

工事名称： 調整池建設工事

工区名称： 第1工区

地下水位低下工設計計算書
(ディープウェル工法)

平成14年12月1日

建設株式会社

<< 特記事項 >>

1 透水係数の設定方法

現場揚水試験(多孔試験)の結果 $K=5.0E-2\text{cm/sec}$ を採用する。

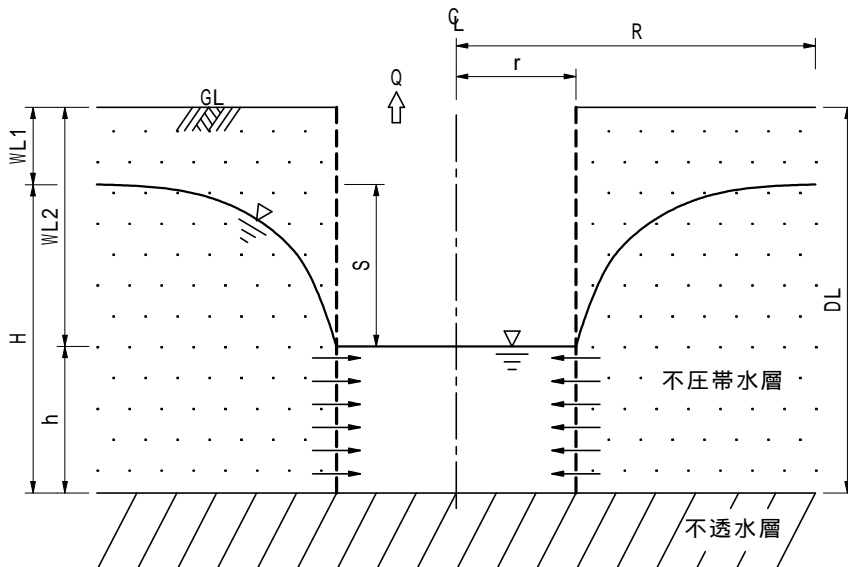
2 地下水位の設定方法

現場揚水試験時の初期水位 GL-2.0m を採用する。

1 設計方法

(1) 揚水量の算出

井戸の平衡（定常）式を適用する。



$$Q = \frac{\pi K \div 100 \times (H \times H - h \times h)}{\ln(R \div r)} \times 60$$

Q : 排水量 (m³/min)
 K : 透水係数 (cm/sec)
 H : 自然水位高 (m)
 h : 所要低下水位高 (m)
 R : 影響半径 (m)
 r : 仮想井戸半径 (m)

(解説1) 帯水層下面深度の設定方法

粘性土層（シルト、粘土）および粘性土を多く含有する砂質土層（シルト質、粘土質の砂質土）を設計上の不透水層とする。

不透水層が存在しない場合は、経験式により不透水層深度を設定する。

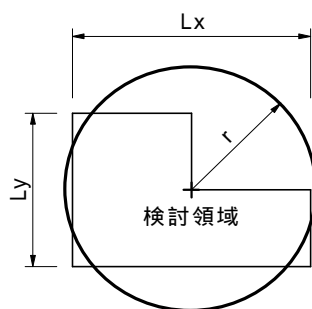
経験式 : $DL = (WL2 - WL1) \times 3 + WL1$

(解説2) 透水係数の設定方法

現場揚水試験が実施されている場合は、試験結果を採用する。
 現場透水試験結果は真値よりも過小側の値となる傾向があるので、土の粒度分布に基づく推定値などを参考にして適正值を設定する。
 なお、重力排水の適用領域は $K = 2.6 \times 10^{-3} \text{cm/sec}$ 以上とする。

(2) 仮想井戸半径の算出

検討領域を等価面積円および等価周長円に置換え、最大値を仮想井戸半径とする。



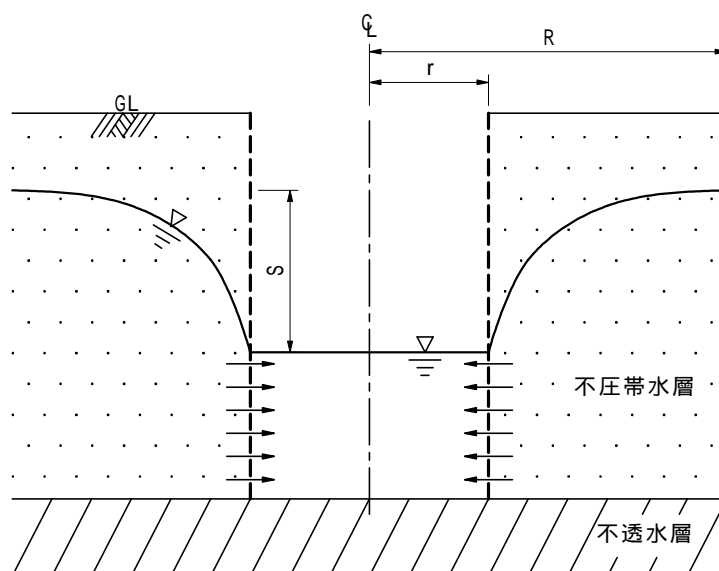
$$r1 = (Lx \times Ly \div \pi) \dots \dots \text{等価面積円}$$

