

# 大槌第2トンネル発生土の利用における環境対応

佐野峯 勉・阿部 力・鈴木弘明

## 1. はじめに

東北地方整備局南三陸国道事務所では、2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震(Mw9.0)による東日本大震災からの復興を目的とした復興道路(三陸沿岸道路)・復興支援道路(釜石花巻道路)の内、6区間54.1kmの事業を推進している。

大槌第2トンネルは釜石山田道路(延長23km)の一部を担う延長2,043mのトンネルで、掘削を2013年12月に開始し、2016年2月に貫通している。本トンネルから発生した岩砕の一部において、全量粒径2mm以下に破砕した試料から、土壤汚染対策法による土壤溶出量基準0.01mg/L以下(以下「基準値」という。)を超過する砒素が検出された。法は土壤を対象としており、岩盤は対象外であるが、人への健康被害防止のため環境対応を行った<sup>1)</sup>。本稿では、その経緯及び対応の過程・結果について報告する。

## 2. 環境対応実施の経緯

### 2.1 環境対応の契機

大槌第2トンネルから発生した岩砕は、大槌町の震災復興土地区画整理事業(以下「区画整理事業」という。)の盛土材として提供する計画としていたが、トンネル終点側から掘削開始後、切羽から採取した試料を分析したところ、基準値を超過する砒素の溶出が判明したため、終点側坑口から140m地点で掘削を一時中断し、対応の検討を開始した<sup>2)</sup>。

### 2.2 有識者検討委員会の設置

発生した岩砕の環境対応については、人への健康被害の防止に万全を期すとともに、適切な処理

対策等を検討するため、学識経験者・専門家及び事業者の5名で構成する「大槌第2トンネル掘削土の処理に関する検討委員会<sup>3)</sup>(以下「検討委員会」という。)」を設置し、検討した。

## 3. 環境対応の検討

### 3.1 大槌第2トンネルの地質

本トンネルの地質は中生代ジュラ紀の粘板岩を主体とし、チャートや砂岩がブロック状に分布している。また、終点側では直近に大規模な花崗岩類の侵入岩体が分布し、派生した小規模な貫入岩が見られ、粘板岩は熱変成でホルンフェルス化している(図-1)。

### 3.2 粒径を考慮した溶出特性の検討

岩砕は最大粒径300mm以下で宅地造成盛土等での使用が一般的である<sup>4)</sup>。また、本トンネルから発生する岩砕は堅硬でスレーキングしにくいことから、その粒径は大きく変化しないと判断される。したがって、一般の溶出量試験(環告第18号準拠試験)に供する最大粒径2mmより大粒径で盛土材として使用することから、環告第18号準拠試験に加え、より実際の粒径に近い溶出量試験方法として「スラグ類の化学物質試験方法 第一部：溶出量試験方法(JIS K 0058-1(2005))」に規定される「利用有姿による試験」に準拠し、最大粒径40mmで溶出量試験(以下「プロペラ攪拌試験」という。)を実施した。

環告第18号準拠試験及びプロペラ攪拌試験と参考実施した全量最大粒径2mmに破砕した試料でプロペラ攪拌試験を適用した結果では、地質としては粘板岩のみで基準不適合が認められ、最大粒径2mmの試料と比較し、最大粒径40mmの試料からの溶出量は明らかに低かった(表-1)。

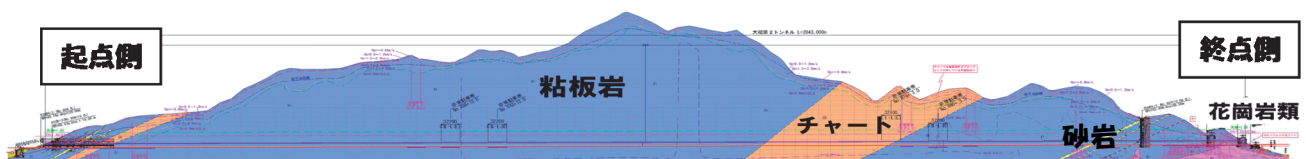


図-1 大槌第2トンネルの概略地質断面

表-1 溶出量試験結果

試料	環告第18号 準拠試験 (mg/L)	プロペラ攪拌試験	
		[2mm] (mg/L)	[40mm] (mg/L)
粘板岩(黄鉄鉱)	0.028	0.015	0.001
粘板岩(熱変成)	0.047	0.029	0.006
貫入岩/粘板岩 (砂岩)	0.044	0.042	<0.001
粘板岩(砂質)	0.005	0.003	<0.001
粘板岩(砂質)	0.034	0.013	<0.001
粘板岩(砂質)	0.003	0.003	0.002
粘板岩 (黄鉄鉱多)	0.057	0.055	0.005
粘板岩(砂質)	0.005	0.004	0.001

