

環境修復事業における失敗事例とその考察

国際航業(株) 尾崎 哲二^{*1}

国際航業(株) 下池 季樹^{*2}

西武建設(株) 三村 卓^{*3}

ミヤマ総合研究所 佐鳥 静夫^{*4}

(株)日建設計ビル 角南 安紀^{*5}

松下環境空調エンジニアリング(株) 松川 一宏^{*6}

By Tetsuji OZAKI, Toshiki SIMOIKE, Taku MIMURA,

Shizuo SATORI, Yasunori SUNAMI, Kazuhiro MATSUKAWA

土壌・地下水汚染対策として実施される環境修復事業が全国的に展開されている。しかし、この事業が我が国では新しく、土壌汚染対策法や条例等の法令に従うあるいは準じていても実施する事業では多くの失敗が生じている。これらの失敗は汚染の拡散、それに伴う修復費用の発生、さらには人の健康被害や信用の失墜につながりかねず、これらの原因を明らかにし、防止することは重要な課題となっている。

今回、環境修復事業において失敗した事例を収集し、これらを整理して考察した。事例の収集ではできるだけ具体的な内容になるよう努めた。しかし、一部に一般化した記載になった事例もある。整理では事業を調査、計画、対策の段階に分けた。考察ではその原因や背景について検討し、一部ではその防止対策について触れた。

本稿は土木学会の建設マネジメント委員会環境修復事業マネジメント研究小委員会における研究報告書¹⁾を参考とした。

【キーワード】環境修復事業、失敗事例、マネジメント

1. はじめに

環境修復事業における失敗は多くの現場で大なり小なり生じていることが考えられる。しかし、事業者との守秘義務や実施会社の信用問題の壁があり、これらが公開されることは少ない。失敗の影響が大きくなり社会的な問題になってはじめてメディアにより取り上げられ、一般に知られることになる。

環境修復事業で大きく取り上げられた失敗事例として大阪のOAP問題がある。これはマンション購入者に土壌汚染の告知をしなかったこと、対策工事の不備で汚染が周辺に拡散したことが問題であった。

*1 地盤環境エンジニアリング 事業部 03-3288-9473

*2 地盤環境エンジニアリング 事業部 03-3288-5722

*3 事業本部技術設計部 03-2926-3414

*4 03-5402-6716

*5 地盤環境グループ 03-5226-3070

*6 東京支店土壌環境事業グループ 03-3472-2570

中京地区のフェロシルト問題は、一方で産業廃棄物の再利用が推進されているものの、その品質の確保に係る失敗事例であった。この失敗事例は他の産業廃棄物の再利用の問題点を示唆した。また東京都板橋区では浄化判定を巡る訴訟問題があった。この訴訟では浄化判定について重要な問題を投げかけた。土壌汚染対策法等で定める浄化の判定方法が完全な浄化を約束するものではないことを示した。

これらの失敗事例はその影響が大きく訴訟問題になっている。しかし、訴訟問題にいたらずとも同様の小さな失敗は環境修復事業において生じている。今回、筆者らが実施した事業を中心に生じた失敗事例を収集し、これらの原因や背景について考察する。ただし、その収集では失敗にいたる前の手違いや勘違いなどについても取り上げている。

失敗事例の整理では事業の流れに沿って調査、計画、対策に分けた。ただし、計画とは調査結果を踏まえ対策工法を決定するまでの計画作業であり、施工計

画書など具体的な計画作成は対策に含めている。失敗が明らかになるのは通常対策時であり、その原因が調査や計画の失敗である場合が多い。そのような失敗-原因の関係はあるが、ここではこれを明確に区分して整理していない。

環境修復事業に関係する者を次のように分類した。対象地周辺の「住民」、汚染原因者や土地所有者など事業を発注する「発注者」、土壌・地下水汚染を調査する「調査担当者」、浄化対策計画を策定する「計画担当者」および浄化対策工事を施工する「施工担当者」である。

失敗から学び、次に役立てることはあらゆる事業の基本である。本稿も同様の趣旨でまとめた。

2. 調査時における失敗事例

(1) 土壌調査の目的と手順

土壌調査の目的は対象地に特定有害物質（以下、有害物質）による土壌汚染が生じているかを明らかにすること、および汚染が生じている場合にはその範囲を確認することである。

土壌調査は通常、図-1に示す手順で進められる。

資料等調査 → 概況調査 → 詳細調査

図-1 土壌調査の手順

図-1が示すところは、その目的を達するための無駄のない合理的な土壌調査の手順といえる。資料等調査は土壌汚染の可能性を推定する作業であり、土壌汚染の存在するおそれのない場所を調査する必要がないと考えるのは妥当である。概況調査は土壌汚染のおそれがある場合の検証とその確認のために実施される。詳細調査は土壌汚染の範囲を確認するために行われる。

概況調査や詳細調査は通常、土壌汚染対策法に定められた方法により行われる。その場合、分析する土壌試料の量（試料数）は対象とする土壌の量に比べ微々たる量である。対象地を3次元的に見れば採取する土壌は点に過ぎない。分析の結果、土壌試料の一つに汚染が見つければ“対象地に土壌汚染がある”とされ、すべての試料に汚染がなければ“対象地に土壌汚染がない”とされる。しかし、これは妥当な

