

第6章 地下水処理

株式会社 熊谷組 山口哲司

JSCE 「仮設構造物の計画と施工 2025年改訂版」講習会

第6章 地下水処理

1. 自由地下水と被圧地下水

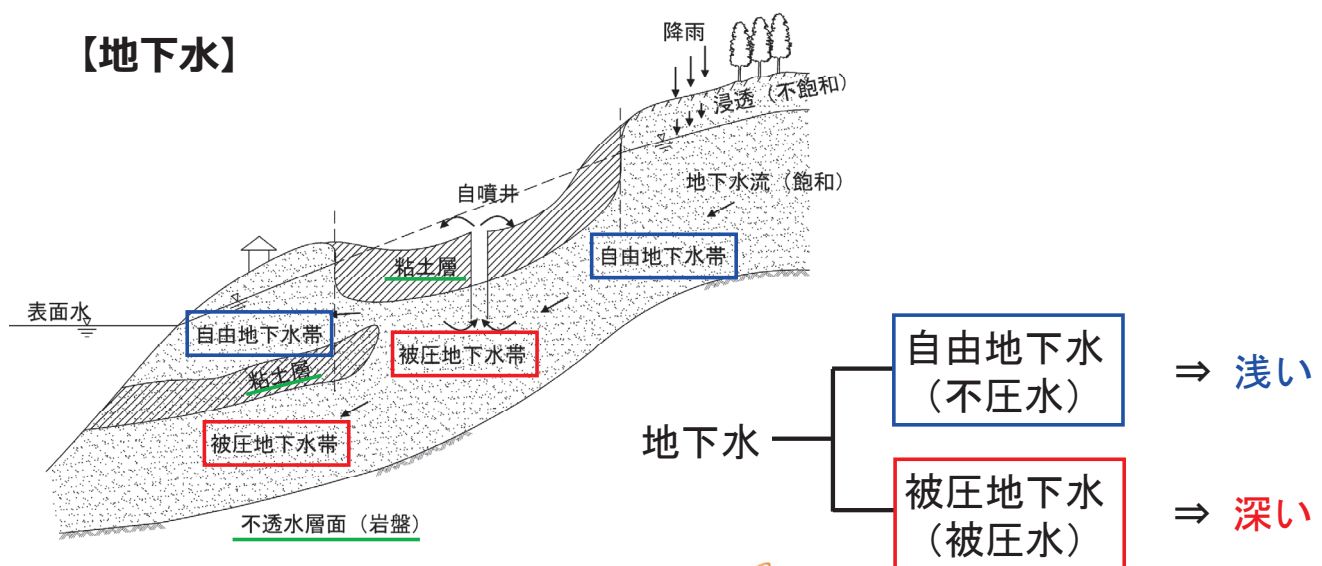


図6.2.2 自由地下水と被圧地下水

JSCE 仮設構造物の計画と施工【2025年改訂版】 22

第6章 地下水処理

2. 透水係数

地盤の透水係数 k を求める方法は、

- ① 室内土質試験による方法（粒度試験結果からの推定、室内透水試験）
- ② 原位置試験による方法（ボーリング孔を利用した透水試験、揚水試験）

透水係数 k (m/s)												
	10^{-11}	10^{-10}	10^{-9}	10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}	10⁻⁵	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	10^0
透水性	実質上不透水		非常に低い		低い		中位		高い			
対応する土の種類	粘性土		微細砂, シルト, 砂-シルト-粘土混合土				砂および礫			清浄な礫		

