

傾斜井戸の帯水層試験

日本地下水開発(株)事業部

○安彦宏人・中村秀夫

秋山純一・富田宏・鈴木健一

1.はじめに

最近、地質汚染(土壌汚染・地下水汚染)の修復工事として、水平ボーリングが注目されている。垂直井戸、傾斜井戸、水平井戸の区別は、Norman(1991)のDictionary of Petroleum Exploration, Drilling & Productionによるとボーリングの掘削角度により、0度を垂直井戸、0~70度を傾斜井戸、70~90度を水平井戸としている。

帯水層の薄い地域の地下水開発をめざし、傾斜井戸(70度、L=70m、垂直深度H=24m)の帯水層試験を実施した。同じ場所での垂直井戸(H=24m)との帯水層試験を比較して発表する。

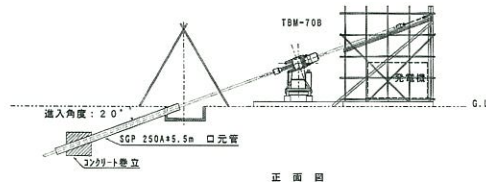


図-1 傾斜井戸さく井現場

2.実験施設地質概要

実験施設の地質は、洪新世の扇状地堆積物が分布している。浅層の帯水層(砂礫層・GL-16.5m~GL-22.0m)の揚水試験を実施した。

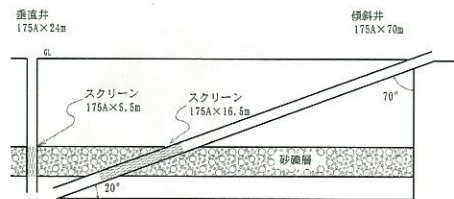


図-2 傾斜井戸~垂直井戸の地質構成図

3.井戸緒言

傾斜井戸、垂直井戸の各井戸緒言は表-1の通りである。

表-1 井戸緒言

	傾斜井戸	垂直井戸
井戸標高	115.86m	115.97m
掘削口径	8・5/8" (216mm)	8・5/8" (216mm)
掘削深度	24m	24m (L=70m)
ケーシング口径	175A	175A
スクリーン	16.5m (スリット)	5.5m (スリット)

4.段階揚水試験

傾斜井戸および垂直井戸とも揚水量を4段階(Q1=0.04m³/min、Q2=0.07m³/min、Q3=0.1m³/min、Q4=0.14m³/min)にして水位を測定した。

揚水量Q(m³/min)と水位降下s(m)との関係を表-2と図-3に示す。

表-2 段階揚水試験の水位降下

	傾斜井戸 s	垂直井戸 s
Q=0.04m ³ /min	s1=0.32m	s1=0.75m
Q=0.07m ³ /min	s2=0.67m	s2=1.33m
Q=0.10m ³ /min	s3=1.12m	s3=1.92m
Q=0.14m ³ /min	s4=1.55m	s4=3.67m

傾斜井戸・垂直井戸の段階試験を比較すると、同じ水位降下での揚水量は傾斜井戸の方が1.8倍程度大きくなっている。

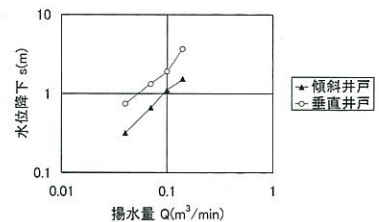


図-3 Q-s図

段階試験での比湧水量Sc(m²/min)を表-3、図-4に示す。

表-3 比湧水量 Sc(m²/min)

	傾斜井戸	垂直井戸
Q1=0.04m ³ /min	0.125 m ² /min	0.053 m ² /min
Q2=0.07m ³ /min	0.104 m ² /min	0.053 m ² /min
Q3=0.10m ³ /min	0.089 m ² /min	0.052 m ² /min
Q4=0.14m ³ /min	0.090 m ² /min	0.038 m ² /min

