5	0.959	0.902	0.497	0.089	0.019	0.006	0.003
1.0	0.818	0.735	0.480	0.214	0.084	0.036	0.017
1.5	0.668	0.607	0.448	0.271	0.146	0.077	0.042
2.0	0.550	0.510	0.409	0.288	0.185	0.114	0.071
2.5	0.462	0.436	0.370	0.285	0.205	0.141	0.095
3.0	0.396	0.379	0.334	0.274	0.211	0.157	0.114
3.5	0.345	0.334	0.302	0.258	0.210	0.165	0.127
4.0	0.306	0.298	0.275	0.242	0.205	0.168	0.134
5.0	0.248	0.244	0.231	0.212	0.188	0.164	0.139
6.0	0.208	0.206	0.198	0.186	0.171	0.154	0.136

Δ σ_z = q・（表の値）。表の各値は同じ式から得られる。z = 0の行は地表である（帯状荷重の下で1、縁で0.5、外側で0）。

重ね合わせ

理論

地盤は**弾性**であるため、各帯状荷重の応力を別々に求め、合計する。各帯状荷重はそれぞれのq、B、軸線で定義され、モジュールには最大8本の帯状荷重を入力できる

帯状荷重は**重なってはならない**：2つが辺で接することはできる。各帯状荷重の応力は**それぞれのx値**、すなわち点Aからその帯の中心線までの距離を用いて求める

$$\Delta\sigma_z = \sum_k \Delta\sigma_{z(k)} \qquad x_k = x_A - x_{c,k}$$

$\Delta\sigma_{z(k)}$は上記の式（q_k、B_k、x_k、z）から計算する。対称性により$|x_k|$のみが必要である。

問題

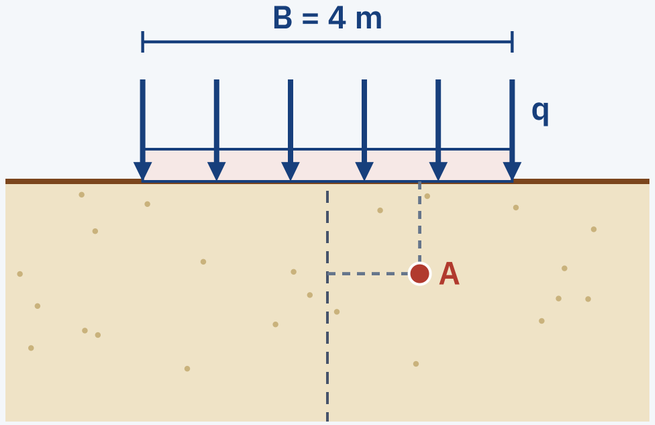
例題

与条件

帯状荷重	**弾性、鉛直：$q = 100$ kN/m²、$B = 4$ m（$b = B/2 = 2$ m）、軸線$x = 0$**
点A	**中心線から$x = 1$ m側方、深さ$z = 1$ mの位置（帯状荷重の直下）**

求めるもの

Δ σ_zと**Δ σ_z/q**：まず閉形式（逆正接）で、次に**角度形式**で検証する。



解答 (1/3)

解答

1 半幅と点Aから両端までの距離

$$b = \frac{B}{2} = 2\ \mathrm{m} \qquad x - b = 1 - 2 = -1\ \mathrm{m} \qquad x + b = 1 + 2 = 3\ \mathrm{m}$$

$$\frac{2x}{B} = 0.5 \qquad \frac{2z}{B} = 0.5$$

2 x < B/2であるから第1の逆正接は負となる。π を加える

$$\tan^{-1}\frac{z}{x-b} = \tan^{-1}\frac{1}{-1} = -0.7854 \;\Rightarrow\; A_1 = \pi + (-0.7854) = \mathbf{2.3562}$$

$$A_2 = \tan^{-1}\frac{z}{x+b} = \tan^{-1}\frac{1}{3} = \mathbf{0.3218}$$

点Aは帯状荷重の**下方**にある（|x| = 1 m < B/2 = 2 m）。したがって第1の逆正接に π の補正が必要である。A_1 = 2.3562、A_2 = 0.3218 rad。

解答 (2/3)

解答

3 第3項（代数的項）

$$T = \frac{B\,z\,(x^2 - z^2 - b^2)}{(x^2 + z^2 - b^2)^2 + B^2 z^2} = \frac{4(1)(1 - 1 - 4)}{(1 + 1 - 4)^2 + 16(1)} = \frac{-16}{20} = \mathbf{-0.8000}$$

