

III - 26

不圧地下水の現地揚水試験に対する二、三の考察

京都大学工学部 正員 赤井 浩一

同 大学院 学生員 宇野 尚雄

1. はしがき

不圧地下水すなわち重力井戸からの現地揚水試験により、透水係数を求める際に留意すべき二、三の点について、とくに被圧地下水の場合と比較して述べる。

2. 揚水による水位変動の基礎式

帯水層(砂層)底面より自由水面までの高さを揚水前に H 、揚水中に h とすれば、水面降下は $z = H - h$ である。自由水面の運動が準定常状態としたとき、基本方程式は

$$\frac{\partial \mathcal{S}}{\partial t} = CH \left[\frac{\partial}{\partial r} \left\{ \left(1 - \frac{\mathcal{I}}{H} \right) \frac{\partial \mathcal{S}}{\partial r} \right\} + \left(1 - \frac{\mathcal{I}}{H} \right) \frac{1}{r} \frac{\partial \mathcal{S}}{\partial r} \right] \quad (1)$$

r は揚水井から観測井までの距離, t は揚水開始後の時間,

$C = k/\beta$, k は地盤の透水性係数, β は有効間げき率

$J \ll H$ のとき式(1)は

$$\frac{\partial \mathcal{I}}{\partial t} \doteq CH \left[\frac{\partial^2 \mathcal{I}}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \mathcal{I}}{\partial r} \right] \quad (2)$$

これは被圧地下水の場合の式と同型で、初期条件 $t=0, s=0$
境界条件 $r=\infty, s=0; r=0(t>0)$, 揚水流量 $Q=Q$ で解くと

$$\zeta = \frac{Q}{4\pi k_H} \int_{\lambda}^{\infty} \frac{e^{-\lambda}}{\lambda} d\lambda = -\frac{Q}{4\pi k_H} Ei(-\lambda) \quad (3)$$

ただ、

$$\lambda \equiv \frac{r^2}{4CHt} = \frac{\beta r^2}{4kHt}$$

 $\lambda \ll 1$ ($\beta r^2 \ll 4k_H t$) のとき

$$\zeta = \frac{2.303 Q}{4 \pi k H} \left\{ \log_{10} \frac{t}{r^2} - \log_{10} \frac{\beta}{2.25 k} \right\} \quad (4)$$

3. 現地揚水試験

京都市右京区山の内浄水場建設予定地内に、図-1のように配置した観測井位置の土質柱状図を図-2に示した。 $Q=260 \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{sec}$, $Q=657 \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{sec}$ の場合の揚水試験結果を $\log_{10}(t/r^2)$ とすると整理した結果が図-3(a),(b),(c) である。透水係数の計算は図中に記したが、実用に当っては、不完全貫入に対する修正係数を乗じなければならない。

4. 考察

被圧地下水の揚水試験の一例を図-4に示す。

図-3と図-4を觀察して次の結果を得た。

図-1 観測井の配置図 (山の内)

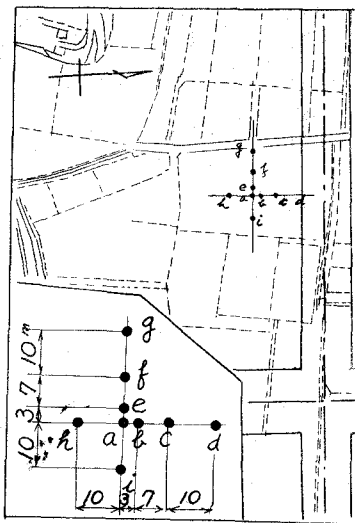
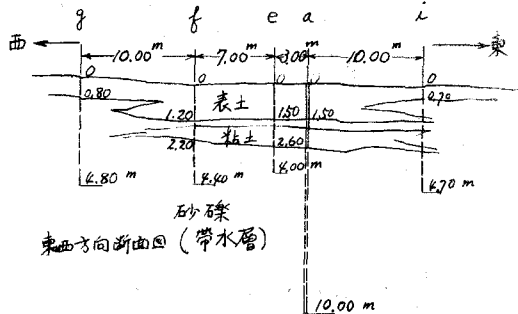


