

III-208

透水性発泡体の透水・強度特性

フジタ工業（株）土木本部 ○和泉四郎

フジタ工業（株）技術研究所 香川和夫・福島伸二・佐藤研一
（株）JSP 鹿沼研究所 橋場正博・内藤真人

1. まえがき

EPS工法は超軽量の発泡スチロールブロックを軟弱地盤上に施工される盛土等の土構造物の盛土材料として適用したものである。この材料は超軽量である所に特長があるが、不透水性であるため地下水位下では構造物の安定に不利に作用する浮力を考慮しなければならない。著者らはこれまでに通常のものよりも空隙を大きくした透水性の良い発泡体ブロックの開発を行ってきた。この発泡体ブロックは予備発泡させたポリプロピレンビーズを成形型内に入れ所定の密度になるように過熱融着させたものである。その単位体積重量は無拘束圧状態で $\gamma=0.046\text{gf/cm}^3$ である。ここではこの材料の透水性と強度特性を明らかにするために実施した要素試験結果について報告したい。

2. 透水試験

発泡体ブロックは土中に置かれるのである拘束圧を受けた状態にあるので、この材料の透水性を評価するにはこの拘束圧の影響を考慮したものでなければならない。そこでここでは拘束圧下の透水試験が可能な三軸セルを改良した図-1に示すような装置¹⁾を用いた。この透水試験装置による透水係数(k)は図-2に示すようにある時間差($\Delta t=t_2-t_1$)における水頭差($\Delta h=h_2-h_1$)を測定し次式から計算される。

$$k=0.303h_s a_A a_S \log(h_1/h_2)/A_s(t_2-t_1)(a_A+a_S)$$

供試体は発泡体ブロックから直径 $D=100\text{mm}$ 、高さ $H=200\text{mm}$ の円柱を切り出して準備した。尚この材料はまだ試験的なもので長さ $1000\text{mm} \times$ 幅 $500\text{mm} \times$ 厚さ 50mm の板状のブロックしか製作されていないため、供試体円柱は上述した寸法になるように重ね合せて使用した。この時発泡板の方向による透水性の差が考えられるので、板の厚さ方向を z -軸、長さ・幅方向をそれぞれ x 、 y -軸として三方向の透水係数を求めた。

試験は先ず三軸セル内に供試体をセットし、これを厚さ $t_m=$

0.25mm のゴムスリーブで包み、上・下端面はポーラスストーンを置いた。

負圧 $\sigma_{ne}=-0.2\text{kgf/cm}^2$ を供試体に加えてから、供試体の寸法を測定する。次に負圧とセル圧 $\sigma_c=0.2\text{kgf/cm}^2$ （拘束圧）を入れ換えて、炭酸ガスを供試体内に流した。そしてさらに脱気水を流し背圧 $\sigma_{BP}=1.0\text{kgf/cm}^2$ を加えて供試体を完全飽和させた。この後透水試験を実施し透水係数を求めた。次に所定の拘束圧（ $\sigma_c=0.5, 1.0\text{kgf/cm}^2$ ）まで等方圧密してから、同様に各拘束圧において透水試験を実施した。

図-2(a)～(c)には各方向の透水係数を示してある。これらの図からこの発泡体ブロックの透水係数は方向により差が見られ z -軸方向が最も大きく他の二方向はほぼ同じ値になっていることがわかる。また拘束圧が高くなると透水係数は減少しているが、これは拘束圧により空隙が収縮するためと考えられる。図-2には動水勾配の影響を調べるために水を流す時の水頭差 $\Delta h(=\Delta p/\gamma_w)$ を

