

乾湿繰返し養生による中性化処理土の pH の変化

九州産業大学 学生会員 赤司かがり
ラサテック 非会員 佐藤 市郎
九州産業大学 正会員 松尾 雄治

九州産業大学 正会員 林 泰弘
MT アクアポリマー 正会員 田村 明

1. はじめに

首都圏では大断面・大深度のシールド工事が盛んであり、今後も大量の残土の発生が予想されているが首都圏の処分場の容量が逼迫しているため、残土の有効利用が求められている。残土が大気に触れる過程で酸化・酸性化することで、掘削土からのヒ素等の溶出量が増加し汚染土と判定される懸念がある。著者ら¹⁾はこれまで酸性化する土に炭酸カルシウム、酸化マグネシウム等のアルカリ資材を添加して中性化処理土を作製したのち、短期養生をおこない土懸濁液試験の pH(H₂O)が中性を示すアルカリ資材の添加量を求めた。本研究では、中性化処理土の長期的な pH の安定性を検討するために、1 年間養生した試料と乾湿繰返し条件下で養生した試料の pH、酸性化可能性試験の pH(H₂O₂)を検討した。

2. 試料の特性

試料は 2016 年に横浜市の鉄道トンネル工事現場で採取された上総層群泥岩（土丹 B¹⁾）である（表 1）。土丹 B は採取時からコーン指数が 200kN/m²程度の泥状であり、ほぼそのままの含水比で用いた。pH(H₂O)は、入手時から若干低下したものの約 1 年経過後の試験開始時も中性を示しており、pH(H₂O₂)の結果と近い値を示したため、酸性土ではないと判断した。

3. 試験方法

試験の流れを図 1 に示す。土丹 B に黄鉄鉱または硫酸を添加して酸性化土を作製した。黄鉄鉱の添加量は 7% (pH(H₂O₂)=3.7)²⁾とし、酸性化土(FeS₂7%)と表す。硫酸の添加量は 0.33mol/kg（目標 pH=3）、0.16mol/kg（目標 pH=4）とし、それぞれ「酸性化土(pHa3)」、「酸性化土(pHa4)」と表す。酸性化土作製後 3 日間養生し、アルカリ資材を添加した中性化処理土を作製した。20±3℃の恒温庫で 7 日間養生した試料をフィルターを敷いたふるいに入れ、JGSA 2124・2009「岩石のスレーキング試験方法」を参考にした乾湿繰返し養生³⁾を行った。水浸の際には酸性雨を想定して硝酸で pH=4 に調整した水を使用した。養生後に pH(H₂O)、pH(H₂O₂)を測定した。

4. アルカリ資材の添加率

中性化のために炭酸カルシウムは 5、10%、酸化マグネシウムは 2、5、10%を添加し、均一になるように混合した。20±3℃の恒温庫で密封養生 7 日目の pH(H₂O) の結果

表 1 試料の特性

入手時	土懸濁液試験	入手年度		2016
		採取場所		横浜
		含水比	(%)	36.9
		pH		8.86
	環境省告示46号試験	ヒ素の溶出		mg/L 0.046
試験開始時	土懸濁液試験	試験開始年度		2017
		含水比	(%)	35.4
		設定含水比	(%)	37
		初期のpH		7.68
		電気伝導率	mS/m	47
	酸性化可能性試験	pH		7.37
		電気伝導率	mS/m	148

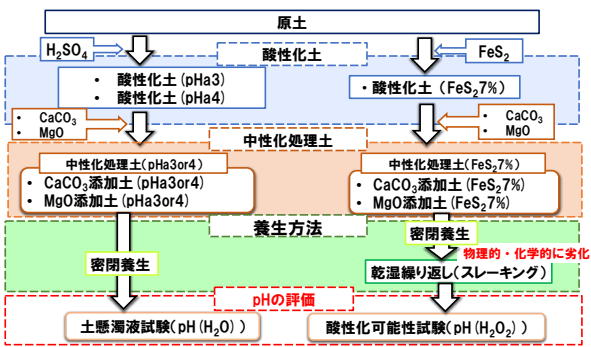


図 1 試験の流れ

表 2 アルカリ資材添加量

		酸性化土		
		FeS ₂ 7%	pHa3	pHa4
アルカリ資材 添加量(%)	CaCO ₃	4.0	4.0	1.12
		10	10	2.5
	MgO	0.5	0.5	0.6
		2.0	2.0	1.2

キーワード：中性化処理、pH、乾湿繰返し

連絡先 〒813-8503 福岡市東区松香台 2-3-1 九州産業大学 建築都市工学部 都市デザイン工学科 TEL:092-673-5682

から pH=6、8 となるアルカリ資材添加率を決定した (表 2)。中性化処理土は添加したアルカリ資材の種類と量、酸性化土の組み合わせにより、例えば酸性化土(pHa3)に炭酸カルシウムを 4%添加したものは「CaCO₃:4%(pHa3)」、酸性化土(FeS₂:7%)に酸化マグネシウム 2%添加したものは「MgO:2%(FeS₂:7%)」と記す。

5. 1 年間養生した試料の pH (H₂O)

図 2 に養生 1 年した試料の pH(H₂O)と養生 7 日の pH(H₂O)の関係を示す。アルカリ資材の添加が高い CaCO₃:10%(pHa3)、CaCO₃:10%(FeS₂:7%)、MgO:2%(FeS₂:7%)および未処理土は 1 年養生しても pH(H₂O)≧pH(H₂O₂)であり中性を保ったままだった。アルカリ資材の添加率が低い場合 pH(H₂O)≡pH(H₂O₂)となった。