4 影響値と応力

$$\frac{\Delta\sigma_z}{q} = \frac{1}{\pi}\left[A_1 - A_2 - T\right] = \frac{1}{\pi}\left[2.3562 - 0.3218 - (-0.8)\right] = \mathbf{0.9022}$$

$$\Delta\sigma_z = 0.9022\,(100) = \mathbf{90.22}\ \text{kPa}$$

Δ σ$_z$ = 90.22 kPa：A点における応力は表面圧力の**90.2%**である（Δ σ$_z$/q = 0.9022）。応力はq = 100 kPaを超えない。

解答 (3/3)

解答

5 角度：θ は地表面から、δ は鉛直から

$$\theta_1 = 135.00^\circ \quad (x - b < 0) \qquad \theta_2 = \tan^{-1}\frac{z}{x+b} = 18.43^\circ$$

$$\alpha = \theta_1 - \theta_2 = 116.57^\circ = 2.0344 \text{ rad}$$

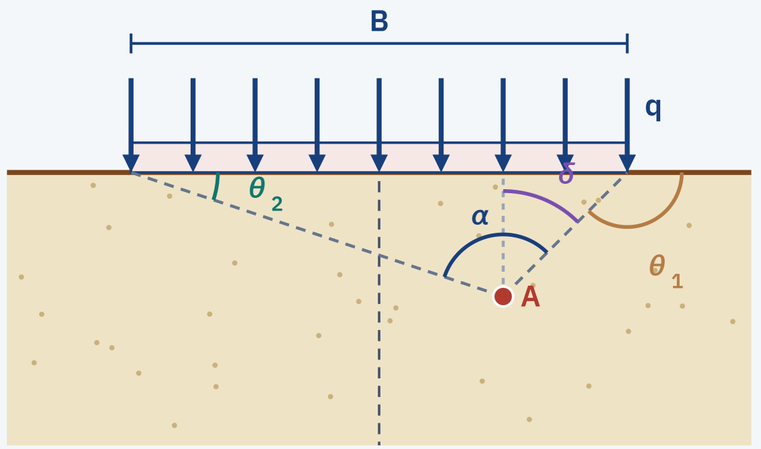
$$\delta = 90^\circ - \theta_1 = -\mathbf{45}^\circ$$

6 角度形式

$$\Delta\sigma_z = \frac{q}{\pi}\left[\alpha + \sin\alpha\cos(\alpha + 2\delta)\right]$$

$$= \frac{100}{\pi}\left[2.0344 + (0.8944)\cos(26.57^\circ)\right]$$

$$= \frac{100}{\pi}(2.8344) = \mathbf{90.22} \text{ kPa}$$



二つの形式は**同じ結果**を与える：Δ σ z = 90.22 kPa。モジュールも同じ値を与える。角度形式は、応力が角度のみ、すなわちx/Bとz/Bのみに依存することを示す。

GeoTervaで解答を確認する ↗

問題

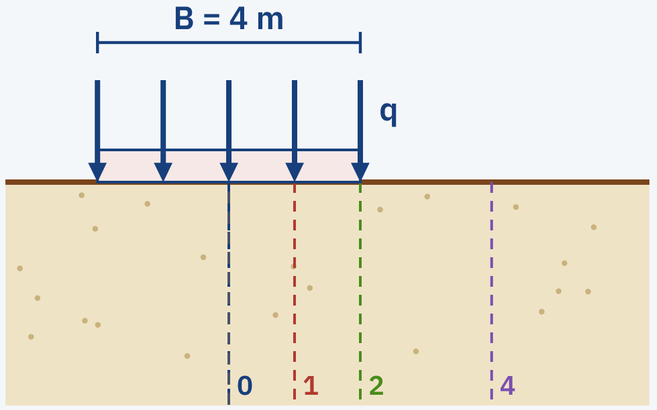
例題

与条件

帯状荷重	$q = 100$ kN/m²、$B = 4$ m、中心線$x = 0$（例題1の帯状荷重）
直線	$x = 0$（軸）、$x = 1$ m（Aの線）、$x = 2$ m（縁）、$x = 4$ m（縁から2 m外側）
深さ	$z = 0.5 \ldots 12$ m

