

中性化処理した上総層群泥岩の化学特性に及ぼす乾湿繰り返し作用の影響

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 学生会員 木原 聡

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
 九州産業大学 正会員 松尾 雄治

1. はじめに

首都圏では大断面・大深度のシールド工事が進んでおり、今後も大量の残土の発生が予想されている。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が、当該地下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¹⁾。掘削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。本研究では、このような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、中性化処理を行った。さらに、改良土の長期的な pH の安定性を検討するために、乾湿繰り返し条件下で養生した試料を作製し、pH への影響を確認した。

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 B）である（表 1）。土丹 B は採取時から泥状（コーン指数は 200kN/m²程度）であり、ほぼそのままの含水比で用いた。土懸濁液試験による pH(H₂O)は、試験開始時から約 1 年経過後もアルカリ性を示しており、酸性化可能性試験 pH(H₂O₂)の結果でもほぼ同じ値を示したため、酸性土ではないと判断できる。

3. 試験方法

試験の流れを図 1 に示す。本研究では酸性土を対象としているため硫酸を添加して酸性土を作製した。硫酸の添加量は酸性土を pH=3 にするために 0.33mol/kg、pH=4 にするために 0.16mol/kg として、それぞれ酸性土(pH3)、酸性土(pH4)と表す。硫酸の添加後 3 日間養生しアルカリ資材を添加したものを改良土とした。試料の状態の違いによる pH の評価を行うため、pH(H₂O)、pH(H₂O₂)を測定した。

4. アルカリ資材の添加率の検討

硫酸添加土は養生 3 日目には酸性化していた。中性化のために酸性土 (pH3)、酸性土(pH4)ともに炭酸カルシウムは 5、10%、酸化マグネシウムは 2、5、10%をそれぞれ添加し、均一になるように混合した。20±3℃の恒温庫で密封養生後 7 日ごとに 28 日まで改良土の pH(H₂O)を測定²⁾した。なお、酸性土(pH4)の改良土に関しては養生 7 日までとした。酸性土 (pH3) の改良土において養生 7 日以降の変化がなかったため、養生 7 日目のアルカリ資材添加率と pH(H₂O)の関係を図 2 に示した。pH=6、8 を中性域の上下限として、それぞれアルカリ資材添加率を決定した（表 2）。

5. アルカリ資材と酸性化物の添加順

酸性化物とアルカリ資材の原土への添加順を検討した。改良土の pH(H₂O)を測定した結果を図 3 に示す。酸性化物を先に添加したものを酸性土+アルカリ資材、アルカリ資材を先に添加したものをアルカリ資材

表 1 試料の特性

入手時	入手年度		2016	
	採取場所		横浜	
土懸濁液試験	含水比	(%)	36.9	
	pH		8.86	
	電気伝導率	mS/m	1.32	
	環境省告示46号試験	ヒ素の溶出	mg/L	0.046
試験開始時	試験開始年度		2017	
	土懸濁液試験	含水比	(%)	35.4
		設定含水比	(%)	37
		初期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	

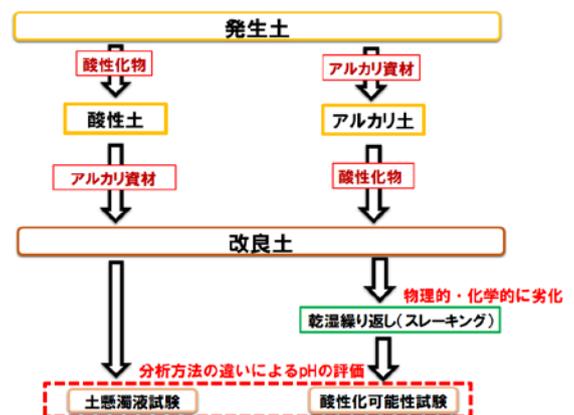


図 1 試験の流れ

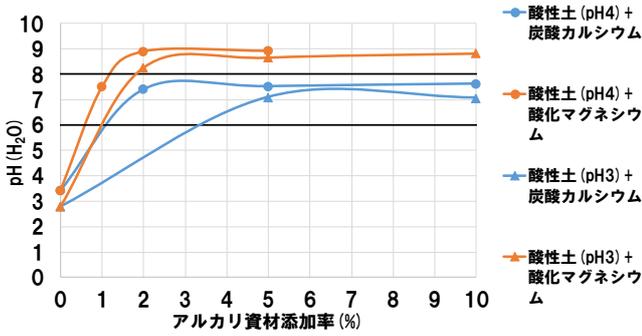


図2 アルカリ資材と pH の関係

+硫酸と記した。添加率によらずアルカリ資材と酸性化物の添加順は改良土の pH に影響を及ぼさないことがわかった。よって、以降は酸性化物を先に添加することを標準とした。

