

III-353

Theis, Jacob 法を用いて帯水層厚を求める手法について

岡山大学工学部 正員 西垣 誠
 鶴鴻池組 正員 ○進士喜英

1. はじめに

地下水の挙動を定量的に把握するためには浸透特性である透水係数, 比貯留係数等を知る必要がある。これらの定数の決定にあたってはTheis の井戸理論に基づく揚水試験が最も一般的な手法である。しかし, 実際の試験の適用にあたって揚水井は帯水層完全に貫入している場合は少なく, 試験結果の整理には不完全貫入井による揚水の影響のみられない水位低下量データを用い, Theis あるいはJacob 法で透水量係数(T), 貯留係数(S)を求める。しかし, これらの値から透水係数(k), 比貯留係数(S_s)を求める場合, 帯水層厚(b)の代わりに揚水井のストレーナー長(ℓ)で T, S を除し, k, S_s を算定することがある。

本報ではHantush の揚水理論に基づいて, いくつかの場合についての水位低下曲線を示し, $T = k\ell$ であると考える是非を論じ, ここで示される特性を用いてTheis, Jacob 法の適用から k, S_s, b を求める手法を示す。

2. Hantush の理論水位低下量

Hantush は図1に示す被圧帯水層において, 不完全貫入井を用いてなされた揚水による揚水井周辺の水位低下量式を誘導した。

この式に基づいて, $\ell/b = 0.25, z/\ell = 0, d/\ell = 0$ における水位低下曲線を図2, 3に示す。

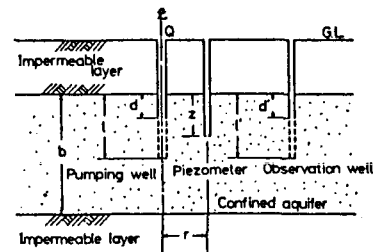


Fig. 1 Schematic cross-section of a confined aquifer with partially penetrating well.

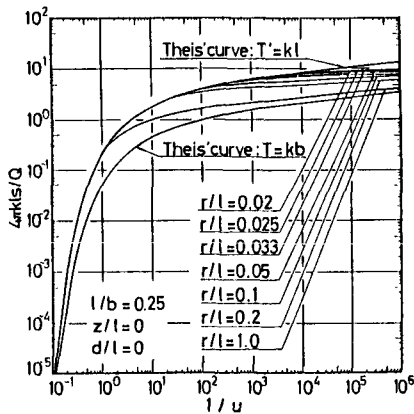


Fig. 3 Analytical drawdown on logarithmic paper by Hantush's theory; $\ell/b=0.25, z/\ell=0$.

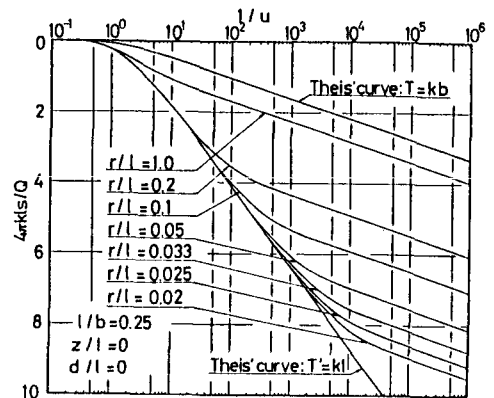


Fig. 2 Analytical drawdown on semi-logarithmic paper by Hantush's theory; $\ell/b=0.25, z/\ell=0$.

ここで, $u = r \cdot S_s / 4 k \ell t$ を示す。

これらのグラフより, 相対的に小さい時間では水位低下量は透水量係数 T が $T = k\ell$ である時のTheis の理論水位低下量に一致する。またこの時, 貯留係数 S は $S = S_s \cdot b$ である。

相対的に大きな時間では, 図2にみられるように $T = kb$ とするTheis の理論水位低下量の示す直線の傾きに等しい, つまりこの直線に平行な直線を示す水位低下量がみられる。

以上の観点より, 透水量係数を $T = k\ell$ とみなせる水位低下量が得られるのは揚水井近傍の観測位置で, 比較的早い時間の観測値である。

3. 揚水試験結果から帯水層厚を求める手法

不完全貫入井を用いた揚水試験結果から帯水層厚を求める手法は, すでにHantush あるいは佐藤らによって示されている。

しかし、いずれの手法も複雑な計算を行って得られる標準曲線が必要であり、さらに水位低下量～時間座標系内の1つの座標値を用いて帯水層厚を求めるという点で実際の観測データに適用する際には多くの問題がある。