求めるもの

各線に沿った$\Delta \sigma_z$の深さ方向の変化；軸下で応力がq/2、q/5、q/10となる深さ。

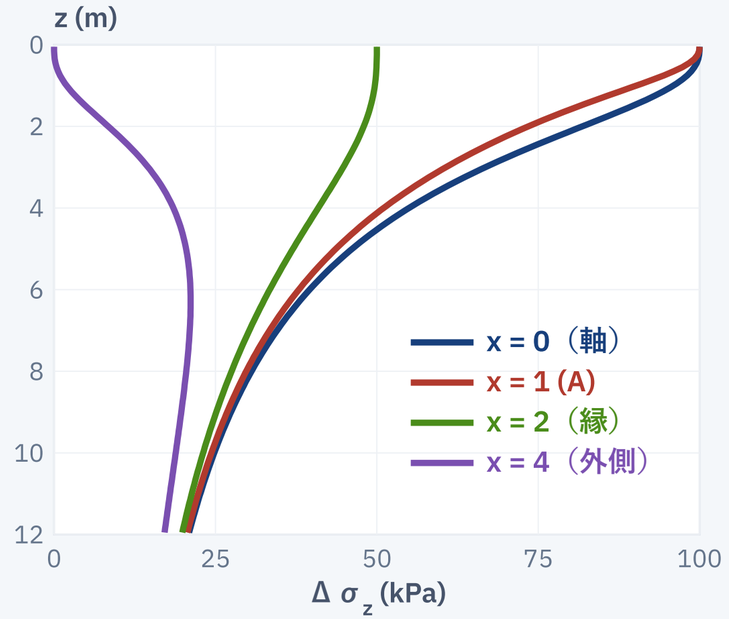


解答 (1/2)

解答

z (m)	2z/B	x = 0（軸）	x = 1 m (A)	x = 2 m（縁）	x = 4 m（範囲外）
0.5	0.250	99.38	97.88	49.96	0.30
1.0	0.500	95.95	**90.22**	49.69	1.93
1.5	0.750	89.59	81.38	49.04	4.90
2.0	1.000	81.83	73.47	47.97	8.39
3.0	1.500	66.82	60.71	44.80	14.57
4.0	2.000	54.98	51.05	40.92	18.48
5.0	2.500	46.18	43.65	37.00	20.45
6.0	3.000	39.58	37.91	33.41	21.12
8.0	4.000	30.58	29.76	27.49	20.47
10.0	5.000	24.81	24.36	23.09	18.84
12.0	6.000	20.84	20.57	19.79	17.07

中心直下では応力は地表面から深くなるにつれてゆっくり減少する（z = 12 mで20.8 kPa）。**縁直下**では地表面でq/2に非常に近く（50.0 kPa）、その後減少する。**外側**の直線上では応力はまず増加し、z ≈ 6 mで最大（21.1 kPa）となり、その後減少する。



解答 (2/2)

解答

1 軸直下では式は1項のみとなる（x = 0、b = B/2 = 2 m）

$$\frac{\Delta\sigma_z}{q} = \frac{2}{\pi}\left[\tan^{-1}\frac{b}{z} + \frac{bz}{b^2+z^2}\right] \qquad z = 1.132B = 4.53\ \text{m} \Rightarrow \frac{2}{\pi}[0.4159 + 0.3695] = \mathbf{0.500}$$

2 3つの深さにおける式の値

影響値	z/B	z (m)	$\tan^{-1}(b/z)$	$bz/(b^2+z^2)$	$\Delta\sigma_z/q$	$\Delta\sigma_z$ (kPa)
q/2	1.132	4.53	0.4159	0.3695	**0.500**	50.00
q/5	3.130	12.52	0.1584	0.1558	**0.200**	20.00
q/10	6.340	25.36	0.0787	0.0784	**0.100**	10.00

軸直下の応力は**z = 1.13B = 4.5 m**でq/2に、**3.13B = 12.5 m**でq/5に、**6.34B = 25.4 m**でq/10に低下する。すなわち帯状荷重の幅の数倍の深さまで地盤は依然として荷重下にある。

