

発泡ビーズ混入軽量化地盤材料の変形特性に及ぼす載荷条件の影響

日本大学理工学部 フェロー 巻内 勝彦 正会員 峯岸 邦夫
日本大学大学院 学生会員 葛生 智史 学生会員 ○阿部 直樹

1. まえがき

軽量盛土工法は盛土を軽くして地盤に加わる負荷を軽減しようとする工法である。その中で、建設発生土にリサイクル可能な発泡スチロールビーズ（以下、発泡ビーズと略す）を混入させた軽量化土は、環境保全の立場から社会のニーズに対応する工法として、主に軽量性のメリットを活かし、埋立地や河川沿いなどの軟弱地盤上の盛土、道路拡幅など多用途に利用されている。しかし、圧縮性の高い発泡ビーズを含むため従来の地盤材料とは異なる力学特性を示すことが指摘されている。

そこで本研究では、特殊土としてしばしば建設発生土処理が問題となる関東ロームを母材として使用し、軽量化材料として発泡ビーズ、安定処理のためにセメント系固化材を混入した軽量化地盤材料について、交通荷重下を想定した繰返し三軸圧縮試験を行い、その結果について考察を行った。

2. 試料および試験方法

表 - 1 試験条件

湿潤密度 (g/cm^3)	$\rho_t = 1.1$
拘束圧 (kPa)	20, 40, 60, 80, 100
繰返し応力比	0.2, 0.4, 0.6, 0.7, 0.8
載荷回数 (回)	100,000
波形	sin波
制御方式	応力制御
周波数 (Hz)	5

試料は、母材に千葉県船橋市で採取した火山灰質粘性土 (VH_2 , $\rho_s = 2.65\text{g}/\text{cm}^3$, $w_L = 125.0\%$, $I_p = 66.5$), 軽量化材料として発泡ビーズ ($\rho = 0.033\text{g}/\text{cm}^3$, $D_{50} = 1.47\text{mm}$), 安定材としてセメント系固化材（一般軟弱土用）を用いた。混入量は火山灰質粘性土の乾燥質量に対して発泡ビーズを 1.7%, 安定材を 7% とし、供試体の湿潤密度が $\rho_t = 1.1\text{g}/\text{cm}^3$ となるよう 2.5kg ランマーにて突き固めた。7 日養生後、静的三軸圧縮試験（UU 試験）より求めた静的応力 σ_s に対する繰返し応力比 (σ_d/σ_s) を設定し、所定の拘束圧 (σ_3) 下で繰返し三軸圧縮試験を行い、全ひずみおよび塑性ひずみを測定した。試験条件については表 - 1 に示すとおりである。

3. 試験結果および考察

繰返し三軸圧縮試験の結果として、繰返し応力比 0.2 および 0.8 における載荷回数と全ひずみの関係をそれぞれ図 - 1, 図 - 2 に例示する。図 - 1 の繰返し応力比 0.2 においては 1000 回以降に若干ひずみの増加傾向がみられるが拘束圧 20, 100 kPa とともに約 1% 程度で大きな変形はみられなかった。今回、図示していないが他の拘束圧 (40, 60, 80 kPa) でも同程度の変化量であった。一方、繰返し応力比 0.8 では、破壊には至らないものの 0.2 と比べ大きなひずみ量の変化がみられた。これらのことから、全ひずみは繰返し応力比に比例し増加する傾向がみられた。ここでは図示していないが、塑性ひずみについ

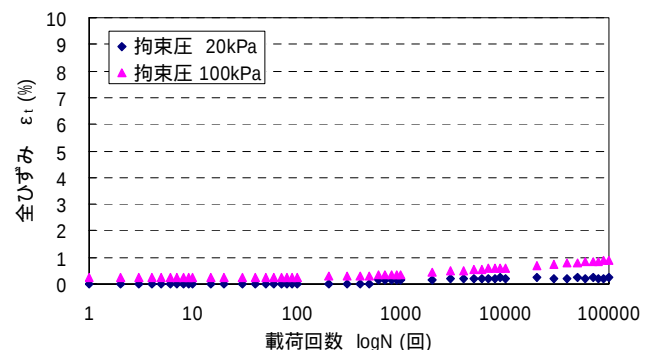


図 - 1 載荷回数と全ひずみの関係（繰返し応力比 0.2）

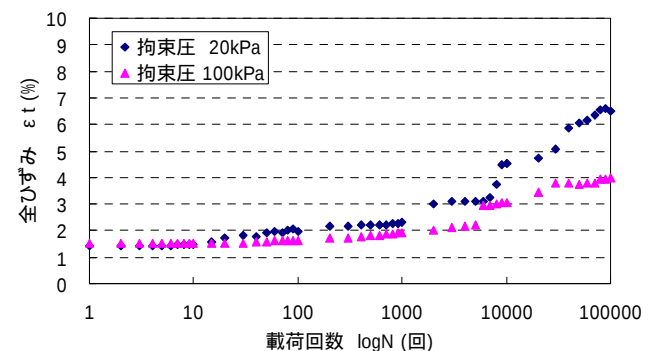


図 - 2 載荷回数と全ひずみの関係（繰返し応力比 0.8）

キーワード：軽量化地盤材料，発泡ビーズ，関東ローム，建設発生土，交通荷重，繰返し三軸圧縮試験，強度変形特性

連絡先：日本大学理工学部社会交通工学科（〒274-8501 船橋市習志野台 7-24-1 Tel & Fax. 047-469-5217）

ても全ひずみと同様の傾向が得られた。

図 - 3 は、繰返し応力比 0.7 における載荷回数と弾性ひずみの関係を図化したものである。多少のばらつきはみられるものの、ほぼ一定値を示しているといえる。他の繰返し応力比 (0.2, 0.4, 0.6, 0.8) でも同様な傾向が得られている。このことから、弾性ひずみは載荷回数、繰返し応力比の影響を受けないといえる。

