

飽和した EPS ビーズ混合砂の非排水三軸せん断挙動

東京理科大学 学生会員 木田 啓司、高田 隼人、保広 悟志
 東京理科大学 正会員 塚本 良道、龍岡 文夫
 株式会社 JSP 千代田 健

1.はじめに

軟弱地盤や地すべり地等の盛土工事に伴い発生する沈下・側方擁加などの主な問題は、土自体の重量を軽減することで大きく改善できる。近年多くの軽量盛土工法が確立されているが、その一つとしてEPSビーズ混合軽量土工法が挙げられる¹⁾。本工法は、土砂に超軽量な発泡ビーズ(Expanded Poly-Styrene 以下EPSビーズと呼ぶ)と、少量の固化材を添加し混合することで、盛土の自重を軽減し、沈下量の低減、すべり安定性の向上、側方擁加の抑制等の効果が期待できるものである。近年資源循環型社会への移行が強く望まれており、土木工事において発生する建設残土や汚泥の有効利用が不可欠である。本工法は、現地発生土・低品質発生土の利用も可能であり、効率的・経済的に盛土・埋め戻し工事ができるといふ利点もある。

しかし、EPSビーズは、従来の盛土材料に比べ材料単価がやや高い。そのため合理的な設計法に関する研究が必要となる。本研究では基礎研究として、固化材を添加せず砂とビーズの2種類によるEPSビーズ混合砂の飽和・非排水せん断挙動を調べる。工期・工費の削減を考慮し、いくつかの締め固め度・EPSビーズと砂の配合比で非排水三軸圧縮試験を実施した。

2. 試験概要

供試体は、EPSビーズと豊浦砂の配合比(体積比)をEPSビーズ:豊浦砂=1:1、1:4、また豊浦砂のみの3パターンで実験を行なった。各配合比に対するJIS A 1210「突き固めによる土の締め固め試験」の $\alpha(=0.5E_c)$ - β 法で求めた締め固め試験結果を図1(a)に示す。また、同含水比での成分割合構成を図1(b)に示す。EPSビーズの割合が多いと空隙の割合が少なくなることから、最大乾燥密度 d_{max} 及び最適含水比 w_{opt} は、それぞれ配合比1:1で

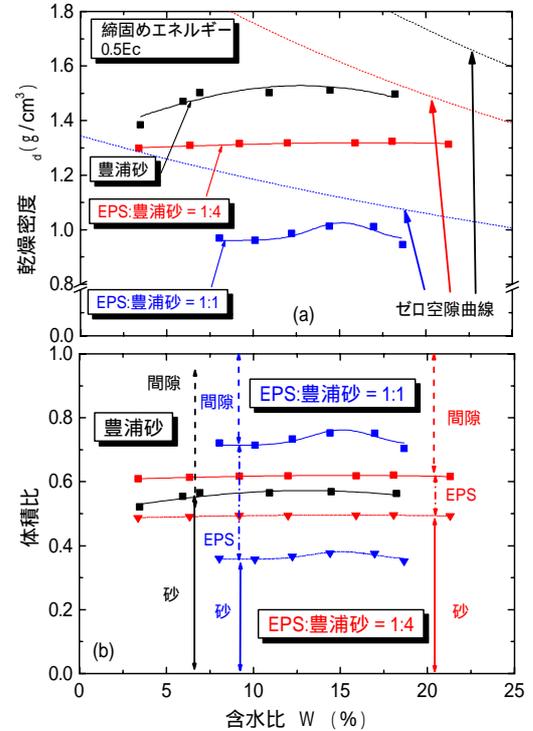


図1(a) それぞれの配合比による締め固め曲線
 (b) 締め固め時の体積組成

1.02g/cm³&16.3%、配合比1:4で1.32g/cm³&15.5%、豊浦砂のみで1.54g/cm³&13.5%であった。最大乾燥密度に当たる締め固め度 D_c を100%として、 $D_c=100%$ (密詰め)と $D_c=95%$ (中密)の2種類の密度と上記3種類の配合比の3ケース、計6ケースの実験を行なった。

供試体は、8層層締め固め法により直径120mm×高さ240mmの円柱供試体を作成した。本工法は地下水面以下で用いられることは少ないが、雨天時も地盤が飽和することを想定して地下水面付近を想定した試験を行うために背圧0kPaの条件で、拘束圧35kPa、載荷速度0.3%/minで飽和・非排水三軸圧縮試験を行なった。

