

工事名称： ビル新築工事

工区名称： 棟工区

ディープウェル工設計計算書  
( 詳細設計 )

平成15年1月17日

水替工法勉強会

<< 特記事項 >>

この設計書は、出力見本です。

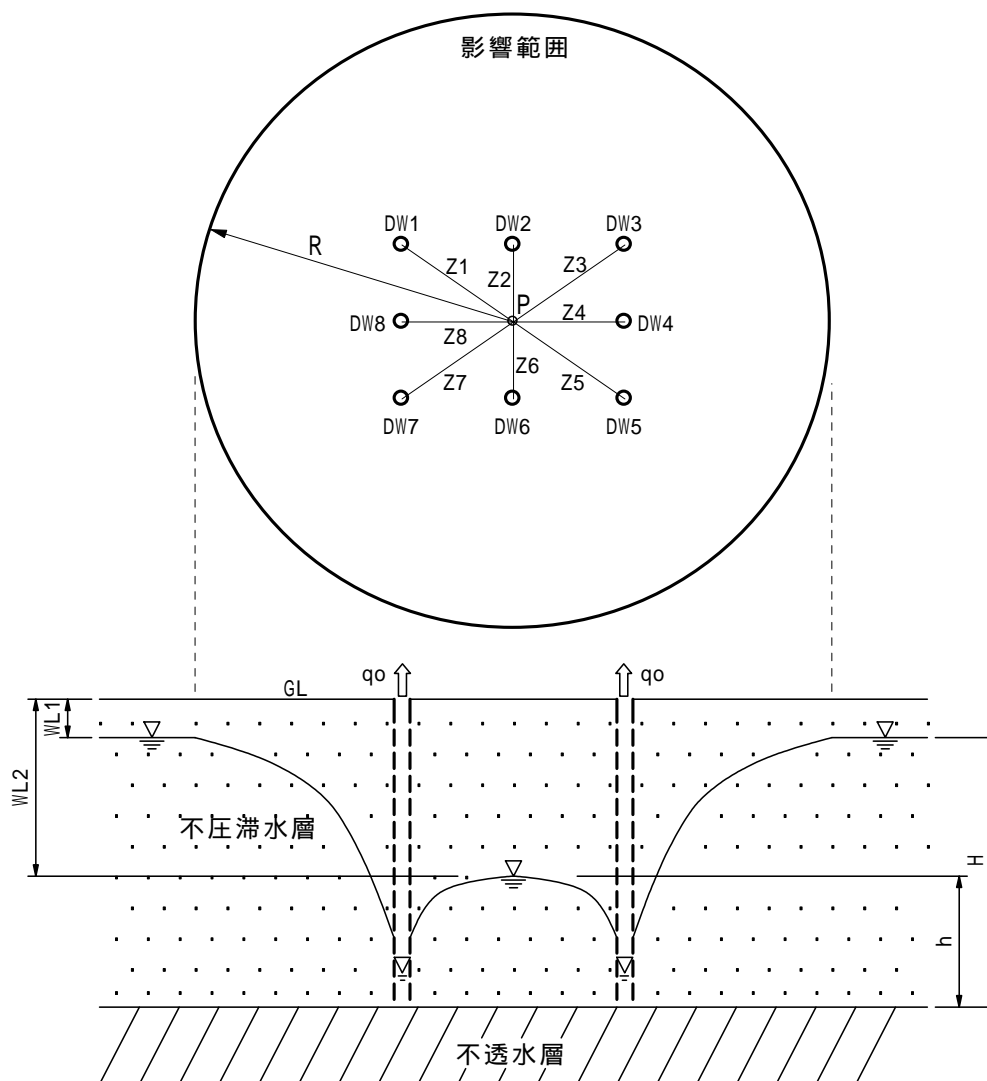
# 1 設計方法

## (1) ディープウェル配置位置および着目地点（検討地点）の選定

仮設平面図にXY座標軸を記入する。  
ディープウェル概略設計計算書を参考にして、ディープウェルを配置する。  
設計上、不利となる地点（着目地点）を選定する。

## (2) 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

群井戸の式により各着目地点における所要総排水量を算出する。  
所要排水量の最大値を設計用の所要総排水量とする。  
ディープウェル1本あたり所要排水量を算出する。