図-21.2 地盤の種類と透水係数の対応



仮設構造物の計画と施工【2025年改訂版】 23

第6章 地下水処理

2. 透水係数

- ① 室内土質試験による方法（粒度試験結果からの推定、室内透水試験）

表4.1.1 Creagerによる D_{20} と k の関係

D_{20} (mm)	k (cm/s)	土質分類	D_{20} (mm)	k (cm/s)	土質分類
0.005	3.00×10^{-6}	粗粒粘土	0.18	6.85×10^{-3}	微 粒 砂
0.01	1.05×10^{-5}	細粒シルト	0.20	8.90×10^{-3}	
0.02	4.00×10^{-5}	粗粒シルト	0.25	1.40×10^{-2}	
0.03	8.50×10^{-5}		0.30	2.20×10^{-2}	中 粒 砂
0.04	1.75×10^{-4}		0.35	3.20×10^{-2}	
0.05	2.80×10^{-4}	極微粒砂	0.40	4.50×10^{-2}	
0.06	4.60×10^{-4}		0.45	5.80×10^{-2}	
0.07	6.50×10^{-4}		0.50	7.50×10^{-2}	
0.08	9.00×10^{-4}		0.6	1.10×10^{-1}	粗 粒 砂
0.09	1.40×10^{-3}		0.7	1.60×10^{-1}	
0.10	1.75×10^{-3}	微 粒 砂	0.8	2.15×10^{-1}	
0.12	2.60×10^{-3}		0.9	2.80×10^{-1}	
0.14	3.80×10^{-3}		1	3.60×10^{-1}	細 礫
0.16	5.10×10^{-3}		2	1.80	



仮設構造物の計画と施工【2025年改訂版】 24

第6章 地下水処理

2. 透水係数

② 原位置試験による方法（ボーリング孔を利用した透水試験、揚水試験）

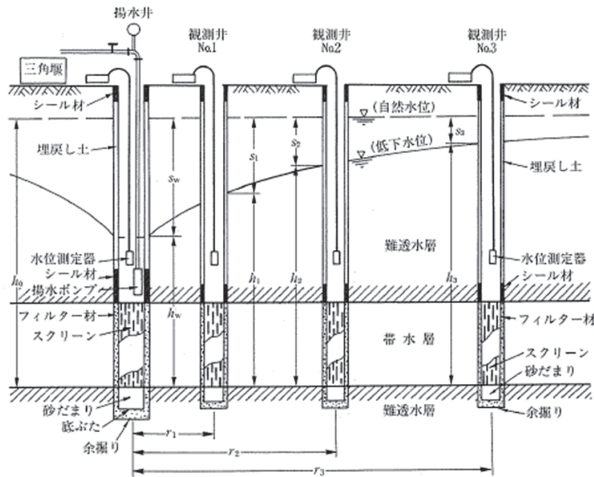


図3.6.2 揚水試験設備の設置例

透水試験で得られた透水係数は、10倍から1/10の誤差が生じる場合が多い。



DWを計画

実際の揚水井を利用した
揚水試験を実施



仮設構造物の計画と施工【2025年改訂版】 25

第6章 地下水処理

3. 影響半径

井戸などで地下水の揚水を行った場合に、地下水位が影響を受ける範囲（距離）のことを影響半径（R）と言い、水位低下量、揚水量、揚水時間、透水係数などに左右される

表6.2.1 揚水井戸の影響圏範囲

土 質		影響半径 R(m)
区分	粒径(mm)	
粗礫	>10	>1500
礫	2～10	500～1500
粗砂	1～2	400～500
粗砂	0.5～1	200～400
粗砂	0.25～0.5	100～200
細砂	0.10～0.25	50～100
細砂	0.05～0.10	10～50
シルト	0.025～0.05	5～10

【Sichardtの提案式】

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

ここに、 S：水位低下量(m)
k：透水係数(m/sec)



