

カオリン改良土に及ぼす溶存シリカ量の影響と初期強度発現過程における強度の変化

佐賀大学理工学部 学○ 浪瀬智史 同大学院工学系研究科 学 末吉聖次
佐賀大学低平地沿岸海域研究センター 正 日野剛徳 正 加 瑞 非 Tri Harinto
佐賀大学大学院工学系研究科 正 根上武仁

1. はじめに

筆者らの属する研究グループは、塩分・酸化還元環境の変遷が深層混合処理工法の品質管理諸量と地盤環境に及ぼす影響に関する研究を進めている^{1)~3)}。カオリン粘土を用いているのは強度発現に関する諸挙動の単純化を図るためであるが、研究の過程でカオリン粘土の基本特性に及ぼす溶存シリカ量の影響、ならびにこの影響がカオリン改良土の初期強度発現特性に影響する可能性が示唆された。本報では、まずカオリン改良土に及ぼす溶存シリカ量の基本的影響について検討する。この検討結果に基づいて、石灰系・セメント系固化材を用いたカオリン改良土の初期強度発現過程における強度変化の基礎的知見を重ねることを目的とする。

2. 溶存シリカ量と強度特性の関係

2.1 実験条件

蒸留純水にケイ酸ナトリウムを加え、0g/L(蒸留純水のみ)、50g/L、100g/L、150g/L、200g/L、250g/L の濃度となるように調整した水溶液を準備し、SIGMA・ALDRIH 社製の試験用試薬のカオリンに対し 65%の初期含水比となるように試料を準備した。蒸留純水にケイ酸ナトリウムを加えた試料の pH は 12.5、蒸留純水のみで調整した試料の pH は 4.5 のため、蒸留純水のみで調整した試料にはさらに水酸化ナトリウムを加え、pH を 12.5 に調整した。改良材には表-1 に示す生石灰（以後 CaO と呼ぶ）および高炉セメント B 種（以後 BB と呼ぶ）を用いた。CaO については 100kg/m³、BB については 150kg/m³・水セメント比 1:1 の配合条件を設定した。供試体作製は JGS 0821-2000 に準拠した。室内で 7 日間恒温養生後の供試体に対して一軸圧縮試験を行った。

2.2 実験結果および考察

図-1 に、上述した試料に CaO および BB をそれぞれ添加した改良土における非水浸時の一軸圧縮試験の結果を示す。CaO および BB いずれの添加においても、ケイ酸ナトリウム水溶液の濃度が 100g/L までは濃度の増加とともに強度も高くなっている^{1)~3)}。他方、100g/L 以降は濃度が高くなるにつれ強度は低くなっている。これらのことから、カオリンを改良対象土とした場合、初期強度増加との間に溶存シリカ量の最適値が存在するのがわかった。

3. 初期強度発現過程における水浸時の強度特性

3.1 実験条件

2 章による検討の結果、試料にはケイ酸ナトリウム水溶液 100g/L により含水比を調整したもの（以後、溶存シリカ試料と呼ぶ）、および蒸留純水により含水比を調整したもの（以後、純水試料と呼ぶ）を用いた。純水試料については 2.1 節と同様の水酸化ナトリウムによる初期 pH を調整した。両試料の初期含水比・改良材・供試体作製方法についても 2.1 節と同様である。室内で 7、28、および 56 日間恒温養生後の供試体に対して

表-1 改良材の化学的成分（公称値）

種類		生石灰	高炉セメント B 種
試験項目			
密度 (g/cm ³)		3.35	3.04
比表面積 (g/m ²)		—	0.389
化学的組成 (%)	SiO ₂	2.13	26.2
	Al ₂ O ₃	—	10.9
	Fe ₂ O ₃	—	2.6
	CaO	95.36	53.6
	MgO	—	3.2
	SO ₃	—	2.1

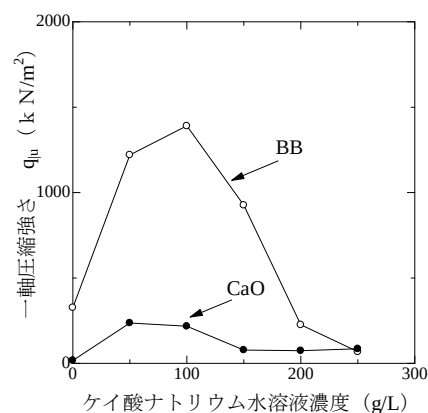


図-1 溶存シリカ量と強度特性

一軸圧縮試験を行った。7日間および28日間養生後の供試体についてはさらに、タンクリーチング試験の方法に基づいて蒸留純水（以後、蒸留水と呼ぶ）、人工海水溶液（濃度 30g/L、以後海水と呼ぶ）および硫酸水溶液（濃度 0.01N、以後希硫酸と呼ぶ）に水浸させ、7日間、28日間経過後の試料を一軸圧縮試験に供した²⁾。硫酸水溶液を用いているのは、日本の沖積粘土には多くの生物起源パイライトが確認でき、酸化によって硫酸が生成されることによる。各水溶液の入れ替え頻度は2週間に1度行った。

