

セメント改良土の六価クロム溶出に 対する経緯について

国土交通省大臣官房技術調査課

もりた ひろし
課長補佐 森田 宏



はじめに

公共工事では、セメント（普通ポルトランドセメント，高炉セメントB種）やセメント系固化材などの地盤改良材が活用され，地盤改良が行われている。一方で，セメント中には，六価クロムが一定程度含まれ，その品質や地盤状況によっては，土壤環境基準を上回る六価クロムが溶出する可能性があることから，国土交通省直轄工事において地盤改良を行う際には，配合試験段階で土壤環境基準以下であることを確認した上で施工することとしている。また近年では，平成15年2月に土壤汚染対策法が施行されるなど，土壤汚染に対する取り組みの徹底が求められているところである。

しかしながら，今般，中国地方整備局および九州地方整備局管内に麻生ラファージュセメント（株）および太平洋セメント（株）が出荷した一部のセメント製品に，管理基準を超える六価クロムが含有し，配合試験の際に安全性を確認していた場合であっても，土壤環境基準を超える溶出が生じる可能性があることが判明した。そこで，国土交通省においては，当該製品を使用した可能性のある直轄工事を特定し，そのうち一部の工事について土壤環境基準を超える溶出量が確認されたので，必要な対策を講じることとしたところである。



セメント中に含まれる六価 クロムに関する一般的事項

(1) 「セメント系固化処理土検討委員会」における検討概要

土壤が有害物質により汚染されると，有害物質が溶け出した地下水（図 1 参照）を飲用すること等により人の健康に影響を及ぼすおそれがある。環境基本法第十六条では，「大気の汚染，水質の汚濁，土壤の汚染及び騒音に係る環境上の条件について，それぞれ，人の健康を保護し，及び生活環境を保全する上で維持されることが望ましい基準」を環境基準として政府が定めることとしており，六価クロムについては，「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）」において，検液1Lにつき0.05mg以下であることとしている。

また，新たに施工するセメント改良土の安全性を確保することや，すでに施工されたセメント改良土の周辺地盤に与える影響を把握するために，学識経験者や（独）土木研究所といった専門家と行政関係者からなる「セメント系固化処理土検討委員会」が平成11年12月に設置され，六価クロム溶出試験結果の分析，室内模型実験や数値解析による周辺環境への影響予測等の技術的な検討が行われた。同委員会では，平成15年6月に最終報告書¹⁾を作成しており，適切に対処することで，周

辺環境に影響を及ぼすことはない結論付けており、その概要は以下のとおりとなっている。

(2) 溶出試験による適切な配合の選定

上述のとおり、セメント改良土は、同一の地盤改良材を使用したとしても、使用する地盤によって、溶出量に差異が生じる。そこで、国土交通省

直轄工事において地盤改良を行う場合には、「セメント系固化処理土検討委員会」における検討内容を踏まえつつ、「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（建設省技調発第48号，平成12年3月）」とその運用（平成13年4月20日）等に