GeoTervaで解答を確認する ↗

問題

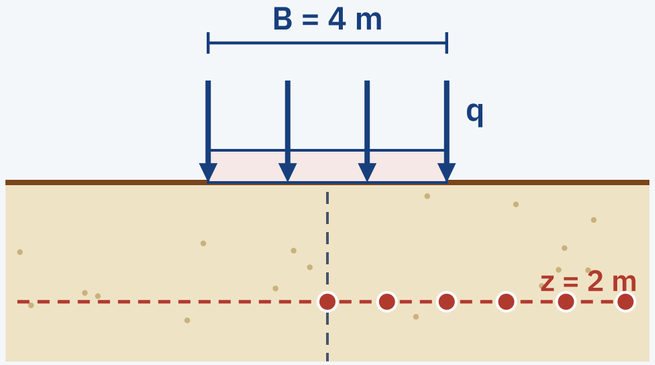
例題

与条件

帯状荷重	$q = 100$ kN/m², $B = 4$ m, $x = 0$ $(b = 2$ m$)$
直線	深さ$z = 2$ mにおける水平線；点は$x = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8$ m
手計算	縁の下方$x = b = 2$ mおよび帯状荷重の外側$x = 3$ m

求めるもの

縁の直下（x = B/2）および**帯状荷重の外側**（x = 3 m）で Δ σ_zを手計算する；z = 2 mにおける水平方向の全分布；x = −3 mとx = +3 mの比較。



解答 (1/3)

解答

1 x = b = 2 m、z = 2 m：第1の逆正接はちょうど $\pi/2$ である

$$A_1 = \tan^{-1}\frac{z}{x-b} = \tan^{-1}\frac{2}{0} = \frac{\pi}{2} = 1.5708 \qquad A_2 = \tan^{-1}\frac{2}{4} = 0.4636$$

$$T = \frac{4(2)(4-4-4)}{(4+4-4)^2+16(4)} = \frac{-32}{80} = -0.4$$

2 影響値と応力

$$\frac{\Delta\sigma_z}{q} = \frac{1}{\pi}\left[1.5708 - 0.4636 - (-0.4)\right] = \mathbf{0.4797}$$

$$\Delta\sigma_z = 0.4797\,(100) = \mathbf{47.97}\ \text{kPa}$$

縁の下では、応力は表面におけるq/2の値から、深さz = 2 mで**47.97 kPa**（qの48.0%）まで低下する。縁の直下では第1の逆正接は $\pi/2$ であるため、π の補正は不要である。

解答 (2/3)

解答

3 x = 3 m > b：両方の逆正接をそのまま計算する（x − b = 1、x + b = 5）

$$A_1 = \tan^{-1}\frac{2}{1} = 1.1071 \qquad A_2 = \tan^{-1}\frac{2}{5} = 0.3805$$

$$T = \frac{4(2)(9-4-4)}{(9+4-4)^2+16(4)} = \frac{8}{145} = 0.0552$$

4 影響値と応力

$$\frac{\Delta\sigma_z}{q} = \frac{1}{\pi}\left[1.1071 - 0.3805 - 0.0552\right] = \mathbf{0.2137}$$

$$\Delta\sigma_z = 0.2137\,(100) = \mathbf{21.37}\ \text{kPa}$$

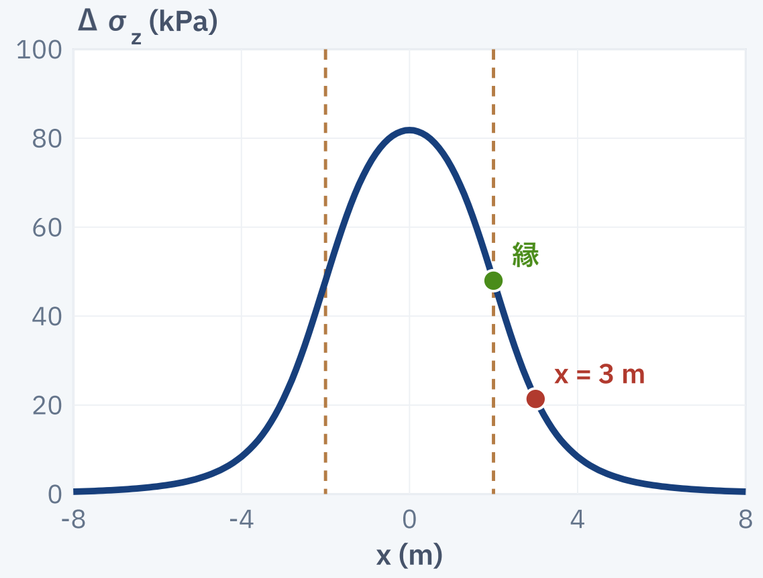
帯状荷重の**1 m外側**（x = 3 m）では応力は21.37 kPaである。この点に荷重はないが、地盤は応力を伝える。対称性からx = −3 mでも**21.37 kPa**が得られる（モジュールも同じ値を与える）。

