

# 重金属を含むトンネル地山の調査・対策例

## (中部地方の山岳トンネルの例：その2)

(株)ダイヤコンサルタント ○濱本 拓志  
藤野 直樹

### 1. はじめに

2003年に土壤汚染対策法が施行され土木工事の分野においても周辺環境に対する配慮が重視されるようになった。その後、2009年に同法が一部改正され、トンネルや大規模切土の施工で発生する自然的原因による特定有害物質を含む残土についても同法の対象として取り扱われることとなった。ただ、対象となる土壌は、自然状態において、2mmのふるいを通り得た土壌であり、岩塊については対象外となる。一般的に、海成堆積物や鉱床由来の地質体である場合、自然的原因による特定有害物質（特に重金属）を含む可能性があり、掘削残土の盛土場周辺では、環境悪化が懸念されるため、土壤汚染対策法や関連法令等に準じて対応される場合が多い。最近では、「建設工事で遭遇する地盤汚染対応マニュアル（暫定版）」や「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）」に代表されるように、調査手法や対策に関するマニュアルも整備されつつある。

本発表では、中部地方の濃飛流紋岩類分布地での重金属を含むトンネル地山の調査方法および対策方法について紹介する。なお、本発表は2009年技術e-フォーラム（松江）で行った、「重金属を含むトンネル地山の調査例（中部地方の山岳トンネルの例）」の続編であり、主に2009年以降に施工された対策処理方法を主眼に報告を行う。

### 2. 調査地の地質構成

調査地の地質は、時代の古い順に、以下のものから構成される。

- ①濃飛流紋岩類溶結凝灰岩（基盤岩）
- ②玄武岩・安山岩・花崗斑岩（貫入岩脈）
- ③未固結堆積物（崖錐堆積物など）

トンネル施工基面に出現する地質は、大部分が①ないしは②で、岩級がCLまたはCM級に判定される良好な岩盤であるが、部分的に岩片混り土砂状や岩片混り粘土状を呈する断層破碎帯も認められる。

また、①と②の接触部では、熱水等の上昇により岩石は鉱化作用を被り、重金属を伴う場合がある。調査地の周辺では、かつて複数の鉱床跡地が認められ、金、銀、鉛などを採掘していた<sup>1)</sup>。

トンネルの施工に際して、地山の①や②は、重金属を多量に含む可能性が懸念される地質体である。また、周辺河川は微量のヒ素を含み、過去には環境基準を超過し

た時期も認められた。

### 3. 調査地での問題点

本調査地での重金属に関する問題点は、以下の通りである。

- ①トンネル掘削により、約60,000m<sup>3</sup>のヒ素について溶出基準を超過する残土が発生した
- ②トンネル掘削中に、600 m<sup>3</sup>/hour 超の大量湧水が発生し、現在も90～400 m<sup>3</sup>/hour の湧水が流出中である。この湧水には、0.02～0.04mg/L のヒ素を含む。

### 4. トンネル地山中の重金属賦存モデル

トンネル掘削残土の調査で判明した、掘削残土およびトンネル湧水の分析結果は、以下のとおりである。

- ①掘削残土の岩塊部に基準（土壤汚染対策法の指定基準）を超過する重金属は含まれない場合が多く、土砂・粘土部に基準を超過する重金属（ヒ素）を含む場合が多い。
- ②トンネルからの湧水は、基準（地下水の環境基準）を超過する重金属（ヒ素）を含む。
- ③汚染された土砂・粘土部には、肉眼やルーペ鑑定で識別できる程度の金属鉱物片を含む場合とそうでない場合がある。
- ④強制酸化状態での残土のpHは、酸性を示す場合はまれで、大部分は中性～弱アルカリ性を示す。

以上のことから、次に示す2種類の重金属賦存モデルを想定した。

#### (1) 重金属鉱物を含む、鉱化作用を被った地山が出現するモデル (図-1)

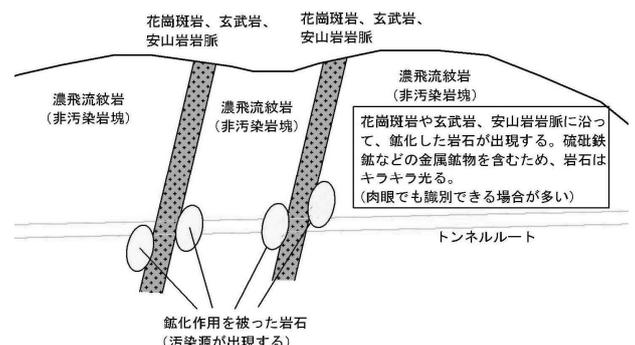


図-1 汚染土砂の出現モデル1（鉱化作用モデル）

(2) 汚染地下水を媒体にし、水みちの土砂や粘土に重金属を吸着するモデル (図-2)

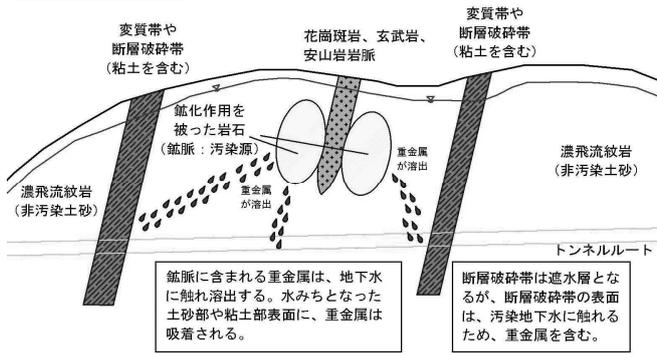


図-2 汚染土砂の出現モデル2 (吸着モデル)

