

# 自立式鋼矢板土留め工計算書

## 1. 検討条件

現場名	
ケース名	
備考	

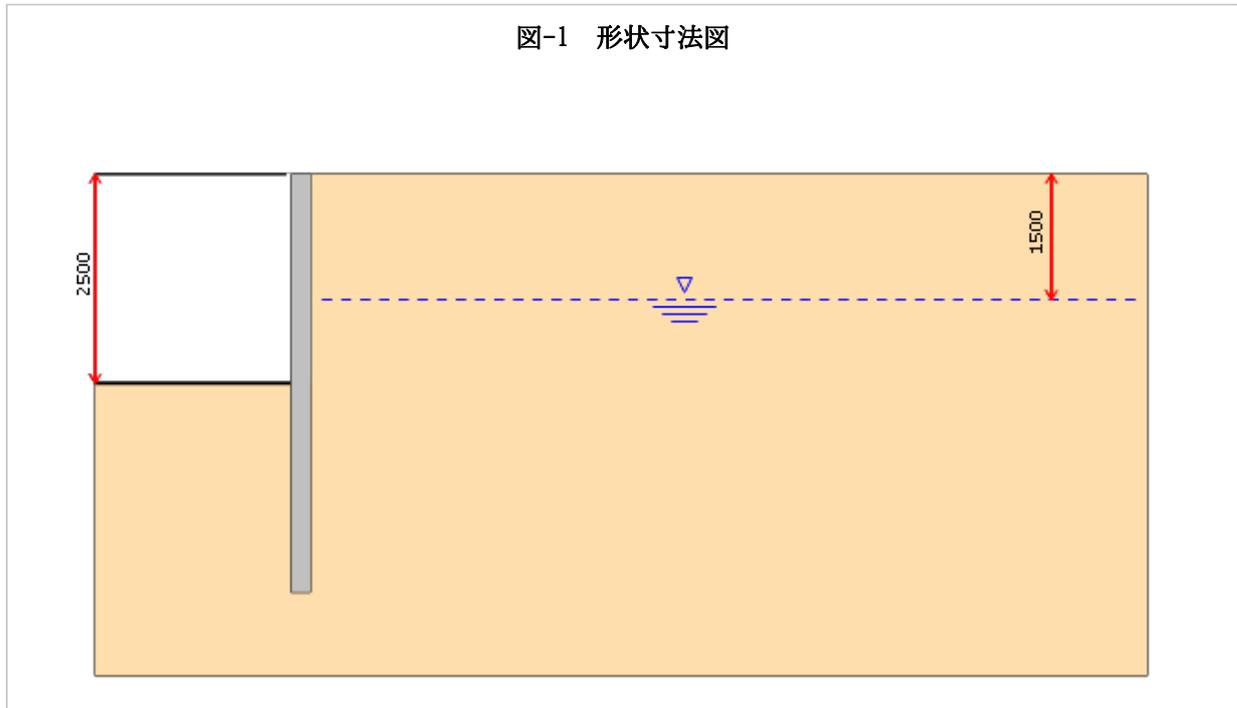
項目	記号	単位	入力値	
掘削深さ	H	m	2.500	
地下水位	$H_w$	m	1.500	
上載荷重	q	$\text{kN/m}^2$	考慮しない	
土質			砂質土	
N値	N		15	
単位体積重量	$\gamma$	$\text{kN/m}^3$	19.0	
粘着力	c	$\text{kN/m}^2$	0.0	
せん断抵抗角	$\phi$	°	30.0	
土の水中単位体積重量	$\gamma'$	$\text{kN/m}^3$	10.0	
水の単位体積重量	$\gamma_w$	$\text{kN/m}^3$	10.0	
鋼 矢 板	種類		Ⅲ型	
	寸法(w)		mm 400	
	寸法(h)		mm 125	
	寸法(t)		mm 13.0	
	断面積	A	$\text{cm}^2$	76.42
	断面係数	Z	$\text{cm}^3/\text{m}$	1,340
	断面二次モーメント	I	$\text{cm}^4/\text{m}$	16,800
	ヤング係数	E	$\text{N/mm}^2$	$2.0 \times 10^5$
	断面二次モーメントの有効率		%	45
	断面係数の有効率		%	60
	許容曲げ応力度	$\sigma_{ba}$	$\text{N/mm}^2$	270

