

補強盛土におけるセメント改良土が支圧抵抗を発揮するときの力学特性

名城大学大学院 学生会員 ○石樽宏充・古山翔悟
名城大学 正会員 小高猛司・崔 瑛
矢作建設工業 正会員 長沼明彦・武藤裕久

1. はじめに

補強土壁の設計では裏込め土に ϕ 材を使用することを前提としているため、粘着力が卓越した c 材として強度が評価されるセメント改良土を裏込め材として用いるのは難しい。著者らは補強土壁の裏込め材としてセメント改良土の使用を検討するために、三軸試験を用いて改良土の摩擦特性を評価¹⁾²⁾するとともに、簡易支持力試験を用いて、支圧プレート型補強材の使用を前提とした、セメント改良土内の補強材引抜き抵抗時の支圧抵抗やその際の崩壊機構の評価を行ってきた³⁾。その際、簡易支持力試験において、支圧抵抗時の設置面では比較的小さな変位であっても高圧状態となることが確認された。

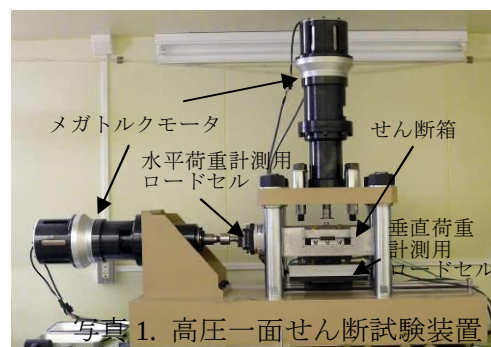
本報ではセメント改良土を用いた高圧一面せん断試験を行い、支圧抵抗発揮時の高圧下でのセメント改良土の力学特性の把握を行うとともに、既往の三軸試験結果ならびに今回の一面せん断試験結果を用いて算定した接地圧と簡易貫入試験結果を比較することにより、セメント改良土の摩擦特性の評価も行う。

2. 供試体作製方法および試験方法

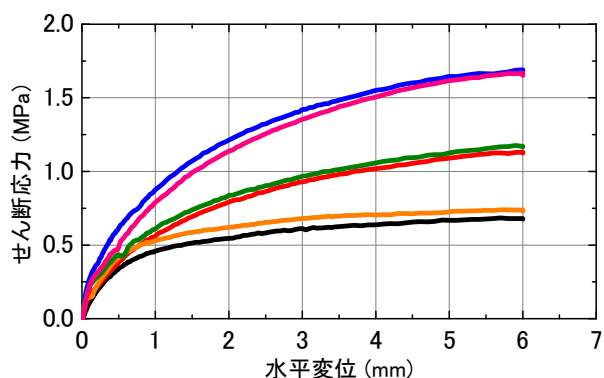
試験試料は、粉末状カオリンに普通ポルトランドセメント 9.8g (質量比約 4% : 地盤改良の実施工での最低添加量 $50\text{kg}/\text{m}^3$ に相当) を添加したものである。供試体の締固め度は未処理のカオリンを基準として 90%相当とし、セメント添加分だけカオリンの質量を減少させ、乾燥密度をカオリン単体と同一とした。セメントはあらかじめ含水比 25% に調整したカオリンに添加し、よく攪拌してから直径 6cm, 高さ 2cm のリングの中に供試体の全質量分の試料を入れ、層境界を作らないように突き固めた。これは層の境界が一面せん断試験時にせん断面とならないように配慮したからである。突き固めた供試体はそのままラップで包み、恒温室内で 7 日または 28 日間気中養生させてから試験実施した。改良土供試体は比較的硬質であるため、写真 1 に示す高圧一面せん断試験装置を用い、せん断速度を $0.4\text{ mm}/\text{min}$ で水平変位 6.0mm まで定圧条件でせん断した。また、試験時の垂直応力は 1.0, 2.0 および 3.0MPa の 3 種類とした。

3. 一面せん断試験

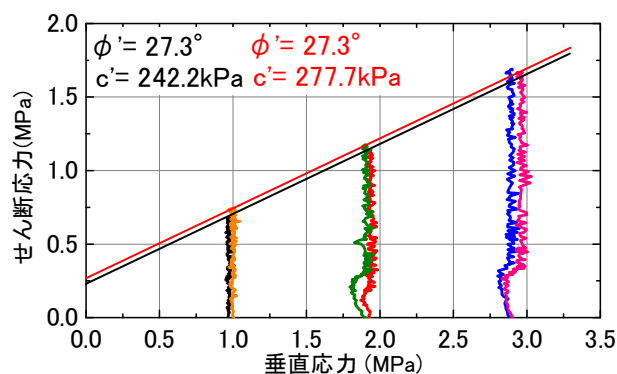
図 1 に高圧一面せん断試験結果を示す。せん断応力～水平変位関係を見るといずれの供試体においてもせん断開始時からせん断終了までせん断応力がなだらかに増加している。また、養生日数の違いに着目すると、全般的にせん断強度のレベルが大きいために養生日数による差異は明確に



— 垂直応力 1MPa-養生 7 日 — 垂直応力 1MPa-養生 28 日
— 垂直応力 2MPa-養生 7 日 — 垂直応力 2MPa-養生 28 日
— 垂直応力 3MPa-養生 7 日 — 垂直応力 3MPa-養生 28 日



