

地下水位低下により生じる粘性土層の圧密沈下量の検討

補助工法として地下水位低下工法を採用する場合や釜場排水では、水位低下により地盤の有効応力が増加し、圧縮性の高い腐食土層や粘性土層では圧密沈下が生じやすい。

これらの地層における圧密沈下量は次式により検討する。

$$S = \frac{C_c}{1 + e} H \cdot \log_{10} \frac{P_0 + \Delta P}{P_0} \quad \dots \textcircled{1}$$

ここに、
S : 粘性土層の圧密沈下量 (m)
C_c : 粘性土層圧縮指数
e : 初期間隙比
H : 粘性土層厚 (m)
P₀ : 先行荷重 (原地盤の有効応力) (kN/m²)
ΔP : 増加応力 (kN/m²)

応力については、沈下量を検討する粘性土層の中央深さで考える。

また、圧密沈下に要する時間 t は次式で表される。

$$t = \frac{T_v (H')^2}{C_v}$$

ここに、
t : ある圧密度 U に達するのに要する時間 (sec)
C_v : 圧密係数 (cm²/sec)
T_v : 時間係数
H' : 圧密粘性土層の排水距離 (cm)

上式を変形して時間係数 T_v を求める式に置き換えれば

$$T_v = \frac{C_v \cdot t}{(H')^2} \quad \dots \textcircled{2}$$

となり、圧密度 U と時間係数 T_v の相関表から時間 t が経過した時の沈下量を知ることができる。

ここで、圧密係数 (C_v) は試験値が無い場合、排水層の透水係数が判れば次式で求めることができる。

$$C_v = \frac{k \cdot \Delta P \cdot H}{1000 \cdot S} \quad \dots \textcircled{3}$$

k : 透水係数(cm/s)

許容沈下量に関して、建築基礎構造設計指針（日本建築学会）では許容値を設定しており、次表のとおりである。

許容相対沈下量（圧密沈下の場合）

(単位:cm)

構造種別	コンクリート ブロック造		鉄筋コンクリート造	
	連続 (布)基礎	独立基礎	連続 (布)基礎	べた基礎
標準値	1.0	1.5	2.0	2.0～(3.0)
最大値	2.0	3.0	4.0	4.0～(6.0)

() は大きい梁せいあるいは2重スラブなどで十分剛性が大きい場合

圧密粘土層上の建物の限界値

(単位:cm)

構造種別	コンクリート ブロック造		鉄筋コンクリート造	
	連続 (布)基礎	独立基礎	連続 (布)基礎	べた基礎
総沈下量（上限）	4	15	20	20

以上より、

ブロック塀等の許容値は 2.0cm

一般家屋等布基礎による許容値をは4.0cm

と考えられる。

1) 土質条件

原地盤の 土層状態	土質区分	層 厚 (m)	層下面 深 度 (GL-m)	土の単位体積重量	
				湿潤 (kN/m ³)	有効 (kN/m ³)
DRY	粘性土	1.25	1.25	16.0	16.0
WET	粘性土	0.54	1.79	16.0	6.0
WET	砂質土	1.15	2.94	18.0	8.0
圧密層	腐植土	1.50	4.44	14.0	4.0

現地盤の地下水位 $h_0 =$ GL - 1.25 m

排水後の地下水位（掘削底） $h_1 =$ GL - 2.95 m

圧密沈下量を計算する圧密層の土質条件

層 厚 $H =$ 1.50 m

排水条件 両面排水

初期間隙比 $e =$ 2.800

圧縮指数 $C_c =$ 1.100

圧密係数 自動計算

排水層の透水係数 $k =$ 0.001 cm/sec

水位低下期間 $t =$ 30 日

2) 地下水位低下による増加応力の計算

原地盤での圧密層中心面における有効応力は

$$\begin{aligned}
 P_0 &= 1.25 \times 16.0 + 0.54 \times 6.0 + 1.15 \times 8.0 + 0.00 \times 0.0 + 0.00 \times 0.0 + 1.50/2 \times 4.0 \\
 &= 35.4 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

地下水位低下後の圧密層中心面における有効応力は水位低下相当の浮力減であるから、

$$\begin{aligned}
 P_1 &= P_0 + 1.0 (h_1 - h_0) = 35.4 + 10 \times (2.95 - 1.25) \\
 &= 52.4 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

すなわち、地下水低下による増加応力は

$$\Delta P = P_1 - P_0 = 52.4 - 35.4 = 17.0 \text{ kN/m}^2$$

3) 総沈下量の計算

$$S = \frac{C_c}{1 + e} H \cdot \log_{10} \frac{P_0 + \Delta P}{P_0}$$

$$= \frac{1.100}{1 + 2.800} \times 1.50 \times \log_{10} \frac{35.4 + 17.0}{35.4} = 0.074 \text{ m}$$

$$= 7.4 \text{ cm}$$

4) 地下水位低下期間における沈下量の計算

地下水位低下期間は 30 日

粘性土層の排水条件は 両面排水だから

$$H' = \frac{H}{2} = 0.75 \text{ m} = 75 \text{ cm}$$

厚密係数は透水係数から求め $C_v = \frac{k \cdot \Delta P \cdot H}{1000 \cdot S} = 0.000345 \text{ cm}^2/\text{sec}$

故に時間係数 (T_v) は

$$T_v = \frac{C_v \cdot t}{(H')^2} = \frac{0.000345 \times 30 \times 24 \times 3600}{75^2} = 0.1590$$

圧密度 (U) と時間係数 (T_v) の関係は次表で示される。

U(%)	T_v	U(%)	T_v	U(%)	T_v	U(%)	T_v
0	0.0000	25	0.0491	50	0.1970	75	0.4770
5	0.0017	30	0.0707	55	0.2380	80	0.5670
10	0.0077	35	0.0962	60	0.2860	85	0.6840
15	0.0177	40	0.1260	65	0.3420	90	0.8480
20	0.0314	45	0.1590	70	0.4030	95	1.1290

したがって、 $T_v = 0.1590$ のときの圧密度 (U) は

$$U = U_1 + \frac{T_v - T_{v1}}{T_{v2} - T_{v1}} \times 5 = 45 + \frac{0.1590 - 0.1590}{0.1970 - 0.1590} \times 5$$

$$= 45 \%$$

よって、水位低下期間中の圧密沈下量は

$$S' = S \times \frac{U}{100} = 0.074 \times 0.45 = 0.033 \text{ m}$$

$$= 3.3 \text{ cm}$$