

酸性化要因の違いがアルカリ資材添加による中性化処理へ及ぼす影響

九州産業大学 学生会員 古賀亮佑
ラサテック 非会員 佐藤市郎
西日本技術開発 正会員 赤司かがり

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

建設発生土には自然由来の含有物の影響で酸性化する土が存在する。酸性土は土の力学特性に影響を及ぼすことが示唆されている¹⁾。赤司ら²⁾は酸性化の要因として黄鉄鉱を含む土を念頭に、黄鉄鉱を模して硫酸で酸性化した土を対象土とした中性化処理において、適切なアルカリ資材の種類と添加率を検討している。また、中性化処理土の長期的な pH を評価するためには促進養生や酸性化可能性試験が有効であると示している。本研究では有機物によって酸性化する土に対する中性化処理と長期的な pH の安定性を保つための適切なアルカリ資材の添加量を推定する際に影響を及ぼす因子を検討した。

2. 実験方法

表-1 試料概要

中性化処理土は、泥状に調整した対象土に植物活性剤（AG 剤）を添加して酸性土を作製し、アルカリ資材を添加することで作製した。AG 剤は有機物に富んだ植物活性剤として土壌改良に用いられるもので、強熱減量が 33.2%、腐植酸を 8.9%、フルボ酸を 1.4% 含み、pH(H₂O)=3.15、pH(H₂O₂)=2.09 である。pH(H₂O)は土懸濁液試験（JGS 0211-2009）、pH(H₂O₂)は酸性化可能性試験（JGS 0271-2016）で測定した。中性化処理の判断基準としては、長期的に生活環境の保全に関する環境基準³⁾を満たすために pH(H₂O₂)=6.5～8.5 を基準とした。

土の種類	木節粘土	関東ロームB	土丹D	新門司土砂
含水比	0	82.16	27.71	88.1
設定含水比 %	75.8	109	29	130.9
土粒子密度 g/cm ³	2.637	2.796	2.649	2.604
礫分 %	0	4.8	0	0
砂分 %	0	30.4	49.5	11.2
細粒分 %	0	64.7	50.5	92.4
シルト分 %	23.2	-	45.2	31.6
粘土分 %	76.8	-	5.3	60.8
均等係数	-	374.2	374.2	4.5
曲率係数	-	7.85	7.85	0.68
液性限界 %	75.36	109.2	33.5	88.1
塑性限界 %	31.65	69.8	20.3	34.9
塑性指数	44.1	39.4	13.3	53.2
分類名	CH (高液性粘土)	火山灰質粘性土 (II型)	砂質粘土 (低液性限界)	砂まじり粘土 (高液性限界)
強熱減量 %	12.9	16.1	2.78	7.54
pH(H ₂ O)	6.62	8.44	4.62	6.92
pH(H ₂ O ₂)	6.72	7.32	4.15	6.47

対象試料は表-1 に示す愛知県の木節粘土、千葉県 の地山から採取された関東ローム B、神奈川県の上総層泥岩である土丹 D、関門航路を浚渫し新門司処分場に投入された新門司土砂とした。設定含水比はコーン指数が 150kN/m² となるような含水比としたが、自然含水比でコーン指数が 150kN/m² より十分に低い場合は液性限界とした。

設定含水比に調整した試料に硫酸または AG 剤を添加し pH(H₂O₂)≒3 の酸性土を作製した。硫酸添加量は木節粘土が 0.03mol/kg、関東ローム B が 1.00mol/kg、土丹 D が 0.16mol/kg、新門司土砂が 0.6mol/kg とした。AG 剤の添加率は対象試料の乾燥質量に対する割合で木節粘土が 43%、土丹 D が 30%とした。酸性土を作製後、アルカリ資材を添加して中性化処理土を作製した。アルカリ資材は炭酸カルシウム（CaCO₃）、酸化マグネシウム（MgO）を使用した。炭酸カルシウムは pH≒9 程度で、添加量は多く必要であるが余分に添加しても pH が高くなりすぎる懸念が小さい。酸化マグネシウムは pH≒10 程度で炭酸カルシウムに比べ高価であるが少量の添加での効果を期待できる。

3. 酸性土の種類とアルカリ資材添加率の関係

中性化に必要なアルカリ資材添加率(以下、必要アルカリ添加率と称する)を pH(H₂O₂)で検討する。図-1 は酸性化した木節粘土をアルカリ資材の添加率と pH(H₂O₂)の関係を示す。S は硫酸、AG は AG 剤、Ca は炭酸カルシウム、Mg は酸化マグネシウムを添加したことを示している。酸性化した木節粘土を中性化する場合の必

要アルカリ添加率は、炭酸カルシウムを用いると木節粘土:S:CaではCa=0.5%、木節粘土:AG:CaではCa=2.5%であり、酸化マグネシウムを用いると木節粘土:S:MgではMg=0.25%、木節粘土:AG:MgではMg=0.5%である。酸性化した土丹を中性化する場合、炭酸カルシウムを用いると土丹D:S:CaではCa=4%、土丹D:AG:CaではCa=10%であり、酸化マグネシウムを用いると土丹

