

Ⅲ-A259

低透水性岩盤における孔内透水試験の誤差について

（財）電力中央研究所 正会員 中川加明一郎

1. はじめに

岩盤の透水係数をボーリング孔内試験で調べようとする時、通常、注水試験を行うことが多い。この注水試験においては、ボーリング孔内の対象深度でパッカーを用いて締め切った試験区間内に、水压を負荷し試験区間から岩盤中に滲み出す流量を読み取り、これより得られた圧力と浸透流量の関係をもとに岩盤の透水係数を算出することになる。試験区間への注水は、パッカーシステムをつるすロッドを通じて行のか、あるいは、送水チューブを別途注水系統として設けて行われる。ロッドを使う場合断面積が大きく多量の注水を行うには適していると考えられるが、ロッドの継手からの漏水による流量の読み取り誤差の影響が懸念される。送水チューブを用いる場合には、チューブの延長を長くすると、加圧時のチューブの膨張がやはり流量の読み取りに誤差を与えることが予想される。

ここでは、送水チューブの影響を明らかにし、その対策について検討することとする。

2. 送水チューブの膨張に関する検討

今回現場での透水試験を実施した地点¹⁾では、試験深度が600mに達し、送水経路延長は600mを超えることとなった。図1は600mのチューブ（ニッタムーアNI-4-8x6）に10～50気圧の圧力を負荷し、その膨張量の経時変化を調べたものである。10気圧の場合には20分程度で膨張量は収束しているものの、他の場合は1時間経過しても収束には到っていない。この膨張量の時間変化は、孔径76mmのボーリング孔で5mの試験区間での $10^{-9}\text{cm/s} \sim 10^{-8}\text{cm/s}$ に相当し²⁾、低透水性岩盤での透水試験の場合には無視し得ないものと考えられる。

3. インナーチャンバー型透水試験装置

上記のような送水チューブの膨張による誤った注水量読み取りの対応策として、インナーチャンバー型孔内透水・透気試験装置を開発、製作し、現場に適用した。

図2に孔内装置の概念図を示す。孔内装置は上部および下部にそれぞれ2mのパッカーを有し、地表から窒素ガスを圧入して膨張させることにより孔内で5mの試験区間を閉めさせることができる。適用ボーリング孔径は76mmである。

本装置の特徴として試験区間内にインナーチャンバー（内径10mm、高さ1000mm）を装着している。インナーチャンバーの水位を差圧計で0.1mm以下の精度でよみとることができる。インナー

