

## 再生砂の溶出試験溶液におけるクロムの挙動について (1/2)



昨今、再生砂からの六価クロム化合物の溶出の可能性が報告されています。そこで、様々な文献の調査・研究結果から六価クロムが溶出しやすい要因をまとめてみました。

(「再生砂」とは建設廃材(コンクリート塊、路盤材等)を破砕し、埋め戻し等に再利用する砂をいう。)

### 《要因①：原料土質由来》

セメントとは石灰と粘土を混合し、焼成した混合物質ですが、その原料の土が原因となり、焼成過程で三価クロムが酸化され、六価クロムに変化することがあります。

- ・ 土の共存成分-1：関東ローム中に存在する非晶鉱物「アロフェン」の pH 依存電荷により、水溶液中に溶解した六価クロム化合物が、重クロム酸イオン( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ )となり、アルカリ性水溶液下で、陰イオン同士の反発によって、六価クロムとして溶出されやすくなります。
- ・ 土の共存成分-2：本来セメント水和物に固定される六価クロムが、水和物の生成が阻害されると、より溶出されやすい形態で存在します。例えば、火山灰質粘性土など、他の土質よりも水和物の生成の阻害が著しい土では、溶出頻度及び濃度が高くなる傾向があります。
- ・ 土の共存成分-3：ヘドロのような還元作用を持った有機物を多く含む土では、六価クロムが三価クロムに還元され、六価クロムの溶出が抑えられる傾向があります。さらに植物の腐植土は、フミン酸やタンニンなどの還元性物質を含み、また重金属類と錯体を形成して不溶化する傾向もあるといわれています。
- ・ 採取地の違い：陸地で採取した土は水域で採取した土より、固化材と混合した場合に六価クロムが溶出しやすい傾向があります。これは基本的に土が陸地では酸化雰囲気、水域では還元雰囲気であることに起因します。酸化雰囲気による影響で、三価クロムが六価クロムに酸化され、より溶出しやすくなります。

### 《要因②：セメントの種類》

用いるセメントの種類により、六価クロムの溶出量に差が出る場合があります。

普通ポルトランドセメントを用いた場合、他の固化材に比べ六価クロムの高い溶出傾向が見られます。 逆に、高炉セメントは高炉スラグの共存によって六価クロムの存在率が下がり、溶出傾向も低くなります。また高炉セメントに含まれるスラグの硫黄分が還元剤として働き、六価クロムが三価クロムに変化すると考えられます。

### 《要因③：養生期間》

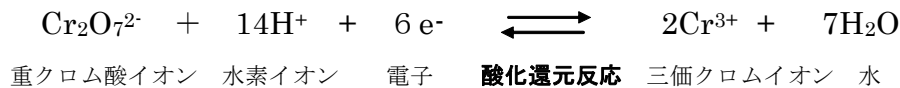
六価クロムを固定させる水和物の生成を十分に行うための養生期間が必要な場合があります。

- ・ セメント系固化材の水和反応は初期材齢(概ね材齢7日)までに急激に進行し、その後は緩やかに推移するといわれています。水和反応が不十分な状態では、水に溶解しやすい六価クロムが溶出されやすい傾向があります。

### 《要因④：クロムイオンの挙動》

三価クロムイオン( $\text{Cr}^{3+}$ )は酸性とアルカリ性で溶解し、中性から弱アルカリ性域で不溶性の水酸化クロム( $\text{Cr}(\text{OH})_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ )となります。酸化還元電位が高い条件では、酸化されてクロム酸イオン( $\text{CrO}_4^{2-}$ )、つまり六価クロムとなります。特に高アルカリ性域では比較的低い酸化還元電位で、三価クロムから六価クロムに変化します。

## 再生砂の溶出試験溶液におけるクロムの挙動について (2/2)



クロムの酸化・還元反応

水溶性クロムの存在状態の中で、六価クロムは酸化還元電位が高く、pHが高い領域において安定して存在することから、セメントや地盤改良材に含まれるアルカリ成分によって、その生成がより促進されやすくなります。

以上、六価クロムの溶出には、上記を例とした様々な要因が絡まっており、そのメカニズムは複雑です。従って、再生砂を使用する際は、事前に溶出試験\*1を行い、溶出の有無を確認\*2することをお勧めします。

\*1 土壌の汚染に係る環境基準（平成3年8月23日付 環境庁告示第46号）（六価クロムの基準値0.05mg/l）

\*2 公共建設工事における再生コンクリート砂の使用に係る留意事項について（通知）平成19年10月11日付 国官技第181号 他

基準値を超過しないようにするためには、以下のようなポイントに気をつけてみてはいかがでしょうか。

### 《安全な再生砂へのポイント》

- ・原料土の土質を確認する。→要因①
- ・使用セメントの種類を確認する。→要因②
- ・7日程度の養生期間を設ける→要因③
- ・pH、酸化還元電位の適切な管理（固化材への薬剤添加）→要因④



### <参考文献>

- ・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)，社) 土壤環境センター (2003)
- ・秋間健：セメント改良土からの六価クロム溶出原因に関する一考察，社) 土壤環境センター他 第9回地下水・土壤汚染とその防止対策に関する研究集会講演集，pp.2-3 (2003)
- ・白木 敬一：日本列島の基盤 堆積岩のクロムからの推定，日本地質学会 地質学論集 No.21 (1982)
- ・篠原隆明・橋本正憲：六価クロム不溶化処理土壌からの Cr(VI) の生成・溶出について，日本地質学会技術ニュース第11号 (2006)

当社は、土壤汚染対策法に基づく基準項目など、六価クロムのみならず、土壤調査及び土壤分析には豊富な経験と実績があります。

詳しくは、当社 分析担当者 竹下、坂田（フリーダイヤル0120-01-2590 内線246、273）までお気軽にお問い合わせ下さい。

### ■事業内容■

- ①環境管理に伴う調査・測定・化学分析
- ②ビル管理に伴う水質検査・空気環境測定
- ③水道法第20条に基づく水質検査
- ④製品開発・品質管理に伴う化学分析
- ⑤アスベスト分析
- ⑥絶縁油中のPCB分析
- ⑦労働衛生管理に伴う作業環境測定
- ⑧土壤汚染対策法に基づく土壤汚染状況調査