

作製方法が異なるセメント固化処理粘土供試体の三軸圧縮試験

名城大学大学院 学生会員 ○石樽宏充・小寺真人
名城大学 正会員 小高猛司・崔 瑛

1. はじめに

近年、現場発生粘性土を固化処理して補強盛土擁壁の裏込め土に用いることを目的とし、固化処理土における補強材の引抜き抵抗の研究が進められている¹⁾。通常の補強盛土擁壁の設計では、非常に粘着力が大きいセメント固化処理した粘性土（以下、固化処理土）を用いることは想定しておらず、固化処理土を用いるには設計土圧の算定も含めて合理的な設計法を開発する必要がある。本報では作製方法が異なる固化処理土の三軸圧縮試験を実施し、作製方法の違いによる影響を検討した。

2. 供試体作製方法および試験方法

試験試料には、粉末状カオリンを用い、セメントは普通ポルトランドセメント 9.8g（質量比約 4%：地盤改良の実施工での最低添加量 50kg/m^3 に相当）を添加した。供試体の締固め度は無処理の状態を基準として 90%相当とし、セメントを添加する分だけカオリ

表 1 試験条件

締固め度 (%)	90									
作製方法	固化		固化破碎		モールド固化破碎					
破碎までの期間(日)	0		1		1	3		7		
養生日数(日)	7		7		7	7		0	7	
圧密時有効拘束圧 (kPa)	100	200	100	200	200	100	200	200	100	200
せん断時間隙比	1.104	1.033	1.087	1.033	1.051	1.052	1.039	1.053	1.059	1.045

ンの質量を減少させ、乾燥密度をカオリン単体と同一となるようにした。セメントはあらかじめ含水比 25% に調整したカオリンに添加し、良く攪拌してから突き固めて作製した供試体（固化供試体）を、モールドに入れたまま恒温室内で 7 日間気中養生させてから試験を実施した。一方、固化処理してから一旦粉碎して摩擦性材料として再生するのを想定した固化破碎土でも試験を実施した。具体的には、セメント添加してから攪拌後、そのまま 1 日仮置きして、その後良くほぐしてから突き固めて作製した供試体（固化破碎供試体）と、攪拌した試料を通常の 1.5 倍の高さに突き固め、所定の期間仮置きした後にモールドから取り出し、軽くほぐして 9.5mm ふるいにかけた粒状試料を、再び突き固めて作製した供試体（モールド固化破碎供試体）を用いて試験を実施した。なお、載荷速度 $0.1\%/\text{min}$ で CU 試験を実施した。表 1 に試験一覧を示す。

3. 試験結果

図 1 に CU 試験結果を示す。なお供試体作製後の養生日数は、固化供試体、固化破碎供試体（1 日後破碎）、モールド固化供試体（1 日後破碎）では 7 日間、モールド固化破碎供試体（7 日後破碎）では養生を行っていない。固化供試体、固化破碎供試体（1 日後破碎）、モールド固化破碎供試体（1 日後破碎）を比較すると、軸差応力～軸ひずみ関係ではいずれの供試体においてもせん断初期に弾性挙動を示している。またモールド固化破碎供試体（7 日後破碎）では軸差応力が緩やかに増加をして軸ひずみが 4% 程度でピーク強度に達し、その後徐々に減少している。有効応力経路を見ると養生を 7 日間させた供試

— 固化 養生7日 — 固化破碎 1日後破碎 養生7日
— 固化 養生7日 — モールド固化破碎 1日後破碎 養生7日
— 固化破碎 1日後破碎 養生7日 — モールド固化破碎 7日後破碎 養生0日

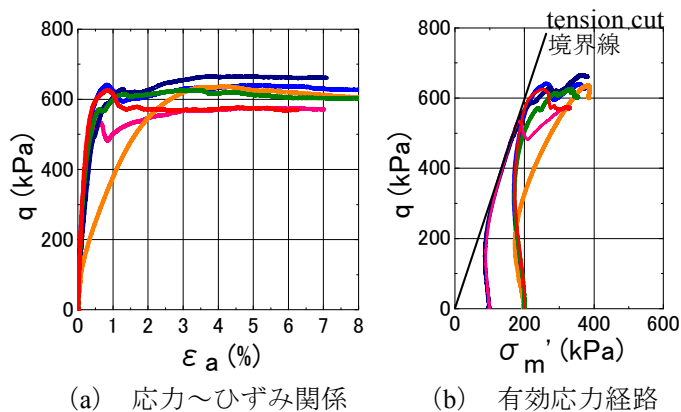


図 1 作製方法の異なる供試体の CU 試験結果

キーワード セメント固化処理、固化破碎土、カオリン、三軸圧縮試験

体の軸差応力は tension cut 境界線まで上昇しているが、養生させていない供試体は tension cut 境界線まで上昇していない。試験結果のみを見ると、モールド固化破碎供試体（7 日後破碎）は正のダイレイタンス性を発現する良質な摩擦性材料となっているように見えるが、養生日数が増えた場合にはセメントの固結力が増大して力学挙動が変わる可能性もある。

図 2 に固化供試体と固化破碎供試体のモールの応力円を示す。どちらの供試体も粘着力 c は非常に大きく現れているが、内部摩擦角 ϕ_{cu} は小さい。また固化破碎供試体の内部摩擦角 ϕ_{cu} は固化供試体のものよりさらに小さくなった。固化破碎供試体はセメント添加後 1 日仮置きをただけであるため、固化供試体とそれほど変わらない。