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

$$q_0 = Q_0 \div n$$

- 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 )
- n : ディープウェル本数 ( 本 )
- Z<sub>n</sub> : 着目地点 (P点) から各ディープウェルまでの距離 ( m )
- Q<sub>0</sub> : 所要総排水量 ( m<sup>3</sup>/min )      Q<sub>0</sub> = q<sub>0</sub> × n
- q<sub>0</sub> : 所要ディープウェル排水量 ( m<sup>3</sup>/min )

( 解説 1 ) 滞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  $K = 1 \times 10^{-3} \text{cm/sec}$  以上とする。

( 解説 3 ) 影響半径の設定方法

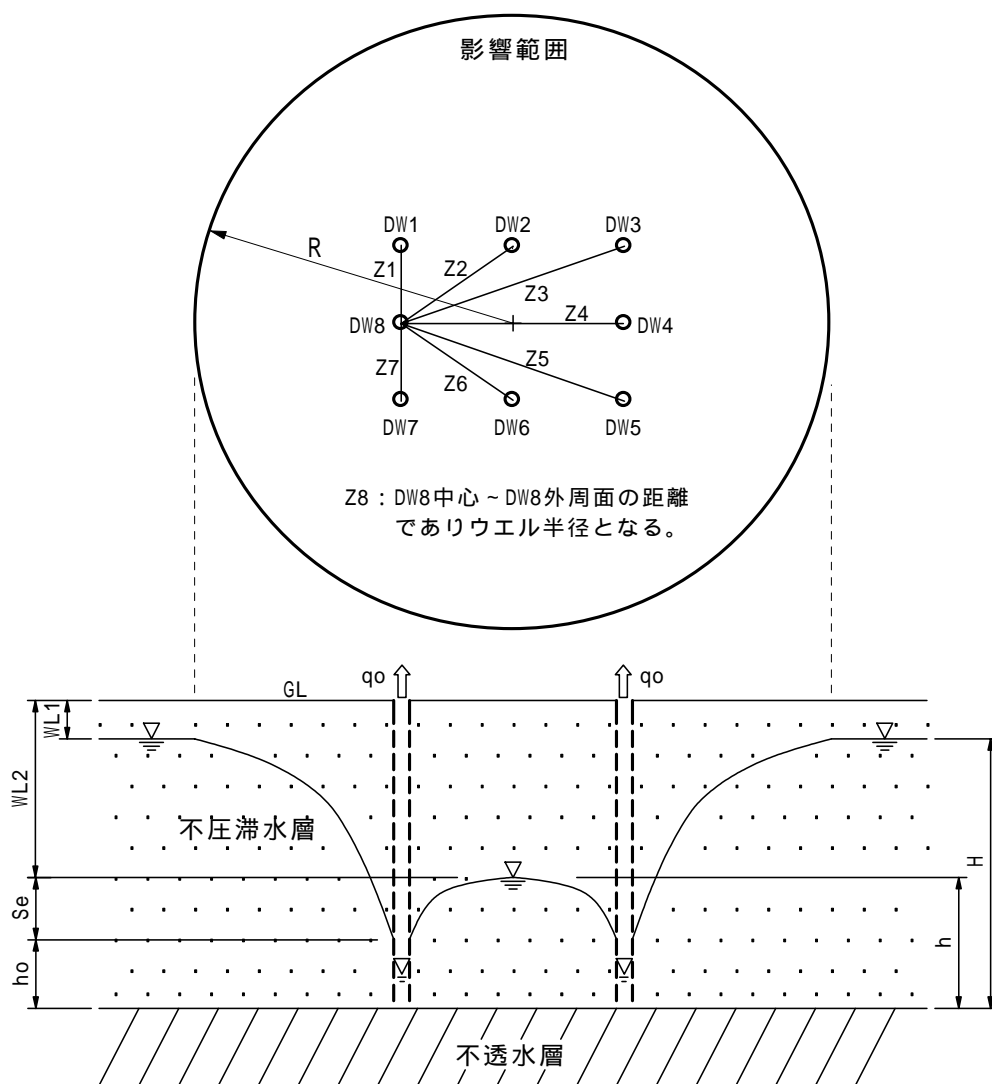
シーハルトの式を適用して算出する。

$$R = 3000 \times ( H - h ) \times ( K \div 100 )$$

R : 影響半径                    ( m )  
H : 自然水位高                ( m )  
h : 所要低下水位高        ( m )  
K : 透水係数                    ( cm/sec )