## <計算結果>

検討項目	記号	単位	数値	判定
最大の根入れ長	$\ell$	m	4.78	
必要な矢板長さ	L	m	7.3	
曲げ応力度	$\sigma$	$\text{N/mm}^2$	$31.3 < 270$	O.K.
頭部変位量	$\delta$	mm	$15.2 < 75$	O.K.

## 1) 掘削深さ及び設計断面

均一な砂質土地盤において、図-1に示すような仮設土留め工を計画する。  
工法としては、掘削深さが 2.500 mで地下水位が 1.500 mであることから、自立式鋼矢板工法を選定した。



## 2) 土質条件

均一な砂質土地盤とする。

$$N = 15$$

$$\phi = 30.0^\circ$$

$$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma' = \gamma - 9.0 = 10.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{地下水位: } 1.500 \text{ m}$$

## 3) 上載荷重

上載荷重は 考慮しない。

## 4) 使用鋼材

土留矢板に使用する鋼矢板として鋼矢板Ⅲ型を用いる。

● 鋼矢板Ⅲ型の断面性能

$$\text{断面積} A = 76.42 \text{ cm}^2 \text{ (1枚当たり)}$$

$$\text{断面係数} Z = 1,340 \text{ cm}^3/\text{m}$$

$$\text{断面二次モーメント} I = 16,800 \text{ cm}^4/\text{m}$$

$$\text{ヤング係数} E = 2.0 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$$

## 5) 水平地盤反力係数

---

水平地盤反力係数 $k_H$ は、標準貫入試験の値 $E_0 = 42,000 \text{ kN/m}^2$ 、 $\alpha = 1$ を使用して下式を用いると以下のとおりとなる。

$$\begin{aligned}k_{H0} &= \frac{1}{0.3} \cdot \alpha \cdot E_0 \\ &= \frac{1}{0.3} \times 1 \times 42,000 \\ &= 1.4 \times 10^5 \text{ kN/m}^3\end{aligned}$$

連続した壁体の場合、 $\eta = 1$ 、換算載荷幅 $B_H = 10 \text{ m}$ として、

$$\begin{aligned}k_H &= \eta \cdot k_{H0} \cdot \left(\frac{B_H}{0.3}\right)^{-3/4} \\ &= 1 \times 1.4 \times 10^5 \times \left(\frac{10}{0.3}\right)^{-3/4} \\ &= 10,092 \text{ kN/m}^3 \\ &= 1.0092 \times 10^{-2} \text{ N/mm}^3\end{aligned}$$

