

Ⅲ-A316

飽和供試体の水・空気の透過性に関する考察

（財）電力中央研究所 正 池川洋二郎

正 中川加明一郎

1. はじめに

地下の岩盤空洞へのエネルギー貯蔵性について様々な検討が成されており、トンネルや地下空洞の支保として一般的に用いられる吹付けコンクリートの透過性の検討が成されていない。これまでインタクトな飽和吹付けコンクリート供試体の透過性は、水より空気を透過させ難い気液密性を実験結果<sup>1)</sup>より示した。この機構を供試体内に生じる気液の境界の表面張力のモデル化により解釈を試みた。

2. 実験概要と結果

Table 1 に示す供試体を真空脱気し、シリコン系のメンブレンで覆った後、三軸セルに側圧0.5MPaでセットした。透気試験では供試体下端の圧力を50KPa毎で400KPaまで段階的に上げ、各段階では定常状態の確認を行った。上端の浸透量は水に置換しビュレットで経時的に計測を行った。

透水試験結果は、ダルシー則より求め、透気試験結果との比較のため $k=Kpg/\mu$ により透過係数 $K_w$ に変換を行った。

透気試験による固有透過係数(Intrinsic Permeability)は、供試体の等温状態の定常一次元流れの定常解<sup>2)</sup>

$$K = \frac{2Q_g \mu_g p_a}{A} \frac{l}{p_0^2 - p_l^2} \quad (1)$$

を用いて求めた。ここで、 $Q_g$ :大気圧下での透気体積、 $p_a$ 大気圧、 $l$ :試料の長さ、 $A$ :試料の断面積、 $p_0, p_l$ : $z=0, l$ における絶対圧力、 $z$ :座標、 $\mu_g$ 粘性係数である。

Figure 2に実験の結果をまとめる。縦軸には透気試験により得られた各圧力段階における定常状態時の透過係数 $K_a$ を、透水試験により得られた透過係数 $K_w$ で除した値 $K_a/K_w$ を対数表示し、横軸には透気圧力 $p_0$ を示す。

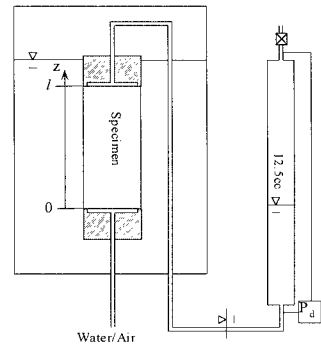


Figure 1 Experimental devices

3. 考察

固有透過係数は材料の持つ固有の透過性能を示すが、Figure 2より飽和供試体は水より空気を通し難く、この傾向が透気圧力の増加とともに顕著になっており、さらに透気圧を上昇させれば、限界圧(threshold pressure)に達すると考える。ここでは、飽和供試体の浸透経路先端の気液界面に生じる化学ポテン

Table 1 試料の物性

| 試料名               | 供試体名 | 平均高さ<br>(cm) | 透水係数<br>(cm/sec)      | 有効間隙率 | 備考                                                   |
|-------------------|------|--------------|-----------------------|-------|------------------------------------------------------|
| 吹付け<br>コンクリ<br>ート | A2   | 10.01        | $8.36 \times 10^{-9}$ | 0.22  | NATMトンネルより、直径10cmでコア抜き採取し、室内にて高さ10cm、直径5cmにコア抜き整形した。 |
|                   | A3   | 9.16         | $1.52 \times 10^{-8}$ | 0.23  |                                                      |
|                   | B2   | 9.66         | $8.71 \times 10^{-9}$ | 0.19  | 現場にて一辺約30cmの箱吹付け後、室内にて高さ10cm、直径5cmにコア抜き整形した。         |
|                   | B3   | 9.95         | $8.26 \times 10^{-9}$ | 0.17  |                                                      |

透気性、飽和

〒270-1194 我孫子市我孫子1646 Tel. 0471-82-1181 Fax. 0471-84-2941 E-mail: ikegawa@criepi.denken.or.jp

