

III-326

発泡ビーズ混合軽量土の三軸圧縮特性

建設省土木研究所 正会員 三木博史 (財)土木研究センター 正会員 千田昌平
 (株)フジタ 正会員 香川和夫 松尾建設(株) 正会員 西田耕一
 正会員 福島伸二 (株)クボタ建設 正会員 山田純男

1. はじめに

発泡ビーズ混合軽量土は、合成樹脂発泡体（通称、発泡ビーズと呼ぶ）と土砂とセメントを混合した新しい材料である。発泡ビーズ及びセメントと土砂の混合割合を調整することにより所定の密度、所定の強度の土構造物を構築できるため、新しい高機能な土質材料としての用途が期待されている。

発泡ビーズ混合軽量土では添加剤としてセメントを加えるのが普通である。しかしながら、堤防などたわみ性を要求される構造物においてはセメントの添加が制限される場合がある。また、土構造物として設計する場合は土質材料として扱えることが望ましい。そうした意味で、セメントを添加しない発泡ビーズ混合軽量土の三軸圧縮特性を調べたのでその結果を報告する。

2. 試験方法

三軸圧縮試験は通常の土質の試験機を用いておこなった。試験の排水条件として有効応力に関する力学特性を求めるために圧密排水（CD）条件とした。試験に使用した土質材料は0.1mmから1.0mmの範囲の粒径を持つ江戸崎産の山砂で、図-1にその締固め特性を示す。また、使用した発泡ビーズは、50倍発泡させたものでその平均粒径は約4.5mmである。

供試体は、発泡ビーズの混合割合を山砂の体積に対して 1:0（山砂のみ）、1:0.5、1:1、1:2と4種類に変化させ、出来上りの含水比が19.5%になるように水分調整し、約1/2 ECの締固めエネルギーで実固めて作成した。供試体の直径は10cmで、高さは20cmである。

3. 試験結果

図-2に発泡ビーズ混合比が1:0と1:2の場合の応力-ひずみ関係を示す。発泡ビーズの割合が増加するにしたがって下記の傾向が順次あらわれてくる。

- ① 発泡ビーズの割合が増加するとせん断強度は低下し、その低下の割合は拘束圧 σ_3 が大きいくほど顕著である。
- ② 発泡ビーズの割合が増加すると降伏軸ひずみ（最大せん断応力時の軸ひずみ）が大きくなる。

発泡ビーズが体積比で1:2まで混入すると拘束圧に関係なく降伏軸ひずみが25%以上となる。すなわち、せん断強度は低下するものの、たわみを許容しやすい材料に変化する。

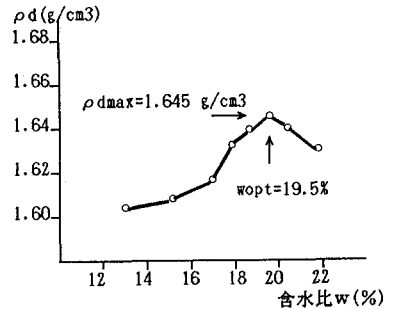


図-1 山砂の締固め特性

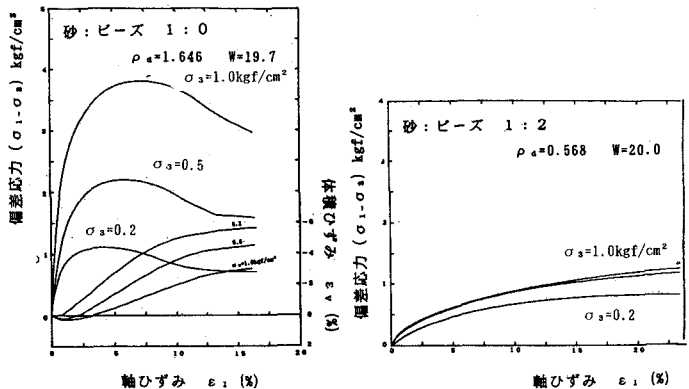


図-2 応力-ひずみ関係

図-3に最大せん断応力時のモールの応力円と直線で近似したモール・クーロンの破壊線を示す。

図-4に発泡ビーズの割合による見掛けの粘着力Cと内部まさつ角 ϕ の変化の状況を示す。

これらの結果から以下の特性を持つことが分かる。

③ 発泡ビーズの混合比 1 : 0.5 まではモール・クーロンの包絡線は直線である。発泡ビーズの混合比が 1 : 1, 1 : 2 と増加していくに従い、包絡線は少しずつ直線からズレてくるが、発泡ビーズの混合比が 1 : 2 の場合でもそのズレは微小であり、モール・クーロンの破壊規準は十分に使用することができる。