## 6) 鋼矢板の特性値

---

鋼矢板の単位幅を $B = 1,000 \text{ mm}$ とすると、鋼矢板の特性値は以下のとおりとなる。

●根入れ長の計算で用いる特性値（全断面有効とする）

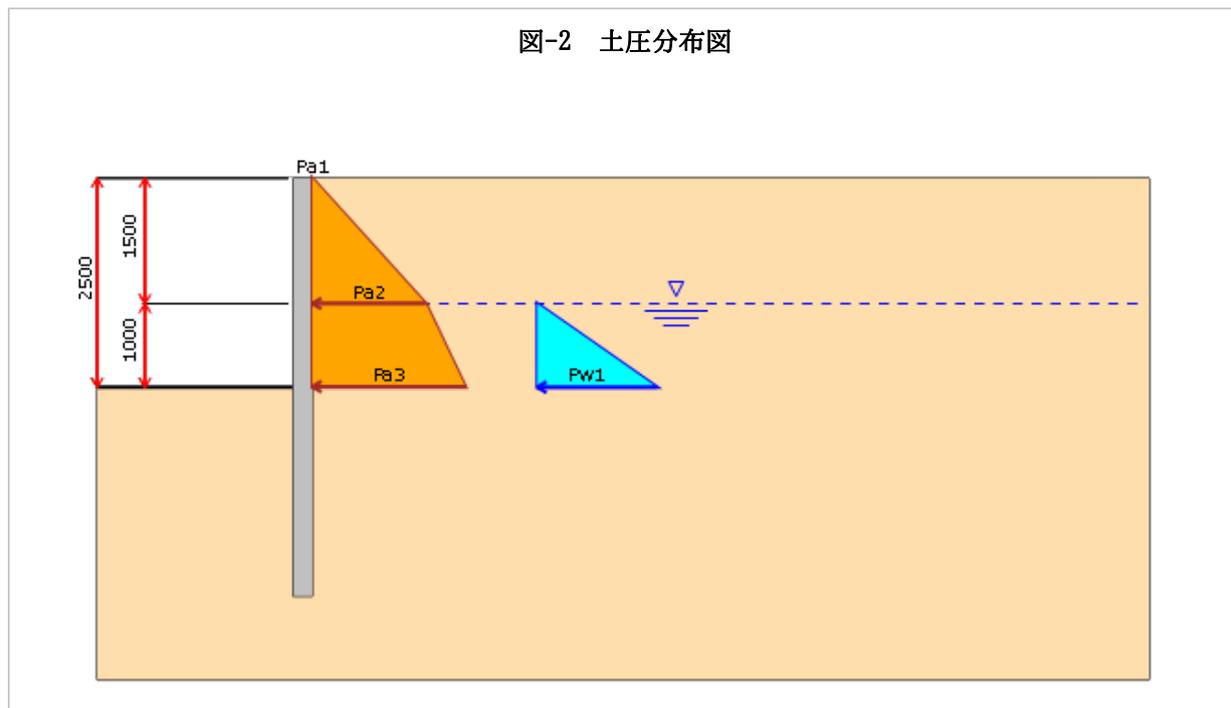
$$\begin{aligned}\beta_1 &= \sqrt[4]{\frac{k_H \cdot B}{4E \cdot I}} \\ &= \sqrt[4]{\frac{1.0092 \times 10^{-2} \times 1,000}{4 \times 2.0 \times 10^5 \times 1.68 \times 10^8}} \\ &= 0.000523 \text{ mm}^{-1} \\ &= 0.523 \text{ m}^{-1}\end{aligned}$$

●応力度の検討、頭部変位量の計算で用いる特性値（断面二次モーメントの有効率を45%とする）

$$\begin{aligned}\beta_2 &= \sqrt[4]{\frac{k_H \cdot B}{4E \cdot I}} \\ &= \sqrt[4]{\frac{1.0092 \times 10^{-2} \times 1,000}{4 \times 2.0 \times 10^5 \times 1.68 \times 10^8 \times 0.45}} \\ &= 0.000639 \text{ mm}^{-1} \\ &= 0.639 \text{ m}^{-1}\end{aligned}$$

## 2. 荷重の計算

### 1) 土圧



●主働土圧係数

$$K_a = \tan^2(45^\circ - 30.0^\circ / 2) = 0.333$$

●主働土圧強度

	ランキン土圧(kN/m <sup>2</sup> )	土圧の下限値(kN/m <sup>2</sup> )	荷重集計時に使用する土圧P <sub>a</sub> (kN/m <sup>2</sup> )
P <sub>a1</sub>	0.00	0.00	0.00
P <sub>a2</sub>	9.49	0.00	9.49
P <sub>a3</sub>	12.82	0.00	12.82

●ランキン土圧： $K_a(\sum \gamma h + q) - 2c \sqrt{K_a}$  を使用（地下水位以下では $\gamma'$ を適用）。

●土圧の下限値：砂質土では 0、粘性土では  $0.3\gamma h$  を使用（地下水位以下では $\gamma'$ を適用）。

### 2) 水圧

$$\begin{aligned} P_{w1} &= \gamma_w \cdot h_w \\ &= 10.0 \times 1.000 \\ &= 10.00 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

