

初期せん断を受けた固化処理粘土の一面せん断特性

東京工業大学 学生会員 ○上田 智郎
東京工業大学 正会員 笠間 清伸

1. 目的

近年、大型地震による構造物の損壊被害や埋立地での液状化被害が多発しており、コンクリート分野では、混和剤を混和したコンクリートの自己修復現象に関する多くの研究が行われている¹⁾。しかし、養生中に何らかの損傷を受けたセメント固化処理土の強度回復に関する既往の研究は未だに少ない。

そこで本文では、固化処理土の強度回復特性をより明らかにするため、養生中に初期せん断を受けた固化処理粘土を対象にせん断試験を行い、初期せん断およびその後の養生が供試体の一面せん断特性に及ぼす影響を調べた。

その結果、再養生後のせん断試験では、初期せん断終了時よりもせん断強度が増加していた。また、母材や固化材の混合率の違いによる強度回復の度合いの変化を明らかにした。

2. 実験概要

(1) 供試体作製

母材には川崎粘土およびカオリン粘土を用いた。固化材は普通ポルトランドセメントを使用し、添加率を母材の乾燥重量の10%とした。補助剤には高炉スラグ微粉末を使用し、混合率を母材の乾燥重量の0, 5, 10%とした。供試体の作製には、直径60mm、高さ20mmのせん断供試体作製用モールドを独自に作製し、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 T821)」²⁾に準拠して供試体を作製した。

(2) 実験手順

表-1に本実験の条件をまとめた。せん断試験および初期せん断の導入は定圧一面せん断試験装置を用いて行った。固化処理土の強度発現が28日で終了すると想定し、初期せん断は養生7日目に導入した。初期せん断で与える変位は、せん断応力がピークを越え、それ以上の水平変位を与えてもせん断応力の低下が見られなくなる残留状態へと移行し始める、水平変位3mmとした。除荷した後、初期せん断変位を生じさせたまま21日間養生させ、その後二次せん断試験を行うことで、初期せん断の一面せん断特性への影響を調べた。比較のため、養生7日後および28日後に、初期せん断を受けない供試体の一面せん断試験も実施した。これらの供試体には途中で除荷を行わず、水平変位7mmまでせん断を行った。以降、初期せん断を受け、再養生後に二次せん断を受ける供試体を「初期せ

表-1 実験条件

母材	川崎粘土			カオリン粘土		
	初期せん断 供試体	7日せん断 供試体	28日せん断 供試体	初期せん断 供試体	7日せん断供 試体	28日せん断 供試体
初期含水比 (%)	100%					
固化材	普通ポルトランドセメント					
固化材添加率	10%					
補助剤	高炉スラグ微粉末					
補助剤混合率	10%					
初期せん断 導入日	7日目	-	-	7日目	-	-
初期せん断変位	3mm	-	-	3mm	-	-
拘束圧 (kN/m ²)	50			50,100,150		
養生条件	温度 20℃, 湿度 100%					

キーワード 一面せん断試験 改良土 強度回復

連絡先 〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1 緑ヶ丘 1号館 506号室(M1-10)

東京工業大学 笠間研究室 TEL 03-5734-3773

ん断供試体」, 初期せん断を受けない供試体を「7日せん断供試体」および「28日せん断供試体」と呼称する。

3. 実験結果と考察

(1) せん断応力と垂直変異および水平変位の関係

図-1 に, セメント 10% で固化処理し, スラグ混合率を 0% とした(上)川崎粘土, (下)カオリン粘土を拘束圧 100 kN/m² で一面せん断した場合のせん断応力および垂直変位の変化を示す。川崎粘土の場合, 赤い実線で示された初期せん断供試体は, ピーク強度を通過後, 水平変位 2.63 mm まで初期せん断し, その後除荷した。21 日間の再養生後, 二次せん断を行ったところ, せん断応力には再びピークが生じており, その強度は初期せん断ピーク強度を上回り, 28 日せん断ピーク強度に近い値を取った。これより, 固化処理川崎粘土の養生 7 日目に初期せん断を与えると, 21 日間の再養生により強度が回復することが確認された。カオリン粘土の場合, 二次せん断時のせん断応力にはピークが生じ, その強度は初期せん断終了時の強度を上回ったが, 7 日および 28 日せん断ピーク強度よりは小さかった。よって, 固化処理カオリン粘土に初期せん断を与え再養生すると, 強度回復は生じるが, その程度は川崎粘土と比較すると小さいと言える。