6. 乾湿繰り返し養生した試料の pH

養生条件の異なる試料の養生 7 日目の pH(H₂O)を比較したが図 3 に示すように違いは見られなかった。

図 4 は湿潤試料の pH(H₂O)と pH(H₂O₂)を比較したものである。酸性化土 (pHa3) を中性化処理したものは pH(H₂O₂) < pH(H₂O)となる傾向にあったが、酸性化土(pHa4) の中性化土のほとんどは pH(H₂O₂)≡pH(H₂O)となった。

図 5 は養生条件 7 日目の湿潤試料の pH(H₂O)と乾湿試料の pH(H₂O₂)を比較したものである。アルカリ資材の添加量が少ない物を除き pH(H₂O₂)≡pH(H₂O)となった。

7. まとめ

養生 7 日目の湿潤試料の pH(H₂O)の pH が中性域を示しても、アルカリ資材の添加量が少ない場合には 1 年間湿潤養生や乾湿繰り返し養生した試料の pH(H₂O)や pH(H₂O₂)は酸性側に変化する可能性があるため注意が必要であることが示された。

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) 林泰弘ら: 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発表論文集、pp303-pp308、2017.9. 2) 長野佑希ら: アルカリ資材による黄鉄鉱を含む土の酸性化抑制の検討、平成 27 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集、pp.389-390、2016.3. 3) 永秋健ら: 土質安定処理した島尻層群泥岩のスレーキングによる設計 CBR への影響、平成 29 年度土木学会全国大会第 72 回年次学術講演会概要集、pp115-116、2017.9

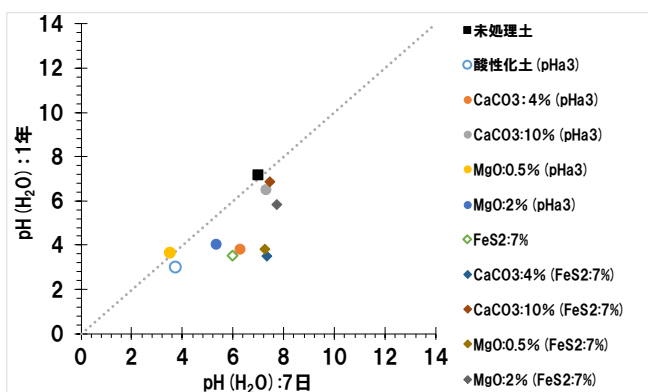


図 2 養生 7 日の pH(H₂O) と養生 1 年の pH(H₂O) 関係

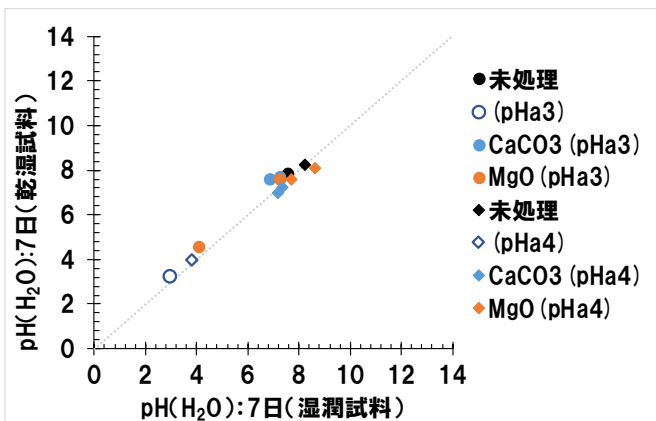


図 3 湿潤試料と乾湿試料の pH(H₂O) 比較

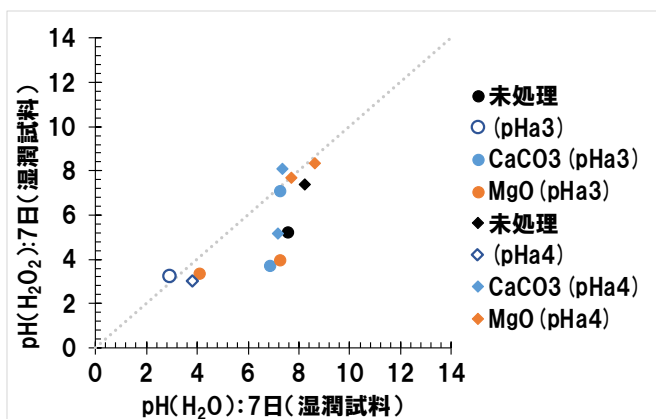


図 4 湿潤試料 pH(H₂O) と湿潤試料 pH(H₂O₂) 比較

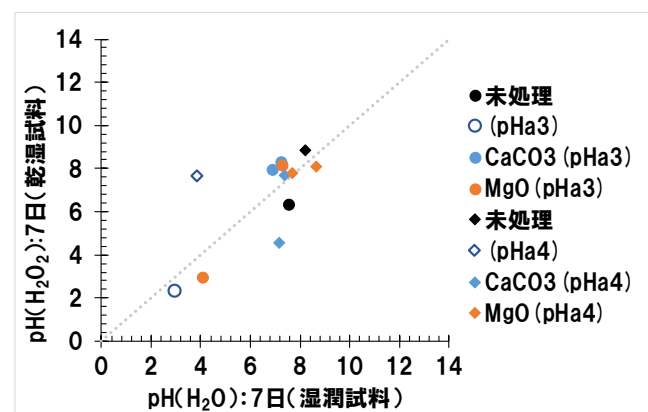


図 5 湿潤試料 pH(H₂O) と乾湿試料 pH(H₂O₂) 比較