D:S:Mg、土丹D:AG:MgともにMg=1%である。酸性化剤を硫酸からAG剤に変えることで必要アルカリ添加率が木節粘土では炭酸カルシウムは5倍、酸化マグネシウム2倍になるが、土丹Dでは炭酸カルシウムは2.5倍、酸化マグネシウムは1倍でよい。

酸性化剤の添加率と必要アルカリ添加率の関係を考察する。酸性化剤として硫酸を用いた場合(図-2)では土ごとに硫酸添加量が多いほど必要アルカリ添加率は大きくなるという関係がある。しかし、AG剤の添加率と必要アルカリ添加率の関係(図-3)では両者の関連性がみられない。そこで有機物との関連性の深い強熱減量に着目し強熱減量と必要アルカリ添加率との関係で整理した(図-4)ところ、強熱減量が増えることで必要なアルカリ資材の添加率が増加する関係がみられた。

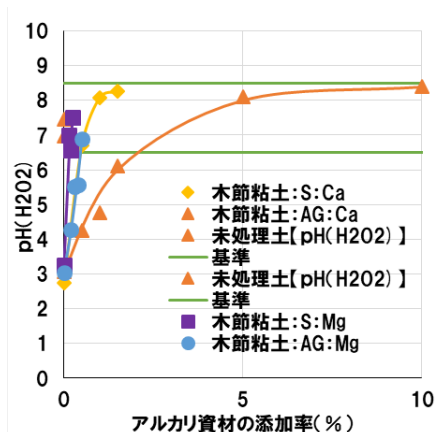
土の違いによる影響を考察するために活性度等、別の要因についても検討中である。

4. まとめ

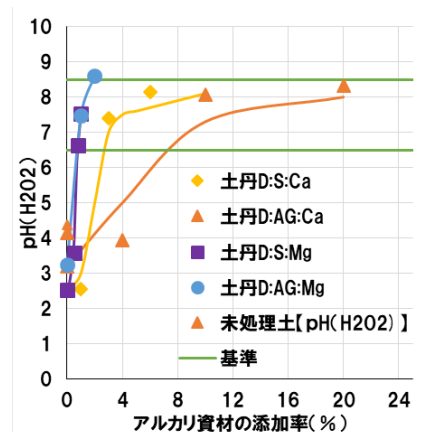
硫酸添加量や強熱減量と必要アルカリ添加率には関係がみられた。しかし、有機物由来の酸性化土を中性化する場合にはより多くのアルカリ資材が必要である。

謝辞：本研究は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) 亀井健史、佐野博昭：粘性土の強度・変形特性に及ぼす酸性化の影響、土木学会論文集、No. 517、<http://library.jsce.or.jp/jsce/open/00037/517/517-122361.pdf>、p189、(2019.12 閲覧) 2) 赤司かがり、林泰弘、田村明、松尾雄治：繰り返し水浸養生が中性化処理土のpHに及ぼす影響、第13回環境地盤工学シンポジウム、pp. 399-404、2019. 9. 3) 環境省「水質汚濁に関する環境基準、別表2 生活環境の保全に関する環境基準(1) 河川(湖沼を除く)」、<https://www.env.go.jp/kijun/pdf/wt2-1-1.pdf>、(2019.12 閲覧)



(a) 木節粘土



(b) 土丹D

図-1 アルカリ資材の添加率と pH の関係

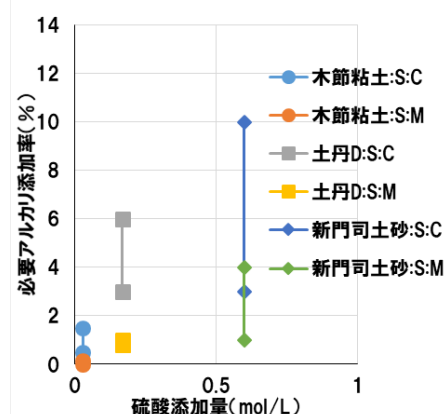


図-2 硫酸添加量と必要アルカリ添加率の関係

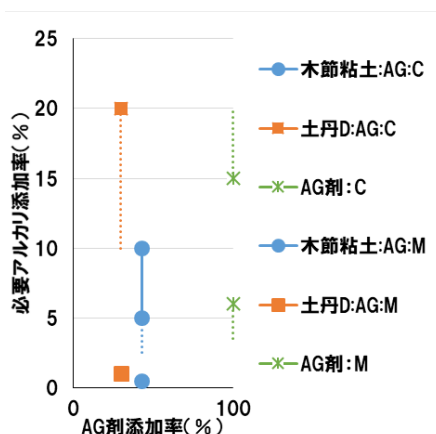


図-3 AG 剤添加率と必要アルカリ添加率の関係

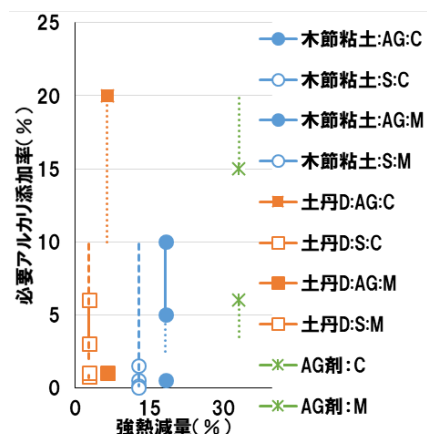


図-4 強熱減量と必要アルカリ添加率の関係