判断であろうか。後者の場合、分析した土壌試料に汚染がないとは言えるが、これをもって対象地に汚染がないとは論理上言えない²⁾。

この論理は土壌汚染の範囲を確認する場合にも成り立つ。土壌調査によって土壌汚染がないとした区画に土壌汚染がないとは断言できないのである。

このように土壌汚染の有無の判定や範囲の確認には根本的な難しさがある。資料等調査はこれらの調査の正確さを補完するためにあると言ってもよいが、この困難さが土壌調査において失敗を招く原因になることがある。

(2) 失敗事例

土壌調査で生じる失敗事例を作業別に整理し、資料等調査、実際の土壌調査および関係者間のコミュニケーションの3つに分類した。

a) 資料等調査での失敗事例

この作業は土壌調査の前に行われるもので、対象地に関する書類の調査、関係者へのヒアリングや対象地の検分などにより対象地の土壌汚染の有無や、土壌汚染の可能性がある場合の有害物質の種類や汚染場所などを想定する作業である。収集した失敗事例を表-1に示す。

表-1の1-①の事例a~dでは、その失敗が調査担当者ではなく発注者において情報が逸散している、あるいは整理されていないことが失敗の主な原因である。1-②の事例e~gも1-①と同様に情報不足による失敗事例である。調査担当者は発注者まかせではなく発注者から情報を取り出す工夫や経験の蓄積が必要であろう。

1-③の事例h、iも注意すべき失敗事例である。土壌汚染の原因が、有害物質が地上で漏れて地下に浸透したとする一般的な汚染機構だけではなく、事例のような汚染機構を想定した調査も重要である。

b) 土壌調査での失敗事例

この作業は資料等調査を踏まえ実際に土壌調査を実施するもので、調査地点の設定、ボーリング、土壌・地下水の試料採取、観測井戸の設置、試料分析およびデータの評価などを行う。収集した失敗事例を表-2に示す。表-2より、2-①の事例a、bでは現場状況や測量における基本事項の認識不足、さらに次作業への引継ぎの配慮の欠如が原因である。土壌調査が何か構造物をつくる作業ではないことや、

表－１ 資料等調査の不備による失敗事例

分類	失敗事例
1-① 図面の紛失、情報の間違い	a 対象地の建屋が築 30 年以上経過し、数回増改築された工場であり古い図面がなかった。そのため得られる情報をもとに調査地点を設定したが、コンクリート基礎が何層にも重なった地点がありコア抜きに手間取った。その結果、工程が遅れた。 b 地下埋設物の位置を古い設備図で確認しながら土壌調査（ボーリング）を進めたが、予想しない場所に埋設管があり破損させた。しかし、破損してしまった地下埋設管は使われていない下水管であったため、大事にはいかなかった。 c 当初、50cm 程度の厚さのコンクリートスラブがあると聞いて対策計画を進めていたが、途中で厚さが 2m であることがわかり工法を鉄粉混合法から鉄粉スラリー注入法に変更した。 d 操業中の古い工場における土壌調査で、埋設管を避けるため工場の係員立会いのもとにボーリングしていたが破損してしまった。
1-② 取り扱い物質や使用場所の間違い	e 過去の土地利用の情報源が登記簿だけであり、土地を所有した会社の名称から有害物質を取り扱っていないと判断していたが、実際には汚染が見つかった。 f 地中に有機溶剤があることを知らずにボーリング調査を実施したところ、作業員が高濃度の有機溶剤ガスを吸入してしまった。 g 条例に基づく土壌調査において予想外の場所に汚染が見つかり、事業者調査方法の妥当性を疑われた。
1-③ 他からの汚染への対応	h 他からの不法投棄やかつての埋設廃棄物への対応の不備（一般論） i 隣接地からのもらい汚染（地下水汚染の拡散）への対応の不備（一般論）

稼働中の工場では調査地点設置に苦慮することなども遠因として考えられる。

土壌ガス調査は表層部（深度 1m）の地下空気を採取してその直下付近の VOCs 汚染の有無を推定するために行われる。調査地点が汚染源付近であれば VOCs が検知される可能性が高い。しかし、調査地点が汚染源ではなく他から拡散してきた場所であれば、その場所の地質や人工的な構造物の影響を受け検知されない可能性がある。2-②の c、d の事例はそれを示している。しかし、これをもって失敗とは言えない。土壌ガス調査結果の評価にあつては地質などの地盤状況とともにデータの十分な吟味が必要である。

2-③の事例 f、g は、調査担当者の地質調査能力が未熟であったためと判断される。事例 h も同様に判断されるが、VOCs の二次汚染を防ぐための工事がコストを高めていることが遠因とも考えられる。このような二次汚染が生じているかどうかの検証は通常行われていない。しかし、実際の調査においては相当数発生している可能性がある。

2-④の事例 i、j は地下水の流向等の把握に関する

事例である。ただし、この把握ミスが失敗にいたったという訳ではない。しかし、地下水の流向、流速等の正しい把握は、汚染機構のメカニズムの解明や今後の汚染物質の拡散を予測するために必要な作業である。そのためには観測井戸の正しい設置や正しい測定が必要であり、周辺の地形、地質や周辺の人工的な地下水の揚水や涵養についての調査も重要である。そして、これらを総合して地下水の流動を把握することが求められる。