解答 (3/3)

解答

x (m)	2x/B	Δ σ_z (kPa)	Δ σ_z/q	位置
0	0.00	81.83	0.8183	軸
1	0.50	73.47	0.7347	帯状荷重の直下
2	1.00	47.97	0.4797	縁
3	1.50	21.37	0.2137	外側
4	2.00	8.39	0.0839	外側
5	2.50	3.58	0.0358	外側
6	3.00	1.72	0.0172	外側
8	4.00	0.53	0.0053	外側

応力は軸上で最大となり（81.8 kPa）、縁部で48.0 kPa（qのほぼ半分）まで低下し、帯状荷重の外側では急速に減衰する：x = 8 mで0.53 kPa。分布はx = 0の軸に関して**対称**である。



GeoTervaで解答を確認する ↗

問題

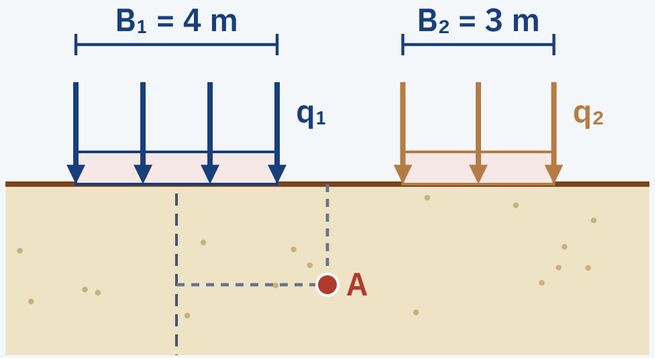
例題

与条件

1番目の帯状部分	$q_1 = 100$ kN/m²、$B_1 = 4$ m、中心線 $x_{c1} = 0$（−2 … 2 m）
2番目の帯状部分	$q_2 = 60$ kN/m²、$B_2 = 3$ m、軸線 $x_{c2} = 6$ m（4.5 … 7.5 m）
点A	$x = 3$ m、$z = 2$ m（2本の帯状荷重の間）

求めるもの

各帯状荷重によるA点の応力と全Δ σ_z；A点下の応力の深さ方向の変化。



解答 (1/2)

解答

1 分割片1：$x_1 = 3 - 0 = 3$ m、$b = 2$ m（$x > b$）

$$A_1 = \tan^{-1}\frac{2}{1} = 1.1071 \quad A_2 = \tan^{-1}\frac{2}{5} = 0.3805 \quad T = \frac{4(2)(1)}{9^2+64} = 0.0552$$

$$\Delta\sigma_{z(1)} = \frac{100}{\pi}\left[A_1 - A_2 - T\right] = 0.2137\,(100) = \mathbf{21.37}\ \text{kPa}$$

2 第2帯状荷重：$x_2 = 3 - 6 = -3$ m（$|x_2| = 3$ m）、$b = 1.5$ m

$$A_1 = \tan^{-1}\frac{2}{1.5} = 0.9273 \quad A_2 = \tan^{-1}\frac{2}{4.5} = 0.4182 \quad T = \frac{3(2)(2.75)}{(10.75)^2+36} = 0.1089$$

$$\Delta\sigma_{z(2)} = \frac{60}{\pi}\left[A_1 - A_2 - T\right] = 0.1274\,(60) = \mathbf{7.64}\ \text{kPa}$$

3 重ね合わせ

$$\Delta\sigma_z = \Delta\sigma_{z(1)} + \Delta\sigma_{z(2)} = 21.37 + 7.64 = \mathbf{29.02}\ \text{kPa}$$

