

# セメント系固化処理土に関する検討

最終報告書(案)

添付PDF  
7枚目を参照願いま  
す。

平成15年6月30日

セメント系固化処理土検討委員会

## まえがき

普通ポルトランドセメント中に六価クロムが含まれることは周知のことであったが、土と混合して固化処理を行った際の周辺環境への影響に関する認識は、一部で六価クロム溶出の疑義が呈されていたものの、現場サイドではほとんど等閑視されていた状況であった。しかしながら、土壤環境基準及び地下水環境基準の整備が進められ、ダイオキシン汚染も顕在化するなか、土壤環境への国民の意識の高まりを受けて当委員会の発足をみたものである。すなわち、主として地盤改良や固化処理に利用されているセメント系固化材だけでも、毎年600万トン規模で出荷されている状況において、こうしたものから一部ではあるが、土壤環境基準項目である六価クロムを溶出する可能性が確認され、直ちに周辺環境に影響を及ぼすような高濃度の六価クロムの溶出量値ではないが、固化処理土として一般環境中に投入される数量が膨大であることから、早急な対策が必要とみなされたわけである。

そこで、平成11年12月にセメント系固化処理土検討委員会を設置し、三年半を掛けて計9回の委員会を開催し、今般最終報告書をまとめるに到った次第である。途中、土の違いによる試験方法の差別化の提案、一年前の中間報告、及びこの最終報告までそれぞれ一年強を要した。併行して、平成12年3月24日付けで旧建設省(現国土交通省)より、通達「セメント及びセメント系固化材の地盤改良への使用及び改良土の再利用に関する当面の措置について」とその運用(平成13年4月20日一部変更)が出され(引き続き、旧運輸省(現国土交通省)、農林水産省からも同様の通達が発出)、公共工事では地盤改良等を行う場合、施工前に対象となる土と固化材を混合した試料の溶出試験を行い、土壤環境基準を満足する適切な配合を選定することとされた。

委員会では上述の通達に基づく溶出試験結果を、全国の施工サイトより集計した。また、既設のセメント改良土施工箇所の現地調査、土木研究所における大型土槽実験、数値解析等を行った。おそらくセメント改良土に関してこれほど多くのデータを集められたことは過去になかったといえるだろう。この結果、最初の一年では、土と固化材の種類の組合せによって変化する六価クロムの溶出の特徴を明らかにし、土の違いによる通達中にある試験方法の差別化を提案した。その後の一年間の分析の結果、セメント改良土からの六価クロムの溶出の特徴・メカニズム及び周辺地盤での挙動について多くの成果を得たことから、その段階での最大限の知見に基づく客観的な判断を中間報告として取りまとめ、関係者の参考に供するとともに意見を伺った。最終報告は中間報告の関係者による評価と更に一年間のデータ収集、考察を重ねてまとめたものである。最終的には全国集計データとして1,611現場から3,695試料を収集し、分析を行った。なお、委員会ではセメント改良土以外のセメントを材料とする構造物の施工工程や薬液注入施工時での六価クロムの溶出の可能性についても検討して、この結果も取りまとめた。

セメントはこれまで有害物質を封じ込める役割を果たしてきた。これはセメントが持つ重金属等の物質固定能力が優れているためである。今回の溶出の要因となったのはこうし

た固定能力に係る水和反応が土壌中の有機物や粘土鉱物などによって阻害されるためである。あらためて土木材料の原点である土やセメントの技術課題への取組みの重要性を想起させられたところである。

建設事業と土壌汚染は循環型社会の形成とも密接に関連しながら、今後も様々な調整が必要であり、それらを解決する技術開発が求められる分野である。近年は建設工事の際に土壌汚染に遭遇するケースが増大しているが、本課題では建設事業の実施により土壌環境に負荷を与える可能性が懸念されており、より一層の注意を払って事業を推進する必要がある。様々な土とセメント及びセメント系固化材の組合せが対象となることから、各々の現場では、今後も継続した対応が求められる。したがって、今後施工されるものについては、予防的な措置によって六価クロムの溶出のないセメント改良土を作製することでリスクを解消することとした。また、既に施工されているものについては周辺環境に影響するリスクを評価し、適切にリスクを管理できることを確認した。この最終報告を活用して頂き、いかにリスクを低減するかということを体現され、よりよい環境の構築に貢献されることを期待している。

足かけ4年間にわたる大きな課題に最終報告として取りまとめることができた。精力的な調査検討に参画いただいた委員、幹事各位のお陰である。厚くお礼申し上げます、今後とものご関与をお願いする次第である。