仮設構造物の計画と施工【2025年改訂版】 26

第6章 地下水処理

4. 井戸公式

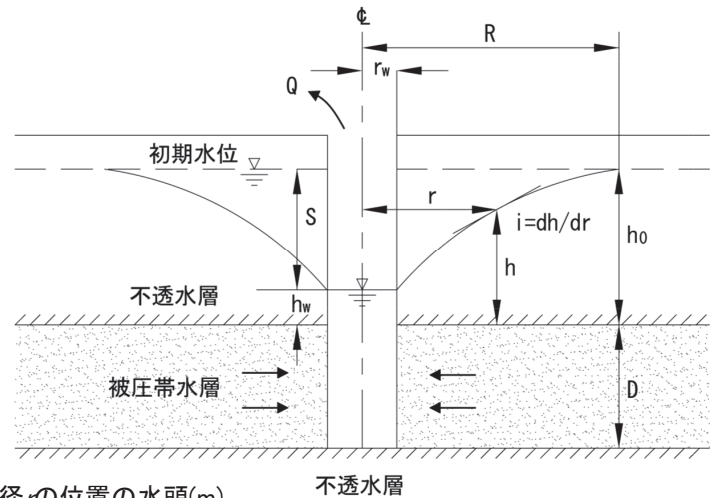
4.1 被圧井戸（定常）

$$h - h_w = \frac{Q}{2\pi kD} \ln \frac{r}{r_w}$$

$$Q = 2\pi kD \frac{h - h_w}{\ln R/r_w}$$

Q : 揚水量(m³/sec)
 D : 層厚(m)
 R : 影響半径(m)
 K : 透水係数(m/sec)
 h_w : 井戸内の水位(m)

h : 半径rの位置の水頭(m)
 r_w : 井戸半径(m)
 r : 井戸からの距離(m)



JSCE 仮設構造物の計画と施工【2025年改訂版】 27

第6章 地下水処理

4. 井戸公式

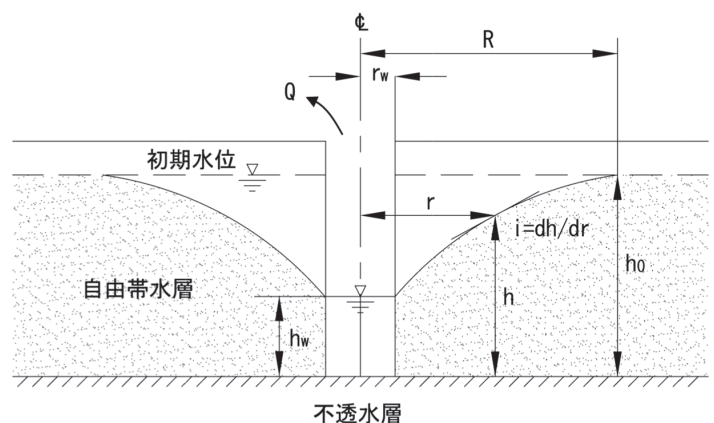
4.2 自由井戸（定常）

$$h^2 - h_w^2 = \frac{Q}{\pi k} \ln \frac{r}{r_w}$$

$$Q = \pi k \frac{h^2 - h_w^2}{\ln R/r_w}$$

Q : 揚水量(m³/sec)
 D : 層厚(m)
 R : 影響半径(m)
 K : 透水係数(m/sec)
 h_w : 井戸内の水位(m)

h : 半径rの位置の水頭(m)
 r_w : 井戸半径(m)
 r : 井戸からの距離(m)