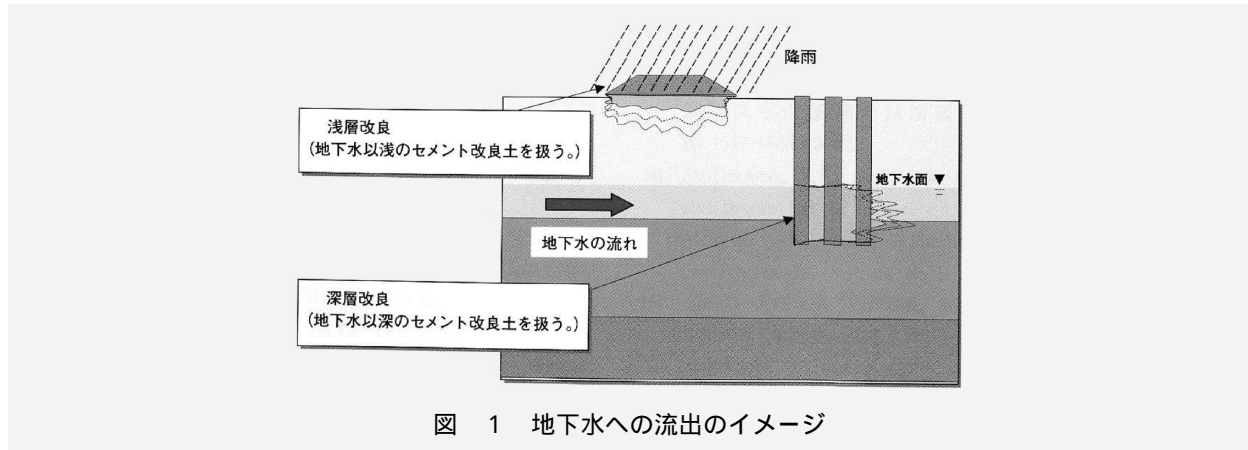


図 1 地下水への流出のイメージ

セメント系固化処理土に関する検討最終報告書（案）（抜粋）

セメント改良土の取扱

・新たに施工するセメント改良土

施工前の溶出試験結果では、様々な土と固化材の組合せの中に少ないが、ある一定割合で六価クロムの溶出が土壤環境基準を超える試料が存在することが明らかになった。このため、施工前の溶出試験により六価クロムの溶出が土壤環境基準を超えないことを確認する必要がある。

施工前の溶出試験において六価クロムの溶出が土壤環境基準を超えない場合は、その配合に従って適切に施工を行うことにより土壤環境基準を満足する施工がなされる。ただし、火山灰質粘性土については他の土質と比較して溶出頻度および濃度が高いことから施工後の試験も行い、溶出のないことを確認する必要がある。

・既設のセメント改良土

現地調査を実施した箇所において、セメント改良土が周辺地盤に影響を及ぼしているものはなかった。また、土木研究所において行った既設のセメント改良土から六価クロムが溶出することを想定した実験や数値解析結果では、周辺地盤のもつ吸着や還元作用によりその移動が抑制されるために周辺地盤への六価クロムの拡散はわずかであった。

こうしたことから、一部の既設のセメント改良土で六価クロムの溶出のおそれがあったとしても、六価クロムの周辺地盤への拡散の原因となるセメント改良土への大量の浸透水の流入がない限り、周辺地盤へ影響を及ぼすことはない。

セメント改良土から溶出する六価クロムの周辺環境への影響

セメント改良土から溶出する六価クロムは、セメントが含有するものに由来し、セメントの水和反応により固定されなかった場合に溶出する可能性があることがわかった。また、六価クロムは還元性物質によって化学的に安定した三価クロムに還元されるため、還元性を有する土と固化材を混合した場合には六価クロムは溶出しにくくなることも明らかになった。今後新たに施工する改良土では、施工前の溶出試験によって溶出のないことを確認して施工されることになるが、こうした六価クロムの溶出のメカニズムを十分理解することによってさらに効果的な対策が施される。

セメントに起因する六価クロムの特徴として、周辺土壌において吸着・還元作用の影響を大きく受け、周辺地盤に溶出してもその移動が抑制され、時間の経過とともに減衰することが明らかになった。また、こうした周辺地盤の作用能力は土壌によって異なるが、セメント改良土から溶出する六価クロム量に対して充分大きいことがわかった。こうした六価クロムの周辺環境への影響に対し安全側に作用する要因により、既設のセメント改良土などで六価クロムの溶出のおそれがあったとしても、大量の浸透水の流入といったような六価クロムの溶出が促進される環境下でなければ、周辺環境への影響はないと結論づけられた。

