

新技術調査表 (1)

		登録番号		1601006			
名 称	デナイトシリーズ				作成年月日	2016年5月31日	
					更新年月日	年 月 日	
副 題	重金属不溶化材				開発年月日	2016年1月1日	
分 野	①共通 ③公園 ⑤海岸 ⑦その他	②道路 ④河川 ⑥砂防	区 分	①材 料 ②工 法 ③製 品 ④機 械 ⑤その他	大 分 類	特 記 項 目	
					環境対策工	効果量：重金属溶出量の低減 土質条件：全て対応可能	
開 発 者 等	開 発 会 社	会社等名	太平洋セメント株式会社			担当部署	中央研究所 建設マテリアルT
		担当者名	松山祐介			TEL	043-498-3905
	提 案 会 社 兼 問 い 合 せ 先	会社等名	太平洋セメント株式会社			担当部署	資源事業部 土壌リユージョング
		担当者名	守屋政彦	〒	135-8578	TEL	03-5531-7398
		住 所	東京都港区台場2-3-5台場ガーデンシティビル			FAX	03-5531-7596
ホームページ	http://www.taiheiyo-cement.co.jp			e-mail	yuusuke_matsuyama@taiheiyo-cement.co.jp		

【概 要】

デナイトシリーズは汚染土壌と混合することで、処理土からの重金属の溶出量を環境基準以下に抑制可能な重金属不溶化材である。

【特 徴】

1. 対象元素、濃度、pHなどの現場ニーズに対応可能な4種類の製品
2. 高い不溶化性能により複合汚染土に対応可能な製品
3. 早期の不溶化効果の発現により工期短縮が可能
4. 従来の地盤改良工法での施工が可能



写真-1 デナイトを使用した不溶化処理状況 (粉体/表層)

新技術調査表（2）

実績件数	東京都： 1件 国土交通省： 1件 その他公共機関： 2件 民間： 0件	(内 東京都)	建設局： 0件 都市整備局： 0件 港湾局： 0件	水道局： 0件 下水道局： 1件 交通局： 0件 その他： 0件																																		
特許	①有り	2出願中	3出願予定	4無し (番号：特許506824ほか13件)																																		
実用新案	1有り	2出願中	3出願予定	④無し (番号：)																																		
評価・証明	1 技術審査 (番号：) 2 民間開発建設技術 (番号：) ・証明年月日 () ・証明年月日 () ・証明機関 () 3 新技術情報提供システム[NETIS] 4 その他 (NNTD1117) (番号：KT-140040-A 登録年月日：平成26年7月18日)																																					
キーワード	1 安全・安心 ②環境 3 ゆとりと福祉 4 コスト縮減・生産性の向上 ⑤公共工事の品質確保・向上 6 リサイクル 7 景観																																					
	自由記入	酸化マグネシウム 不溶化材 汚染土壌 重金属 溶出量低減																																				
開発目標 (選択)	1 省人化 2 省力化 3 作業効率向上 ④施工精度向上 5 耐久性向上 6 安全性向上 7 作業環境の向上 ⑧周辺環境への影響抑制 9 地球環境への影響抑制 10. 省資源・省エネルギー 11. 出来ばえの向上 12. リサイクル性向上 13. その他																																					
従来との比較	従来材料名・工法名： 1 工程【1短縮 (%) ②同程度 3増加 (%)】 () 2 省人化【1向上 (%) ②同程度 3低下 (%)】 () 3 経済性【1向上 (%) ②同程度 ③低下 (61%)】 (材料価格が高価) 4 施工管理【1向上 ②同程度 3低下】 () 5 安全性【1向上 ②同程度 3低下】 () 6 施工性【①向上 ②同程度 3低下】 (早期の不溶化効果発現) 7 環境【①向上 ②同程度 3低下】 (Cr ⁶⁺ の低減、処理土pH低下) 8 汎用性【1向上 ②同程度 3低下】 () 9 品質【①向上 ②同程度 3低下】 (不溶化効果が高い) 10 その他 ()																																					
【歩掛り表】 標準 ・ ○ 暫定 【施工単価等】 設計条件：安定処理工，ふっ素2.6mg/L，砂質土，深度1m，室内試験実施，2年間地下水モニタリング実施 従来工法：特殊土用固化材，添加量200kg/m ³ 新規工法：デナイト，添加量65kg/m ³ 直接工事費（3000m³/箇所当り）																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">比較項目</th> <th rowspan="2">単位</th> <th>従来工法</th> <th>新規工法</th> <th rowspan="2">効果</th> </tr> <tr> <th>セメント系固化材</th> <th>デナイトシース</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>工程</td> <td>日/箇所</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>省人化</td> <td>人日/箇所</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">経済性</td> <td>材料費</td> <td>9,072,000</td> <td>16,399,200</td> <td>-81%</td> </tr> <tr> <td>工事費</td> <td>2,563,380</td> <td>2,563,380</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>その他</td> <td>466,700</td> <td>466,700</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>材工共</td> <td>12,102,080</td> <td>19,429,280</td> <td>-61%</td> </tr> </tbody> </table>					比較項目	単位	従来工法	新規工法	効果	セメント系固化材	デナイトシース	工程	日/箇所	4	4	0%	省人化	人日/箇所	0	0	0%	経済性	材料費	9,072,000	16,399,200	-81%	工事費	2,563,380	2,563,380	0%	その他	466,700	466,700	0%	材工共	12,102,080	19,429,280	-61%
比較項目	単位	従来工法	新規工法	効果																																		
		セメント系固化材	デナイトシース																																			
工程	日/箇所	4	4	0%																																		
省人化	人日/箇所	0	0	0%																																		
経済性	材料費	9,072,000	16,399,200	-81%																																		
	工事費	2,563,380	2,563,380	0%																																		
	その他	466,700	466,700	0%																																		
	材工共	12,102,080	19,429,280	-61%																																		
【施工上・使用上の留意点】 <ul style="list-style-type: none"> ・揮発性有機化合物、ダイオキシン、農薬を含む汚染土には適用不可。 ・汚染土との混合によりガス等が発生した場合は速やかに作業を中断し、適切な措置を行う。 ・室内配合試験を必ず実施し、最適な添加方法や添加量を確認する。 ・粉塵が発生する場合、防止シートや散水等の措置を行う。 																																						
【参考資料】 環境省：土壤汚染対策法に基づく調査及び措置に関するガイドライン改訂第2版、平成24年8月 土木研究所：建設工事で遭遇する地盤汚染対応マニュアル改訂版、2012年4月																																						

