

II-108 帯水層定数の算定法に関する一実験

東海大学工学部 正員 星田 義治
東海大学工学部 正員 濱野 俊造
東海大学大学院 学生員 〇市川 勉

1). まえがき 前回において、不圧地下水の理論式を数値計算したものを用いて、非定常状態の揚水試験より、帯水層定数である透水係数(k)、および有効空隙率(β)を求める一方法(等汲み出し線法)を提案した。¹⁾ 今回の報告においては、模型実験によって、この解法を検討するものである。

2). 実験装置および方法 実験は、水位降下の小さい($\gamma_H < 25\%$)シリーズAと水位降下の大きい($\gamma_H > 25\%$)シリーズBを実施した。シリーズAは、図-1に示す円形水槽を用い、シリーズBは、水槽の中心角 15° 、半径 $2m$ の扇形で、揚水井の半径は、 $10cm$ である。実験に用いた砂は、均等係数 1.96 、比重 2.62 有効径 D_{10} は $0.46mm$ である。実験は、中央の揚水井からサイフォンによって揚水し、揚水量については、サイフンの本数や内径を変えることによって増減した。井戸における水位の測定は、マンメーターの中に抵抗線を入れたものを用いて、ペン書きオシログラフによって、水位変動の記録をとった。給水は、円形水槽の外周より、一定水位を保つように、オーバーフローをさせながら、砂層に均等に浸透するように行なった。

3). 実験結果および考察 3-1 解析例 実験によって得た水位変動曲線より、各経過時間ごとの水位を読み、 $g (=h/H)$ と $g' (=r^2_{cht}/r^2_{Ht})$ を計算し、 g と g' の関係をグラフにして、線図に合わせた状態を示したのが図-2である。図-2からわかるように、実験より得られる $g-g'$ 曲線は、その曲線の傾向を大別すると、およそ3種類の勾配を持った折れ線に近似できる。揚水開始直後

では、揚水量が最終値と異なるために、傾斜が急になり、この部分で解析すると、 β の値が非常に大きくなる。また、定常状態の直前では、傾斜が水平に近い状態になり、このため、 k が大きくなり、 β が非常に小さな値となる。したがって、線図に実験曲線を合致させる場合は、図-2に示したように、曲線の中央部分の傾きを使用した。図-2を見ると、実験より得られた $g-g'$ 曲線は、数値計算で求められている $g-g' (=r^2_{cht}/r^2_{Ht}, C=k/\beta)$ 曲線群中の $C (= \frac{k}{\beta}) = 0.033$ に最もよく合致していることがわかる。また、このときの g' に対する g の値は、任意の点をとってよいから、たとえば、 β の計算に便利のように $g'=0.01$ をとると、これに対応する値は、 $g=0.0027$ である。これを用いて、 k および β の値は、次のようにして、計算できる。

$$k = \frac{Q}{4\pi g H^2} = \frac{15.62}{4 \times 3.14 \times 0.033 \times (125.2)^2} = 2.4 \cdot 10^{-6} (\text{cm/s}), \quad \beta = \frac{k}{C} = \frac{g k}{g'} = \frac{0.0027 \cdot 0.24}{0.01} = 0.065 = 6.5 (\%)$$

3-2 結果および考察 すべての実験について、3-1で述べたような等汲み出し線法で、 k および β を求めた。また、この同じデータの同じ部分を用いて、Theisの標準曲線法で、 k と β を算定した。さらに、これ

図-1 実験水槽断面図

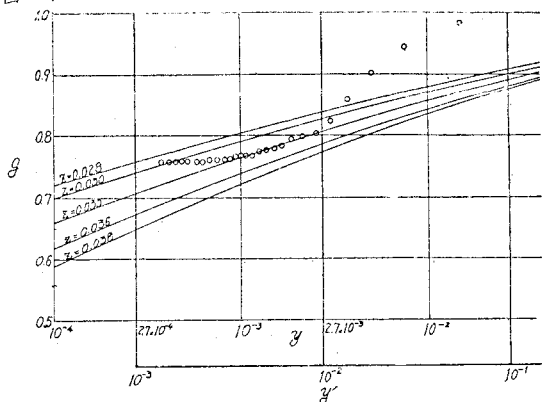
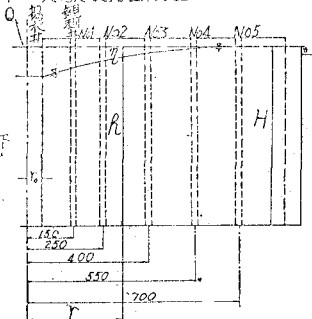


図-2 $g-g'$ 曲線 (シリーズA)

らの結果は、表-1、表-2、図-3、図-4に示した。図-3
 からわかるように、シリーズAにおける k の値は、3種類の解法
 による値が大体一致しているが、 β については、等汲み出し線法
 による値が、標準曲線法による値より少し大きい。また、 k 、 β
 とともに水位降下が非常に小さい($\% < 5\%$)ときは、 k 、 β の値が、少
 し大きく算出されている。この理由は、揚水井からの汲み出し量
 が、水位降下が小さいときは、揚水開始直後に、その水位降下(%)
 に対する揚水量より幾分大きい揚水をしたためであろうと思われる。
 シリーズBにおける k の値は、 $Thiem$ の解と等汲み出し線法に
 よる値が、ほぼ一

