

ディープウェル工事設計計算書

管理記号 : 0001 作成年月日 : 2018/6/18
 工事名称 : 仮設計画ガイドブック(全日本建設技術協会)
 工区名称 : page209~page214

■設計条件

1. 掘削寸法	(幅) 40.0m × (長さ) 40.0m × (深さ) 12.0m
2. 滞水層厚	D=19.0m
3. 地下水位	GL-3.0m
4. 計画水位	GL-13.0m
5. 透水係数	K=2.0E-2cm/sec
6. 滞水土層	砂
7. ディープウェル深度	滞水層下端
8. フィルタ長	7.0m(仮定)
9. 所要総排水量の割増率	1.0
10. ウェル揚水能力の補正率	1.0
11. ウェル揚水能力の所要余裕安全率	1.0
12. ディープウェル設置本数	8本
13. ディープウェル口径	φ0.6m

■設計結果

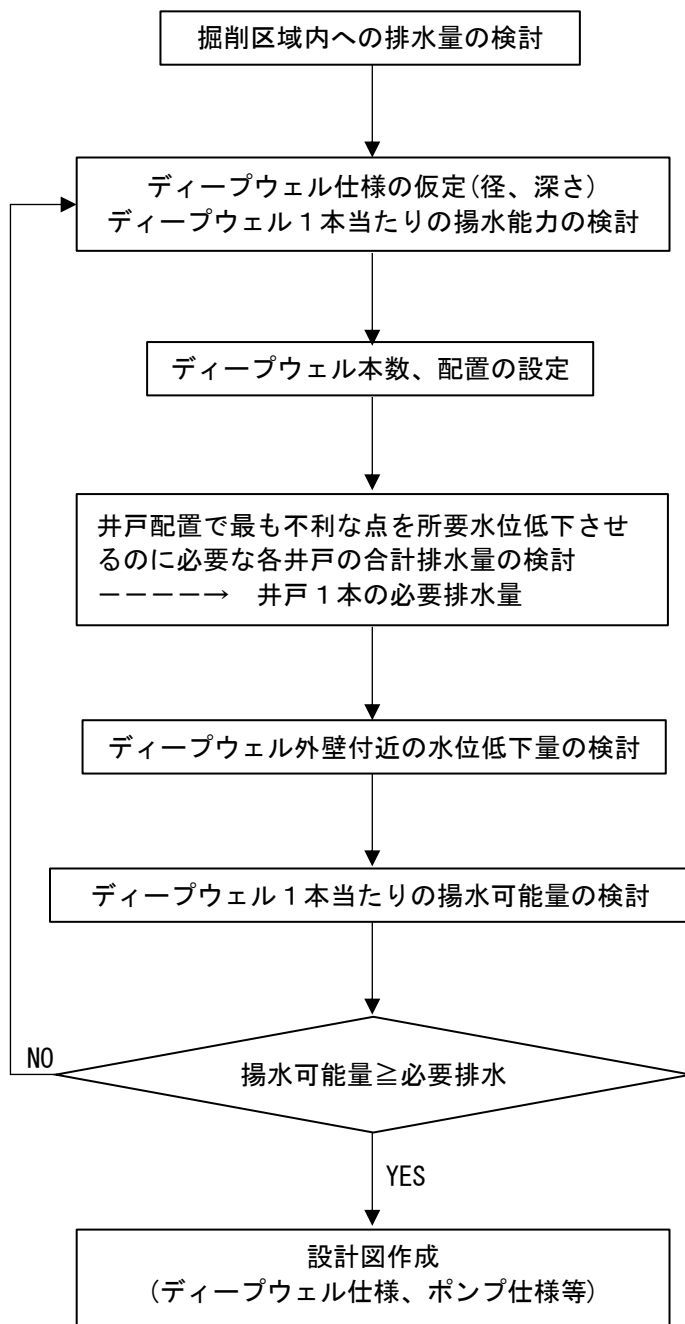
1. 所要総排水量	Qo=5.43m ³ /min
2. ディープウェル1本当たり所要揚水能力	qo=0.68m ³ /min
3. ディープウェル1本当たり揚水能力	qw=1.11m ³ /min
4. ウェル揚水能力の余裕安全率	Fs=1.63(qw÷qo)

■考 察

ウェル揚水能力の余裕安全率が大きいため、十分に安全な設計と判定できる。
 ウェル揚水能力の余裕安全率をFs=1.0とすれば、ディープウェル本数あるいは
 ディープウェル深度の削減が可能となる。
 なお、掘削領域内で水位が最も低下しにくい位置は掘削領域内中央のA点ではなく、
 掘削領域内コーナー部である。
 中央部が不利とした設計例が多く見受けられるが、本設計書のように定量的な比較
 検討を行うことが必要である。