④ 発泡ビーズの混合比が増加していくと、見掛けの粘着力Cは増加し内部まさつ角 ϕ は減少する。

図-5に発泡ビーズの混合比を変えたときの最大偏差応力を示す。発泡スチロール単体の降伏強度に近い拘束圧 $\sigma_s = 1.0 \text{ kgf/cm}^2$ の状態での最大偏差応力の減少は著しいが、拘束圧が少なくなるに従いその低下の割合は少なくなり、拘束圧 $\sigma_s = 0.5 \text{ kgf/cm}^2$ では最大偏差応力はほとんど変わらない。また、こうした傾向は軸ひずみが15% 時の応力で考えると更に発泡ビーズの混合比の影響を受けなくなる。

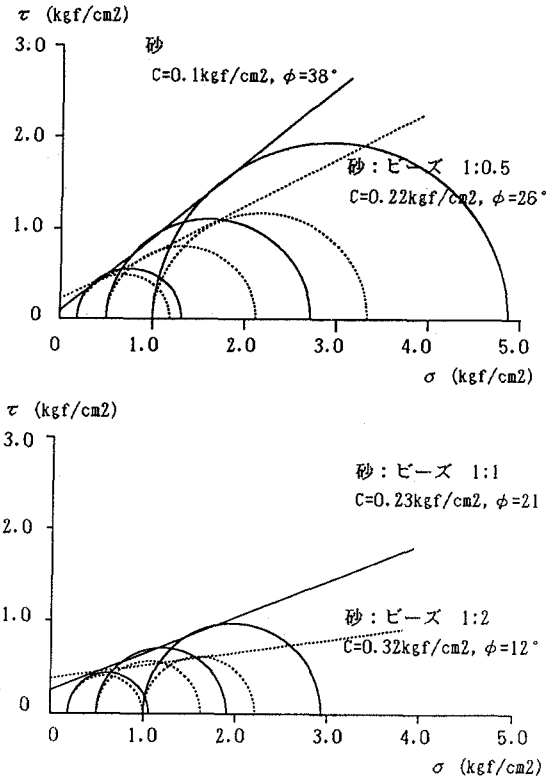


図-3 モールの応力円

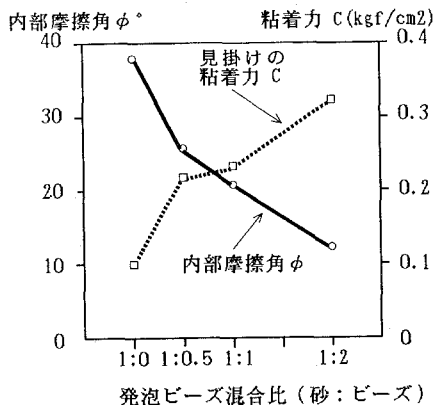


図-4 粘着力と内部まさつ角

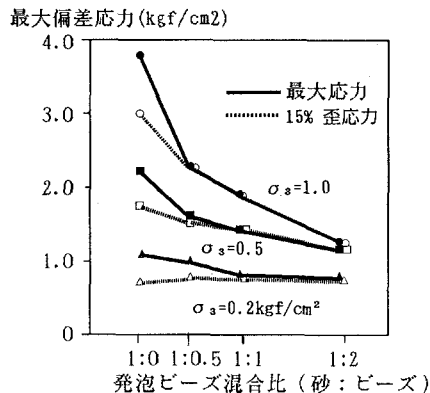


図-5 最大偏差応力

4. まとめ

セメントを添加しない状態で発泡ビーズ混合軽量土の三軸圧縮特性を試験した結果、発泡ビーズの混合割合が増加するとせん断強度が減少するもののたわみに強い材料に変化することがわかった。又、実際の施工に使用するときの発泡ビーズ混合比 1 : 2 まで、拘束圧 σ_s が 1.0 kgf/cm^2 以下の場合はモール・クーロンの破壊規準は成りたち、適切な設計により土質材料としての使用は可能と考える。

最後に、この研究は建設省土木研究所と（財）土木研究センターおよび民間38社の「混合補強土の技術開発に関する研究」の一環として実施したものであり、関係各位に紙面を借りて心から感謝する次第である。