II-121　揚水井における連続条件を考慮した非定常状態の一解法（区分的線形解）

東海大学　正　員　星田　義治
東海大学　正　員　濱野　啓造
東海大院　学生員　市川　勉

1. 緒言

不圧地下水の揚水時における井戸への非定常流の基礎式を解く場合、境界条件として、井戸におけるしみ出し量と汲み出し量が等しいと考えて解を得ているが、この条件は、井戸の揚水における非定常時の物理的状態を表現するのに不十分であるように思われる。

したがって、著者らは、上に述べた境界条件の代りに、井戸壁からのしみ出し量と汲み出し量の差が井戸内の水位変動となるという条件で基礎式の解を得ている[1]。この解の線図を用いると、透水係数k、および、有効空げき率βが比較的容易に求められる。

この解の特徴は、井戸からはなれた観測井の測定記録から透水係数k、および、有効空げき率βが合理的に求められることである。

2. 帯水層定数の算定法

新しく考えた境界条件、すなわち、井戸におけるしみ出し量と汲み出し量の差が井戸内の水位変動に等しいという条件式は、次のように表わされる。

$$\frac{1}{2\beta'}\frac{dg_w}{d\tau}=\left(xg\frac{\partial g}{\partial x}\right)_{x=1}-Z_0 \tag{1}$$

この条件を考慮して、不圧地下水の非定常流の基礎式

$$\frac{\partial g}{\partial \tau}=\frac{1}{x}\frac{\partial}{\partial x}\left(xg\frac{\partial g}{\partial x}\right)$$

を解くと、$\tau=(N-1)\Delta\tau$ における$g_N(x)$の一般解は、次のようになる。

$$\begin{aligned} g_N(x)=g_{N-1}(x)&+I_0(\alpha_N\cdot x)\left\{C_1-\int_1^x K_0(\alpha_N\cdot\xi)\frac{d}{d\xi}(\xi\cdot g'_{N-1})d\xi\right\} \\ &+K_0(\alpha_N\cdot x)\left\{C_2+\int_1^x I_0(\alpha_N\cdot\xi)\frac{d}{d\xi}(\xi\cdot g'_{N-1})d\xi\right\} \end{aligned} \tag{2}$$

式(1)、式(2)に用いた記号は、次のようである。

$$\beta'=\frac{\beta}{1-\frac{A_P}{A_W}}\quad,\quad Z_0=\frac{Q_0}{2\pi kH^2}$$

$$g_w=\frac{h_w}{H}\quad,\quad g=\frac{h}{H}\quad,\quad x=\frac{r}{r_0}$$

$$\alpha_N=\frac{1}{\sqrt{\Delta\tau\cdot\overline{g_N(x)}}}\quad,\quad \overline{g_N(x)}=\frac{\sum_{i=1}^{M} g_{N-1}(x)}{M}$$

A_P：揚水管の断面積，A_W：井戸の断面積，Q_0：一定汲み上げ量，h_w：井戸内の水位，H：揚水前の水位．

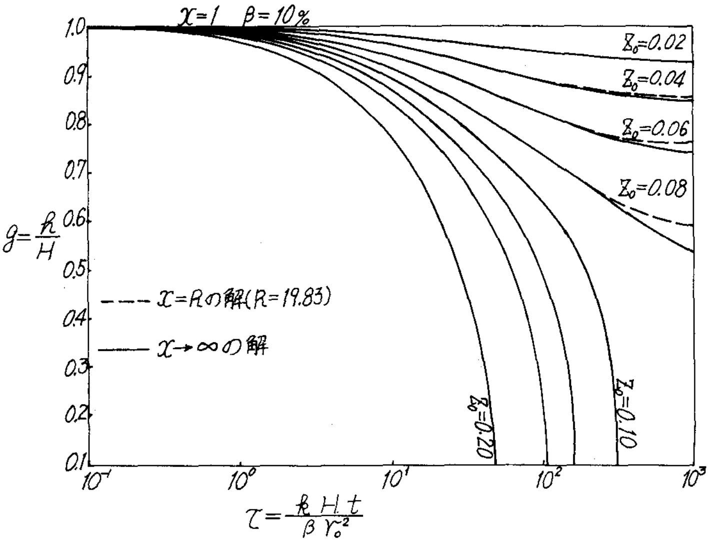
式(2)は，$x=\infty$で$g=1$の条件で解いているが，実験は，$x=R$ ($R=r/r_0$) で$g=1$であるので，この条件でも解いて，C_1およびC_2を求めた（有限の解と呼ぶ）。

この解の数値計算は，初期値として，$\tau=0$ ($N=1$) で$g_1(x)=1$および，$x=1$ ($r=r_0$) において，

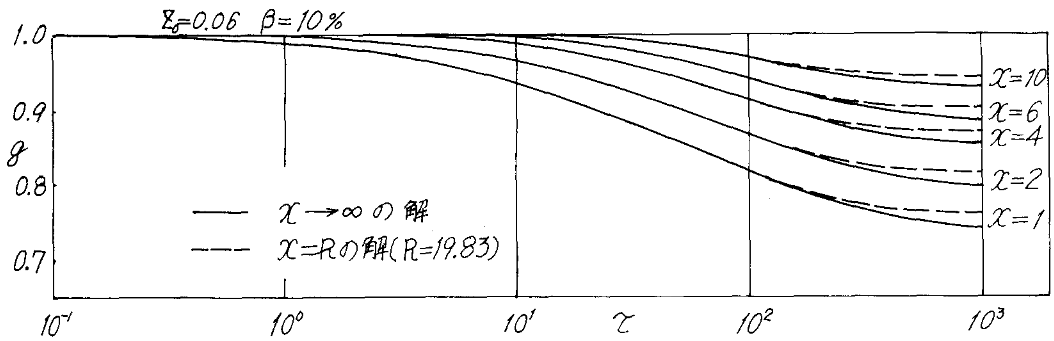
$Z=Z_0$（一定量汲み出し）の２つを与えて計算を始め，$\Delta\tau$ 時間毎の水位を求めていくのであるから，初期値問題である。

図－１は，一定揚水量（Z_0）を変えたときの水位（g）と時間（τ）の関係を示す曲線であり，図－２は，一定揚水量（Z_0）でのx点における水位（g）と時間（τ）の関係を示す曲線である。

図－２を用いて，帯水層定数である透水係数k，および，有効空げき率βを室内実験より算定した結果（12例について）は，水位降下が小さいときは，既に発表した[2]等汲み出し線による方法と大体一致する。水位降下が大きくなると，適用の場所がずれる等の結果が



図－１



図－２

出ている。この区分的線形解の特徴は，揚水井と観測井のデータを同時に適用して，透水係数k，および，有効空げき率βを求める点にある。このようにして算出されたk，βの値は，個々の観測値を別々に適用した場合より，図式解法としての信頼性は，高くなるものと思われる。

謝辞

本研究の取りまとめに，東京大学工学部の玉井信行助教授の御指導をうけました。ここに，厚く御礼申し上げます。

参考文献

1). 星田義治・濱野啓造・市川勉；地下水の揚水における非定常解（区分的に線形な解），土木学会関東支部第３回研究発表会，1976－1.

2). 星田義治・濱野啓造・市川勉；帯水層定数算定のための非定常解析における２，３の問題，土質工学会，第11回土質工学研究発表会講演集，1976－6．