

固化破碎土の力学特性に及ぼす破碎粒子の固結度の影響

名城大学大学院 学生会員 ○石樽宏充
名城大学 学生会員 古山翔悟
名城大学 正会員 小高猛司・崔 瑛

1. はじめに

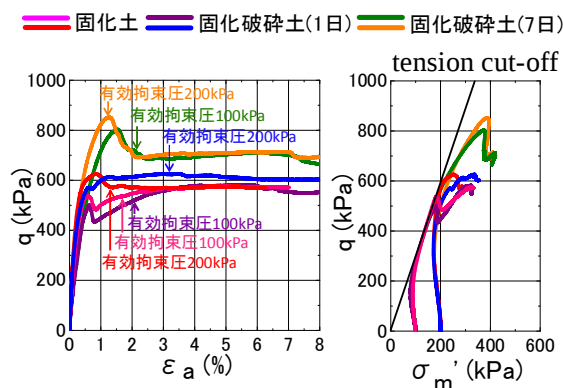
補強盛土壁の裏込め土には砂質系の摩擦材料を用いるのが理想であるが、現地発生粘性土の有効利用を求める声が現場で高まっている。粘性土にはセメント添加の固化処理が簡便かつ安価であるが、土の摩擦特性を利用した補強土工法には、粘着力のみを高める固化処理は不向きとなる。そこで、固化処理した改良土を一旦破碎することによって粒状材料として再利用する固化破碎土¹⁾に着目し、各種の実験を実施してきた。しかし、一旦破碎しても高密度の供試体を作製する限り、破碎の有無に関係なく粘着成分が卓越する固化土と変わらない力学特性となることが明らかになった²⁾。本報では、固化破碎した破碎粒子の固結度が固化破碎土の力学特性に及ぼす影響を検討した。

2. 供試体作製方法および試験方法

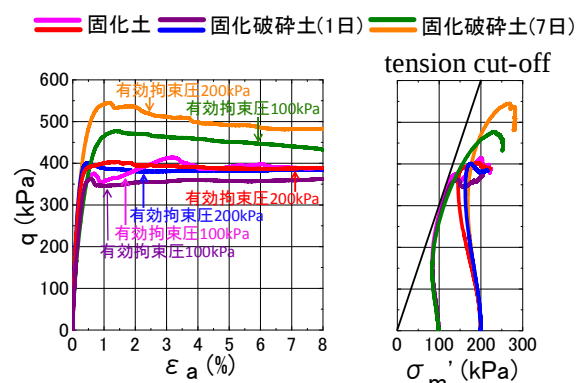
試験試料は、粉末状カオリンに普通ポルトランドセメント 9.8g（質量比約 4%：地盤改良の実施工での最低添加量 50kg/m³に相当）を添加したものである。供試体の締固め度は無処理のカオリンを基準として 85%と 90%とし、セメント添加分だけカオリンの質量を減少させ、乾燥密度をカオリン単体と同一とした。含水比 25%に調整したカオリンにセメントを添加し、良く攪拌してから突き固めて作製した供試体（固化供試体）を、モールドに入れたまま恒温室内で7日間気中養生させてから試験を実施した。一方、固化処理してから一旦破碎する固化破碎土においては、含水調整したカオリンにセメント添加してよく攪拌してから、締固め度 60%でモールド内に突固めた後、1日あるいは7日間仮置きして固化させた。その後、モールドから取り出し、軽くほぐすことにより破碎し 9.5mm 未満に粒度調整した破碎粒子を、再び突き固めて供試体を作製した（固化破碎供試体）。いずれもこの後、7日間気中養生してから試験を実施した。本報では、この仮置きによる固化時間の違いにより、固化破碎後の破碎粒子の固結度に違いが現れることを期待して試験を実施した。さらに、破碎粒子の固結度を高めるため、モールド内での締固め度を 90%と高めて突き固め、1日あるいは7日間仮置き固化させた後に破碎した供試体での試験も実施した。この試験ケースに限り、破碎後に粒径 2.0mm 以上 9.5mm 未満に粒度調整し、供試体全体としての締固め度は、破碎粒子をつぶさないことを考えて 85%のみとした。なお、全試験において、載荷速度 0.1%/min でCU条件の三軸試験を実施した。

3. 試験結果

図1と2に供試体締固め度 90と 85%の固化土と固化処理土（固化時の締固め度 60%）の試験結果を示す。供試体締固め度 85と 90%のいずれにおいても、固化7日後に破碎した供試体が大きな軸差応力を発揮しているが、これはセメント添加してから試験するまでの期間が一番長い（14日間）からである。固化1日後の固化破碎土は固化土とほぼ同様の結果



(a) 応力～ひずみ関係 (b) 有効応力経路
図1 供試体締固め度 90%のCU試験結果



(a) 応力～ひずみ関係 (b) 有効応力経路
図2 供試体締固め度 85%のCU試験結果

であった。また、いずれの供試体においても拘束圧による効果は小さい。図3と4に最大軸差応力時のモールの応力円を示す。いずれの供試体締固め度においても、固化破碎によって摩擦特性の増大（ ϕ の増加）は確認できない。この試験ケースでは、供試体締固め度が固化時の締固め度よりも大きいため、破碎後の破碎粒子が供試体作製時の突固めによってつぶされてしまい、結果として固化土供試体と同様な力学特性になったと考えられる。