3.2 実験結果および考察

図-2～5に、室内恒温養生7日および28日後における各水浸溶液条件による水浸時の一軸圧縮試験の結果を示す。まず、溶存シリカ試料にBBを添加した場合、室内恒温養生7日後水浸した改良土では、いずれの水浸溶液においても水浸7日で一端強度低下を示し、その後水浸28日で水浸前と同等の強度を示した。他方、室内恒温養生28日後に水浸した試料では、水浸28日において海水水浸の改良土のみ水浸前より低い強度を示した。次に、純水試料にBBを添加した場合、室内恒温養生7日、28日後水浸した改良土はいずれも海水水浸において水浸直後から強度低下を示し、水浸28日において水浸前に比べ極端に低い強度を示した。他方、溶存シリカ試料にCaOを添加した場合、いずれも海水水浸試料は他の水浸溶液より低い強度を示しているが、室内恒温養生期間にも関わらず水浸前に比べ高い強度を示した。海水水浸による試料はいずれの改良材・試料においても、室内恒温条件7日後に比べ28日後に水浸した場合が強度低下の影響を受けている。また、室内恒温養生7日の試料に比べ28日の試料では強度増加の割合が低いことが要因の一つとして考えられる。以上に述べた強度低下はCaの溶出に伴う硬化体組織の多孔質化が要因として考えられている⁴⁾。大石ら⁵⁾は、Ca溶出による強度低下の進行は改良強度が低いほど速くすることを明らかにしている。本検討においても、BB添加時の結果はこれらの知見に該当しているといえる。しかし、溶存シリカ試料にCaOを添加した場合の各室内恒温養生後の強度は、純水試料にBBを添加した場合の強度に比べ低いにも関わらず海水水浸により大きな強度低下の影響を受けている。このことから、改良対象土の違いが改良土の強度低下の進行に影響を及ぼす可能性があると考えられる。

4. まとめ 本報で得られた結果を要約すると次のとおりである：1)カオリンを改良対象土とした場合、初期強度増加との間に溶存シリカ量の最適値が存在する；2)改良対象土の違いが改良土の強度低下の進行に影響を及ぼす可能性があると考えられる。

謝辞：

本研究は、(独)日本学術振興会・平成23年度学科研究費補助金・基盤研究(B)(一般)・課題番号23360204(研究代表者：日野 剛徳)助成を得て進めたものである。また、研究の一部には(独)日本学術振興会・平成23年度学科研究費補助金・挑戦的萌芽研究・課題番号23656300(研究代表者：日野 剛徳)による助成および研究内容も関連した。記して感謝の意を表します。

参考文献：1)末吉ら：平成22年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集，CD-ROM，pp.479-480，2011。2)末吉ら：第46回地盤工学研究発表会平成23年度発表講演集，CD-ROM，pp.2179-2180，2011。3)Sueyosi et al.：Proc. Intern. Symp. on Sustainable Geosynthetics and Green Technology for Climate Change (SGCC2011)，Bangkok，Thailand，2012。(掲載決定)4)原ら：土木学会論文集C，Vol.66，No.1，pp.21-30，2010。5)日野：第44回地盤工学研究発表会平成21年度発表講演集，CD-ROM，pp.77-78，2009。6)大石ら：第39回地盤工学研究発表会平成16年度発表講演集，CD-ROM，pp.785-786，2004。

	蒸留水	海水	希硫酸	非水浸
室内恒温養生7日	○	△	□	▽
室内恒温養生28日	●	▲	■	▼

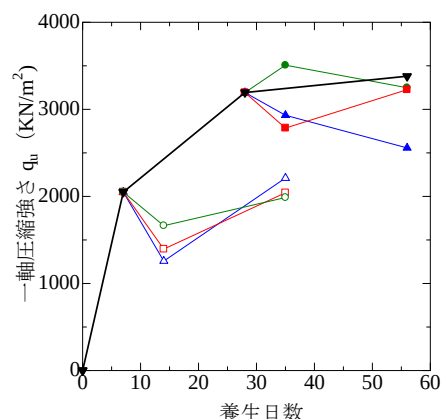


図-2 BB添加による溶存シリカ試料の強度特性

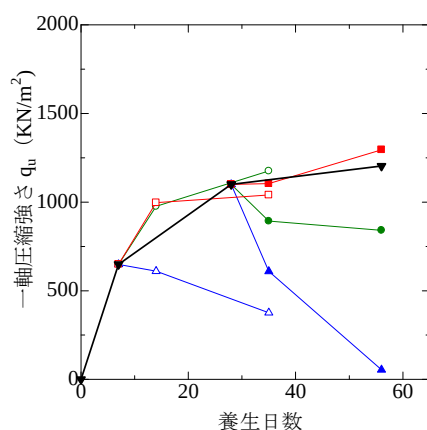


図-3 BB添加による純水試料の強度特性

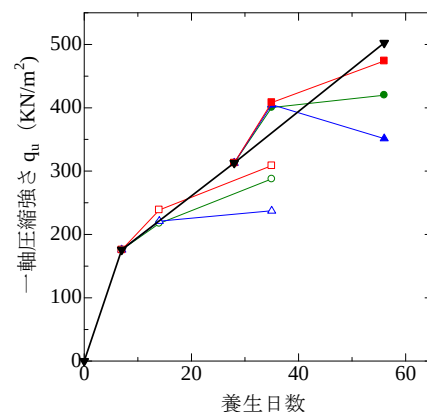


図-4 CaO添加による溶存シリカ試料の強度特性