

III-806 発泡ビーズを用いた軽量土の力学特性に及ぼす水圧の影響

横浜国立大学工学部 正員 プラタツ テージ
 横浜国立大学大学院 学員 ○平野 義昭
 旭化成工業(株) 正員 田辺 恒彰
 旭化成工業(株) 正員 富士栄 昭

1. まえがき： 近年、新土木材料として、発泡ビーズや気泡を土に混入させた軽量材が使用されるようになり、研究開発が盛んに行われている。発泡ビーズとして主に発泡スチロール(以下EPS)系を用いることが多いが耐火性や耐油性について懸念されている。そこで、筆者らは難燃性でかつ耐油性に優れているポリ塩化ビニリデン系の発泡ビーズ(以下VDCF)を用いた軽量土を作製し、その力学特性の解明について実験を行ってきた¹⁾。このような新軽量材料の適用範囲を沿岸工事や海底工事(埋め立て等)まで広げるためには、水圧による材料の力学特性への影響を把握する必要がある。そこで本研究では、VDCFを用いた軽量土に対して3種類の実験を行い、水圧が力学特性に及ぼす影響について調べた。

2. 供試体および試験方法： 供試体の作成方法や配合については参考文献1)を参照されたい。ここでは供試体の湿潤密度をVDCFビーズ($\rho=0.029\text{g/cm}^3$ 、 $D_{50}=2.10\text{mm}$)の混合量を調整して、0.9, 1.1, 1.3(g/cm^3)の3種類とした。供試体に添加するセメントは乾燥山砂重量に対し、それぞれ4, 6, 10%の3種類とした。供試体(直径5cm, 高さ10cm)作製後ラップで密閉した状態で7日間養生させた。水圧が軽量土の力学特性に及ぼす影響を調べるため次に示す3種類の試験を行った。試験の種類および条件について表-1に示した。

表-1 試験条件一覧表

試験名	試験条件
① 水中一軸	水圧=0.4, 1.0, 2.0, 3.0
② 三軸CD (有効拘束圧一定)	$\sigma_c = 1.0$ (一定) $\sigma_{BP} = 0.4, 1.0, 2.0$
③ 三軸CD (背圧一定)	$\sigma_{BP} = 0.4$ (一定) $\sigma_c = 0.5, 1.0, 2.0$

単位 (kgf/cm^2)

①水中一軸試験：メノロンをかぶせない供試体を三軸セル内に設置し、等方水圧を作用させた状態で一軸圧縮試験を行った。

②三軸CD試験(有効拘束圧一定)：通常の三軸排水試験で、セル圧(σ_c)と背圧(σ_{BP})を作用させた。セル圧と背圧の差を有効拘束圧(σ_c')とし、 σ_c' 一定条件($=1.0\text{kgf/cm}^2$)で背圧を種々変化させて試験を行った。供試体は基本的に不飽和であるため(発泡ビーズの中には気泡が存在する)、ここで言う有効拘束圧 σ_c' ($=\sigma_c - \sigma_{BP}$)は見かけ上のものである。

③三軸CD試験(背圧一定)：通常の三軸排水試験で、背圧を一定($\sigma_{BP}=0.4\text{kgf/cm}^2$)とし、有効拘束圧を変化させて試験を行った。試験②、③において所定の有効拘束圧で1時間圧密を行った後三軸試験を開始した。

3. 実験結果及び考察： ここではそれぞれの試験についての結果を示し、考察を行う。

3-1 水中一軸試験： 図-1(a)に水圧作用直後の供試体(密度 1.1g/cm^3 、セメント添加6%)の一軸圧縮試験での応力～軸ひずみ関係を示した。水圧の増加と共に圧縮強度が低下している様子が分かる。水圧による強度の低下率を見るため、同一条件での通常の一軸圧縮強度(水圧無作用)との比を強度比とし、図-1(b)にその関係を示した。同図にEPS供試体に対する結果²⁾も示した。水圧の増加に従って両者とも圧縮強度は低下するが、ビーズ自体の強度の高いVDCF供試体の方がEPS

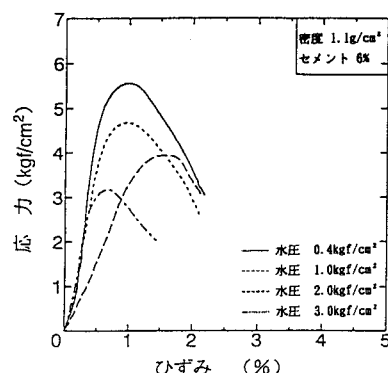


図-1(a) 応力～ひずみ関係

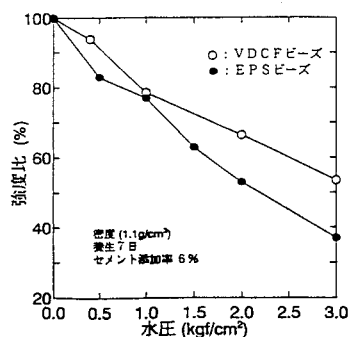


図-1(b) 強度比～水圧関係

供試体より強度低下率が少ないことが分かる。水圧が 2kgf/cm^2 作用時の強度低下率はV D C FとE P S供試体の場合はそれぞれ33%と47%であった。また、V D C F供試体で水圧作用時間を24hrとした場合でも強度への顕著な影響は見られなかった。