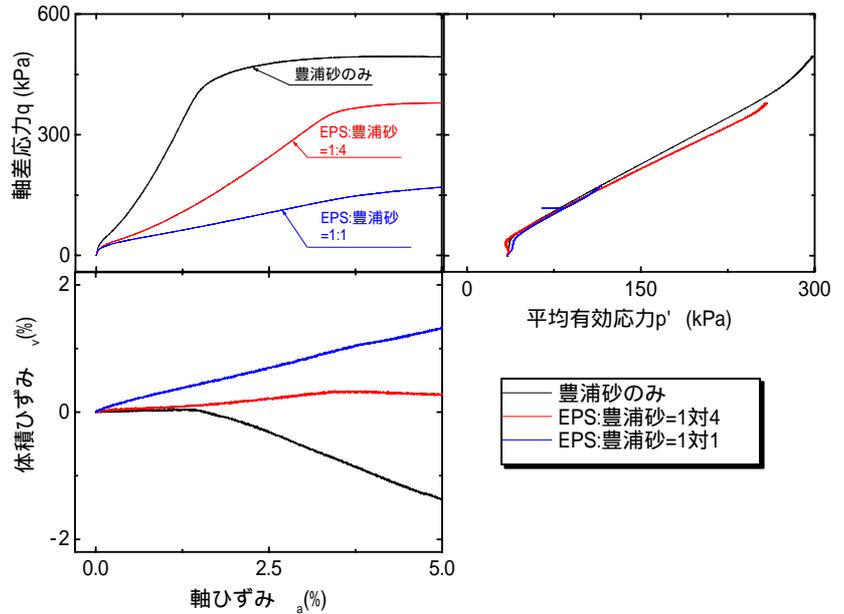


図2 締め固め度 $D_c=100%$ の実験結果

キーワード 締め固め 飽和 非排水 EPS

連絡先 〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 東京理科大学工学部土木工学科 TEL : 04-7124-1501 ex(4056)

3. 実験結果

本試験では 1)軸差応力 q 、軸ひずみ a 、2)体積ひずみ v_v 、軸ひずみ a 、3)軸差応力 q 、平均有効主応力 p' の3つの図について考察する。

3.1 締固め度100%の実験結果

図2において、豊浦砂のみのケースでは軸ひずみが1%を超えた付近から飽和排水試験にも関わらず、体積膨張が生じている。これは背圧をゼロとしているため、過剰間隙水圧が大気圧程の約100kPaに達した時点で、キャピテーションが生じたためと考えられる。一方、EPS混合砂は体積が収縮しており、とくにEPSビーズ含有量の多いEPSビーズ:豊浦砂=1:1のケースに大きな体積収縮がみられた。これはビーズが圧縮性を有する為であり、載荷後のEPSビーズをみても、ビーズの変形・収縮がはっきりと確認できた。軸差応力はEPSビーズ:豊浦砂=1:1のケースが一番小さく、豊浦砂のみのケースの半分以下の強度であった。有効応力経路は、豊浦砂の破壊包絡線に沿う応力経路を示した。

3.2 締固め度95%の実験結果

図3において、豊浦砂のみのケースは軸ひずみ2%付近からキャピテーションが発生し、上記と同様に体積膨張が起こった。EPS混合砂はやはりEPSビーズ含有量の多いEPSビーズ:豊浦砂=1:1のケースに大きな体積収縮がみられたが、収縮量に関しては、EPSビーズ:豊浦砂=1:1とEPSビーズ:豊浦砂=1:4のケースともに、締固め度100%の実験結果と大きな差はみられなかった。軸差応力は、豊浦砂のみとEPSビーズ:豊浦砂=1:4のケースに関しては、締固め度100%に比べて大きく減少したものの、EPSビーズ:豊浦砂=1:1のケースに関してはあまり変化がみられなかった。有効応力経路は、やはり豊浦砂の破壊包絡線に沿う応力経路を示した。

