

粘土と接するセメント改良土の安定性に関する基礎的検討

広島大学 学生会員 ○森田 賢伍
 広島大学 正会員 半井 健一郎
 デンカ株式会社 正会員 佐々木 崇

1. 背景・目的

セメント改良土（以下改良土）とは、セメントまたはセメント系の固化材を添加混合し、土の性質を改良したものである。構造物基礎に適用されることが多かったが、近年では有害物質の封じ込め効果¹⁾を目的とした利用も増加している。

改良土の劣化として、カルシウム溶脱による劣化がある。これは、周辺土壌中に存在する水との接触によってカルシウムイオンが溶出し、水和物が破壊される劣化である。カルシウム溶脱によって改良土では、周辺土壌との境界面付近で強度低下が発生することが報告されている²⁾。カルシウム溶脱が引き起こすもう一つの問題として、セメント中に含まれる六価クロムの溶出が予測される。通常、六価クロムはセメント水和物中に固定されているが、カルシウム溶脱によって水和物が破壊されることで、固定されていた六価クロムが周辺環境へ溶出する可能性がある。しかし、カルシウム溶脱と六価クロムの溶出の関係についての検討事例は見当たらない。

一方で、六価クロムの溶出そのものに関しては、改良土における問題点として指摘され、これまでも数多くの研究^{たとえば3)}が行われてきた。

本研究では、粘土と接する改良土のカルシウム溶脱による劣化について、強度低下と六価クロム溶出の観点から明らかにすることを目的とする。

2. 試験概要

(1)供試体概要

本研究では、改良土円柱供試体を底面のみ周辺土円柱供試体と一面接触させた周辺土接触供試体（以下接触供試体）を作製した。改良土円柱供試体、周辺土円柱供試体はどちらも直径 100 mm、高さ 100 mm である。周辺土には含水比 100 %の笠間粘土を使用した。改良土の配合は、表層改良工事で汎用的に用いられて

いる周辺土 1m³に対し、セメント系固化材を 200kg 添加する配合を参考にした。打設後は、室温 20℃、湿度 60%の恒温室内で封緘養生を行った。

材齢 28、91 日で接触供試体を高さ 15 mm ごとに切断した。その後、各切断供試体から環境庁告示第 46 号試験に基づいて検液を抽出し化学分析を行い、カルシウム溶脱と六価クロムの溶出について評価を行った。測定項目および測定方法については表 1 に示す。

表 1 各項目の測定方法

測定項目	測定方法
カルシウム濃度	ICP 発光分析法 (JIS K0102-65.2.4)
六価クロム 全クロム濃度	ジフェニルカルバジド吸光度法 (JIS K0102-65.2.1)
酸化還元電位	酸化還元電位法
pH	pH 計による測定

3. 試験結果

(1) カルシウム濃度測定結果

材齢 28,91 日でのカルシウム濃度を図 1 に示す。材齢 28 日でのカルシウム濃度は、境界面からの距離に関わらずほぼ同程度となっているが、境界面から 1.5cm 以内の領域で若干低下している。一方で、材齢 91 日では材齢 28 日と比較すると変動が大きく、境界面から 1.5cm～3.0cm の領域でカルシウム濃度は 200mg/L 程度であり最大となっている。また、境界面から 1.5cm 以内の領域ではカルシウム濃度が急激に低下し、150mg/L 程度となった。これは、材齢の経過によりカルシウム溶脱が進行したためであると考えられる。

