

神戸大学工学部 正員 中山 昭彦
 神戸大学工学部 学生員 ○高田 諭
 神戸大学工学部 正員 櫻井 春輔

1. はじめに

トンネル、地下空洞掘削時に、岩盤内部、あるいは表面に破壊、滑りにより”ゆるみ”領域が生ずることがある。従来の、ボアホール内の1区間より空気を吸い込んで透気係数を割り出す真空透気試験におけるゆるみ領域の検出法¹⁾²⁾では、ゆるみ領域から延びる亀裂が地表面に達していないものは検出できなかった。そこで今回の研究では、2つの試験区間に差圧をかける事により岩盤内部に潜む亀裂によるゆるみの検出が可能な、また地下水などが存在する場合でも適用可能な方法を探る事を目的とする。

2. 実験

2.1. 実験方法

図-1 (a)は通常真空透気試験を表している。ボアホール内にゴム製のパッカーで密閉した試験室を作り、そこから真空ポンプで空気を引き抜く。その時の流量と、亀裂を通過して試験室に流入する流量が等しくなると安定するときがある。それを定常状態と考え、そのときの大気圧、試験室の内圧、流量をもとにゆるみ評価の指標となる透気係数を求める。図-1 (b)は、真空ポンプで空気を引き抜く代わりに空気圧縮機で空気を吹き込む1点圧縮法を表している。真空透気試験同様、流量に変化がなくなったときを定常状態と考え、透気係数を求める。図-1 (c)は上下2試験室を設け、空気圧縮機によりそれぞれの間に圧力差をかける事により2試験室近傍の透気性を求める2点差圧法を示している。

2.2. 供試体

図-2 (a)、(b)、(c)はコンクリート製で、(b)はコンクリートの内部に正方形のろ紙が埋め込まれており、(c)はそのろ紙が表面に達している。図-2 (d)はドラム缶に含水比4.7%、湿潤密度1.7g/cm³でマサ土を均等に詰めた供試体である。

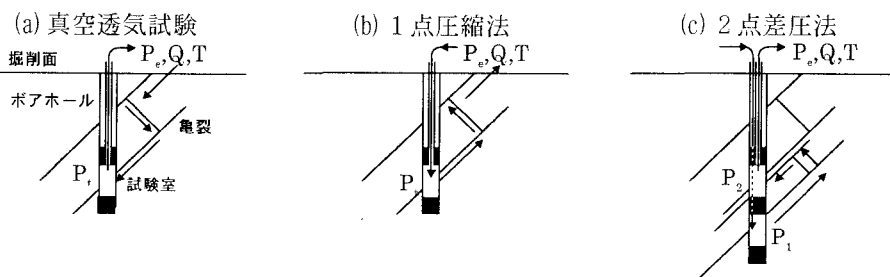
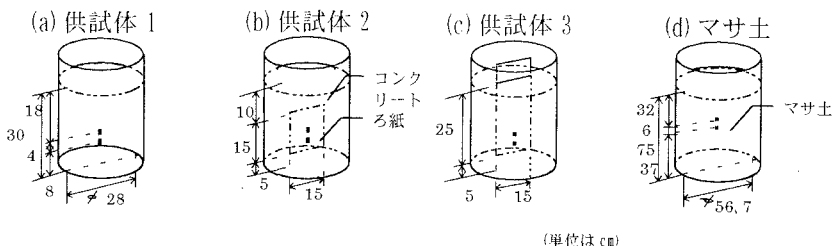


図-1 試験構造概図

3. 計算方法

真空透気試験、1点圧縮法についてはJakubick and Kleinの定常解を用いず、掘削面の影響を考慮した定常解を用いた。2点差圧法に用いられた透気係数算定式は



(単位はcm)

図-2 供試体

$$k = \frac{\mu P_3 Q}{2\pi(P_1^2 - P_3^2)} \left\{ \frac{1}{r_{te}} - \frac{1}{\sqrt{r_{te}^2 + e^2}} \right\}$$

である。ここに k は透気係数(cm^2)、 P_1 は下部試験室内圧(mmHg)、 P_3 は2試験室内圧の平均値(mmHg)、 Q は流量(cm^3/sec)、 r_{te} は試験室を球とモデル化したときの半径(cm)、 e は試験室間距離(cm)、 μ は空気の粘性係数($\text{N} \cdot \text{s}/\text{m}^2$)である。

4. 結果と考察

結果は図-3, 4に示す。1点圧縮法によって求めた透気係数は真空透気試験によって求めたものとはほぼ一致しており、減圧による吸い込みと加圧による圧縮では差はないと判断される。ただ、差圧が140mmHg以下では安定した結果は得られなかった。供試体1と供試体2、3の結果に大きな差が表れ、亀裂が地表に達している、いないに関わらず亀裂の存在を関知している事がわかる。2点差圧法によるマサ土の透気係数が予想よりも大きくなったがこの原因は、上部試験室に流入する空気量が下部試験室から流出する流量に比べて非常に少なかったことにあとと予想される。

	差圧	供試体 1	供試体 2	供試体 3	差圧	マサ土
真空透気試験	-710mmHg	1.2×10^{-9}	1.2×10^{-9}	1.6×10^{-9}	-40mmHg	2.7×10^{-8}
1点圧縮法	+680mmHg	6.8×10^{-10}	6.9×10^{-10}	7.3×10^{-10}	+50mmHg	2.8×10^{-7}
	+340mmHg	6.8×10^{-10}	6.9×10^{-10}	9.0×10^{-10}		
	+140mmHg	9.0×10^{-10}	8.8×10^{-10}	1.2×10^{-9}		
2点差圧法	0~+700mmHg	1.0×10^{-15} 以下	8.6×10^{-10}	2.2×10^{-8}	0~+80mmHg	5.9×10^{-10}

(単位は cm^2)

図-3 透気係数測定結果

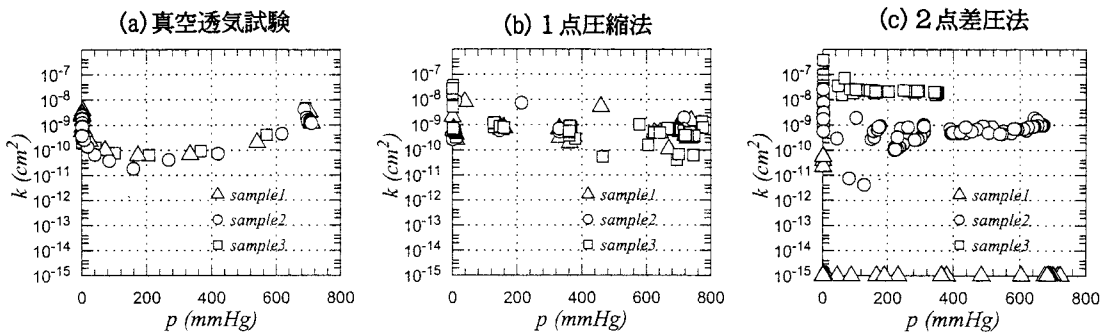


図-4 差圧と固有透過度の変化

5. 結論

地盤内の透気性は加えた圧力差に影響され、加圧でも減圧でも同じ意味を持つ。また、2点差圧法における供試体1と供試体2の透気係数から岩盤内の亀裂検出の基礎を確立した。

参考文献

- 1) Jakubick A.T. and R.Klein : Permeability assessment in caver of underground oil storge, Rep. No. 90-158-P, 1990.
- 2) 中山昭彦, 川谷 健, 山中 直 : 真空透気試験データ解析法について, 土地造成工学研究施設報告書, 第9号, pp117~131, 1991.