

(1) 地下水影響範囲

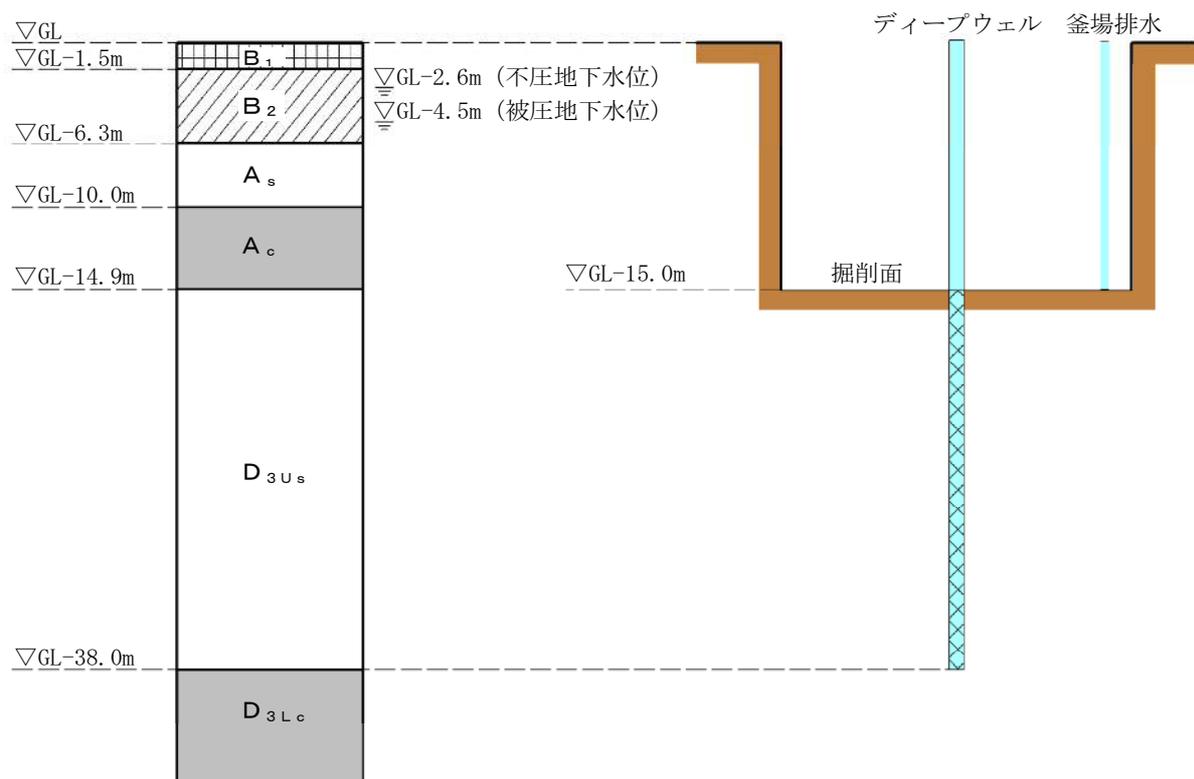
地下水影響範囲（影響圏半径）の算定には、以下に示す Sichart の経験式を用いた。

$$R = 3000 \cdot s \cdot \sqrt{k}$$

- ここで、R : 地下水影響範囲（影響圏半径）(m)  
 s : 地下水位低下量  
 （不圧地下水は沖積粘性土層の上面（GL-10m）までの低下量とし、被圧地下水は掘削最深部より 1.0m 深い GL-16m までの低下量とした。）  
 k : 透水係数 (m/s)

(2) 地下水位の低下量

地下水位低下量の算出に用いたモデル図（断面図）を図 10-1-1 に示す。



注) 図中で、GL : 地盤面、B<sub>1, 2</sub> : 盛土、A<sub>s</sub> : 沖積層上部砂層、A<sub>c</sub> : 沖積層下部粘土層、D<sub>3Us</sub> : 熱田層上部砂層、D<sub>3Lc</sub> : 熱田層下部粘土層を示す。

図 10-1-1 地下水位低下量の算出に用いたモデル図（断面図）

地下水位の低下量は、「地下水位低下工法」(鹿島出版会, 昭和 56 年) による以下の式を用いて求めた。

### ア 不圧地下水

完全貫入の重力井戸 (自由井戸) の揚水量を求める関係式

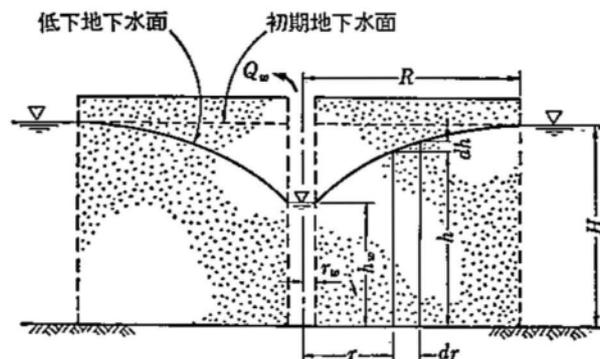
$$Q_w = \frac{\pi k (H^2 - h_w^2)}{\ln(R/r_w)}$$