図 - 4 は、繰返し三軸圧縮試験における載荷速度の及ぼす影響について調べるために、繰返し応力比 0.7 における 5 Hz で載荷した結果と既往の研究¹⁾より 1 Hz で載荷した場合の結果を比較したものである。同一の拘束圧、繰返し応力比で行っているにもかかわらず、1 Hz の方は試験開始直後からひずみが収れんせず増加傾向を示し、大きな変形を生じていることがわかる。一方、載荷速度が 5 Hz の場合は、試験開始から約 1,000 回程度まではほとんどひずみの増加はなく、その後徐々に増加する程度であった。この理由として、載荷速度が速い場合、供試体の変形をもたらす主体部分を構成する発泡ビーズがクリープ的塑性変形を生ずる前に荷重が除荷され、非可逆的なひずみ蓄積の量が少ないためと考えられる。以上のことより、発泡ビーズ混入軽量化土では載荷速度の影響が顕著であることが明らかになった。

図 - 5 は、載荷速度 5 Hz における拘束圧 100kPa での全ひずみと繰返し応力比の関係を載荷回数別 ($N = 10^0 \sim 10^5$) に示したものである。載荷回数が増加するにつれて軟化が進行する傾向 (図中で右側に傾く) にある。繰返し応力比 0.7 以上において、載荷回数 1,000 回以降にひずみの急増がみられた。図示はしていないが 1 Hz の場合は 100 回以降にひずみの急増がみられた。これは、今回の試験結果の特徴でもある、ひずみの進行速度が遅いことが影響していると考えられる。

4. まとめ

今回得られた結果をまとめると以下ようになる。

発泡ビーズ混入軽量化土は、同一拘束圧、同一応力比下で繰返し三軸圧縮試験を行った場合、載荷速度が速くなるとひずみの発生量が減少する。

供試体の骨格構造の軟化現象の進行は載荷速度の影響を受ける。

載荷速度が遅い場合は、速い場合に比べひずみの進行に拘束圧の影響を受けやすい。

【参考文献】1) 峯岸・巻内・辻・高橋：繰返し荷重下における EPS ビーズ混入軽量化粘性土の力学特性，土木学会第 55 回年次学術講演会講演概要集 (CD-ROM)，平成 12 年 10 月

【謝辞】本実験を行うに当たり、本学学生の安井清人君の協力を得た。ここに記して謝意を表します。

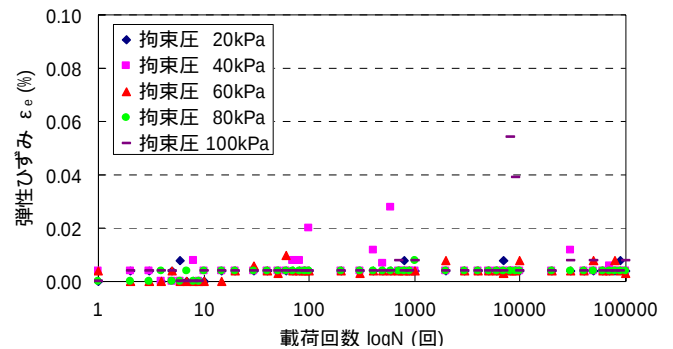


図 - 3 載荷回数と弾性ひずみの関係

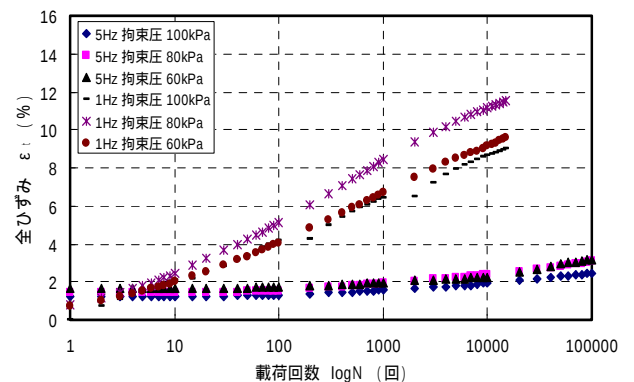


図 - 4 載荷回数と全ひずみの関係

(繰返し応力比 0.7, 1 Hz と 5 Hz の比較)

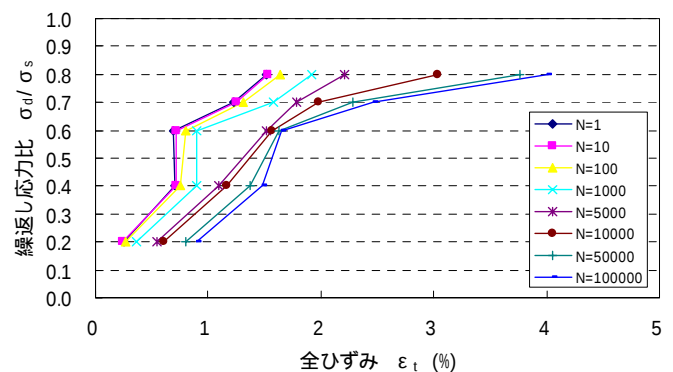


図 - 5 全ひずみと繰返し応力比の関係

(5 Hz 100kPa)