

石灰系・セメント系安定材により処理した大道粘土の繰返しせん断強度

山口大学工学部 正会員 山本哲朗
ライト工業(株) 廖 峰
山口大学大学院 学生会員 ○川島洋史

1. まえがき

軟弱地盤の安定処理として石灰系・セメント系安定材が用いられているが、それらによる処理土の動的挙動の面からの安定材の有効性を調べた例は少ない。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処理効果はかなり高いが、石灰系安定材のそれはさほど期待できないことを明らかにした¹⁾。本研究では、石灰系・セメント系安定材で処理した大道粘土の繰返しせん断強度を求めるとともに、処理土の土粒子構造を走査型電子顕微鏡によって観察した。

2. 土試料および安定材

土試料として、山口県防府市大道で採取した粘土（以下、大道粘土という）を用いた。その物理定数を表-1に示す。石灰系安定材として(株)宇部マテリアルズ製の生石灰、セメント系安定材として宇部興産(株)製の高炉セメントB種を用いた。両者の安定材によって処理した土試料を以下、それぞれ Quick lime 処理土および BCB 処理土という。

3. 供試体の作製および実験方法

大道粘土に脱気水を加え、液性限界の約2.4倍の含水比をもつスラリー状試料を作り、ミキサーで十分に攪拌する。添加率C=5%の安定材を攪拌しながら少量ずつスラリー状試料中に混入する。添加率は土試料の乾燥質量に対する安定材の質量を百分率で表わした。その後、直径31cm、高さ49cmの圧密タンク内でスラリー状試料(w=180%)を圧密して、再構成試料を作製した。圧密圧力pは19.6、49.0、98.0kPaの3段階とし、圧密日数は初めの2段階目までは1日間、最終段階は28日間とした。圧密終了後、圧密タンクから試料を抜き取り、直径約5cm、高さ約10cmの供試体に整形し、一軸圧縮試験および繰返し三軸試験を行った。繰返し三軸試験では、背圧 $\sigma_b=49.0\text{kPa}$ 、有効拘束圧 $\sigma'_{30}=98.0\text{kPa}$ を供試体に加え、1日間圧密を行った。その後、周期10秒で振幅一定の繰返し軸差応力 σ_d を供試体に破壊が発生するまで作用させた。なお、破壊は両振幅軸ひずみDA=5%に達した時点とした。

4. 結果および考察

各処理土の一軸圧縮試験結果を図-1に示す。図-1から、各処理土の一軸圧縮強度は、未処理土のそれより大きく、Quick lime 処理土の場合、未処理土の約5.6倍、BCB 処理土の場合、約2.4倍になっている。BCBよりもQuick lime による処理効果が大きいのは、一般に、粘性土の安定処理にはBCBよりQuick limeの方が適しているとい

表-1 大道粘土の物理定数

G_s	2.588
D_{max} (mm)	0.005
D_{50} (mm)	0.250
w_L (%)	60.1
w_P (%)	25.2
I_P	34.9
F_{clay} (%)	50.9
FC (%)	89.3