- ここで、 $Q_w$  : 排水量 (m<sup>3</sup>/s)  
 $k$  : 透水係数 (m/s)  
 $H$  : 影響圏半径  $R$  の位置における水位高さ (m)  
 $h_w$  : 仮想井戸半径  $r_w$  の位置の水位高さ (m)  
 $R$  : 影響圏半径 (m)  
 $r_w$  : 仮想井戸半径 (m)

地下水位を求める関係式

$$H^2 - h^2 = \frac{Q_w}{\pi k} \cdot \ln(R/r)$$

- ここで、 $h$  : 距離  $r$  の点の水位高さ (m)  
 $r$  : 井戸からの距離 (m)



出典)「地下水位低下工法」(鹿島出版会, 昭和 56 年)

図 10-1-2 完全貫入の重力井戸 (自由井戸) の模式図

## イ 被圧地下水

完全貫入の被圧井戸の揚水量を求める関係式

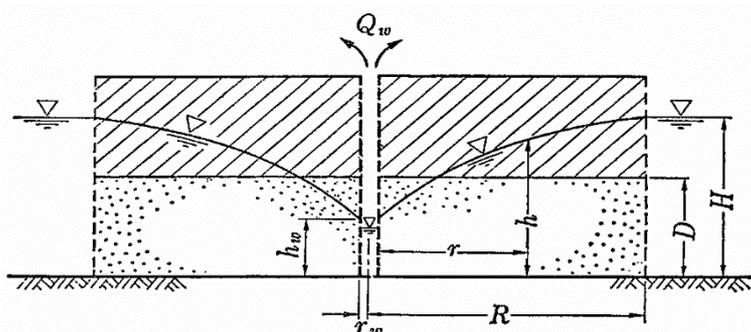
$$Q_w = \frac{2\pi k D (H - h_w)}{\ln(R/r_w)}$$

- ここで、 $Q_w$  : 排水量 (m<sup>3</sup>/s)  
 $k$  : 透水係数 (m/s)  
 $D$  : 透水層の厚さ (m)  
 $H$  : 影響圏半径  $R$  の位置における水位高さ (m)  
 $h_w$  : 仮想井戸半径  $r_w$  の位置の水位高さ (m)  
 $R$  : 影響圏半径 (m)  
 $r_w$  : 仮想井戸半径 (m)

井戸の中心から  $r$  の距離にある点の水位高さを求める関係式

$$h = \frac{Q_w}{2\pi k D} \ln(r/r_w) + h_w$$

- ここで、 $h$  : 井戸の中心から  $r$  の距離にある点の水位高さ (m)  
 $r$  : 井戸の中心からの距離 (m)



出典) 「地下水位低下工法」(鹿島出版会, 昭和 56 年)

図 10-1-3 完全貫入の被圧井戸の模式図

### (3) 地盤沈下量の予測

#### ア 予測式

地下水位の低下による地盤沈下量（圧密沈下量）は、「建築基礎構造設計指針」（一般財団法人 日本建築学会，平成 13 年）による以下の式（ $C_c$ 法）を用いて求めた。

なお、圧密沈下の対象層は、GL-10.0～14.9m の沖積層下部粘土層（図 10-1-1 参照）とし、層中央の GL-12.45m における地盤内応力を基に算出した。

#### (7) 現状では過圧密状態であるが、地下水位の低下により正規圧密状態となる場合

$$S = \sum \left\{ \frac{C_r \cdot \Delta H_i}{1 + e_{0i}} \log_{10} \frac{P_c}{\sigma'_{1zi}} + \frac{C_c \cdot \Delta H_i}{1 + e_{i, \sigma = P_c}} \log_{10} \frac{\sigma'_{2zi}}{P_c} \right\}$$

ここで、 $S$  : 圧密沈下量 (m)  
 $\sigma'_{1zi}$  :  $i$  層の初期有効土被り応力 (kN/m<sup>2</sup>)  
 $\sigma'_{2zi}$  :  $i$  層の荷重増加後の有効土被り応力 (kN/m<sup>2</sup>)  
 $P_c$  : 圧密降伏応力 (kN/m<sup>2</sup>)  
 $\Delta H_i$  :  $i$  層の層厚 (m)  
 $C_c$  : 圧縮指数  
 $C_r$  : 再圧縮指数  
 $e_{0i}$  :  $i$  層の初期間隙比  
 $e_{i, \sigma = P_c}$  :  $i$  層の圧密降伏応力における空隙比

#### (4) 現状で正規圧密又は圧密未了の状態にある場合

$$S = \sum \left\{ \frac{C_c \cdot \Delta H_i}{1 + e_{0i}} \log_{10} \frac{\sigma'_{2zi}}{P_c} \right\}$$