2-⑤の事例 k は発注者とのコミュニケーション不足あるいは調査担当者の知識不足が原因と考えられる。事例 l は分析会社の選定ミスまたは計画の不備が原因であろう。事例 m の採水ビンの取り違えは事前の採水ビンへのラベル貼り、採水時の確認により防止することが可能である。しかし、ラベルの落下や分析会社でのとり間違いにも注意する必要がある。事例 n では当初の調査を間違いと指摘しているものではない。実態の正確な把握や対策計画が念頭にあれば油が水よりも軽く地下水面付近に濃縮していることを予見できたのではなかろうか。

表－２ 土壌調査での失敗事例

分類	失敗事例
2-① 調査地点の設置間違い	a 調査地点を間違え、間違った地点のコア抜きをしてしまった。 b 概況調査後、詳細調査へと進んだが概況調査時の基準点が明確でなく、調査地点を間違えて設置してしまった。
2-② 土壌ガス調査の信頼性	c 土壌ガス調査において土壌ガス（有害物質）が検出されなかったので汚染なしと判断したが、のち第2帯水層が汚染されていたことが判明した。 d 土壌ガス調査で土壌ガスを検出しなかったが、のち、その上部を薄いシルト層で覆われた帯水層に汚染が判明した。 e 土壌ガス調査で保護管の末端が粘性土で塞がれ土壌ガスを採取できなかった。
2-③ 土壌調査の深度設定、観測井戸の設置間違い	f 有害物質が VOCs の場合、土壌調査は帯水層の底まで行うことになっているが、中間の薄いシルト層を帯水層の底と間違えた。 g 観測井戸の設置時に、本来の帯水層ではなく宙水のある深度で地下水採取口（スクリーン）を設置してしまった。 h ボーリングが VOCs の溜まっている難透水層を貫通し、VOCs を下方に拡散させてしまった。
2-④ 地下水流況の認識の間違い	i 地下水汚染サイトで、地下水の下流側の井戸に汚染がなかったことから、敷地外への汚染の拡散はないと判断したが、汚染は周辺の揚水井戸の影響により自然の地下水流向とは違う方向に拡散していた。 j 土壌汚染現場において観測井戸の地下水面が 10m ほどと深く、周辺環境の状況から不思議に思っていたところ、そこから数 km 離れた川の側で製紙会社が伏流水を揚水していることがわかった。関連する情報と合わせ検討した結果、現場における地下水面が低いのはこの揚水によるものであることがわかった。
2-⑤ サンプルング、分析でのミス	k 当初、法令に基づく土壌調査として有害物質のみを対象としたが、土地売買となったため法令にない他の有害物質に関する土壌調査が必要となった。 l ダイオキシン類の分析結果が大幅に遅れ、報告書の納品に支障をきたした。 m 近接する2つの井戸の分析値がそれまでのデータの傾向と異なることに気づき調査した結果、採水時に採水瓶を取り間違えていたことがわかった。 n A重油に汚染された対象地の既調査報告書では深度方向に 1mピッチ間隔のデータが示されていたが、それらにない地下水面近傍の土壌を分析したところ高い濃度を示した。 o 深度 5m の土壌調査ボーリング時、行政から地下水が確認されたら採水して分析して欲しいとの指導があった。5m 掘ってわずかに地下水を確認したが採水が困難だったため採水しなかった。しかし、発注者と行政への事後報告では、採水しなかった理由の説明で苦勞した。 p ボーリング機材が汚染していたため調査を中断し、新しい機材を取り寄せたため工期が遅れた。
2-⑥ その他	q 土壌調査時に並行して解体工事を行っていた現場で、解体業者に観測井戸を撤去された。

事例 o の地下水採取の是非についての詳細な状況は不明である。行政は土壌汚染により地下水汚染が生じているかを見極めたい意向があったと推察される。そうであったなら、調査担当者は当初から地下

表－３ 関係者間のコミュニケーションにおける失敗事例

分類	失敗事例
3-① 事業者との守秘義務	a ある事業者の一事業所における土壌汚染に関する情報を他の事業所で漏らしてしまった。ただし、この情報流出により問題は生じていない。
3-② 住民とのコミュニケーション	b 土壌調査実施について、事前に地方行政と自治会長に説明し住民には掲示板等で通知したが、実際には住民に周知できておらずボーリング調査時に苦情があり作業が一時中断した。 c 土壌汚染のおそれのある場所の土壌調査について、その結果を住民に説明する予定のもとに、事前に通知せずに調査したところ住民から隠蔽しているのではと疑われた。 d 概況調査の結果を住民に説明し、詳細調査の結果についても説明した。しかし、後者の濃度がはるかに高かったため住民に疑義を抱かれた。 e 相次ぐ追加調査のため、住民の機嫌を損なった。

水採水できる深度までの調査を要求しておくべきだったと思われる。最後の事例 p での判断は妥当であった。この事例に限らず、ボーリング場所から分析会社までの土壌試料の運搬では、ハンドリング時のコンタミネーションには十分、注意する必要がある。

2-⑥の事例 q は珍しいことではない。解体工事では作業工程に期限があることや、他の工事との同時作業の経験に乏しい工種であるためと考えられる。

c) 関係者間のコミュニケーションにおける失敗事例

土壌調査では、調査担当者は発注者や住民などとコミュニケーションをとりながら作業を進めていくことになる。このコミュニケーションにおいて失敗した事例を表－３に示す。

表－３の 3-①の事例 a では営業的な会話において気付かず守秘義務に違反することを示している。3-②の事例 b、c では住民への作業の事前説明や周知の確認が必要であることを示している。事例 d は土壌調査の難しさを、事例 e は周到な計画による調査の重要性を示している。ここで、3-①の事例では情報の守秘について、3-②の事例では情報の公開について取り上げている。これらはともに遵守する必要があるが、相反する行為とも言える。ここにも環境修復事業の難しさがある。