先に述べた特性を利用すれば従来用いられてきたTheis, Jacob法で帯水層厚を求めることが可能である。このことより、簡単な手法で帯水層厚を求める方法について述べる。

- ① 比較的早い時間の水位低下量に対して、Theisの標準曲線法を 10^4 適用し透水量係数、貯留係数を求める。この時、これらの値は以下の関係を満たす。

$$T = k \ell \quad (1)$$

$$S = S_s b \quad (2)$$

式(1)より $k = T / \ell$ より、透水係数が求められる。

- ② 後半の水位低下量に対して、Jacobの直線近似法を適用し、透水量係数を求める。この時、透水量係数は次の関係を満たす。

$$T = k b \quad (3)$$

- ①で求めた k を用いて式(3)より $b = T / k$ を求める。

また、式(2)から $S_s = S / b$ を求める。

本手法の適用において注意しなければならないのは、Theisの理論水位低下量にどの程度の時間まで観測データが一致していると判断するかである。実際、標準曲線法では種々の誤差は対数紙上のプロットおよび読みとり上の誤差となる。これらの観点から対数1 cycle に対する許容誤差範囲を考えこれについてTheisの水位低下量に一致すると判断できる。限界時間 $u d$ を図4に示す。

4. 解析例

図5に示す帯水層を設定し、有限要素法による浸透流解析を行い揚水試験結果を得、これを本手法で解析したところ以下の結果を得た。

$$k = 1.180 \times 10^{-3} (\text{cm/s}), S_s = 1.181 \times 10^{-6} (1/\text{cm}), \\ b = 1.734 \times 10^3 (\text{cm})$$

5. 結論

不完全貫入井による揚水試験結果をTheisの理論で整理する場合、 $T = k \ell$ である結果が得られるのは揚水井近傍の比較的早い時間の観測値についてであり、この特性からTheis, Jacob法の併用で層厚を求める手法を提案し妥当性が示された。最後に本研究を行うにあたり適切な御助言を頂いた岡山大学工学部河野伊一郎教授に謝意を示すものであります。

参考文献

- 1) M.S. Hantush ; Drawdown around a partially penetrating well. , A.S.C.E. Trans., Vol.127, No.3033, pp.268-283 , 1962.
- 2) M.S. Hantush ; Aquifer test on partially penetrating wells. , A.S.C.E. Trans., Vol.127, No.3304, pp.284-308,1962.
- 3) T.Sato and K.Ueshita ; Determination of aquifer thickness by partially penetrating well. , SOIL and FOUNDATION , Vol.24, No.3 , pp.41-51 , 1984.

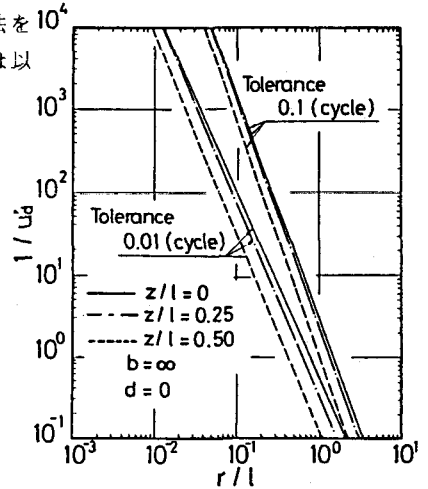


Fig. 4 Relation of $r/l, 1/u_d$ and tolerance ; $b=\infty, d=0$.

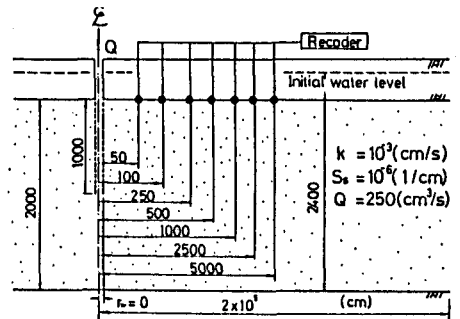


Fig. 5 Schematic cross-section of a confined aquifer for numerical analysis model.