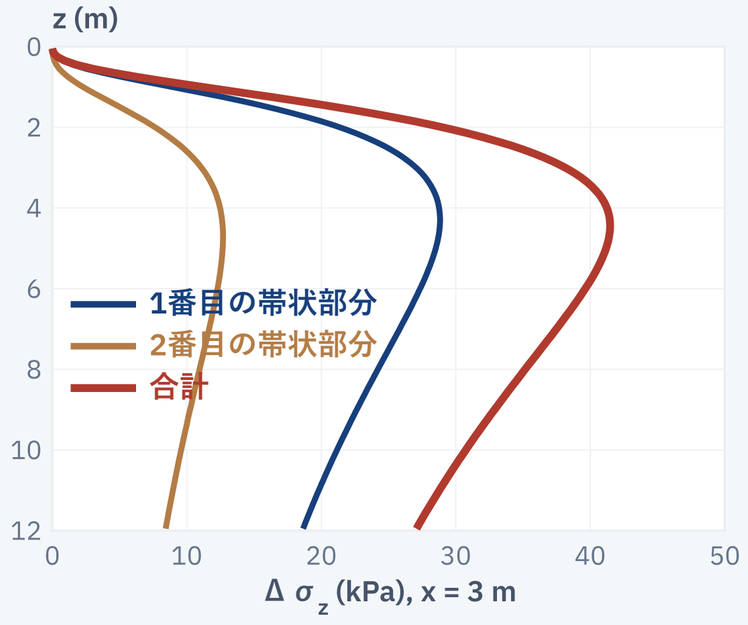
合計**$\Delta\,\sigma_z$ = 29.02 kPa**。モジュールも同じ値を与える。2番目の帯の寄与は合計の26%である。

解答 (2/2)

解答

z (m)	第1帯 (kPa)	第2帯 (kPa)	合計 (kPa)	分割片2の分担分
1	8.92	2.28	**11.21**	20 %
2	21.37	7.64	**29.02**	26 %
3	27.05	11.09	**38.14**	29 %
4	28.76	12.47	**41.24**	30 %
6	27.35	12.28	**39.63**	31 %
8	24.21	10.95	**35.16**	31 %
12	18.59	8.41	**26.99**	31 %

Aの下方の全応力はz ≈ 4.5 mで最大となり（41.5 kPa）、その後減少する。地表に近い層では第1の帯状荷重が支配的であり、深部では2つの帯状荷重の寄与が互いに近づく（z = 12 mで第2の帯状荷重の寄与は31%）。



GeoTervaで解答を確認する ↗

問題

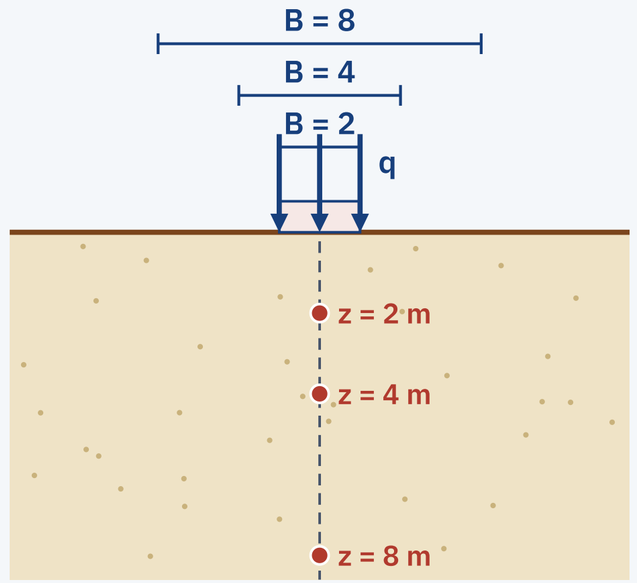
例題

与条件

幅の影響	同じ$q = 100$ kN/m²；$B = 2,\ 4,\ 8$ m；軸直下で$z = 2,\ 4,\ 8$ m
狭い帯状荷重	荷重強度$P = qB = 100$ kN/mは一定、$B = 2,\ 1,\ 0.5,\ 0.1$ m、点$x = 2$ m、$z = 2$ m
比較	線荷重：$\Delta\sigma_z = 2Pz^3/[\pi(x^2+z^2)^2]$

求めるもの

z/Bが同じであれば応力も同じであることを示す。帯状荷重が狭くなるにつれて結果が**線荷重**の値に近づくことを確認する。



解答 (1/2)