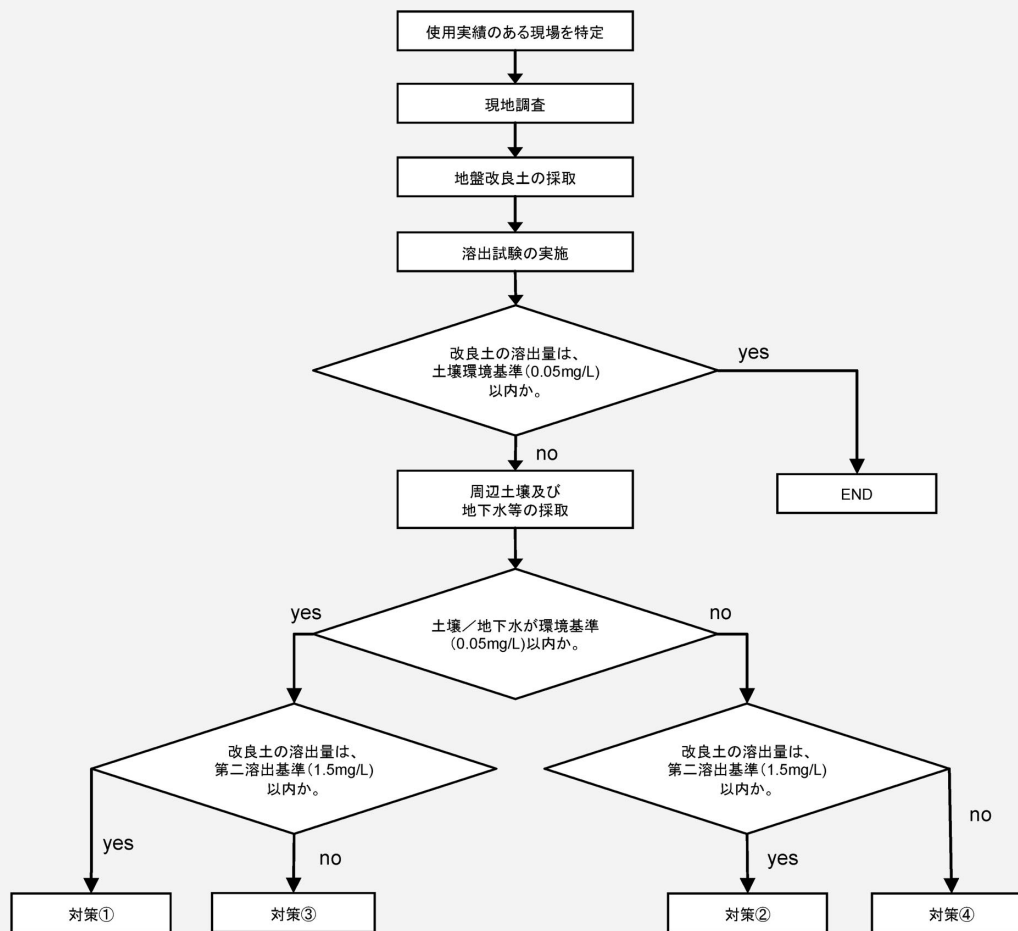


図 2 対策方法選定の流れ

表 1 対策方法一覧

		周辺地盤・地下水	
		～ 0.05ppm	0.05ppm を超過
改良土	0.05 ~ 1.5ppm	対策① 【必須事項】 台帳による管理，掘削制限，掘削時の溶出量の確認およびモニタリング ^{〔注ア〕} 【検討事項】 遮水対策または掘削除去 ^{〔注ア〕}	対策② 【必須事項】 台帳による管理，掘削制限，掘削時の溶出量の確認およびモニタリング ^{〔注ア〕} 【検討事項】 改良体：拡散防止策（遮水工，覆土，粘土バリア）または掘削除去 周辺土壌 ^{〔注ア〕} ：応急対策，不溶化対策，遮水工，覆土，粘土バリア，水質対策等
	1.5ppm を超過	対策③ 【必須事項】 台帳による管理，掘削制限，掘削時の溶出量の確認およびモニタリング ^{〔注ア〕} 【検討事項】 遮水対策または掘削除去（原則として実施）	対策④ 【必須事項】 台帳による管理，掘削制限，掘削時の溶出量の確認，モニタリング ^{〔注ア〕} 【検討事項】 改良体：遮断工または掘削除去（原則として実施） 周辺土壌：応急対策，不溶化対策，遮水工，覆土，粘土バリア，水質対策等

