

Ⅲ-B 334

軽量化地盤材料の力学特性に及ぼす軽量化材の圧縮性と混入率の影響

日本大学理工学部 正会員 卷内勝彦 峯岸邦夫

日本大学大学院 学生員 久保哲也 高橋雅之

同 上 学生員 辻光太郎

1. はじめに

軟弱地盤の沈下抑制および安定性確保を目的として土質材料とビーズ等の軽量化材を混入した軽量盛土工法は、近年問題になっている建設発生土の有効利用や安定処理土とリンクすることも可能であることから複合目的を持つ工法として着目されている。しかし、圧縮性を示すEPSビーズを土質材料に混合した軽量化土はその力学的性質が十分解明されていないだけでなく、耐熱性、耐薬性についても検討を要することが指摘されている。

そこで、本研究では、EPSビーズに比べ耐熱性、耐薬性に若干優れた低圧縮性のポリプロピレンビーズを混入した軽量化土を作製し、三軸圧縮試験によるせん断特性、締固め特性を調べ、ビーズの混入率および圧縮性の違いによる諸性質の比較検討を行った。

2. 試料および試験方法

本試験の土質材料に千葉県船橋市内で採取した火山灰質粘性土(VH₂, $\rho_s = 2.99\text{g/cm}^3$, $w_n = 106\%$, $w_L = 142\%$, $I_P = 73$)を用い、軽量化材としてEPSビーズ($\rho = 0.032\text{g/cm}^3$, $d = 3.0 \sim 3.8\text{mm}$, 略称: E) およびポリプロピレンビーズ($\rho = 0.874\text{g/cm}^3$, $d = 3.4 \sim 4.1\text{mm}$, 略称: P)を用いた。軽量化材を粘性土試料の初期体積に対する割合で0~40%と均一に混入した後、予圧密圧力を段階的に500kPaまで72時間載荷したものから供試体を切り出し形成して三軸圧縮試験(C_U試験)を行った。また、締固め試験では、現場より採取した火山灰質粘性土を含水比約50%に空気乾燥したものを用いた。各供試体作成時の設定条件および物理的性質を表-1に例示する。

3. 試験結果および考察

表-1および図-1より、EPSビーズ、ポリプロピレンビーズを混入することにより混合土の軽量化が図られビーズ混入率と軽量化率の関係は単調な比例関係を示しているが、いずれもビーズ混入率に対して軽量化率の増加割合が低いことが確認できる。これは、EPSビーズの場合は試料作製段階に予圧密によりビーズに圧縮変形が生じ、混入率が増加すると変形量が累積増大するためと考えられる。ポリプロピレンビーズにおいてはEPSビーズのように圧縮変形することは少ないがEPSビーズに比べ密度が高いために軽量化率が低くなったと考えられる。また、本試験条件の範囲では混入率と軽量化率を一致対応させるには、目標の混入率に対してEPSビーズでは1.43倍、ポリプロピレンビーズでは1.58倍混入させることにより所定の軽量化率が得られることが分かった。

図-2にEPSビーズ混入軽量化土(V80E)、図-3にポリプロピレンビーズ混入軽量化土(V80P)の三軸圧縮試験より求めた主応力差 $\sigma_1 - \sigma_3$ および間隙水圧 Δu と軸ひずみの関係を示した。どちらの軽量化材においても拘束圧の増加に伴い最大主応力差および間隙水圧とも増加傾向を示し、ピーク後の残留強度の低下がほとんど見られないことが分かる。また、図には示し

表-1 供試体作製の設定条件および略称

土試料	軽量化材	ビーズ混入率 (%)	湿潤密度 ρ_t (g/cm^3)	軽量化率 (%)	略称
関東ローム (V)	なし	0	1.45	—	V100
	EPSビーズ	20	1.25	13.8	V80E
		40	1.04	28.3	V60E
	ポリプロ ピレンビーズ	20	1.32	14.6	V80P
		40	1.20	22.5	V60P

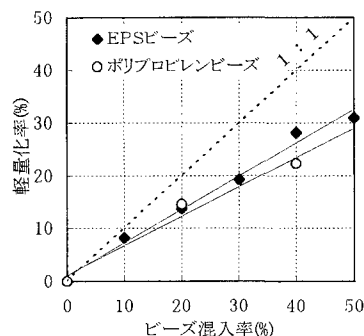
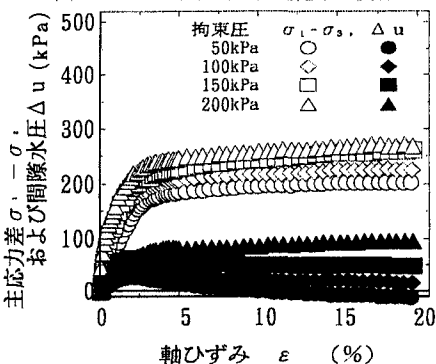


図-1 ビーズ混入率と軽量化率の関係



キーワード: 軽量化土, 三軸圧縮試験, 変形係数, 強度定数, EPSビーズ

連絡先: 〒274-8501 船橋市習志野台7-24-1 Tel. 0474-69-5217 Fax. 0474-69-2581

ていないがEPSビーズ土の場合は混入率の増加に伴い、主応力差に与える拘束圧の影響は僅少となる。これは圧縮性の高いEPSビーズが拘束圧により変形しせん断抵抗の摩擦角成分が低下するためと考えられる。一方、低圧縮性のポリプロピレンビーズ混入軽量化土ではこの現象を見ることができないことからビーズの圧縮性が強度発現に影響を及ぼしていることが分かる。