平成15年6月30日

セメント系固化処理土検討委員会委員長  
京都大学大学院地球環境学堂

教授 嘉門 雅史

## セメント系固化処理土検討委員会 委員名簿

委員長	京都大学大学院 地球環境学堂 教授	嘉門 雅史
委員	和歌山大学 システム工学部 教授	平田 健正
	東京工業大学大学院 理工学研究科 助教授	坂井 悦郎
	農林水産省 農村振興局 整備部設計課 施工企画調整室長	石川 佳市
	(農林水産省 農村振興局 整備部設計課 施工企画調整室長	関岡 英明)*
	(農林水産省 農村振興局 整備部設計課 施工企画調整室長	南部 明弘)*
	経済産業省 製造産業局 住宅産業窯業建材課長	谷 重男
	(経済産業省 製造産業局 住宅産業窯業建材課長	野口 泰彦)*
	(通商産業省 生活産業局 住宅産業窯業建材課 窯業室長	久能木慶治)*
	環境省 環境管理局 水環境部 土壌環境課 課長補佐	辻原 浩
	(環境省 環境管理局 水環境部 土壌環境課 課長補佐	荒木 真一)*
	(環境庁 水質保全局 土壌農薬課 課長補佐	藤倉まなみ)*
	国土交通省 大臣官房 技術調査課長	北橋 建治
	(国土交通省 大臣官房 技術調査課長	清治 真人)*
	(国土交通省 大臣官房 技術調査課長	望月 常好)*
	国土交通省 大臣官房 公共事業調査室長	高橋 総一
	(運輸省 運輸政策局 公共事業調査室長	藤田 武彦)*
	(国土交通省 大臣官房 公共事業調査室長	森川 雅行)*
	国土交通省 大臣官房 官庁営繕部建築課長	寺本 英治
	(国土交通省 大臣官房 官庁営繕部建築課長	奥田 修一)*
	国土交通省 国土技術政策総合研究所 建築研究部長	平野 吉信
	(国土交通省 国土技術政策総合研究所 建築研究部長	二木 幹夫)*
	独立行政法人 港湾空港技術研究所 地盤・構造部長	田中 洋行
	(独立行政法人 港湾空港技術研究所 地盤・構造部長	高橋 邦夫)*
	(運輸省 港湾技術研究所 土質部長	中浜 昭人)*
	独立行政法人 土木研究所 技術推進本部 総括研究官	三木 博史
	(独立行政法人 土木研究所 技術推進本部 総括研究官	苗村 正三)*
	独立行政法人 土木研究所 材料地盤研究グループ長	萩原 良二

\*前職 (委員当時の役職。また、現職は平成15年6月時点の役職を示した)

## 目 次

- ◇まえがき
- ◇委員名簿
- ◇報告の概要

### 第1章 セメント系固化処理土検討委員会・・・ 1

- 1-1 検討の経緯
- 1-2 検討の範囲

### 第2章 セメント改良土からの六価クロム溶出に関する検討・・・ 5

- 2-1 溶出試験による配合の確認
- 2-2 新たに施工するセメント改良土
  - 2-2-1 施工前の溶出試験結果
  - 2-2-2 施工後の溶出試験の評価
- 2-3 セメント改良土の再利用
- 2-4 既設のセメント改良土およびその周辺地盤の調査

### 第3章 セメント改良土からの六価クロム溶出の特徴とメカニズム・・・ 14

- 3-1 固化材と土質による溶出の特徴
- 3-2 土の採取地による溶出の特徴
- 3-3 溶出濃度の特徴
- 3-4 溶出メカニズム

### 第4章 セメント改良土に起因する六価クロムの周辺地盤における挙動・・・ 21

- 4-1 pHの変化と吸着作用
- 4-2 移動の抑制
- 4-3 周辺地盤における六価クロムの減衰

### 第5章 既設のセメント改良土の周辺環境への影響・・・ 28

- 5-1 浅層改良のシミュレーション
- 5-2 深層改良のシミュレーション

### 第6章 セメント改良土以外からの六価クロム溶出に関する検討・・・ 34

- 6-1 薬液注入等施工時の周辺地盤への影響
- 6-2 コンクリートに関する溶出の可能性

### 第7章 まとめ・・・ 37

資 料

通達

## 第1章 セメント系固化処理土検討委員会の活動

### 1-1 検討の経緯

本委員会は、土にセメントまたはセメント系固化材を添加混合し、作製するセメント改良土<sup>1</sup>から溶出<sup>2</sup>のおそれのある六価クロム<sup>3</sup>について検討することを目的として設置された。また、セメント改良土以外にもセメントを材料とするものの中で、六価クロムの溶出可能性のあるものについて検討した。

なお、セメント改良土については、平成12年3月24日付けで旧建設省より通達が出され、必要な措置を講じることとされた。

平成11年12月24日に第1回委員会を開催し、最終報告のとりまとめまでに計9回の委員会を開催した。この間、関係機関において新たに施工されたセメント改良土の溶出試験データの集計・分析、土木研究所における室内実験や数値解析、既設のセメント改良土の現地調査などを実施した。また、平成14年5月29日には、それまでの成果を中間報告としてとりまとめた。