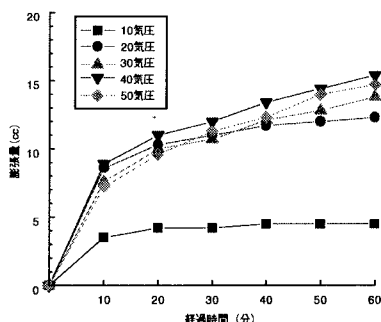


図1 注水チューブの膨張

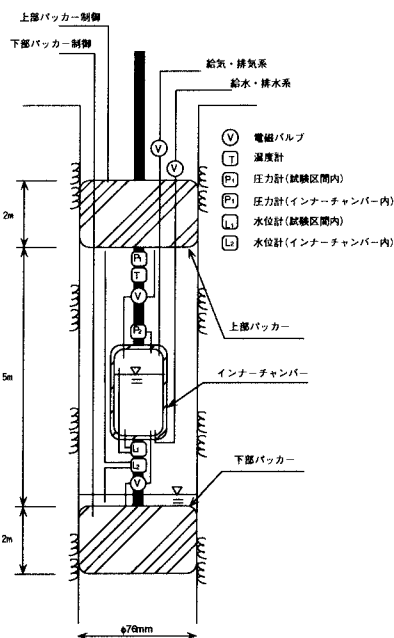


図2 インナーチャンバー型孔内透水・透気試験装置

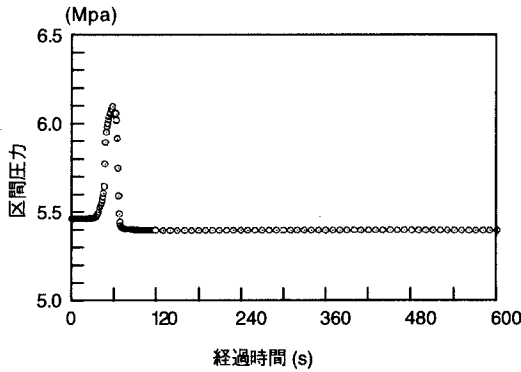


図3 区間水圧の経時変化

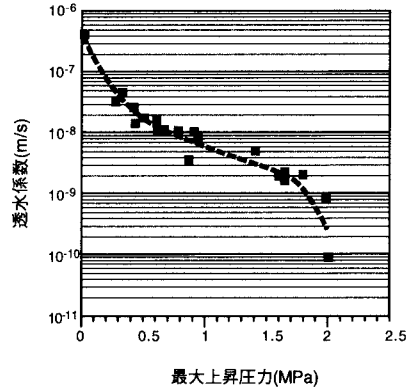


図4 最大区間上昇圧と透水係数の関係

チャンバーを取り外せば通常の注水試験装置となる。

4. 間隙水圧測定を利用した透水係数の推定

本地点では間隙水圧分布の計測を、試験区間をダブルバッカーで閉塞し、平衡水圧を読み取ることで実施したが、この計測の際に、区間内の水圧は岩盤の透水性に応じて上昇し、間隙水圧相当まで下降するという水圧変化のパターンを示すことが認められた（図3）。また、バッカーの膨張圧の昇圧速度を管理して同一にすることにより、この区間水圧の最大上昇量は透水係数によりほぼ一意に決まることがわかった（図4）。理論的には今後の検討を要すると考えられるが、間隙水圧測定時のバッカー昇圧速度を制御することで得られた最大上昇圧と透水係数の関係を得ておくことで、透水試験がなく間隙水圧測定のみを行った区間の透水性を推定する方法は実用性があり（図5）、試験の省力化に寄与できると考えられる。

5. おわりに

本報告は九州電力（株）と電力中央研究所との水封式圧縮空気貯蔵技術に関する共同研究における成果の一部を表したものであることを記し、関係各位に謝意を表したいと考える。また、現場試験の実施に際しては、（株）ダイヤコンサルタントの山下氏にお世話になった。末筆ではあるが謝意を表する次第である。

参考文献

- 1) K.Nakagawa et al., Field study on geohydrological aspects of deep sedimentary rock for compressed air storage, Proc. 8th International Congress IAEG and the Environment, pp.3591-3596, 1998.
- 2) 中川加明一郎： インナーチャンバー型透水・透気試験装置の開発と現場試験への適用，日本応用地質学会平成10年度研究発表会講演論文集， pp.241-244， 1998.

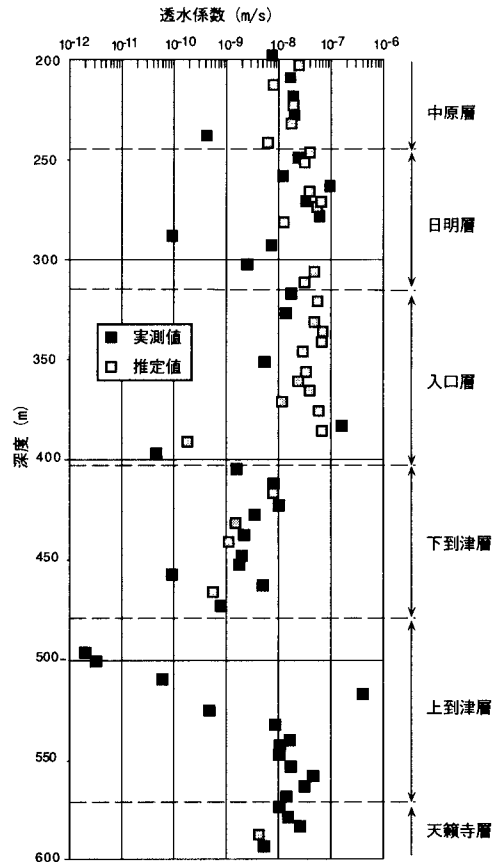


図5 透水係数分布