

地盤改良工事における六価クロム溶出問題について

平成 20 年 5 月 15 日 ほおじろ台自治会

縄文の森と水辺を守る会

ほおじろ台隣接地の宅地開発においては、低地の谷津田(田んぼ)にも宅地造成される計画です。もともと、谷津田は稲作のために開墾された土地であり、低湿地であるため稲作には向いていますが、人が住める場所ではありません。古来、人が住む場所は台地上であり、低地は稲作の場でした。したがって、この低湿地に宅地を建てることは自然の摂理に反する冒涇ともいえ、無謀な計画といえます。もともと人が住める場所ではない低湿地を宅地にするには、人工的に地盤改良をしなければなりません。開発予定地の面積の 42%を占める低湿地部分は、軟弱地盤であるため大がかりな地盤改良工事が予定されています。ただ、地盤改良工事を施したとしても、地盤沈下や崩落やさまざまな環境影響が発生する危険性が予想されます。

その危険性の一つとして、セメント系固化材を用いた地盤改良工事に伴う六価クロム溶出の問題があります。そこで、ここでは、最近千葉市で発生した地盤改良工事による土壌の六価クロム汚染の事例を取り上げ、ほおじろ台隣接地の宅地開発においても同様な問題が発生する恐れがあることをみました。

1. 千葉市市営住宅 宮野木町第1団地の建替え工事における六価クロム検出問題について

(1) 千葉市の記者発表 (千葉市都市局建築部住宅整備課が担当)

千葉市は平成 19 年 12 月 4 日に「千葉市稲毛区の市営住宅建替え現場において、地盤改良後に基準値の 3 倍の六価クロムが検出された」、との記者発表を行っています。この内容は次の通りです。

- ・ 市営住宅宮野木町第1団地 第1期建替え事業 (A工区、4,934m²) において、地盤改良工事施工後の土壌から、環境基準 (0.05mg/L以下) を超える六価クロムが検出された。

六価クロムの検出量は最大値 0.14mg/L、最小値 0.03mg/Lであった。

- ・ この経緯であるが、現地の地盤改良工事施工に先立ち、現地土壌と地盤改良に使用するセメント系固化材の組合せによる六価クロム溶出試験を実施したところ、溶出が環境基準以下であることを確認したため実際に施工したが、施工後の土壌分析調査の結果、環境基準を超える六価クロムが検出された。
- ・ 経緯の詳細については、使用する固化材の選定試験で六価クロムが環境基準以下であることを確認(H19・7/10) ⇒ 地盤改良施工作業(7/20～7/30)⇒ 施工後の確認試験で3検体のうち2検体について基準値を超える六価クロムが検出(10/11)⇒ 工事区域を11区画に分けて詳細調査を実施したところ、6区画で基準値を超える六価クロムが検出(11/8)。
- ・ これに対する対応措置として、工事区域約 4,934m²をシートで覆い、高さ 3mの成型鋼板を設置し、現場に入れないように対処(11/12～11/27)⇒ 市は近隣住民に状況を説明(12/2日～)。原因調査を専門業者に委託(12/6)。この調査完了はH20年2月中旬の予定。
- ・ この記者発表後、千葉市は現場周辺の地下水が六価クロムで汚染されていないか調べるため、現場敷地内4ヶ所と、周辺住宅で使用している井戸7ヶ所の計11ヶ所の地下水の水質調査を実施(12/17)。いずれも六価クロムは基準値以下であった。

(2) 汚染土壌の撤去に1億4000万円の補正予算

(平成20年3月市議会、都市消防委員会の審議から)

- ・ 千葉市当局は平成20年3月市議会の常任委員会において、市営住宅宮野木町第1団地建替え工事における六価クロム汚染土壌を撤去するため、その撤去費用として1億4000万円を平成19年度補正予算に計上することを明らかにしています。
- ・ この中で、市当局は「地盤改良によって六価クロムが発生したのは確かであるが、調査結果ではその原因を特定するまでには至っていない」と言っています。そのため、この撤去費用は業者が負担するのか、千葉市が負担するのかが明確になっていません。