1. 設計手順

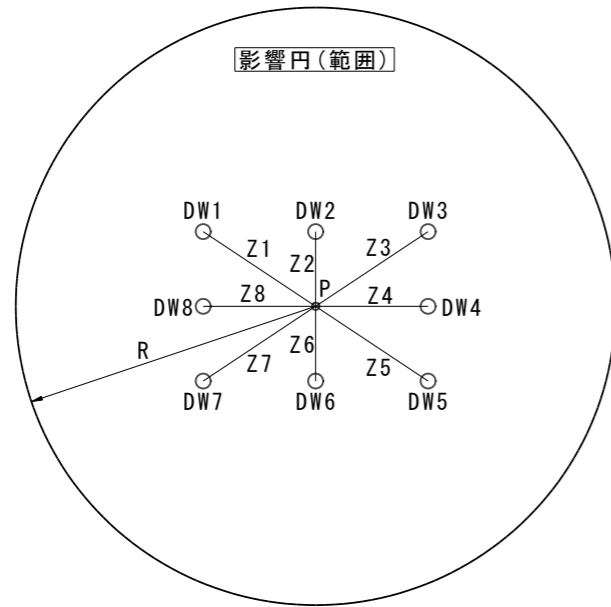
ディープウェル工事の設計は、下記に示す手順で実施する。



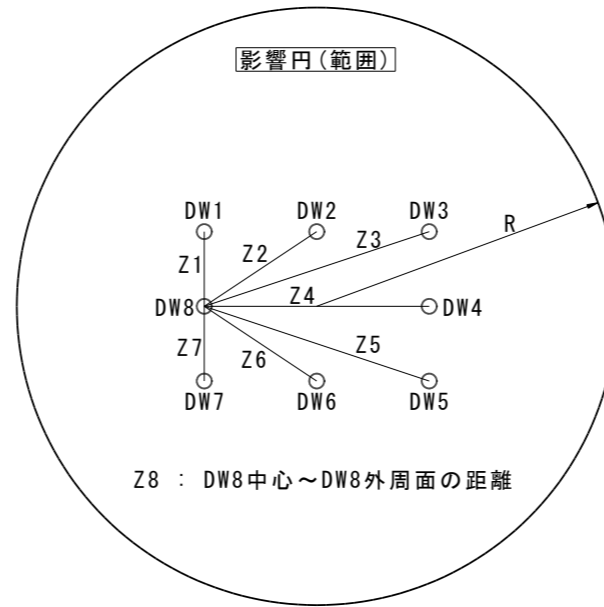
引用文献 1 : 土木工事仮設計画ガイドブック(全日本建設技術協会)

引用文献 2 : 根切工事と地下水(地盤工学会)