本報告は、中間報告から一年間、関係者の評価を受けたこと、検討の開始から3年半が経過し、多くのデータや研究成果が得られたことから、設置目的にある課題に対して報告するものである。

#### [解説]

新たに施工されるセメント改良土については、旧建設省では通達「セメント及びセメント系固化材の地盤改良への使用及び改良土の再利用に関する当面の措置について」（平成12年3月24日）とその運用『「セメント及びセメント系固化材の地盤改良への使用及び改良土の再利用に関する当面の措置について」の運用』（平成12年3月24日、平成13年4月一部変更）（以下、「通達」とする）に基づき、必要な措置を講じることとなっている。なお、同様の内容の通達等が旧運輸省、農林水産省、日本道路公団において出されている。

<sup>1</sup> セメント改良土： 土にセメントやセメント系固化材を添加混合したもの。セメント系固化処理土と同意。

<sup>2</sup> 溶出： 固相から液相に成分が溶け出して移行すること。セメント改良土の場合、使用したセメント中に含まれる六価クロムが溶け出すと考えられる。

<sup>3</sup> 六価クロム： クロム化合物として酸化数が6のものであり、酸素を含んだクロム酸( $\text{CrO}_4^{2-}$ )、重クロム酸( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ )として安定である。酸化数が3の三価クロムに比べると、生物に対する毒性が強く、土壌中での移動性も大きいといわれている。還元反応によって容易に三価クロムに還元される。本報告書で対象となる六価クロムはクロム酸であると考えられるが、以下本報告書では、便宜的に六価クロムと表記している。

上記の通達は、セメント及びセメント系固化材<sup>4</sup>（以下、「固化材」とする）を使用した改良土から土壤環境基準を超える六価クロムが溶出するおそれがあるため、地盤改良を行う場合やセメント改良土を再利用する場合に、環境庁告示第46号溶出試験<sup>5</sup>（以下、「環告46号」とする）の実施等の措置を定めたものである。

第1回～第9回までの委員会の開催は下図の通りである。

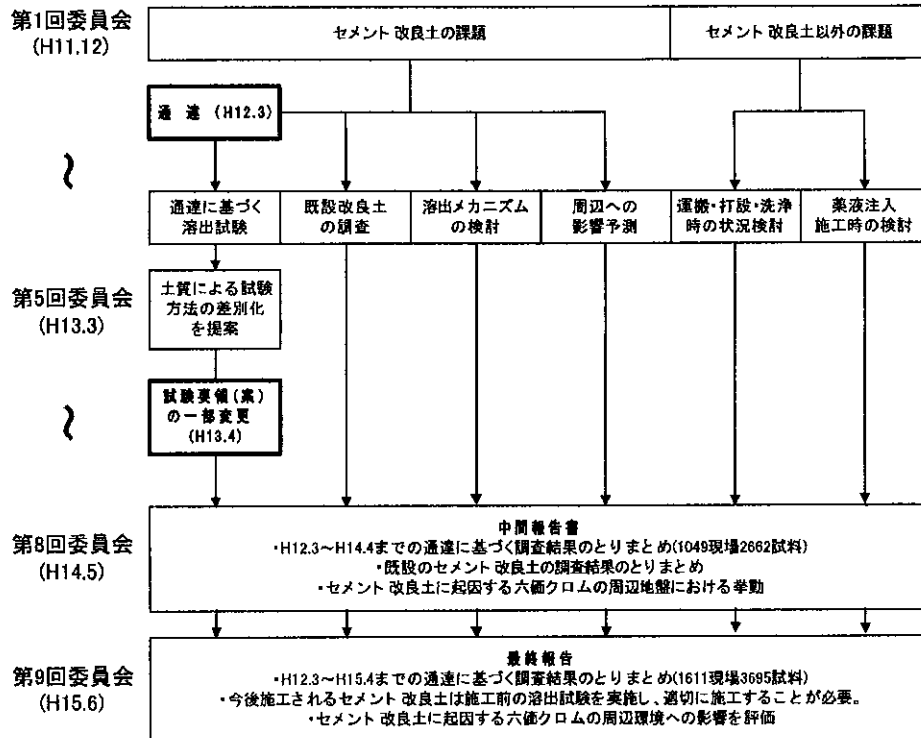


図-1.1 委員会の開催

<sup>4</sup>セメント及びセメント系固化材: セメントを含有成分とする固化材で、ここでは普通ポルトランドセメント、高炉セメントB種、セメント系固化材、新型固化材をいう。新型固化材とは、六価クロムの溶出抑制を目的に開発された固化材の総称であり、市場では特殊土用固化材とされている。なお、セメントを含む石灰系固化材と呼ばれているものはセメント系固化材として整理しており、セメントを含まない石灰系固化材は対象外である。

<sup>5</sup>環境庁告示第46号溶出試験 土壤の汚染に係る環境基準について(平成3年8月23日環境庁告示第46号)に規定された各対象物質の検液中濃度を測定するための溶出試験方法。