

マグネシウム水溶液に浸漬したセメント処理土に対する一面せん断試験

山口大学大学院 学生会員 ○弘中 稔基
 山口大学大学院 正会員 原 弘行
 山口大学大学院 正会員 吉本 憲正

1. はじめに

わが国は、沿岸地域を中心に軟弱地盤が広く分布しているため、構造物を建設する際に基礎地盤に対する改良が必要な場合が多い。その方法として、軟弱地盤に石灰やセメントなどの固化材を添加することで安定処理土層を形成する固化処理工法が盛んに利用されている。固化処理土は海水中のマグネシウム(Mg)塩の影響によってその性質が劣化することが明らかとなっている¹⁾が、劣化前後における強度変化についての報告は極めて少ない。そこで、本研究では Mg 水溶液に浸漬した固化材添加量の異なる固化処理土に定体積一面せん断試験を実施し、強度特性の変化について検討した。なお、本研究では Mg 水溶液に浸漬前の供試体を健全供試体、浸漬後の供試体を劣化供試体と呼称する。

2. 実験概要

試料土には有明粘土を、固化材には高炉セメント B 種を用い、固化材添加量は 70, 120kg/m³とした。試料土の物性を表-1 に示す。健全供試体は以下の要領で作製した。まず、固化材が均一に混ざるように、試料土の含水比を液性限界の 1.5 倍に調整し、電動ミキサーで混合した。混合試料をプラスチックモールドに充填し、温度 20°C の条件下で 28 日間養生した。このとき、供試体表面の酸化を防ぐために上面をラップで覆う処置を施した。養生後、直径 60mm、高さ 20mm に整形したものを健全供試体とした。劣化供試体は混合試料をプラスチックモールドに充填し、健全供試体と同様の条件で養生後、劣化の主要因である Mg の濃度を海水の 25 倍(23.45g/L)に高めた溶液に浸漬させることで作製した。浸漬期間中は浸漬水を定期的に採水し、Ca²⁺濃度を測定した。

図-1 は、浸漬前の供試体に含まれる Ca 量に対する溶出した Ca 量の百分率として求めた Ca 溶出率の経時変化を示したものである。両添加量共に、浸漬時間が経過するにつれ供試体内の Ca 成分の溶出がみられなくなり、プロットが横ばいになった段階で完全に劣化したと判断した。添加量 70kg/m³は 140 日、120kg/m³は 168 日で

浸漬を終了した。劣化した供試体を健全供試体と同様の寸法に整形したものを劣化供試体とした。定体積一面せん断試験は JIS0560-2009 に準拠して実施した。供試体に作用させる圧密圧力は、 $\sigma_c = 25, 50, 100, 150\text{kPa}$ の 4 段階とした。本実験の条件では、劣化供試体についてはいずれの圧密圧力においても変位量が大きく、正規圧密状態であったため、圧密時間は約 24 時間とした。健全供試体はいずれの圧密圧力でも変位量が小さく、セメント処理によって十分に固化しており、疑似的な過圧密状態とみなせたため圧密時間を約 40 分で打ち切っ

表-1 試料土の物性

土粒子の密度	(g/cm ³)	2.64
液性限界	(%)	138.0
塑性限界	(%)	42.2
粒度組成	(%)	
礫		0.0
砂		3.0
シルト		58.8
粘土		38.2

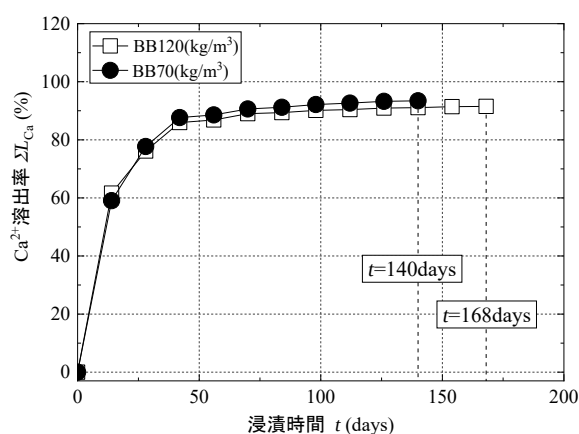


図-1 累積 Ca 溶出率の経時変化

キーワード 劣化, 強度変化, セメント処理土

連絡先 〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2-15-1 TEL 0836-85-9325