所要総排水量およびディープウェル1本あたり所要排水量の算出

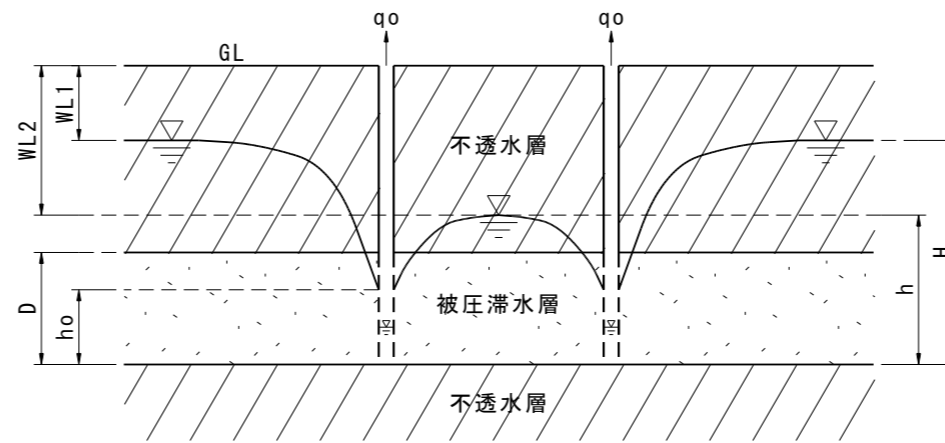
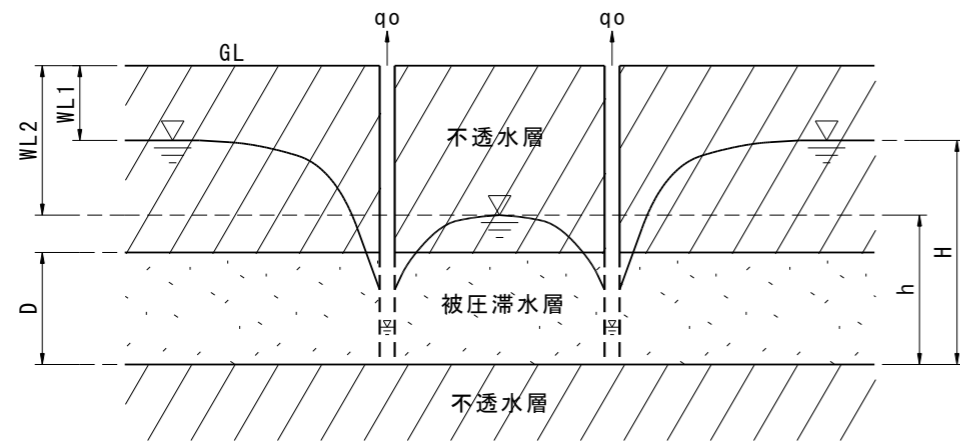
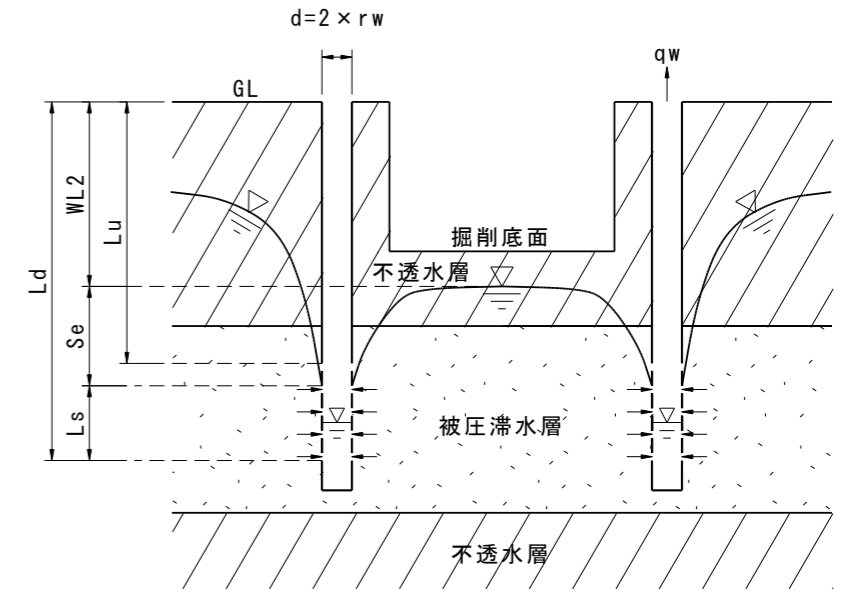


ディープウェル外壁付近低下水位高の算出方法



Z8 : DW8中心~DW8外周面の距離

ディープウェル揚水能力の算出方法



$$q_w = 2 \times \pi \times r_w \times L_s \times \sqrt{(K \div 100)} \div 15 \times 60 \times \beta$$

- q_w: ディープウェル揚水能力 (m³/min)
- r_w: ディープウェル半径 (m)
- L_s: 有効ストレーナ長 (m)
- K: 透水係数 (cm/sec)
- β: ウェル揚水能力算定式の補正係数(透水係数による)
- Se: 相互干渉作用による有効ストレーナ長減少量 (m)

$$Q_0 = \frac{2 \times \pi \times K \div 100 \times D \times (H - h)}{\ln R - \sum \ln(Z_n) \div n} \times 60 \times \alpha$$

$$q_0 = Q_0 \div n$$

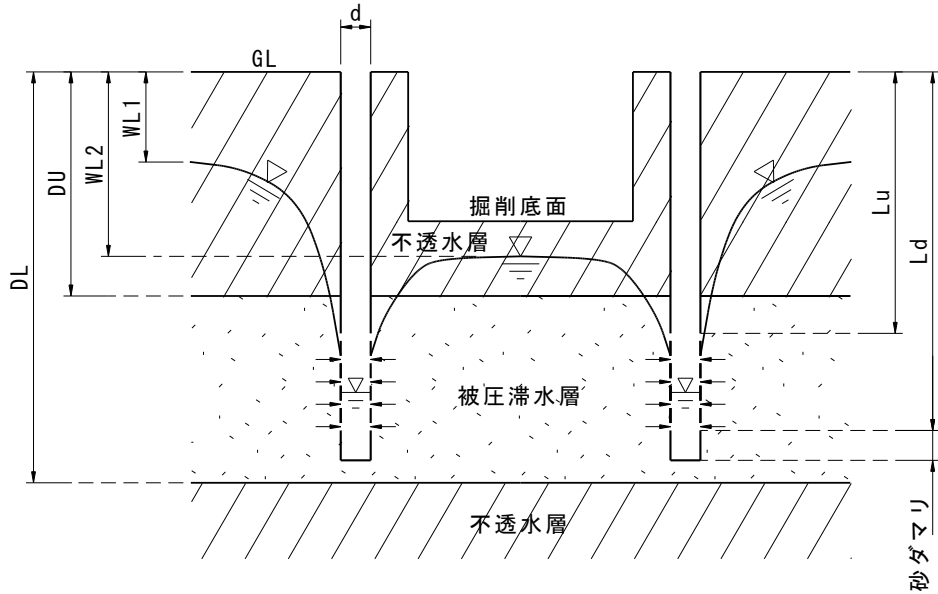
$$h_0 = H - \frac{Q_0 \div 60 \times \{ \ln R - \sum \ln(Z_n) \div n \}}{2 \times \pi \times K \div 100 \times D \times \alpha}$$

