

母材の異なる酸性土の中性化処理に及ぼすアルカリ資材の効果

九州産業大学 学生会員 木原 聡 九州産業大学 正会員 林 泰弘  
 ラサテック 非会員 佐藤 市郎 MT アクアポリマー 正会員 田村 明  
 九州産業大学 学生会員 赤司かがり 九州産業大学 正会員 松尾 雄治

1. はじめに

首都圏の地盤にはヒ素や黄鉄鉱を含んでいる堆積岩等が幅広く存在している<sup>1)</sup>。シールド工事等で掘削された黄鉄鉱を含む堆積岩は大気にふれる過程で酸化・酸性化することでヒ素等の溶出量が増加し、事後に汚染土と判定される懸念がある。本研究では、酸性化した土にアルカリ改良材であるカルシウム系資材、マグネシウム系固化材、製鋼スラグを添加する中性化処理を行い、土の種類の違いにおけるアルカリ資材の中性化の有効性に着目した。

2. 試料の特性

使用した試料は横浜で採取された土丹と新門司土砂処分場で採取された浚渫土であり、特性を表1に示す。土丹は砂分を多く含んだ細粒分質砂であり、浚渫土は粘土（高液性限界）である。いずれの試料も土懸濁液試験(JGS 0211-2009)での pH(H<sub>2</sub>O)は中性を示し、酸性化可能性試験(JIS 0271-2016)による pH(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)も中性を示したことから、酸性化の可能性は低いと判断した。

3. アルカリ資材の pH

アルカリ資材は、カルシウム系資材 (Ca 材)、マグネシウム系固化材 (Mg 材)、製鋼スラグ (SS 材) を使用した。酸性化可能性試験で使用する過酸化水素水は水酸化ナトリウム水溶液を用いて pH6 に設定するのが通常であるが、アルカリ資材の酸性環境での特徴を把握するために、過酸化水素水を pH2、4 に調整した試験も行った。その結果を図 1 に示す。pH(H<sub>2</sub>O)と pH(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)を比較すると、pH6 の過酸化水素水を用いた pH(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)のみ pH(H<sub>2</sub>O)よりも高い値が得られたが、アルカリ資材は酸性環境の影響を受けにくいと考えられた。

4. 試験方法

試験の流れを図 2 に示す。研究対象を建設発生土の土質区分基準の泥土とし、設定含水比はコーン指数が 150kN/m<sup>2</sup> になるように含水比を土丹は 29%、浚渫土は 52.5%に調整した。pH3 の酸性土を作製するために硫酸を添加した予備実験を行った結果から、硫酸添加率を土丹は 0.17mol/kg、浚渫土は 0.6mol/kg とした。酸性土は恒温庫(20±3℃)で 3 日間養生した後、アルカリ資材を添加した。中性化処理した酸性土を密閉容器に入れ、恒温庫(20±3℃)で 7 日間養生した。

5. 中性化処理した酸性土の試験結果

土懸濁液試験を養生 1 日目と 7 日目、酸性化可能性試験は養生

表 1 試料の特性

試料名称		土丹	浚渫土
土粒子の密度	g/ c m <sup>3</sup>	2.703	2.604
砂分(0.075-2mm)	%	71	7.6
シルト分(0.005-0.075mm)		18	31.6
粘土分(0.005mm以下)		11	60.8
均等係数 U <sub>c</sub>		44.6	4.5
曲率係数 U <sub>c</sub> '		10.48	0.68
強熱減量 Li	%	2.35	7.54
初期含水比	%	24	86.9
設定含水比	%	29	52.5
pH(H <sub>2</sub> O)		7.75	7.43
pH(H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )		7.71	7.2

