

養生初期に繰返载荷を受けた固化処理土の強度特性

東京工業大学 学生員 ○高山 慎一郎
東京工業大学 正会員 笠間 清伸
東京工業大学 正会員 北詰 昌樹

1. はじめに

固化処理技術は、軟弱地盤の支持力向上や沈下抑制など様々な現場で広く使用されているが、地震などにより繰返し荷重を受けた固化処理土の強度特性に関する既往の研究は少ない。コンクリートの分野では、徳光と松下¹⁾が、静的圧縮強度の90%の圧縮力を上限として繰返し载荷をコンクリートに与えたとき、繰返しを与えなかった供試体よりも若干強度が増加することを報告している。

そこで本文では、養生中に繰返し荷重を受けた後の固化処理土を対象に一軸圧縮試験を行った。実験ではカオリン粘土と普通ポルトランドセメントで作製した固化処理土を対象に、補助剤として高炉スラグ微粉末を添加した。さらに、川崎粘土でも同様の実験も行い、母材の粘土の種類による影響も調べた。

2. 試料特性

表-1 に実験で使用したカオリン粘土と川崎粘土の物理特性を示す。

表-1 試料の物理特性

	カオリン粘土	川崎粘土
土粒子密度 $\rho_s(\text{g/cm}^3)$	2.61	2.69
液性限界 $w_L(\%)$	77.5	57.0
塑性限界 $w_p(\%)$	30.3	25.1
塑性指数 I_p	47.2	31.9
強熱減量 $L_i(\%)$	12.5	4.5

3. 実験概要

表-2 に、本実験の実験条件を示す。母材はカオリン粘土と川崎粘土、固化材は普通ポルトランドセメントを使用し、固化材添加率を10%とした。さらに、高炉スラグ微粉末（GGBS）を混入したケースの実験も行った。GGBSはアルカリ環境下で潜在水硬性を示し、長期強度を増加させる特質を持つ。供試体の作製は、地盤工学会が定める「安定処理土の締固めをしない供試体作製方

法（JGS T 821）」²⁾の手順に準拠した。初期含水比は、カオリン粘土と川崎粘土で作製した双方の供試体の強度を合わせるため、100%と110%とした。また、繰返し荷重の導入日は、養生7日目に行い、それ以降は湿潤状態で養生し、養生日数と強度の変化を調べた。繰返し载荷は、繰返し荷重を与えていない供試体の一軸圧縮強さを基に、その90%の鉛直応力を10回繰返して供試体に与えた。以降、繰返し载荷を与えた供試体を载荷供試体、与えていない供試体を未载荷供試体と呼ぶ。

表-2 実験条件

母材	カオリン粘土	川崎粘土
固化材	普通ポルトランドセメント	
固化材添加率 a_w	10%	
補助剤	高炉スラグ微粉末（GGBS）	
GGBS 混合率	0%, 5%, 10%	
初期含水比 w_i	100%	110%
養生日数	7 日, 14 日, 28 日	
繰返し荷重導入日	作製時から 7 日目	
繰返し荷重レベル	一軸圧縮強さの 90%	

4. 実験結果

4.1 繰返し载荷中の応力ひずみ曲線

図-2 に、カオリン粘土を母材とする GGBS の混合率 0%の繰返し载荷および一軸圧縮試験時の応力ひずみ曲線を示す。供試体に繰返し载荷を加えると、1 回目の繰返し载荷に比べて 2 回目の応力ひずみ曲線の傾きが増加した。すなわち変形係数の増大が見られたが、3 回目以降の応力ひずみ曲線の傾きに関してはさほど変化していない。また、繰返し载荷中では繰返し载荷 1 回目で大きく圧縮ひずみが発生し 2 回目以降ではひずみの変化は小さいものの、徐々に供試体が圧縮し、最終的には 1%ほど圧縮した。また、载荷供試体の繰返し载荷中の圧縮ひずみと一軸圧縮試験時に生じる圧縮ひずみを加えた破壊ひずみは、未载荷供試体の破壊ひずみとほぼ

キーワード 繰返しせん断、一軸圧縮試験、固化処理土

連絡先 〒152-8550 東京都目黒区大岡山 2-12-1 東京工業大学 土木環境学科 TEL 03-5734-3773

変わらなかった。

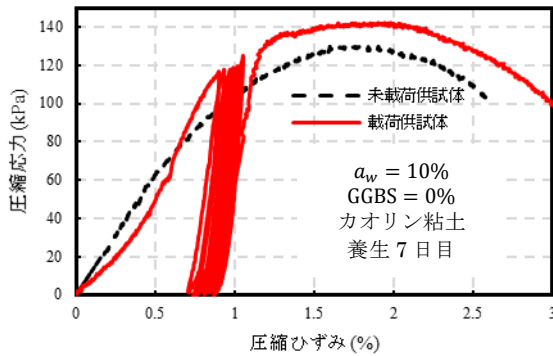


図-2 繰返し載荷および一軸圧縮試験時の応力ひずみ曲線

4.2 養生日数に着目した一軸圧縮強さ

図-3 に、カオリン粘土を母材とする養生 7 日目に繰返し載荷を受けた供試体の各養生日数における一軸圧縮強さの変化を示す。図より、未載荷供試体の一軸圧縮強さは養生日数とともに増加する傾向が見られた。また載荷供試体も養生日数とともに強度が増加する傾向が見られるが、未載荷供試体よりも強度は大きくなった。さらに、GGBS 混合率が増加すると、繰返し載荷の有無によらず、供試体の一軸圧縮強さは増加したが、その増加の程度は繰返し載荷を受けた場合の方が大きい。

