

沖縄県内の農業用沈砂池における赤土等懸濁物質の凝集沈殿法

大分工業高等専門学校	学生会員	○伊東雄一朗	大分工業高等専門学校	非会員	浦上なるみ
大分工業高等専門学校	正会員	佐野 博昭	大分工業高等専門学校	正会員	前 稔文
(株) 森岡産業	非会員	森岡 秀一	(株) 森岡産業	非会員	川満 洋
大分工業高等専門学校	非会員	上野 崇寿	沖縄工業高等専門学校	非会員	福村 卓也
東京工業高等専門学校	非会員	庄司 良	一関工業高等専門学校	非会員	二階堂 満
一関工業高等専門学校	非会員	照井 教文			

1. まえがき

近年、国内における大雨により災害が激甚化しており、中でも沖縄県の赤土等流出問題は依然として危機的な状況にある。とくに農地からの赤土等流出が非常に深刻となっており、河川や海水の汚濁、底質汚染が生じ、河川生物や沿岸海域のサンゴなどの生態系を破壊し、観光業や水産業に大きな被害をもたらしている。

写真-1 は、沖縄県内における農業用沈砂池の 1 例を示しており、沈砂池全体にわたって赤土等が浮遊している様子が伺える。このような状況下で降雨にともなう赤土等の流出水がさらに沈砂池に流入した場合、高濁度の赤土等流出水が沈砂池を越流して河川から海域へと流出することが容易に想像できる。

懸濁水を処理する方法としては、電解凝集法の他にポリ塩化アルミニウム (PAC) や硫酸アルミニウムなどの凝集剤を添加する凝集沈殿法が多く用いられているが、人工薬品を使用することによる配慮が必要である。

一方、建築材料などに使用される石膏ボードの生産量の増加にともなって、建築現場から排出される廃石膏ボードの排出量も年々増加している。中でも沖縄県では廃石膏ボードなどの産業廃棄物最終処分場の確保が困難な状況にあり、廃石膏ボード由来再生石膏の有効な利用方法が確立されていないのが現状である。このため、沖縄県では廃石膏ボードの再利用技術の開発が喫緊の課題となっている。

廃石膏ボードの再利用技術として、多くの研究者によって地盤改良材としての適用性が検討されているが、赤江ら¹⁾は、石膏を土懸濁液に添加した場合、浮遊する土粒子の凝集を促進させることを報告している。また、井上ら²⁾は、廃石膏ボードの再利用を目的として、建設発生汚泥に凝集補助剤として再生石膏を添加した場合、凝集効果が向上することを報告している。

このことより、廃石膏ボードの再利用技術として、凝集剤としての使用の可能性が期待されている。

著者ら³⁾は、既存の農業用沈砂池に対して、石膏を用いた凝集沈殿法および電解凝集法による凝集・沈殿処理設備を後付けし、沈砂池に流入した赤土等懸濁液を早期に凝集させ、基準値 200mg/L を満足した処理水

を放流することが可能な高機能沈砂池の開発を目指しており、既に、沖縄県産の赤土である国頭マージに対して電解凝集法を適用した場合の凝集効果について報告している。

そこで、本研究では、赤土等に対して凝集剤として廃石膏ボード由来再生石膏を用いた凝集沈殿法の効果を確認するために、基礎的な凝集沈殿実験を行ったのでその結果について報告する。

2. 凝集沈殿実験に用いた試料および実験方法の概要

実験にあたっては、試料土として沖縄県うるま市石川地区から採取した国頭マージ (土粒子の密度 $\rho_s = 2.74\text{g/cm}^3$, $\text{pH}(\text{H}_2\text{O}) = 8.5$, 電気伝導率 $\chi = 19.1\text{mS/m}$) を 110°C で 24 時間炉乾燥し、 $75\mu\text{m}$ ふるい通過分を用いた。また、凝集剤として、 $75\mu\text{m}$ ふるいを通過した沖縄県産の廃石膏ボード由来の二水石膏 (以後、再生二水石膏と称する) およびそれを恒温乾燥炉に静置し、炉乾燥温度 95°C で 24 時間炉乾燥することによって得られた半水石膏 (以後、再生半水石膏と称する) を用いた。

凝集沈殿実験にあたっては、プラスチック容器 ((株) 大創産業製, 有効内寸法: $14.8\text{cm} \times 6.5\text{cm} \times 8.8\text{cm}$) を用い、この容器に懸濁物質 $\text{SS} = 20,000\text{mg/L}$ となるように調整した国頭マージ懸濁液を投入し、さらに、凝集剤として再生二水石膏あるいは再生半水石膏を添加するとともに、1 分間静かに攪拌した後、1 分間静置した。その後、所定の時間ごとに懸濁液濃度の測定⁴⁾を行っ



写真-1 沖縄県内における農業用沈砂池の 1 例 (2017 年 3 月 11 日撮影)

た。なお、試験水としてはイオン交換水を用いた。

再生二水石膏および再生半水石膏の添加量としては、いずれも 0, 0.1, 0.2, 1, 2g (それぞれ国頭マージに対する質量比を百分率で表すと、0, 0.5, 1.0, 5.0, 10.0%) とした。

凝集効果の評価は、濃度測定装置⁴⁾を用いて行い、濃度測定位置は容器底面から 2.7cm の位置とし、電圧値の測定は、15 分あるいは 1 時間ごとにデジタルテスターを用いて行った。また、実験中は、室内灯などの光の影響を取り除くために装置全体を箱で覆った。