### 3) 荷重の集計及び作用位置

表-1 荷重集計表

	鋼矢板にかかる土圧+水圧 P(kN)	掘削底面から重心までの距離 y(m)	掘削底面回りのモーメント M(kN・m)
①	$(0.00 + 9.49) \times 1.500 / 2 = 7.12$	$1.500 \times (9.49 + 2 \times 0.00) / \{3 \times (0.00 + 9.49)\} + 1.000 = 1.500$	$7.12 \times 1.500 = 10.68$
②	$(9.49 + 22.82) \times 1.000 / 2 = 16.16$	$1.000 \times (22.82 + 2 \times 9.49) / \{3 \times (9.49 + 22.82)\} = 0.431$	$16.16 \times 0.431 = 6.96$
合計	23.28		17.64

(※単位長さ当り)

図-3 荷重図

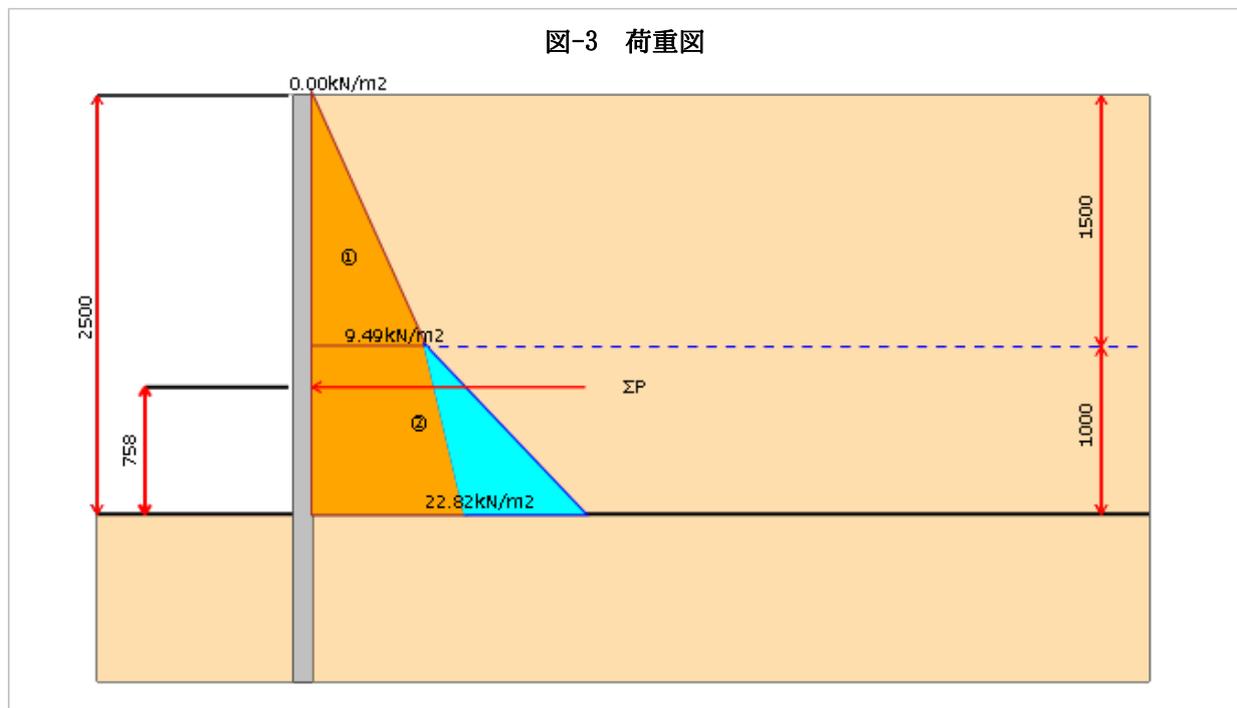


表-1から合力の作用位置（掘削底面からの高さ）は、以下のとおりとなる。

$$\begin{aligned}
 h_0 &= \frac{\sum M}{\sum P} \\
 &= \frac{17.64}{23.28} \\
 &= 0.758 \text{ m}
 \end{aligned}$$

