

神戸大学工学部 学生員 ○斉藤 実広
神戸大学工学部 正員 中山 昭彦

1. はじめに

岩盤や地盤の透水性を測定するのに、ルジオンテストなどボーリング孔の一部をパッカーで区切って加圧注水する方法がある。近年この方法を発展させ、複数のボーリング孔を使用し加圧部と測定部を独立にボーリング孔にそって移動させていき、透水性の空間分布を描く事により、透水性の異方性や亀裂の分布や水理学的な連続性を調べる方法、クロスホール透水試験が提唱されている¹⁻³⁾。一方、単数ボーリング孔を用い空気を吸引することにより岩盤や地盤の透気性を測定する方法も研究されている⁴⁻⁵⁾。この方法では地盤内に掘られたボーリング孔の一部をパッカーで密閉し、真空ポンプでこの「測定部」の空気を吸引し圧力を下げる。定常状態が得られた後真空ポンプを停止する。この間、測定部の圧力、温度、及び真空ポンプの流量を連続的に測定し、定常状態での圧力の低下の程度と流量の関係、及びポンプを止めた後の圧力回復の特性等より「透過度」を割り出す。透気試験は乾燥した岩盤を対象とし、透水試験は主に水分で飽和した地盤が対象であるが、どちらも岩盤、地盤の間隙分布や亀裂や断層など不連続性の検出という意味で共通している。近年石油地下備蓄、圧縮空気貯蔵空洞などの建設で地盤の緩み領域検出が重要になってきているが短時間で得られる空気力学的応答を利用した透気試験はこういった岩盤の緩み領域の検出にも応用できる。

本研究では、単一孔で行われる透気試験を、クロスホール透水試験に習い複数のボーリング孔間で空気力学的な応答を測定する事により、乾燥した岩盤の不連続性、透気性の空間的分布を求めようとするクロスホール透気試験を提唱しその有効性を実験的に調べようとするものである。

2. クロスホール真空透気試験装置

単一孔での真空透気試験装置は参考文献^{4, 5)}に記されているように、ボーリング孔内に設定する圧力変換器と温湿度センサーを内装したパッカー部、空気を吸い出す管を接続した真空ポンプ部、圧力、温度湿度、流量を測定する計器部、からなる。吸引と、流量及び圧力測定は同一パッカー内で行われるが、クロスホール透気試験装置は図-1に示すように空気吸引側と応答観測側の両方でパッカーが必要である。また圧力、流量も吸引側と応答側で計測されるので二対の圧力変換器、流量計が用いられている。

本実験は室内で扱える大きさの直径20cm高さ40cmの円筒形供試体を用いたのでボーリング孔を模擬した塩化ビニール管を供試体に埋設し、その一部をエポキシ樹脂で密閉し吸引部、観測部とした。また圧力などの

