

環境修復事業におけるリスク事例について

国際航業(株)	○正会員	尾崎哲二*1
(株)鴻池組	正会員	小山 孝*2
アジア航測(株)	正会員	村田 均*3
大成基礎設計(株)	正会員	松川一宏*4
(株)東京建設コンサル	正会員	宮 亨*5
国土交通省		塩崎修男*6
応用地質(株)	正会員	高野光正*7

OZAKI Tetsuji, KOYAMA Takashi, MURATA Hitoshi, MATSUKAWA Kazuhiro, MIYA Toru,
SHIOZAKI Nobuo, TAKANO Kosei

土壌汚染対策法の施行を受け、大都市を中心に土壌・地下水汚染に対する環境修復事業が進められている。この環境修復事業が有害物質を取り扱うことから関係者においてはこの事業が様々なリスクをともなうことが認識されつつある。環境修復事業マネジメント小委員会（下池季樹小委員長）では環境修復事業におけるリスクについて調査研究を進めており、今回、中間報告をおこなう。土壌調査における有害物質の二次汚染に関する事例およびダイオキシン類汚染土壌の処理に関するリスクコミュニケーションの事例を取り上げる。

【キーワード】土壌調査、二次汚染、ダイオキシン類汚染土壌処理、リスクコミュニケーション

1. はじめに

土壌・地下水汚染にともなう環境修復事業は土壌汚染対策法（平成15年2月施行）にもとづき東京、大阪、名古屋などの大都市を中心に進められている。

環境修復事業が有害物質を対象とするため多くのリスクを持ち、これらが顕在化する場合が見られる。この事業を進める関係者においては、これらのリスクを回避あるいは少なくすることが共通の認識となっている。環境修復事業マネジメント小委員会では今年度より環境修復事業におけるリスクにテーマを絞り、この事業におけるリスク事例をもとに、これらを分析、検討してあるべきリスクマネジメントを提言しようと調査研究を進めている。

*1 地盤環境エンジニアリング事業部	03-3288-5722
*2 土木技術部環境グループ	06-6461-0262
*3 土壌・水環境事業部	044-967-6260
*4 エンジニアリング事業部	03-5832-7193
*5 技術管理本部	03-3982-9285
*6 国土技術政策総合研究所	029-864-4239
*7 東京支社技術三部	03-3982-9281

ただし、取り扱うリスクは土壌調査および対策工事にかかわるリスクであり、これらにより誘引される会社の経営的なリスクなどは対象としていない。

今回、この調査研究の中間報告として、本論文および別発表の「環境修復事業におけるリスク抽出と整理」にまとめた。本論文では土壌調査における二次汚染の事例、ダイオキシン類汚染土壌の環境修復工事におけるリスクコミュニケーションの事例について報告する。

2. 環境修復事業におけるリスク

(1) 土壌調査における二次汚染¹⁾

土壌汚染の可能性のある土地において実施される初期調査は資料等調査や非破壊的なガス調査などであり土壌に大きな負荷を与えるものではない。しかし、概況調査や詳細調査に進めばボーリング工事とともに観測井戸の設置工事など土壌に負荷を与えるものとなる。

これらの工事は地質調査の一般のボーリング方法によりおこなわれ、汚染土壌を直接掘削するため有

害物質によるコンタミ（コンタミネーション、汚すこと）や拡散など二次汚染を誘発することがある。ここでは土壌調査における二次汚染について整理し考察する。

a) 土壌調査の目的と内容

土壌調査の目的は「有害物質の汚染分布の把握」にあると言ってよい。これは有害物質がどのように地盤中に拡散しているのかその範囲と濃度を把握し、汚染機構を明らかにするものである。

そのため、ボーリングによりコアを採取して、分析するとともに地質柱状図を作成し、汚染機構解明の基礎となる情報を得る。一方、地下水の汚染や流れの把握のため地下水の採水、分析および地下水位の測定をおこなう。このため観測井戸の設置が必要になる。