(3) 汚染土壌は全体の6割 (平成20年5月12日 都市消防委員会の審議から)

この問題で臨時の常任委員会が開催され、市当局は次のことを明らかにしています。

- ・ 六価クロム汚染が生じた工区を10mメッシュで63か所に区切って調査した結果、そのうちの6割から環境基準以上の六価クロムが検出された。
- ・ 汚染土壌の除去費用は1億2000万円である。詳細調査費・現場保全費・除去費用を合わせると1億6,000万円かかった。費用の約半分は国から補助金がでることになった。
- ・ 今後はこういうことが発生しないよう、千葉市としては施工前の事前調査を重視し、

慎重に行っていきたい。

- ・ 公共建設以外の民間建設については、基準がないので実態を把握していないが、民間建設については行政指導をしていきたい。

(4) セメント系固化材を製造した会社の見解

この地盤改良工事に使用したセメント系固化材を製造した会社は、そのホームページで今回使われた製品に問題はなかったと、次のような見解を表明しています。

- ・ 「当社は地盤改良を施工した業者から、当該地盤改良工事に際して使用するセメント系固化材（当社製品）を、事前に国土交通省が定める要領に則り、第三者試験機関において分析調査し、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している旨の報告を受けており、また固化材出荷時の社内試験結果にも問題がなかったことを確認している」。

このように、施工前の試験では六価クロム溶出量が土壤環境基準以下であったが、施工後に基準を超えたと言っています。

2. 六価クロム公害問題と環境基準

(1) 東京都江戸川区のクロム公害事件

- ・ 日本で六価クロムによる公害が初めて明らかになったのは昭和 50 年であり、これは東京都江戸川区の低湿地にクロム鉱滓が 8 万トンも大量に投棄されていて、雨が降ると鉱滓から六価クロム特有の黄色い水が浸み出してきたことから、周辺住民の告発で明らかになったものです。この事件は昭和 56 年に裁判によって肺がん死・クロム中毒などの因果関係が立証され、肺がん労災認定や被害住民への損害賠償など、原告勝利で結審しています。
- ・ 問題はクロム鉱滓によって汚染された土をどう処理・処分したかです。東京都江戸川区の問題では、投棄されたクロム鉱滓は掘り起こして処理されたり、その場で恒久処理されて埋め立てられたといわれていますが、今日でも問題が根本的に解決されたわけはありません。
- ・ 千葉市の市営住宅宮野木町第 1 団地の六価クロム汚染土壌についても、千葉市はその処理・処分の方法を市民に明らかにすべきです。六価クロムで汚染された土壌を処理・処分する方法は確立されているとはいえませんし、また莫大な費用がかかりますので、六価クロム汚染が懸念される場所では何よりも未然に防止することが重要です。

(2) 工場排水中の六価クロム

- ・ クロムは三価クロムと六価クロムがあり、三価クロムは無害ですが、六価クロムは毒性が強く、国際がん研究機関の発がん性評価では、アスベストと並んで2大発ガン性物質としてリストアップされている人体に大変有害なものです。
- ・ 六価クロムはメッキ工場排水、皮なめし工場排水に高濃度に含まれており、またセメント製造工場排水、生コン工場、コンクリート二次製品工場や、セメントを使用する現場から出る排水などに含まれています。水質汚濁防止法で規制されている工場から排出される六価クロムの排出基準は0.5mg/L以下となっています。
- ・ セメント業界では、セメント生産時の自主規制値として水溶性六価クロムで20mg/kgを上限值として定めています。セメント製造各社はISO14001認証取得に伴い、セメント中の六価クロムを製品安全データシートに記載する方針を決定したことにより、全国生コンクリート工業組合連合会に対して、生コン工場排水中の六価クロム対策について申し入れをしています。
- ・ セメント系固化材を扱っている業界のホームページをみますと、ほとんどの会社がセメント系固化材から溶出する六価クロム対策について言及しています。これは、セメント系固化材からの六価クロム溶出問題が広く認識されるようになったことを表しており、業界がその対策を考えないとやっていけない状況になっていることを表しているといえます。