5. 重金属を含む残土の判別について

重金属を含む残土の判定については、条例に定められた掘削土量約2,000m<sup>3</sup> (掘削距離約30m) に1度、地質技術者が切羽を現地確認した上で試料採取し、土壌分析を行った。図-3に試料採取のフローチャートを示す。

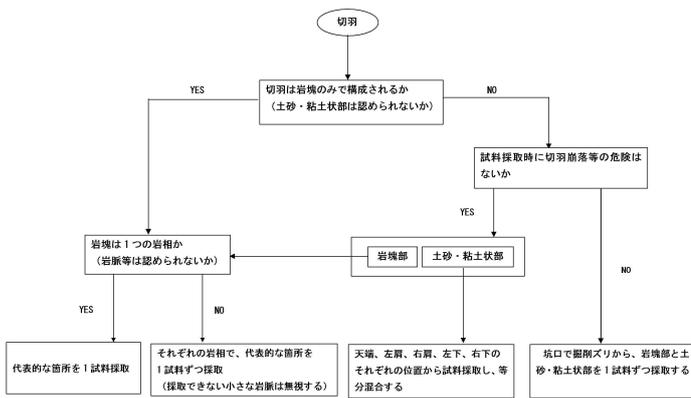


図-3 試料採取のフローチャート

6. 重金属を含む残土の対策処理方法

重金属を含む残土の対策処理方法は、処理量を最小にするため、岩塊部と土砂・粘土状部を区別して以下の方針で評価し、図-4に示す方針で実施した。

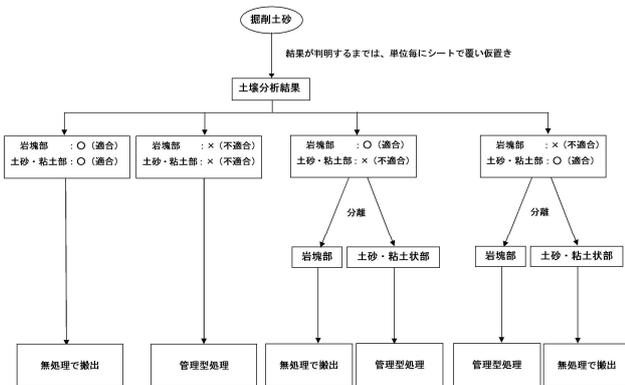


図-4 残土対策処理のフローチャート

(1) 当初の対策処理方法

重金属を含む残土の対策処理については、周辺の路線に以下の方法で封じ込めた。

- ①補強土壁盛土 (明かり部) として、周囲を遮水して封じ込める (図-5)
- ②トンネル路盤材料として、トンネルインバート内部へ封じ込める

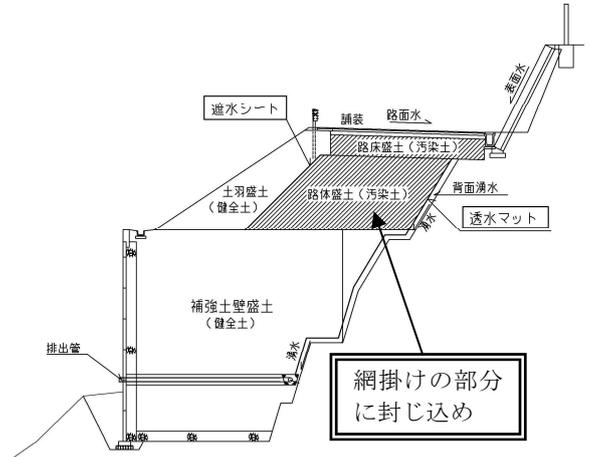


図-5 補強土壁盛土への対策処理概念図

(2) 施工中に発生した問題点

上記の方法により、重金属を含む残土の対策処理を進めていたが、施工中の集中豪雨により、下記の問題が発生した。

- ①補強土壁盛土 (明かり部) : 遮水シートをすべり面とする、小規模な土羽盛土の崩壊が生じた。
- ②トンネルインバート部 : 側面からの排水不全が生じトンネルインバート (路盤) に変状が発生した。

(3) 対策処理方法の改良

上記の問題を解決するため、下記のような、対策処理方法の改良を行った。

- ①補強土壁盛土 (明かり部) : 土羽盛土の内部に雨水等が浸透しないように、盛土表面に張りコンクリートにより遮水を行った。
- ②トンネルインバート部 : トンネル排水系の見直しが困難なため、重金属を含む残土をすべて撤去し、補強土壁盛土内部に移動した。

7. おわりに

本調査地では、重金属を含む残土の対策処理の大部分が終了した。現在は、トンネルからの放出するヒ素を含む湧水に対する対策処理対策を検討中である。

《引用・参考文献》

- 1) 中部地方土木地質図編纂委員会 : 中部地方土木地質図解説書, 515pp, 1992.12.