(3) まとめ

資料等調査の失敗の多くは土壌調査時に顕在化する。ここでは単純なミスや技能不足による失敗事例も見られるが、ほとんどが情報不足によって生じている。その主要なものは発注者からの情報の不足で

ある。しかし、作業を進める調査担当者は対象地の検分により有益な情報を得ることや発注者から情報をできるだけ取り出す工夫が必要であろう。

土壌調査では多くの失敗事例を収集した。全般に調査担当者の勉強不足、経験不足に起因する事例であった。しかし、土壌ガス調査での失敗事例は土壌ガス調査の限界を示しており、今後の精度の向上に期待したい。また、ボーリング時における VOCs の二次汚染は防がねばならず、二次汚染に対する意識向上とともに防止技術の向上が期待される。土壌試料のハンドリング時のコンタミネーションに注意を払うことは言うまでもない。

関係者間のコミュニケーションにおいては、正確な情報を後手にならないように公開することがトラブルを回避するポイントであろう。

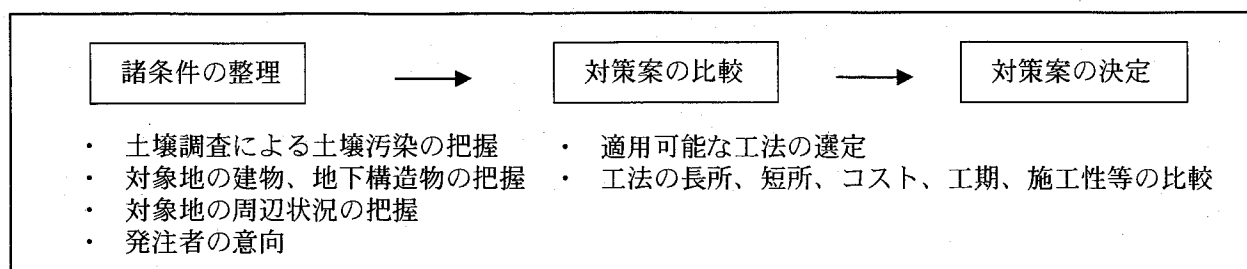
3. 計画時における失敗事例

(1) 計画の目的と手順

土壌汚染対策の計画の目的は土壌調査のデータ、対象地の建物や地下構造物の状況、周辺状況の把握、また発注者の意向などの諸条件を踏まえ、適切な対策案を提示することにある。これを対策計画の手順として示せば図－２のようである。

(2) 失敗事例

計画時の失敗事例を整理し、土壌調査の不備や諸条件の把握の不足および対策工法の理解不足によるもの、また関係者間のコミュニケーションにおけるもの、の3つに分類した。



図－２ 対策計画の手順

表－４ 土壌調査の不備や諸条件の把握の不足による失敗事例

分類	失敗事例
4-① 土壌調査の不備	a 法律に基づく調査ののち、対策のための調査を別の調査者により実施したため、調査結果に整合性がつかず再調査が必要となった。 b 汚染機構を把握していなかったため、浄化した土が汚染地下水により再汚染した。
4-② 諸条件の把握不足	c 対策後の土地利用を把握せずに対策を実施したが、処理土壌がアルカリ化したため表土の入替えが必要となった。 d 対策後の土地利用計画が決定されない時点での対策選択には無理がある（一般論）。 e 周辺環境を考慮しないで対策を進めたため、新たな対策が求められた（一般論）。

a) 土壌調査の不備や諸条件の把握の不足による失敗事例

土壌調査の不備や諸条件の把握の不足による計画の失敗事例を表－４に示す。表－４の 4-①の事例 a では、対策が土地売買を前提とする完全浄化であったため、対策のための調査が土壌汚染対策法で定める以上の綿密な内容であったと推察される。そのため 2 つの調査結果に矛盾が生じた。しかし、前述したように調査地点が異なれば濃度や汚染範囲に違いがでるのは当然であり、理解しておくべきことである。

事例 b は調査結果の考察が足りなかったためである。ただし、限られた情報の中で汚染機構を明らかにすることは難しいことも知れない。

4-②の事例 c では、対策においてアルカリ性の高い物質あるいは酸性の物質を使用することがあり、その影響を考慮しなかった失敗事例である。また、対策工法の選定では対策後の土地の利用のあり方を踏まえる必要があることも示している。事例 d も c と同様の失敗事例である。事例 e も基本的な情報の収集の欠落による失敗事例である。

b) 工法の理解不足による失敗事例

対策工事の計画では対策工法についてよく理解しておくことが必要である。また、工法の選定ではベ

ストの選択を行うことが計画担当者の責任である。工法の理解不足による失敗事例を表－５に示す。

表－５の 5-①の事例 a はありがちな事例である。対策技術を持つ会社が計画を立案する場合、所有する工法に誘導しがちである。しかし、対策計画は発注者にとってベストにしなければならない。

事例 b は計画担当者の説明能力が問われる問題である。発注者には対策の経験がほとんどないのに対し、計画担当者は豊富である。分かりやすい説明は義務である。事例 c も同様に計画担当者の説明能力の不足を示している。事例 d は計画担当者が正しい判断をした事例である。