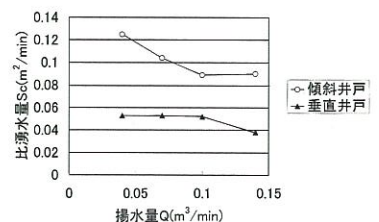


図-4 比湧水量

比湧水量についても、傾斜井戸が垂直井戸の約2倍程度大きくなっている。

5.連続揚水試験・回復試験

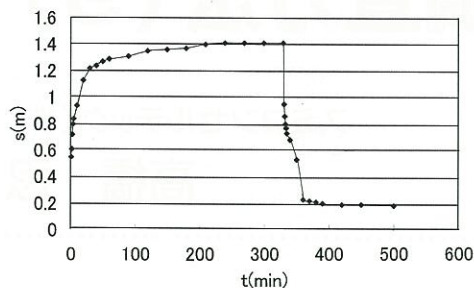


図-5 傾斜井戸連続揚水・回復試験

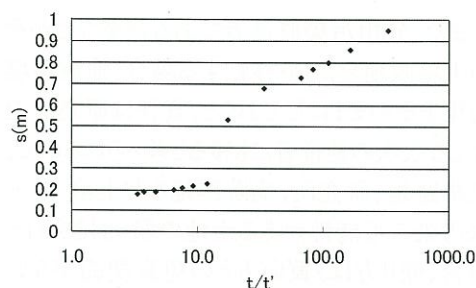


図-6 $t/t'-s$ 図(傾斜井戸)

5-1 傾斜井戸の水力常数

非定常理論の回復法により求める。

$$T=0.183Q/S \cdot$$

$$=0.183 \cdot 0.14/60 \cdot 0.15$$

$$=0.000064 \text{ m}^2/\text{s}$$

$$b=5.5$$

$$k=T/b \text{ より } K=0.000012 \text{ m/S}$$

$$=1.2 \cdot 10^{-5} \text{ m/S} (=1.2 \cdot 10^{-3} \text{ cm/s})$$

5-2 垂直井戸の水力常数

非定常理論の回復法より求める。

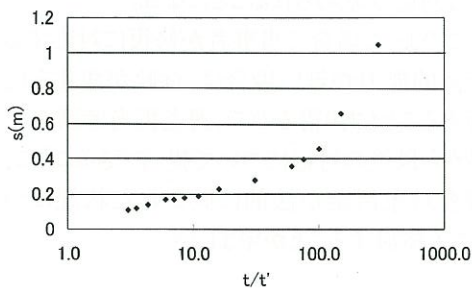


図-7 $t/t'-S$ 図(垂直井戸)

$$T=0.183Q/S \cdot \log t/t'$$

$$=0.183 \cdot 0.14 \text{ m}^2/60 \cdot 0.08$$

$$=0.000034 \text{ m}^2/\text{S}$$

$$b=5.5 \quad K=T/b$$

$$=0.0000062 \text{ m/s}$$

$$=6.2 \cdot 10^{-6} \text{ m/s} (=6.2 \cdot 10^{-4} \text{ cm/s})$$

5-3 透水係数比較

傾斜井戸と垂直井戸の揚水試験結果より、非定常理論の回復法から求めた透水係数について比較する。

表-5 透水係数

	透水係数
傾斜井戸	$k=1.2 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$
垂直井戸	$k=6.2 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$

透水係数で比較すると、傾斜井戸が垂直井戸の1.9倍程度大きくなっている。傾斜井戸のスクリーン延長が垂直井戸3倍であるから、スクリーン延長に対する効率は63%となる。

6.注入試験

傾斜井戸と垂直井戸について、段階揚水試験と同じく4段階の注入試験を実施し、水位上昇 up (m) を測定した。

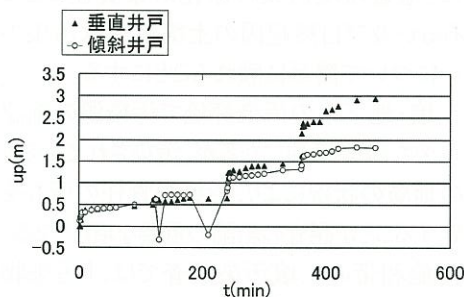


図-8 段階注入試験

段階注入試験結果から比注入量 Sc を算出した。

表-6 比注入量 Sc (m³/min)

RQ	傾斜井戸		垂直井戸	
m ³ /min	up(m)	Sc	up(m)	Sc
0.04	0.52	0.077	0.5	0.080
0.07	0.82	0.085	0.65	0.108
0.10	1.33	0.075	1.48	0.068
0.14	1.82	0.077	2.95	0.047

7.まとめ

- (1) 段階揚水試験から同じ水位降下での揚水量を比較すると、傾斜井戸の方が約1.8倍垂直井戸より大きい。
- (2) 段階注入試験結果から、注入量を増やすと、垂直井戸では水位上昇が大きくなる。
- (3) 今後、室内・野外試験を実施し、傾斜井戸の揚水量を予測する実用式を導きたい。