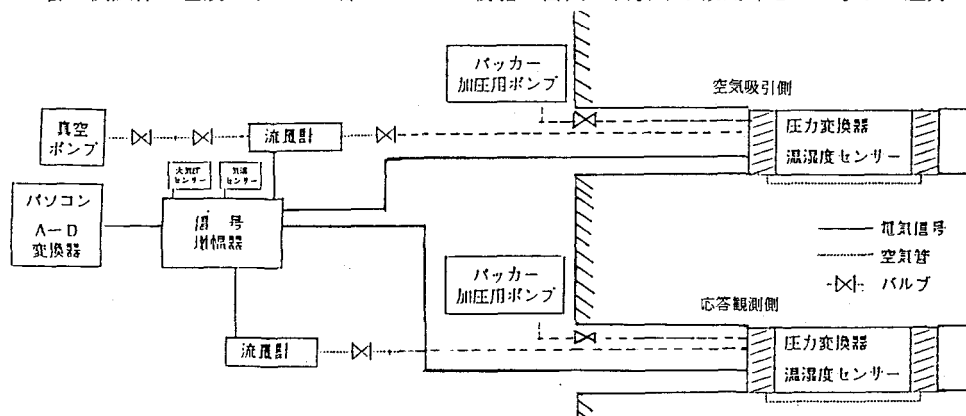


図-1. クロスホール真空透気試験の概要と試験装置

計測も細いプラスチックチューブを測定部から供試体の外へ通し外部の計器で計測した。

3. 実験および結果

上述の真空透気試験装置を用い図-2 (a) に示すようなコンクリートとまさ土を10cmごとの層状に重ねた供試体について室内実験した。コンクリート、まさ土の固有透過度はそれぞれ 10^{-9}cm^2 及び $4\times 10^{-7}\text{cm}^2$ であった。透気試験の吸引及び応答の一例は図-3 に示してある。吸引流量 q が立ち上がる時間が試験開始にあたる。 $q_t, \Delta p_t$ はそれぞれ応答観測側での流量及び圧力変化である。クロスホール透気試験結果は図-2 (b), (c) に矢印と数字で表されている。矢頭は吸引側を矢の根元は応答観測側をさす。この供試体は左右対称であるので吸引は右側のボーリング孔、観測は左側でのみ行われた。結果はまさ土層で吸引した場合、観測側も同層にある場合の圧力応答 Δp_t 及び流量応答 q_t は大きくなっているのに対しコンクリート層をはさんだ場合、応答は顕著に低くなっている。従って自然の岩盤層中の空隙などの検出にも本方法の応用が可能であろう。

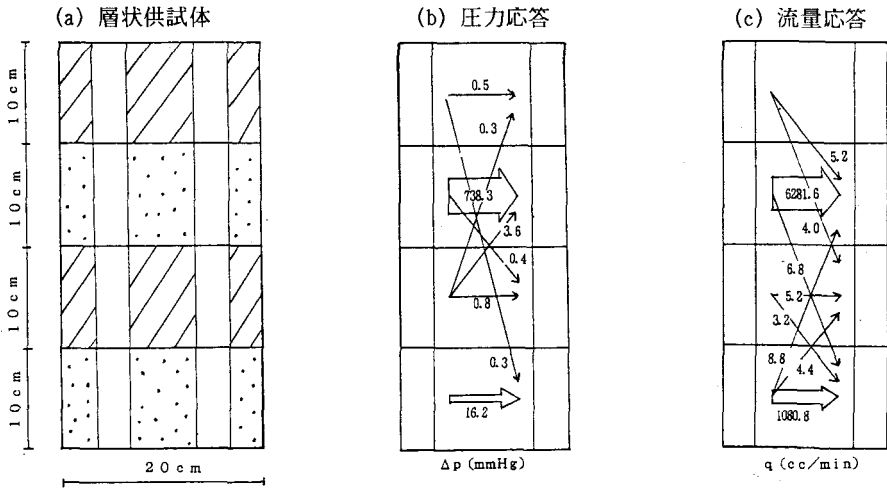


図-2. 層状不均質地盤でのクロスホール透気試験

4. おわりに

2本のボーリング孔にセットされた吸引部、応答観測部間での空気力学的応答を測定することにより地盤または岩盤の透気性の不均一性、異方性を検定するクロスホール透気試験を提唱し、簡単な不均質供試体について実験を行った。2本のボーリング間の距離がボーリング孔直径の十倍程度で透気係数の変化が十分大きい場合、透気性の空間分布の異方性検出に有効であるといえる。

本研究は文部省科学研究費（試験研究B04555120、代表者：桜井春輔）によって行われましたことを付記し謝意を表します。

参考文献

- 1) Hsieh, P.A. and Neuman, S.P.: Water Resources Research, Vol. 21, no. 1, 1985.
- 2) 青木、戸井田、塩釜、小淵：鹿島技術研究年報第39号、pp. 201-206, 1991.
- 3) 下茂、井尻、飯星：大成建設技術研究所報第25号、pp. 99-108, 1992.
- 4) Jakubick, A.T. and Kline, R., in *Coupled Processes*

Associated with Nuclear Waste Repositories, Ed. by C.F. Tsang, Academic Press, pp. 473-484, 1987.

- 5) 中山、桜井、池宮、山中：土木学会関西支部年次学術講演会概要集、1992.

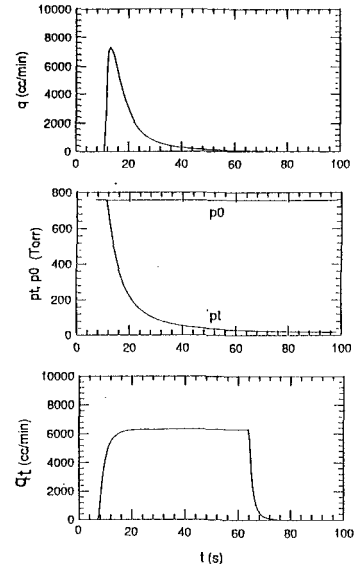


図-3. クロスホール透気試験応答の一例