3-2 三軸C D試験（有効拘束圧一定）： 図-2(a)に主応力差・体積ひずみ～軸ひずみ関係を示した。背圧の増加に従い強度が低下し、負のダイラテンシー特性が顕著になっているのがわかる。この試験は基本的には試験①と同類であり、水圧による強度低下の主な原因としてビーズが水圧（背圧）により潰れ、供試体内に多数の空隙ができるためと考えられる。水圧が大きいく程、大きな圧縮性を示すことも同様な現象に起因していると思われる。図-2(b)に圧縮強度比（水圧 0.4kgf/cm^2 に対する）～背圧関係を示した。セメント量の増加により背圧による強度の減少度合いが小さくなるのが分かる。これは土粒子同士のメンテーションが大きくなるためである。試験①、②の両方において水圧 $2.0(\text{kgf/cm}^2)$ における強度低下率は30%程度である。

3-3 三軸C D試験（背圧一定）： 図3-(a)に主応力差・体積ひずみ～軸ひずみ関係を示した。有効拘束圧の増加に従い若干強度も増加するが、砂のような粒状体ほど有効拘束圧の影響は受けていない。これは有効拘束圧の増加に伴い、発泡ビーズが潰れることと土粒子間にメンテーションが存在していることにより混合土自体の強度増加が抑制されると思われる。同様な結論は浜野³⁾によっても報告されている。図-3(b)に圧縮強度比（ $\sigma_c' = 0.5\text{kgf/cm}^2$ に対して）～有効拘束圧関係を示した。セメント添加量が少ないほど有効拘束圧の強度への影響度合いが大きい。これは土粒子間のメンテーションが大きくなると摩擦性材料ではなくなるためであろう。また、密度の違いによる顕著な差は見られなかった。

4. まとめ： 次のような結論が得られた。

(1)有効拘束圧に関係なく、水圧が軽量土の強度特性に影響を及ぼす。水圧が 2.0kgf/cm^2 でV D C F供試体の場合、強度が30%程度減少する。

(2)有効拘束圧の増加により軽量土の強度は若干増加するが、その度合いはセメント添加量に依存する。

参考文献： 1)平野，プラダン，今井，田辺，名取：ポリ塩化ビニリデン系発泡体を用いた軽量土の力学特性，第28回土質工学研究発表会，1993.6。 2)鈴木，内山，今井，プラダン，杉本：発泡スチロール粒を用いた軽量土の力学特性—水圧が土の性状に及ぼす影響—，土木学会第48回年次学術講演会，1993.9。 3)浜野，今井，プラダン，永妻，山田：発泡ビーズを混合した軽量安定処理土の力学特性，第27回土質工学研究発表会，1992.6。

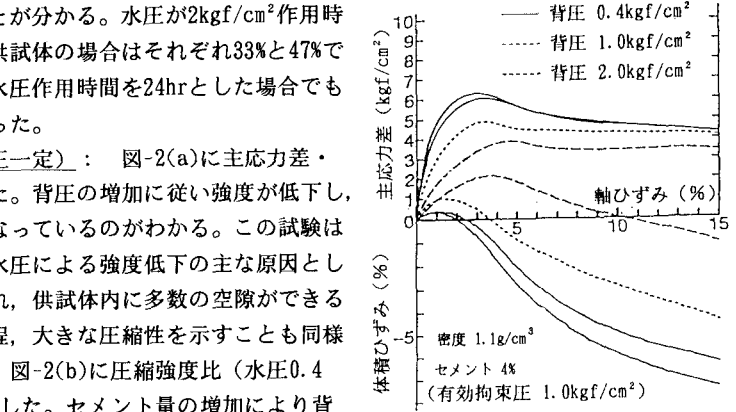


図-2(a) 主応力差・体積ひずみ～軸ひずみ関係

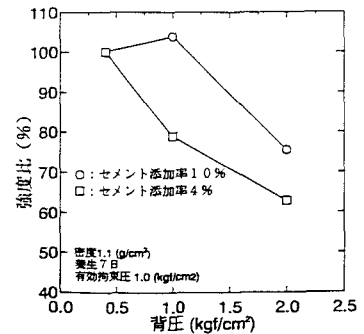


図-2(b) 強度比～背圧関係

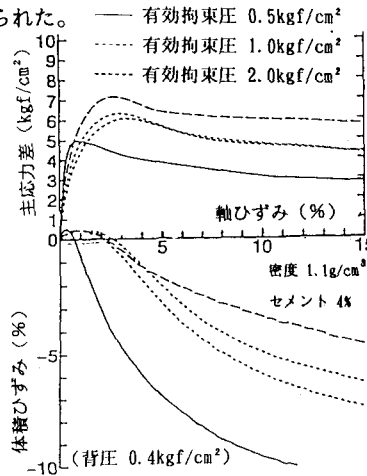


図-3(a) 主応力差・体積ひずみ～軸ひずみ関係

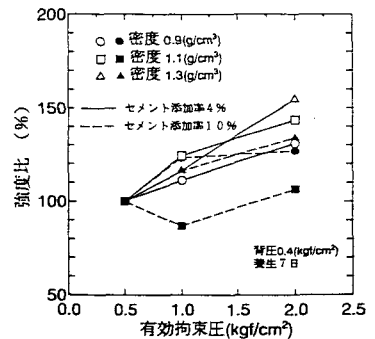


図-3(b) 強度比～有効拘束圧関係