致し、標準曲線法
 による値は、小さ
 くなっている。

4. まとめ

(1)水位降下が小
 さい時($\% < 25\%$)は、

透水係数(k)は、理論上も実験においても、各
 解法が大体一致することが、確かめられた。

(2)有効空隙率(β)については、ここで提案し
 た等汲み出し線法が、標準曲線法より大きく
 求められた。(シリーズA)

(3)水位降下が大きい場合は、透水係数(k)は、
 $Thiem$ の解と等汲み出し線法は、大体一致し、
 標準曲線法が、小さくなることが実験でも
 確かめられた。

(4)今回の報告は、揚水井についての検討で
 あるので、今後、井戸から離れた地点(観測
 井)についても考えていきたい。

最後に、この報告のとりまとめについて、
 御助言をいただいた東京大学の玉井先生に深
 く感謝致します。また、実験用の砂(茨城県
 高萩産)を寄贈していただいた寒川浄水場の
 関係者の方に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1)土木学会第29回年次学術講演会講演概要集
 II pp.216~217.

表-2 各解法による k 、 β の値(シリーズB)

実験 No.	揚水井 No.	流量 Q (cc/s)	等汲み出し線法 透水係数 k (cm/s)	等汲み出し線法 有効空隙率 β (%)	標準曲線法 透水係数 k (cm/s)	標準曲線法 有効空隙率 β (%)	$Thiem$ の 定常解 k (cm/s)	$Thiem$ の 定常解 β (%)	水位 降下 率 (%)
10	揚水井135	2.46 $\times 10^{-4}$	6.16	15.73	1.66 $\times 10^{-4}$	8.44	2.53 $\times 10^{-4}$	43.4	
11	揚水井135	2.19 $\times 10^{-4}$	4.78	16.69	1.60 $\times 10^{-4}$	8.41	2.24 $\times 10^{-4}$	37.3	
43	揚水井333	3.89 $\times 10^{-4}$	8.17	15.2 $\times 10^{-4}$	26.83	3.66 $\times 10^{-4}$	866		
44	揚水井270	3.85 $\times 10^{-4}$	4.62	14.2 $\times 10^{-4}$	21.49	3.81 $\times 10^{-4}$	850		
45	揚水井331	3.58 $\times 10^{-4}$	10.70	15.3 $\times 10^{-4}$	26.62	21.02			
	揚水井265	3.87 $\times 10^{-4}$	4.64	14.7 $\times 10^{-4}$	24.61	3.74 $\times 10^{-4}$	79.9		
	揚水井332	3.59 $\times 10^{-4}$	11.10	1.60 $\times 10^{-4}$	15.29				
	揚水井267	3.81 $\times 10^{-4}$	4.95	1.68 $\times 10^{-4}$					

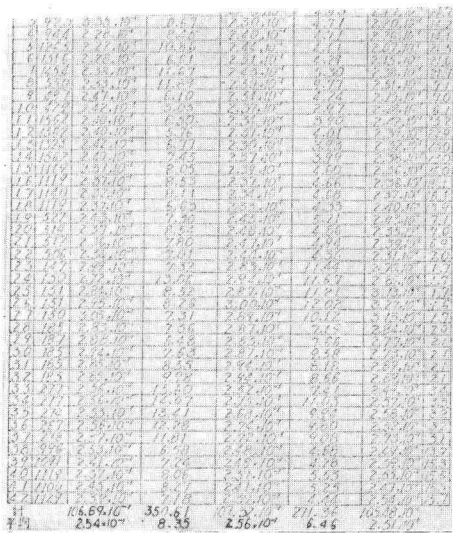


図-3 k の比較図(シリーズA)

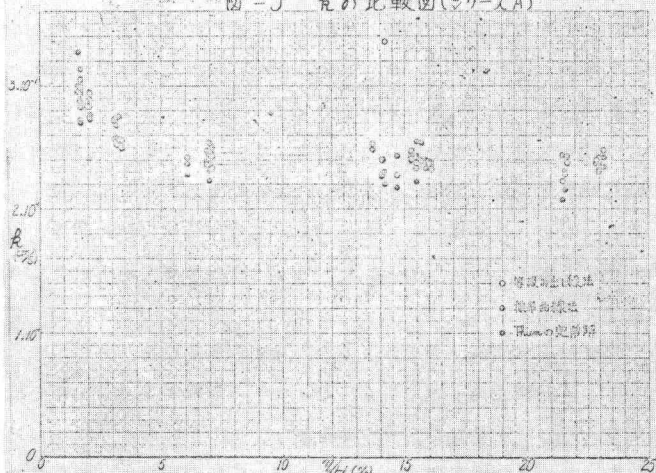


図-4 β の比較図(シリーズA)

