

## 再生石膏による自硬性汚泥の改質

自硬性汚泥 再生石膏 改質

愛知工業大学

国際会員 中村 吉男

(株) アイコ

正会員 ○平田 貴博

(株) アイコ

正会員 小島 淳一

(一社) 泥土リサイクル協会 正会員 西川 美穂

## 1. はじめに

廃石膏ボードは特定建設資材以外の建設資材では突出した排出量であり年間排出量 100 万 t 超と云われている。新築系廃材はボード用原料としてリユース、解体系廃材はセメント用原料、土質改良材として利用されるものの、その使用量は極めて低く、大部分は埋立処分されている<sup>1)</sup>。また、廃石膏ボードは、埋め立てた時の環境条件によって、硫化水素が発生する可能性があることから、埋立処分をする際には、管理型埋立処分場で処分する必要がある<sup>2)</sup>。

一方、建設副産物である建設汚泥については、安定処理技術が向上し、再資源化が進んでいるが、資源化率は極めて低い水準であり、平成 24 年の年間処分量は、98 万 t となっている。

建設汚泥は、自硬性汚泥と非自硬性汚泥に大別され、自硬性汚泥はセメント成分を有し、時間とともに固化する性質を有する。

本研究は、高圧噴射攪拌工法から発生した自硬性汚泥に対し、廃石膏ボードから再生された石膏粉（以下、再生石膏粉と称す）を土質改質材として添加した場合の処理土の強度特性および環境安全性について検討したものである。

再生石膏粉を改質材として使用する場合、石膏粉から溶出するふっ素等による土壤汚染が懸念されるが、ふっ素の溶出は、セメント固化によって抑制されるとの報告がある。一方、自硬性汚泥は、発生時のまま放置すると塊状となり使用に際して解砕が必要となり、しかも均一な品質とすることが困難となる。

自硬性汚泥に対し、再生石膏粉が改質材として有効であれば、廃棄物の発生量の抑制と資源の消費量の軽減が期待できる。

## 2. 試験概要

## 2.1 試験材料

試験材料は岩手県宮古市の防潮堤建設工事高圧噴射攪拌工法で発生した自硬性建設汚泥を貯留ピットで夜間養生し、翌日様に解きほぐした汚泥（以下、原泥と称す）とした。

改質材は廃石膏ボード粉を中間処理して製造された①再生二水石膏、②再生半水石膏、③再生無水石膏、および④該当工事で使用している石灰系固化材の 4 種類とした。

使用材料の試験時の含水比は、表 1 に示すとおりである。

表 1 使用材料の含水比

使用材料	w%(110℃)
自硬性汚泥(原泥)	82.2
再生二水石膏	21.7
再生半水石膏	7.7
再生無水石膏	0.2
石灰複合系固化材	0.2

## 2.2 試験内容

試験内容は、表 2 に示すとおりである。

原泥に各改質材を添加混合した処理土について、所定の養生日数後の一軸圧縮試験と重金属等の土壤溶出試験を実施した。

なお、土壤溶出試験の分析項目は、養生 7 日の試料において定量下限値を上回って検出された項目であり、養生 28 日以降の分析項目として選定したものである。

表 2 試験内容

検討項目	試験内容
強度特性	一軸圧縮試験
環境安全性	土壤溶出試験(JLT.46) 分析項目：重金属等 4 項目 pH, 電気伝導率
養生日数：7, 28, 91, (180, 365, 730)	

備考) 重金属等：鉛、六価クロム、セレン、ふっ素  
養生日数の () は、今後実施する計画である。

## 2.3 試験方法

原泥は泥土ピットより採取し、目開き 9.5mm ふるい通過分を対象試料とした。配合は、原泥に対し高分子凝集剤を 8kg/m<sup>3</sup> 添加し約 1 分混合、さらに改質材を 100kg/m<sup>3</sup> 添加し約 1 分間混合処理した<sup>3)</sup>。

試験供試体は、一軸圧縮試験用のモールド（供試体径 φ5cm×高さ h10cm）を用い、地盤工学会基準「安定処理土の締固めをしない供試体作製方法」（JGS 0821）に準拠し作製した。また、供試体養生は 20±3℃の恒温室において密封養生とし、養生日数は 7 日、28 日、91 日の 3 養生とした。

一軸圧縮試験は、日本工業規格「土の一軸圧縮試験方法」（JIS A 1216）の方法に準拠し実施した。土壤溶出試験は、一軸圧縮試験後の供試体を使用し、「土壤の汚染に係る環境基準について」（環境庁告示第 46 号）に基づき実施した。

Modification of Self-hardening Sludge by Rrecycled Gypsum

Yoshio NAKAMURA, Aichi Institute of Technology

Takahiro HIRATA, AICO Co.,Ltd.

Junichi KOJIMA, AICO Co.,Ltd.

