

廃石膏ボードの埋立処分における不溶化处理の適用と封入事例の紹介

前田建設工業(株) 正会員 ○星野太一・井上卓
太平洋セメント(株) 非会員 守屋政彦・松山祐介

1. はじめに

家屋解体等で発生する廃石膏ボードは、仕上げ材等との分別の問題から、現在もその多くが管理型処分場で埋立処分されている。また、一部の石膏ボードからは、特別管理廃棄物の受入基準値（0.3mg/L）を超過するひ素が溶出することが報告¹⁾されており、埋立処分が困難なケースもある。本報では、廃石膏ボードの埋立処分における前処理としての不溶化处理の適用ならびに収納容器への封入事例を報告する。

2. 対策方法の比較検討

ひ素を含有する廃石膏ボードの前処理について、乾式不溶化处理(1)（不溶化材デナイト）、乾式不溶化处理(2)（高炉セメント）、スラリー式除去、乾式除去の4工法について、比較検討を実施した（表1）。その結果、経済性、長期耐久性に優れ、施工性も良い乾式不溶化处理(1)（使用材料：太平洋セメント社製の重金属不溶化材「デナイト」（写真1））を採用することとした。

表1 対策方法の比較検討

対策方法	乾式不溶化(1)	乾式不溶化(2)	スラリー式除去	乾式除去
使用材料	不溶化材(デナイト)	高炉セメント	還元鉄粉	還元鉄粉
経済性	◎	◎	×	△
長期耐久性	◎	△	◎	◎
課題	特になし	粉体量が多い	湿式設備が必要	濃縮ボードの処理



写真1 重金属不溶化材「デナイト」

3. 不溶化材（デナイト）を使用した不溶化处理

デナイトは酸化マグネシウムを主成分とする不溶化材であり、第二種特定有害物質（重金属等）を含む汚染土壌や掘削ずりで使用されている²⁾。例えば本報のひ素を対象元素とする場合、不溶化機構として水和して生成する水酸化マグネシウムへの吸着（表面錯体形成）や難溶性化合物の生成（沈殿）が確認³⁾されている。また、不溶化处理後の材齢7～10年における再溶出等の長期耐久性に問題がないことも確認⁴⁾⁵⁾されている。

4. 廃石膏ボードの溶出特性

解体家屋から採取した廃石膏ボードにおけるひ素の含有量と溶出量の関係を図1に示す。なお、ひ素含有量は105℃乾燥試料をアルカリ溶融処理し、ICP質量分析法で測定した全含有量である。また、ひ素溶出量は産業廃棄物に含まれる金属等の検定方法（環告13号・S48年）に準じて測定した。

ひ素の全含有量300～1140mg/kgに対して、溶出量は0.5～1.9mg/Lとなり、採取した試料のひ素溶出量は既報告¹⁾⁶⁾より最大で4倍程度と高いことを確認した。

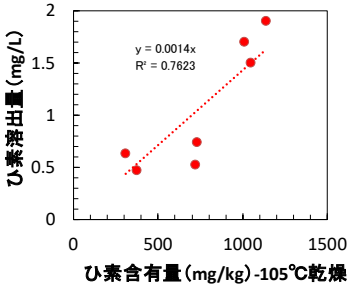


図1 含有量と溶出量の関係

5. 室内配合試験

5. 1 試験方法

溶出量の異なる廃石膏ボード試料（溶出量0.69mg/L, 1.9mg/L）に対して不溶化材を重量比3, 5, 7%, 水道水を3%もしくは30%で添加し、ソイルミキサで3分間攪拌した。攪拌した試料をポリ袋に投入して所定材齢（1～28日）まで20℃恒温で湿空養生し、溶出試験（環告13号・S48年）ならびにpH試験（JIS K 0102-2019 12.1 ガラス電極法）に供した。

5. 2 試験結果

室内配合試験結果を表2に示す。なお、不溶化处理後のひ素溶出量の目標値は0.1mg/L以下、pHは硫化水素の発生抑制を目的に9.5以上とした。全ての水準でひ素溶出量およびpHは目標値を満足することが確認された。試験結果より、不溶化材の現場添加量を3.3%に設定し、封入作業の前処理とした。