3.3 EPSビーズの配合比と非排水せん断強度

上記の試験結果をふまえて、本研究では、非排水せん断強度を、キャピテーションの発生が卓越する前の軸ひずみ a が 0.5 と 1% 時における $\tau_m = q/2$ と定義した。図4に得られた非排水せん断強度をEPSビーズ配合比 $V_{EPS}/V_{全体}$ に対してプロットしたところ、おしなべて締固め度が高いほど非排水せん断強度が大きかった。しかし、締固め度が高いと、EPSビーズ配合比が0.2以上では急激に非排水せん断強度が低下する傾向がみとれる。

4. まとめ

EPSビーズ混合砂の飽和排水三軸圧縮試験より、以下の結論を得た。
 (1)EPSビーズ混合砂のせん断強度は、EPSビーズの含有量の増加により低下し、また密度(締固め度)が大きいほどその傾向はより顕著に現れる。

(2)混合砂のダイレイタンスーについてみると、密な豊浦砂の有する体積膨張性は、圧縮性をもつビーズの含有量の増加により体積収縮性を示すようになる。

参考文献: 1)財団法人土木研究センター:発生土利用促進のための改良工法マニュアル。

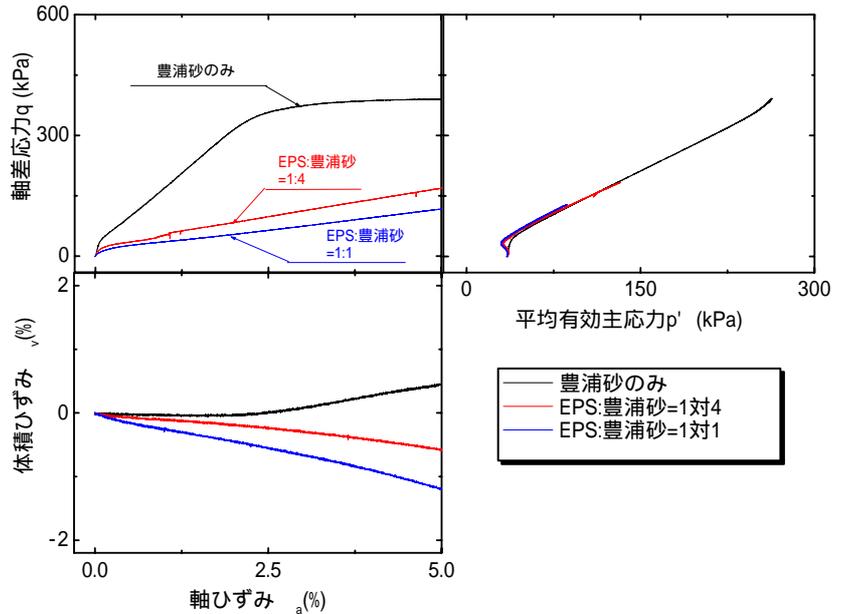


図3 締固め度 $D_c=95\%$ の実験結果

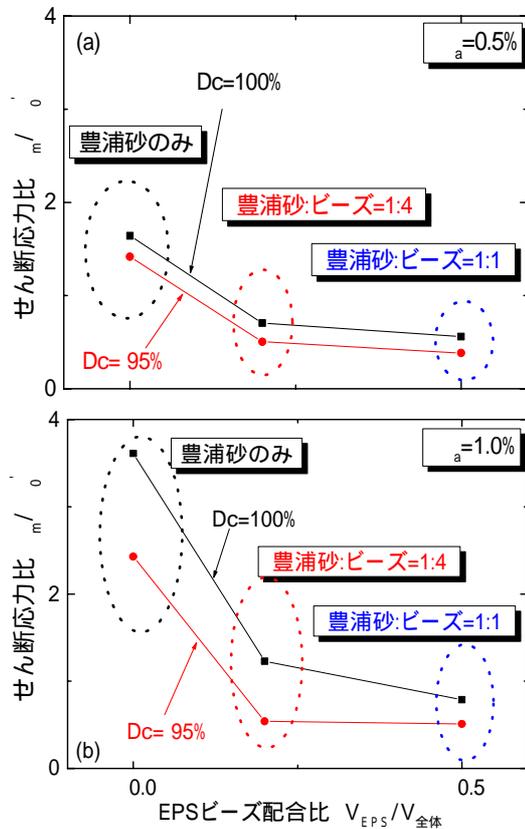


図4 (a) 軸ひずみ 0.5%におけるせん断応力比
 (b) 軸ひずみ 1.0%におけるせん断応力比