(3) ディープウェル外周面における低下水位高の算出

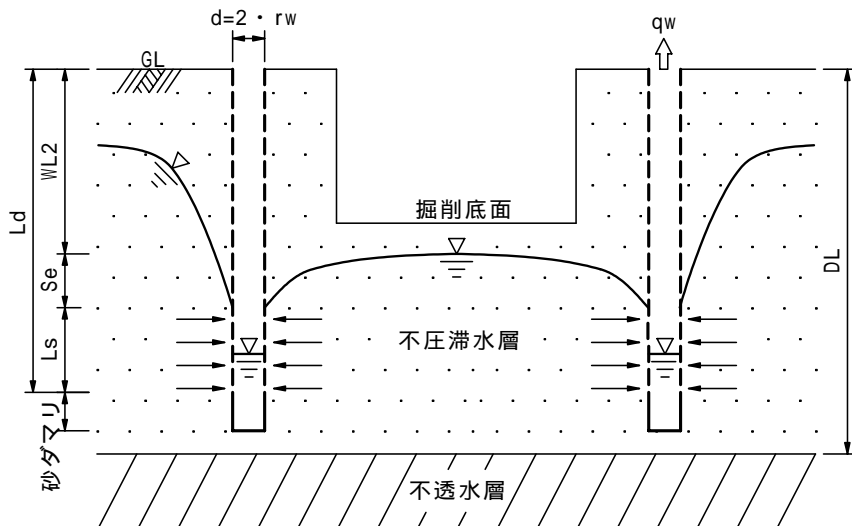
群井戸の式により、ディープウェル外周面における低下水位高を算出する。



$$h_o = \left[ H \times H - \frac{Q_o \div 60 \times \{ \ln R - \ln(Z_n) \div n \}}{\times K \div 100} \right]$$

- h<sub>o</sub> : 着目ウェル外周面の低下水位高 ( m )
- H : 自然水位高 ( m )
- Q<sub>o</sub> : 所要総排水量 ( m<sup>3</sup>/min )      Q<sub>o</sub> = q<sub>o</sub> × n
- q<sub>o</sub> : 所要ディープウェル排水量 ( m<sup>3</sup>/min )
- R : 影響半径 ( m )
- Z<sub>n</sub> : 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 )
- se : ウェルの相互干渉作用による有効ストレータ長減少量 ( m )

(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。

$$q_w = 2 \times \quad \times r_w \times L_s \times (K \div 100) \div 15 \times 60$$

- qw: ディープウェル揚水能力 ( m<sup>3</sup>/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 )
- Se: ウェルの相互干渉作用による有効ストレーナ長減少量 ( m )

