

岡山大学 正会員 西垣 誠  
 岡山大学大学院 正会員 中屋 眞司  
 岡山大学大学院 学生会員 ○ 菅野 雄一

### 1 はじめに

最近、石油地下貯蔵・圧縮空気貯蔵発電・放射性廃棄物の地層処分などに見られるように、岩盤構造物の地下水流動を正確に評価する事が重要となる。岩盤は亀裂や不連続面により、透水係数の異方性を示す。そこで、本研究では、新たに提案された岩盤の透水係数の異方性を考慮したシングルホール透水試験法<sup>1)</sup>の妥当性を室内実験より検討した。

### 2 シングルホール透水試験法の概要<sup>1)</sup>

#### (1) ルイの方法

4個のパッカーにより、3個の注水区間を構成し、各々の注水区間に同じ水圧を与えて注水する方法をルイが提案した。中央の注水区間より注入された水は孔軸に対して垂直な円筒状流であると考えられる。

#### (2) 鉛直パッカー法

ルイの方法と同様な3個の注水区間をパッカーにより形成して、上下の注水区間は地下水面に水頭を保ち、水は、中央の注水区間から上下の注水区間で生じた動水勾配により中央の注水区間から上下の注水区間から上下の注水区間へと浸透する。

#### (3) 水平回転パッカー法

水平回転パッカー法では、孔内を孔軸方向に4個のパッカーで仕切って3個の注水区間をつくる。各区分は孔軸方向の隔壁によって、更に半円筒状の副区間に2分される。水は両副区間の水頭差を一定に保つと、一方の副注水区間から媒質中を通過して、地下水面と同じ水頭に保たれた他方の副区間に向かって流れ込む。この現象は上下、中央の3区間で生じるわけであるが、特に中央の区間では上下の地下水流の干渉のため孔軸に対して直行する方向の流れが卓越することになる。さらに、中央の副区間から媒体に注入される水の流れは隔壁を回転させることによりコントロールする事が可能で、水理学的に異方性のある媒体では注入量が隔壁の回転とともに変化し、注入量に最大と最小が生じる。従って、この最大と最小の注水流量により、異方性の主透水係数の検出ができる。

以上、これら3種類のパッカー試験より求めた定常注入流量を算定式に代入することによって、異方性岩盤の3方向主透水係数を求める。

### 3 実験方法

異方性岩盤モデルは、119cm角の立方体モールドに最大粒径2.0mmのマサ土を各層厚1cmでレイキングしないで詰めた地盤を作製し、図-1に示すように、モールドを30度傾けたものを用いた。あらかじめ、マサ土試料の乾燥密度の決定は10cm角の立方体モールドに各層厚1cmで最大粒径2.0mmのマサ土試料を詰めて、締め固め方向の透水係数( $k_v$ )と締め固め方向に対して、垂直な方向の透水係数( $k_h$ )を測定して、透水係数比( $k_h/k_v$ )を求めた。この試験の結果より、透水係数比が10倍程度である乾燥密度 $1.77(\text{g}/\text{cm}^3)$ で試料を詰めることに決定した。尚、この試験結果は、図-2、図-3に示す。

パッカー試験装置は、図-4、図-5に示してある。試験装置の特徴はルイの方法、鉛直パッカー法では、ブッシュパッカー方式を用いたことであり、水平回転パッカーでは、エアパッカー方式を用いたことである。流量測定はルイの方法、鉛直パッカー法では、定常流量を測定し、水平回転パッカーでは、22.5度の割合で装置を回転させて定常注入流量の測定を行った。パッカー試験終了後、岩盤モデル試料より、締め固め方向と締め固め方向に対して、垂直な方向のサンプリングをして、サンプリング試料の透水試験を行い、3種類のパッカー試験より求めた結果と比較した。

#### 4 実験結果

パッカー試験は、注水水頭差を10cm、注水区間2cm、ボーリング孔半径1cmで実験した。その結果を表-1、表-2、表-3に示す。表-1では、各試験での測定流量を示した。表-2では、パッカー試験で求めた主透水係数を示した。サンプリング試料の透水試験結果を表-3に示す。表-2と表-3の結果の比較より、パッカー試験によって求めた主透水係数は十分な精度で、この試料の主透水係数を測定していると確認できた。今後の課題として、実際の亀裂性岩盤においてどの程度の精度で主透水係数を求められるのか問題がある。

【参考文献】1) 西垣 誠・中屋 眞司・河野伊一郎:第22回 岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集、土木学会、p. p. 376-380、1990.