新技術調査表（3）

1. 対象元素、濃度、pHなどの現場ニーズに対応可能な4種類の製品
 4種類のデナイトシリーズ(表-1)は、対象元素、適用濃度および処理土のpHなどの現場で要求されるニーズに対応可能な不溶化材料である。適用濃度は対象元素や不溶化材の添加量によって異なるが、環境基準に対して概ね2～36倍を目安とする。また、4種類の製品で対応が困難な場合にも現場条件に合わせた処方変更ならびに室内配合試験による添加量の確認も可能である。

表-1 デナイトシリーズの適用範囲と特徴

名称	効果の高い元素*1	処理後のpH目安	適用最大濃度の目安*2	発現強度の目安		特徴
				材齢3時間 (qc:コーン)	材齢7日 (qu:一軸)	
デナイト	Pb, Cd As, F	10.0-10.5	Pb:10倍, Cd:36倍, CN:2倍 Hg:3倍, F: 3倍, Cr(6):2倍 As:11倍, Se: 2倍, B:15倍	—	>100kN/m ²	重金属(9項目)全てに適用可能(汎用型)
デナイトCR	Cr(6), Hg	10.0-10.6	Hg:18倍, Cr(6):30倍	—	>100kN/m ²	高濃度の六価クロム、水銀汚染土に対応
デナイトMP	Pb, As Cr(6), F	7.0-8.0	Pb:10倍, As:13倍 F:2倍	>200kN/m ²	—	処理後のpHが中性領域(pH5.8～8.6) 処理土への植生が可能 第4種建設発生土以上に改質可能
デナイトHF	F	10.0-10.5	F:10倍	—	>100kN/m ²	高濃度のふっ素汚染土に対応

*1 Pb:鉛、Cd:カドミウム、Hg:水銀、As:ひ素、Se:セレン、CN:シアン、Cr(6):六価クロム、F:ふっ素、B:ほう素
 *2 添加量を100kg/m³とした時の環境基準に対する適用最大濃度の目安

