

石灰処理した有明粘土の酸化が化学成分の溶脱に及ぼす影響

佐賀大学大学院	学生会員	原 弘行
佐賀大学低平地研究センター	F 会員	林 重徳
同上	正会員	杜 延軍
同上	正会員	末次 大輔

1.はじめに

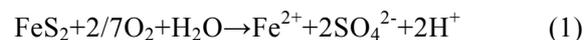
現在、築堤から凡そ 30 年が経った佐賀県六角川堤防の至る箇所では石灰処理土層の亀裂が確認され、漏水が発生している。堤体には石灰安定処理した有明粘土や山土が使われている。石灰改良土はポゾラン硬化反応で生成される水和物(C-S-H、C-A-H)¹⁾により長期的に安定であると考えられているが、漏水が確認できる法尻表層部では、石灰改良土層が著しく泥濁化しており、付近一帯が湿地化している。石灰改良土の泥濁化は堤体の安定性を低下させる要因となる。また、漏水箇所において酸化鉄と見られる褐色を呈する水が浸出している箇所が確認された(写真-1)。これは黄鉄鉱の酸化により生成された酸化鉄である可能性が極めて高い。本研究では有明粘土中の黄鉄鉱の酸化が石灰改良土からの化学成分溶脱に及ぼす影響を検討するため、基礎的な実験を行った。



写真-1 六角川漏水現場

2.試料および実験方法

有明粘土をはじめ、還元状態にある海成粘土などには一般に黄鉄鉱と称する鉱物を含有すると言われている。黄鉄鉱が酸化することにより、(1)式に示す化学反応が進行し、硫酸イオンが生成され、強酸性を呈することがある²⁾。



本研究では、上記の酸化反応により生成される硫酸イオンに着目した。硫酸イオンがポゾラン硬化反応により生成される水和物を溶解し、強度低下を引き起こす可能性があると考えた。そこで、石灰改良土を化学的に酸化させ、溶出試験を行った。

本研究で用いた試料は、六角川河口より採取した有明粘土である。実験に先立ち、採取した粘土の黄鉄鉱の有無を調べる試験を行った。まず、粘土 2g に対し 30%過酸化水素水を 20mL 加え、湯せん上で加熱した。その後溶液をろ過し、ろ液に塩化バリウムを加えた³⁾。その結果、硫酸バリウムの白色沈殿が確認され、今回使用した有明粘土は黄鉄鉱が含まれている可能性が示唆された。

実験に使用する石灰改良供試体は、次のように作製した。まず、粘土に蒸留水を加え、含水比を液性限界($w_L=164\%$)の 1.5 倍に調整した試料に、粘土の乾燥重量に対し 8%の石灰を添加し、7 日間養生した。その後試料を破碎して、ふるいで分級処理し、4.75mm ふるいを通過し、2.00mm ふるいに残留した試料を用いた。

本実験では、石灰改良土中の黄鉄鉱の酸化時間を短縮させるため、過酸化水素水を用いて強制的に酸化させた。試料の酸化の程度を変えるため、過酸化水素濃度を 0~10%に調整した。分級処理した試料と所定の濃度の過酸化水素水溶液を固液比 1:10 にして混合した。試料と溶液の混合には往復振とう機を用い、振とう速度:200rpm、振とう時間:6 時間の条件で溶出試験を行った。試験後、溶液中の pH および Ec を測定するとともに、ICP 発光分析装置を用いて Ca、S 濃度を測定した。

3. 実験結果および考察

図-1 に過酸化水素濃度と Ec の関係を示す。過酸化水素の濃度が高くなると、Ec の値も大きくなり、多くのイオンが溶出している。図-2、図-3 に各過酸化水素濃度と S 濃度、pH の関係を示す。過酸化水素濃度の増加に伴い S 濃度が増加し、pH は低下する傾向が認められた。これは過酸化水素水により黄鉄鉱が酸化反応を起こし硫酸が生成されたためと考えられる。図-4 に同溶液の Ca 濃度の測定結果を示す。S 濃度同様、過酸化水素濃度が増すと Ca 濃度も高くなる傾向にある。過酸化水素水濃度 0% に比べ、10% では約 1.7 倍の Ca が検出されている。これは、酸化の進行に伴い黄鉄鉱から生成された硫酸がポゾラン反応により生成される水和物を溶解し、その主成分の一つである Ca が溶出したためと考えられる。