キーワード 廃石膏ボード、不溶化、ひ素

連絡先 〒102-8151 東京都千代田区富士見 2-10-2 土木事業本部 施工技術グループ TEL03-5276-5166

表 2 室内配合試験結果（不溶化処理）

試料 番号	未処理 溶出量 (mg/L)	加水量 (%)	不溶化材 添加量 (%)	材齢 3 日		材齢 14 日		材齢 28 日	
				ひ素溶出量 (mg/L)	検液 pH	ひ素溶出量 (mg/L)	検液 pH	ひ素溶出量 (mg/L)	検液 pH
1	0.69 (pH7.6)	3	3	0.03	11.2	<0.01	10.8	—	—
			5	0.01	11.2	<0.01	10.9	—	—
			7	0.01	11.3	<0.01	10.9	—	—
2	1.9 (pH8.3)	30	3	0.02	11.0	0.04	10.8	0.04	10.8
			5	0.01	10.9	0.02	10.8	0.01	10.8
			7	<0.01	11.0	<0.01	10.8	0.01	10.8

6. 実施工

廃石膏ボード 1296.5 t を工期 5 ヶ月で不溶化処理し、収納容器に封入した事例を示す。不溶化処理は混合精度の確保の観点からパッチ毎に行い、不溶化材の添加量を 3.3% とした。合計 17 分間の攪拌後に収納容器に封入し、収納容器の重量を測定して埋立処分場へ搬出した。施工手順と施工状況（写真 2～写真 9）を示す。

(施工手順)

(1) 重量を計量した廃石膏ボードのフレコン 1 袋を容積 8.0m³ のコンテナ容器に投入(写真 2)し、その後に不溶化材 1 袋/23kg を投入(写真 3)して、バックホウで 3 分間攪拌(写真 4)する。

(2) (1)を合計 3 回（3 回×3 分＝9 分間攪拌）実施し、不燃物を除去(写真 5)して 1 層目の処理を完了する。

(3) 重量を計量した廃石膏ボードのフレコン 2 袋を投入し、不溶化材 0.5 袋（約 11.5kg）を添加して 2 分間攪拌を行い、これを繰返して合計 4 回（4 回×2 分＝8 分間攪拌）実施し、処理を完了する。（不溶化材 5 袋：写真 6、攪拌 17 分間）

(4) 3 か所よりサンプルを採取(写真 7)し、pH を測定(写真 8)して基準値（pH9.5）以上であることを確認する。

(5) 処理物を収納容器(写真 9)に封入し、埋立処分場へ搬出する。



写真 2 廃石膏投入状況



写真 3 不溶化材投入状況



写真 4 攪拌状況



写真 5 不燃物除去状況



写真 6 使用量確認



写真 7 サンプル採取状況



写真 8 pH 測定状況



写真 9 封入完了状況

7. まとめ

本報では廃石膏ボードの前処理に不溶化処理を適用し、埋立処分を行うための封入作業について報告した。不溶化処理は今後も災害で発生する廃棄物の埋立て以外に、選別プラントで発生する「ふるい残渣」の土砂類としての有効利用を可能とする工法であり、実施例を積み上げることで更なる工法の普及を期待したい。

参考文献

1) 旧厚生省情報, https://www.env.go.jp/recycle/kosei_press/h970529a.html

2) 松山祐介, 守屋政彦, 諸角富美男 (2015) : 重金属不溶化材デナイトシリーズ, Aric 情報, No. 118, pp. 20-27

3) 小嶋芳行, 大島史也, 松山祐介, 守屋政彦 (2012) : 酸化マグネシウムによる重金属イオンの不溶化機構の解明, 無機マテリアル, vol. 19, pp. 15-22

4) 松山祐介, 守屋政彦 (2017) : 不溶化処理土の長期安定性に関する検討, 第 12 回環境地盤工学シンポジウム, pp. 277-284

5) 七尾舞, 森善彦, 松山祐介, 守屋政彦, 肥後康秀 (2019) : 不溶化処理土の長期安定性に関する検討その 2, 第 25 回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会, pp. 370-375.

6) 小川勝弘, 小野雄策 (1990) : 木造家屋解体廃棄物における廃石膏ボード, 第 10 回廃棄物学会研究発表講演論文集, pp. 411-413