(2) 六価クロム濃度測定結果

材齢 28,91 日での六価クロム濃度を図 2 に示す。六価クロムは材齢 28 日では、境界面からセメント改良土

キーワード セメント改良土 カルシウム溶脱 六価クロム溶出

連絡先 〒739-8527 東広島市鏡山 1-4-1 広島大学大学院工学研究科 社会基盤環境工学専攻 事務室

TEL : 082-424-7819・7828

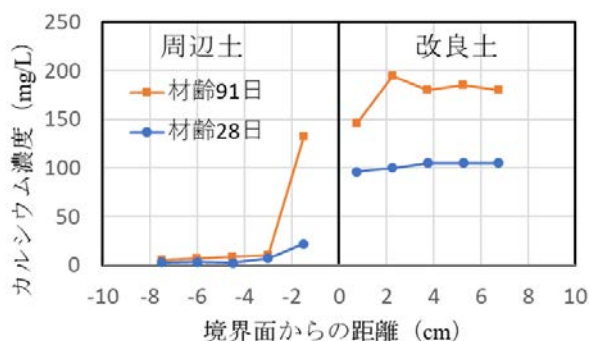


図1 カルシウム濃度の分布（材齢 28 日）

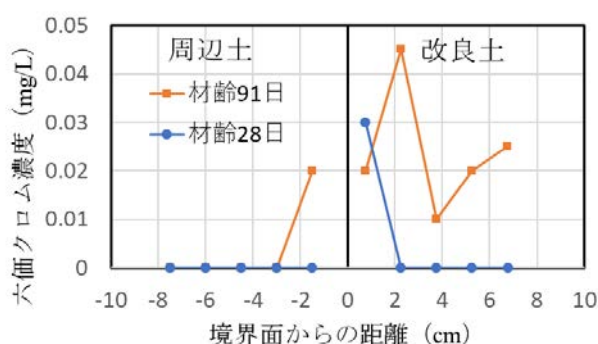


図2 六価クロム濃度の分布（材齢 28 日）

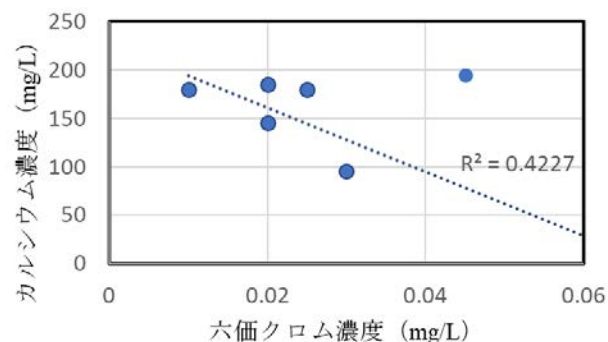


図3 カルシウム濃度と六価クロム濃度の関係

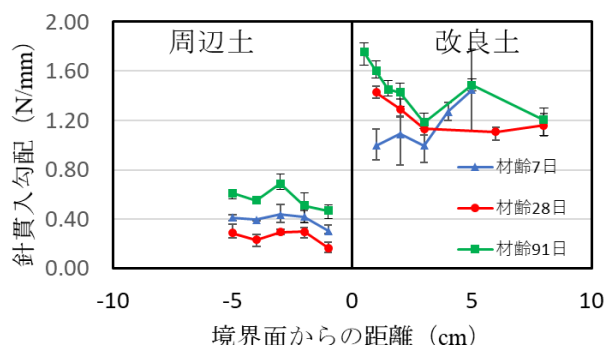


図4 針貫入勾配の分布（材齢 7, 28, 91 日）

側 1.5 cm の位置でのみ 0.03mg/L の溶出が確認できた。一方、材齢 91 日ではセメント改良土側からは各位置で六価クロムの溶出が確認され、境界面から 1.5cm～3.0cm の領域で 0.045mg/L の溶出があり、六

価クロム溶出量は最大となった。また、周辺土側の 1.5cm 以内の領域でも 0.02mg/L の溶出があり、周辺土への六価クロムの溶出が確認された。

また、図 3 に示すようにカルシウム濃度と六価クロム濃度にはやや相関関係が確認され、カルシウム溶脱によって六価クロム溶出が発生することが示唆された。

(2) 針貫入勾配の分布

材齢 7, 28, 91 日における針貫入試験結果を図 4 に示す。周辺土との接触によって、境界面付近の改良土側では針貫入勾配が増加しており、予測していたカルシウム溶脱による強度低下は確認できなかった。また、境界面付近での強度増加は材齢経過とともに顕著に表れた。針貫入勾配が増加した原因としては、泉尾らによって行われた研究²⁾において、低含水比の周辺土と接触させた際に、境界面付近で針貫入勾配が増加することが報告されており、本研究と同様の強度分布となっている。しかし、本研究では周辺土の含水比 100%に調整しているため周辺土の条件が異なり、境界面付近で強度が増加した正確な原因について明らかにすることはできなかった。

4. まとめ

- ・ 周辺土との接触によりカルシウム溶脱が発生していることが確認された。
- ・ カルシウムの溶脱と六価クロムの溶出には関係性があることが示唆された。
- ・ 周辺土と改良土の境界面付近では針貫入勾配が増加した。

参考文献

- (1) Estabragh, A.R., et al.: Mechanical and leaching behavior of a stabilized and solidified anthracene-contaminated soil, Journal of environmental engineering, Volume 144, Issue 2, 2018
- (2) 泉尾英文ほか: 周辺土の含水比がセメント系固化材による改良体の強度特性へ与える影響～材齢 1 年～, 第 71 回セメント技術大会講演要旨 2017, pp.164-165, 2017
- (3) 恒岡伸幸ほか: セメント改良土から溶出する六価クロムに土壌の吸着・還元作用が及ぼす影響, 土木学会論文集 No.764/3-67, 133-145, 2004