(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  $L_d = DL$  となる。

(解説2) 有効ストレーナ長の設定方法

群井戸の式で、有効ストレーナ長減少量を算定し、決定される。

(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) 安全率の算出

$$F_s = q_w \div q_0$$

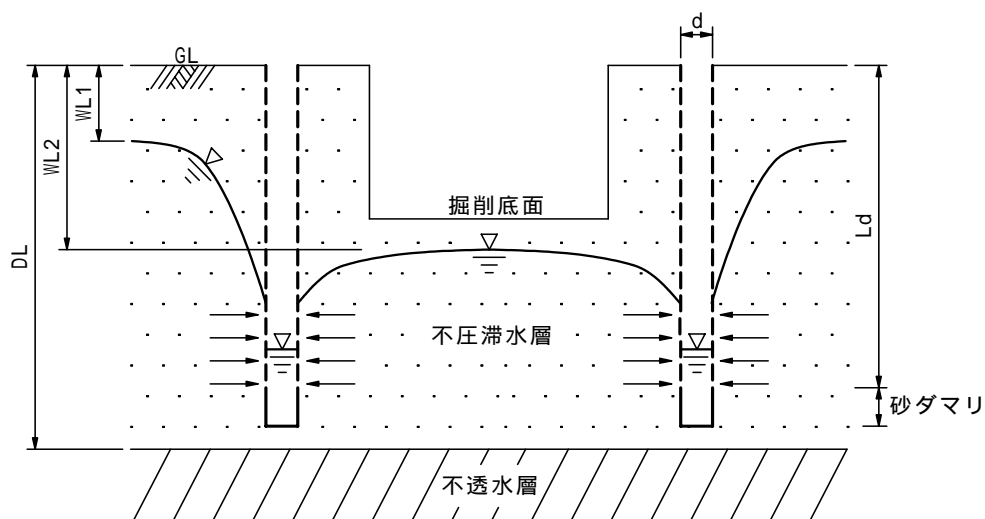
- Fs: 安全率
- qw: ディープウェル揚水能力 ( m<sup>3</sup>/min )
- q0: 所要ディープウェル排水量 ( m<sup>3</sup>/min )

(6) 任意地点の低下水位

任意地点に着目し、前(3)と同様の手法で算定する。

## 2 設計条件

### (1) 解説図



### (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	11.00	
滞水層下面深度	DL	GL-m	30.00	
透水係数	K	cm/sec	1.00E-02	K $1 \times 10^{-3}$ cm/sec

### (3) ディープウェル構造寸法

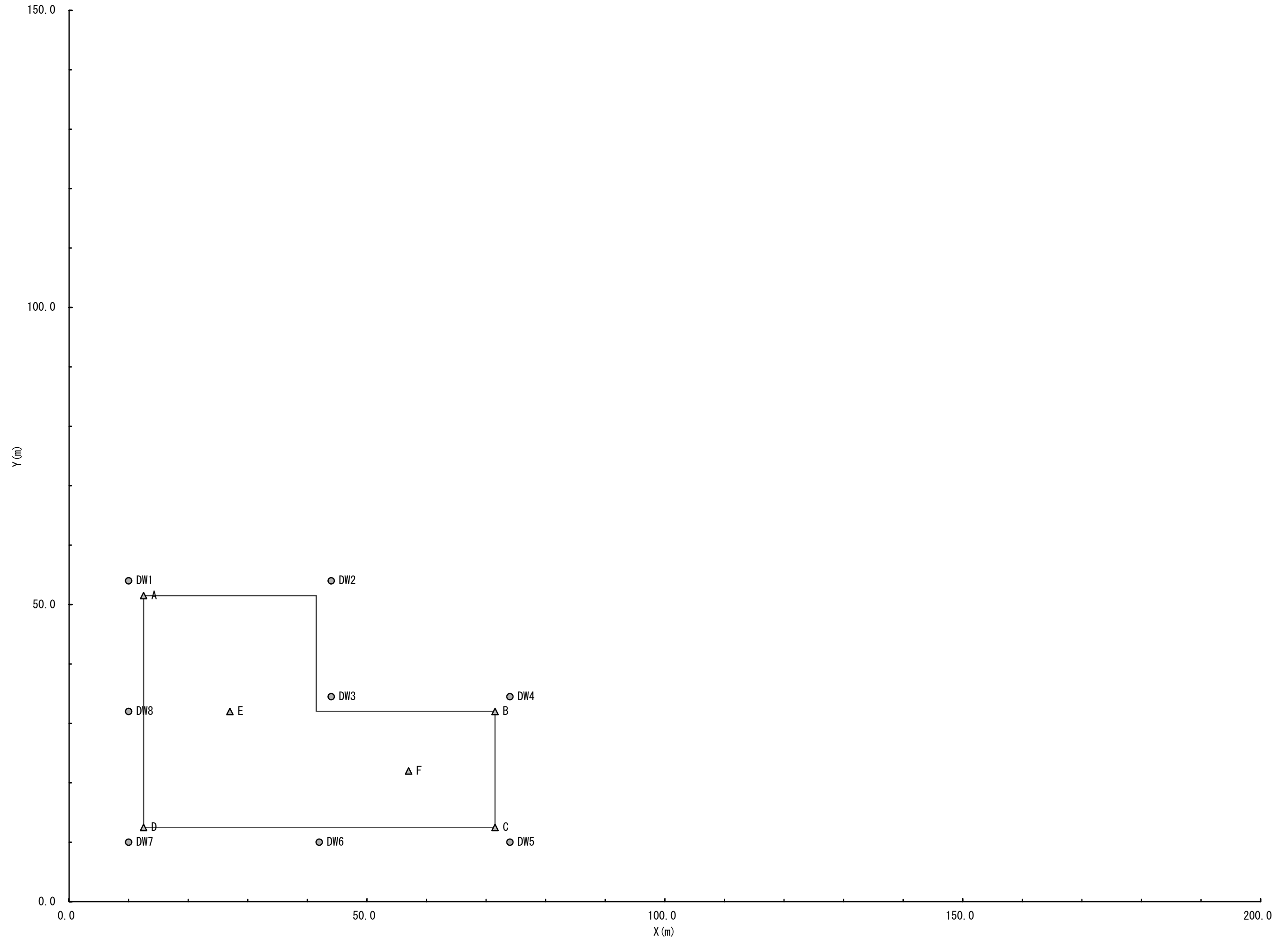
項目名	記号	単位	数値	記事
ストレナ下端深度	Ld	GL-m	25.00	
ディープウェル口径	d	m	0.60	
砂ダマリ長	-----	m	1.00	