- （注） 1. 観測井や浸透マス，取水ピット等により，下流側 1 測点で採水。可能であれば，直下や直近等における採水も検討する。
2. 対応が困難な場合には，移流分散解析や類似例を参考にすること等により拡散リスクが低いと判断されれば，モニタリングによる対応とすることも可能。
3. 周辺土壌の対策に，改良体の対策を含めることも可能。

に基づき、施工前に対象となる土と固化材を混合した試料について溶出試験を行い、土壤環境基準を満足する適切な配合を選定することとしている。



問題の発生と対応の経緯について

(1) 問題の発生と対応方針

本年8月6日に、麻生ラファージュセメント(株)および太平洋セメント(株)から、「2～3月にかけて九州・中国地区を中心に販売した当該製品の一部のセメント及びセメント系固化材を地盤改良工事に用いた場合、改良土から環境基本法に定める基準を超過する六価クロムが溶出する可能性を否定できないことが判明した。」との発表があった。すなわち 製造工程において品質管理上の誤りがあり、当該企業の管理基準を超える六価クロムが含まれる製品が流通し、工事請負業者が配合設計時に溶出量を確認した場合であっても、土壤環境基準を超過するおそれが生じたのである。

国土交通省では(独)土木研究所とともに技術的な検討を行い、含有量や公共工事の特性から、ただちに健康に影響を及ぼすことはないことを確認した上で、以下の事項について緊急的な対応をとることとし、製造者から発表があった8月6日には調査を開始した。また、地方自治体および国土交通省所管の公共工事発注機関に対しても、情報提供を行っている。

- ① 当該製品が地盤改良に使用された個所を速やかに特定する。
- ② 特定された個所について、溶出試験を行い、六価クロム溶出量が土壤環境基準以下であることを確認する。
- ③ 六価クロム溶出量が土壤環境基準を超過した場合には、適切な措置が講じられることにより、安全性等が確保された(る)ことを確認する。

さらに、製造業者に対しては、その責任において使用個所の特定と溶出量等の調査、土壤環境基準を超過した場合に十分な対策を講じることについて合意を得るとともに、再発の防止について要請を行った。

また、上述の「セメント系固化処理土検討委員会」の検討結果および(独)土木研究所が作成した「建設工事で遭遇する地盤汚染対応マニュアル(暫定版²⁾)」を踏まえ、土壤環境基準を超えた工事が明らかになった場合には、図 2 および表 1 のような対策を講じることを基本とし、詳細については 現地状況に応じて検討することとした。

(2) 緊急点検の実施

国土交通省では、当該製品が地盤改良に使用された個所を速やかに、かつ漏れなく特定する(上記①)ため、製造業者に依頼し、使用した現場を販売ルートから特定するとともに、当該製品を使用した可能性のあるすべての工事について使用した固化剤を特定するための調査を行った。その結果、島根県、福岡県、佐賀県に出荷された30件の工事について、当該製品を使用した可能性が判明した。

そのため、六価クロム溶出量が土壤環境基準以下であることを確認する(上記②)ため、ただちに、試料を採取(図 3)し、溶出試験を実施したところ、このうち2件の工事について、土壤環境基準である0.05mg/Lを超える溶出が明らかになった。

ただし、これらの工事については、対策を強化する必要のある改良土を選定するために設定した第二溶出量基準(1.5mg/L)は超過しておらず、さらに、周辺地盤や地下水についても溶出量を調査したところ、土壤環境基準を超える六価クロムの溶出は認められなかった(表 2)。



