

Ⅲ-B228 石灰系安定材によって処理した神戸粘土の動的強度

山口大学大学院 学生会員 廖 峰 山口大学工学部 正会員 山本哲朗
カルシード 正会員 瀬川和宏 カルシード 正会員 朝枝邦彦
カルシード 正会員 杉山智則

1. はじめに

セメント、石灰、石膏などの従来の安定材は、路床、路盤の強度増加や盛土の安定処理といった比較的に限られた範疇において利用されてきた^{1,2)}。近年、環境への配慮から建設発生土の有効利用やヘドロの固化処理といったような社会的あるいは建設工学的要請に答えるために、さまざまな安定処理工法が開発された。著者らの研究室では、すでに砂質土の液状化対策として、セメント系安定材の効果はかなり有効である³⁾が、石灰系安定材についてはそれほど高くないことを明らかにしている⁴⁾。本研究では、2種類の石灰系安定材で処理した神戸粘土の繰返しせん断強度を繰返し三軸試験によって求め、石灰系安定材の飽和粘土に対する動的安定処理の効果を調べた結果を述べる。

2. 土試料および安定材

実験に用いた土試料は、神戸市北区淡河付近の山陽自動車道工事現場における溜池底盤から採取した粘土（以下、神戸粘土と称す）である。この粘土は自然含水比が89.3%と高く、腐植分を多く含む。その物理定数を表-1に示す。また安定材として(株)カルシードのQuick Lime(生石灰)とGreen Lime(石灰:セメント:石膏=6:3:1)と呼ばれる石灰系安定材を使用した。

表-1 試料の物理定数

Gs	2.614
D _{max} (mm)	0.850
D ₅₀ (mm)	0.005
w _L (%)	56.0
w _p (%)	22.9
I _p	33.1
F _{clay} (%)	50.0
FC(%)	98.0

3. 供試体の作製および実験方法

現場より採取した試料をスラリー状にして、ミキサーで十分に攪拌した後、3分割しておく。その一つは安定材添加率0%の未処理土とし、残りの二つにそれぞれQuick LimeとGreen Limeを乾燥質量比（C）5%の割合で徐々に投下しながら、それらが均等になるようにミキサーで20分間攪拌した。その後、試料と安定材がなじむように1日間静置した後、さらに30分間、真空脱気を行った。その後、スラリー状の試料を圧密タンクに詰め、圧密圧98kPaの下で圧密した。このようにして作製した供試体をそれぞれ未処理、QL5およびGL5供試体という。これらの供試体に対して拘束圧98kPa、周期10秒の繰返し荷重の下で繰返し三軸試験を行った。破壊は軸ひずみ両振幅DA=5%に達した時と定義した。

4. 実験結果および考察

図-1に繰返し三軸試験から得られた応力比 $\sigma_d/2\sigma'_{30}$ と破壊までの繰返し回数 n_L の関係を示している。この図から含水比が未処理供試体のそれよりも高いQL5、GL5両供試体の $\sigma_d/2\sigma'_{30} \sim n_L$ の曲線は未処理土供試体の上位にあり、安定材の添加によって供試体の応力比が大きくなっていることが分かる。その増加は未処理供試体に比べて4割から8割強となっている。一方、QL5とGL5供試体との間では、応力比にはそれほど大きな差が認められず、繰返し回数20回での応力比、すなわち繰返しせん断強度は両者とも未処理供試体に比べて約1.9倍大きい。本実験では実験の都合上、処理供試体の作製では初期含水比を大きくしており、この

