

地盤材料の軽量化のための発泡スチロールインゴット破碎材の活用 —混合材料の締固め管理方法の提案—

九州大学工学部 学○吉田千夏

九州大学工学部 正 落合英俊 正 安福規之

九州大学工学部 正 大野司郎 学 末次大輔

1. はじめに

近年、経済的な豊かさを背景に、国民のライフスタイルや経済構造は変化してきており、それに伴い生活、生産活動等から発生する廃棄物は量的に増大するとともに質的にも多様化してきた。一方、廃棄物処理のための最終処分場等の処理施設の確保はきわめて難しい状況となっていることもあり、環境の保全を図りつつ適切かつ円滑な廃棄物処理を推進する上で、廃棄物の軽量化、資源化・再利用が現在重要かつ緊急な課題となっている¹⁾。

そこで今回は、廃棄物の中でも特に発泡スチロールに着目し、それを230℃で熱熔融・硬化させて加工処理した熱熔融固化物（インゴット）を、さらに再生プラントの破碎機にかけて破碎処理した廃棄 EPS インゴット破碎材（HCCE材：Heat Compressed Crushed EPS）を軟弱地盤上の軽量盛土材として、地盤工学的に大量かつ有効に利用できないか、検討した。

本研究では、材料特性として「保水性を有さない」という特徴をもつ HCCE 材を、砂質土系の地盤材料に混合して用いる場合の含水比調整の仕方について提案する。

表-1. 物性試験結果

求めた値	筑紫野砂	HCCE材
自然含水比 $w_n (\%)$	8.6	0.24
密度・比重 $\rho_s (g/cm^3)$	2.620	1.016
最大密度 $\rho_{d\max} (g/cm^3) < e_{\min}$	1.511 < 0.734 >	0.681 < 0.492 >
最小密度 $\rho_{d\min} (g/cm^3) < e_{\max}$	1.151 < 1.276 >	0.495 < 1.054 >
粒度試験	(図-1. 参照)	(図-1. 参照)

2. 試料

砂質土系の地盤材料については、筑紫野産の山砂を使用した。この筑紫野砂と HCCE 材各々についての物性試験結果を、表-1 および図-1 に示す。筑紫野砂の密度が $2.620 (g/cm^3)$ であるのに対し、HCCE 材は比重が約 1.0 と小さい値を示し、筑紫野砂に混合することで自重の軽減が期待される。土の工学的分類法 (JSM111) によれば、筑紫野砂が細粒分混じり砂 [S-F] に、HCCE 材が粒度の悪い礫 (GP) に分類される。本試験においては、室内試験を行う上からも、HCCE 材については粒径 13mm 以下のもの（通過質量百分率で 85.8%）、筑紫野砂については粒径 19mm 以下のもの（通過質量百分率で 100%）を用いた。ただし、筑紫野砂は突固めによって、土粒子が著しく破碎するので、試験は非繰返し法で行う。なお、含水比測定の際、HCCE 材については熱により溶融・変質することから、砂のみ以外のパターンについては炉乾燥温度を $110^\circ C$ から $80^\circ C$ に下げて測定した。

3. 実験方法

試験は、JIS A1210 及び JSFT711 に従い、その結果を道路施工における路体・路床の管理規準として利用する目的から、“Standard Proctor” と呼ばれる $E_c \approx 5.6 cm \cdot kgf/cm^3$ の締固め仕事量で 3 層に分ける締固め方法を採用した²⁾。