た．せん断速度は 0.2mm/min とし，7mm 程度せん断を行った．

3. 実験結果と考察

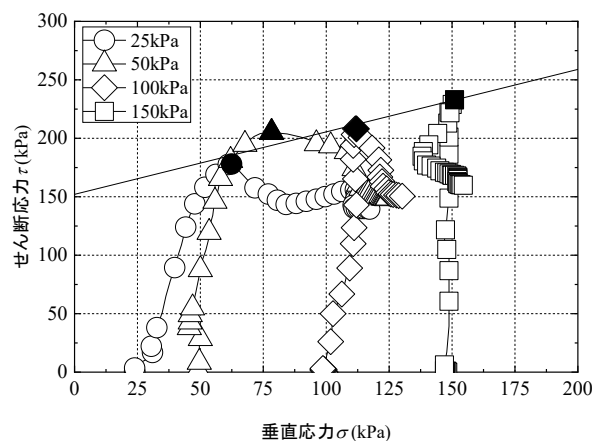
図-2 に試験結果の一例として，添加量 70kg/m^3 の応力経路を示す．健全供試体では正のダイレイタンスが生じたことが確認できる．他方，劣化供試体では，負のダイレイタンスが生じ，せん断とともに垂直応力が減少した．図-3 に各供試体の τ - σ 関係を示す．どちらの添加量においても健全状態から劣化状態に至ることで，粘着力 c が大幅に減少した．これは，劣化過程においてセメント水和物が崩壊し，土粒子間の結合力が著しく低下したためと推察される．しかしながら，劣化供試体の粘着力 c はゼロにはならず，セメンテーション効果がある程度残存することが確認された．また，添加量が高い方が健全供試体だけでなく，劣化後の c も大きかった．内部摩擦角 ϕ に関しては，添加量 120kg/m^3 の健全供試体で他の供試体より大きい値を示した．一面せん断試験では試験機 の特性上，せん断箱端部に変形が集中し，せん断面がレンズ状になることや供試体端部が拘束されるなどの問題があり，これによってせん断応力が高く計測された可能性がある．既往の研究報告²⁾においてもセメント添加量が異なる砂質土を母材とした処理土に対して一面せん断試験と三軸圧縮試験を実施した結果，一面せん断試験による内部摩擦角が三軸圧縮試験で得られるものに比べて著しく大きくなることが示されている．したがって，一面せん断試験の特性上，比較的添加量が高い 120kg/m^3 の健全供試体で内部摩擦角がやや大きく見積もられた可能性がある．

4. まとめ

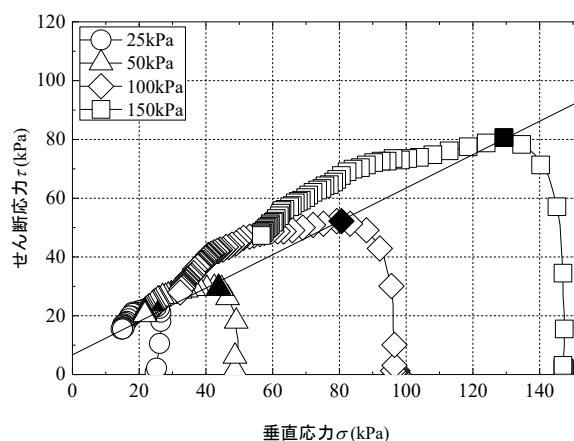
本研究では，固化材添加量の異なる固化処理土に対して一面せん断試験を実施することで，海水環境下におけるセメント処理土の劣化前後の強度特性について検討した．その結果，Mg 水溶液に曝露させるとセメント処理土は添加量によらず粘着力 c の大幅な低下が確認された．しかしながら，完全に劣化に至った後も c はゼロにはならず，セメンテーション効果が残存することが示された．

【参考文献】

- 1) 原弘行，末次大輔，林重徳，松田博：海水に曝露したセメント処理土の劣化機構に関する基礎的研究，土木学会論文集 C（地圏工学），Vol.64, No.4, pp.469-479, 2013.
- 2) 戸田五郎，三浦真治：フィルダム築堤に適用するソイルセメントの特性について，材料，Vol.26, No.291, pp.1225-1231, 1977.



(a) 健全供試体



(b) 劣化供試体

図-2 $\text{BB}70\text{kg/m}^3$ の応力経路

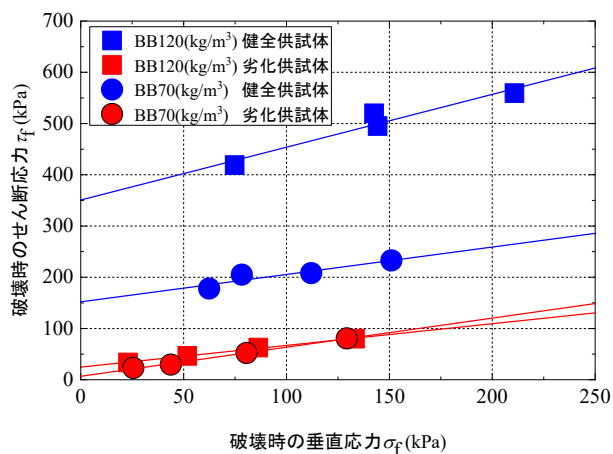


図-3 各供試体の τ - σ 関係