JSCE 仮設構造物の計画と施工【2025年改訂版】 28

第6章 地下水処理

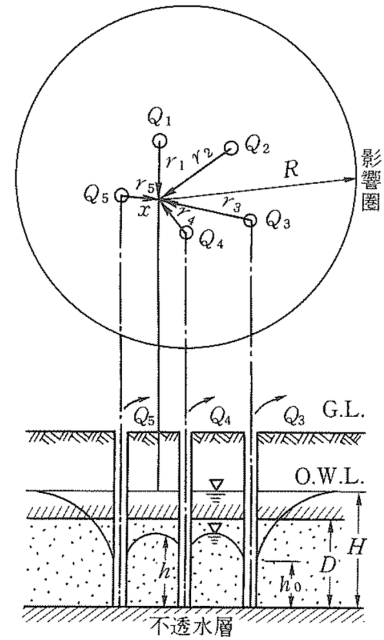
5. 群井戸

5.1 被圧井戸（定常）

$$h_0 - h_p = \frac{1}{2\pi kD} \sum_{i=1}^n Q_{wi} \ln \frac{R}{r_i}$$

5.2 自由井戸（定常）

$$h_0^2 - h_p^2 = \frac{1}{\pi k} \sum_{i=1}^n Q_{wi} \ln \frac{R}{r_i}$$

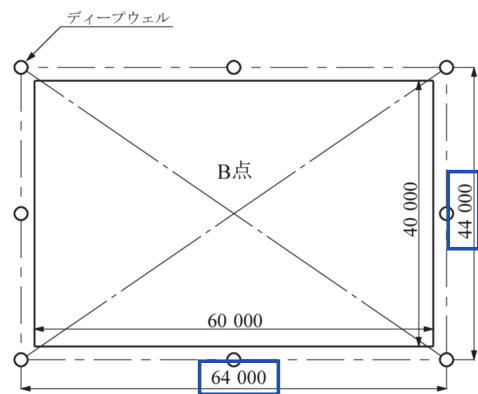
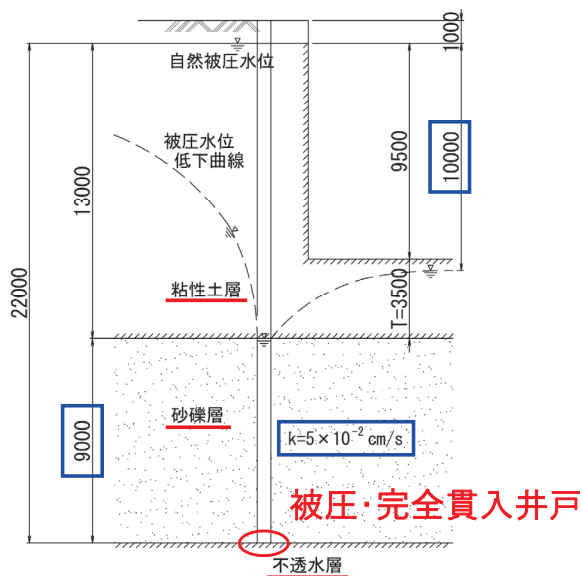


仮設構造物の計画と施工【2025年改訂版】 29

第6章 地下水処理

6. 地下水計算例（DW工法による開削工事）

6.1 検討条件



仮設構造物の計画と施工【2025年改訂版】 30

第6章 地下水処理

6. 地下水計算例（DW工法による開削工事）

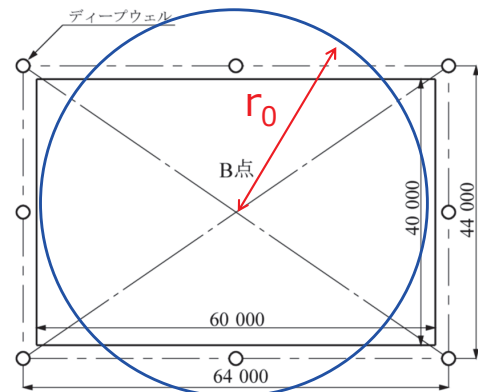
6.2 仮想井戸半径の設定

【等価面積半径】

$$r_0 = \sqrt{\frac{64.0 \times 44.0}{\pi}} \approx 30.0m$$

【等価円周半径】

$$r_0 = \frac{64.0 + 44.0}{\pi} \approx 34.4m$$



仮設構造物の計画と施工【2025年改訂版】 31

第6章 地下水処理

6. 地下水計算例（DW工法による開削工事）

6.3 影響半径の設定

【Sichardtの提案式】

$$\begin{aligned} R &= 3000 \cdot S \cdot \sqrt{k} \\ &= 3000 \times 10 \times \sqrt{5.0 \times 10^{-4}} \\ &= 670m \end{aligned}$$

ここに、S：水位低下量(m)
k：透水係数(m/sec)

表6.2.1 揚水井戸の影響圏範囲

土質	影響半径 R(m)
区分	粒径(mm)
粗礫	>10
礫	2~10
粗砂	1~2
粗砂	0.5~1
粗砂	0.25~0.5
細砂	0.10~0.25
細砂	0.05~0.10
シルト	0.025~0.05



仮設構造物の計画と施工【2025年改訂版】 32

第6章 地下水処理

6. 地下水計算例 (DW工法による開削工事)

6.4 概略排水量の算出

透水係数 $k=5.0 \times 10^{-4} \text{m/sec}$ 、滞水層厚 $D=9.0\text{m}$ 、影響半径 $R=670\text{m}$
 仮想井戸半径 $r=34.4\text{m}$ 、低下水位 $(H-h)=10.0\text{m}$ より

