

トンネル掘削に伴う重金属を含んだ変質岩および地下水の処理計画とこれまでの実績について

戸田建設(株)東北支店 正会員 ○中根 稔
佐藤 周治
小沼 宏嗣

1. はじめに

甲子トンネルは、福島県南会津郡下郷町と西白河郡西郷村を結ぶ全長 4,345m、内空断面積 50 m²の一般国道 2 車線の道路トンネル工事である。当下郷工区はその西側を担当する。ここでは、掘削により発生した岩石および坑内排水の重金属処理における問題点と対策、また坑内における作業員への影響について述べる。

2. 工事概要

工事名 : 東北整備、甲子トンネル（下郷工区）工事
発注者 : 国土交通省東北整備局 郡山国道事務所
工事場所 : 福島県南会津郡下郷町大字南倉沢地内
工 期 : 平成 15 年 2 月 11 日
～平成 18 年 3 月 24 日

工事内容 : トンネル工 掘削 L=2,386.6m 他

2. 地形・地質概要および問題点

甲子トンネルは那須火山帯に隣接し那須火山群の北部に位置する甲子山の直下を、ほぼ東南東～西北西に横断する位置に計画されている。地質は第四紀火山噴出部群が主体で、一部に重金属が含まれている（本工事では「要対策岩」と呼ぶ）。そのため、掘削岩が汚染されている場合、それらを放置すると、雨水等により重金属や酸性水が溶出し周辺環境に悪影響を及ぼすおそれがある。地質縦断面図および汚染土発生割合(予定)を図-1 に示す。

3. 重金属汚染土の処理計画について

事前の地質調査の結果から「土壤汚染に係わる環境基準」を越えた鉛、セレンが含有されていて、他の重金属等（ヒ素、カドミウム）も長期的に溶出する可能性があることが確認されている。従って掘削ずりを無対策岩か要対策岩に判定し、要対策岩は土壤汚染対策法に準拠した構造によって盛土処理をしなければならない。事前のボーリングコアによる試験結果から「簡易溶出試験」(PH)、「蛍光 X 線分析」(硫黄含有量 T-S) によって掘削岩の判定が可能であることが国土交通省が設置した技術委員会で報告されている。判定は事前に対策の有無およびその状況を把握することを目的とした先進ボーリングによる 1 次判定試験と掘削ずりを採取して試験を実施する 2 次判定試験に分けられる（図-2 参照）。またボーリングの湧水については重金属の溶出量を確認している。各試験の測定頻度を表-1 に示す。

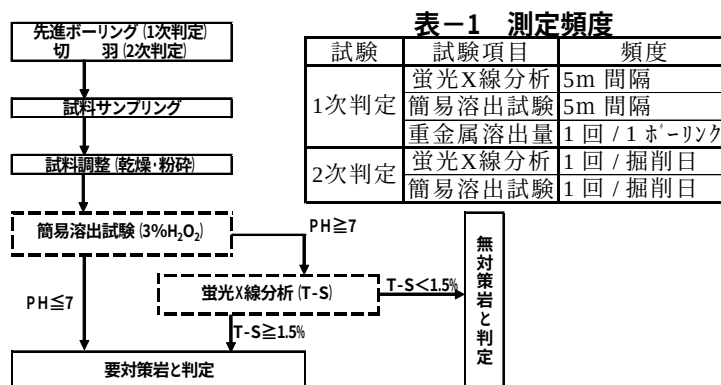


図-2 判定フロー

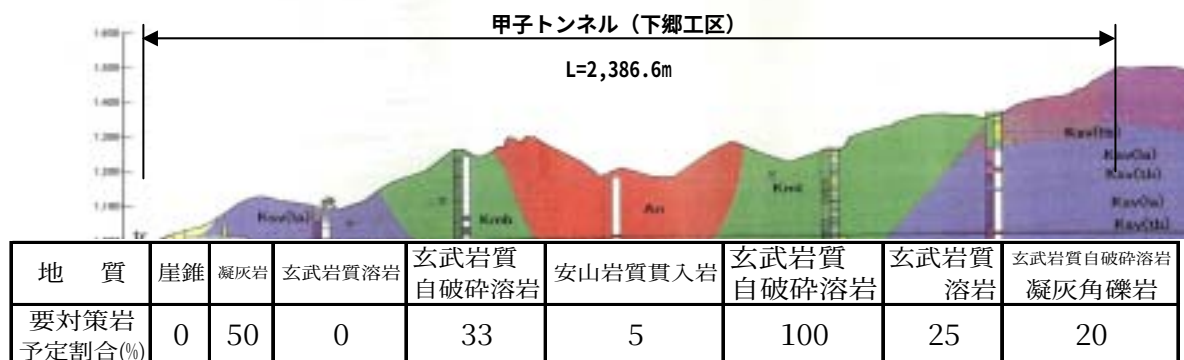


図-1 地質縦断面図と要対策岩発生予定割合

重金属 変質岩 地下水 人体への影響

連絡先 (福島県南会津郡下郷町大字塩生字前原 502-1 TEL 0241-69-1920 FAX 0241-69-1930)