図 3 地盤改良土の採取(イメージ)

表 2 緊急点検の実施結果

都道府県	施工場所	製品名	溶出試験			周辺環境への影響	
			配合設計	施工後改良土		周辺土壌	地下水
			基準値 ^{(注)1} 0.05ppm	基準値 ^{(注)1} 0.05ppm	基準値 ^{(注)2} 1.5ppm	基準値 ^{(注)1} 0.05ppm	基準値 ^{(注)3} 0.05ppm
福岡県	遠賀川飯塚市学頭	セメント系 固化材	基準値 未満	基準値 超過	基準値 未満	基準値 未満	基準値 未満
	国道497号福岡県糸島郡二丈町	セメント系 固化材	基準値 未満	基準値 超過	基準値 未満	基準値 未満	基準値 未満

(注) 1. 「土壌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)」により定められた基準値。
 2. 土壌汚染対策法で定められた第二溶出量基準値。
 3. 「地下水の水質汚濁に係る環境基準について(平成9年3月13日, 環境庁告示第10号)」により定められた基準値。

(3) 対応方策

上記基本方針に基づき, 当該個所については, 長期的な観点からも, 周辺に土壤環境基準を超える流出のおそれがないことを確認するため, 今後2年間にわたり, 4回/年のモニタリングを実施する予定である。

また, 土壤が移転することにより, むやみに有害物質が拡散することのないよう, 管理台帳を作成し, 掘削の制限や掘削時の溶出量の確認等を行うこととしている。なお, 問題のある土壤を除去することにより, これらの管理は不用となるが, 当該2件の工事については, 第2溶出基準値を超えず周辺地下水への流出も認められないことから安全性が高いことに加え, すでに工事が進捗しており掘削が困難であること, 管理体制が整っており長期間の管理も可能であることから, 除去については行わないこととした。

販売ルートが複雑であることや, 出荷量や関連工事が多数であったことから, 工事を特定することは困難な作業となった。また, すでに工事が進行していたことから, 一部の工事については, 溶出量の確認にも時間を有した。さらには, 今後, 長期間の管理も必要となる。

このように, 工事材料の製造段階での品質管理の誤りは, 製造者はもとより, 工事の発注者および請負業者に多大な労力を生じさせるものであることが改めて明らかになった。

(2) 今後の対応

セメント中に含まれる六価クロム等の有害物質は, 溶出等によって人体に影響を及ぼすおそれがあることはもとより, 多数の工事現場へ拡散し広範囲かつ長期的に影響を及ぼし, さらには, 使用後の対策は多額の費用が発生し, 特に製造者自身へ直接・間接的に大きな負担が生じることとなることなどから, その品質管理はきわめて重要である。

品質管理の重要性は製造業者も十分認識していたはずであるが, 今般, このような事態に至ったことを踏まえて, 再発を防止するための一層の対策を講じる必要がある。今回明らかになったように, 使用者による配合設計段階における確認は効果的ではあるものの, 限界があることから, 製造者自身の品質管理がさらに厳格に行われるべきであると考えられる。

【参考文献】

- 1) セメント系固化処理土検討委員会: セメント系固化処理土に関する検討最終報告書(案), 2003.6
- 2) (独) 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(暫定版), (株) 鹿島出版会, 2004.5



4 今後の課題

(1) 今回判明した課題

① 使用者による確認の限界

あらかじめ溶出試験を行い, 土壤環境基準を満足する適切な配合を選定している場合でも, 今回のように, 製品の品質管理の誤りなどにより, 六価クロム含有量が配合設計時と使用時において大きく異なる場合には, 土壤環境基準を超える溶出が生じる可能性のあることが明らかになった。

② 対応の難しさ

問題発生後, 直ちに使用個所の特定を実施し, 最終的にはすべての該当工事を特定したものの,