解答

1 軸直下、B = 2 m、z = 2 m（z/B = 1；b = 1 m）

$$\frac{\Delta\sigma_z}{q} = \frac{2}{\pi}\left[\tan^{-1}\frac{1}{2} + \frac{1(2)}{1+4}\right] = \frac{2}{\pi}\left[0.4636 + 0.4\right] = 0.5498 \;\Rightarrow\; \Delta\sigma_z = \mathbf{54.98}\ \text{kPa}$$

2 3つの幅、3つの深さ（軸直下、kPa）

B (m)	z = 2 m	z = 4 m	z = 8 m
2	54.98 (z/B = 1.00)	30.58 (z/B = 2.00)	15.75 (z/B = 4.00)
4	81.83 (z/B = 0.50)	54.98 (z/B = 1.00)	30.58 (z/B = 2.00)
8	95.95 (z/B = 0.25)	81.83 (z/B = 0.50)	54.98 (z/B = 1.00)

応力は**z/Bのみ**に依存する：B = 2 m、z = 2 m；B = 4 m、z = 4 m；B = 8 m、z = 8 mはいずれも**54.98 kPa**を与える。同じqで**幅の広い帯状基礎ほど深部まで**影響する：z = 8 mにおいて、B = 2 mでは15.8 kPa、B = 8 mでは55.0 kPaである。

解答 (2/2)

解答

3 線荷重の解（P = 100 kN/m；x = 2 m、z = 2 m）

$$\Delta\sigma_z = \frac{2Pz^3}{\pi\left(x^2+z^2\right)^2} = \frac{2(100)(2)^3}{\pi(4+4)^2} = \frac{1{,}600}{201.06} = \mathbf{7.958}\ \text{kPa}$$

4 同じP = qBで次第に細くなる帯状荷重（閉形式、同一点）

B (m)	q = P/B (kPa)	Δ σ_z（帯状荷重、kPa）	線荷重との差
2.0	50	9.242	%16.1
1.0	100	8.287	%4.1
0.5	200	8.041	%1.0
0.1	1,000	7.961	%0.0
→ **0**	→ ∞	**7.958**（線荷重）	0

Bが小さくなるにつれ、帯状解は**9.24 kPa**から線荷重の値**7.96 kPa**に近づく；B = 0.1 mでは差はわずか0.04%である。線荷重は帯状荷重のB → 0の極限である。

GeoTervaで解答を確認する ↗

まとめ

ポイントのまとめ

閉形式：$\Delta\sigma_z = (q/\pi)\{\tan^{-1}[z/(x - B/2)] - \tan^{-1}[z/(x + B/2)] - Bz[x^2 - z^2 - B^2/4] / ([x^2 + z^2 - B^2/4]^2 + B^2z^2)\}$；$x < B/2$の場合は最初の逆正接に$\pi$を加える

角度表示：$\Delta\sigma_z = (q/\pi)[\alpha + \sin\alpha\cos(\alpha + 2\delta)]$、$\alpha = \theta_1 - \theta_2$、$\delta = 90° - \theta_1$。応力は**x/Bおよびz/B**のみに依存し、qを超えることはない。地表面では帯状基礎の直下でq、縁でq/2、外側で0となる

例題（$q = 100$ kN/m²、$B = 4$ m；A：$x = 1$、$z = 1$ m）：A_1 2.3562、A_2 0.3218、T -0.8 → $\Delta\sigma_z/q$ = **0.9022**；**$\Delta\sigma_z$ = 90.22 kPa**；角度形式も同じである

応力球根：軸線直下でq/2、q/5、q/10となる深さは1.13B、3.13B、6.34Bである。**重ね合わせ**：各帯状荷重をそれぞれのx値で扱う；2本の帯状荷重の例では21.37 + 7.64 = **29.02 kPa**

極限：同じz/Bは同じ応力を与える；P = qBを一定としてB → 0とすると、帯状荷重、線荷重の解に近づく

参考文献

Das, B.M. (2018). Principles of Geotechnical Engineering, 9th ed. Cengage Learning.

注記

数値例はすべてモジュール自身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。モジュールは$q = 100$ kN/m²、$B = 4$ m、A（$x = 1$ m, $z = 1$ m）で開く。

GeoTerva

オンライン地盤工学計算

理論から実務へ

独自の帯状荷重（q、B、中心線）とA点をGeoTervaに入力する。モジュールは応力、等応力曲線、深さ方向の分布、手順ごとの解答およびレポートをまとめて出力する。

モジュールを開く →

理論ページ →

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。

講義で使用したい場合：info@geoterva.com