

TAIHEIYO CEMENT

# CEM'S

No.71 | Oct.2016

TECHNICAL INFORMATION

## CONTENTS

### ●膨張コンクリートの研究開発の周辺

NPO法人持続可能な社会基盤研究会 理事長…辻 幸和  
群馬大学・前橋工科大学 名誉教授

### ●ダクトル材を用いた鉄筋コンクリート造部材の 耐震補強に関する研究

国立研究開発法人建築研究所 構造研究グループ主任研究員…向井 智久

### ●フレッシュコンクリートの単位水量連続測定システム

清水建設株式会社 土木技術本部基礎技術部コンクリートグループ…山口 浩  
清水建設株式会社 土木技術本部基礎技術部コンクリートグループ…江渡 正満  
清水建設株式会社 土木技術本部基礎技術部コンクリートグループ…幸田 圭司  
清水建設株式会社 土木技術本部開発機械部技術開発グループ…西村 晋一  
清水建設株式会社 技術研究所建設基盤技術センター革新材料グループ…高橋 圭一

### ●デナイトによる不溶化処理土の耐久性に関する検討報告

～室内/実現場での7年材齢の実証データなど～

太平洋セメント株式会社 資源事業部土壌ソリューショングループ…守屋 政彦  
太平洋セメント株式会社 中央研究所第2研究部建設マテリアルチーム…松山 祐介

シリーズ「地質図鑑」37

### ●岩石から分かる大量絶滅の原因

「CEM'S質問箱」第51回

### ●じわじわ動く“クリープ”の正体

# デナイトによる不溶化処理土の 耐久性に関する検討報告

～室内/実現場での7年材齢の実証データなど～

太平洋セメント株式会社 資源事業部 土壌ソリューショングループ 守屋 政彦  
 太平洋セメント株式会社 中央研究所第2研究部 建設マテリアルチーム 松山 祐介

## 1. はじめに

土壌汚染対策法の中でも第2種特定有害物質として規定されている重金属等の封じ込め措置の有効な対策の一つとして挙げられている不溶化処理は、地盤改良機械を用いた施工が可能であること、短期間での大量の処理が可能であること、さらに掘削除去処理に比べて比較的安価<sup>1)</sup>に対策を実施できるなどの特徴がある。

また、掘削除去の偏重の解消を目的とした2010年の改正土壌汚染対策法を契機として、2009年の環境省報告<sup>2)</sup>において実施のなかった不溶化処理は、2013年<sup>3)</sup>で要措置区域対策の15%を占め、掘削除去に次いで件数が多い対策方法となっている。

一方、不溶化は処理後も原位置に汚染物質が残存するため、長期的な安定性/耐久性が課題となっている。不溶化効果の安定性については、(一社)土壌環境センターの酸・アルカリによる安定性の評価試験<sup>4)</sup>があるが、長期耐久性に関する標準的な試験方法はないのが現状である。

そこで、長期的な挙動を明らかにするため、室内での供試体および実現場で7年経過したデナイトによる不溶化処理土について、溶出試験を行い不溶化効果の長期安定性について検討を実施した。

## 2. 試験内容

### 2.1 室内試験

土壌汚染対策法の第2種特定有害物質に指定されている鉛/Pb、ひ素/As、ふっ素/F、六価クロム/Cr(VI)、セレン/Seの各汚染土壌に各種のデナイトを200kg/m<sup>3</sup>の割合で添加し、所定の材齢(7、28、91、182、365日)で溶出試験を実施して材齢と溶出量の変化/耐久性の検討を行った。また、ふっ素汚染土壌については7年の長期材齢での不溶化効果の検証も実施した。いずれの供試体も所定の材齢までは、乾燥を防ぐ目的でナイロン袋に封じ込め、温度20℃、湿度80%以上の恒温室内で養生・保管した。

### 2.2 実現場実証データ

実際に不溶化を行った2現場(現場1:ひ素、ふっ素 現場2:鉛)において、7年後にボーリングにより採取した供試体の溶

出試験を行い、実現場での長期耐久性を検証した。現場での施工条件などを表-1に示す。

## 3. 試験結果

### 3.1 室内試験

室内で不溶化を行った供試体による材齢と溶出試験の結果を表-2および図-1に示す。未処理の溶出量で溶出基準の2～13倍の汚染土壌が、不溶化直後の材齢7日以降も十分な不溶化効果を維持しており、1年後も溶出基準を十分に満足していることが確認された。

また、ふっ素の供試体で検討を行った結果(図-1)では、材齢7年後も不溶化効果が低減することなく、溶出基準を十分に満足していることが確認された。

### 3.2 実現場実証データ

実現場での不溶化処理土の耐久性

表-1 施工概要

項目	現場1	現場2
施工場所	埼玉県	神奈川県
汚染の種類	ひ素(As)、ふっ素(F)	鉛(Pb)
最大溶出量	As:0.075mg/L、F:1.7mg/L	Pb:0.031mg/L
不溶化材	デナイト	デナイト
現場添加量	100kg/m <sup>3</sup>	100kg/m <sup>3</sup>
添加方法	スラリー(水粉体比=100%)	スラリー(水粉体比=100%)
施工方法	ロータリー式噴射攪拌工法	トレンチャー式中層改良工法

表-2 長期耐久性検討結果(室内, 200kg/m<sup>3</sup>)

汚染種	デナイトの種類	溶出量値(mg/L)					溶出基準(mg/L)
		未処理	7日	28日	91日	182日	
鉛	デナイト	0.10	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01
	デナイトMP		<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
ひ素	デナイト	0.11	0.002	0.003	0.005	0.005	0.01
	デナイトMP	0.13	0.002	0.001	0.001	0.002	
ふっ素	デナイト	2.6	0.10	0.18	0.18	0.24	0.8
	デナイトMP	1.8	0.35	0.32	0.33	0.51	
六価クロム	デナイトCR	0.30	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.05
セレン	デナイトSE	0.21	0.005	0.003	0.005	0.005	0.01