土壌調査のデータは環境修復事業を計画する上でも重要な情報となる。そのため、透水係数やN値などの土質パラメータを調査することもある。

b) ボーリングのリスク

ボーリングでは一般に地表から土壌を掘削してコアを採取し、これをコア箱に入れ観察して地質柱状図を作成する。同時に目的とする深度の土壌試料をコア箱から採取して分析室へ送る。この一連の作業において次のようなリスクが伴う。

まず、採取するコアが実際の深度あるいは濃度の土壌として採取されないリスクである。これは、ボーリングによるコアの採取やハンドリングにおいて取り間違いが生じ、コアがそこにあった深度として認知されないことや、コアに他の場所にあった有害物質が付着する（コンタミ）ことである。これらのリスクが生じれば土壌調査の目的を達することができない。

次に、ボーリング中、上位の帯水層に存在する有害物質が下位の帯水層に落下し、拡散するリスクである。これは、下位の帯水層を掘削するさいに上位の帯水層を止水しなかったり、止水はするが不良であったり、また下位の帯水層を掘削する前に泥水を交換しなかったり、さらには不透水層以深まで掘削してしまう場合などに生じる。

c) 観測井戸施工のリスク

観測井戸施工では目的とする深度にストレーナーを設置するため、その区間の上下の孔壁と井戸管の

空隙を止水する必要がある。これは井戸の目的が対象となる帯水層の地下水を採水し、その水位を測定することにあるからである。止水には通常、セメントモルタルなどが充填されるが、止水の重要性の認識不足や地下深いボーリング孔の狭小な間隙での繊細な作業が要求され、施工不良によって完全止水ができない場合には有害物質が長期にわたり拡散することになる。

d) 有害物質の移動性

土壌汚染で確認される有害物質は主に重金属類とVOCs（揮発性有機化合物）である。一般に重金属類はその吸着性などにより表層近くに留まることが多いが、VOCsによる汚染は地表下数十mに及び、平面的な広さが数百mにも及ぶことがある。これはVOCsが土壌に吸着しにくい性質をもち水より重く、また水に溶けにくいからである。したがって、地盤中に水みちや透水性の高い場所があれば重力や地下水の流れあるいは拡散により広域に拡散する。

e) 考察

土壌調査は地質調査のボーリングや観測井戸施工の工事方法を基本としておこなわれている。ボーリング時には採取コアの取り間違いが生じるが、管理者あるいは観察者が注意をすれば大方は解決することが多い。また、地下水の逸水においても、地下水が通常無害であり二次汚染といった問題に発展することは少ない。

このようにして進められていたボーリング手法が土壌汚染の調査に導入され、進められているのが現状である。そのため、これまで地質調査では単なるコアの取り間違いや地下水の逸水でしかなかった施工ミスが、土壌調査では汚染分布の間違いや二次汚染といった問題を引き起こし、さらには注意不足からコンタミも生じさせていると考えられる。

f) 対応策

このような二次汚染のリスクを回避するためボーリングや観測井戸施工に高度な技術は必要ではない。土壌調査におけるリスクを十分把握して施工に生かせばよく、そのためには現場の状況と目的を踏まえ周知な計画と確認が必要である。これにはマネジメント手法であるP（Plan）・D（Do）・C（Check）・A（Action）、すなわち「計画」「実施」「監視」「改善」のサイクルの活用が有効であると思われる。