#### (7) 現状で過圧密状態であり、地下水位の低下後も過圧密状態に留まる場合

$$S = \sum \left\{ \frac{C_r \cdot \Delta H_i}{1 + e_{0i}} \log_{10} \frac{\sigma'_{2zi}}{\sigma'_{1zi}} \right\}$$

後述するイ「予測条件」に示したとおり、予測地点では  $\sigma'_{1zi}$ ,  $\sigma'_{2zi} < P_c$  となり、地下水位の低下後も過圧密状態に留まると考えられることから、上記 (7)～(7) のうち、(7) の式を用いて地盤沈下量（圧密沈下量）を求めた。

イ 予測条件

(7) 有効土被り応力

a 初期有効土被り応力

初期有効土被り応力は、表 10-1-1 に示す土の単位体積重量を基に、以下のとおり算出した。なお、不圧地下水位 (GL-2.6m) 以深における土の単位体積重量は、浮力を考慮して水の単位体積重量 ( $\gamma_w = 9.8 \text{ kN/m}^3$ ) を差し引いた水中重量として算出した。

$$\sigma'_{1z} = \sum (\gamma_i \times z_{(i+1)-i})$$

ここで、 $\sigma'_{1z}$  : 初期有効土被り応力 ( $\text{kN/m}^2$ )  
 $\gamma_i$  : 各土層の単位体積重量 ( $\text{kN/m}^3$ )  
 $z_i$  : 各土層の計算深度までの層厚 (m)

表 10-1-1 土の単位体積重量

単位:  $\text{kN/m}^3$

土層区分		単位体積重量
盛土	B <sub>1</sub>	18.0
	B <sub>2</sub>	15.5
沖積層上部砂層	A <sub>s</sub>	17.0
沖積層下部粘土層	A <sub>c</sub>	17.0

注) 盛土 (B<sub>1</sub>) は「建築基礎構造設計指針」(一般財団法人日本建築学会、平成 13 年) における「きれいな砂または砂利」のデータを用い、その他の土層は既存施設建設時の土質調査結果のデータを用いた。

b 地下水位の低下に伴う増加荷重

地下水位の低下に伴う増加荷重は、以下のとおり算出した。なお、不圧地下水の水位低下による増加荷重は、浮力の減少分が沖積層下部粘土層 (A<sub>c</sub>) に新たに載荷されるものとし、被圧地下水の水位低下による増加荷重は、帯水層の減圧により沖積層下部粘土層 (A<sub>c</sub>) から吸い出された間隙水の水圧分が増加荷重として作用するものとした。

$$\Delta\sigma = \Delta s_1 \times \gamma_w + \Delta s_2 \times \gamma_w$$

ここで、 $\Delta\sigma$  : 増加荷重 ( $\text{kN/m}^2$ )  
 $\Delta s_1$  : 不圧地下水の水位低下量 (m)  
 $\Delta s_2$  : 被圧地下水の水位低下量 (m)  
 $\gamma_w$  : 水の単位体積重量 ( $= 9.8 \text{ kN/m}^3$ )

c 有効土被り応力算出結果

予測地点での沖積層下部粘土層 (A<sub>c</sub>) 中央 (GL-12.45m) における有効土被り応力の算出結果を表 10-1-2 に示す。

表 10-1-2 有効土被り応力算出結果

単位:  $\text{kN/m}^2$

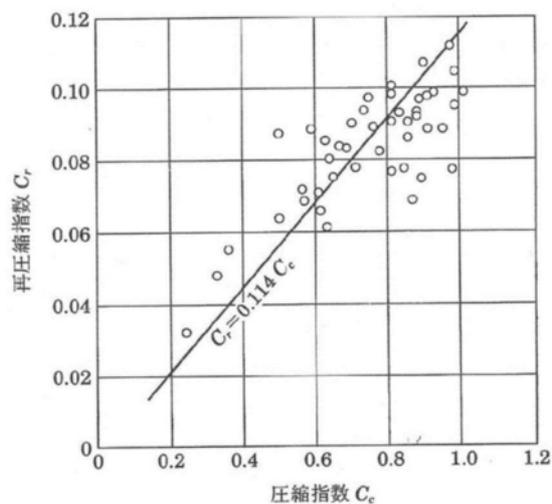
初期有効土被り応力 $\sigma'_{1z}$	増加荷重 $\Delta\sigma$	荷重増加後の有効土被り応力 $\sigma'_{2zi}$
109.5	20.7	130.2

(4) 土質定数

予測に用いた土質定数を表 10-1-3 に示す。初期間隙比、圧密降伏応力及び圧縮指数は、既存工場建設時の土質調査結果のデータを用い、再圧縮指数は図 10-1-4 に示す式を用いて算出した。

表 10-1-3 土質定数

初期間隙比 $e_0$	圧密降伏応力 $P_c$ ( $\text{kN/m}^2$ )	圧縮指数 $C_c$	再圧縮指数 $C_r$
1.32	156	0.48	0.05



出典)「建築基礎構造設計指針」(一般財団法人 日本建築学会,平成 13 年)

図 10-1-4 圧縮定数と再圧縮定数