$$r2 = (Lx + Ly) \div \pi \dots \dots \text{等価周長円}$$

$$r = r1 \text{ および } r2 \text{ の最大値}$$

- Lx: 検討領域長 (m)
- Ly: 検討領域幅 (m)
- r1: 仮想井戸半径 (等価面積円) (m)
- r2: 仮想井戸半径 (等価周長円) (m)
- r : 仮想井戸半径 (m)

(3) 影響半径の算出

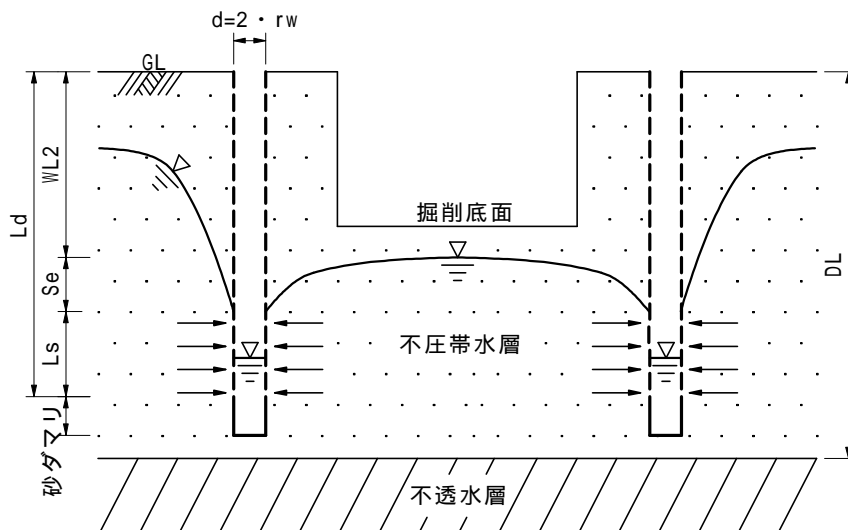


シーハルトの式を適用する。

$$R = 3000 \times S \times (K \div 100)$$

- R : 影響半径 (m)
- S : 水位低下量 (m)
- K : 透水係数 (cm/sec)

(4) ディープウェル揚水能力の算出



シーハルトの式を適用する。

$$qw = 2 \times \quad \times rw \times Ls \times (K \div 100) \div 15 \times 60$$

- qw: ディープウェル揚水能力 (m³/min)
- rw: ディープウェル半径 (m)
- Ls: 有効ストレーナ長 (m)
- K: 透水係数 (cm/sec)

(解説 1) ストレーナ下端深度の設定方法

ディープウェル揚水能力はディープウェル深度に比例して増加し、揚水能力が最大となるストレーナ下端深度は次式で算出される。

$$Ld = DL$$

(解説 2) 有効ストレーナ長減少量の設定方法

複数のディープウェルを同時に稼働させる場合には、ウエルの相互干渉作用により有効ストレーナ長が減少する。この設計は概略設計のため、次式を参考に設定する。

$$Se = (Ld - WL2) \times (20\% \sim 30\%)$$

なお、減少量を定量的に評価するためには「群井の式」による詳細設計を行わなければならない。

(解説 3) ディープウェル口径の設定方法

ディープウェル口径はディープウェル掘削工法によって変動する。

文献 1: 下水道用設計積算要領 (日本下水道協会)

掘削工法	ディープウェル口径
大口径ボーリング掘削工法	300mm、 400mm
オールケーシング掘削工法	500mm、 600mm

文献 2: 根切り工事と地下水 (地盤工学会)

