

自然水位（水圧）が安定しない（不確かな）状況下の対応

試験孔を用意したものの、削孔時や遮水パッカー膨張などの影響で自然水位（水圧）が回復しない場合がある。また、このような人為的な影響が無くとも、自然状態で水位変動がみられることがある。このような場合、定常試験法および非定常試験法においてこれらの影響をうけると適切な試験が実施出来ない。ここでは以下の考え方を紹介する。

(1) 定常試験

（一段階のみの）定常試験では、初期からの水位（水圧）を基にして設定する水位（水圧）差によって評価するしかない。可能であれば、試験後に自然（安定）水位を確認できるまで測定を継続して初期状態や自然変動傾向を確認する考え方があるが、往々にして計測に要する時間がかかる。

これに対して、ルジオン試験で実施されている多段階で水位差（水圧差）を変更する試験法を用いると、この問題を解決することが出来る。

(2) 多段階水圧上昇試験

砂質系地盤での定常試験では、一つの孔内外水位差あるいは一つの揚水／注水流量に対する試験とすることが多いが、岩盤などでは注水有効水圧を多段階に上昇、さらには降下させるルジオン試験的な手法がとられる場合がある。この場合も、各段階で測定流量が定常とみなせる時点での有効注水圧力との間に定常式が成立することで、透水係数を評価することができる。

ここで、岩盤を対象とするとき、透水性が低いことから試験孔削孔作業や試験装置設置作業によって攪乱された水圧状態が試験開始時までには自然状態に回復していない場合がある。これに対して、以下の対応によって自然状態に回復していない状況下での試験が実施できる。

まず、前提条件として、当該試験期間中に自然水位の回復は試験で与える水圧に比べて十分小さいため、試験中の地盤内水圧は一定であると考えられるとする。このときの、地盤内の水圧と自然状態の水圧差を Δp とすると、測定値である試験開始前の水圧 P_i が得られるので、自然状態の水圧 P_o は以下で表すことができる。

$$P_o = P_i + \Delta p \quad (1)$$

試験の段階 k の測定水圧を P_k とする。このときの注水圧力 P_k' は以下である。

$$P_k' = P_k - P_o = P_k - P_i - \Delta p \quad (2)$$

このときの注水流量を Q_k とする。

水の単位重量を γ_w とし、水圧を水頭換算した s_k' で表しておく。

$$s_k' = \frac{P_k'}{\gamma_w} = \frac{P_k - P_o}{\gamma_w} = \frac{P_k - P_i - \Delta p}{\gamma_w} \quad (3)$$

さて、ここで s_k' と Q_k には以下の関係が見られる。

$$Q_k = KFs_k' \quad (4)$$

ここで、 F は試験孔で決まる形状関数であり、例えば、先述のパッカー式では以下となる。

$$F = \frac{2\pi L}{\ln \left[\frac{\lambda L}{D} + \sqrt{\left(\frac{\lambda L}{D} \right)^2 + 1} \right]} \quad (5)$$

さて、ここで s_k' には本来の自然状態水圧 P_i と水圧差 Δp の項があるため、試験中にはこれを定義することができない。そこで、次段階($k+1$)での測定結果を考えてみる。

$$Q_{k+1} = KFs_{k+1}' \quad (6)$$

段階 k と比較すると以下となる。

$$\begin{aligned}
 Q_{k+1} - Q_k &= KF(s_{k+1}' - s_k') = KF\left(\frac{P_{k+1} - P_i - \Delta p}{\gamma_w} - \frac{P_k - P_i - \Delta p}{\gamma_w}\right) \\
 &= KF\left(\frac{P_{k+1} - P_k}{\gamma_w}\right)
 \end{aligned}
 \tag{7}$$

このように、段階間の異なる流量差に着目すると、自然状態水圧 P_o や現状水圧との差 Δp を把握できていなくとも、測定した水圧 P_k および P_{k+1} を用いた関係式が得られる。