(2) ダイオキシン汚染土壌の対策工事におけるリスクコミュニケーションの事例

ここで紹介する事例は、和歌山県橋本市の山間部において発生した高濃度ダイキシン類汚染土壌の処理を講じるにあたり、周辺住民への健康被害のリスクや環境リスクを低減し、円滑な処理事業を図るため特にリスクコミュニケーションを重視して進めた管理事例である。なお、本節は和歌山県（以下、県）や対策工事を実施した鴻池組などが公表した記事や報告書をベースに記載するものである。

a) 対象地の履歴

対象地においては、平成6年頃よりこの地にあった産業廃棄物中間処理場において、その処理業者が不法に廃棄物を持ち込み、排ガス対策の不完全な焼却炉での焼却や野焼きをおこなっていたため、周辺住民から苦情が相次いだ。住民は処理場のダイオキシン類調査、焼却施設および埋立廃棄物の撤去を求めた。平成12年1月に県が焼却炉周辺を調査したところ焼却炉内から最大 250ng-TEQ/g (250,000 pg-TEQ/g)、周辺土壌から 100ng-TEQ/g の高濃度のダイオキシン類による汚染が確認された²⁾。県は直ちに処理業者に対し、ダイオキシン類で汚染されている施設の解体・処分等の措置命令を出したが業者が従わなかったため、県は同年5月措置命令に係る行政代執行（緊急対策）を実施した。行政代執行業務では、焼却炉解体に伴って発生したダイオキシン類汚染物（15.6m³）を日本で初めて現地無害化処理（ジオメルト工法）³⁾を実施した。しかし、周辺には土壌環境基準を超える汚染土壌が残っており、これを処理（恒久対策）する必要があった。

b) 恒久対策計画決定までの経過

土壌調査の結果、ダイキシン類による汚染土壌は焼却施設のあった場所を中心に同心円状の汚染が確認され土壌環境基準（1000 pg-TEQ/g）を超える汚染土壌の範囲は 4930m²、土量は 2602m³であった。

恒久対策の処理計画の策定については、平成13年6月に県によるダイキシン類汚染土壌の無害化処理技術の公募によりスタートした。同年10月に県が住民を交えて公募技術の説明会を実施し、同月末、公害調停が成立し、県、橋本市および住民の三者に学識経験者を交えた恒久対策協議会が設立した。

処理土壌の処理方針は、この協議会において検討

が進められ以下の方針が決定した。

- ・ 低濃度汚染土壌（3000 pg-TEQ/g 未満、1932m³）は現地に設置するコンクリートボックスに封じ込める。
- ・ 高濃度汚染土壌（3000 pg-TEQ/以上、670m³）は現地無害化する。

このうち高濃度汚染土壌の現地無害化処理はインターネットを通じて一般公募され、153社の技術がリストアップされた。このうち4社が選定され公開プレゼンテーションがおこなわれた。住民は無害化の確実性や処理後の物質の安定性を、また県などの行政は加えて工事費用や実績等を重視した評価をおこなった。結果的には緊急対策で採用した工法が住民により選定された。

この決定までに住民から提出された懸念事項は、①工法選定が適当であるか。すなわち緊急対策時で採用した工法以外についても検討の必要がある。②工法の選定はどこがおこなうのか、③工法決定の経緯は明瞭にする、などであった。これに対し県は①恒久対策協議会を設置する、②現地無害化処理技術の選定は県がインターネットで全国から公募する、③工法の選定は協議会でおこないその決定過程を明瞭にする、との対応を講じた。

c) 現地無害化処理における環境保全協定書の策定

現地無害化処理を実施するに当たり、県、住民および施工業者は地域住民の生活環境を保全するため、処理に関する環境保全協定を締結した。環境保全協定の骨子を表-1に示す。

d) まとめ

有害物質で汚染された土壌の現地無害化処理をおこなうにあたっては、①技術の確実性（無害化処理の確実な実施）や②安全性（二次公害等を周辺環境に影響を与えない）はもちろんのこと③住民関与（住民参加、情報公開を原則にした処理の実施）の原則が実践される必要がある⁴⁾。本事例ではこの3つの原則に沿った対策であった。このうち③の住民関与の原則が貫かれた背景には以下の要因が挙げられる。

