

ver 10
No. サンプル

滑動計算書

ドレンかご

栗原建材産業株式会社

1. 設計条件

以下の条件に基づき、延長 **1m** 当たりのかごの滑動について検討する。

【参考資料】

「杭基礎設計便覧」	社団法人 日本道路協会
「道路土工 切土工・斜面安定工指針」	社団法人 日本道路協会
「杭基礎の設計」	株式会社 山海堂

検討断面に関する数値

法面勾配	1 : 1.5 ($\theta = 33.69^\circ$)
かごの単位体積重量	$\gamma = 18$ (kN/m ³) ※ 切込砂利、碎石
かごの法長	SL=2.00 (m)
かごの厚さ	t=0.25 (m)
かごと地盤の摩擦係数	$\mu = 0.6$
地盤のN値	N=5
滑動安全率	Fs\geq1.2

杭に関する数値

杭の材質	JIS G 3112 鉄筋コンクリート用棒鋼 SD 295A、SD 295B 、もしくは、 SD345
杭の寸法	呼び名 D22 公称直径 $D = 2.22 \times 10^{-2}$ (m)
杭の断面積	$A = \pi D^2 / 4 = 3.87 \times 10^{-4}$ (m ²)
杭の断面係数	$Z = \pi D^3 / 32 = 1.07 \times 10^{-6}$ (m ³)
杭の断面二次モーメント	$I = \pi D^4 / 64 = 1.19 \times 10^{-8}$ (m ⁴)
杭の許容引張応力度	$\sigma_{sa} = 180$ (N/mm ²)
杭の許容せん断応力度	$\tau_{sa} = 100$ (N/mm ²) ※ $\sigma_{sa} / \sqrt{3}$
杭の弾性係数	$E = 2.00 \times 10^8$ (kN/m ²)

2. かごの滑動検討

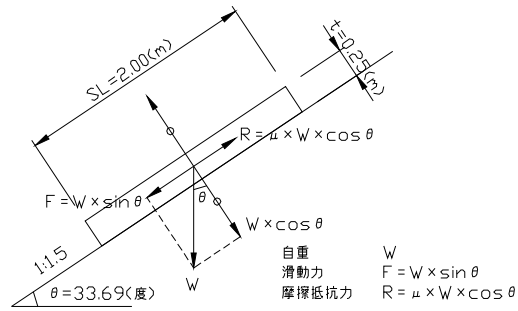


図 1 検討図

法面上のかごには、自重 W による滑動力 F と、摩擦抵抗力 R が作用する。かごの滑動は、これらの力から滑動安全率 F_s を算定して検討する。

$$\begin{aligned} \text{自重 } W &= g \times t \times SL \\ &= 18 \times 0.25 \times 2.00 \\ &= 9.00(kN) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{滑動力 } F &= W \times \sin q \\ &= 9.00 \times \sin(33.69) \\ &= 4.99(kN) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{摩擦抵抗力 } R &= m \times W \times \cos q \\ &= 0.6 \times 9.00 \times \cos(33.69) \\ &= 4.49(kN) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{滑動安全率 } F_s &= \frac{R}{F} \\ &= \frac{4.49}{4.99} \quad \dots \dots \text{式 1} \\ &= 0.90 < 1.2 \end{aligned}$$

したがって、滑動安全率 F_s が 1.2 未満となるので、杭による滑動防止対策を検討する。

3. 杭の状態式

杭は地上に突出し、杭頭の傾きは自由とする。荷重はかごの厚さの範囲で杭に作用するが、厚さの $1/2$ の位置で集中作用するものとして置き換える。ここで、杭は半無限長とし、杭の変位による地盤の挙動は、弾性状態の範囲内とする。

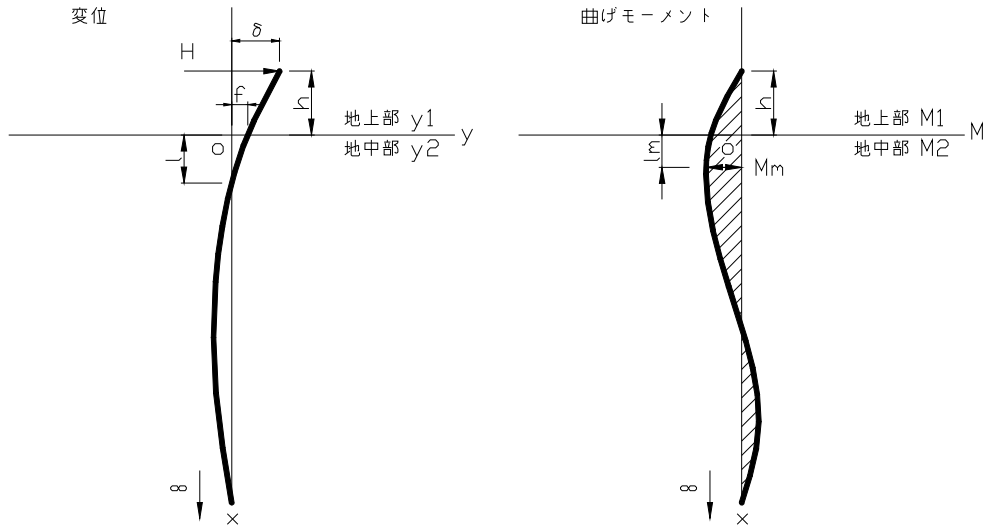


図2 杭の状態

杭の深さ x と変位 y の関係式は、以下のように示される。

$$\text{地上部 } (x < 0) \quad EI \frac{d^4 y_1}{dx^4} = 0$$

$$\text{境界条件 } x = -h \text{ で、 } -EI \frac{d^2 y_1}{dx^2} = 0 \quad \text{また} \quad EI \frac{d^3 y_1}{dx^3} = H$$

