

道路事業で確認された土壌汚染等 およびその対応に関する現状調査

大城 温・光谷友樹・井上隆司

1. はじめに

平成22年に改正された土対法が施行され、改正前は対象外であった自然由来の重金属等も法の規制対象とされたことにより、道路事業においてこれら土壌汚染等への対応が必要になっている。しかし、現状では土壌汚染等の全国的な確認状況や対応状況は明らかでない。

本調査は、道路事業において土壌汚染等が確認された事業について、土壌汚染等の状況、事業遅延や事業費増大の状況、土壌汚染等確認後の対応（対策検討の結果、対策不要と判断することも含む）等の現状を調査・分析することにより、今後の道路事業における土壌汚染等への対応について共有化を図ることを目的としている。

2. 土壌汚染等の分類

土壌汚染等には、土壌汚染対策法（以下「土対法」という。）上の土壌に該当する粒径2mm以下の「土壌」の汚染や、粒径2mm超で土対法の対象外の「岩石」の汚染、廃棄物の処理及び清掃に関する法律で定める「廃棄物」が混じった土（廃棄物混じり土）等がある。本稿では、これらを総称し「土壌汚染等」と呼ぶ。

3. 調査方法

3.1 調査概要

本調査では、国直轄の道路事業における土壌汚染等の確認状況およびその対応状況について、地方整備局・北海道開発局・沖縄総合事務局に対して調査を行った。初めに、地方整備局等へのアンケート調査を行い、次に岩石の対策事例について、より詳しく現状調査を行った。

3.2 土壌汚染等の確認状況に関するアンケート

地方整備局等へのアンケート調査は、平成27年度に実施した。対象年次は、平成22～26年度の5年間に実施されていた事業であるが、21年度

以前から事業が継続して21年度以前に土壌汚染等が確認され、対応が行われている（いた）事業も回答に含まれる。

アンケートの調査項目は、土壌汚染等に確認された工種、土壌汚染等の区分、自然由来／人為由来の別、土壌汚染等の原因物質、汚染の規模、対策費用、工期への影響、対策等の対応内容とした。これらの結果は、4.で紹介する。

3.3 岩石の対策事例の整理・分析

土対法に縛られず対応が可能な「岩石」については、土対法に規定された対策との違いに着目し、直轄事業以外も含む26事例を追加収集したうえで、土対法と同じ対策方法を採用した事例、方法は同じだが基準等の緩和や対策の簡略化を行った事例、土対法と異なる対策方法を採用した事例に分類し整理した。これらの結果は、5.で紹介する。

4. 土壌汚染等の確認状況

4.1 アンケート調査の結果概要

アンケート調査の結果、回答のあった697事業のうち、土壌汚染等に確認された事業は81事業（12%）であった（図-1）。ただし、土壌汚染等の確認「あり」と回答のあった事業については、21年度以前から対象年度まで継続する事業で21年度以前に土壌汚染等が確認された事例も含まれており、厳密には5年間の事業に対する土壌汚染等の確認割合ではないことに留意が必要である。

4.2 土壌汚染等が確認された道路事業および工種

確認された工種で最も多かったのは、81事業のうち山岳トンネルの46件で半数以上を占め、続いて道路（法面工）で17件、橋梁（下部工）で10件、地盤改良が7件、他の道路土工が5件と続いた（図-2）。なお、その他の分類には、掘削、切土、水路工、共同溝、河川改修、造成、他事業の残土処理が1件ずつ含まれていた（複数回答含む）。このことから、掘削を伴う工種（特にトンネル）ではどの工種でも土壌汚染等のリスクがあるといえる。

4.3 土壤汚染等の原因・対応

4.3.1 原因物質の由来

土壤汚染の原因物質は、自然由来と人為由来に大別できる。今回の調査では、自然由来が61事業（自然由来と人為由来の両方の汚染等に確認された2事業を含む）、人為由来が20事業となっており、自然由来が約4分の3を占めていた。