5-②の事例 e は計画担当者の勉強不足を示している。事例 f は公定法 46 号では前処理として試料を乾燥させる必要があり、これにより分析時間が長くなるため乾燥させる必要のない公定法 13 号により分析したものであった。このような間違いは環境修復事業を始めた頃にはよく見られたが、現在ではほとんどなくなっている。

c) 関係者間のコミュニケーションにおける失敗事例

計画時の関係者間のコミュニケーションは、対策の有益な情報が得られる場であり、対策を進めるアナウンスの場でもある。ここでの失敗事例を表－６に示す。

表－５ 工法の理解不足による失敗事例

分類	失敗事例
5-① 見積り時の失敗	a 自社工法よりも優れた他社の工法がある場合、発注者に他社工法を推奨することは少ない（一般論）。 b 発注者が、費用が安いという理由だけで原位置不溶化や原位置封じ込めにこだわり、これらを「浄化」と勘違いする場合がある（一般論に近い）。 c 完全浄化を考えていた発注者に、工事のリスクを考慮して比較的高い概算見積を提出したところ採用を諦めかけた。 d VOCs 汚染土壌の浄化対策の見積りにおいて、A 社は原位置浄化工法を提案し B 社は対抗して安い価格で掘削除去を提案した。しかし、B 社の見積りには不合理があったため A 社を選定した（失敗事例ではない）。
5-② 工法の理解不足、分析法の間違い	e VOCs 汚染土壌の浄化対策として、ある会社が実績、工期、工事費のメリットのみを発注者に宣伝して原位置浄化工法が採用されたが、完了後の地盤が軟弱なことを説明しておらず、表層改良（地盤強度確保）が必要となり予算を超過した。 f 不溶化処理対策で処理土壌を環境省告示第 46 号試験により分析すべきところを、迅速に結果を出すため廃棄物の分析法である環境庁告示 13 号試験にて実施した。しかし、これが認められず 46 号による分析を再度行った。

表－６ 関係者間のコミュニケーションにおける失敗事例

分類	失敗事例
6-① 住民への対応の不備	a 住民の対策工事への不満の原因を察知できなかったため対応に計画担当者が苦慮した。 b 住民からの対策工事への反対には跡地利用反対のための場合もあり、柔軟な対応が求められる。 c 住民などへの対応にはマネジメントに基づいた組織的対応（回答）が必要であり、これが欠けると整合性がつかなくなる。 d 住民説明会における汚染状況の説明で、比較的低濃度だった汚染物質について、“この地下水濃度では毎日これだけの量を摂取し続ければ 1 万人に 1 人の割合で具合悪くなる程度”と環境省の解説を参考に説明したところ“オレがその 1 人になったらどうしてくれる”と言われた。別の説明があったのかも知れない。
6-② その他	e 対策工事の計画から発注までのリード時間が長かったため、その期間中に簡易柵で囲んではあったが無人状態であった現場にゴミを捨てられた。

表－６の 6-①事例 a、b はありがちなケースである。対策工事自体を問題にするのではなく、対策工事後のマンション等の建設への反対がベースにあり、対策工事の反対を掲げることによって建設工事を止めさせようとする場合がある³⁾。事例 c は事業を進める側の情報の一元化と責任対応が重要であることを示したものである。事前説明会で住民からまとめてクレームがある場合には矛盾のない回答ができる

が、個人的にクレームがある場合には回答内容にニュアンスの違いなどが生じ、トラブル発生 の契機になる場合がある。事例 d もよくあるケースである。リスク論から説明すればほとんど問題にならないと考えられるが、“絶対に問題にならない”ということ を説明することは難しい。

6-②の事例 e はよくゴミを捨てられる場所に“ゴミを捨てないで！”と書かれた看板のある風景を思

表－7 施工計画における失敗事例

分類	失敗事例
7-① 施工計画書の不備	a 対策深度を中間法により設定して掘削したところ、予想よりも土量が増えた。 b 調査結果にもとづき対策土量を算出し、発注者とは無増減契約として工事を進めた。しかし、のり面や安全側掘削が考慮されておらず数量増になった。 c 六価クロム汚染土壌を掘削除去するため周囲に鋼矢板を打設した。しかし、オーガーにより先行ボーリングを行う必要があった。このため想定外の土量が発生し、増加分の処理費用を負担することになった。 d フッ素汚染土壌を原位置不溶化処理により進めていたが、対策後の建設工事で発生する根切り土が残土とはならず産業廃棄物になることがわかり、対策途中で汚染土壌を掘削除去とした。 e 揚水井戸設置時、井戸管頭部のマスと地盤の隙間や配管等の空隙から、汚染された表層水が第1帯水層に落ちてしまった。
7-② 業者選定ミス	f 初顔合わせの業者に新工法による対策工事を頼んだところ、うまく行かなかった。

い起こさせる。そのように書かれた場所にはよくゴミが捨てられている。

(3) まとめ

対策の計画では、その前提となる土壌調査結果などの条件を正確に把握することが重要である。さらに、工法の十分な理解が必要であり、あらゆる工法を公平な目で評価する能力とスタンスが求められる。

また、この段階においても関係者間のコミュニケーションによる相互理解と情報交換が重要である。住民による反対活動を回避したいといった消極的な姿勢ではなく、コミュニケーションによって新たな情報を得て対策計画の条件にするといった積極的な姿勢が望まれる。