- ・ 問題解決に前向きな地元住民が多く、工事に対して協力的であった
- ・ 深刻な環境汚染で報道等により全国的にも知られるところとなり緊急性の高い問題であった
- ・ 工事を強行することなく、1年にも及ぶ十分な

表－１ 恒久対策における環境保全協定書の骨子

項目	内容
1. 基本方針	地域住民の健全な生活環境の保全のために最善の策を講ずる。
2. 環境保全対策	無害化处理設備の運転状況の管理目標値を設定、管理目標値の範囲内であることを確認するとともに、計測値を記録して現場で住民が閲覧できるようにする。
3. モニタリング	汚染土壌掘削中、土壌詰込み、洗浄作業時の作業環境モニタリングを行う。 ジオメルト処理中に下記項目について、3回モニタリングを行う。 ①大気放出ガス（ダイオキシン類、SOx、NOx、重金属類等） ②敷地境界（ダイオキシン類、粉塵） ③汚染物と溶融固化体（ダイオキシン類、重金属類） 周辺モニタリングとして敷地境界4カ所でデジタル粉塵計による24時間連続モニタリングを行う。
4. 立入調査	住民は現場への立入調査ができる。ただし工事の円滑な実施に支障をきたさないように配慮する。
5. 緊急時の措置	緊急時のマニュアル整備と実地訓練の実施。
6. 公開の原則	作業日報、モニタリング等の分析結果やモニタリングテレビ24時間映像を公開する。
7. 対策協議会	県2名、地元住民（撤去させる会）4名、施工業者2名で構成する対策協議会を設置し、協定を円滑に履行するために次の事項を協議する。 ①業務の安全性の確認 ②モニタリング結果の評価に関する事項 ③協定に定めない事項 協議会では学識経験者や専門家をオブザーバーとして意見を求めることができ、公開を原則とし月1回定期的に開催する。
8. 習熟運転	1バッチ目に運転に伴う各種データを集中的に採取し、管理目標値の検証、溶融運転状況、運転中の騒音等を確認する。

協議を重ね誠意を持って対応した

- ・ 工事の計画から施工に至るまで住民が参加して事業を行った
- ・ 広く情報を提供することで、住民が技術、施工内容を十分に理解してくれた

ここに、記して感謝申し上げる。

【参考文献】

- 1) 藤根拓：社内講習会資料、国際航業、2004.
- 2) 岩井敏明：橋本市におけるダイオキシン汚染物無害化处理、全国環境衛生大会抄録集、pp61-64、2001.
- 3) 橘敏明ほか：ダイオキシン類で汚染された焼却炉の解体とジオメルト工法による無害化处理、(株)鴻池組技術研究発表会梗概集、2002.
- 4) 中地重晴：住民参加型オンサイトにおける廃棄物、ダイオキシン類汚染処理の現状と課題－豊島（香川）・橋本（和歌山）・能勢（大阪）の場合－、環境科学会、第2003年会・シンポジウム2、pp10-17、2004.

3. まとめ

土壌調査における二次汚染の事例およびダイキシン汚染土壌の処理に関わるリスクコミュニケーションの事例について述べた。今後、小委員会では環境修復事業の多様なリスク事例を参考に、これらに対応できるマネジメント手法を提言したいと考えている。

謝辞；土壌調査については国際航業(株)の藤根拓氏およびほくせい技術(有)の窪田文好氏に教えていただいた。

Case studies of risks and risk management in contaminated sites restoration

By OZAKI Tetsuji, KOYAMA Takashi, MURATA Hitoshi, MATSUKAWA Kazuhiro, MIYA Toru, SHIOZAKI Nobuo, TAKANO Kosei

Because of treating with a toxic substance, the persons concerned in contaminated sites restoration become aware of risks according with it. Case studies of risks and risk management in contaminated sites restoration have been summarized in this year by our subcommittee. This paper is an interim report that the cases of secondary contamination with site investigation and risk management for dioxin contaminated soil treatment.