4.3.2 土壤・岩石・廃棄物混じり土等の区分

粒径2mm以下の土壤、2mm超の岩石、廃棄物混じり土、その他に事例を区分し整理した結果(図-3)、岩石の汚染が確認された事例が過半数を占めていた。また、廃棄物混じり土が発見された事例も1割以上を占めていた。その他に区分された事例には、碎石（再生碎石を含む）や地盤改良に伴って発生した汚泥が含まれていた。

4.3.3 原因物質

土壤汚染等の原因物質(図-4)については、4分の3以上を重金属等が占め、揮発性有機化合物(VOCs)や油分、ダイオキシン(DXNs)が3件ずつあり、農薬等の事例は無かった。また、土対法にもとづく特定有害物質ではないが、黄鉄鉱などの硫化鉱物を含み掘削等により空気と水に触れることで酸性化する土(酸性土)が7件あったことが注目される。

4.4 土壤汚染等の規模(汚染土壤等の量)

処理した汚染土壤等の量(図-5)については、1~10万m³が26件と最も多く、次いで10~50万m³が19件、5千m³未満の小規模な事例が18件であった。事例数は少ないものの100万m³を超える事例も2件あり、トンネルや掘削等で大量の汚染土壤等の処理を要する事例と、橋梁下部工工事など小規模な事例とに分かれる傾向がみられた。

なお、汚染土壤等の量が多く溶出量試験等の実施中の仮置き場が十分に確保できない事例では、基準超過によって対策が必要と判断された場合に対策が必要な土量が多くなった事例や、保管場所がないため盛土への活用ができずに廃棄せざるを得なかった事例が見られた。

4.5 土壤汚染等の対策費用

土壤汚染等の対応事例のうち、1m³あたりの費用(図-6)が算出可能であった57事例を集計した結果、東京都のガイドライン²⁾が示す一般的な土壤汚染等の対策費用の範囲、概ね1~5万円/m³または5~10万円/m³に収まっていた。10万円/m³以上

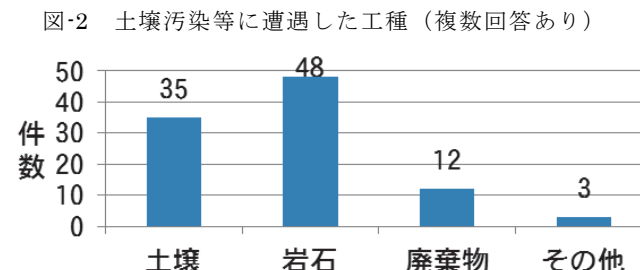
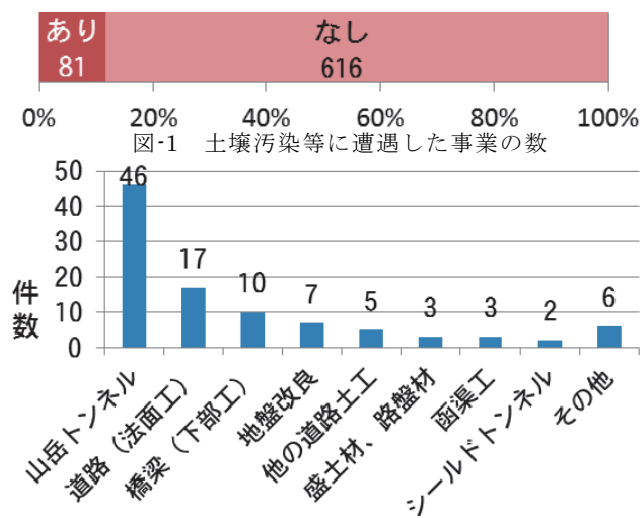


図-2 土壤汚染等に遭遇した工種 (複数回答あり)