(2) 強度回復指標

初期せん断と強度回復特性の関係をより詳しく調べるため, 中村ら³⁾の研究を参考に, 初期せん断ピーク強度 τ_{fI} , 初期せん断終了時強度 τ_{rI} , 二次せん断ピーク強度 τ_{fII} を用いて, 強度低下率および強度回復率を以下の式で定義した。

$$\bullet \text{ 強度低下率} = \left(1 - \frac{\tau_{rI}}{\tau_{fI}}\right) \times 100 (\%) \quad (1)$$

$$\bullet \text{ 強度回復率} = \frac{\tau_{fII} - \tau_{rI}}{\tau_{fI} - \tau_{rI}} \times 100 (\%) \quad (2)$$

表-2 に固化処理粘土の強度低下率および強度回復率を示す。図より, 川崎粘土では最大 340.8% となった回復率は, カオリン粘土では全体的に小さく, 最大でも 100.0% であった。またスラグ混合率の違いにより強度回復率には変化が見られ, 混合率が増加するほど, 両粘土ともに強度回復率が低下した。これらの違いは母材粘土, セメントおよび高炉スラグ微粉末の化学組成や養生中の供試体内部での化学反応過程の違いに因るものと考えられ, それらに関しても以後調査を進めていく予定である。

参考文献

- 1) 羅承謙, 濱幸雄, 谷口円, 佐川孝弘: フライアッシュおよび高炉スラグ微粉末を混和したコンクリートの自己修復効果の比較, コンクリート工学年次論文集, Vol34, No.1, pp.1402-1407, 2012
- 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
- 3) 中村真也, 宜保清一: 地滑り土の回復強度と垂直応力の関係, 日本地すべり学会誌, Vol.37, No.3, pp.18-24, 2000

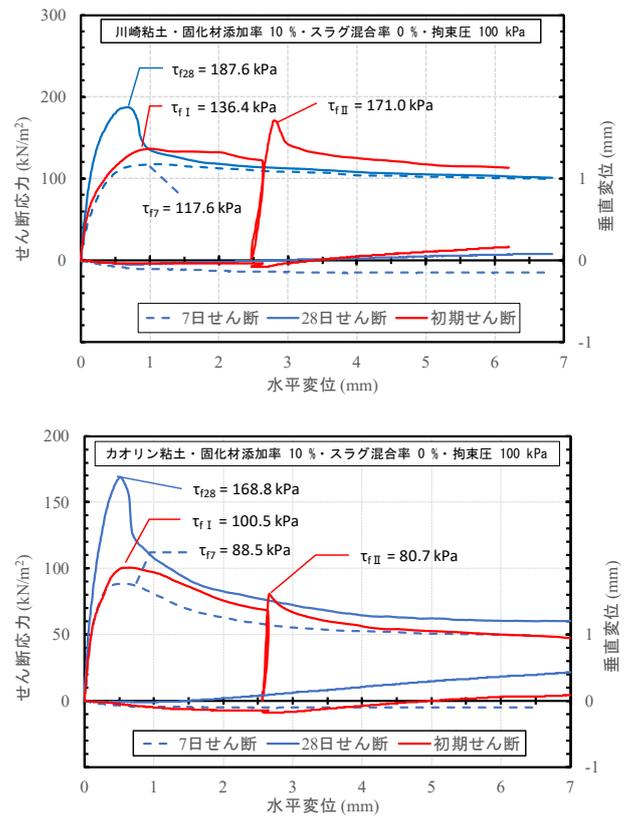


図-1 固化処理粘土のせん断応力と垂直変位および水平変位の関係(上: 川崎粘土, 下: カオリン粘土)

表-2 強度低下率および強度回復率

		拘束圧 (kN/m ²)	低下率 (%)	回復率 (%)
川崎粘土	スラグ 0%	100	10.5	340.8
	スラグ 5%	100	36.7	135.7
	スラグ 10%	100	56.6	25.1
カオリン粘土	スラグ 0%	50	52.9	24.2
		100	32.3	39.2
		150	19.6	100.0
	スラグ 5%	50	56.8	7.4
		100	45.2	36.9
		150	39.5	46.5
	スラグ 10%	50	81.6	0.5
		100	76.0	7.4
		150	67.8	8.2