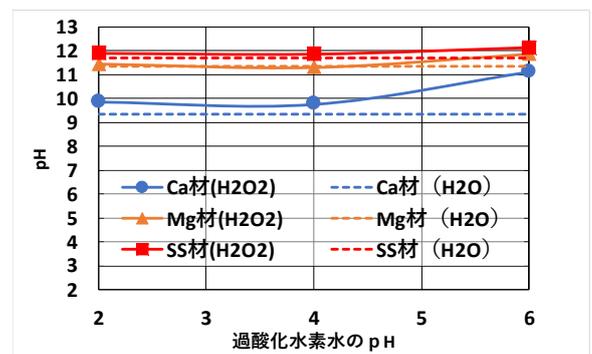


図 1 アルカリ資材の pH の変化

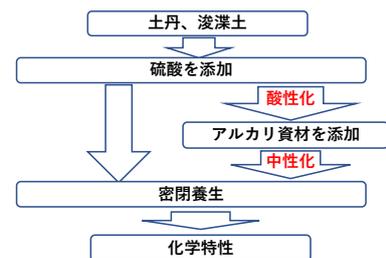


図 2 試験の流れ

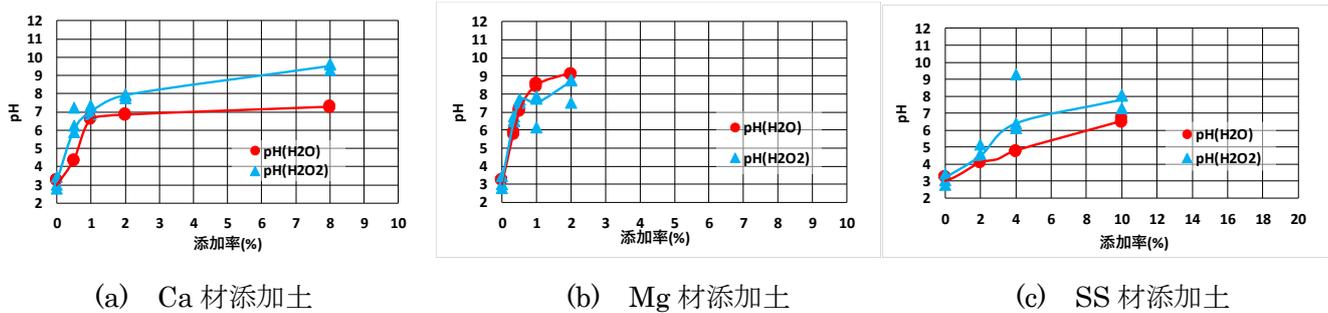


図3 土丹酸性土へのアルカリ資材添加率と pH の関係

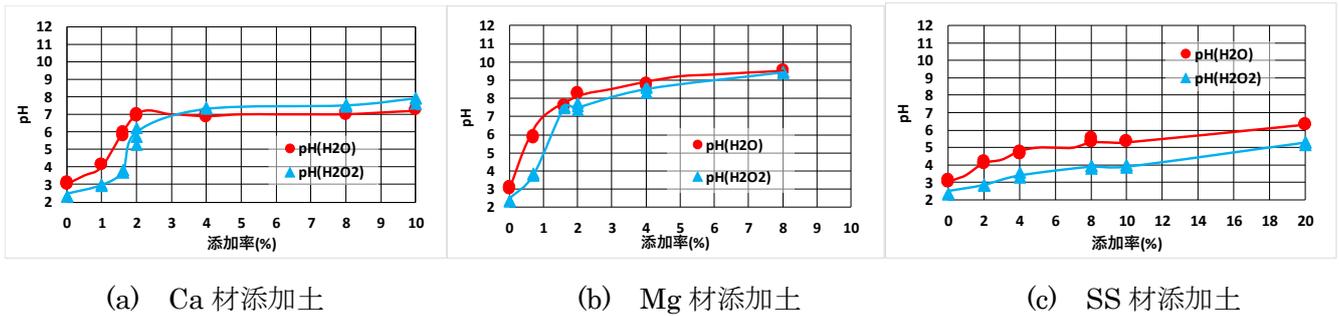


図4 浚渫土酸性土へのアルカリ資材添加率と pH の関係

7日目以降に行った。Ca材添加土、Mg材添加土のpH(H<sub>2</sub>O)は原土によらず養生によるpHの変化は小さかった。SS材添加土は養生7日目の方がpH(H<sub>2</sub>O)は高くなった。Ca材、SS材を添加した土丹はpH(H<sub>2</sub>O) ≤ pH(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)となり、SS材を添加した浚渫土はpH(H<sub>2</sub>O) ≥ pH(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)となったため、長期的なpH(H<sub>2</sub>O)は変化することが示唆された。Ca材添加土の浚渫土、Mg材添加土はあまりpHの変化がみられなかった。この結果より、以降のpH測定は養生7日目の試料を用いた。

図3、4に酸性化した土丹と浚渫土への各種アルカリ資材の添加量とpHの関係を示す。pH(H<sub>2</sub>O)は養生7日目の結果を使用した。酸性土にCa材を添加した場合、土丹に対しては1%以上、浚渫土に対しては2%以上で中性(6.5 ≤ pH(H<sub>2</sub>O) ≤ 7.5)を示した。しかしながら、土丹にCa材を8%添加した場合にはpH(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)がpH ≃ 9となったため、将来的にpH(H<sub>2</sub>O)が上昇する可能性があると考えられる。酸性土にMg材を添加した場合、土丹に対してはpH(H<sub>2</sub>O) ≥ 8でpH(H<sub>2</sub>O) ≥ pH(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)となるが、pH(H<sub>2</sub>O) ≤ 8でpH(H<sub>2</sub>O) ≤ pH(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)になるため、将来的にはpH(H<sub>2</sub>O) ≃ 8になると考えられる。酸性土にSS材を添加した場合、土丹に対しては10%以上、浚渫土に対しては20%以上添加することで中性(6 ≤ pH(H<sub>2</sub>O) ≤ 7)になった。また、SS材を添加した場合、土丹に対してはpH(H<sub>2</sub>O) ≤ pH(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)、浚渫土に対してはpH(H<sub>2</sub>O) ≥ pH(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)となった。

以上のことから、酸性土の中性化に必要なアルカリ資材の量は少ない順に、Mg材、Ca材、SS材であったが、Ca材を添加した場合には長期的にpHが上昇する可能性が懸念される。また、浚渫土は酸性化に必要な硫酸量が多くなり、中性化に必要なアルカリ資材の量も多いなど、pHの緩衝能が高いことが示された。

6. まとめ

土丹は浚渫土よりもアルカリ資材の影響を受けやすく、浚渫土より少ない添加量で中性化処理することができた。浚渫土は土丹より中性化処理に必要な添加量が多くなるが、将来的なpHの変化をみると土丹より安定している。養生日数28日の試験を現在行っており、結果は研究発表会当日に発表する。

謝辞：本報告はJSPS科研費JP17K06566の助成を受けた研究の一部である。

参考文献：1)島田允堯：自然由来重金属による地下水・土壌汚染問題の本質：ヒ素 pp.47-48、2009。 2)赤司かがりら：酸性化する上総層群泥岩の中性化処理、第12回環境地盤シンポジウム、pp303-308、2017