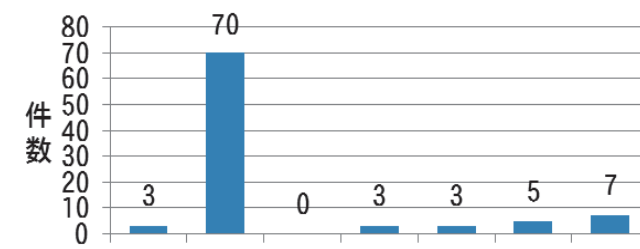


図-3 土壤汚染等の区分 (複数回答あり)



図-4 土壤汚染等の原因物質 (複数回答あり)

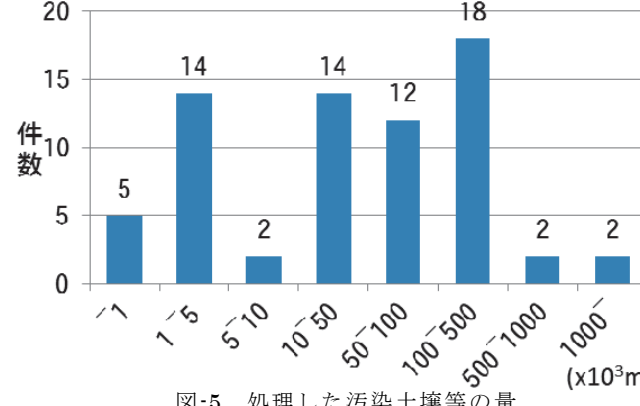


図-5 処理した汚染土壤等の量

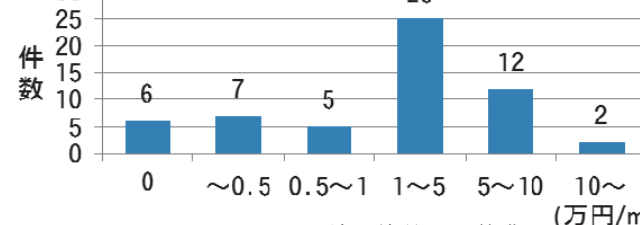


図-6 1m³あたりの土壤汚染等の対策費用

といった単価の高い事例は、廃棄物混じり土の処理を行っている事例で、土と廃棄物の分別、廃棄物自体の分別および廃棄処理が必要なことから1m³あたりの費用が高くなったものと考えられる。また、廃棄物に焼却灰が含まれた場合には、ダイオキシン類の含有が確認されその処理が必要となった事例があった。また、一般的な単価で収まる事例であっても、トンネル工事など100万m³以上といった対策土量が多い事業では、対策費用に総額100億円以上を要した事例が存在する。

4.6 土壌汚染等による工期への影響

土壌汚染等による工期への影響について図-7に示す。工期への影響の有無が判明している63事業について調査した結果、影響がなかったとされた事業が43事業(68.3%)を占めていた。一方、影響があった20事業(31.7%)のうち、1年以上工期が延びた事例も5事業あった。

ただし、工期への影響がなかったと回答があった事業についても、土壌汚染等の対応に時間を要した事例が含まれていた。つまり、事業全体の工期には結果的に影響しなかったものの、当該工事の工期には影響があった事例について、事業全体(供用時期)には影響がなかったことから、「影響なし」と回答されたと考えられる。このことから、工期については、「土壌汚染等に確認された工事」への影響を対象とした回答と当該工事を含む「道路事業」への影響を対象とした回答が混在してしまったと考えられる。