4. 対策時における失敗事例

(1) 対策の目的と種類

土壌汚染対策の目的は土壌汚染による人の健康被害の防止を図ることにある。その対策には土壌汚染を除去する手法と土壌汚染は残るが健康リスクを低減する手法がある。実際によく用いられるのは前者である。この手法では汚染土壌を動かすあるいは暴露することが多く、失敗を引き起こしやすい。

(2) 失敗事例

対策時の失敗事例は施工計画時、施工時、施工時のコミュニケーションおよび施工後の4つに分類して整理した。

a) 施工計画における失敗事例

施工前には施工計画書が作成される。この作業では選定された対策工法が具体的な工事計画として検討される。この作業での失敗事例を表－7に示す。

表－7より、7-①の事例 a～c までの3事例は対策土量の算出に関する失敗事例であり、すべて計画より対策土量が増えた場合である。事例 a では中間法が深度決定としてリスクのある方法として示唆される。対策土量はできるだけ少なくしたいが、分析の工数や費用を考えれば調査時に最終深度を 0.5 m ピッチで確認するなど、土量を画定した上で掘削する方が合理的である。

なお、中間法とは土壌汚染対策法成立前の指針である「土壌・地下水汚染に係る調査・対策指針および運用基準」（環境庁水質保全局、平成 11 年 1 月）に示されている基準で、汚染土壌の深度範囲について、要対策層（基準に適合しない層）と近接する対策不要層（基準に適合する層）の中間点を境界とするとしている。掘削除去による対策であれば、この境界に達したら底面で基準に適合しているかどうかを確認することが定められている。

事例 b、c は対策工事の経験不足により生じた失敗事例である。本来、これらの工事は土木の工種であり、施工担当者がこれらに未熟であったことが推察される。事例 d では不溶化処理が浄化対策とはならず、処理土壌を搬出する場合残土にはならないことに注意すべきである。事例 e の原因は施工担当者の経験不足にある。汚染水は小さな空隙があれば浸透

表－８ 施工時の失敗事例

分類	失敗事例
8-① 浄化工事・品質管理・施工管理の不備	a VOCs 汚染土壌の原位置浄化工事が予定期間内に基準値をクリアしなかったため工期延長となり、発注者からクレームがついた。 b 条例に従って調査し浄化対策を完了したはずであったが、売却後の自主調査で土壌汚染が発覚した。 c VOCs 汚染土壌対策として原位置浄化工法（鉄粉注入攪拌）を採用したが、敷地境界部(公道)に山留工（鋼矢板など）を施工しなかったため、地盤が緩み道路にクラックや陥没が発生した。 d RC 砕石直下の表層を分析したところ、pH が高く六価クロムの溶出量が基準を超えた。また同様の状況で砒素の溶出量が基準を超えた事例もあった（失敗ではない）。 e 六価クロムに汚染された地下水の定期モニタリングにおいて、観測井毎にベラー（採水器具）を準備し使用後に洗浄していた。しかし、地下水試料にコンタミネーションが生じた。すべてのベラーを同じ袋に入れて保管しており、それらのひもに付着した汚染物質を介したコンタミネーションであったと推定された。 f 不溶化処理対策において汚染土壌（アルカリ土壌）を中和剤（ポリ鉄）により処理した。実際の汚染土壌の pH が予想より高かったため、多量の中和剤が必要となりコスト増となった。
8-② 汚染土壌搬出先の受け入れ基準の確認ミス	g 重金属の含有量が基準以下の土壌（溶出量は基準超過）を処理施設に搬出したところ、処理施設の受け入れの検査（蛍光X線による全量分析）において受入基準を超えていたため受け入れを拒否された。
8-③ 事故・災害・二次汚染・周辺環境への配慮の不備	h 汚染土壌をダンプトラックにより場外に搬出していたら、住民より別ルートで搬出して欲しいとの要望が出た。 i 汚染水処理装置の配管が破裂して、汚染水が周辺に漏洩した。 j ダンプトラックによる汚染土壌の搬出時、後部から土壌をこぼしながら発進した。 k 労働条件に不満の作業員が保健所に目が痛いと通報し、行政の査察を受けた。 l 約束した時間を越えて発電機を運転したため、近隣の住民からクレームがあった。 m 鋼矢板打設時、近接建屋を養生していた防災シートに何らかの原因で引火した。
8-④ 台風による影響	n 台風の来襲により掘削場所からの揚水量が排水処理設備の能力を超えたため、溢れる水をやむを得ず下水道に流した。 o 台風の度重なる来襲により工期が大幅に遅延した。
8-⑤ 地下埋設物による支障	p 古い施設での掘削中に図面にはない配管を発見したが、それが何の管で、使用不使用の区別がつかなかったため残置した。そのため、掘削に手間取り工期が遅れた。

して拡散する。

7-②の事例 f は環境修復事業がはじまった頃にはよくある失敗事例であったが、最近では少ない。

b) 施工時の失敗事例

対策時の失敗事例を表－８に示す。表－８より、8-①の事例では計画時の読みの甘さが現場での失敗に結びついている例が多い。工事着手前に計画内容を現場の実情を比較して、場合によっては施工方法

の見直しを提言することも必要である。

事例 a、f は同様のありがちな例であり、入念な土壌調査データのチェック、トリータビリティ試験、実証試験などによりリスクを少なくする必要がある。事例 b は結果的に完了の確認方法が不十分だったものである。前述のように点でしか浄化を確認できないことによるリスクである。事例 c は施工方法をよく理解していなかったことが原因である。事例 d で