- Q₀: 所要総排水量 (m³/min) Q₀ = q₀ × n
- K: 透水係数 (cm/sec)
- D: 被圧滞水層厚 (m)
- H: 自然被圧水頭高 (m)
- h: 所要低下水頭高 (m)
- R: 影響半径 (m)
- n: ディープウェル本数 (本)
- Z_n: 着目地点 (P点) から各ディープウェルまでの距離 (m)
- α: 所要総排水量の割増率
- q₀: 所要ディープウェル排水量 (m³/min)

- h₀: 着目ディープウェル外壁付近の低下水位高 (m)
- H: 自然水位高 (m)
- Q₀: 所要総排水量 (m³/min) Q₀ = q₀ × n
- q₀: 所要ディープウェル排水量 (m³/min)
- R: 影響半径 (m)
- Z_n: 各ディープウェルから着目ウェルまでの距離 (m)
- n: ディープウェル本数 (本)
- K: 透水係数 (cm/sec)
- D: 被圧滞水層 (m)
- Se: 相互干渉作用による有効ストレーナ長減少量 (m)
- α: 所要総排水量の割増率

2. 設計条件

(1) 解説図



(2) 土質定数

項目名	記号	単位	数値
自然被圧水頭(初期水頭)	WL1	GL-m	3.00
所要低下水頭	WL2	GL-m	13.00
被圧滞水層上面深度	DU	GL-m	6.00
被圧滞水層下面深度	DL	GL-m	25.00
透水係数	K	cm/sec	2.00E-02
影響半径算定式(シーハルトの式)の定数	C	---	3000
影響半径(揚水試験結果等の数値を採用する場合)	Rj	m	0

(3) ディープウェル仕様

項目名	記号	単位	数値
ディープウェル口径	d	m	0.60
ディープウェルストレナーの上端深度	Lu	GL-m	7.00
ディープウェルストレナーの下端深度	Ld	GL-m	25.00

