

セメント添加したカオリンの三軸圧縮試験

名城大学 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、補強材を用いた補強盛土擁壁が数多く建設されてきている。裏込め材に良質な砂質土を用いることにより高強度の擁壁が構築できるが、粘性土を用いる際には設計上十分な強度を担保できないことが多い。しかし、粘土分を多く含んだ現地発生土を裏込め材として活用できれば、環境面や経済面から一層補強盛土擁壁の利用が促進されると考えられる。本報では、粘性土にセメント添加した固化処理土の三軸圧縮試験を実施し、養生日数、セメント添加してから締め固めるまでの仮置き時間の影響について検討し、セメント固化処理土の補強盛土裏込め材料としての適用性を考察する。

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（カオリナイト，ソブエクレレー製）を用いた。比較のために実施したカオリン単体の無添加試料の試験では、カオリンの最大乾燥密度（ 1.40g/cm^3 ）に基づき、2種の締め固め度（85%および90%）の供試体を使用した。具体的にはカオリンを含水比25%に調整し、5層に突き固めて、高さ10cm、直径5cmの供試体を作製した。一方、セメント添加試料においては、地盤改良の実施工における最低添加量 50kg/m^3 相当の普通ポルトランドセメント9.8gを添加した。セメント添加試料の締め固め度は90%相当のみとし、添加するセメントの質量分だけカオリンの質量を減少させ、乾燥密度を無添加試料と同一とした。セメント添加量は質量比にして約4%である。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、良く攪拌してから無添加試料と同様に突き固めて供試体を作製し、モールドに入れたまま恒温室内で1週間ならびに2週間気中養生させてから試験を実施した。一方、粘性土を固化処理した後に、一旦粉砕して摩擦性材料として再生する固化破碎土をイメージして、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でも試験を実施している。供試体は、三軸セルに設置後、二重負圧法によって飽和化し、背圧200kPa、有効拘束圧100および200kPaでCU試験を実施した。載荷速度は0.1%/minとした。

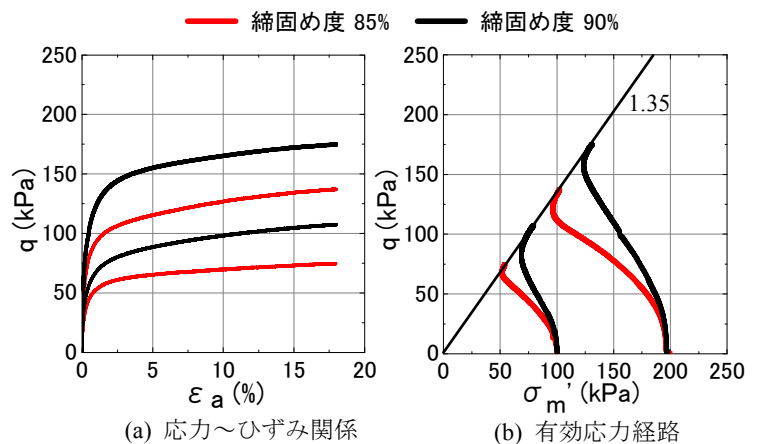


図1 セメント無添加カオリンの三軸圧縮試験結果

3. 試験結果

図1にセメント無添加のカオリン単体の三軸試験結果を示す。せん断初期から塑性圧縮し、軸ひずみ3%程度からダイレイタンスーが負から正へ反転し、軸差応力は単調増加している。締め固め度が小さい方がせん断初期の塑性圧縮が大きく、軸差応力も小さいが、破壊応力比はいずれの締め固め度の供試体でも同一となる。限界状態定数 M は1.35であり、 ϕ' に換算しておよそ33度となる。

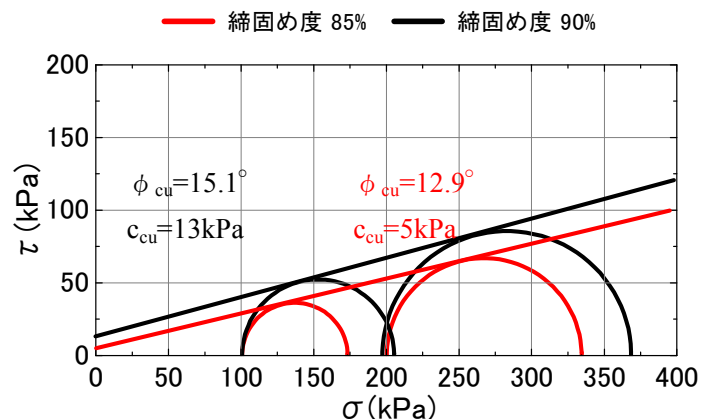


図2 カオリンのモールの応力円と強度定数

図2に全応力で整理したモールの応力円と破壊規準を示す。締固め度90%の方が粘着力も内部摩擦角も若干大きいものの、いずれも小さく補強盛土の裏込め材料には適していないことは明かである。