### (4) 所要安全率

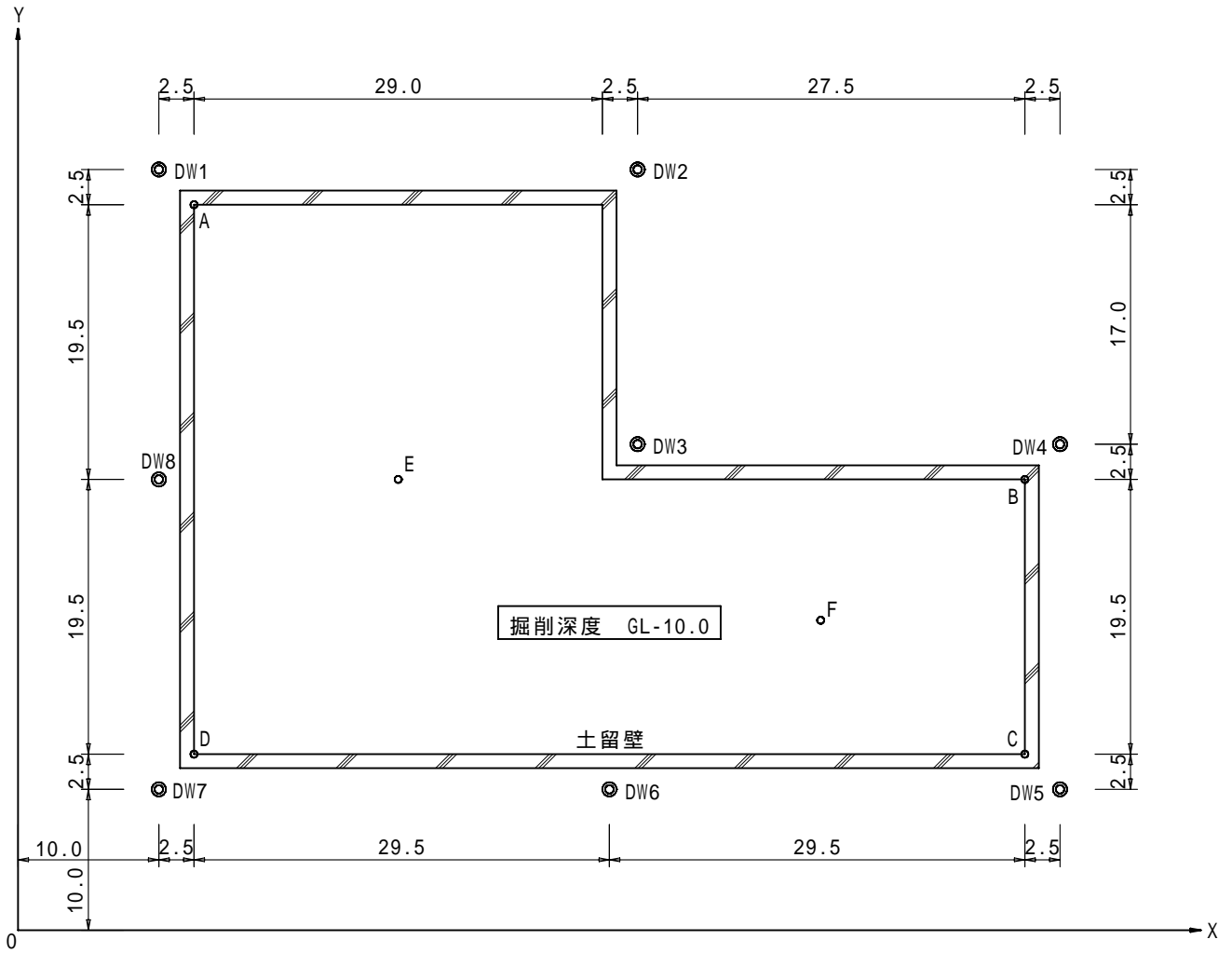
項目名	記号	単位	数値	記事
所要安全率	Fs	-----	1.50	Fs 1.0