(a) せん断応力～水平変位関係



(b) 応力経路

図 1 高圧一面せん断試験結果

キーワード セメント固化処理, 補強土, 支持力

名城大学 理工学部 社会基盤デザイン工学科 (〒468-8502 名古屋市天白区塩釜口 1-501 Tel 052-838-2347)

表れていない。応力経路を見ると、各垂直応力における最終的なせん断応力は概ね直線で表現でき、クーロンの破壊規準に従うことがわかる。その際の粘着力、せん断抵抗角は養生 7 日で $c=242.2\text{kPa}$, $\phi=27.3^\circ$ 養生 28 日では $c=277.7\text{kPa}$, $\phi=27.3^\circ$ となり、こちらでも養生日数による違いは見られなかったが、どちらも比較的高い値を示した。

4. 支持力の算定

表 1 は、図 2 に示す 3 本の養生 7 日の供試体の簡易貫入試験³⁾の接地圧～沈下量曲線上の最大接地圧(支持力)(□)と変曲点での接地圧(○)のそれぞれの平均値である。表 2 は養生 7 日の供試体を用いて実施した各力学試験から得た内部摩擦角と粘着力、また、それらを用いて道路橋示方書の支持力式より算出した支持力である。表 2 より、同じ不飽和条件でも一面せん断試験と一軸試験の結果を用いて算定した支持力は大きな差がある。これは一軸圧縮試験では内部摩擦角を考慮しないで支持力を算出しているのに対し、一面せん断試験では内部摩擦角を考慮して支持力を算定しているためである。また、表 1 と表 2 を比較すると、算出された支持力はいずれの試験においても簡易支持力試験結果の最大接地圧よりも小さい値となった。一方、変曲点での接地圧と比較すると、変曲点の接地圧に対して、一面せん断試験結果より算出した支持力は上回り、その他の支持力は下回る結果となったが、いずれも比較的近い値となっている。中でも一面せん断試験、CD 試験のピーク強度から算出した支持力が近い値となっており、これらはともに高い粘着力と内部摩擦角から支持力を算出している。以上のことより簡易支持力試験での最大接地圧を説明するには、比較的大きな粘着力を考慮することも必要であるが、CD 試験や一面せん断試験で得られる内部摩擦角(せん断抵抗角)を考慮することも必要である。特に補強材が支圧抵抗を発揮する際には、接地面において比較的高圧条件になることが想定されるため、セメント改良土といえども摩擦材料としての評価が必要になるものと考えられる。

5. まとめ

セメント改良土を用いて一面せん断試験を行ったところ、全般的にせん断応力のレベルが大きいために養生日数による差異は明確に分からなかったものの、粘着力、せん断抵抗角ともに高い値を示した。また簡易支持力試験と各力学試験より算定した支持力を比較した結果、最大接地圧を説明するには、粘着力とともに内部摩擦角を考慮する必要がある、通常 c 材として評価されているセメント改良土といえども摩擦材料としての評価が必要になるものと考えられる。今後は養生日数の大きな供試体も対象とするとともに、他の支持力評価式との比較も行っていき、将来的には、改良土の摩擦特性も評価する補強盛土構造物の合理的な設計法を構築する予定である。

参考文献: 1) 小高ら:セメント固化処理したカオリン粘土の三軸圧縮特性, 第 47 回地盤工学研究発表会, 2012.
2)古山ら:一軸試験と三軸試験によるセメント固化処理土の力学特性の評価, 土木学会中部支部, 2013.
3)古山ら:支圧プレートを模擬したセメント改良土の簡易支持力試験, 第 68 回土木年講, 2013

表 1. 簡易支持力試験における接地圧

	最大	変曲点
	養生 7 日	養生 7 日
接地圧[kPa]	4847	2683

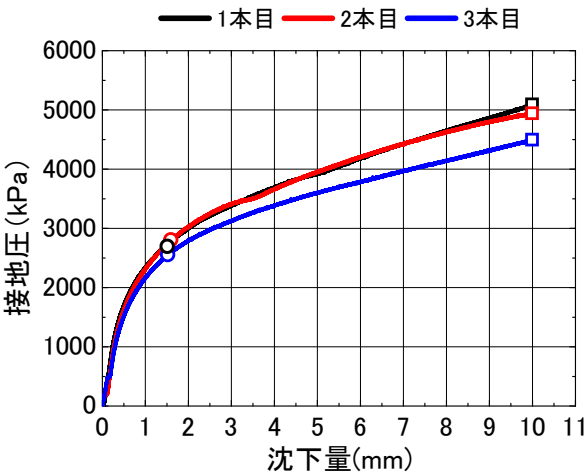


図 2. 簡易支持力試験結果

表 2. 要素試験から得た強度定数と支持力

	CD 試験 ピーク強度	CD 試験 残留強度
$c[\text{kPa}]$	247.8	29.6
$\phi[^\circ]$	19.8	37.9
支持力[kPa]	2022	1867

	一面せん断試験	一軸試験
$c[\text{kPa}]$	242.2	346.5
$\phi[^\circ]$	27.3	0
支持力[kPa]	3226	1781