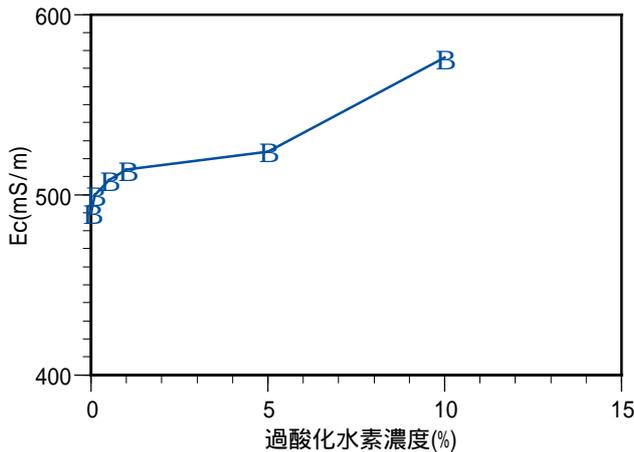


図-1 過酸化水素濃度と Ec の関係

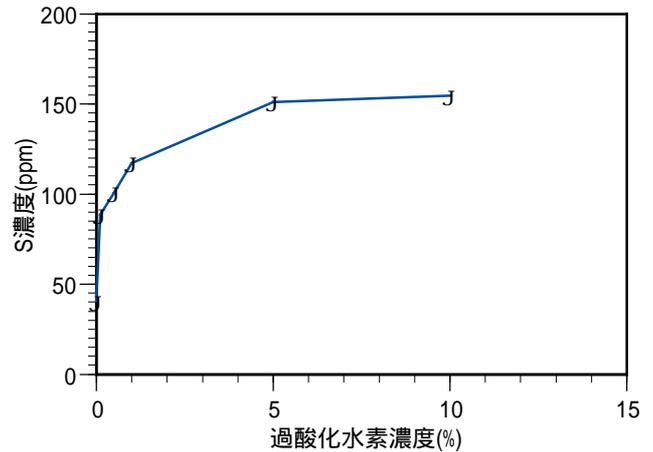


図-2 異なる過酸化水素濃度における S 溶出濃度

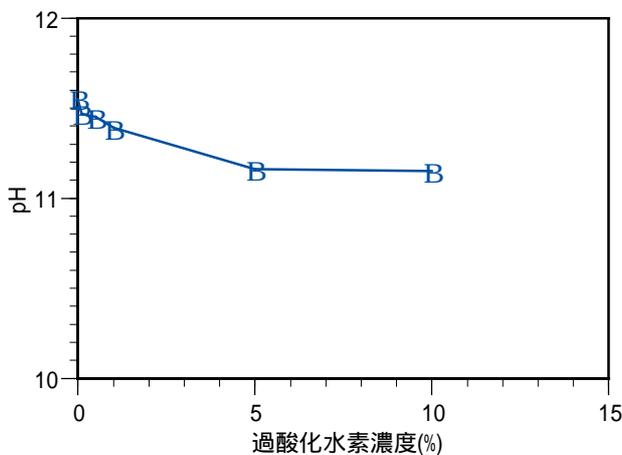


図-3 過酸化水素濃度と pH の関係

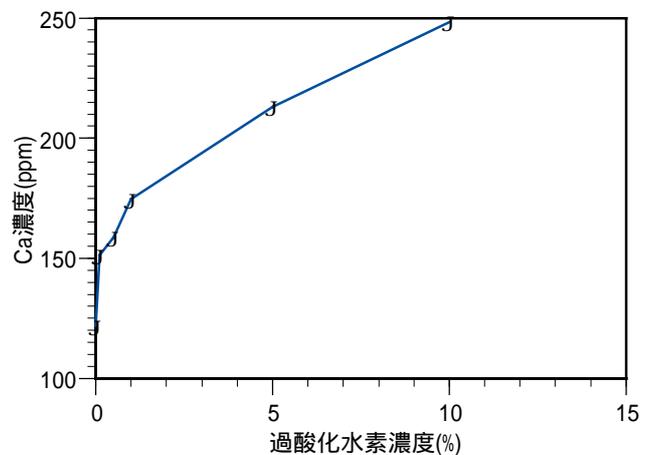


図-4 異なる過酸化水素濃度における Ca 溶出濃度

4. まとめ

石灰改良土に濃度を調整した過酸化水素溶液を加え、溶出試験を行った。黄鉄鉱が酸化し、硫酸が生成された際の化学成分の溶脱特性について検討した。本研究で得られた知見は以下の通りである。

- 1) 黄鉄鉱を含む有明粘土が酸化すると S の溶出が認められ、硫酸が生成される可能性が示唆された。
- 2) 酸化に伴い生成された硫酸がポゾラン反応により生成される水和物を溶解し、その主成分である Ca を溶出させる可能性がある。

[参考文献]

- 1) 落合英俊, 松下博通, 林重徳: 硫酸イオンを含む地盤における住宅基礎, 土と基礎, Vol34, No.6, pp.45-50, 1986.6.
- 2) 日本石灰協会土質安定処理工法委員会編: 石灰による土質安定処理工法, 1970.
- 3) 土壌環境分析法編集委員会編: 土壌環境分析法, pp297-301, 1997.