懸濁液濃度 C_s は次式(1)により評価するものとする。

$$C_s = \frac{V_0 - V_t}{V_0} \times 100 = \left(1 - \frac{V_t}{V_0}\right) \times 100 \quad (1)$$

ここに、 C_s : 懸濁液濃度[%], V_0 : 懸濁液濃度 0% 状態 (使用した容器にイオン交換水を満たした状態) の電圧[V], V_t : 所定の時間が経過した時点での電圧[V]

3. 再生二水石膏・半水石膏による凝集効果

図-1 は、再生二水石膏の添加量が 0, 0.1, 0.2, 1, 2g の場合の経過時間 t_G と懸濁液濃度 C_s および懸濁物質 SS との関係を示す。

図より、再生二水石膏の添加量が 0g (記号○), すなわち凝集剤を添加しない場合は、測定開始から 5 時間程度経過するまでは、ほとんど懸濁液濃度 C_s の変化は認められず、測定開始から 6 時間経過する辺りから徐々に濃度が低下していることがわかる。

一方、再生二水石膏を添加した場合 (△□▽◇), 時間の経過にもなって懸濁液濃度 C_s が段階的に減少し、再生二水石膏の添加量が 0.2, 1, 2g の場合 (□▽◇) は経過時間 $t_G=4$ 時間で、懸濁液濃度 C_s が 20% 以下まで減少している。

図-2 は、再生半水石膏の添加量が 0, 0.1, 0.2, 1, 2g の場合の経過時間 t_G と懸濁液濃度 C_s および懸濁物質 SS との関係を示す。

図より、再生半水石膏を添加した場合 (▲■▼◆), 時間の経過にもなって懸濁液濃度 C_s が段階的に減少し、経過時間 $t_G=5$ 時間では、全ての添加量において懸濁液濃度 C_s が 20% 以下まで減少している。

ここで、図-1, 図-2 を比較すると、再生半水石膏の懸濁液濃度 C_s の減少速度が再生二水石膏のそれよりも大きいことがわかる。

4. まとめ

本研究では、凝集剤として廃石膏ボード由来再生石膏を用いた凝集沈殿実験を行ったところ、その有効性を確認することができた。

今後は、凝集沈殿法と電解凝集法を併用した場合の凝集特性の検討および模擬沈砂池による再現実験などを行い、最終的には、「次世代型 ICT 実装スマート沈砂池システム」の構築を目指す。

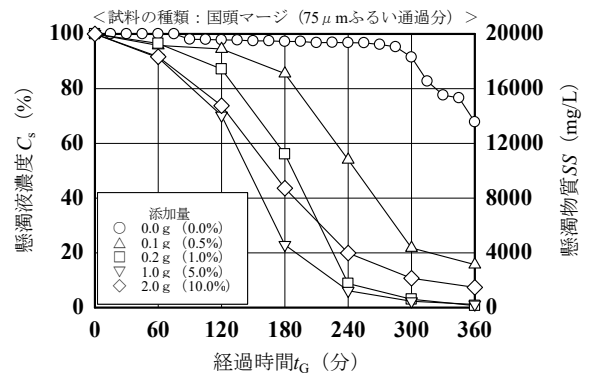


図-1 経過時間と懸濁液濃度および懸濁物質との関係 (凝集剤：再生二水石膏)

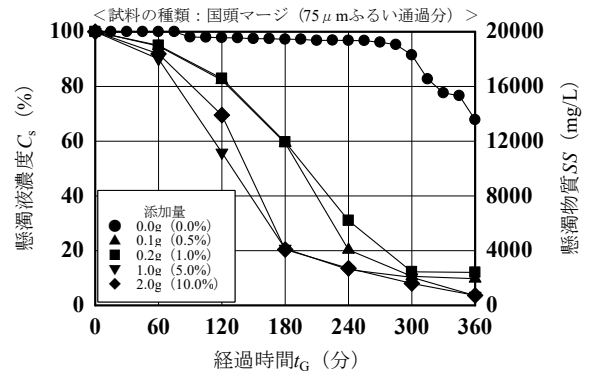


図-2 経過時間と懸濁液濃度および懸濁物質との関係 (凝集剤：再生半水石膏)

謝辞：本研究を遂行するにあたり、「全国 KOSEN 沖縄赤土等流出抑制技術研究会 (会長：佐野博昭)」関係各位には貴重なご助言をいただいた。ここに、深甚なる謝意を表す。本研究の一部は、(株) 沖縄 TLO 平成 30 年度産学官連携推進ネットワーク形成事業 (研究開発プロジェクト) の補助を受けて実施した。

参考文献

- 1) 赤江剛夫, 後藤光喜, 石黒宗秀: 農地土壌の分散凝集特性とその影響要因について, 農業土木学会論文集, 第 219 号, pp. 357-364, 2002.
- 2) 井上雄貴, 赤木寛一, 堀田翔平: 石膏を用いた建設発生土の凝集沈殿特性の評価及び土壌内のヒ素不溶化に関する研究, 第 43 回土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集, VII-7, 2016. 3.
- 3) 伊東雄一郎, 安藤りほ, 河野李奈, 佐野博昭, 前 稔文, 上野崇寿, 嶋田浩和, PROCHAZKA Zdenek: 沖縄県内の農業用沈砂池における赤土等懸濁物質の凝集処理法, 平成 29 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集, III-038, pp. 315-316, 2018. 3.
- 4) 佐藤 駿, 上野崇寿: 高電圧を用いた霧除去装置の最適化に関する研究, 平成 28 年度 (第 7 回) 電気学会九州支部高専研究講演会セッション A (A1-A17: 電力・電気機器工学, A18-A20: 電子デバイス・機器工学), 2016.