

Q 地盤改良でセメントを使用した場合、なぜ六価クロムが溶出するのですか？また、溶出しやすい土はありますか？

A 土に含まれる粘土鉱物や有機物によって、セメント原料に含まれる自然由来のクロムが溶出しやすくなると言われています。関東ロームなどの火山灰質粘性土をセメントで地盤改良をすると、溶出しやすくなると言われています。

(1) 六価クロムとは

クロム (Cr) は自然界に微量存在する元素で、主に三価と六価が存在します。文献¹⁾では「三価のクロムは研磨剤や高級緑色顔料、うわぐすり (ガラス、ほうろう、陶器など) に使用される。六価のものはクロムメッキ、顔料、合成の触媒 (硫酸アンモニウム、メタノール、アセトンなど) に用いられる」とされます。このうち六価クロムの毒性が強いと言われ、「肝臓・腎臓の障害、内出血、呼吸障害」などが知られています¹⁾。これをうけ、水道水質基準では1リットルあたり0.05mg以下と定められています。

(2) なぜ六価クロムが出来るのか

セメント原料には、もともと自然由来の三価クロムが含まれています。三価クロムの一部は、セメントの焼成過程で酸化され、通常自然界に存在しない六価クロムとしてセメントに含まれます。コンクリートやモルタルの固化過程では、水和反応により生成される水和物に六価クロムが固定され、固化後に六価クロムが溶出することはほとんどありません。

ところが、地盤改良でセメントを使用する場合、土を構成する土粒子である粘土鉱物や有機物の種類によっては、水和物の生成が阻害され、固定されなかった六価クロムが溶出することがあります。たとえば、関東ローム層などに含まれる火山灰質粘性土層がセメントの水和に必要なCaイオンを吸着し、六価クロムを固定する水和物の生成が妨げられる例があります。

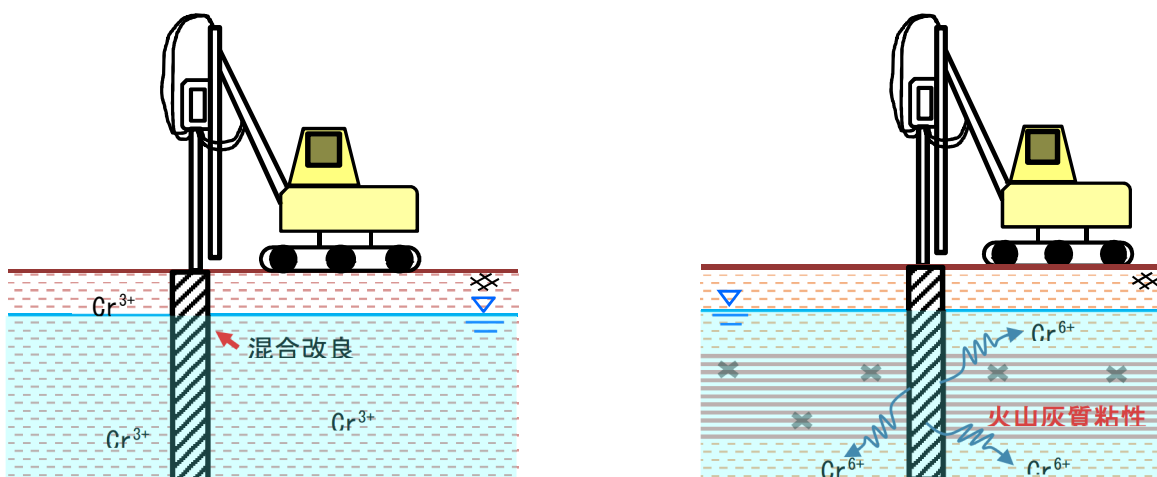


図-1 六価クロムの溶出概念図 (左：通常地盤、右：溶出が起こる地盤の例)

一方で土の中に還元物質(硫黄 S など)が含まれる場合には、六価クロムは還元されて安定した三価クロムになるため、六価クロムは発生しにくくなります。

(3) 現場の対応

六価クロム自体はセメントに由来するものですが、六価クロムの溶出量は、土の種類(土質)と配合する固化材の種類によってそれぞれ異なります。このため、改良する土と固化材の相性を確認し、六価クロムの溶出量が環境基準値以下(0.05mg/l以下)となるような固化材を使用することが重要となります。前述のように、六価クロムの溶出メカニズムは複雑なので、土と固化材の相性を知るには、改良対象となる土と使用する固化材を予め混合し、六価クロム溶出試験を行う必要があります。六価クロム溶出試験は、「環境省告示46号溶出試験」に準じて環境基準への適合確認を行うものです。

一般的に、固化材としてセメントを使用する場合、普通ポルトランドセメントよりも高炉セメントB種の方が六価クロムは溶出しにくいとされています。これは、高炉セメントB種に還元剤を含む高炉スラグが30~60%含まれるためと考えられています。このほか、六価クロムが溶出しにくいセメント系固化材が各メーカーにより開発されていますが、材料コストを考慮しつつ六価クロムの環境基準をクリアできる固化材を選定することが重要です。

【引用文献】

1) (社)産業環境管理協会編(2006):新・公害防止の技術と法規, pp.165-166.

(回答者 工藤 健雄)