

計算書タイトル：第2号異型管工(SP=23.25)

入力データ

設計水圧が作用する断面の直径	H:	0.141 MPa=141.0kN/m ²
管外径	D:	625.0 mm
管内径	Dc:	625.0 mm
管重	d:	600.0 mm
継手から継手までの屈曲区間の管長	Wf:	8.500 kN
上流勾配	L:	0.852 m
下流勾配	i1:	0.14630 % 下りが負
鉛直交角	i2:	0.00000 % 下りが負
平面偏角	' :	0.08382 ° =0° 5' 2"
土の水中単位体積重量	:	45.00000 ° =45° 0' 0"
土の単位体積重量	w' :	9.0 kN/m ³
土の内部摩擦角	w:	18.0 kN/m ³
水の単位体積重量	:	30 °
地表面から曲点部管心までの深さ	Wo:	9.8 kN/m ³
地下水位の有無	h:	1.880 m
地表面からブロック上面までの深さ	h1' :	あり
地表面からブロック底面までの深さ	h2' :	1.280 m
地表面から地下水面までの深さ	H3:	2.480 m
ブロック背面の幅(水平スラスト)	Bs1:	0.000 m
ブロック背面の幅(鉛直スラスト)	Bs2:	1.200 m
ブロックの周長	Lv:	1.200 m
ブロック上面の面積	As1:	4.800 m
ブロック底面の面積	As2:	1.440 m ²
地下水面位置のブロック面積	As1' :	1.440 m ²
ブロック内の管長	L1:	--- m ²
ブロック外の管長	La:	1.854 m
	Lb:	0.300 m
受働土圧の補正係数	F1:	0.300 m
主働土圧の補正係数(沈下)	F2:	1.00
主働土圧の補正係数(浮上)	F3:	1.00
ブロック底面の摩擦係数	μ2:	1.00
ブロック底面の地盤の許容支持力	rv:	0.50
コンクリートの単位体積重量	Wc:	100.00 kN/m ²
		24.50 kN/m ³

水平方向スラスト力の検討

スラスト力の算定

$$P' = 2 \cdot H \cdot c \cdot \sin(\theta/2)$$

$$= 33.1084 \text{ kN}$$

P':スラスト力

$$c: \text{設計水圧が作用する断面積}(=D^2/4=0.3068\text{m}^2)$$

滑動に対する検討

$$W1 = w \cdot h1' \cdot As1 \dots\dots\dots \text{地下水位なしまたは ブロック底}$$

$$W1 = w \cdot h1' \cdot As1 \dots\dots\dots \text{ブロック底} < \text{地下水位} < \text{ブロック頂}$$

$$W1 = \{w \cdot H3 + w' \cdot (h1' - H3)\} As1 \dots\dots\dots \text{ブロック頂} < \text{地下水位}$$

ここで、h1' > H3 であるから 式により、

$$= 16.5888 \text{ kN}$$

$$W2 = Wf \cdot (L1 + La + Lb) / L + d^2 \cdot \pi / 4 \cdot (L1' + L2') \cdot Wo$$

$$= 30.4509 \text{ kN}$$

$$W3 = \{(As1 + As2) \cdot (h2' - h1') / 2 - Dc^2 \cdot \pi / 4 \cdot L1\} \cdot Wc, \{As2 \cdot (h2' - h1') - Dc^2 \cdot \pi / 4 \cdot L1\} \cdot Wc$$

$$= 28.4004 \text{ kN}$$

$$U = \{Vu + Ap \cdot (La + Lb)\} \cdot Wo$$

$$= 18.7384 \text{ kN}$$

$$Ws = W1 + W2 + W3 - U$$

$$= 56.7017 \text{ kN}$$

U:ブロック及び巻立て外の管に作用する浮力

Vu:浮力を受けるブロック体積(=(As1+As2)/2・(h2'-h1'))=1.728m³)

Ap:浮力を受ける管の断面積(=Dc²・π/4=0.307m²)

W1:ブロック上の埋戻土による鉛直荷重(地下水位以下は、土の水中単位体積重量を用いる)

W2:曲管類の重量および管内水重

W3:ブロックの重量

Ws:ブロック底面に加わる全荷重

$$Rh1 = \mu 2 \cdot Ws$$

$$= 28.3509 \text{ kN}$$

$$Rh2 = F1 \cdot 1/2 \cdot Kp \cdot w \cdot Bs1 \cdot (h2'^2 - h1'^2) \dots\dots\dots \text{地下水位なしまたは ブロック底}$$

$$Rh2 = F1 \cdot 1/2 \cdot Kp \cdot Bs1 \cdot \{w(h2'^2 - h1'^2) - (w - w')(h2' - H3)^2\} \dots\dots\dots \text{ブロック底} < \text{地下水位} \text{ ブロック頂}$$

$$Rh2 = F1 \cdot 1/2 \cdot Kp \cdot Bs1 \cdot \{w'(h2'^2 - h1'^2) + 2(w - w')(h2' - h1')H3\} \dots\dots\dots \text{ブロック頂} < \text{地下水位}$$

