

軽量安定処理土の繰返し载荷特性に関する研究

熊本大学工学部 学生員 ○石松 剛
熊本大学工学部 正 員 鈴木敦巳
熊本大学工学部 正 員 林 泰弘
熊本大学工学部 正 員 丸山 繁

1.まえがき

軽量安定処理土が盛土や基礎地盤に利用される時に受ける動的な外力として、車両などの交通荷重による繰返し荷重が考えられる。この外力自身は、軽量安定処理土のせん断強度に比べると大きくないが、繰返し荷重履歴が軽量安定処理土にどのような影響を与えるかを把握することが重要である。そこで、本研究では繰返し応力・拘束圧をパラメータとし、繰返し载荷中の変形挙動及び繰返し応力を受けた改良土のせん断強度の変化を明らかにすることを目的とする。

2.実験方法

(1)供試体作成

試料土は熊本港の航路浚渫土を採取した。試料土の物理特性及び諸元を表-1に示す。安定材(Air Cement Milk)は普通ポルトランドセメント、水、気泡からなり、気泡は動物性蛋白質を主成分とする気泡剤を 20 倍に希釈し、圧縮空気とともにビニールパイプが充填された管の中を圧送する方法で製造したものを使用した。予備試験の結果から、試料土の含水比を 95.8%、安定材の配合条件として、セメント添加率を処理用土の乾燥重量に対して 20%、水セメント比 1.0、気泡セメント重量比 0.18 とした時、供試体の目標湿潤密度 $\rho_t=1.1\pm0.025(g/cm^3)$ を満たす結果が得られた。その条件もと、供試体 ($\phi=5cm, h=10cm$) を作成し恒温室($20\pm3^{\circ}C$)で養生した。

(2)一軸圧縮試験及び結果

繰返し三軸圧縮試験での応力比を決定するための指標として一軸圧縮強度 q_u を用いる。そこで、所定日数(7,28,56 日)養生した後、ひずみ速度 1%/min で一軸圧縮試験をそれぞれ行った。その結果から、湿潤密度 $\rho_t=1.1(g/cm^3)$ に相当する供試体の養生日数(day)と一軸圧縮強度 q_u の関係式は、 $q_u=110.4Ln(day)+17.5$ と対数近似することが出来た。この関係式は、繰返し三軸試験を実施する際に養生日数による強度のばらつきを補正し、繰返し応力比を決定する際に利用する。

(3)繰返し三軸圧縮試験

セメント系改良土は、正規圧密領域では処理土の骨格が降伏してしまい安定処理の意義を失うので、拘束圧については過圧密領域で行う。繰返し三軸圧縮試験の条件は、载荷周期は 1.0 秒、波形は正弦波、载荷回数(N)は 10^5 回とし、側圧 σ_3 ・応力比 R_L (q_{cyc}/q_u : q_{cyc} は繰返し応力、 q_u は一軸圧縮強度とする)は表-2に示し、繰返し载荷は圧縮側の片振り载荷でそれぞれ行った。また、繰返し载荷後に標準三軸圧縮試験を実施した。

表-1 試料土の物理特性

自然含水比 (%)	68.3
湿潤密度 (g/cm^3)	1.6
土粒子密度 (g/cm^3)	2.7
液性限界 (%)	35.8
塑性限界 (%)	28.3
液性指数	5.3
塑性指数	7.5
砂分 (%)	22.5
シルト分 (%)	58.5
粘土分 (%)	19.0
強熱減量 (%)	5.0
土質分類	ML

表-2 拘束圧 σ_3 ・応力比 R_L の値

拘束圧 $\sigma_3(kPa)$	応力比 R_L
5	0.32, 0.4, 0.59, 0.72
50	0.54, 0.74, 0.83, 0.98

3.試験結果及び考察

(1)载荷回数とひずみ

载荷回数 N とひずみの関係を図-1に示す。この図より、いずれの応力比 R_L に対しても、载荷 1 回目に最終ひずみの 60~80%という大きなひずみが発生しているが、これは供試体端面の影響であり気泡を含むためにその影響が顕著に現れていると考えられる。また、 $R_L=0.83$ では $N=20000$ 回付近で、 $R_L=0.98$ では $N=1000$

回付近で破壊した。このことから、高い応力比では、繰返し载荷によって供試体の強度が低下していることが分かる。

(2) 载荷回数とひずみ速度

図-2 に 载荷回数に対するひずみ速度の変化を示しているが、この変化勾配が 1 より小さくなると、载荷回数と共にひずみ速度が増加し破壊に至ることが知られている¹⁾。 $R_L=0.83, 0.98$ では明らかにひずみ速度が増加し破壊に至っているが、その勾配の変化が急激である事が分かる。このひずみ速度の急激な増加は、本処理土の特色の一つと考えられる。この急激な変化挙動を詳しくみるためには、繰返し载荷中のデータをより細かく記録していく必要がある。