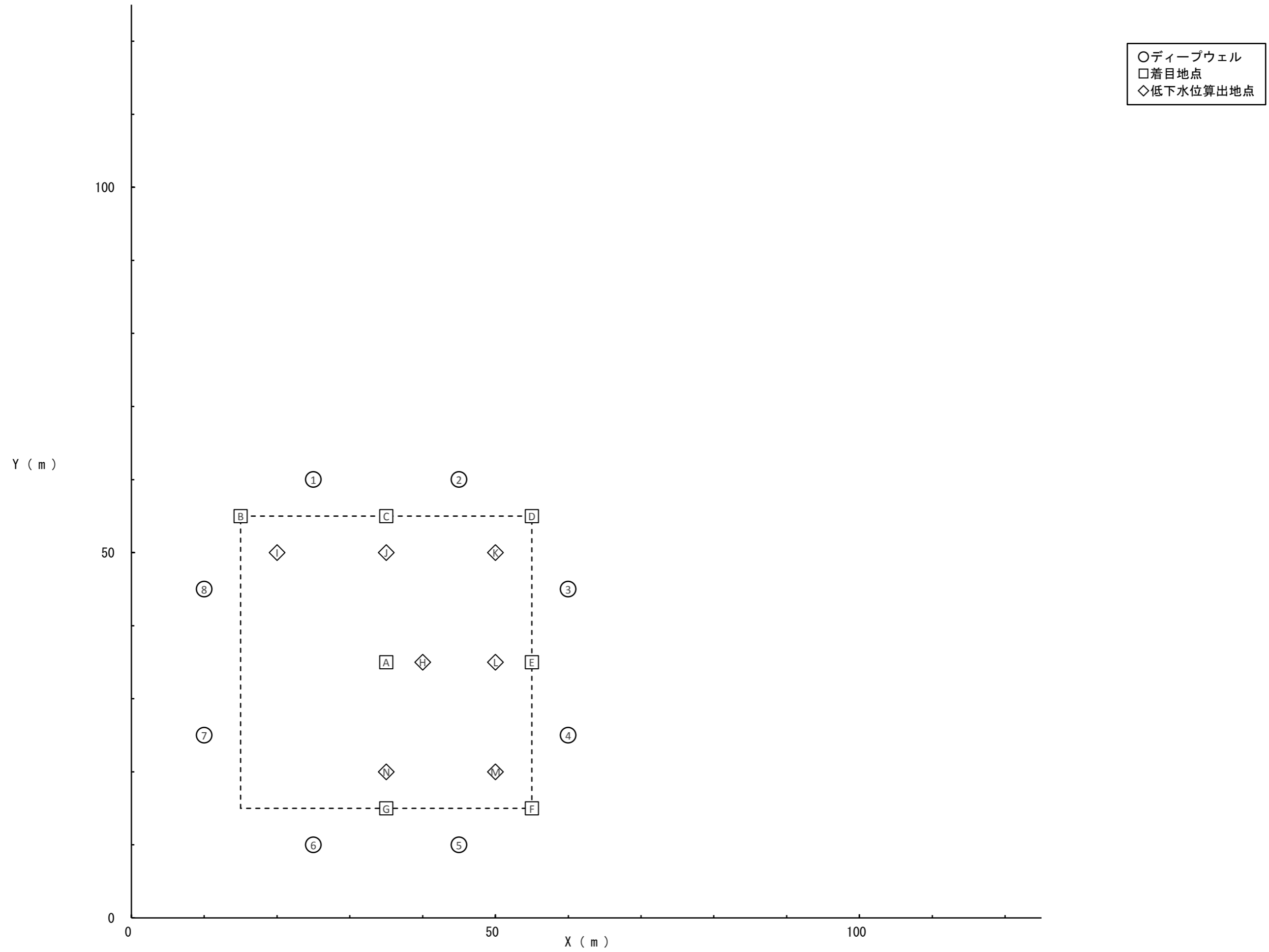
(4) 割増率、補正係数等

項目名	記号	単位	数値
所要総排水量の割増率	α	---	1.00
ウェル揚水能力算定式の補正係数(透水係数による)	β	---	1.00
ウェル揚水能力の余裕安全率	Fs	---	1.00

(5) 着目地点、任意地点(低下水位算出地点)およびディープウェル配置位置の座標

次ページに示す。

ディープウェル配置位置、着目地点、低下水位算出地点の座標



3 所要総排水量とディープウェル1本あたり所要排水量

(1) 自然水頭高 H (m)

$$\begin{aligned} H &= DL - WL1 \\ &= 25.00\text{m} - 3.00\text{m} \\ &= 22.00\text{m} \end{aligned}$$

(2) 所要低下水頭高 h (m)

$$\begin{aligned} h &= DL - WL2 \\ &= 25.00\text{m} - 13.00\text{m} \\ &= 12.00\text{m} \end{aligned}$$

(3) 影響半径 R (m)

① シーハルトの式で算出する場合

$$\begin{aligned} R &= \alpha \times (H - h) \times \sqrt{ (K \div 100) } \quad \text{----- シーハルトの式} \\ &= 3000 \times (22.00\text{m} - 12.00\text{m}) \times \sqrt{ (2.00\text{E-}02\text{cm/sec} \div 100\text{cm/m}) } \\ &= 424\text{m} \end{aligned}$$

② クサキンの式で算出する場合

$$\begin{aligned} R &= 575 \times (H - h) \times \sqrt{ ((DL - DU) \times K \div 100) } \quad \text{----- クサキンの式} \\ &= 575 \times (22.00\text{m} - 12.00\text{m}) \times \sqrt{ ((25.00\text{m} - 6.00\text{m}) \times 2.00\text{E-}02\text{cm/sec} \div 100\text{cm/m}) } \\ &= 354\text{m} \end{aligned}$$