4.7 採用された土壌汚染等への対応

土対法で定められた対策方法には、遮水工封じ込め、不溶化等がある。図-8に示すように、81事

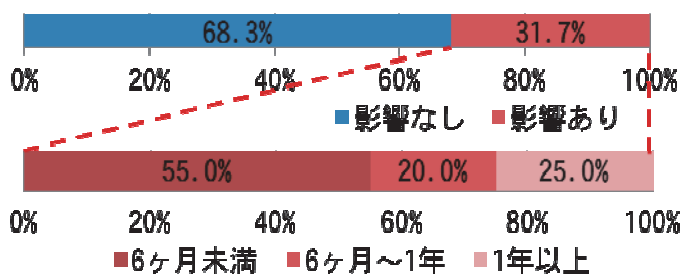


図-7 土壌汚染等による工期への影響

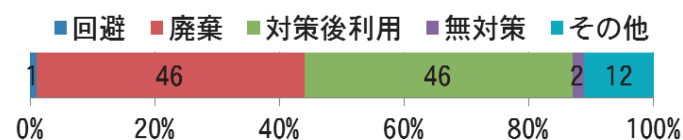


図-8 土壌汚染等への対応 (1事業に複数対策あり)

業で採用された107の対策事例のうち、処分場等に封じ込める「廃棄」と、道路の盛土等に封じ込めて事業に活用する「利用」を採用した事例がそれぞれ約46%を占めていた。「利用」では同一事業での利用が最も多く、「廃棄」の場合は、産廃として最終処分場に搬出するため、一般に対策費用の単価が高くなる。また、事例は少ないが土壌汚染が地下水を通じて周辺に影響を及ぼすリスク評価を行ったうえで、対策不要と判断した対応事例もあった。

5. 岩石への対応事例の分析

5.1 土対法にもとづく対策との対比

追加収集した26事例も含め、岩石を対象とした74事例について分析を行った(図-9)。そのうち、土対法と同じ対策方法の事例が全体の約39%、土対法の方法を簡略化した事例が約15%、土対法と異なる方法が約31%を占めており、土対法に縛られない(簡略化または異なる)対策を採用した事例が半数近くを占めていることがわかった。

岩石への対応においては、粒径の小さい土壌より重金属等が比較的溶出しにくいことから、溶出した重金属等が地下水に及ぼす影響を評価したうえで、より効率的な対応を検討し実施していることがわかった。

5.2 土対法にもとづく対策を簡略化した対策事例

簡略化した対策とは、手法としては土対法に定められた対策と同様であるが、遮水条件等をより簡易にした事例(図-10)を指す。具体的には、二重遮水構造を採用せず一重とし、かつ遮水材料にシートまたは他の材料を用いた事例が多く、1事例を除き管理型盛土として道路盛土に利用されていた事例であった。

5.3 土対法にもとづく対策と異なる対策事例

土対法にもとづく方法と異なる対策方法を採用した事例については、重金属等を吸着する能力のある薬剤を母材としての砂質土に混合し、重金属等を溶出する掘削ブリの盛土底面に敷設して盛土からの浸出水に含まれる重金属等の濃度低減を図る「吸着層」工法を採用した事例(図-11)が5割弱と多かった。なお、対策を行った場所をみると、吸着層を採用した事例では人家等と対策箇所が離れた地方部の事業が多く、また管理型盛土として道路盛土に利用された事例が大半であった。