Miho NISHIKAWA, Mud Recycling Association

### 3. 試験結果

#### 3.1 圧縮強さ

養生日数と一軸圧縮強さの関係を図-1に示した。一軸圧縮強さは石灰複合系の改質土が最も大きく、再生石膏粉の改質土は石灰複合系に対して1/2.5程度である。また、再生石膏粉の種類（二水、半水、無水）による明確な差異は認められない。再生石膏粉の改質土と原泥（無処理土）の一軸圧縮強さを比較すれば、両者の一軸圧縮強さは同程度である。また、養生日数に対する強度増進モードも類似した傾向を示し、再生石膏粉による強度付加は認められなかった。

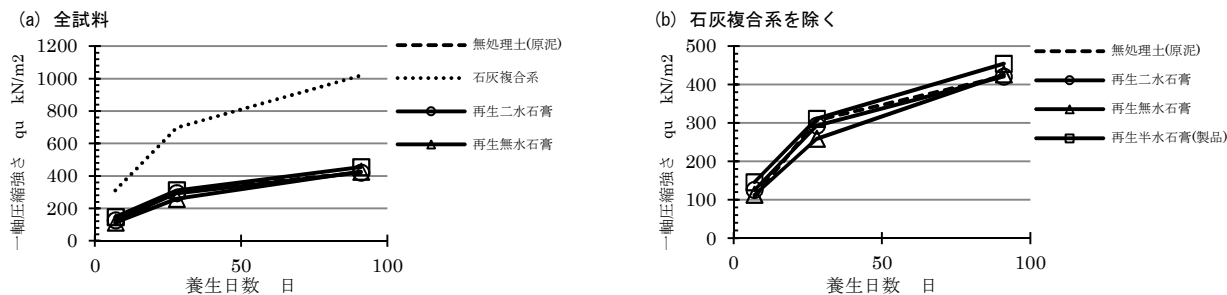


図-1 養生日数と一軸圧縮強さの関係

#### 3.2 土壌溶出試験結果

土壌溶出試験結果の内、ふっ素、pH、電気伝導率（EC）について、養生日数と濃度の関係を整理し、図-2に示した。

ふっ素の溶出量は、いずれの分析値も環境基準（0.8mg/L以下）を満足する結果であった。石灰複合系の改質土が最も高く、養生日数に対して濃度が上昇する傾向を示した。原泥及び再生石膏粉による改質土は、養生日数に対して濃度が減少する傾向を示した。また、再生石膏粉による改質土は、原泥に比べて1/2～1/4程度の濃度であった。

pHは、全ての試料において、 $\text{pH} \geq 10$ のアルカリ性を示し、養生日数に対して、徐々に低下する傾向にあった。再生石膏粉の改質土は、石灰複合系による改質土、原泥に比べて低い値を示した。

電気伝導率（EC）は、全ての試料において、養生日数に対して濃度が減少する傾向にあった。石灰複合系の改質土は、養生7日では、もっとも高濃度であり、その後の低下率は、他の試料に比べて最も大きい。再生石膏粉による改質土は、原土よりも濃度が高く、養生日数に対する低下率は、原泥と同程度であった。

一般に石膏粉単味からは、環境基準を上回るふっ素が溶出することが報告されているが、今回の自硬性汚泥と再生石膏粉の改質土では、原泥単体よりもふっ素の溶出量が減少し、自硬性汚泥と再生石膏粉の混合によって、ふっ素の溶出が抑制されることが確認された。再生石膏粉による改質土の電気伝導率の濃度の上昇から、石膏（ $\text{CaSO}_4$ ）からの供給によってカルシウム分が増加したことが伺える。pHがアルカリ側の領域では、ふっ素はカルシウムと反応し、不溶性のフッ化カルシウムとなることから、ふっ素の溶出量が減少したものと考えられる。pHは、養生日数の経過とともに低下する傾向を示しており、今後の養生によるpHの低下によっては、ふっ素が再溶出する可能性も考えられる。

なお、その他の項目（鉛、六価クロム、セレン）については、いずれの分析値も環境基準値を満足していた。

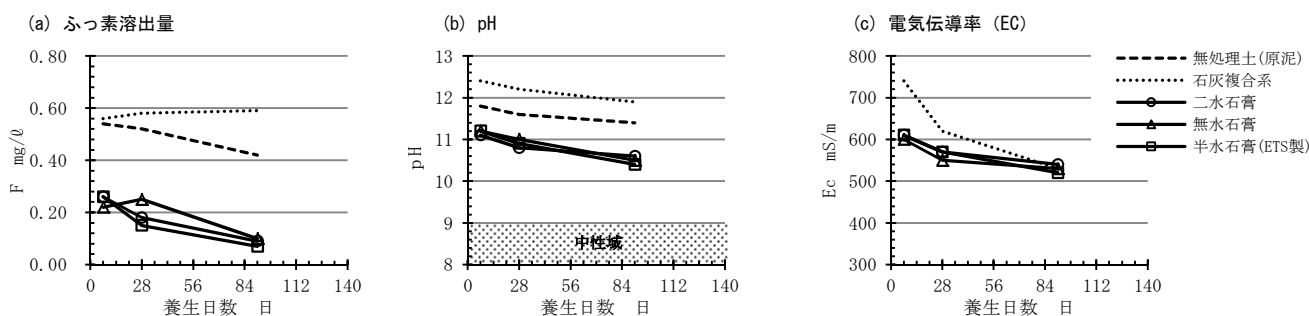


図-2 養生日数と溶出濃度の関係

#### 4. おわりに

一軸圧縮試験の結果、再生石膏粉の改質土は、原泥に対して強度の増加は認められなかった。一方、環境安全性については、原泥よりもふっ素の溶出量が減少する傾向が認められた。自硬性汚泥の改質に対する再生石膏粉の有効性を評価ため、今後、更に長期間の養生条件で試験を行う計画である。

#### 【参考文献】

- 1) 石膏ボードハンドブック 環境編：（一社）石膏ボード工業会
- 2) 廃石膏ボード現場分別解体マニュアル：国土交通省
- 3) CB-030057-Vイーキューブシステム（NETIS登録）施工マニュアル：（一社）泥土リサイクル協会