※粘板岩(砂質)は、正確には粘板岩・砂岩細互層  
 ※赤字で示した数値は、基準不適合を示す  
 ※実施した溶出量試験結果の一部のデータ

3.3 要対策岩の対策方法の検討

3.3.1 岩砕のリスク区分と利用方法

検討委員会での検討の結果、溶出特性のパターンから岩砕の環境リスクを3段階に区分することとした(表-2)。

表-2 掘削発生土のリスク区分

リスク区分	環告第18号 準拠試験	プロペラ攪拌試験 [40mm]
区分Ⅰ	基準適合	—
区分Ⅱ	基準不適合	基準適合
区分Ⅲ	基準不適合	基準不適合

区分Ⅰ(リスクなし)は、環告第18号準拠試験で基準適合となり、一般土として利用可能と判断され、区画整理事業の盛土材として使用することとした。

区分Ⅱ(要対策岩:リスク低)は、プロペラ攪拌試験では基準適合となることから、将来にわたり形質変更や下流部での地下水利用がないと判断される地域で、盛土場所を限定した監視型盛土として、2mの覆土を行って使用することとした。

区分Ⅲ(要対策岩:リスク高)は、プロペラ攪拌試験においても基準不適合となり、盛土場所を限定するとともに管理型盛土として、道路の盛土内部に遮水シートによる封じ込めを行うこととした。

なお、区分Ⅱ、区分Ⅲの盛土構造については、図-2に示すとおりとなっている。

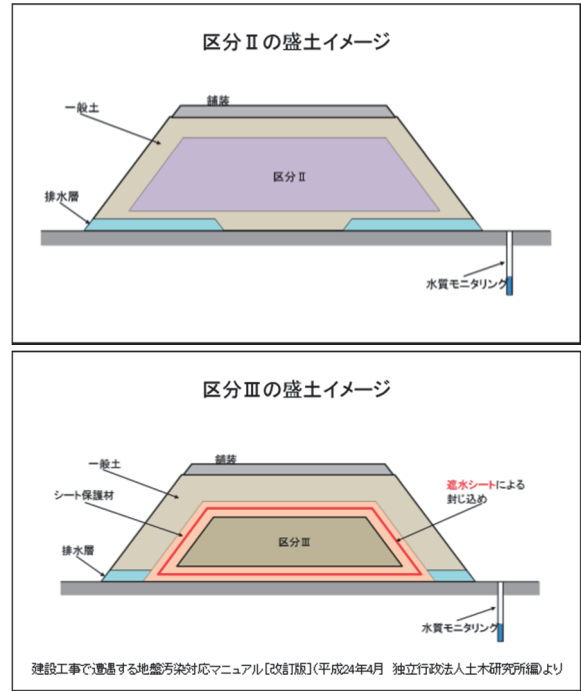
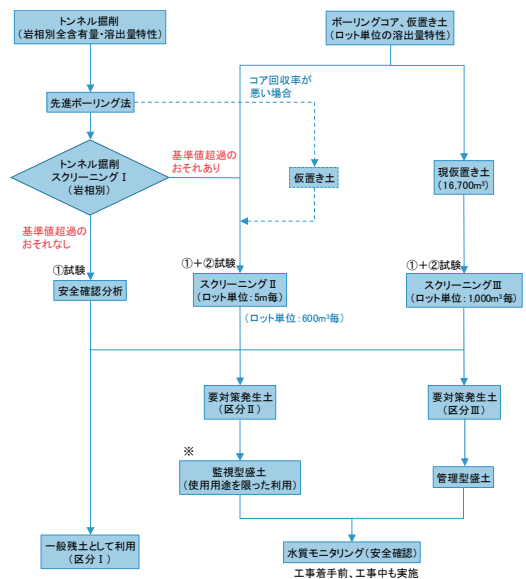


図-2 盛土構造の概念

3.3.2 要対策岩の分別手法の検討

トンネル掘削時の要対策岩の分別は、およそ100m/回の先進ボーリングコアから試料採取(トンネル日掘進長に相当する5m単位、約600m<sup>3</sup>毎の分析評価)を原則としたが、対象岩盤が堅硬であること、先進ボーリングコアは切羽に対して点のデータであることから、必要に応じ切羽掘削後に採取した岩砕の分析評価、切羽における地質評価から総合的に判断することとした。なお、既に仮置きされている発生岩砕については、1,000m<sup>3</sup>毎の分析評価とした(図-3)。