固化時の締固め度を90%とした固化破碎土の試験結果を図5に示す。図2の固化時の締固め度60%のケースと比較すると全体的に軸差応力が低下するとともに、ひずみ軟化の度合いは緩やかになっている。有効応力経路を見ると、図2の固化土や固化時の締固め度が小さい固化破碎土と異なり、引張破壊を示す **tension cut-off** 線から離れたまま破壊しており、密詰め砂のような力学特性を示している。これは固化後の破碎粒子が供試体作製後も潰れることなく残っているため、均質な固化土と異なり若干摩擦材料としての性質を示したと考えられる。しかし、他ケースと同様に内部摩擦角の増加は大きくは見込めないと考えられる。

写真1はすべて供試体密度85%の試験後の供試体であるが、固化時の締固め度は60%と90%とで異なる。固化時の締固め度が高い供試体は写真からもわかるように破碎粒子がかなり残っていることがわかる。また固化時の締固め度が低い供試体では明確なせん断面が確認できるのに対し、固化時の締固め度が高い供試体ではせん断面は確認できない。供試体の変形を見る限り砂質土に近い変形をしている。

4. まとめ

破碎後の粒状体の固結度に着目し、なるべく摩擦材料に近づくように工夫して供試体を作製し、三軸試験を実施した。固化時の締固め度を高くした供試体では、若干、摩擦性材料に近づく傾向も見られたが、総じて内部摩擦角の顕著な増加は観察されなかった。

固化処理粘土を補強盛土に用いるためには、今後は、摩擦特性の増加のみに頼らず、粘着力成分の増加を適正に評価できる補強盛土の設計法を確立してゆくことを重要である。そのため、固化処理土における補強メカニズムを再検討すべく、模型実験なども実施して行く予定である。

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），2011.2）石博ら：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，第67回土木年講，III-229，2012

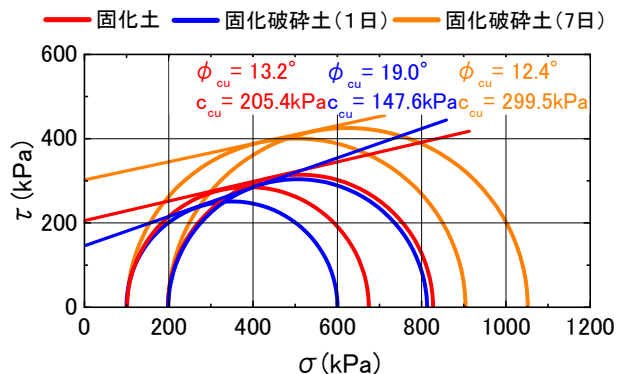


図3 締固め度90%のモールの応力円

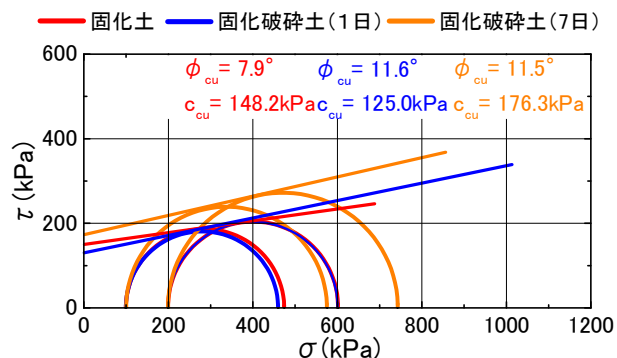
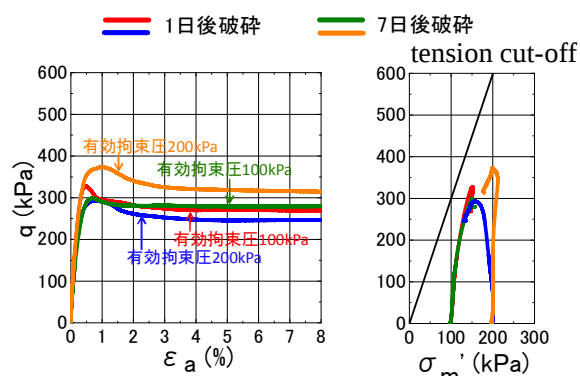


図4 締固め度85%のモールの応力円



(a) 応力～ひずみ関係 (b) 有効応力経路

図5 仮置き時の締固め度が高い固化破碎土供試体の $\bar{C}_U$ 試験結果

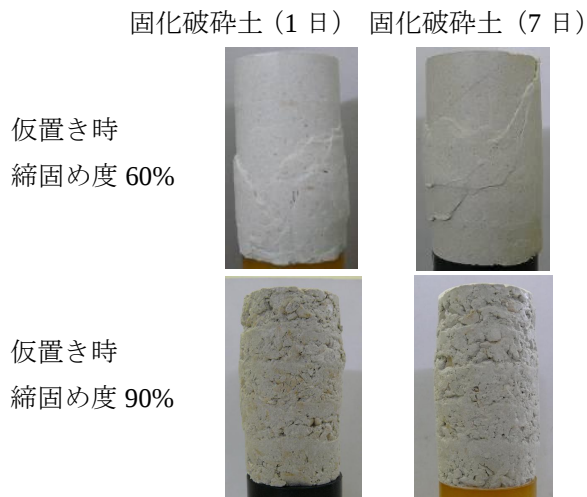


写真1 固化破碎土の試験後の供試体の様子（仮置き時の締固め度別）