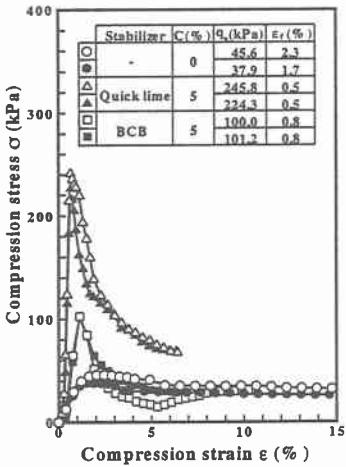


図-1 処理土の圧縮ひずみ ϵ と圧縮応力 σ の関係

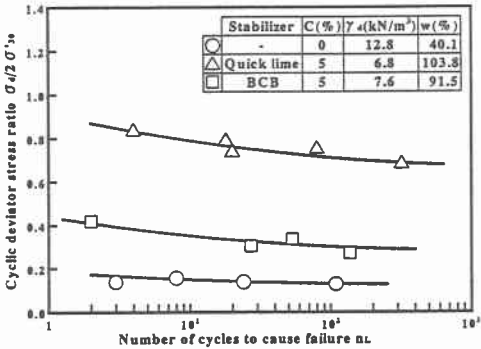


図-2 処理土の n_L と $\sigma_d/2\sigma'_{30}$ の関係

われており²⁾、大道粘土もこの範疇にある粘性土であるためだと考えられる。以上より、2種類の安定材による大道粘土の静的安定処理は、有効であると判断できる。

図-2 に繰返し三軸試験から得られた繰返しせん断応力比 $\sigma_d/2\sigma'_{30}$ と破壊までの繰返し回数 n_L の関係を示す。図-2 から、2種類の処理土の $\sigma_d/2\sigma'_{30} \sim n_L$ 曲線は未処理土のそれより上位にあり、動的な安定処理効果も有効であると判断できる結果が得られた。また、一軸圧縮試験の結果と同様、BCB より Quick lime による動的安定処理効果が大きく、繰返しせん断強度($n_L=20$ 回における繰返しせん断応力比)を比較すると、Quick lime 処理土の場合、未処理土の約 5.4 倍、BCB 処理土の場合、未処理土の約 2.4 倍に増加している。

安定材の添加による静的・繰返しせん断強度の増加の要因として土粒子構造の変化が考えられる。写真-1、2、3 はそれぞれ、未処理土、Quick lime 処理土および BCB 処理土の供試体を、軸方向に対し垂直に割った破断面を走査型電子顕微鏡によって観察したものである。写真-1 から、未処理土は配向構造を示している。これは、一次元的な圧密を行ったことに加え、大道粘土の主要粘土鉱物であるカオリナイトは活性度が低く、淡水中で配向構造を示す³⁾ことによると考えられる。次に、写真-2 から、Quick lime の添加によって土粒子間の空隙部に水和物が生成しているのが分かる。この水和物が土粒子相互の結合材として働いていると考えられる。また、写真-3 から、BCB の添加によってエトリンガイトが生成していることが分かる。針状のエトリンガイトはネット状に絡み合い、土粒子の移動を拘束する。また、反応過程で多量の水を固定し、含水比を低下させる⁴⁾。以上より、安定材の添加による静的・繰返しせん断強度の増加は Quick lime 処理土では水和物の生成、BCB 処理土ではエトリンガイトの生成によってもたらされたものと考えられる。

5. まとめ

安定材として Quick lime および BCB を用いて、大道粘土を安定処理した場合の一軸圧縮強度および繰返しせん断強度を測定した。安定材の添加によって大道粘土の一軸圧縮強度および繰返しせん断強度は増加し、処理効果が明確にされた。また、Quick lime による処理効果は BCB のそれに比べて大きい。走査型電子顕微鏡を用いた土粒子構造の観察によって、未処理土は配向構造を呈し、また、安定材を添加することで土粒子構造は変化し、Quick lime 処理土の場合、土粒子間の空隙部に水和物の生成が確認され、BCB 処理土の場合、エトリンガイトの生成が確認された。

参考文献

- 1) 山本哲朗他:石灰系安定材による砂地盤の液状化対策について,第 31 回地盤工学研究発表講演集,pp.1019-1020,1996.
- 2) 海野隆哉,垂水尚志:地盤工学,コロナ社出版,1995.
- 3) 土質工学会:粘土ハンドブック第二版,技報堂出版,1987.
- 4) 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二版,技報堂出版,1987.

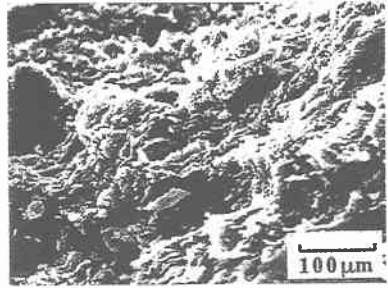


写真-1 未処理土の土粒子構造

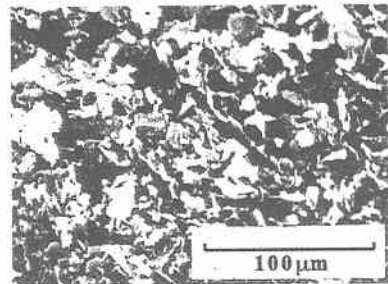


写真-2 Quick lime 処理土の土粒子構造

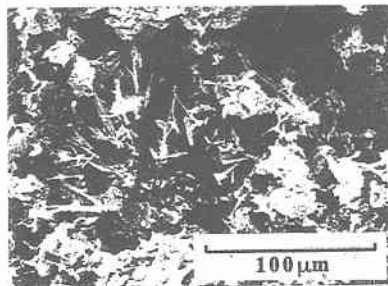


写真-3 BCB 処理土の土粒子構造