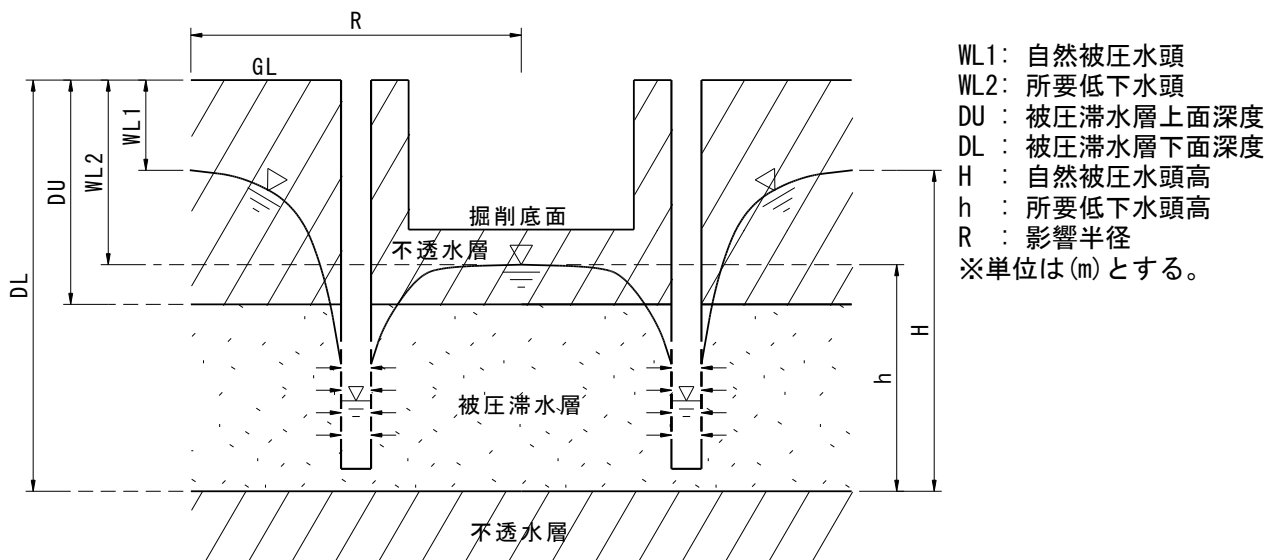
③ 揚水試験結果、施工実績値等を採用する場合

現場揚水試験結果、施工実績値等の数値指定は無い。

④ 設計用影響半径

シーハルトの式による算定値とクサキンの式による算定値の大きい方を採用する。
ただし、揚水試験結果、施工実績値等を使用する場合は、これを採用する。

$$R = 424\text{m}$$



(6) 所要総排水量と所要ディープウエル排水量

	着目地点						
	A	B	C	D	E	F	G
K (cm/sec)	2.00E-02						
D (m)	19.00						
H (m)	22.00						
h (m)	12.00						
R (m)	424						
Σ lnZ	26.3456	27.3004	26.4058	27.3004	26.4058	27.3004	26.4058
n (本)	8	8	8	8	8	8	8
1/n Σ lnZ	3.2932	3.4126	3.3007	3.4125	3.3007	3.4126	3.3007
Qn (m3/min)	5.197	5.432	5.211	5.432	5.211	5.432	5.211
qn (m3/min)	0.650	0.679	0.651	0.679	0.651	0.679	0.651
Qo (m3/min)	Qn max = 5.432 (B 地点)						
qo (m3/min)	qn max = 0.679 (B 地点)						

$$Q_n = \frac{2 \times \pi \times K \div 100 \times D \times (H - h)}{\ln R - \sum \ln(Z_n) \div n} \times 60 \times \alpha$$

$$q_n = Q_n \div n$$

- K : 透水係数 (cm/sec)
- D : 被圧滞水層厚 (m)
- H : 自然被圧水頭高 (m)
- h : 所要低下水頭高 (m)
- R : 影響半径 (m)
- Σ lnZ : 着目地点～ディープウエル間離隔距離の自然対数の合計
- n : ディープウエル本数 (本)
- α : 所要総排水量の割増率
- Qn : 着目地点で所要低下水位を確保するのに必要な総排水量 (m3/min)
- qn : 着目地点で所要低下水位を確保するのに必要なウエル排水量 (m3/min)
- Qo : 所要総排水量 (m3/min) Qo = Qn max
- qo : 所要ディープウエル排水量 (m3/min) qo = Qo ÷ n

<計算結果>

- ① 最も不利となる着目地点 B 地点
- ② 所要総排水量 Qo 5.432 (m3/min)
- ③ 所要ディープウエル排水量 qo 0.679 (m3/min)

4 ディープウェル外壁付近における水位低下量の算出

(1) ディープウェルとディープウェルの離隔距離

DW NO.	Z (m)															
	1	2	3	4	5	6	7	8								
1	0.30	20.00	38.08	49.50	53.85	50.00	38.08	21.21								
2	20.00	0.30	21.21	38.08	50.00	53.85	49.50	38.08								
3	38.08	21.21	0.30	20.00	38.08	49.50	53.85	50.00								
4	49.50	38.08	20.00	0.30	21.21	38.08	50.00	53.85								
5	53.85	50.00	38.08	21.21	0.30	20.00	38.08	49.50								
6	50.00	53.85	49.50	38.08	20.00	0.30	21.21	38.08								
7	38.08	49.50	53.85	50.00	38.08	21.21	0.30	20.00								
8	21.21	38.08	50.00	53.85	49.50	38.08	20.00	0.30								