2. 高い不溶化性能により複合汚染土に対応可能な製品
 デナイトの主成分である酸化マグネシウム(MgO)は、重金属と安定した水酸化物(例:鉛なら水酸化鉛)および難溶性塩類(例:ひ素ならひ素マグネシウム水和物)を形成し、さらに水酸化マグネシウム等の水和生成物にも重金属を吸着・固定するため(表-2)、重金属9項目全てに対して高い不溶化効果を発揮する。そのため、従来工法(セメント系固化材)では環境基準以下に不溶化困難な複合汚染土にも1材で対応可能となる。また、セメント系固化材の水和とは異なる反応機構であるため、例えば有機質土に含まれる水和阻害因子のフミン酸などが影響せず、土質によって不溶化性能が低下することはない。

表-2 不溶化機構

機構/メカニズム	不溶化される主な元素
難溶性水酸化物の形成	鉛、カドミウム、水銀 など
難溶性塩類の形成	ひ素(5価)、セレン(4価)、ほう素 など
水和生成物への吸着・固定	ひ素(3価)、セレン(6価)、ふっ素、六価クロム など

(1) 不溶化試験

- 1) 試験目的: デナイトシリーズ およびセメント系固化材を使用した処理土の不溶化効果
- 2) 試験方法: 溶出量試験(環境省告示第18号:H15年3月6日)、材齢7日
 pH試験(JIS Z 8802)、一軸圧縮試験(JIS A 1226)、材齢7日
 締固めた土のコーン指数試験方法(JIS A 1228)、材齢3時間
- 3) 試験機関: 太平洋セメント株式会社(自社)
 試験日: 2011年2月21日(月)～2015年12月1日(火)
- 4) 評価機関: 太平洋セメント株式会社、
 基準値: 土壌溶出量基準、建設汚泥処理土利用技術基準
- 5) 試験結果:

- デナイトは環境基準に対して2倍～36倍を示す重金属汚染土(9項目)を基準値以下に不溶化可能である。また、処理土のpHは9.9～10.4、材齢7日の一軸強さは100kN/m²以上になる(表-3)。
- デナイトCRは六価クロム汚染土(環境基準の30倍)や水銀汚染土(同18倍)を基準値以下に不溶化可能である(表-3)。
- デナイトMPは鉛汚染土(環境基準の10倍)、ひ素汚染土(同13倍)およびふっ素汚染土(同2倍)を基準値以下に不溶化可能である。処理土pHは7.2～7.7の中性領域となり、材齢3時間でのコーン指数も第4種改良土(200kN/m²)以上になることを確認できた(表-3)。
- デナイトHFは環境基準の10倍を示すふっ素汚染土を基準値以下に不溶化可能である(表-3)。

検査・試験データ等

建設局
事業への
適用性

建設工事で遭遇する重金属の不溶化工事
 (道路、トンネル、工場跡地、盛土、造成、公園整備、河川などの土工全般)

新技術調査表（４）

表-3 デナイトシリーズを用いた不溶化試験結果

元素	不溶化材	添加量 (kg/m ³)	未処理土 溶出量 (mg/L)	材齢 7 日 溶出量 (mg/L)	検液 pH	環境基準 (mg/L)	材齢 3H ユーン指数 (kN/m ²)	材齢 7 日 一軸強さ (kN/m ²)	
鉛	デナイト	100	0.10	<0.01	10.2	0.01	—	282	
	デナイト MP			<0.01	7.4		238	—	
	セメント系固化材			0.06	10.9		—	471	
ひ素	デナイト	100	0.11	0.008	10.2	0.01	—	363	
	デナイト MP			0.13	0.001		7.2	333	—
	セメント系固化材			0.11	0.30		10.6	—	1046
ふっ素	デナイト	100	2.6	0.19	10.3	0.8	—	472	
	デナイト MP			1.8	0.44		7.7	273	—
	デナイト HF			8.3	0.37		10.1	—	680
	セメント系固化材			2.6	4.2		10.9	—	97
カドミウム	デナイト	100	0.36	0.002	10.2	0.01	—	—	
水銀	デナイト	100	0.0019	<0.0005	9.9	0.0005	—	591	
	デナイト CR	100	0.0092	<0.0005	10.6		—	165	
セレン	デナイト	90	0.026	0.007	9.9	0.01	—	—	
シアン	デナイト	100	0.20	未検出	10.3	未検出	—	—	
六価クロム	デナイト	100	0.12	0.03	10.4	0.05	—	380	
	デナイト CR	100	1.51	0.04	10.6		—	523	
ほう素	デナイト	100	15.3	0.71	10.0	1.0	—	—	

