

発泡スチロールインゴット破砕材を用いた軽量土の力学特性

九州大学大学院 学○末次大輔

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 吉田千夏

1.はじめに

軟弱地盤上に盛土を設置する場合に生じる地盤沈下やそれに伴う側方流動、また擁壁にかかる土圧等、土の自重が一つの原因となっている問題がある。また、土地造成の埋め立てや盛土等、土木の分野では多量の土を使用している。その大部分は山を掘削して採取しているのが現状である。環境保全の立場から、山土を安易に採取することは非常に難しくなっている。そこで、このような社会的背景の中で、環境保全および廃棄物処分問題と上記の地盤工学の問題を解決する一方法として、廃棄された発泡スチロールの有効利用を検討することは重要なことである。土とそれより軽量の材料を混合することによって、土構造物の自重を小さくし、地盤沈下や側方流動、土圧を軽減することができる。本研究は、発泡スチロールインゴット破砕材(以下 HCCE 材と呼ぶ)と土との混合軽量土を開発し、新たな地盤材料の創出を目的としている。本報は、HCCE 材の混入量の違いによる軽量混合土のせん断強度特性について調べたものである。

2.試料および実験方法

2.1 試料について

HCCE 材は、使用済みの発泡スチロールを 230℃の熱風によって溶融固化し、粉碎機で粉碎したものである。HCCE 材の特徴は、土に比べ軽量(比重 1.0 程度)で非常に角張った粒状材料である。土($\rho_s=2.62\text{g/cm}^3$)は筑紫野産の山砂で、高速道路建設現場から採取したものである。実験では、19mm のふるいを通過したものをを用いた。

2.2 実験装置および実験条件

実験に使用した装置は、多層型単純せん断試験装置である。せん断箱は、厚さ 10mm のせん断箱要素を 20 枚重ねた 200mm×200mm×200mm の立方体である。単純せん断は、上部を固定し下部にせん断力を加えて単純せん断変形させるようになっている。せん断力載荷は変位制御(1mm/min)で行う。

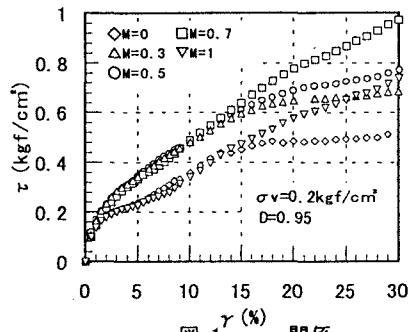
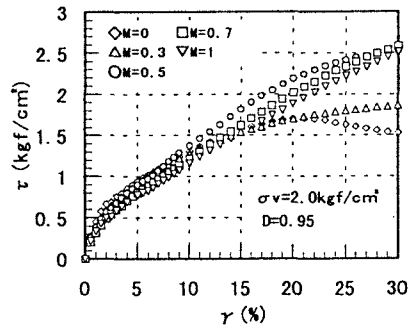
供試体の初期状態は、JIS A1210「突き固めによる土の締固め試験」の試験結果の考察から、含水比は砂の最適含水比に調整し、締固め度は $D=0.95$ 以上になるようにした。作製方法は、19mm のふるいを通過した試料を用い

て、乾燥した発泡スチロールインゴット破砕材と土を所定の混合比 M (HCCE 材乾燥重量/混合土乾燥重量) になるように準備し、所定の量の水を加え、両者が均一に混ざり合うように攪拌する。その後、混合試料をせん断箱に 6 層に分けて詰め、一層ごとに 2.5kg ランマーで 75 回突き固めた。実験条件を表-1 に示す。

表-1 実験条件

実験ケース	case1	case2	case3	case4	case5
混合比 M	0	0.3	0.5	0.7	1
上載圧 σ_v (kgf/cm ²)		0.2	1.0	2.0	
締固め度 D		0.95			
含水比 w (%)	14.1	9.9	7.8	4.0	0

3.実験結果と考察

図-1 τ - γ 関係図-2 τ - γ 関係

単純せん断試験の代表的な結果を図-1,2 に示す。土単体および混合土は、せん断ひずみが増していくと、せん断強度は一定値に収束し、HCCE 材単体は直線的に増加する傾向にある。混合土のせん断強度はそれぞれの単体と比較

すると、相対的に大きな値をとることが分かる。HCCE材単体のせん断強度は土とほぼ等しいが、非常にねばり強い材料であるといえる。混合比が大きくなると大変形時にはHCCE材の特性が現れ、ねばり強さが卓越するのが分かる。