$Z = \sqrt{\{(X_d - X_p)^2 + (Y_d - Y_p)^2\}}$
 Z : 離隔距離 (m) X_d, Y_d : ディープウェル配置位置の座標 (m) X_p, Y_p : ディープウェル配置位置の座標 (m)

(3) ディープウェル外壁付近における水位低下量

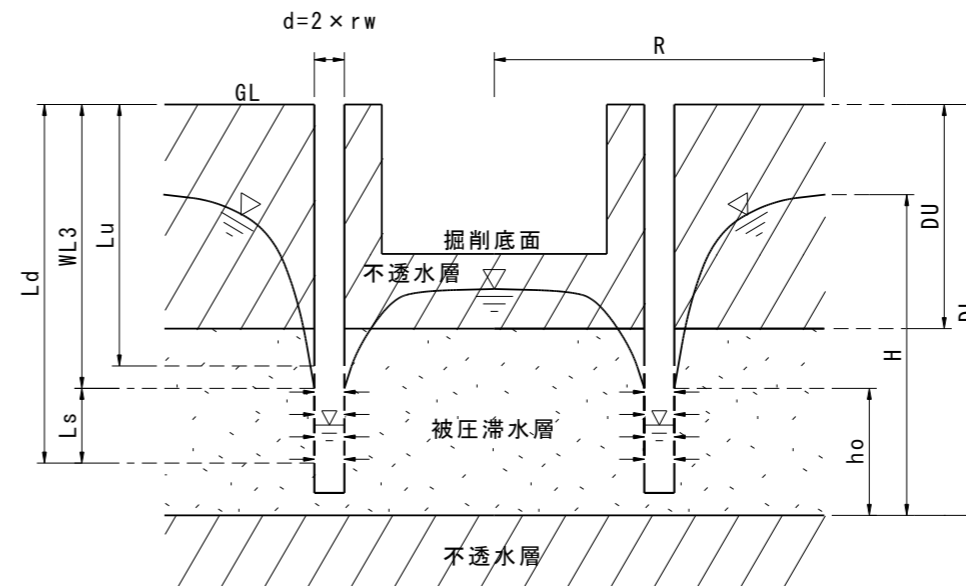
DW NO.	1	2	3	4	5	6	7	8										
K (cm/sec)	2.00E-02																	
D (m)	19.00																	
H (m)	22.00																	
R (m)	424																	
Σ lnZ	23.9258	23.9258	23.9258	23.9258	23.9258	23.9258	23.9258	23.9258										
n (本)	8	8	8	8	8	8	8	8										
1/n Σ lnZ	2.9907	2.9907	2.9907	2.9907	2.9907	2.9907	2.9907	2.9907										
DL (m)	25.00																	
ho (m)	10.40	10.40	10.40	10.40	10.40	10.40	10.40	10.40										
WL3 (GL-m)	14.60	14.60	14.60	14.60	14.60	14.60	14.60	14.60										

DW NO.																		
K (cm/sec)																		
D (m)																		
H (m)																		
R (m)																		
Σ lnZ																		
n (本)																		
1/n Σ lnZ																		
DL (m)																		
ho (m)																		
WL3 (GL-m)																		

DW NO.																		
K (cm/sec)																		
D (m)																		
H (m)																		
R (m)																		
Σ lnZ																		
n (本)																		
1/n Σ lnZ																		
DL (m)																		
ho (m)																		
WL3 (GL-m)																		

ho (最小値)	10.40 m
WL3 (最大値)	GL- 14.60 m

【 参考図 】



$$ho = H - \frac{Qo \div 60 \times [\ln R - \sum \ln(Zn) \div n]}{2 \times \pi \times K \div 100 \times D \times \alpha}$$

$$WL3 = DL - ho$$

- ho : 着目ウェル外壁付近の低下水頭高 (m)
- H : 自然被圧水頭高 (m)
- Qo : 所要総排水量 (m3/min) Qo = qo × n
- qo : 所要ディープウェル排水量 (m3/min)
- R : 影響半径 (m)
- Zn : 各ディープウェルから着目ウェルまでの距離 (m)
- n : ディープウェル本数 (本)
- K : 透水係数 (cm/sec)
- D : 被圧滞水層厚 (m)
- α : 所要総排水量の割増率
- DL : 被圧滞水層下面深度 (GL-m)
- WL3 : 着目ディープウェル外壁付近の低下水位 (GL-m)