6. 乾湿繰り返しを受けた改良土の pH の評価

酸性土に表 2 で示したアルカリ資材添加率を添加した改良土を 7 日間 20±3℃の恒温庫で養生した。フィルターを敷いたふるいに改良土を入れ、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り返し養生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。

pH(H₂O)と pH(H₂O₂)との比較したものを図 4 に示す。酸性土(pH3)、酸性土(pH4)で作製したそれぞれの改良土を比較するとスレーキングの有無によらず全体的に pH(H₂O)と pH(H₂O₂)の pH が上昇することがわかった。これはスレーキングの程度が異なるためだと考えている。しかし、炭酸カルシウムも酸化マグネシウムも添加量が少ない場合には pH(H₂O₂)が pH(H₂O)より低くなる傾向にあるため、炭酸カルシウムは 2%以上、酸化マグネシウムは 1%以上の添加量が必要と考えられる。酸性土(pH4)のみ場合は pH(H₂O)と pH(H₂O₂)の pH はほぼ一致した。

7. まとめ

炭酸カルシウム、酸化マグネシウムを一定量以上添加した中性土は乾湿繰り返しに対しても pH の変化が少ないことがわかった。

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) 島田允堯：自然由来重金属等による地下水・土壌汚染問題の本質：ヒ素、pp.47-48、2009
 2) 赤司かがりほか：中性化処理した化学特性、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、pp657-658、2017.9) 3) 永秋健ほか：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

表 2 アルカリ資材添加量

年度	2016	2017	
酸性土	pH=3	pH=4	
硫酸添加量	0.33mol/kg	0.16mol/kg	
アルカリ資材	添加量(%)		
	CaCO ₃	4.0	1.1
		10	2.5
	MgO	0.5	0.6
2.0		1.2	

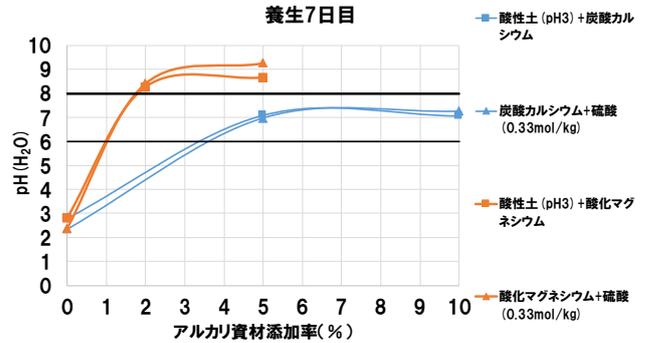
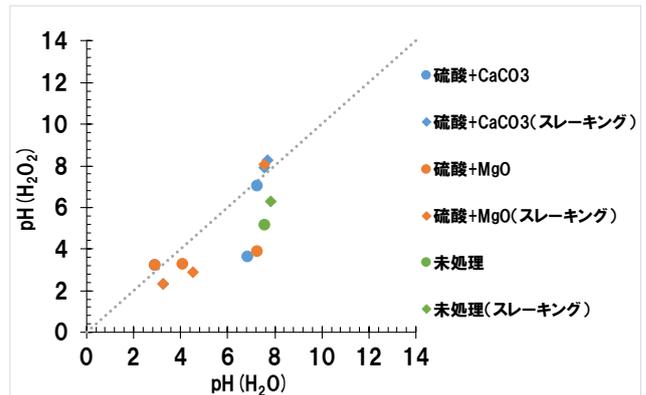
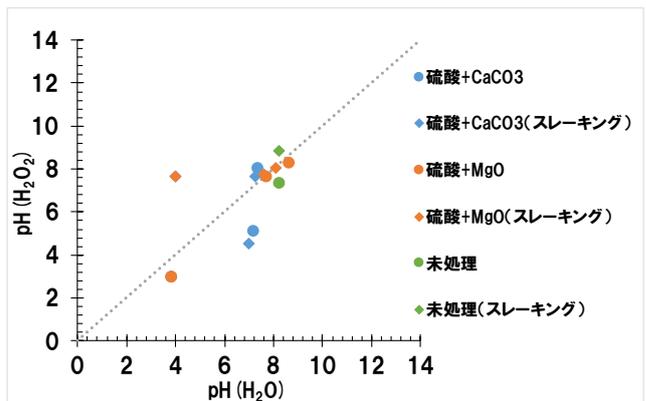


図3 アルカリ資材と酸化物の添加順



(a) 酸性土 (pH3) の場合



(b) 酸性土 (pH4) の場合

図 4 土懸濁液試験と酸性化可能性試験の pH 比較