图-2 地层图



(1) $3 - \log_{10}(t/r^2)$ についてプロットした観測値は、被圧地下水の場合揚水開始後約10分、不圧地下水の場合揚水開始後約1時間30分経過して、式(4)の直線につてくる。したがって揚水試験では、被圧の場合約30分、不圧の場合約4時間の揚水時間が必要である。

(2) また観測値は、被圧の場合直線の下から現われて漸近するのに対し、不圧の場合には上側にかなりずれてから、その後直線に漸近する傾向にある。

(3) 水位回復法(図-3(b))による計算の際、 s として用いるのは、図-5の s^* を用いてはならず、推定降下水位から回復水位までの距離を採用しなければならない。これと誤ると透水係数の算定に誤差を生じる。

(4) 揚水量 Q については、地下水流の鉛直成分が水平成分に比べて小さく、無視しようとして理論式(1)が導かれているので、少量の揚水にしなければならない。しかし測定精度の制約があるので、おろすから限度がある。

以上被圧地下水と不圧地下水の各水圧状況の相異は、式(4)を導く際の仮定 $\alpha \ll 1$ に関連するが、この点について講演時に述べるつもりである。

終りに現地揚水試験に携って戴いた東京通商K.K.大阪支店の方々に謝意を表します。

図-4

被圧地下水の水位降下時と水位回復時の s と $\log(t/r^2)$ との関係

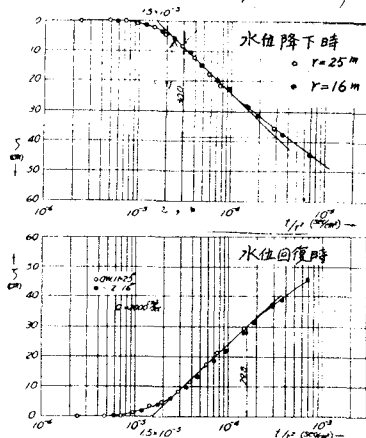


図-3(a) s と $\log(t/r^2)$ の関係

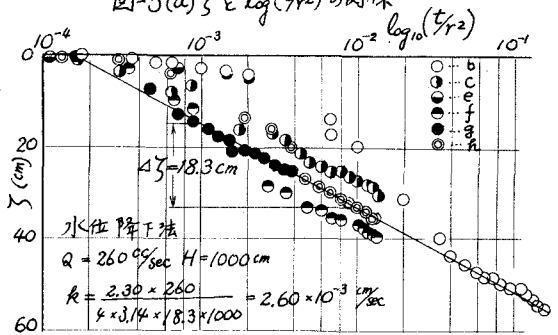


図-3(b) s と $\log(t/r^2)$ の関係

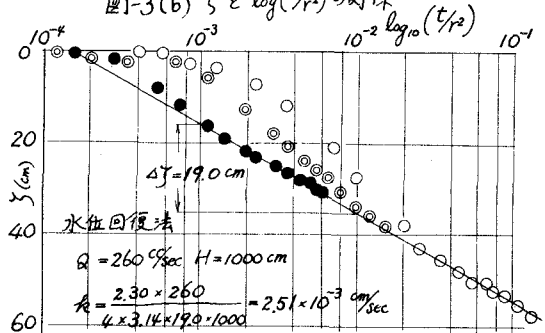


図-3(c) s と $\log(t/r^2)$ の関係

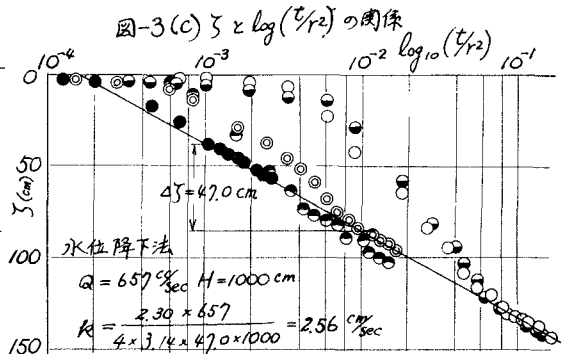


図-5 回復法をとる時の s