①試験:環告第18号準拠試験  
 ②試験:プロペラ攪拌試験  
 ※ 将来においても形質変更がないと想定される公共事業の盛土。且つ、現在~将来において下流域で地下水利用がない地点。

図-3 要対策岩の分別方法の概要フロー

### 3.3.3 要対策岩の利用先

要対策岩の盛土地点は、①道路事業の盛土材として極力有効利用する、②盛土部の選定にあたっては盛土部地下水流動下流部に井戸等の飲用利用がないことを条件に選定した。以上の内容について、検討委員会に諮るとともに大槌町、漁港管理者、漁協、盛土下流側の土地所有者に説明し了承を得たことから、トンネル掘削工事を再開した<sup>5)</sup>。

## 4. 施工結果

### 4.1 要対策岩の分別結果

分析・評価は、当初、先進ボーリングコア及び掘削された岩砕から掘進長5m単位で採取した試料で実施した。また、切羽観察では切羽毎に3要素（断層数、花崗岩質岩の貫入規模、弱破碎帯規模）の評点法（各3点）を実施し、評点と要対策岩の出現の関係を整理した。

先進ボーリングは8回実施した後、砒素の基準不適合が認められなくなったことから、評点法による切羽観察及び掘削された岩砕から採取した試料で分析・評価する方法に変更した。なお、評点法では約5m（4切羽）の合計点が17点以上となった場合、溶出量試験を実施することとし、評価を行わなかった岩砕については、約2,500m<sup>3</sup>毎に確認のための溶出量試験を実施した。

要対策岩はトンネル終点側に集中しており、評価開始前に掘削された仮置き土を除けば、区分Ⅲに該当する発生岩砕は殆ど発生しなかった。この結果から、砒素の溶出はトンネル終点側に分布する花崗岩体から派生した貫入岩及び花崗岩体の侵入に伴う破碎帯に起因して基準不適合になったものと判断される。掘削終了後の発生岩砕の区分評価の結果は、表-3のとおりとなっている。

表-3 区分毎のトンネル発生土量

区分	発生土量 (m <sup>3</sup> )	備考
区分Ⅰ	249,230	区画整理事業へ提供
区分Ⅱ	30,620	監視型盛土として使用
区分Ⅲ	4,280	管理型盛土として使用
計	284,130	

### 4.2 要対策岩の利用

区分Ⅱ、区分Ⅲと評価された発生岩砕は、釜石山田道路の本線部で盛土材の一部として、浪板地区他2箇所で使用した<sup>6)</sup>。要対策岩の各地区での使用状況は、表-4のとおりとなっている。

区分Ⅱの大部分を使用した浪板地区の施工状況（写真-1）、盛土断面（図-4）を次に示す。

表-4 区分Ⅱ・Ⅲの使用箇所

箇所	使用土量 (m <sup>3</sup> )	
	区分Ⅱ	区分Ⅲ
浪板地区	23,050	—
本線No. 991地区	5,660	—
本線No. 1013地区	1,910	4,280
計	30,620	4,280