図 3 にモールド固化破碎供試体における破碎までの期間を変えて供試体を作製し、7 日間養生させたものの $\overline{CU}$ 試験結果を示す。軸差応力～軸ひずみ関係を見ると、いずれの試験結果においてもせん断初期に弾性挙動を示している。また破碎までの期間が長くなるほどピーク時の軸差応力が大きくなっている。破碎までの期間が 1 日と 3 日の供試体においては、拘束圧 200kPa での軸差応力はピーク強度からの急激な減少は起こっていないが、破碎までの期間が 7 日の供試体においては固結力が増大するためか、拘束圧 200kPa での軸差応力はピーク強度からの急激な減少が起きている。しかし残留強度は近い値となっている。

図 4 にモールド固化破碎供試体における破碎までの期間が 3 日と 7 日の供試体のモールの応力円を示す。粘着力 c はどちらも非常に大きく現れているが破碎までの期間が長くなると若干の増加が見られる。また内部摩擦角 ϕ_{cu} はどちらも大きな違いは見られず、図 2 の固化土と比較をしても違いは見られない。今回の試験では、密度を同一にし、かつその値が大きかったため、固化破碎時にできた粒状試料が供試体作製時の突固めによってつぶれてしまったため、固化供試体とあまり差がない結果になったと考えられる。

4. まとめ

作製方法を変えて試験を行っても養生を行った供試体はほぼ破壊直前まで弾性挙動し最終的に引張破壊に至った。固化破碎供試体に関してはセメント添加後の仮置き期間が短かったこと、モールド固化破碎供試体に関しては密度が大きかったため、粒状試料がつぶれてしまったことが固化供試体と差が生じなかった原因だと考えられる。今後は、供試体作製方法を含めて、補強盛土擁壁にとってより効率的な粘性土の改良方法を検討するとともに、改良土を用いた補強盛土擁壁の合理的な設計法の開発を行う予定である。

参考文献：1)例えば、米田ら：固化処理土を用いた帯鋼補強土壁工法における施工プロセス上の要因が補強材土中引抜き抵抗に与える影響，地盤工学ジャーナル，6(2)，2011.

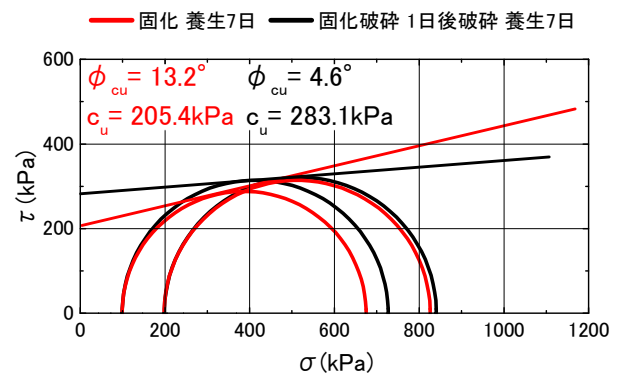
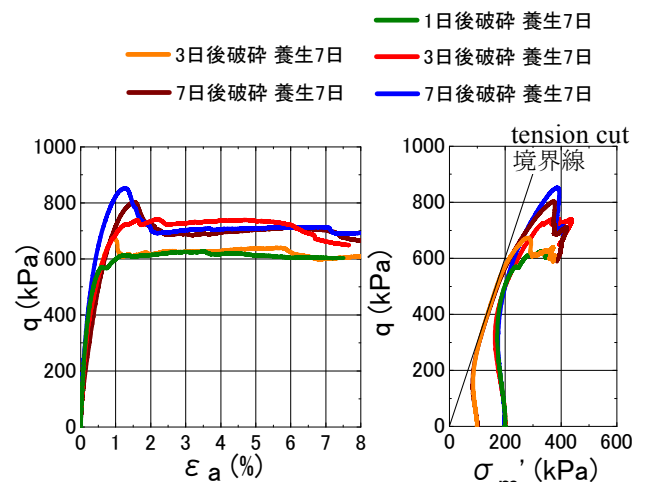


図 2 固化・固化破碎供試体のモールの応力円



(a) 応力～ひずみ関係 (b) 有効応力経路

図 3 破碎までの期間が異なる供試体の $\overline{CU}$ 試験結果

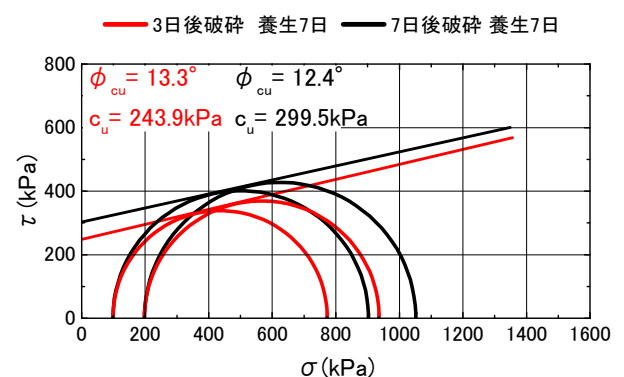


図 4 破碎までの期間が異なる供試体のモールの応力円