### (5) ディープウェルおよび着目地点の配置図

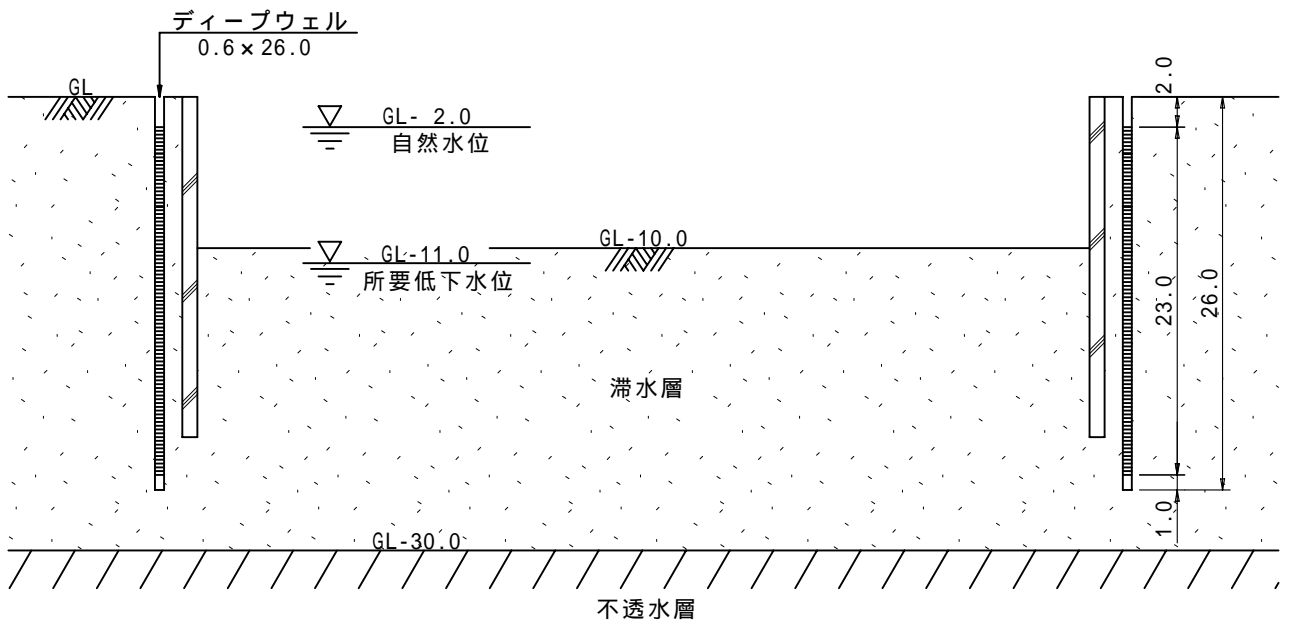
次ページに示す。



平面図



断面図







( 7 ) 着目地点の座標

Point	Xp(m)	Yp(m)	記 事
A	12.50	51.50	
B	71.50	32.00	
C	71.50	12.50	
D	12.50	12.50	
E	27.00	32.00	
F	57.00	22.00	
*			