3. 早期の不溶化効果の発現により工期短縮が可能

デナイトシリーズを用いたふっ素処理土の不溶化効果の発現は1週であり、本試験条件ではセメント系固化材の8週と比べて7週間早くなった(表-4)。そのため、施工後の確認調査で施工箇所が基準値を超過した場合には迅速な対応が可能となり、工期短縮が可能となる。ただし、元素、処理濃度、添加量等の諸条件によって短縮期間は変化するため、事前の室内試験で確認する必要がある。

(2) 不溶化試験

- 1) 試験目的：デナイトシリーズおよびセメント系固化材を使用した処理土の不溶化効果
- 2) 試験方法：溶出量試験（環境省告示第18号:H15年3月6日）、材齢7～365日
- 3) 試験機関：太平洋セメント株式会社（自社）
試験日：2004年7月26日(月)～2005年7月29日(金)、2011年2月21日(月)～2012年2月25日(金)
- 4) 評価機関：太平洋セメント株式会社、基準値：土壌溶出量基準
- 5) 試験結果：デナイトシリーズを用いたふっ素処理土の不溶化効果の発現はセメント系固化材に比べて7週間早くなる(表-4)。

表-4 不溶化効果の発現期間 ふっ素環境基準:0.8mg/L以下

不溶化材	添加量 (kg/m ³)	未処理土 ふっ素溶出量 (mg/L)	処理後のふっ素溶出量 (mg/L)					
			7 日 (1 週)	28 日 (4 週)	56 日 (8 週)	91 日 (13 週)	182 日 (26 週)	365 日 (52 週)
デナイト	100	2.4	0.36	0.35	0.19	0.35	0.35	0.33
デナイトMP			0.59	0.56	—	0.71	0.68	0.67
セメント系固化材			1.34	1.26	0.72	0.60	0.39	0.51

はふっ素の基準値以下を示す

4. 従来の地盤改良工法での施工が容易

デナイトシリーズを用いた不溶化処理では、一般的な地盤改良工法で使用する施工方法（粉体/スラリー）や施工機械（浅層、中層、深層）による施工が可能であるため、特別な装置や機材を必要としない。粉体施工の特徴として、強度発現性はスラリーに比べて高くなる傾向にある。ただし、発塵の可能性があり、住宅地での施工においては適用性を考慮する必要がある。

一方、スラリー施工の場合、水粉体比は60～150%の範囲で施工が可能であり、粉体添加に比べて汚染土との混合精度も向上する。ただし、スラリー施工においては持込み水による汚染土の含水比増加により、粉体添加に比べて強度発現性は低下する可能性がある。



スラリー工法（粉体/浅層）



機械式攪拌（スラリー/中層）



機械式攪拌（スラリー/深層）

新技術調査表（5） 《実績表》

	局名	事務所名	工事件名	施工期間	CORINS 登録 No.
東京都における施工実績	下水道	流域下水道本部	北多摩一号水再生センター 一 水処理施設その16工 事	2007/11/12-2008/12/9	不明
	【評価等がある場合、その内容】				
東京都以外の施工実績（国土交通省・地方自治体・民間等）	発注者	工事件名	施工期間	CORINS 登録 No.	
	国土交通省関東地方整備局	堀之内地区函渠その3工 事	2010/11/02～2015/06/30	4006511619	
	農林水産省関東農政局	両総農業水利事業 南 部・東部幹線用水路周辺整 備工事	2013/08/13～2014/03/11	4016382124	
	横浜市	南部処理区初音雨水支線 下水道整備工事	2009/11/04～2011/10/31	4003469677	
【評価等がある場合、その内容】					

参 考 意 見 欄

1. 評価選定会議参考意見

- ・ 土壌汚染対策法及び同施行規則に定める汚染の除去等の措置のうち『不溶化』を行う場合において、当材料の適用を検討できる。