

廃棄 EPS インゴット破砕材の混入による地盤材料の透水性の改善

九州大学大学院 学○末次大輔

同 F 落合英俊 正 安福規之

同 正 大嶺 聖 正 大野司郎

1. はじめに

人間生活から排出される廃棄物は、年々増加の一途をたどり、その処理処分が大きな社会問題となっている。特に廃棄物最終処分場の確保に関する問題は深刻である。国土の狭い我が国では新規最終処分場の確保は非常に困難であり、早急なる廃棄物最終処分の対策が望まれている。このような社会背景の中で、廃棄物を資源として捉え有効に利用することは非常に重要なことである。著者らは使用済み発泡スチロールを熱処理加工して得られる廃棄 EPS インゴット破砕材（以下 HCCE 材と呼ぶ）を利用した混合軽量土のせん断強度特性および圧縮特性について、HCCE 材の混入量に着目して実験的に検討を行ってきた。その結果 HCCE 材を混入することにより、地盤材料の軽量化および強度増加を図ることが可能であり、強度特性の観点から HCCE 材混合軽量土は地盤材料として有効に利用できることを確認した¹⁾。一方、HCCE 材混合軽量土を裏込め材等の地盤材料として用いる場合、透水性についても検討する必要がある。本文では HCCE 材混合軽量土について透水試験を行い、HCCE 材の混入量が透水性に及ぼす影響を調べ、軽量地盤材料としての有用性を検討した。

2. 試料および実験方法 HCCE 材は使用済みの発泡スチロールを熱風により熔融固化しクラッシャーによって破砕したものである HCCE 材の特徴は、比重が 1.0 程度と軽量であることと、非常に角張った粒状材料であることが挙げられる。また HCCE 材は有害物質の流出の危険性はなく化学的に安全な材料であることが確認されている。土試料はまさ土 ($\rho_s=2.62\text{Mg/m}^3$) を用いた。供試体の作製方法は、JIS1210「突き固めによる締固め試験」の A-b 法に基づいて得られる最適含水比状態に調整したまさ土と HCCE 材とを所定の割合で混合しよく混ざり合うように攪拌する。その後透水円筒に所定の密度になるように突き固めて作製した。各混合比の試料の粒径加積曲線を図-1 に示す。なお、試料が粒子密度の異なる異種材料の混合物であるので、この図では縦軸に通過体積百分率を示した。実験で用いた HCCE 材粒子密度 ρ_h は 1.13Mg/m^3 である。供試体の密度管理は締固め度 D 、HCCE 材混合軽量土の混合状態を示す指標として重量混合比 M を用いた。それぞれの定義式を(1)、(2)に示す。

$$D = \frac{\rho_d}{\rho_{d\max}} \quad (1)$$

ここに $\rho_{d\max}$ は締固め試験により求まる最大乾燥密度、 ρ_d は供試体の乾燥密度である。

$$M = \frac{W_h}{W_m} \quad (2)$$

ここに W_h は HCCE 材の乾燥重量、 W_m は HCCE 材混合軽量土の乾燥重量である。

本研究で使用了透水試験装置を図-2 に示す。透水円筒の寸法は直径 240mm、高さ 200mm である。HCCE 材軽量土の最大粒径は 19mm であるが、透水円筒の直径および高さともに最大

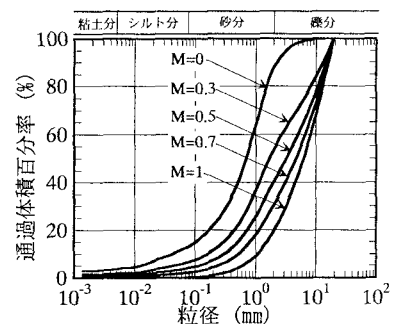


図-1 混合試料の粒度分布

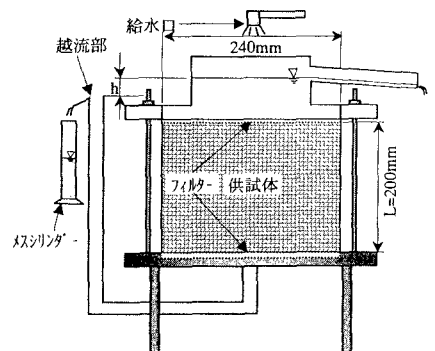


図-2 装置概略図

表-1 供試体初期状態および試験条件

実験ケース	case1	case2	case3	case4	case5
重量混合比 M	0	0.3	0.5	0.7	1
最大乾燥密度 $\rho_{d\max}(\text{Mg/m}^3)$	1.79	1.33	1.13	0.89	0.71
締固め度 D		0.95, 0.87, 0.8			
動水勾配 i		0.01~0.5まで変化			

粒径の 10 倍以上となっているので、試験結果におよぼす粒子径の影響はないものと考えられる²⁾。実験方法は透水円筒に上記の方法で供試体を作製した後、減圧吸水脱気により供試体内から気泡が出なくなるまで飽和を行った。測定方法は動水勾配を段階的に上昇させ、測定時の動水勾配における流出時間と水量を測定した。実験条件を表-1に示す。