(3) 六価クロムの環境基準

- ・ 環境における基準については、土壌汚染防止に係る土壌の六価クロムの環境基準は0.05mg/L以下です。また、河川などの水質汚濁に係る環境基準でも、六価クロムは0.05mg/L以下です。これは工場の排出基準の10分の1の値となっています。
- ・ この環境基準に照らしますと、ほおじろ台隣接地の宅地開発における地盤改良工事では、改良した土から溶出する六価クロム濃度は0.05mg/L以下でなければなりません。また、坂月川における六価クロム濃度も0.05mg/l以下でなければなりません。したがって、地盤改良した土壌から溶出する六価クロム濃度とともに、周囲の地下水や溜まった雨水に浸み出した六価クロム濃度も測定して、それが流れていく坂月川についても監視する必要があります。

3. なぜ、セメント系固化材から六価クロムが溶出するのか

セメント系固化材からの六価クロム溶出の原因およびメカニズムは、現在までのところ次のように考えられています。

(1) セメントにはもともと六価クロムが含まれている

- ・ セメントの中で最もよく用いられている「普通ポルトランドセメント」は、石灰石 (CaCO_3)と粘土を混ぜて、1,450 度以上の高温で焼き、それに「せっこう ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)」を加えたものであり、主要成分はカルシウム・アルミニウム・ケイ素・鉄の酸化物【 CaO 、 Al_2O_3 、 SiO_2 、 Fe_2O_3 】です。
- ・ セメント原料である石灰石・粘土・けい石などは、地殻に存在する天然資源であるため、セメントには主要構成元素のほかに、クロムなどの微量元素も含まれていますので、これを避けることは不可能です(地殻の岩石にはクロムは平均で 100 mg/kg 含まれています)。自然界でのクロムは三価の状態が存在しており、それはセメント原料についても同様です。ところが、原料中のクロム (三価) は、セメント製造の焼成過程で 1,450 度以上の高温で焼くため、その一部が六価クロムに酸化されて、セメント中に存在することになります。その場合の六価クロムの存在形態としては、主要セメント鉱物の内部に存在する (セメント鉱物に固溶している) ほか、それとは別に水に溶けやすい状態 (水溶性の六価クロム) としても存在するとされています。
- ・ セメントと水を練り混ぜた場合、六価クロム以外の微量成分はアルカリ性の水溶液中で水酸化物として沈殿したり、溶解度の極めて小さい化合物になったりして、セメント水和物中に固定されるため、ほとんど溶出しません。しかし、六価クロムはアルカリ領域で陰イオン (CrO_4^{2-}) として挙動するため固定されないため、セメントを利用する設備の洗浄水などには六価クロムが検出されます。したがって、その濃度が排出基準の 0.5mg/L以下になるように処理をして排出する必要があります。
- ・ ほおじろ台隣接地の宅地開発現場で六価クロムが環境基準以上に検出されるようなことがあったら、現場で処理をすることはできませんから、汚染土壌を撤去して処理することが必要となります。

(2) コンクリートからも六価クロムが溶出する可能性がある

- ・ コンクリートは【セメント+水+細骨材+粗骨材+混和材料】から構成されています。セメントは、そのほとんどがコンクリートとして使用されています。したがって、地盤改良にコンクリートを用いる場合も、セメント系固化材を用いる場合と同じように六価クロム溶出の危険性があります。

- ・ コンクリートはほとんどの場合、工場で製造される「生コンクリート(生コン)」を使用しますので、この生コンからの六価クロム溶出に注意を払う必要があります。軟弱地盤改良工事などにおけるコンクリート打設時には、生コンのブリージング水(分離水)の中に、六価クロムが高濃度で含まれていますので、特に打設時の六価クロムによる環境汚染に注意を払う必要があります。

(3) 六価クロムが溶出するメカニズム

国土交通省などによる国の検討結果によっても、セメント系固化材を用いた場合の土壌からの六価クロム溶出のメカニズムは明確になっていません。現在までのところ次のようにいわれています。