「普通、削孔径は1~1.2m、ストレーナ管の径は0.6m・・・
・・・削孔方法が制約される場合は異なる。」

(5) ディープウェル所要本数の算出

次式により算出する。

$$N = Q \div q_w \times F_s$$

N : ディープウェル所要本数 (本)
Q : 排水量 (m³/min)
q_w : ディープウェル揚水能力 (m³/min)
F_s : 安全率

(解説 1) 文献に記載されている安全率

図書名	安全率	記事
仮設構造物の計画と施工(土木学会)	Fs=2.0	計算例に示されている
根切り工事と地下水(地盤工学会)	Fs=1.0	群井の式による詳細設計を行う

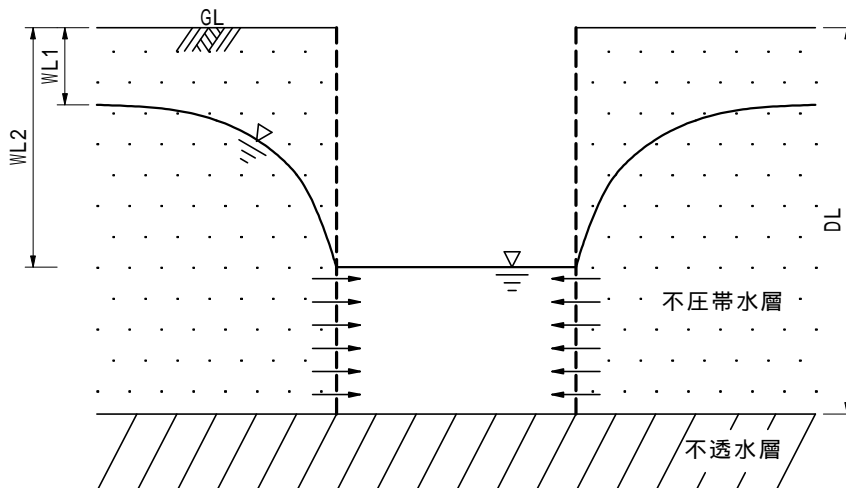
2 設計条件

(1) 検討領域の平面寸法

項目名	記号	単位	数値	記事
検討領域長	Lx	m	30.00	
検討領域幅	Ly	m	50.00	

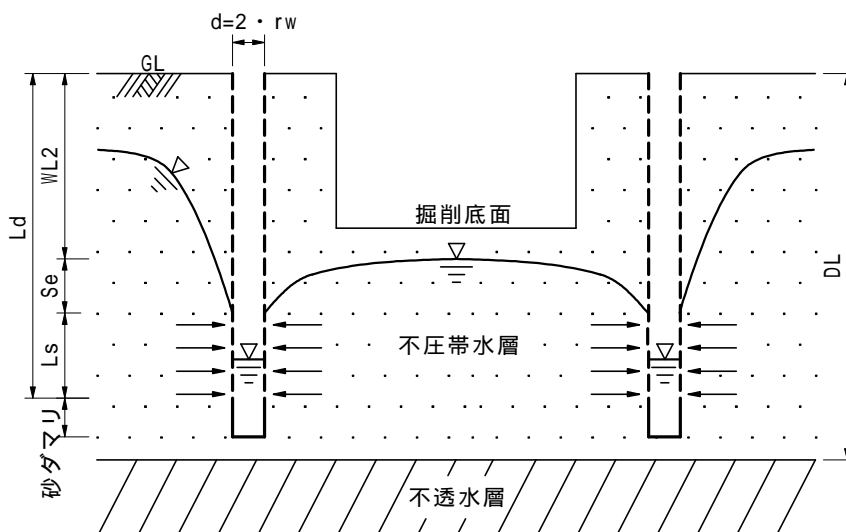
(2) 土質定数

項目名	記号	単位	数値	記事
自然水位	WL1	GL-m	2.00	
所要低下水位	WL2	GL-m	6.00	
帯水層下面深度	DL	GL-m	13.00	
透水係数	K	cm/sec	5.00E-02	K 2.6×10^{-3} cm/sec



(3) ディープウェルの構造寸法

項目名	記号	単位	数値	記事
ストレーナ下端深度	Ld	GL-m	13.00	Ld DL
(Ld - WL2)	Ld-WL2	m	7.00	= 13.00m - 6.00m
有効ストレーナ長減少量	Se	m	2.00	
ディープウェル口径	d	m	0.60	



(4) 安全率

項目名	記号	単位	数値	記事
安全率	Fs	-----	2.00	Fs 1.0

3 ディープウェルの設計

(1) 仮想井戸半径 r (m)

$$\begin{aligned} r1 &= (Lx \times Ly \div \pi) \\ &= (30.00 \times 50.00 \div \pi) \\ &= 21.85 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} r2 &= (Lx + Ly) \div 4 \\ &= (30.00 + 50.00) \div 4 \\ &= 25.46 \text{ m} \end{aligned}$$

$$r = 25.46 \text{ m} \quad (r2 > r1)$$

(2) 自然水位高 H (m)

$$\begin{aligned} H &= DL - WL1 \\ &= 13.00 - 2.00 \\ &= 11.00 \text{ m} \end{aligned}$$