図-4 に、川崎粘土での結果を示す。カオリン粘土と同様に、養生日数とともに強度が増加し、GGBS 混合率が大きいほど強度は大きい。特に、GGBS 10%では、カオリン粘土の強度を大きく上回っている。しかし、未載荷供試体と載荷供試体で強度の変化は、あまり見られなかった。

4.3 一軸圧縮強さの変化

図-5 に、カオリン粘土と川崎粘土の養生 7 日目に繰返し載荷を受けた供試体の繰返し載荷を受けた直後における強度変化を示す。縦軸は載荷供試体の一軸圧縮強さ (q_u') を、未載荷供試体の一軸圧縮強さ (q_u) で除した強度比をプロットした。カオリン粘土では、GGBS 混合率 0%の場合には強度比はほぼ 1 であったが、スラグ混合率が 5%、10%と大きくなるにつれ強度比は増加する傾向が見られた。川崎粘土の場合は、スラグ混合率によらず強度比はほぼ 1 で繰返し載荷の影響は見られなかった。

5. 結論

(1) カオリン粘土に普通ポルトランドを 10%添加して

作製した固化処理土を対象に、養生 7 日目に繰返し載荷を与えると、強度はスラグ混合率に上昇につれて増加する。また、それ以降湿潤状態で養生すると、養生日数とともに強度が増加し、繰返し載荷を受けていないケースよりも強度は大きくなる。(2) 川崎粘土を母材とする固化処理土は、繰返し載荷を受けても強度の変化はあまりなかった。

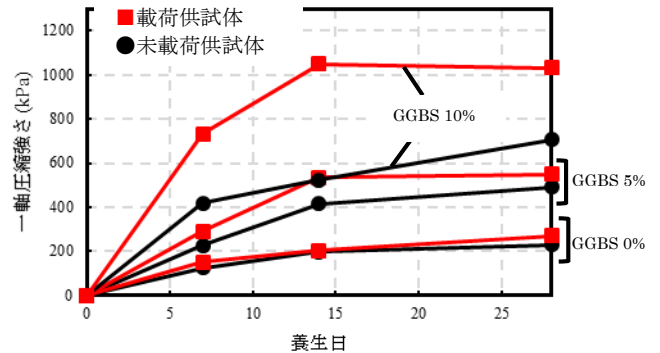


図-3 カオリン粘土の養生日数と強度

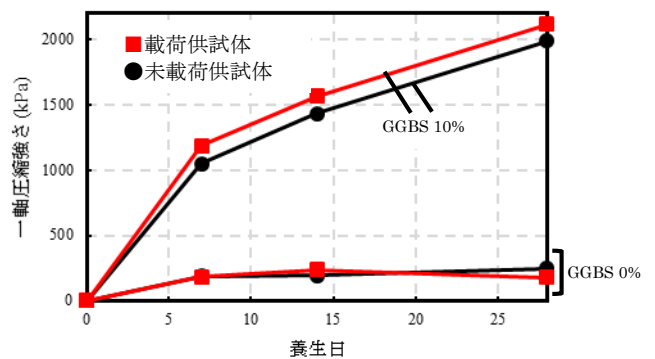


図-4 川崎粘土の養生日数と強度

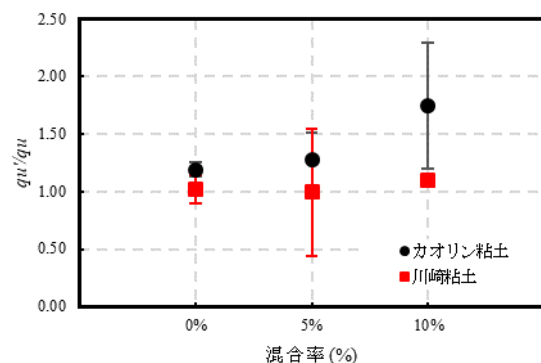


図-5 繰返し載荷を受けた供試体の強度変化

【参考文献】1) 徳光義治, 松下博通: 繰返し荷重を受けるコンクリートの疲労強度, コンクリートジャーナル, Vol.17, No.6, 13 - 22, 1979.6 2) 地盤工学会: 安定処理土の締固めをしない供試体作製, 地盤材料試験の方法と解説, pp.426 - 434, 2009.