

## 自然的原因により重金属等が溶出する堆積岩のトンネル掘削土処理

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 山崎 充

### 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。当該区間には 5 本のトンネル（以下、T N という）があり、延長の 65% を占める。T N 掘削の対象となる地質は、新第三系中新統の大滝層、大葛層の泥岩・凝灰岩（堆積岩）及び石英安山岩溶岩とこれらを貫く石英安山岩貫入岩（火成岩）である。当該区間の東側（小坂側）では、堆積岩が主体となるのに対して、西側（大館側）では火成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 T N 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 H15. 2. 15 に施行されてから、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。本報告では、主に東側の雪沢第二 T N（L=1,849m）施工にあたって検討した適切な T N 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 T N 掘削土の処理

当該区間全体の T N 掘削土量は、約 90 万 m<sup>3</sup> である。重金属等を含む全ての T N 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 T N 掘削土の処理及び重金属等を含む T N 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、T N 掘削土の岩相や化学的性質の違いにより、図 1 に示す

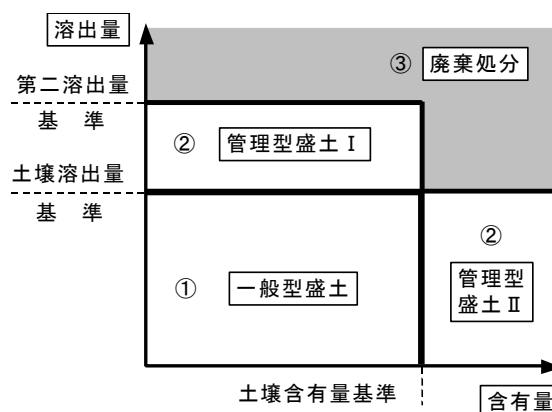


図1 T N 掘削土処理の概念図

- 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

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

### 3. 堆積岩の分析

#### (1) 分析方法

分析は土壤汚染対策法に準じ、粉碎した岩石（T N 掘削土）を土壌に見立て、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の 5～10m 区間を一つの評価単位として、その間の岩相出現割合に応じて混合比を変化させた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 650m（雪沢第二 T N : 550m、雪沢第一 T N : 100m）から 93 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。第二溶出量基準を超過するもの、土壌含有量基準

キーワード 土壤汚染, トンネル, トンネル掘削土, 重金属, 土壌溶出量試験

連絡先 〒010-0973 秋田県秋田市八橋本町3丁目19-45 東日本高速道路(株) TEL (直) 018-864-5707

を超過するもの（管理型盛土Ⅱ）は確認されなかった。

(3)堆積岩の判定方法

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、分析結果が判明するまでには通常、1～2週間が必要である。TN工事では、日々、掘削土を坑外へ搬出するため、分析に長時間を要すると効率的な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、土壌溶出量基準を超過するTN掘削土と土壌溶出量基準以下のTN掘削土に分別することが求められた。

泥岩で土壌溶出量基準の超過が認められるセレンは、硫黄と地球化学的性質がよく似ている。セレンは通常、天然硫黄に含まれて存在するか、金属のセレン化合物として硫化鉱と共存している。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、それらによって溶解、酸化が働き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、図2に示す土壌溶出量基準超過判定（「要詳細試験」（環告18号試験）の試料選定）の指標項目に簡易溶出pH、硫黄含有量、硫黄/カルシウム比（以下、S/Ca比という）を用いることとした。また、当該区間の西側では、石英安山岩の貫入により粘土化した凝灰岩の一部で、セレン以外の元素が土壌溶出量基準を超過しており、これらの指標項目として簡易溶出pHと強熱減量が有効であることを確認している。東側では、凝灰岩での土壌溶出量基準の超過は確認されていないが、西側での事象を考慮し、指標項目のしきい値を表2のように規格化した。これら指標項目の分析に必要な時間は約2日間であり、迅速かつ効率的なTN掘削作業を行うことが可能となった。TN切羽にあつては、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、出現した地質が先進ボーリング結果と異なる場合、切羽から試料を採取し、前述した指標項目及び詳細試験による判定を再度行うこととしている。

4. おわりに

本報告では、簡易溶出pH、硫黄含有量、S/Ca比、強熱減量が堆積岩判定の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、無災害で工事を進めたい。

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

表1 セレンの土壌溶出量基準値超過数量

| 地層  | 岩相  | セレンの土壌溶出量基準<br>超過数量/分析数（個） |
|-----|-----|----------------------------|
| 大滝層 | 泥岩  | 3/39                       |
|     | 凝灰岩 | 0/14                       |
| 大葛層 | 泥岩  | 0/22                       |
|     | 凝灰岩 | 0/18                       |
| 計   | —   | 3/93                       |

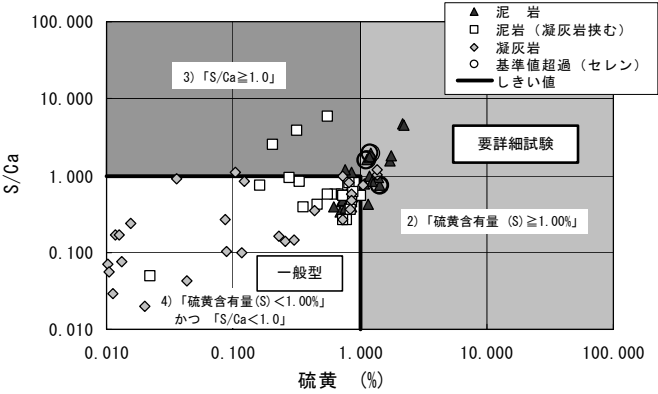


図2 硫黄(%)–S/Caによる堆積岩の簡易判定図（雪沢第二TN）

表2 堆積岩の土壌溶出量基準超過判定のしきい値

|                                              |             |
|----------------------------------------------|-------------|
| 1) 「簡易溶出試験pH<6.0, 10.0<pH」<br>かつ「強熱減量>10.0%」 | → 詳細試験による判定 |
| 2) 「硫黄含有量 (S) ≥1.00%」                        | → 詳細試験による判定 |
| 3) 「S/Ca ≥1.0」                               | → 詳細試験による判定 |
| 4) 「硫黄含有量 (S) <1.00%」<br>かつ「S/Ca <1.0」       | → 一般型       |