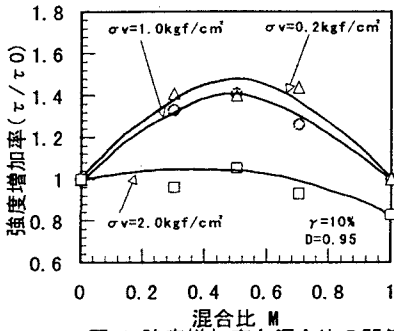


図-3 強度増加率と混合比の関係

図-3は、せん断ひずみ $\gamma=10\%$ 時のせん断強度比 τ/τ_0 (τ_0 :土のせん断強度)と混合比の関係を示したものである。この図より、HCCE材を混合することによって、せん断強度の増加を確認でき、ある拘束圧において最大のせん断強度増加を示す混合比が存在するのが分かる。拘束圧が大きくなるにつれて、せん断強度増加の割合は小さくなる。せん断強度増加の割合は、拘束圧が小さいところで顕著にあらわれる。

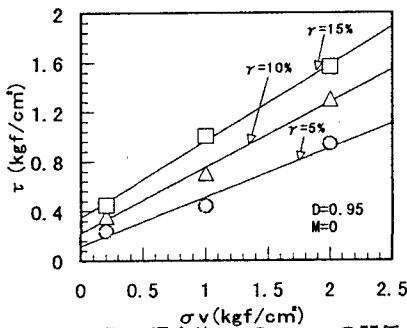


図-4 混合比M=0.0の τ - σ_v の関係

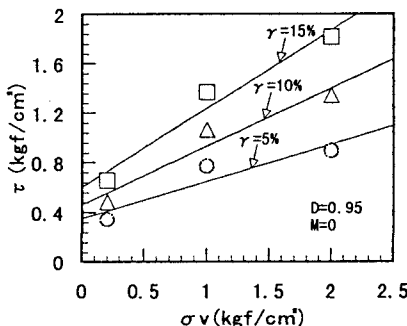


図-5 混合比M=0.5の τ - σ_v の関係

図-4,5は、混合比 $M=0,0.5$ におけるせん断強度と上載圧の関係をせん断ひずみ $\gamma=5\%,10\%,15\%$ ごとに整理したものである。これらの図より、せん断強度と上載圧は直線関係にあると考えられる。他の混合比についても同様なことが言える。図-6,7は、先に示した図より、各混合比のせん断ひずみ $\gamma=5\%,10\%,15\%$ 時に発現するせん断抵抗角 ϕ および見かけの粘着成分 c をプロットしたものである。せん断ひずみにともなう混合土のせん断抵抗角の増加割合は、土に比べると大きいことが分かる。見かけの粘着力は土単体のものと比較すると、ひずみレベルによらず、かなり大きな値をとる。

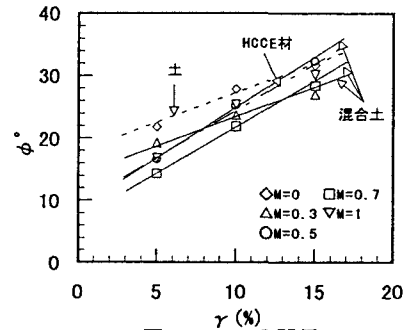


図-6 ϕ - γ の関係

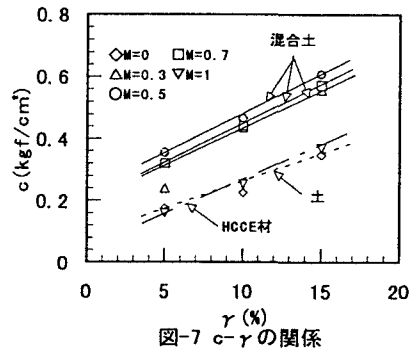


図-7 c - γ の関係

4. おわりに

今回までの実験より以下の結果が得られた。

- (1) 最大のせん断強度増加を示す混合比が存在し、その値は0.5程度である。
- (2) 混合土のせん断強度増加の要因は、主として見かけの粘着力の増加であると考えられる。
- (3) 土とHCCE材を混合することによって、地盤材料の軽量化および強度、靱性の増加を図ることができ、HCCE材を混入した軽量混合土は、新しい地盤材料として利用できると考えられる。

【参考文献】1) 吉田: 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, 平成9年度土木学会西部支部研究発表会, 1998(投稿中)