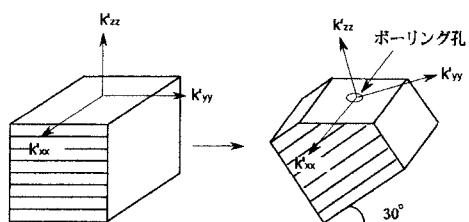


図-1 モールド

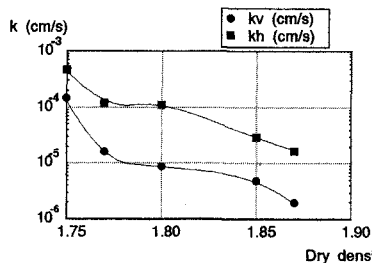


図-2 乾燥密度と透水係数の関係

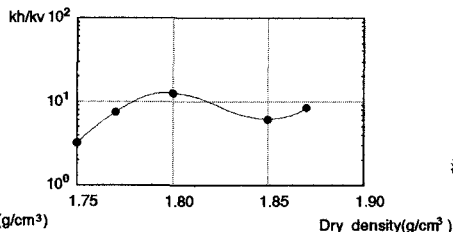


図-3 乾燥密度と透水係数比

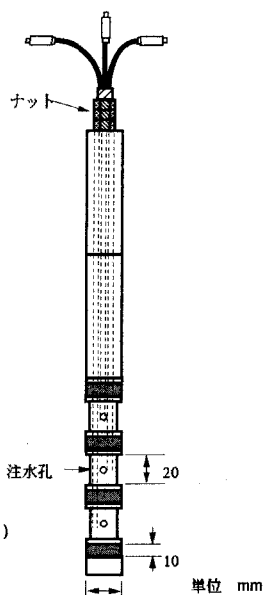


図-4 ルイの方法及び鉛直パッカー法試験装置

表-1 各パッカー試験で測定した定常流量

	Q (cm³/s)	Qmin (cm³/s)	Qmax (cm³/s)
ルイの方法	1.61x10 <sup>-2</sup>		
鉛直パッカー法	2.68x10 <sup>-2</sup>		
水平回転パッカー法		4.16x10 <sup>-3</sup>	3.97x10 <sup>-3</sup>

表-2 パッカー試験で求めた異方性岩盤モデルの主透水係数 単位 (cm/s)

K <sub>xx</sub>	1.47x10 <sup>-4</sup>	K <sub>yy</sub>	1.65x10 <sup>-4</sup>	K <sub>zz</sub>	1.97x10 <sup>-5</sup>
-----------------	-----------------------	-----------------	-----------------------	-----------------	-----------------------

表-3 サンプリング試料の透水試験結果とパッカー試験による主透水係数の比較

締め固め方向に対して垂直な方向の透水係数	Kh (cm/s)	1.65x10 <sup>-4</sup>
締め固め方向の透水係数	Kv (cm/s)	2.04x10 <sup>-5</sup>

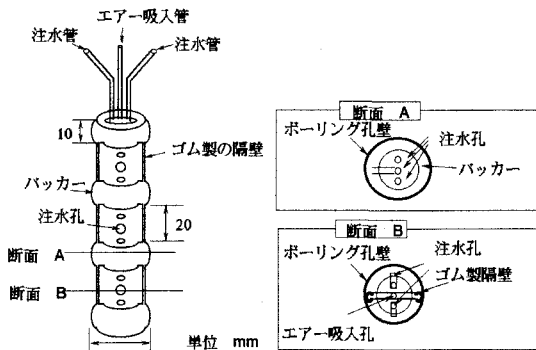


図-5 水平回転パッカー法