

部分貫入井戸による現場揚水試験の解析

岐阜大学工学部 正会員 佐藤 健
名古屋大学工学部 シ 植下 協

1. まえがき 部分貫入井戸による現場揚水試験結果を解析する機会を得たので、従来からよく利用されてきた Hantush 法¹⁾による解析を試みたが、実際の帯水層厚さに比して異常に大きい帯水層厚値の推定されることがわかった。そこで、Hantush 法にくらべ、使用が平易で、しかも正確な帯水層定数と帯水層厚さを同時に推定できる図式解法について検討したので以下に報告する。

2. 図式解法 Hantush²⁾は上下面に完全に不透水層で覆われた被圧帯水層での地下水頭低下 $\bar{s}$ 、 $\bar{s} = \frac{Q}{4\pi T} \left\{ W(u) + \bar{F} \right\} \dots (1)$ $\bar{F} = \frac{zb^2}{\pi^2(a-d)(a'-d')} \sum_{n=1}^{\infty} \left[\frac{1}{n^2} (\sin \frac{n\pi a}{b} - \sin \frac{n\pi d}{b}) (\sin \frac{n\pi a'}{b} - \sin \frac{n\pi d'}{b}) W(u, n\pi r/b) \right] \dots (2)$ と表わされることを示した。

$u = (Sr^2/4Tt)$ が十分に小さい値の時

き、(1)式は

$$\bar{s} \approx \frac{Q}{4\pi T} \left\{ \ln \frac{2.25 T t}{S r^2} + \sum_{n=1}^{\infty} R_n K_0(n\pi r/b) \right\} \dots (3)$$

$$R_n = \frac{4b^2}{n^2 \pi^2 (a-d)(a'-d')} (\sin \frac{n\pi a}{b} - \sin \frac{n\pi d}{b}) (\sin \frac{n\pi a'}{b} - \sin \frac{n\pi d'}{b}) \dots (4)$$

のようになされる(図-1参照)。

したがって、試験結果を半対数紙上(縦

軸に $\bar{s}$ 、横軸に $\log t/r^2$) にプロットし

て、Jacob 法による直線近似を行くと、試験値は t/r^2 の値が大きくなるにつれ、ある直線の上に載って行くことが期待される。

(3)式と(4)式より差をとれば、 $\bar{s}$ は、

$$\bar{s} = -\frac{Q}{4\pi T} \sum_{n=1}^{\infty} \left\{ \frac{(-1)^n u^n}{n \cdot \pi i} + R_n W(\beta/4u, \beta) \right\} / \pi \dots (5)$$

$$\beta = \pi r / b, W(\beta/4u, \beta) = \int_0^{\beta/4u} \frac{1}{x} \exp(-x\beta/4u) dx$$

と表わされる。 $\bar{s}$ は u の小さい値では負値だが、 u が小さくなると、符号が途中で正に変わり、正の側からゼロに漸近する。したがって、 $\bar{s} = 0$ となる u (u_i とする) が存在し、その値は(5)式より推定できる。(5)式の直線近似式から求める $\bar{s} = 0$ となる t/r^2 の値 ($(t/r^2)_i$ とする) を利用すれば、

$$(t/r^2)_i / (t/r^2) = 2.25 \exp \left\{ \sum_{n=1}^{\infty} R_n K_0(n\pi r/b) \right\} / 4u_i \dots (6)$$

なる関係が導かれる。(5)式において、 a/r 、 a'/r 、 b/r の各値に對して $\bar{s} = 0$ となるときの u_i 値を用いれば、(6)式右辺の値が計算されるので、図-2に示し