### 3. 根入れ長の検討

自立式土留めの根入れ長は、鋼矢板の特性値、最小根入れ長から決定される根入れ長から求められる根入れ長のうちの最大のものとする。

●鋼矢板の特性値から求められる根入れ長

$$\begin{aligned}\ell_0 &= \frac{2.5}{\beta_1} \\ &= \frac{2.5}{0.523} \\ &= 4.78 \text{ m}\end{aligned}$$

●最小根入れ長

$$\ell = 2.50 \text{ m}$$

以上から、最大の根入れ長は、 $\ell = 4.78 \text{ m}$ となる。矢板長さは、掘削深さ+根入れ長であるため、以下のとおりとなる。

$$\begin{aligned}L &= 2.50 + 4.78 \\ &= 7.28 \approx 7.3 \text{ m}\end{aligned}$$

### 4. 応力度の検討

鋼矢板に作用する荷重の合力は表-1より

$$P = 23.28 \text{ kN}$$

●鋼矢板に発生する最大曲げモーメント

$$\begin{aligned}M_{\max} &= \frac{P}{2\beta_2} \sqrt{(1 + 2\beta_2 \cdot h_0)^2 + 1} \times \exp\left(-\tan^{-1} \frac{1}{1 + 2\beta_2 \cdot h}\right) \\ &= \frac{23.28}{2 \times 0.639} \sqrt{(1 + 2 \times 0.639 \times 0.758)^2 + 1} \\ &\quad \times \exp\left(-\tan^{-1} \frac{1}{1 + 2 \times 0.639 \times 0.758}\right) \\ &= 18.216 \times 2.2081 \times 0.625 \\ &= 25.14 \text{ kN} \cdot \text{m}\end{aligned}$$

●曲げ応力度（断面係数の有効率を60%とする）

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{M_{\max}}{Z} \\ &= \frac{25.14 \times 1,000,000}{1,340 \times 10^3 \times 0.6} \\ &= 31.3 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{ba} = 270 \text{ N/mm}^2 \quad \mathbf{O.K.}\end{aligned}$$

## 5. 頭部変位量

許容変位量  $\delta_a = 75$  mm以内にあることを確認する。(断面二次モーメントの有効率を45%とする)

●掘削底面での変位量

$$\begin{aligned}\delta_1 &= \frac{1 + \beta_2 \cdot h_0}{2E \cdot I \cdot \beta_2^3} \cdot P \\ &= \frac{1 + 0.000639 \times 758}{2 \times 2.0 \times 10^5 \times 1.68 \times 10^8 \times 0.45 \times 0.000639^3} \times 23.28 \times 10^3 \\ &= 4.4 \text{ mm}\end{aligned}$$

●掘削底面でのたわみ角による変位量

$$\begin{aligned}\delta_2 &= \frac{1 + 2\beta_2 \cdot h_0}{2E \cdot I \cdot \beta_2^3} \cdot P \cdot H \\ &= \frac{1 + 2 \times 0.000639 \times 758}{2 \times 2.0 \times 10^5 \times 1.68 \times 10^8 \times 0.45 \times 0.000639^3} \times 23.28 \times 10^3 \times 2,500 \\ &= 9.3 \text{ mm}\end{aligned}$$

●掘削底面以上の片持梁のたわみ量

$$\begin{aligned}P_2' &= \frac{6\Sigma M}{H^2} \\ &= \frac{6 \times 17.64 \times 10^6}{2,500^2} \\ &= 16.93 \text{ N/mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\delta_3 &= \frac{P_2' \cdot H^4}{30E \cdot I} \\ &= \frac{16.93 \times 2,500^4}{30 \times 2.0 \times 10^5 \times 1.68 \times 10^8 \times 0.45} \\ &= 1.5 \text{ mm}\end{aligned}$$

従って、たわみ量の合計は、

$$\begin{aligned}\delta &= \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 \\ &= 4.4 + 9.3 + 1.5 \\ &= 15.2 \text{ mm} < \delta_a = 75 \text{ mm} (= 2,500 \text{ mm} \times 0.03) \quad \mathbf{O.K.}\end{aligned}$$