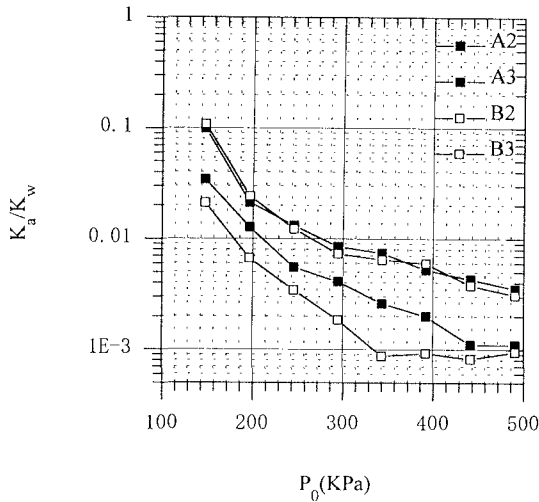


Figure 2 Relation between  $K_a/K_w$  and  $P_0$

この傾向が透気圧力の増加とともに顕著になっており、さらに透気圧を上昇させれば、限界圧 (shreshold pressure)に達すると考える。ここでは、飽和供試体の浸透経路先端の気液界面に生じる化学ポテンシャルなどによる浸透の抵抗力 $T$ の影響が支配的であると考え、Figure 3 に描いた気液界面のモデルを仮定する。ここで化学ポテンシャルとしては吸着力、表面張力、浸透圧などが知られる。透気圧から抵抗力を引いた有効圧 $p'_0$ による浸透が生じたと考え、 $K_w$ を用いた次式により有効圧を求めた。

$$p'_0 = \left( \frac{2Q_g \mu_g P_{al}}{AK_w} + P_l^2 \right) \quad (2)$$

Figure 4 は4供試体の各圧力段階における有効圧力比 $p'_0/p_0$ を縦軸に示し、大気圧(101KPa)での有効圧比を1としている。4供試体ともに透気圧の上

昇とともに有効圧の比が、同様に低下をしている。有効圧の絶対値で検討を行うと、今回実施した透気圧の範囲では、有効圧はほぼ一定値(約100KPa)であることが考えられる。また、透気圧の上昇に伴い抵抗力が大きくなっていることも考えられ、化学ポテンシャルの影響に関して、さらに検討を要すると考える。

#### 4. おわりに

今後は岩石や岩盤などの飽和材料の透気特性を明らかにすると共に、メカニズム解明に努めたい。

#### 参考文献

- 1) 池川ほか：吹付けコンクリートの透気経路の形成時の透過性に関する実験的考察、第33回地盤工学研究発表会講演集, 1998. 7 投稿中
- 2) 坂口ほか：岩石および割れ目における浸気に関する基礎研究, 土木学会論文集, No. 445/ III -18, pp. 17-25, 1992. 3

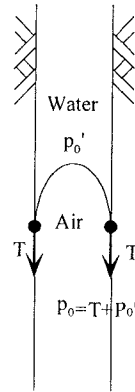


Figure 3 Seepage model

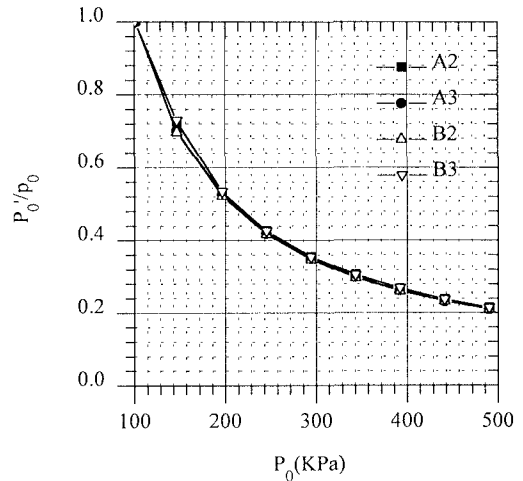


Figure 4 Relation between  $p'_0$  and  $p'_0/p_0$