- ・ セメント単独では、セメントに水を加えると、セメント中の六価クロムはセメント鉱物の溶解過程で液相中に溶出しますが、同時に生成する水和物に固定されるので、液相中の六価クロムの濃度は増加し続けることはなく、水和物の生成が十分であれば減少するといわれています。
- ・ しかし、地盤改良する土とセメント系固化材を混合した場合には、改良の対象となる土の性質によって、水和物の生成が阻害され、その結果、水和物によって固定されなかった六価クロムが溶出することがあるとされています。水和物生成が阻害される度合いは、土の粘土鉱物や有機成分の質と量に因り、特に火山灰質粘性土を改良した場合に溶出しやすいとされています。これは火山灰質粘性土が、水和物生成に必要なCaイオンを吸着して水和物生成を著しく阻害する粘土鉱物を多く含有するためであるとされています。
- ・ このようなことから、千葉市の上部地層は火山灰土である関東ローム層ですので、セメント系固化材による地盤改良によって六価クロムが溶出しやすいといえるため、ほおじろ台隣接地の宅地開発においては注意を要します。

4. 軟弱地盤の改良における六価クロム溶出

セメント系固化材による軟弱地盤改良は、昭和50年代から本格的に適用されてきましたが、問題点もあり、平成12年3月に建設省(現国土交通省)から「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」の通達が出されました。そこでは、セメント改良土から六価クロムが土壌環境基準を超える濃度で溶出するおそれがあるので、適切に対処するための当面の措置が指示されており、セメント改

良をする際には、施工前や施工後に環境省の定めた六価クロムの溶出試験を行うことを義務づけています。溶出試験の方法については平成13年4月に一部変更され、今日に至っています。(参照：国土交通省『セメント及びセメント系固化材を使用した改良土の六価クロム溶出試験要領(案)、H13.4』、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、H15.6』)

このように国土交通省も地盤改良にセメント系固化材を用いた場合に、六価クロムが環境基準以上に溶出するおそれがあることを認めて、その対策を指示しています。国土交通省等による検討結果では、六価クロムが特に溶出しやすいのは、セメント系固化材に「普通ポルトランドセメント」を用いた場合であり、地盤改良対象土壌が「火山灰質粘性土」の場合であるといっています。ただ、どのようなセメント系固化材と土壌とを組み合わせれば、六価クロムの溶出が土壌環境基準以下になるかは、今のところ明確ではありませんので、すべての工事において、現場施工前にセメント系固化材と対象土壌とを混合して溶出試験を行い、六価クロムが環境基準以上でないか確かめることが義務付けられています。さらに、対象となる土壌が火山灰質粘性土の場合は、現場施工後にも六価クロムの溶出試験を実施し、六価クロムが環境基準を超えていないか確かめることが義務付けられています。

市営住宅宮野木町第1団地の地盤改良工事においては、現場施工前の溶出試験では六価クロムが環境基準以下であったにもかかわらず、現場施工後に採取した改良土についての溶出試験では、環境基準以上の六価クロムが溶出しています。

このような事例が身近にあったことから、ほおじろ台隣接地の宅地開発においては、工事施工前だけでなく、施工後においても、六価クロムの溶出に注意を向けることが必要です。

さらに、『セメント系固化処理土に関する検討最終報告書』においては、「セメント改良土へ地下水などの浸透水の流入がないかぎり、改良土から周辺環境への六価クロム溶出のおそれはない」と言っていますが、ほおじろ台隣接地の開発計画区域の低地谷津田部分は、降雨があれば雨水が溜まり、降雨がない時でも地下水が常に浸透し、ずぶずぶした状態の場所です。したがって、地盤改良した後も改良土から六価クロムが溶出する恐れがあります。

土壌の六価クロム汚染は、ひとたび発生すると事後処理が非常に難しく、莫

大な費用がかかります。当該開発計画区域の低湿地谷津田のように、六価クロム汚染が発生しやすい場所では、事前にその懸念を回避すべきであり、したがって谷津田を埋め立てて宅地建設することは止めるべきです。

以上