

川崎製鉄(株)正員 〇越後勇吉
同 上 正員 堺 信介
同 上 正員 柳 豊和

1. まえがき

前回の報告書で鋼管灰板ウエル基礎の湧水対策としてデューフウエル工法を採用した場合、複数の井戸を同時に汲み揚げるため互に干渉しあつた状態を示し、揚水量、水位低下量など従来の計算方法ではその実体が把握しにくい。そこでK O Z E N Yの揚水理論式をもとに群井理論を展開し計算式を導いた。引続き今回はこれらをもとにして大型基礎(直径3.5M、深さ2.2M)を設計し、施工中に各種計測を行いうる資料を得たので以下に示す。

2. 群井理論にもとづく揚水計算式

図-1において n 個の井戸($W_1, W_2, \dots, W_n$)を想定した場合、名々の井戸からの揚水量($Q_1, Q_2, \dots, Q_n$)と任意の点Pの水位低下式は次のようになる。

$$H - R_P = \left(\frac{1}{2} \pi K b \right) \sum_{i=1}^n \left(\frac{Q_i}{q_i} \right) \ln \left(\frac{R_i}{r_{ip}} \right)$$

$$\text{ただし、} q_i = C_i \left(1 + \sqrt{\frac{R}{2b}} \frac{C_i}{C_0} \cos \frac{\pi C_i}{2} \right), \quad C_i = C_i / b$$

なお影響半径 R_i はM U S K A Tの仮定により $R_{ei} M A X < 0.7 R$ の時は $R_i = R = \text{一定}$ と考えられる(図-2参照)。図-2より各井戸間においてつぎの $Q_1 \sim Q_n$ を未知数とした n 元連立方程式が成立する。

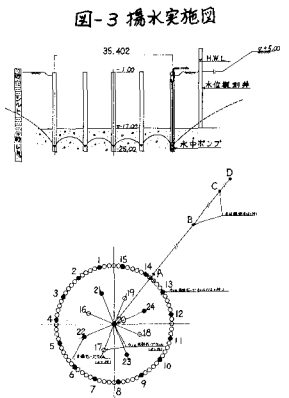
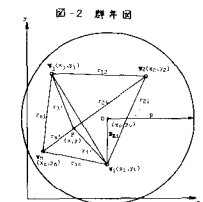
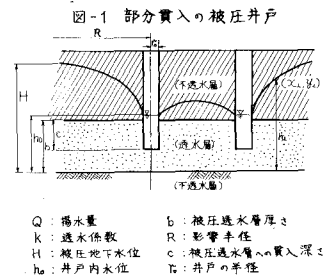
$$2 \pi K b \begin{bmatrix} Q_1 (H - h_1) \\ \vdots \\ Q_n (H - h_n) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \ln(R/r_{11}) & \dots & \ln(R/r_{1n}) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \ln(R/r_{n1}) & \dots & \ln(R/r_{nn}) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Q_1 \\ \vdots \\ Q_n \end{bmatrix}$$

3. 大型基礎への適用例

3-1. 設計 上記2.に示した理論式に基づいて図-3のような状態の群井について揚水量を求めた結果、 $Q_{15} \div 2.610 \text{ T} \sim 2.730 \text{ T}$ 、 $Q_{19} \div 3.80 \sim 4.26 \text{ T}$ 、 $Q_{20} \div 1.88 \text{ T}$ 、但し $R = 1000 \text{ M}$ 、 $K = 0.04 \text{ m/sec}$ 、実施にさいして $Q_1 \sim Q_{20}$ はそれぞれ異つた値を示しているが $Q_1 \sim Q_8$ が数量的に大勢を占めているためポンプ能力は6"水中ポンプに統一した。尚今回施工部分の砂しき層について土質試験を行つていないため従来の値と若干の誤差が考えられるので $Q_9 \sim Q_{14}$ を設置した。

3-2-1 観測井によるウエル内外の水位低下状況の測定

ウエル内の水位測定は予備デューフウエルE。ウエル周壁については W_{14} の直近の鋼管灰板の内部を掘削し観測井にした。またウエル外部については $\phi 16.5 \text{ cm}$ の鋼管を打込みこれにあてた。測定方法は図-



4に示すように水面に電極が触れると電流が流れて測定器を製作し地上で電流計の動きを見ながら水面レベルを測定した。尚揚水中のデーパーウエル内についても照明設備を設け巻尺にて検測した。誤差については前者の方法では殆んどなく後者については30~50cm程度は発生すると考えられる。

3-2-2. 揚水量の測定

各々井戸毎に揚水量を測定するのが理想的であるが、設備の問題や各井戸のバラツキを考へA ($Q_1 \sim Q_7$), B ($Q_8 \sim Q_{15}$), C ($Q_{16} \sim Q_{20}$)の3アロツクに分けて測定出来るようにした。測定方法は容量35m³の水槽を製作し上記A, B, C各アロツクが同時に、あるいはアロツク別に切替られるようにして測定を行った。従つて精度は非常に良いものが得られたものと考へる。

3-3. 測定結果及び考察

3-3-1 水位低下状況 図-5に測定結果を示したがその結果ほぼ定常状態と考へられる2月24日の結果を片対数表にプロットしたものが図-6である。それによつてウエル外部については非常に精度よく直線性を示した。その結果影響半径Rを求めると1500mとなる。

3-3-2 揚水量測定 揚水量は前述の如く3アロツクに分けて測定したが 全揚水量で設計時値と比較したものが図-7である。今回測定結果より得たR, Q, h_0 を使つて透水係数を逆算してみると $K \div 0.04 \text{ m/min}$ 程度と考へられる。尚水位低下について測定結果より得た資料をもとにした計算値と実測値を対比すると図-7になる。

4. まとめ

潮位と水位低下の関係については実測の結果、揚水前に測定した時はタイムラグはなく約1m程度低い値を示した。揚水法定常状態では各観測井共たしいした影響を受けていない事が確認できた。また各井戸間の揚水量のバラツキは周辺砂レキの粒度分布の状態や、揚水開始順序などによつて異なるものと考へる。

揚水量、水位低下が計算値と実績を比べた結果、理論式そのものが近似式であり又土質状態も非常に複雑でありむしろ満足出来る結果だと筆者は考へる。

参考文献

- 1) Kozeny J: Theorie und Berechnung der Brunnen, Wasserkraft und Wasserwirtschaft, 28 Jahrg. 1933.
- 2) 松尾新一郎, 河野伊一郎: 地下水位低下工法, 鹿島出版会, 1970年2月.