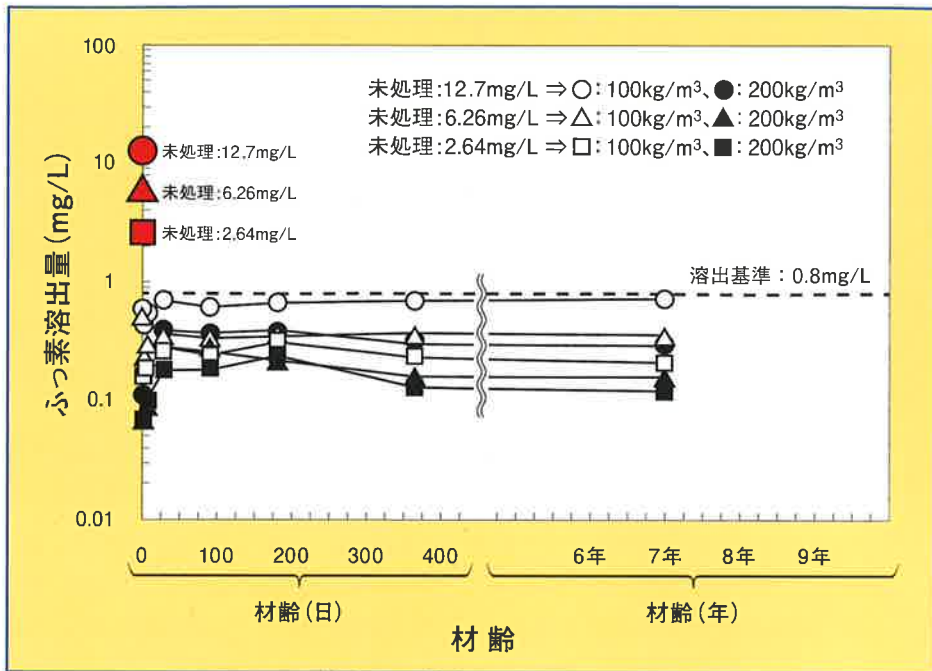


図-1 不溶化効果の耐久性検証データ(室内, ふっ素)

表-3 実現場試料での長期耐久性検討結果(現場1: ひ素, ふっ素)

汚染種	デナイト添加量(kg/m <sup>3</sup> )	溶出量値(mg/L)			溶出基準(mg/L)
		不溶化前	材齢3日	材齢7年	
ひ素	100	0.016	<0.001	0.002	0.01
		0.019	<0.001	<0.001	
ふっ素	100	0.89	<0.08	<0.08	0.8
		1.1	<0.08	<0.08	

表-4 実現場試料での長期耐久性検討結果(現場2: 鉛)

試料採取	デナイト添加量(kg/m <sup>3</sup> )	深度(m)	溶出量値(mg/L)			溶出基準(mg/L)
			不溶化前	材齢7日	材齢7年	
地点A	100	0.5	0.031	<0.001	<0.001	0.01
		1.0			<0.001	
		2.0			<0.001	
地点B	100	0.5	0.031	<0.001	<0.001	0.01
		1.0			<0.001	
		2.0			<0.001	

を検証した結果を表-3(現場1)、表-4(現場2)に示す。

いずれの現場の試料も各溶出基準を十分に満足しており、材齢7年においても不溶化効果が持続していることが判明した。

また、現場1の試料については、汚染物

質の存在形態毎の溶出傾向も確認し、主な溶出形態である水溶性画分が長期間にわたって不溶化されていることも確認された<sup>5)</sup>。

## 4. まとめ

デナイトは水と反応(水和反応)することにより、以下に示すタイプI~IIIの反応機構により化学的に安定した状態で不溶化効果を発現する<sup>6)</sup>。

**I 重金属類と安定した難溶性水酸化物を形成して溶出を抑制します。**

**II デナイトより供給される陽イオンと重金属が難溶性の塩類を形成して溶出を抑制します。**

**III デナイトの水和生成物への重金属類の吸着および結晶中への固定などにより溶出を抑制します。**

今回の試験結果から、その不溶化機構が長期間にわたって安定して作用していることが確認された。

### 【参考文献】

- 1) 東京都環境局(2014): 中小事業者のための土壌汚染対策ガイドライン改訂版, pp.36
- 2) 環境省: 平成21年度土壌汚染対策法の施行状況及び土壌汚染調査・対策事例等に関する調査結果, <http://www.env.go.jp/water/report/h27-01/index.html>, pp.49
- 3) 環境省: 平成25年度土壌汚染対策法の施行状況及び土壌汚染調査・対策事例等に関する調査結果, <http://www.env.go.jp/water/report/h27-01/index.html>, pp.44
- 4) 一般社団法人土壌環境センター, GPEC・TS-02-S1(平成20年3月7日)
- 5) 松山祐介, 守屋政彦, 長瀬孝宏, 小向雄人(2016): 不溶化処理土の混合精度と長期安定性に関する現場調査事例, 第22回地下水土壌汚染とその防止対策に関する研究集会, 土壌環境センター, pp.213-218
- 6) 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

もりや・まさひこ



### 【著者略歴】

1991年 小野田セメント株式会社  
(現 太平洋セメント株式会社)入社  
現 在 同社資源事業部土壌ソリューショングループ

まつやま・ゆうすけ



### 【著者略歴】

2001年 太平洋セメント株式会社入社  
現 在 同社中央研究所第2研究部建設マテリアルチーム