5 ディープウェル揚水能力の算出

ディープウェル外壁付近における低下水位 (WL3) の最大値を基にディープウェル揚水能力を算出する。

(1) 有効ストレーナ長 L_s (m)

$$L_s = L_d - WL3_{max} \quad \text{-----} \quad Lu < WL3_{max} \text{ の場合}$$

$$= 25.00m - 14.60m$$

$$= 10.40m$$

(2) ディープウェル揚水能力 q_w (m³/min)

$$q_w = 2 \times \pi \times r_w \times L_s \times \sqrt{(K \div 100)} \div 15 \times 60 \times \beta$$

$$= 2 \times \pi \times 0.30m \times 10.40 m \times \sqrt{(2.00E-02cm/sec \div 100cm/m)} \div 15 \times 60sec/min \times 1.00$$

$$= 1.109m^3/min$$

6 ディープウェル揚水能力余裕安全率の算出

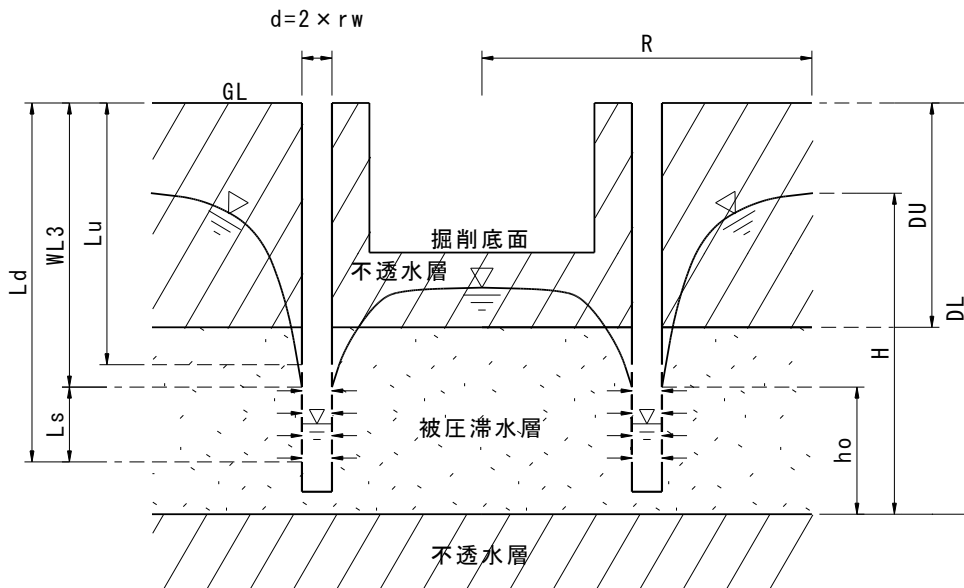
$$F_s = q_w \div q_o$$

$$= 1.109m^3/min \div 0.679m^3/min$$

$$= 1.63 \geq 1.00 \quad \text{-----} \quad \text{所要余裕安全率を確保できる。}$$

Fs: 余裕安全率
 qw: ディープウェル揚水能力 (m³/min)
 qo: 所要ディープウェル排水量 (m³/min)

【 参考図 】



(3) 任意地点の低下水頭

Point	H	I	J	K	L	M	N
K(cm/sec)	2.00E-02						
D(m)	19.00						
H(m)	22.00						
h(m)	12.00						
R(m)	424						
$\sum \ln Z$	26.3446	26.5154	26.3450	26.5154	26.3450	26.5154	26.3450
n(本)	8	8	8	8	8	8	8
$1/n \sum \ln Z$	3.2931	3.3144	3.2931	3.3144	3.2931	3.3144	3.2931
ho(m)	11.55	11.63	11.55	11.63	11.55	11.63	11.55
DL(GL-m)	25.00						
WL4(GL-m)	13.45	13.37	13.45	13.37	13.45	13.37	13.45

$$h_o = H - \frac{Q_o \div 60 \times \{ \ln R - \sum \ln(Z_n) \div n \}}{2 \times \pi \times K \div 100 \times D \times \alpha}$$

$$WL4 = DL - h_o$$

- ho : 着目地点の低下水頭高 (m)
 H : 自然被圧水頭高 (m)
 Qo : 所要総排水量 (m³/min)
 qo : 所要ディープウエル排水量 (m³/min)
 R : 影響半径 (m)
 Zn : 各ディープウエルから着目地点までの距離 (m)
 n : ディープウエル本数 (本)
 K : 透水係数 (cm/sec)
 D : 被圧滞水層厚 (m)
 α : 所要総排水量の割増率
 WL4: 任意地点の低下水頭 (GL-m)
 DL : 被圧滞水層下面深度 (GL-m)

【 低下水位等高线图 】