( 8 ) 任意地点 ( 低下水位算定位置 ) の座標

Point	Xp(m)	Yp(m)	記 事
a	-5.00	32.00	
b	0.00	32.00	
c	5.00	32.00	
d	10.00	32.00	
e	15.00	32.00	
f	20.00	32.00	
g	25.00	32.00	
h	30.00	32.00	
l	35.00	32.00	
j	40.00	32.00	
k	45.00	32.00	
l	50.00	32.00	
m	55.00	32.00	
n	60.00	32.00	
o	65.00	32.00	
p	70.00	32.00	
q	75.00	32.00	
r	80.00	32.00	
s	85.00	32.00	
t	90.00	32.00	

### 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 ) 自然水位高  $H$  ( m )

$$\begin{aligned} H &= DL - WL1 \\ &= 30.00 - 2.00 \\ &= 28.00 \text{ m} \end{aligned}$$

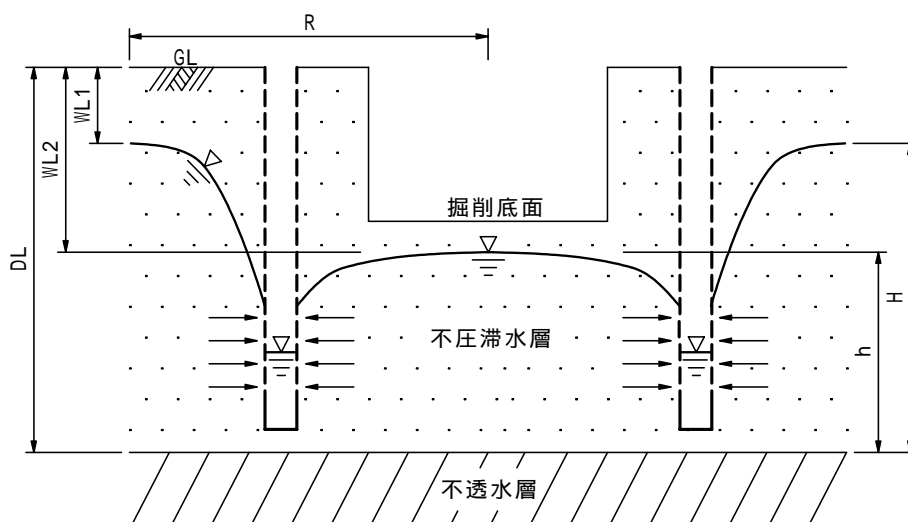
( 2 ) 所要低下水位高  $h$  ( m )

$$\begin{aligned} h &= DL - WL2 \\ &= 30.00 - 11.00 \\ &= 19.00 \text{ m} \end{aligned}$$

( 3 ) 影響半径  $R$  ( m )

$$\begin{aligned} R &= 3000 \times ( H - h ) \times ( K \div 100 ) \quad \text{----- シーハルトの式} \\ &= 3000 \times ( 28.00 - 19.00 ) \times ( 1.00E-02 \div 100 ) \\ &= 270.00 \text{ m} \end{aligned}$$

< 解説図 >



WL1: 自然水位	( m )
WL2: 所要低下水位	( m )
DL : 滞水層下面深度	( m )
H : 自然水位高	( m )
h : 所要低下水位高	( m )
R : 影響半径	( m )