(3) 応力比と強度比

応力比 R_L と強度比 $(\sigma_1 - \sigma_3)/q_u$ ($\sigma_1 - \sigma_3$: 繰返し载荷後の標準三軸試験により得られた破壊時の軸差応力) の関係を図-3 に示す。繰返し载荷中に破壊した供試体については、強度比を 0 とした。繰返し载荷後の強度については、拘束圧の影響はそれほど見られなかった。また、 $R_L=0.56$ 程度以下では 10^5 回の繰返し载荷による強度低下は無視できると言われており¹⁾、今回の実験では繰返し载荷回数が 10^5 回程度で、 $R_L=0.7$ 以下であれば強度低下は発生しないことが分かり、同じような傾向が見られた。

4. まとめ

以上の結果から、繰返し荷重履歴が軽量安定処理土に与える影響は以下の通りである。

- ・ ひずみに関しては、载荷 1 回目に最終ひずみの 60~80% という大きなひずみが発生する。
- ・ 高い荷重レベルでは、ひずみ速度の増加が急激である。
- ・ 繰返し载荷後の強度については、拘束圧の影響は見られない。
- ・ $R_L=0.7$ 以下であれば、载荷回数が 10^5 回程度までは強度低下は生じない。

この研究には、日本鋪道(株)と(株)双葉工務店の共同研究費を使用した。両社に対して感謝の意を表したい。

【参考文献】 1) 北園芳人；締め固めた火山灰質粘性土の繰返し载荷効果に関する研究, p42, 九州大学学位論文

2) 佐藤常雄ほか；気泡混合補強土の特性について—その 2 力学特性—, pp.2485~2486, 第 27 回土質工学研究発表会

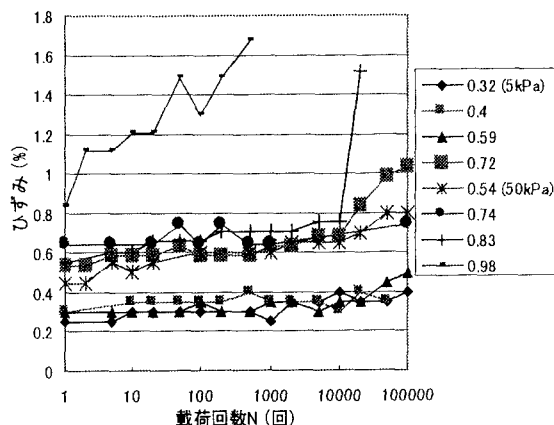


図-1 载荷回数 N とひずみの関係

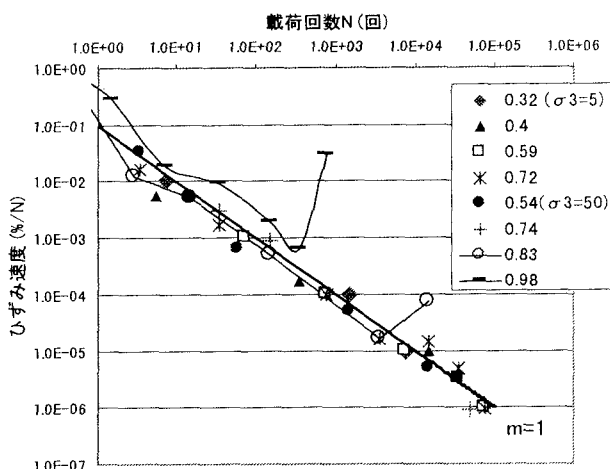


図-2 载荷回数 N とひずみ速度の関係

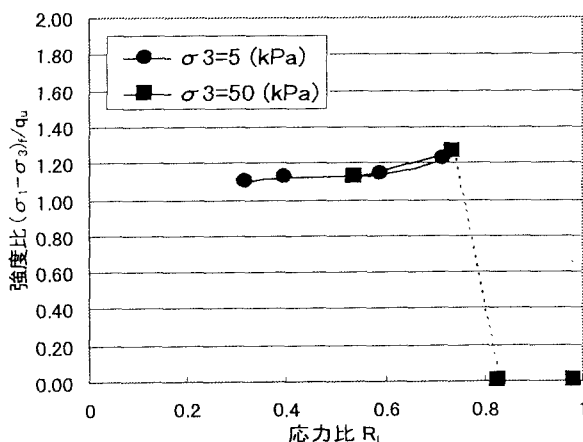


図-3 応力比と強度比の関係