

VII-26 自然由来の重金属等が溶出する堆積岩のトンネル掘削土の処理事例

東日本高速道路（株）東北支社 秋田工事事務所 正会員 ○細川 迭男
東日本高速道路（株）東北支社 秋田工事事務所 菅井 皇人
（財）高速道路技術センター 道路研究課 阿部 康則

1. はじめに

日本海沿岸東北自動車道 大館～小坂間は、秋田県北鹿地域に計画された新直轄事業の延長 14.5km の暫定二車線の高速道路である。当該区間は、現在、工事最盛期を迎えている。当該区間には 5 本のトンネル（以下、TN という）があり、当該区間延長の 65% を占める。掘削する地質は新第三系中新統の大滝層、大葛層に相当する泥岩、凝灰岩及び石英安山岩溶岩とこれら貫く貫入岩（石英安山岩）である。当該区間の小坂側（東側）の掘削土は、堆積岩が卓越しており、大滝層、大葛層の泥岩や凝灰岩が主体となっている。この地域一帯は、過去に黒鉱鉱床の採掘が行われており、計画時から重金属等を含む TN 掘削土による環境への影響が懸念されていた。一方、「土壤汚染対策法」が施行（H15.2.15）されてから、工事における土壤汚染対策についても環境保全への配慮を求めることが社会的動向となっており、自然的原因の土壤汚染に対しても適切な措置を行うことが望ましいとされている。当該区間では、事前の先進ボーリング調査で大滝層の泥岩から溶出量基準を超過するセレン、鉛が確認されたことを契機に、堆積岩の分析を行った。本報告では、主に雪沢第二 TN（L=1,849m）施工にあたって検討した適切な TN 掘削土の処理、堆積岩の分析方法とその考え方について述べる。

2. 適切な TN 掘削土の処理

当該区間全体の TN 掘削土量は、約 90 万 m^3 である。重金属等を含む全ての TN 掘削土を有害な廃棄物と同様に廃棄することは、安全ではあるが膨大な費用を要する。よって、適切な TN 掘削土の処理及び重金属等を含む TN 掘削土による環境への影響を考慮し、必要となる調査方法、調査頻度及び分析方法を定め、TN 掘削土の岩相や化学的性質の違いにより、図 1 に示す

- ①一般的な盛土（高速道路本体）
- ②遮水シートなどで覆う管理型盛土
- ③廃棄処分

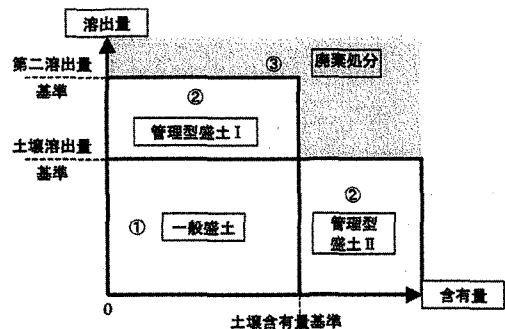


図1 TN掘削土処理（概念図）

の3種類に区別した。特に、上記②では、土木研究所資料¹⁾等を参考に、第二溶出量基準以下の TN 掘削土は、管理型盛土内に封じ込めるなどの対策を講じた。

3. 堆積岩の分析

(1) 分析方法

分析方法は、土壤汚染対策法に準じ、岩を粉碎して土壌に見立て、環境省告示第 18 号試験（土壌溶出量試験）、第 19 号試験（土壌含有量試験）の方法を適用し、先進ボーリングコアから岩相毎に区分して、5 m 区間の岩相分布長の割合に応じた混合比での 5 つの混合試料で行うことを基本とした。

(2) 分析結果

試料は、先進ボーリング延長 480m（雪沢第二 TN：380m、雪沢第一 TN：100m）から 71 検体を採取し、分析した。重金属の土壌溶出量試験の結果を表 1 に示す。堆積岩の中で大滝層の泥岩から、セレンの土壌溶出量基準を超過したもの（管理型盛土Ⅰ）が確認された。なお、土壌含有量基準を超過するもの（管理型盛