はコンクリートが高い pH を示す物質であり、コンクリートの近傍では溶出量が高くなる有害物質があることを、事例 e では汚染物質は通常、目に見えず取り扱いには注意を払う必要があることを示している。

8-②の事例 g は受け入れ基準について知らなかったことが原因である。単に分析結果の値だけを問題にするのではなく、受入基準や分析方法を知っておく必要がある。

8-③の事例では事前説明やコミュニケーション、また当然気をつけるべき基本的配慮の欠如が原因である。事例 h、l は住民への対応で起こりがちな例であり、事前の説明と工事中のコミュニケーションは重要である。事例 i、j の失敗は起こるはずがないという思い込みから十分なチェックが行われなかったことが原因と考えられる。事例 k は特殊な例であるが、作業員とのコミュニケーションを含めた管理が重要であることを示している。事例 m は想定しがたい事故である。地中に溜まっていた可燃性ガスが養生シートと建屋の間に充満し、これに鋼矢板打設に伴う火花が引火し爆発したと推察されている。

8-④の事例 n、o は不可抗力な部分があるが、事前に十分な情報収集を行い被害を最小限に防ぐとともに関係者への迅速な連絡が重要である。

8-⑤の事例 p は古い工場等の現場でよく見られる例である。何かあるかもしれないという注意を持つことや、確認した場合には工場関係者と迅速に報告、相談を行うことが必要である。

c) 施工時のコミュニケーションの失敗事例

施工時には、これを円滑に進めるために住民や事業者、また関係機関とのコミュニケーションが重要となる。このコミュニケーションにおいて失敗した事例を表-9に示す。

表-9より、9-①の事例では、いずれも起こりうる事例があげられている。住民とのトラブルはさまざまであるが、共通するのはコミュニケーションを疎かにすればトラブルを発生しやすいということである。事例 a、f は事前の説明不足によるものである。事例 b では住民の信頼を得ていない状況がうかがえる。工事報告会の定期開催は住民の信頼回復にはよい機会であったのではなからうか。事例 c では住民はあくまでも高層マンション建設に反対であり、その建設を止めるための手段として対策工事を利用し

ている。住民とのコミュニケーションにおいては住民の本音を踏まえる必要がある。

9-②の事例 g、h では発注者側の引継ぎや連絡不備が原因となった失敗事例である。工事担当者の責任とは言えないが、事業を推進していく立場として発注者に対する何らかの働きかけが必要ではなかっただろうか。事例 i については、化学プラント工場は危険な薬品等をよく使用し、立入禁止エリアでの作業では事前に許可申請が必要な場合がある。この事例では工程が遅れ、協力業者からは待機料を請求されている。事例 j では計画段階でのチェックミスが原因である。対策工事では工事内容について関連官公庁への届出や協議の有無を事前に調べる必要がある。

d) 施工後の失敗事例

施工後の失敗事例を表-10に示す。

表-10の10-①の事例 a は VOCs が揮発しやすい物質であることを知らなかった初歩的ミスである。また、保管容器によっては対象物質が溶出や吸着する場合があり、事前の保管容器の確認は大事である。事例 b では、施工計画時に分析項目を行政に確認しておくべきであった。事例 c では分析が間違っておらず、残土は局所的に汚染されていたものと推察される。前述のように汚染のないことを証明することは難しいのである。

事例 d は処理方法等にもよるが搬出してから汚染土管理票（E票）が戻るまで通常1ヶ月程度かかる。そのため、浄化後に土地取引等が予定されて時間的に猶予がない場合には、遅れた時の対応策を事前に事業者や行政等に相談しておくことも必要である。

10-②の事例 e は化学的知識の欠如と現場での管理不十分による失敗である。事例 f はモニタリング地点の汚染の有無確認では遮水壁の機能確認としては不十分であり、遮水壁の機能確認方法の検討は今後の課題である。

(3) まとめ

施工計画でのミスは対策工事で顕在化する。取り上げた事例は初歩的なミスによるものであった。環境修復事業は土木工事的であり、また廃棄物処理的である。施工計画の担当者はこのことを理解する必要がある。

施工時では多様な失敗事例が取り上げられた。単に経験不足や認識不足を原因とする失敗のほか、有

表-9 施工時のコミュニケーションの失敗事例

分類	失敗事例
9-① 住民への対応の不備	a 対策工事の住民への事前説明をビラ配布により実施したが、住民からはもらっていない、聞いていないという不満が出た。 b 対策工事現場に隣接するマンションの管理組合が、対策工事の協定書締結や工事報告会の定期開催を求めた。 c 対象地が施設解体、浄化対策後にデベロッパーに売却され、高層マンションが建設されることになっていた。マンション建設に反対する住民（直近の住民）が現場に乗り込み調査対策にクレームをつけた。土地売却を遅らせるための行動であった。 d 土壌浄化に先行して行われた建屋解体工事（別業者）の騒音振動に激怒した住民が、浄化工事においても騒音振動があると考え、結束して反対した。 e 他の場所から対策工事現場へ残土（低濃度汚染土）の不法投棄があった。 f 住民への事前説明なしに土壌調査を進めていたら、住民から何をしているのかと問い合わせがあり、最初は“調査”、さらに問われると“地盤の調査”と答えるなど返答に窮してしまった。
9-② 事業者・関係機関との協議・報告の不備	g 事業者の人事異動により窓口担当者が不在となり、それまでスムーズに行われていた折衝がうまく進まなくなり、これがトラブルにまで発展し追加工事が発生した。 h 対策計画の協議を進めていた事業者の担当窓口部署と工事着工日を約束したが、工事を担当するエンジニアリング部署に工事内容が伝わっておらず、その後多くの書類提出を要求され、工事着工が遅れてしまった。 i 化学プラント工場のスポット的な作業を新規で行ったが、工場内ルール（作業時間等の制約条件）に熟知しておらず工程が遅れた。 j 土壌洗浄設備の設置届けを自治体の下水道の部署に提出することを知らず、工程が大幅に遅れた。