図3にセメント添加による固化処理土の三軸圧縮試験結果を示す。わずかなセメント添加によって劇的にせん断特性が変化していることがわかる。すなわち、せん断初期から破壊するまでほぼ弾性挙動を示している。最大軸差応力は平均有効応力の約3倍となっており、これは固化処理土が最小主応力ゼロの状態で見張破壊したことを示唆している。また、供試体作製後の養生日数の違いによる差はほとんど見られない。いずれも破壊時には明確な不連続帯が発生してした。また軸ひずみの増加とともに不連続面で正のダイレイタンスが発生するために、負の間隙水圧が発生し、徐々に無添加カオリンの限界状態線に近づきつつある。図4は固化処理土のモールの応力円を示す。実線は図3の試験結果であり、点線の円は拘束圧100kPaの場合にも引張破壊することを想定して描いた試験結果である。セメント添加によって良質な摩擦材料に見かけ上はなっているが、引張破壊直前まで弾性挙動であることに注意しなければならない。

表1に各試験ケースの供試体条件を示す。セメント添加後に1日仮置きしてから作製した供試体がCASE AとBであり、図3の養生日数7日の供試体がCASE Cとなる。図5の試験結果より、仮置き時間の影響は見られず、そのまま固化した供試体との差は見られない。CASE Cでは引張強度に到達する前に破壊しているが、初期含水比が低かったためにセメントが十分に反応していなかったと考えられる。

4. まとめ

わずかなセメント添加でも粘性土のせん断強度は劇的に増加し、破壊直前まで弾性挙動することが示された。補強盛土擁壁の裏込め材としては、正のダイレイタンスを示す摩擦材料が最適であるが、少なくともセメント添加によって負のダイレイタンスは無くなり、破壊後には若干の正のダイレイタンスも現れている点に改善が見られる。今後は、固化粉碎土の作製方法の見直しも含めて、補強盛土にとってより効率的な粘性土の改良方法を検討してゆく予定である。

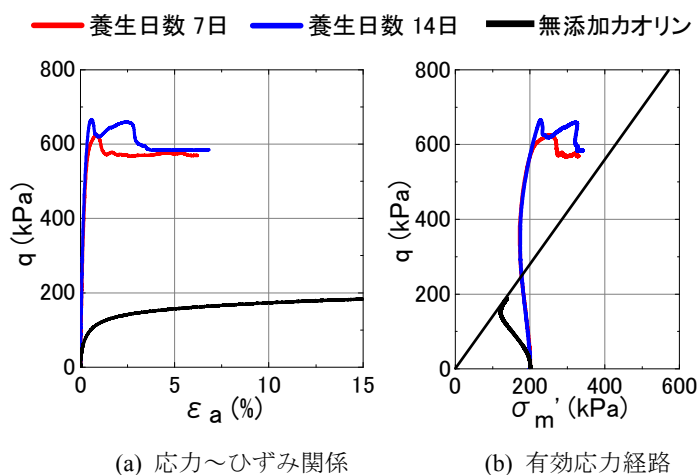


図3 セメント添加固化処理土の三軸圧縮試験結果

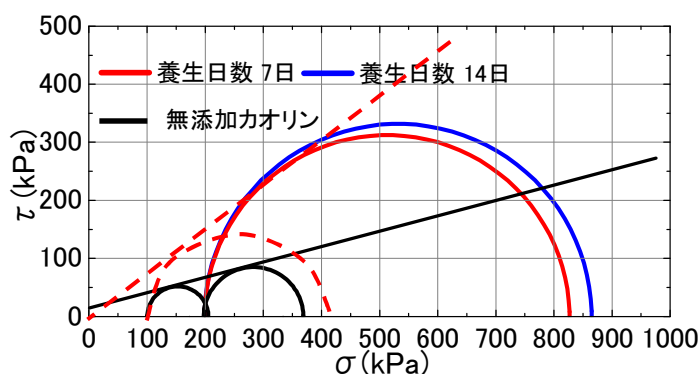


図4 固化処理土と無添加カオリンのモールの応力円

表1 各種供試体の条件

試験 CASE	仮置き	含水比(%)
A	有	25.7
B	有	23.1
C	無	26.9
D	無	22.6

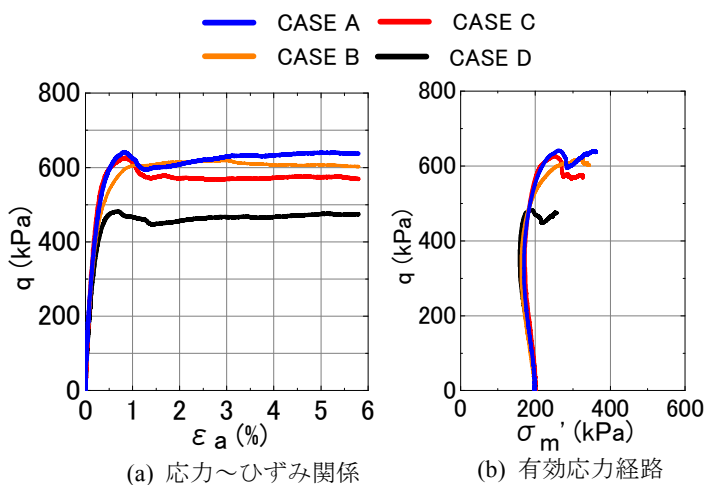


図5 各種供試体の三軸圧縮試験結果