図-4は初期接線変形係数 E_t と拘束圧の関係を示したものである。拘束圧の増加に伴い変形係数 E_t は増加傾向を示している。また、図示はしていないが各軽量材ともビーズ混入率の増加に伴い E_t は減少傾向を示し、割線変形係数 E_s 、 E_{s0} においても同様の結果が得られている。また、圧縮性のEPSビーズでは混入率の増加に伴い土粒子間のせん断摩擦抵抗が低下し変形係数の値は小さくなり、拘束圧の影響も僅少となる。それに対し、低圧縮性のポリプロピレンビーズにおいては、若干の差はあるもののV-100とほぼ同様の傾きを示している。

図-5は、モール・クーロンの破壊包絡線より求めた粘着力 c' とせん断抵抗角 ϕ' に与えるビーズ混入率の関係を示したものである。いずれも混入率の増加に伴い粘着力 c' が低下している。これはビーズの介在により土粒子相互の接触点が減少したためと考えられる。また、せん断抵抗角 ϕ' はビーズ混入率の増加に伴いEPSビーズ混入軽量化土では低下傾向を示しているのに対しポリプロピレンビーズ混入軽量化土では若干の低下を示しているにすぎない。これは、EPSビーズの場合、拘束圧に起因するビーズの変形により土粒子の摩擦抵抗が低下したためと考えられ、一方、低圧縮性のポリプロピレンビーズでは形状が完全な球体でなく円盤状で真ん中にくぼみがあるため摩擦作用が発揮され、せん断抵抗角の低下が少なかったものと考えられる。

図-6は気乾土を用いた標準締固め試験による締固め曲線を例示したものである。EPSビーズを混入することにより相似的軽量化がみられるのに対し、ポリプロピレンビーズを混入した場合は、最適含水比 W_{opt} は減少傾向を示し、軽量化が得られないことが分かる。

4. まとめ

今回の試験範囲内で得られた結果を以下にまとめる。

- 1) 混入率と軽量化率には単調な比例関係があり、目標軽量化率を得るには混入率に対してEPSビーズは1.43倍、ポリプロピレンビーズでは1.58倍となる。
- 2) ビーズの圧縮性はビーズ混入軽量化土の変形係数および強度発現に影響を及ぼす。
- 3) 各変形係数(E_t , E_s , E_{s0})について、ポリプロピレンビーズ混入土の場合はV100とほぼ同様の傾向を示し拘束圧に比例する。一方、EPSビーズ混入の場合は値が大幅に低下し拘束圧の影響をあまり受けない。
- 4) 圧縮性のEPSビーズでは混入率に伴い粘着力 c' 、せん断抵抗角 ϕ' はともに減少し、低圧縮性のポリプロピレンビーズは混入率の増加に伴い粘着力 c' は低下するが、せん断抵抗角 ϕ' はほとんど減少しない。
- 5) 気乾土を用いた軽量化土の締固めでは、EPSビーズ混入土は軽量化効果が得られるがポリプロピレンビーズ混入土は軽量化が図れない。

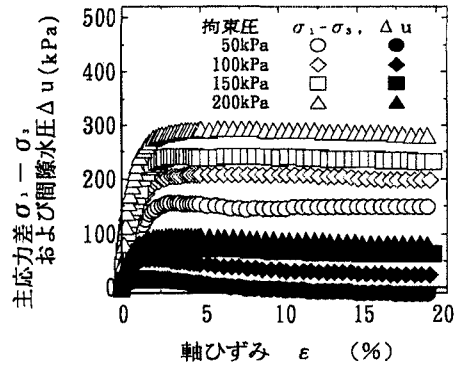


図-3 応力とひずみの関係 (V80P)

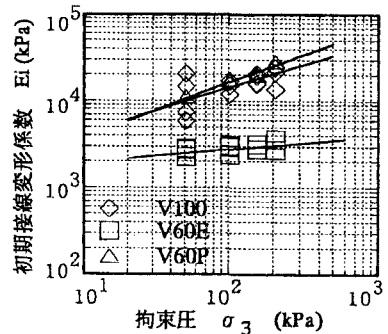


図-4 変形係数と拘束圧の関係

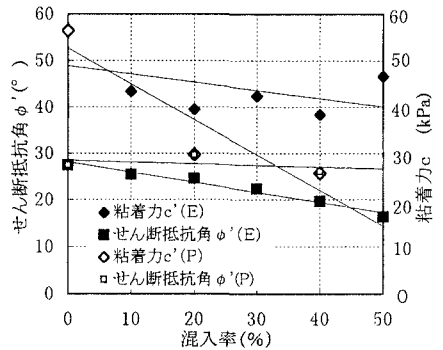


図-5 強度定数

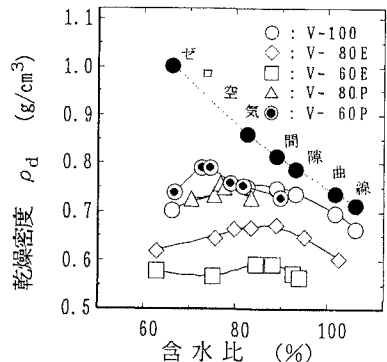


図-6 締固め曲線