(3) 所要低下水位高 h (m)

$$\begin{aligned} h &= DL - WL2 \\ &= 13.00 - 6.00 \\ &= 7.00 \text{ m} \end{aligned}$$

(4) 水位低下量 S (m)

$$\begin{aligned} S &= H - h \\ &= 11.00 - 7.00 \\ &= 4.00 \text{ m} \end{aligned}$$

(5) 影響半径 R (m)

$$\begin{aligned} R &= 3000 \times S \times (K \div 100) \\ &= 3000 \times 4.00 \times (5.00E-02 \div 100) \\ &= 268.33 \text{ m} \end{aligned}$$

(6) 井戸公式適用可否の判定

$$\begin{aligned} \ln (R \div r) &= \ln (268.33 \div 25.46) \\ &= 2.36 \quad 1 \end{aligned}$$

判定結果： $\ln (R \div r) \geq 1$ を満足するので井戸公式が適用できる。

(7) 排水量 Q (m^3/min)

$$\begin{aligned} Q &= \frac{\quad \times K \div 100 \times (H \times H - h \times h)}{\ln (R \div r)} \times 60 \\ &= \frac{\quad \times 5.00\text{E-}02 \div 100 \times (11.00 \times 11.00 - 7.00 \times 7.00)}{\ln (268.33 \div 25.46)} \times 60 \\ &= 2.88 \text{ m}^3/\text{min} \end{aligned}$$

(8) ディープウェル揚水能力 q_w (m^3/min)

1) 有効ストレート長 L_s (m)

$$\begin{aligned} L_s &= L_d - S_e - WL_2 \\ &= 13.00 - 2.00 - 6.00 \\ &= 5.00 \text{ m} \end{aligned}$$

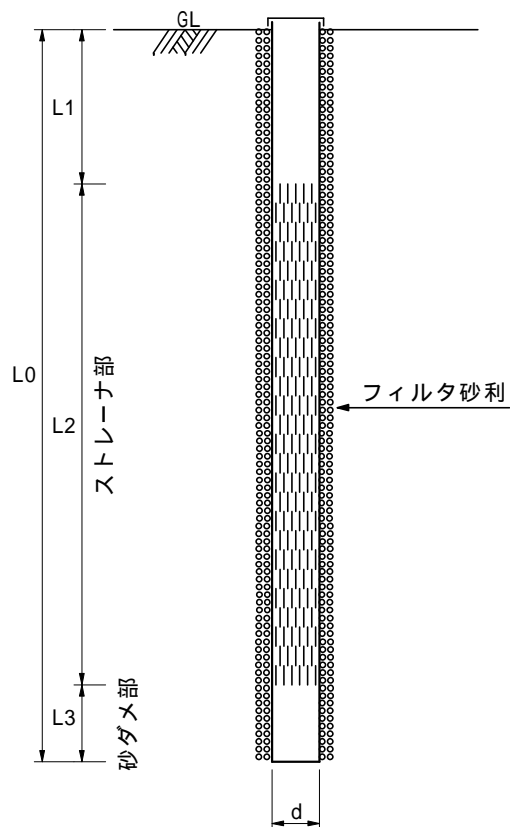
2) ディープウェル揚水能力 q_w (m^3/min)

$$\begin{aligned} q_w &= 2 \times \quad \times r_w \times L_s \times (K \div 100) \div 15 \times 60 \\ &= 2 \times \quad \times 0.30 \times 5.00 \times (5.00\text{E-}02 \div 100) \div 15 \times 60 \\ &= 0.84 \text{ m}^3/\text{min} \end{aligned}$$

(9) ディープウェル所要本数 N (本)

$$\begin{aligned} N &= Q \div q_w \times F_s \\ &= 2.88 \div 0.84 \times 2.00 \\ &= 6.86 \text{ 本} \\ &= 7 \text{ 本} \end{aligned}$$

(1 0) ディープウェル構造寸法



	記号	単位	数値
ディープウェル全長	L0	m	14.00
頭部鋼管長	L1	m	2.00
ストレーナ長	L2	m	11.00
砂ダム長	L3	m	1.00
ディープウェル口径	d	m	0.60
ディープウェル本数	N	本	7