3. HCCE 材の混入量の増加に伴う透水性の変化 締固め度 $D=0.87$ の場合の定水位透水試験結果を図-3に示す。この図は流速 v と動水勾配 i との関係を両対数にプロットしたものである。両対数プロットによる流速と動水勾配との関係は直線関係にあり、特に直線の傾きが 1 である場合は流速と動水勾配は比例関係にあることを示す³⁾。図-3では直線が折れ曲がる点より小さな動水勾配において比例関係にあることを示している。ここでは動水勾配と流速が比例関係ある領域、つまりダルシー則が成立する層流領域での透水係数 k について検討を行う。図-4は透水係数 k と混合比 M の関係を示したものである。この図より、HCCE 材を混入量が増加すると混合材料の透水係数が増加する。また締固め度に着目して HCCE 材の混入量の増加にともなう透水係数を比較すると、HCCE 材を混入することで透水性は向上するが、密度が小さくなると透水係数の増加割合は小さくなる。図-5は乾燥密度 ρ_d と透水係数 k の関係を示す。乾燥密度と透水係数は直線関係にあり、HCCE 材の混入量が増加し混合材料が軽量化するとともに透水係数が増加している。HCCE 材混入による透水係数の増加は図-1の粒度分布からもわかるように、HCCE 材の混入量が多くなると、供試体中の礫分が増加し、砂分等の小さな粒径のものが減少していくためと考えられる。図-6は各混合比の試料における礫分含有率と透水係数をプロットしたものである。透水係数は礫分含有率の増加にともない直線的に増加する傾向にある。HCCE 材混入による透水係数の増加は礫分の増加による間隙径の増大に起因していると考えられる。

4. 透水性からみた HCCE 材の有用性 盛土や擁壁の安定性には雨水等による浸透水が影響を及ぼすことが知られている。特に擁壁の場合においては裏込め土内部に滞留水が存在するとせん断強度の低下や擁壁背面の水圧が増加し構造物の安定性に悪影響を及ぼす。透水試験の結果より HCCE 材を擁壁の裏込め材として用いると排水性能が向上し、これらの影響を軽減することができる。HCCE 材混入による軽量化および透水性の向上の面から、裏込め材として用いることで、擁壁の安定性の向上と建設コストの削減が図れると考えられる。

5. おわりに 本研究により得られた知見をまとめると次のようである。1) HCCE 材混合軽量土は HCCE 材の混入量が増すに従い透水性が向上する。2) HCCE 材混合軽量土は軽量かつ透水性の高い材料であるので擁壁の裏込め材として有効である。

【参考文献】1)末次ら：廃棄 EPS インゴット破砕材の混入による地盤材料の軽量化と強度改善，第 33 回地盤工学研究発表会講演概要集，pp.2451-2452，1998。2)土質試験の方法と解説，土質工学会，pp.271-286，1990。3)松尾ら：碎石の透水性に関する実験，土と基礎，pp.5-10，1970

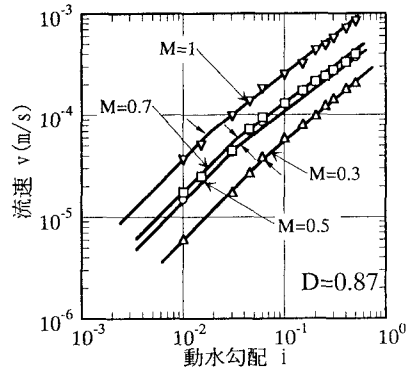


図-3 流速と動水勾配の関係

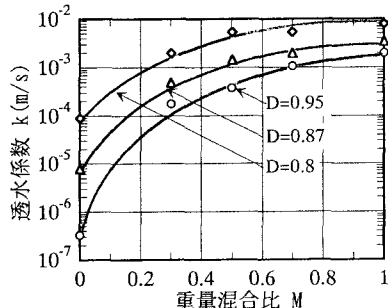


図-4 HCCE材混入による透水係数の変化

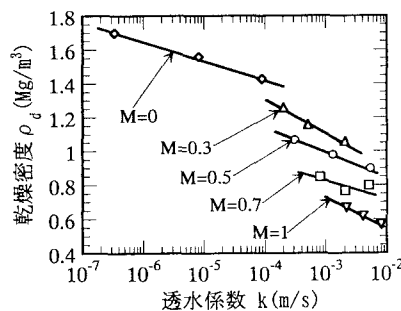


図-5 乾燥密度と透水係数の関係

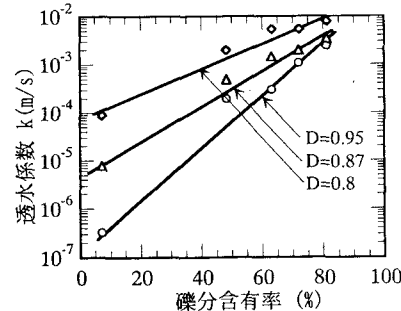


図-6 透水係数と礫分含有率の関係