土Ⅱ)は確認されなかった。

(3)堆積岩の簡易溶出試験

環境省告示第18号試験等を行う場合、振とう時間が6時間と長く、結果が判明するまでに通常、1～2週間必要である。TN工事では、日々、掘削土を坑外へ搬出する必要があるため、分析に長時間要すると効率的なTN掘削作業を行うことが困難となる。よって、できるだけ短時間で、土壤溶出量基準を超過するTN掘削土と土壤溶出量基準以下のTN掘削土に分別することが求められた。

セレンは、硫黄と地球化学的性質がよく似ており、通常、天然硫黄に含まれるか、金属のセレン化合物として硫化鉱と共存して存在している。また、硫化鉱物中にも少量存在する元素である。一般に掘削土中に含まれる硫化鉱物は、酸素や水と接触すると分解されて硫酸や硫酸第二鉄を生じ、それらによる溶解、酸化により重金属の溶出を促進する。一方、掘削土中の硫化鉱物は炭酸塩鉱物を多く含む場合は、それらが溶液の酸性化を抑制する中和緩衝材として機能し、重金属の溶出を抑制する効果があるとされる。上記の性質に着目し、土壤溶出量基準超過判定(「要詳細試験」(18号溶出試験)の試料選定)の指標項目を簡易溶出pH、硫黄含有量、硫黄/カルシウム比(以下、S/Ca比という)とし、しきい値を表2のように規格化し、図2に示す簡易判定基準図を作成して判定を迅速化した。これによって、分析結果が判明するまでの期間が約2日間となり、効率的なTN掘削作業を行うことが可能となった。現場においては、簡易溶出試験(粉碎試料に5倍量の蒸留水を添加、3分間振とう、7分間静置)、詳細試験及び全岩化学組成分析を行い、簡易溶出試験が有効であることを確認している。また、先進ボーリング結果と切羽が異なる場合、切羽から採取した試料により、簡易溶出試験等を行っている。

表2 堆積岩の土壤溶出量基準超過判定のしきい値

1) 「簡易溶出試験pH<6.0」 → 詳細試験による判定
2) 「硫黄含有量(S)<0.050%」 → 一般型
3) 「0.050%≦硫黄含有量(S)<0.80%」かつ「S/Ca≧1.0」 → 詳細試験による判定
4) 「0.050%≦硫黄含有量(S)<0.80%」かつ「S/Ca<1.0」 → 一般型
5) 「硫黄含有量(S)≧0.80%」 → 詳細試験による判定

表1 セレンの土壤溶出量基準超過試料数(準環告18号)

地層	岩相	セレンの土壤溶出量基準超過試料数/分析数(個)
大滝層	泥岩	3/27
	凝灰岩	0/14
大葛層	泥岩	0/15
	凝灰岩	0/15
計		3/71

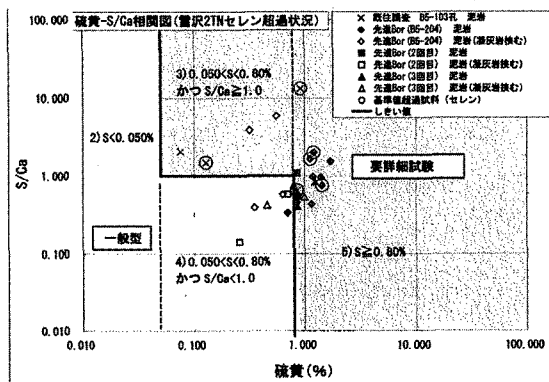


図2 簡易判定基準図

4. おわりに

本報告では、堆積岩の判定にあたって、簡易溶出pHと硫黄含有量、S/Ca比の結果が指標として有効であることを述べた。

現地では、TN排水、管理型盛土周辺での浸出水、地下水、河川水等を定点位置で採水、水質試験を行うなどのモニタリング調査を実施している。現在、雪沢第二TNの工事進捗率は、約20%である。今後とも、適切なTN掘削土の処理を行うと共に、無事故、無災害で雪沢第二TNを完成させたい。

最後に、検討を進める上で貴重なご意見を頂いた「日本海沿岸東北自動車道 大館～小坂間 トンネル掘削土調査・検討委員会」の清水 浩志郎委員長(秋田大学名誉教授)はじめ委員の方々に深く感謝致します。また、当該区間の事業者である国土交通省、秋田県および関係者のみなさまに感謝致します。

参考文献等 1) (独) 土木研究所資料: 建設工事で遭遇する地盤汚染対応マニュアル(暫定版) H15.7