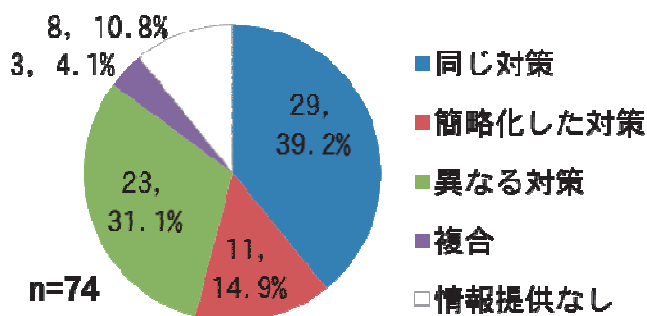


図-9 岩石の対策事例で採用された対策と土対策にもとづく対策との対比

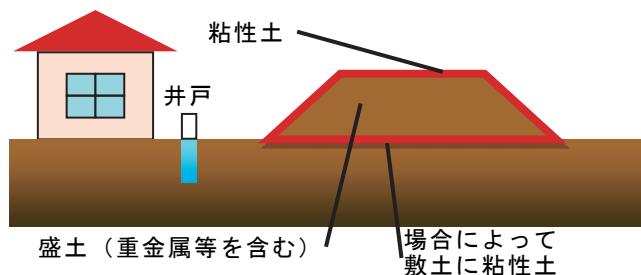


図-10 遮水材料に粘性土を利用する対策の概念図⁴⁾

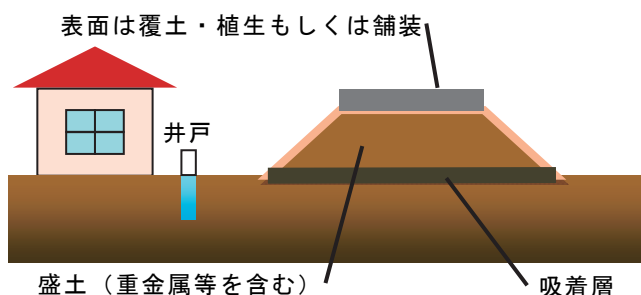


図-11 吸着層を利用する対策の概念図⁴⁾

6. まとめと今後の取組み

本稿では、国直轄事業における土壌汚染等の確認状況の調査結果について述べた。

調査結果から、4.5で示されたとおりトンネル工事のように多量の土壌や岩砕が発生する工事では、仮置き場の確保や土壌汚染対策の要否の判定を迅速化し、対策土量を限定できれば、費用削減が図られると考えられる。また、廃棄物混じり土

については、土量あたりの対策費用が高いことから、廃棄物処分場跡地や不法投棄が疑われる用地では、設計時に当該用地での掘削量を極力減らし廃棄物を回避する配慮が望まれる。

さらに、岩石に対する対応については、土対法に縛られない対応をした事例が半数近くあり、地下水への影響評価によって対応を決定することにより、対策費用と期間の縮減を図ることが可能であると考えられる。

各地の道路事業では、自然由来の重金属を中心とした土壌汚染等に確認し、多大な費用と時間をかけて対応している。今後も、技術的に参考になる事例の分析を進め、これらの事例や経験を道路事業者間で共有し、より効率的な調査・対策の実施に資するよう、土壌汚染等の対応の手引きとなる技術資料を作成する予定である。

謝 辞

本調査にあたっては、国土交通省道路局・各地方整備局・北海道開発局・沖縄総合事務局に多大なるご協力をいただいた。また、土木研究所地質・地盤研究グループの阿南上席研究員、品川主任研究員には調査にあたり、様々な助言をいただいた。この場を借りて御礼を申し上げたい。

参考文献

- 1) (独)土木研究所、(一財)土木研究センター：建設工事で発生する自然由来重金属等含有土対応ハンドブック、p.4、2015
- 2) 東京都環境局：中小事業者のための土壌汚染対策ガイドライン（改訂版）、pp.23～24、2014
- 3) 大城温、井上隆司、光谷友樹：「道路事業用地内で確認された土壌汚染等の現況」、土木学会第71回年次学術講演会講演概要集、VII-43、2016
- 4) 建設工事における自然由来重金属等含有土砂への対応マニュアル検討委員会：建設工事における自然由来重金属等含有岩石・土壌への対応マニュアル（暫定版）、pp.77～80、2010

大城 温



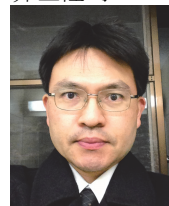
国土交通省国土技術政策総合研究所道路交通研究部道路環境研究室 主任研究官
Nodoka OSHIRO

光谷友樹



国土交通省国土技術政策総合研究所道路交通研究部道路環境研究室 研究官
Yuki MITSUTANI

井上隆司



国土交通省国土技術政策総合研究所道路交通研究部道路環境研究室長
Ryuji INOUE