ここで、h1' > H3 であるから 式により、

$$\begin{aligned}
&= 73.0944 \quad \text{kN} \\
R_h &= R_{h1} + R_{h2} \\
&= 101.4453 \quad \text{kN} \\
&\quad R_h: \text{水平方向抵抗力} \\
&\quad R_{h1}: \text{水平方向抵抗力(ブロック底面の摩擦抵抗力)} \\
&\quad R_{h2}: \text{水平方向抵抗力(ブロック背面の受動土圧)} \\
&\quad K_p: \text{受働土圧係数}(=\tan^2(45^\circ - \phi/2)=3.000) \\
R_h &\quad s \cdot P' \\
101.445 &\quad 49.663 \quad \text{kN} \cdots \cdots \cdots 0 \text{ k} \\
&\quad s: \text{安全率}(=1.5)
\end{aligned}$$

鉛直方向〔上向き〕スラスト力の検討

スラスト力の算定

$$\begin{aligned}
i' &= \tan^{-1}(i_1/100) - \tan^{-1}(i_2/100) \\
&= 0.08382^\circ = 0.001463 \text{ rad} \\
&\quad i': \text{鉛直偏角} \\
P' &= 2 \cdot H \cdot c \cdot \sin(i'/2) \\
&= 0.0633 \quad \text{kN} \\
&\quad P': \text{スラスト力} \\
&\quad c: \text{設計水圧が作用する断面積}(=D^2/4=0.3068 \text{ m}^2) \\
&= 0.0000 \quad \%(\text{異符号なので負, スラストの向きが上流向きなので下流勾配}) \\
&= 0.0000^\circ = 0 \text{ rad} \\
&\quad i: \text{曲折部と水平とのなす角} \\
&\quad \text{上流と下流の勾配が同一符号なら正、逆は負} \\
&\quad \text{スラスト力の向きが上流向きなら下流勾配を } i \text{、下流向きなら上流勾配を } -i \text{ とする} \\
P_h &= P' \cdot \sin(i'/2 + i) \\
&= 0.0000 \quad \text{kN} \\
P_v &= P' \cdot \cos(i'/2 + i) \\
&= 0.0633 \quad \text{kN} \\
&\quad P_h: \text{スラストの水平分力} \\
&\quad P_v: \text{スラストの鉛直分力}
\end{aligned}$$

滑動に対する検討

$$\begin{aligned}
R_{h1} &= \mu_2 \cdot W_s \\
&= 28.3509 \quad \text{kN} \\
R_{h2} &= F_1 \cdot 1/2 \cdot K_p \cdot w \cdot B s_2 \cdot (h_2'^2 - h_1'^2) \quad \cdots \cdots \cdots \text{地下水位なしまたはブロック底} \\
R_{h2} &= F_1 \cdot 1/2 \cdot K_p \cdot B s_2 \cdot \{w(h_2'^2 - h_1'^2) - (w - w')(h_2' - H_3)^2\} \quad \cdots \cdots \cdots \text{ブロック底} < \text{地下水位} \quad \text{ブロック頂} \\
R_{h2} &= F_1 \cdot 1/2 \cdot K_p \cdot B s_2 \cdot \{w'(h_2'^2 - h_1'^2) + 2(w - w')(h_2' - h_1')H_3\} \quad \cdots \cdots \cdots \text{ブロック頂} < \text{地下水位} \\
&\text{ここで、} H_1 > H_3 \text{ であるから 式により、} \\
&= 73.0944 \quad \text{kN} \\
R_h &= R_{h1} + R_{h2} \\
&= 101.4453 \quad \text{kN} \\
&\quad R_h: \text{水平方向抵抗力} \\
&\quad R_{h1}: \text{水平方向抵抗力(ブロック底面の摩擦抵抗力)} \\
&\quad R_{h2}: \text{水平方向抵抗力(ブロック背面の受動土圧)} \\
&\quad K_p: \text{受働土圧係数}(=\tan^2(45^\circ - \phi/2)=3.000) \\
R_h &\quad s \cdot P_h \\
101.445 &\quad 0.001 \quad \text{kN} \cdots \cdots \cdots 0 \text{ k} \\
&\quad s: \text{安全率}(=1.5)
\end{aligned}$$

沈下に対する検討

$$\begin{aligned}
W_1' &= w \cdot h_1' \cdot A s_1 \\
&= 33.1776 \quad \text{kN} \\
W_s' &= W_1' + W_2 + W_3 \\
&= 92.0289 \quad \text{kN} \\
&\quad W_1': \text{ブロック上の埋戻土による鉛直荷重(地下水位の影響は無視する)} \\
&\quad W_s': \text{ブロック底面に加わる全荷重(地下水位の影響は無視する)} \\
v_s &= W_s' / A s_2 \\
&= 63.9089 \quad \text{kN/m}^2 \\
&\quad v_s: \text{ブロック底面に加わる荷重強度} \\
r_v &\quad s \cdot v_s \\
100.000 &\quad 63.909 \quad \text{kN/m}^2 \cdots \cdots \cdots 0 \text{ k} \\
&\quad s: \text{安全率}(=1.0)
\end{aligned}$$

浮上に対する検討

$$\begin{aligned}
R_v &= F_3 \cdot 1/2 \cdot w \cdot L v \cdot \mu_2 \cdot (h_2'^2 - h_1'^2) \cdot \tan^2(45^\circ - \phi/2) \\
&= 32.4864 \quad \text{kN} \\
&\quad R_v: \text{浮上検討時の摩擦抵抗力(ブロック側面の主動土圧)} \\
R_v + W_s &\quad s \cdot P_v \\
89.188 &\quad 0.076 \quad \text{kN} \cdots \cdots \cdots 0 \text{ k} \\
&\quad s: \text{安全率}(=1.2) \\
&\quad W_s: \text{ブロック底面に加わる全荷重(地下水位の影響は無視する)}
\end{aligned}$$