写真-1 区分Ⅱ盛土施工状況（浪板地区）

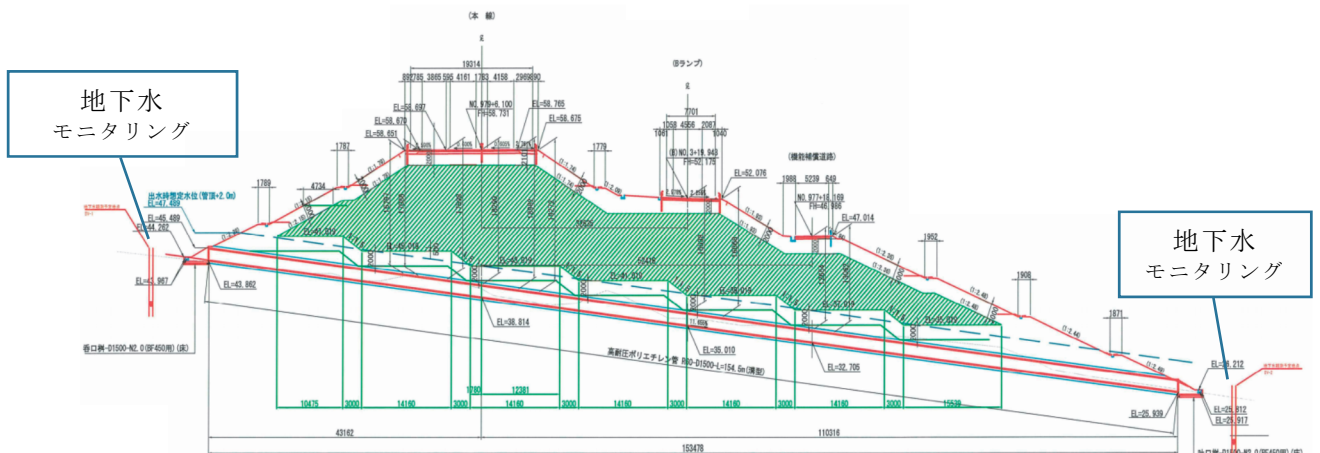


図-4 区分Ⅱの盛土構造（浪板地区）

### 4.3 水質モニタリング

要対策岩の利用箇所は、各地区とも小規模な谷地形に盛土しており、表流水・地下水は道路盛土部を概ね横断する方向に流動している。水質モニタリングは2014年11月から2019年4月の期間、本線盛土の上下流で実施した。また、区分Ⅲの遮水封じ込めを行った部分については、内部保有水のモニタリングのため、排水管を横引きして管理柵を設置した。

区分Ⅱを使用した浪板地区の水質変化は、盛土施工後、下流側の地下水の電気伝導率だけが急激に上昇し、激しく変化している（図-5）。これは雨水等により盛土材から溶出した硫酸イオン濃度の上昇によるものと判断され、盛土施工の影響が明確となっている。この状態でも砒素濃度は上昇することなく（図-6）、区分Ⅱの盛土施工が適切なものと判断される。

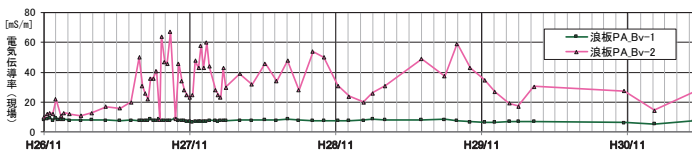


図-5 電気伝導率の経時変化（浪板地区）

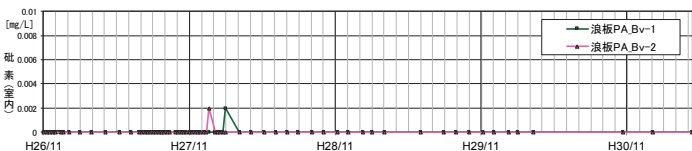


図-6 砒素濃度の経時変化（浪板地区）

水質モニタリングは現在も継続して採水・分析を行っており、モニタリングの終了時期については、検討委員会の了承を得て決定する予定となっている。

### 5. まとめ

掘削発生土（岩砕）の環境対応については、現場の地質状況を十分理解することで、合理的な対応が可能となり、大槌第2トンネルでは大粒径の溶出量試験により岩砕の有効利用が図られた。また、切羽の地質判定を溶出リスクに反映させることにより、分別も効率的な作業ができた。

### 謝 辞

本工事を進めるにあたり、検討委員会に参画された学識経験者・専門家の方々には施工時・モニタリング等においても種々のご指導を賜った。ここに改めて謝意を表します。

### 参考文献

- 1) 建設工事で遭遇する地盤汚染対応マニュアル改訂準備会（監修）土木研究所（編集）：建設工事で遭遇する地盤汚染対応マニュアル、2012.4.1
- 2) 南三陸国道事務所：三陸沿岸道路（釜石山田道路）大槌第2トンネルの岩砕（トンネルズリ）の調査結果と今後の対応について、2014.4.11
- 3) 南三陸国道事務所：三陸沿岸道路（釜石山田道路）「大槌第2トンネル掘削土の処理に関する検討委員会」の開催について、2014.5.19
- 4) 国土交通省都市局都市安全課：迅速な復旧・復興に資する再生資材の宅地造成盛土への活用に向けた基本的な考え方、2012.3
- 5) 南三陸国道事務所：釜石山田道路大槌第2トンネル（仮称）の掘削工事を再開します、2014.6.19
- 6) 南三陸国道事務所：三陸沿岸道路（釜石山田道路）大槌第2トンネル（仮称）において掘削土（岩砕）の盛土工事に着手します、2015.6.5

佐野 勉



国土交通省東北地方整備局南三陸国道事務所 建設専門官  
Tsutomu SANOMINE

阿部 力



執筆当時 国土交通省東北地方整備局南三陸国道事務所調査・品質確保課技術審査係長、現 青森河川国道事務所工務第二課工務第二係長  
Chikara ABE

鈴木弘明



日本工営(株)基盤技術事業部副技師長  
Hiroaki SUZUKI