【被圧井戸（定常）】

$$Q = \frac{2\pi k D (H - h)}{\ln(R/r)}$$

$$= \frac{2 \times \pi \times 5 \times 10^{-4} \times 9.0 \times 10.0}{\ln(670/34.4)}$$

$$= 0.0952 \text{ m}^3/\text{sec}$$



仮設構造物の計画と施工【2025年改訂版】 33

第6章 地下水処理

6. 地下水計算例 (DW工法による開削工事)

6.5 DW1本の可能揚水量

DWは、径 $\phi 600\text{mm}$ 、深さは最深部の不透水層までとし、フィルタ長を 9.0m と仮定

【Sichardtの提案式】

$$q = 2\pi r_w h' \cdot \frac{\sqrt{k}}{15} \quad (\text{m}^3/\text{sec})$$

$$= \frac{2 \times \pi \times 0.3 \times 9.0 \times \sqrt{5.0 \times 10^{-4}}}{15}$$

$$= 0.0253 \quad (\text{m}^3/\text{sec})$$

ここに、 r_w ：井戸半径 (m)
 h' ：フィルタ長 (m)
 k ：透水係数 (m/sec)



仮設構造物の計画と施工【2025年改訂版】 34

第6章 地下水処理

6. 地下水計算例（DW工法による開削工事）

6.6 DWの必要本数

$$\text{排水量} : Q = 0.0952 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$\text{DW1本の可能揚水量} : q = 0.0253 \text{ (m}^3/\text{sec)}$$

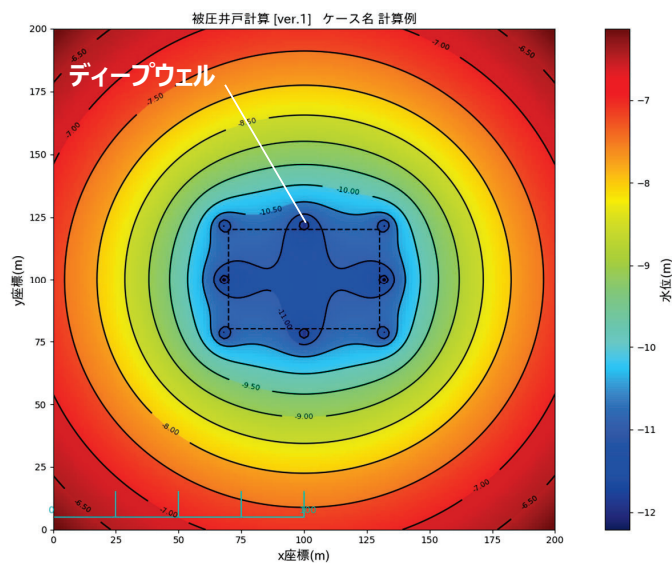
$F_s=2.0$ としてDWの必要本数を算出

$$n = F_s \cdot \frac{Q}{q_w} = 2 \cdot \frac{0.0952}{0.0253} \doteq 8 \text{ 本}$$

第6章 地下水処理

6. 地下水計算例（DW工法による開削工事）

6.6 群井戸計算による確認



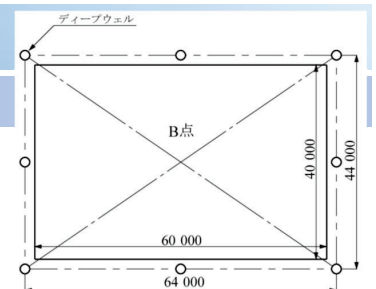
【検討条件】

被圧・完全貫入井戸
 透水係数 $k=5.0 \times 10^{-4} \text{ m/sec}$
 滞水層厚 $D=9.0 \text{ m}$
 影響半径 $R=670 \text{ m}$
 井戸半径 $r=0.3 \text{ m}$
 揚水量 $q=0.71 \text{ m}^3/\text{min/本}$
 $(= 0.0952/8 \times 60)$
 井戸本数 $n=8 \text{ 本}$

【検討結果】

目標低下水位 : 10.0m
 低下水位 : 10.5m

OK



第6章 地下水処理

6. 地下水計算例（DW工法による開削工事）

6.7 FEM（浸透流）解析の例