(6) 所要総排水量と所要ディープウェル排水量

	着目地点						
	A	B	C	D	E	F	*
K(cm/sec)	1.00E-02						
H(m)	28.00						
h(m)	19.00						
R(m)	270.00						
lnZ	27.3940	27.3244	27.8122	27.2593	26.7346	27.2688	*
n(本)	8	8	8	8	8	8	*
1/n lnZ	3.4243	3.4156	3.4765	3.4074	3.3418	3.4086	*
Qn(m3/min)	3.667	3.653	3.758	3.639	3.533	3.641	*
qn(m3/min)	0.458	0.457	0.470	0.455	0.442	0.455	*
Qo(m3/min)	Qn max = 3.758 ( C 地点 )						
qo(m3/min)	qn max = 0.470 ( C 地点 )						

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

$$q_n = Q_n \div n$$

- 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 )  
 lnZ : 着目地点～ディープウェル間離隔距離の自然対数の合計  
 n : ディープウェル本数 ( 本 )  
 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ェル排水量 ( m3/min )  
 Qo : 所要総排水量 ( m3/min )                      Qo = Qn max  
 qo : 所要ディープウェル排水量 ( m3/min )                      qo = Qo ÷ n

< 計算結果 >

最も不利となる着目地点	C 地点
所要総排水量 Qo	3.758 ( m3/min )
所要ディープウェル排水量 qo	0.470 ( m3/min )







(3) ディープウェル外周面における低下水位高

	DW1	DW2	DW3	DW4	DW5	DW6	DW7	DW8	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
K(cm/sec)	1.00E-02																			
H(m)	28.00																			
R(m)	270.00																			
lnZ	25.4185	24.3502	22.9593	25.2599	25.8182	24.0667	25.2770	24.2420	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
n(本)	8	8	8	8	8	8	8	8	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1/n lnZ	3.1773	3.0438	2.8699	3.1575	3.2273	3.0083	3.1596	3.0303	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
DL(m)	30.00																			
ho(m)	17.36	16.57	15.49	17.24	17.64	16.36	17.26	16.49	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
WL3(GL-m)	12.64	13.43	14.51	12.76	12.36	13.64	12.74	13.51	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
K(cm/sec)	1.00E-02																			
H(m)	28.00																			
R(m)	270.00																			
lnZ	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
n(本)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1/n lnZ	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
DL(m)	30.00																			
ho(m)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
WL3(GL-m)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

ho min	15.49 m
WL3 max	GL- 14.51 m

$$ho = \left[ H \times H - \frac{Qo \div 60 \times \{ \ln R - \ln(Zn) \div n \}}{\times K \div 100} \right]$$

$$WL3 = DL - ho$$

- ho : 着目ウェル外周面の低下水位高 ( m )
- H : 自然水位高 ( 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 )
- DL : 滞水層下面深度 ( GL-m )
- WL3 : 着目ディープウェル外周面の低下水位 ( GL-m )

## 5 ディープウェル揚水能力の算出

ディープウェル外周面における低下水位高 (  $h_0$  ) 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 )

$$\begin{aligned} L_s &= L_d - ( h - h_0 ) - WL_2 \\ &= 25.00 - ( 19.00 - 15.49 ) - 11.00 \\ &= 10.49 \text{ m} \end{aligned}$$

( 2 ) ディープウェル揚水能力  $q_w$  (  $\text{m}^3/\text{min}$  )

$$\begin{aligned} q_w &= 2 \times \quad \times r_w \times L_s \times ( K \div 100 ) \div 15 \times 60 \\ &= 2 \times \quad \times 0.30 \times 10.49 \times ( 1.00\text{E-}02 \div 100 ) \div 15 \times 60 \\ &= 0.791 \text{ m}^3/\text{min} \end{aligned}$$

## 6 安全率の算出

$$\begin{aligned} F_s &= q_w \div q_0 \\ &= 0.791 \div 0.470 \\ &= 1.68 \quad 1.50 \quad \text{-----} \quad \text{設計条件を満足する。} \end{aligned}$$

$F_s$ : 安全率  
 $q_w$ : ディープウェル揚水能力 (  $\text{m}^3/\text{min}$  )  
 $q_0$ : 所要ディープウェル排水量 (  $\text{m}^3/\text{min}$  )