$$\text{地中部 } (x \geq 0) \quad EI \frac{d^4 y_2}{dx^4} = -p \quad p = k_H D y_2 \quad k_H: \text{水平方向地盤反力係数}$$

$$\text{境界条件 } x = \infty \text{ で、 } y_2 = 0$$

地表面において、変位、傾きが連続していることから、

$$\text{境界条件 } x = 0 \text{ で、 } y_1 = y_2 \quad \text{また} \quad \frac{dy_1}{dx} = \frac{dy_2}{dx}$$

上記の関係式を解くことにより、以下の状態式が得られる。

表1 杭の状態式

変位 y (m)	<p>地上部 $y_1 = \frac{H}{6EIb^3} [b^3x^3 + 3b^3hx^2 - 3(1+2bh)bx + 3(1+bh)]$</p> <p>地中部 $y_2 = \frac{H}{2EIb^3} e^{-bx} [(1+bh)\cos bx - bh\sin bx]$</p> <p>特性値 $b = \sqrt[4]{k_H D / 4EI}$</p>
杭頭変位 δ (m)	$d = \frac{H}{3EIb^3} [(1+bh)^3 + 1/2]$
地表面変位 f (m)	$f = \frac{H}{2EIb^3} (1+bh)$
曲げモーメント M (kN・m)	<p>地上部 $M_1 = -H(x+h)$</p> <p>地中部 $M_2 = -\frac{H}{b} e^{-bx} [bh\cos bx + (1+bh)\sin bx]$</p> <p>地中部の最大値 $M_m = -\frac{H}{2b} \sqrt{(1+2bh)^2 + 1} \cdot \exp(-bl_m)$</p>
せん断力 S (kN)	<p>地上部 $S_1 = -H$</p> <p>地中部 $S_2 = -He^{-bx} [\cos bx - (1+2bh)\sin bx]$</p>
特徴点の深さ l (m) l_m (m)	<p>第1不動点の深さ</p> $l = \frac{1}{b} \tan^{-1} \frac{1+bh}{bh}$ <p>地中部の曲げモーメントが最大となる深さ</p> $l_m = \frac{1}{b} \tan^{-1} \frac{1}{1+2bh}$

:

:

(中略)

:

:

5. 杭を考慮したかごの滑動検討

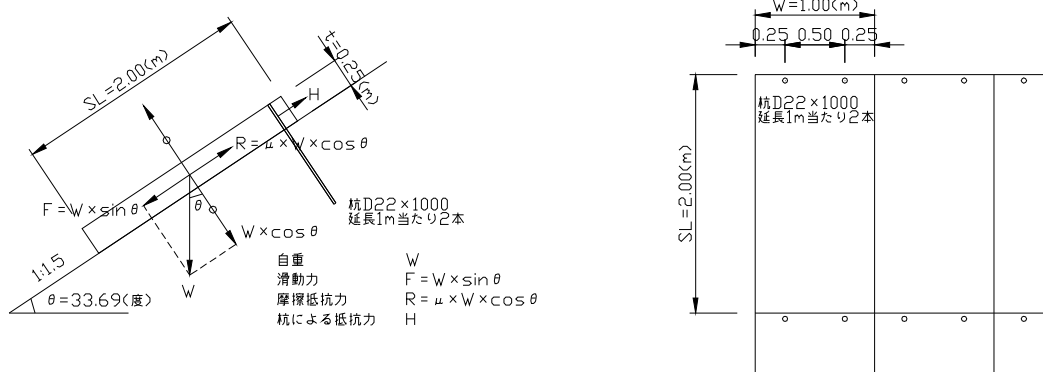


図3 検討図

5. 1. 杭の変位に対する検討

式1より、延長1m当たり杭を2本使用した場合、滑動安全率 $F_s = 1.2$ を満たすために必要な杭の抵抗力 H は、

$$\begin{aligned}
 F_s &= \frac{R + H \times 2}{F} \\
 &= \frac{4.49 + H \times 2}{4.99} \\
 &= 1.2 \qquad \therefore H = 0.749(kN)
 \end{aligned}$$

よって、式5より、杭の抵抗力 H を生じさせるために必要な地表面変位 f は、

$$\begin{aligned}
 H &= 2.33 \times 10^2 \times f \\
 0.749 &= 2.33 \times 10^2 \times f \qquad \therefore f = 3.21 \times 10^{-3}(m) = 3.21(mm)
 \end{aligned}$$

実際の計算書では、この後に詳細な検討が続きます。