表-10 施工後の失敗事例

分類	失敗事例
10-① 浄化判定・竣工検査などでのミス	a 重金属だけでなく VOCs も分析項目だったにもかかわらず、土壌試料をビニール袋に入れて持ち帰った。 b 埋戻し土の分析項目が不完全であったため行政の了解が得られず再分析を行った。 c 汚染のないことが証明されている工事残土を受け入れたところ、汚染土であった。 d 汚染土壌処理業者による汚染土壌の船便による搬出が遅れたため、汚染土管理票（E票）の戻りが遅れ、結果として報告書提出も遅れた。
10-② 施工後の対応・浄化剤の経年劣化に係る問題	e 原位置で浄化材を混合したのち、混合地点にセメント系廃材を放置していたところ、地盤の pH が高くなり浄化効果が著しく低下した。 f 施工後 10 年経過した遮水壁の機能低下が心配されるが根本的な確認方法がなく、下流側でのモニタリングによる汚染の有無で判断している。

害物質を取り扱うことによる事故、トラブルや健康被害、また対策工事における浄化確認法の不備による失敗、化学物質の使用による失敗など環境修復事業の代表的な失敗が見られた。これらの失敗を防ぐ

には経験などを通じて施工担当者の技量を高めることが重要だと思われる。

施工時のコミュニケーションの失敗事例では、初歩的な確認不足による失敗もあるが、基本的には住

民や発注者との適切なコミュニケーションの不足が原因であった。

施工後の失敗事例では初歩的なミスが失敗の原因となった事例がほとんどであった。ただし、遮水壁など長期間で浄化を図る場合には、その浄化能力の確認方法を確立させておく必要がある。

5. まとめ

以上、環境修復事業における調査時、計画時および対策時の失敗事例を紹介し、考察した。これらをまとめれば次のようである。

環境修復事業の失敗は初歩的なミスによるものと事業に特有な失敗に分けられる。初歩的なミスは経験不足によるところが大きく、新しいこの事業にはさらなる経験の蓄積が必要と思われる。

後者では調査、計画、対策のすべての失敗には、その主要な原因として情報の不足が挙げられる。土壌汚染は土壌調査によってその汚染の有無や土壌汚染の範囲が完全に確認されるものではない。また、失敗やトラブルの原因となりやすい周辺住民の意向等についても同様に分かりにくい。

すなわち環境修復事業は土壌汚染の実態や周辺住民の意向について、未知な部分を残しながら進める事業であることを認識すべきであり、この事業を適

切に進めるには知識や経験を生かし、事業に関係する情報を随時収集していく努力と住民とのコミュニケーションによるさらなる情報の収集を図ることが重要であると思われる。

6. おわりに

我が国で環境修復事業が開始されてからすでに 10 余年を経過した。今回、収集した失敗事例はこの 5、6 年に経験したものである。収集したメンバーも 7 名であった。したがって、取り上げた失敗事例は環境修復事業で生じる失敗をすべて網羅しているわけではない。今後、失敗事例をさらに収集するとともに、失敗防止マニュアルの作成も進めていきたい。

参考文献

- 1) 環境修復事業マネジメント研究小委員会（土木学会建設マネジメント委員会）：環境修復事業におけるリスク顕在化事例の調査研究（研究報告書）、2007 年 9 月。
- 2) 養老猛司、甲野善紀；自分の頭と身体で考える、PHP 文庫、P81～82、2002。
- 3) 下池季樹、尾崎哲二、山内 仁、笠水上光博：土壌汚染対策工事において発生した事例によるリスクマネジメント、土木学会第 57 回年次講演会、平成 14 年 9 月。

Failure examples in a contaminated sites restoration and the consideration

By Tetsuji OZAKI, Toshiki SHIMOIKE, Taku MIMURA, Shizuo SATORI,
Yasunori SUNAMI, Kazuhiro MATSUKAWA

An contaminated sites restoration carried out as an anti-soil / groundwater contamination measure is developed nationwide. However, this restoration is new in our country, and much failure produces it by a business to carry out I follow laws and ordinances such as an anti-soil pollution measure method or the regulations or even if I follow it. These failures may lead to a big loss, and it is it with the problem that it is important that I clarify the cause and prevent failure.

We collected the examples that we failed in contaminated sites restoration and we arranged these and considered it. We tried to become content concrete as possible by collection of examples, but there is the mentioned example that we generalized in a part. I divided a restoration into investigation, a plan, each stage of measures by rearranging. I examined the cause for consideration and touched it about the preventive measures partly.

This report has result of study contents in a contaminated sites restoration management subcommittee of The Construction Management Committee at Japan Society of Civil Engineers as reference.