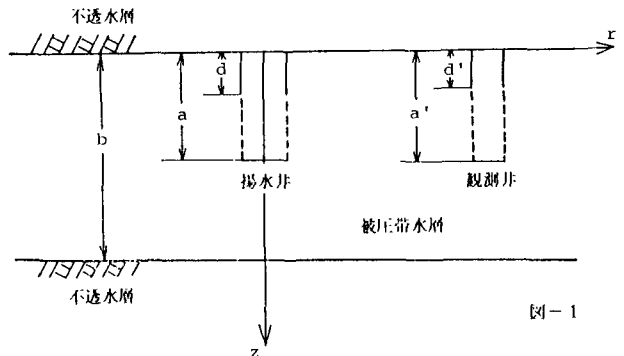


図-1

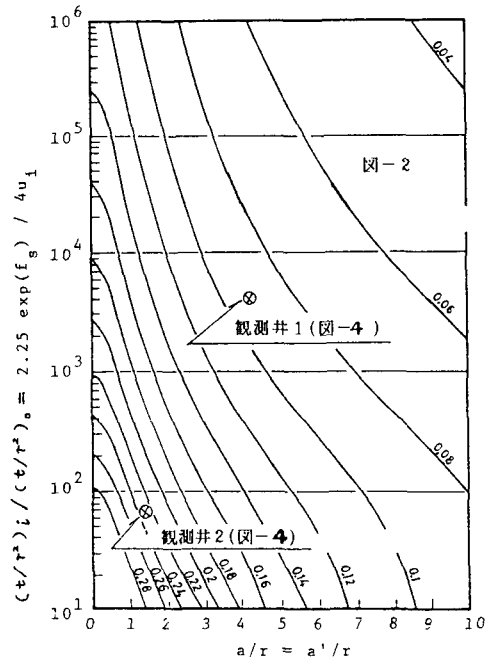


図-2

たような帯水層厚さ推定図が作成される。(b)式左辺の値は、Jacob 法による直線近似から各値を推定できるので、図-2 を利用することによって、被圧帯水層厚さが推定されることになる。

(3)式より、透水係数 T は、 $T = 2.3 Q / 4\pi \Delta s \dots\dots\dots (7)$

貯留係数 S は、 $S = 2.25 T (t/r^2) \cdot \exp\left(\sum_{n=1}^{\infty} R_n K_0(n\pi r/b)\right) \dots\dots\dots (8)$

として推定できる。

3. 適用例

揚水試験を行った位置の地盤状態と各井戸の諸元、井戸間距離を図-3 に示した。

各観測井での水位低下量を、先述したように横軸に t/r^2 、縦軸に Δs とした半対数紙上に整理してみたが、図-4 である。実際の地盤では帯水層上下の粘土層からの漏水・絞り出しによる鉛直方向の涵養も生じており、試験結果の後半部分には、そうした影響が表れていると考えられた。したがって、各観測井による試験値の後半部分を除外して解析した。その結果、表-1 に示すような各値が推定された。本地点ではボーリング調査によって、帯水層厚さは 24m であることが明らかになっており、表-1 に示した帯水層厚さも調査結果とほぼ一致する値を示し、本方法の妥当性がうかがわれた。

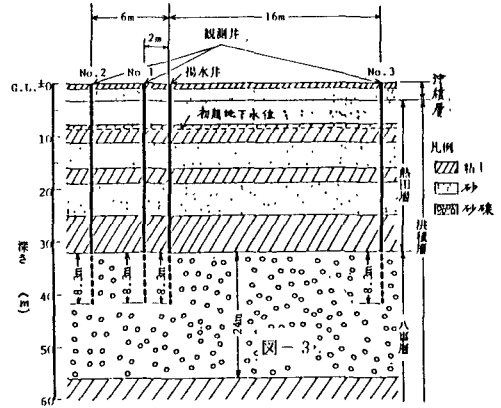


表-1 観測井	No. 1	No. 2	No. 3
帯水層定数・帯水層厚さ			
透水量係数 T (cm ² /s)	120	120	120
貯留係数 S	1.2×10^{-3}	1.4×10^{-3}	1.2×10^{-3}
帯水層厚さ b (m)	22	26	*

* 半対数紙上で (t/r^2) 値を見つけることができない。

4. 参考文献

- 1) Hantush, M.S. : Drawdown around a partially penetrating well, Trans. ASCE, Vol. 127, pp. 218~233, 1962.