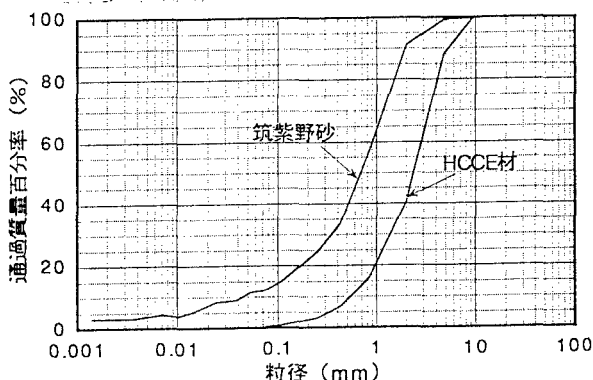


図-1. HCCE材と筑紫野砂の粒径加積曲線

4. 実験結果と考察

図-2 には、HCCE 材重量混合比 $[(\text{HCCE 材の乾燥質量})/(\text{混合砂の乾燥質量})]$ が1 (HCCE 材のみ)、0.7 (混合砂 a)、0.5 (混合砂 b)、0.3 (混合砂 c)、0 (筑紫野砂のみ) となるような割合で、筑紫野砂に HCCE 材を混合した後、含水比調整して試験を行った場合の締固め特性の挙動を示す。なお、図-2 に示した平均含水比の値は、試料を突き固め終わった直後のモールドから直接測定した値である。この図から① HCCE 材のみの場合については含水比の大小に関わらず乾燥密度は $\rho_d \approx 0.7 (\text{g/cm}^3)$ のほぼ一定値をとっており、乾燥密度に与える含水比の影響はほとんどないと言える。このことは混合砂についても言え、特に HCCE 材重量混合比の大きい混合砂になる程フラットな曲線を描く。さらに、②混合砂の最適含水比が筑紫野砂のそれよりも高い値となっているが、これは極端に比重の異なる材料を混合した場合、計算上必然的に生じるものである。また、③ HCCE 材は保水性のない材料であるため、混合砂については最適含水比と思われる含水比付近になると、突き固めている最中でもモールド底面から水が出てきており、突き固め直後の含水比の値と突き固めた後少し時間が経ってからの含水比の値とで大きな差が生じることが予想される。

そこで、混合砂の含水比については筑紫野砂だけをその最適含水比 ($\omega_{\text{opt}} = 14.1\%$) に調整する方法を採用した。そうして含水比調整した試料を締固めて得られた乾燥密度の値 (図中○印で示す) と、先の試験で得られた最大乾燥密度の値 (図中□印で示す) を比較したものを、図-3. (a) に示す。この図を見ると、筑紫野砂のみ含水比調整を行ったときの乾燥密度の値は、混合砂全体に対して含水比調整したときの値の約95%となっており、両者の間に大差は見られない。また、図-3. (b) より、筑紫野砂のみに対して含水比調整した場合の含水比 (図中●印で示す) は、混合砂としてみたときに、混合砂全体に対して含水比調整したもの (■印で示す) よりも乾燥側の含水比をとることが分かる。これらのことから、含水比調整は砂のみに対して行えばよいということが言える。

5. まとめと今後の予定

今回の実験により明らかとなったことを、以下にまとめる。

- ① HCCE 材のみを突固めた場合、乾燥密度は含水比に依らずほぼ一定値 $\rho_d \approx 0.7 (\text{g/cm}^3)$ をとる。
- ② 混合砂を最適状態に締固めるときの含水比調整は、砂のみについてその最適含水比となるように行えばよい。

今後は、この実験結果を踏まえた上で供試体の作製条件を設定し、廃棄物としての HCCE 材と地盤材料を混合した新たな複合材料の有用性について地盤工学的な立場から検討していく予定である。

- <参考文献> 1). 厚生省生活衛生局水道環境部環境整備課監修：「日本の廃棄物 '96」、社会法人全国都市清掃会議、1996
2). 土質工学会：「土質試験の方法と解説」、pp.201~214, 516、1990

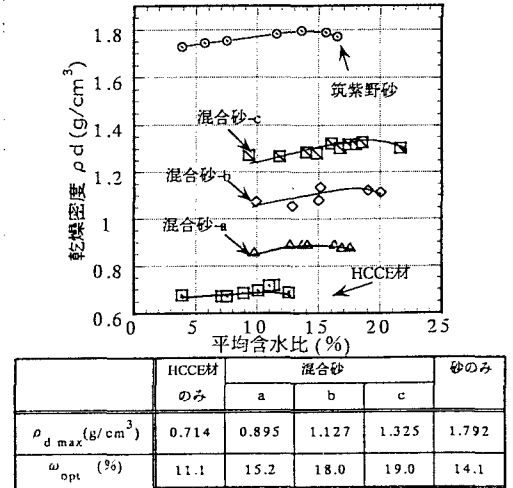
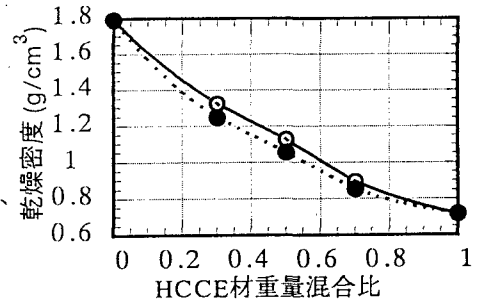
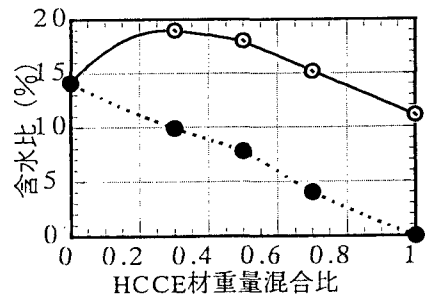


図-2. HCCE材重量混合比の変化に伴う締固め曲線の挙動



(a) HCCE材重量混合比と乾燥密度の関係



(b) HCCE材重量混合比と含水比の関係

図-3. 含水比調整法の違いが締固め特性に与える影響