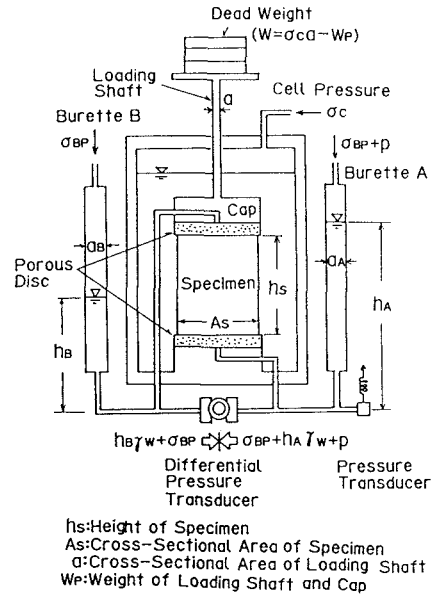


図-1 三軸セルを用いた透水試験装置

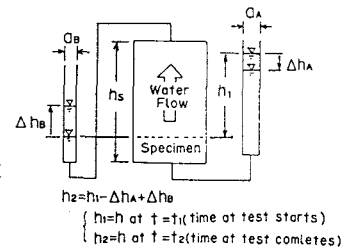
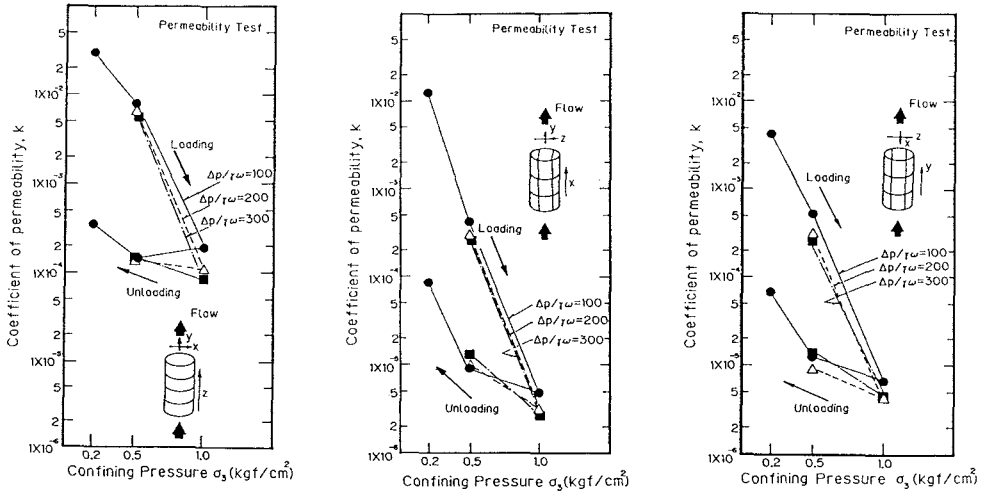


図-2 透水係数の算定



(a) z（厚さ）－方向透水係数 (b) x（長さ）－方向透水係数 (c) y（幅）－方向透水係数

図－3 透水性発泡体ブロックの透水試験

変えた試験の結果も示してあるが、この影響は小さくほとんどないようである。きれいな砂である豊浦砂の透水係数が $(2.0 \sim 5.0) \times 10^{-2} \text{ cm/sec}$ （密度による差が主で拘束圧・動水勾配による影響は小さい）である¹⁾。この発泡体ブロックの透水係数は低拘束圧ではきれいな砂と同等の透水性があることがわかる。

3. 三軸圧縮試験

三軸圧縮試験は供試体の上・下端面には摩擦軽減のために供試体とキャップ（あるいはペダスタル）の間にシリコングリースを挟んで厚さ $t_m = 0.25 \text{ mm}$ のゴムシートを置いている。これ以外の試験方法は透水試験と同じである。せん断は拘束圧 $\sigma_c = 0.2, 0.5, 1.0 \text{ kgf/cm}^2$ において排水状態で変位制御（変位速度 $\dot{\epsilon}_a = 0.3\%/min$ ）で行なった（圧縮方向はz-方向）。

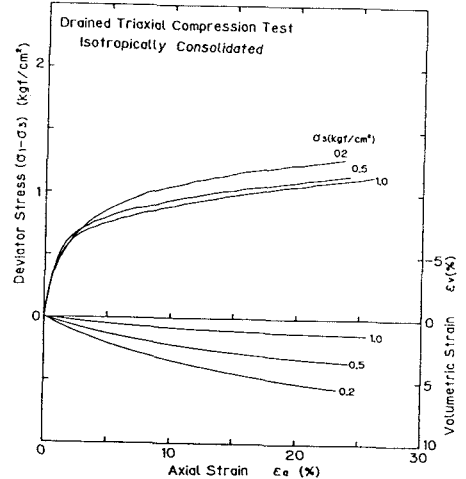
図－3に試験から得られた応力－ひずみ曲線を示してある。これより応力－ひずみ関係は拘束圧に依存し拘束圧が低い方がより大きな偏差応力になっていること、また体積変化も拘束圧に依存し拘束圧が低い方がより収縮していることがわかる。軽量盛土材としての発泡体ブロックの強度の指標は一般に軸ひずみ $\epsilon_a = 5\%$ 時の一軸圧縮強度で表わされる。三軸圧縮試験ではこれと同様に軸ひずみ $\epsilon_a = 5\%$ 時の偏差応力 $(\sigma_1 - \sigma_3)$ により表わすとこの透水性発泡体ブロックの強度は約 $0.86 \sim 0.90 \text{ kgf/cm}^2$ である。

4. あとがき

本報告では透水性発泡体ブロックの透水・強度特性を調べるために実施した透水試験と三軸圧縮試験の結果について述べてきた。これらの試験は発泡体ブロックが土中に置かれることを考慮してすべて拘束圧下において実施したものである。この発泡体ブロックは低拘束圧領域ではきれいな砂と同等の透水性があることがわかった。

参考文献

- 1) S.Fukushima and T.Ishii: An Experimental Study of the Influence of Confining Pressure on Permeability Coefficients of Filldam Core Material, SOILS AND FOUNDATIONS, Vol. 26, No. 4, pp32-46, 1986.



図－4 三軸圧縮試験における
応力－ひずみ関係