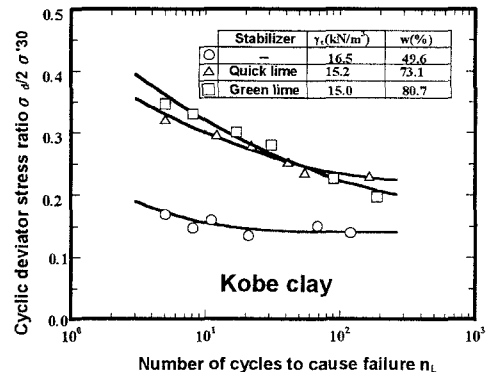


図-1 繰返し応力比と破壊までの繰返し回数の関係

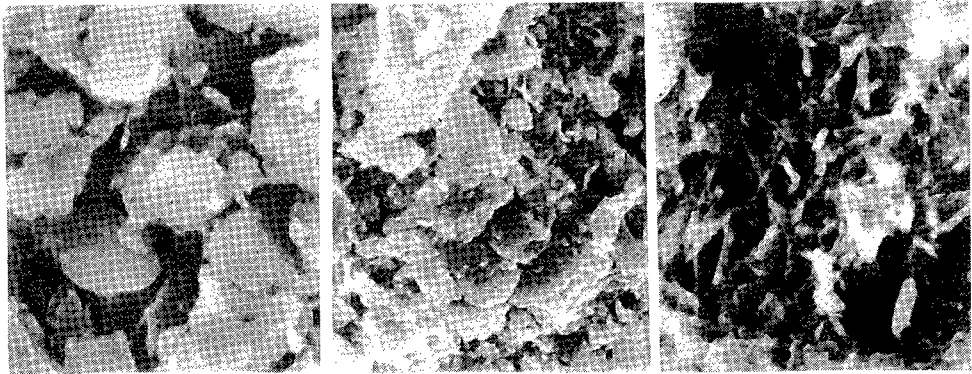
キーワード：粘土、石灰、動的強度、安定処理

〒755 山口県宇部市常盤台 2557 山口大学工学部社会建設工学科

TEL 0836-35-9438 FAX 0836-35-9429

ことを考慮すると石灰系安定材で安定処理した神戸粘土の動的強度はかなり増加したと見ることができる。

走査型電子顕微鏡(SEM)を用いて石灰系安定処理土および未処理土の土粒子構造を観察して写真-1に示すような結果を得た。写真-1(a)に示す未処理土の場合、土粒子同士は互いに接触しているものの、かなりの間隙が見られる。これに対して、写真-1(b)のQL5処理土では、土粒子間には珪酸石灰水和反応物が固結していて、土粒子同士はより強く結合されていることが分かる。写真-1(c)のGL5処理土では、珪酸石灰水和反応物が土粒子の周りに生成し、また針状のアルミン酸硫酸石灰水和物(以下、エトリンガイトと言う)が土粒子同士を結合させている様子が見られる。このようなエトリンガイトの生成によって、土粒子が三次元的に結合された上、珪酸石灰水和反応物の生成によって土粒子構造が堅固となった結果、繰返しせん断強度が増加したと考えられ



(a) 未処理土

(b) QL5 処理土

(c) GL5 処理土

写真-1 各試料の SEM 写真(倍率 10000 倍)

る。

表-2に各供試体の静的三軸試験結果を示す。粘着力について見ると、未処理供試体は $c'=12.2\text{kPa}$ で、QL5供試体は $c'=13.1\text{kPa}$ 、GL5供試体では $c'=24.2\text{kPa}$ となり、特にGL5供試体の粘着力が未処理供試体にほぼ2倍ほど大きい。内部摩擦角については、QL5供試体は未処理供試体よりも5.7度大きい。

表-2 静的三軸試験結果

Stabilizer	$\gamma_s (\text{KN/m}^3)$	W(%)	$c'(\text{kPa})$	$\phi'(^{\circ})$
—	16.5	46.9	12.2	25.2
Quick lime	15.0	74.3	13.1	30.9
Green lime	14.6	81.4	24.2	25.9

5. まとめ

2種類の石灰系安定材を用いて、高含水比の神戸粘土を動的安定処理した場合の繰返しせん断強度および静的強度を測定した。得られた結果を以下にまとめる。

1)石灰系安定材により処理した神戸粘土の繰返しせん断強度は未処理土に比べて約1.9倍ほど大きくなった。実験の都合上、石灰系安定処理の供試体の初期含水比は未処理の供試体のそれらに比べて高くはしたが、初期含水比が同じであれば、石灰系安定処理土の繰返しせん断強度および静的強度は今回の値よりもさらに大きくなると考えられる。

2)石灰系安定材の添加によって、土粒子同士がより堅固に結合を生じ、このことが繰返しせん断強度および静的強度を高めたと考えられた。

参考文献

- 1)日本石灰協会石灰安定処理委員会:石灰による軟弱地盤の安定処理工法、鹿島出版会、1983。
- 2)社団法人セメント協会:セメント系固化材による地盤改良マニュアル〔第2版〕、技報堂出版、1994。
- 3)山本哲朗他:砂・シルト地盤に対する液状化対策としてのセメント安定処理の効果に及ぼす粒度の影響、土木学会論文集、No.541/Ⅲ-35、133-146、1996。
- 4)山内智也:セメント系石灰系安定材による砂質地盤の液状化対策、山口大学大学院修士論文、1996。