掘削ずりの置場は無・要対策岩を判定するまでの1次仮置場、および盛土の雨雪対策のための2次仮置場を設置した。1次仮置場は3日分をストック出来る構造（3ヶ所）とした。また2次仮置場は冬季に盛土施工ができないことを考慮して12,000m³をストックできる設備とした。1次・2次仮置場はともに雨雪の混入を防ぐ目的で屋根付きの構造とした。ずりの盛土方法は土壌汚染対策法による二重遮水構造を計画している。

4．汚染水の処理計画について

トンネル湧水には、重金属が溶出している可能性が高いので、重金属対応型の濁水処理設備を設置する。重金属の処理方法は低コストの水酸化物処理方式により鉛・カドミウムを処理し、砒素は、水酸化物供沈法で、セレンはTRP吸着工法で処理を行う。以下に設備概要図（図-3）を示す。

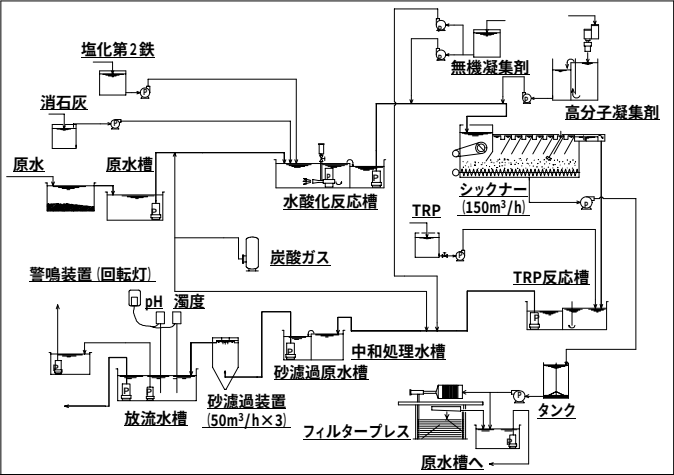


図-3 濁水設備概要図

水質検査は、濁水処理前後の重金属溶出量の確認と、放流の適否及び処理の妥当性を確認することを目的として実施する。測定は迅速かつ定量的に測定ができる多項目迅速水質分析計（DR/4000）を使用して、重金属の溶出の有無を確認し、水質を管理する。測定は、濁水処理水と先進調査ボーリングで発生した湧水を検査の対象とする。測定項目と測定範囲は（表-2）のとおりである。

表-2 測定項目と測定範囲

測定項目	測定範囲	定量下限	水質環境基準値
カドミウム	0.02～0.30mg/l	0.02mg/l	0.01 mg/l 以下
セレン	0～1.000mg/l	0.003mg/l	0.01 mg/l 以下
鉛	0.20～2.00mg/l	0.20mg/l	0.01 mg/l 以下
砒素	0～0.20mg/l	-	0.01 mg/l 以下

5．作業員への影響・対策

当作業所における重金属最大含有物質は砒素で、有害性も高いことからこれに着目し管理基準値を設定する。最大含有量から粉じんの許容濃度を算出すると21.9mg/m³となる。この値はトンネル内の粉じん管理値2 mg/m³の11倍である。従って現在の管理値2 mg/m³で重金属濃度も管理する。粉じん測定頻度は1回/日とし、粉じん中の重金属含有量は1回/6ヶ月測定する。

6．現在までの判定実績

トンネルは、坑口から400mまで掘削が進み、全体の約6分の1が完了している。当初の重金属発生予測は、坑口から80m付近で、凝灰岩の要対策岩発生割合が50%であったが、発生はしなかった。ここで、現在までの試験結果について報告する。（図-4・図-5）

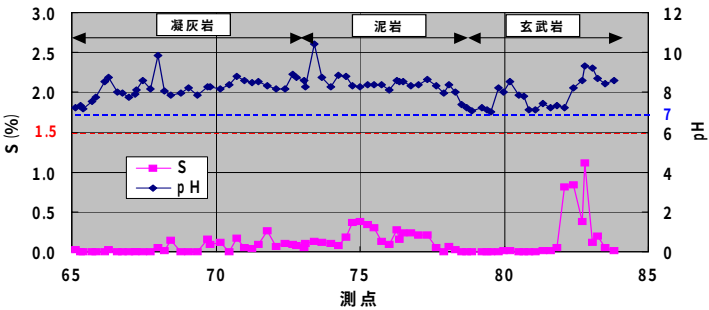


図-4 測点別硫黄(S)とPHの測定値

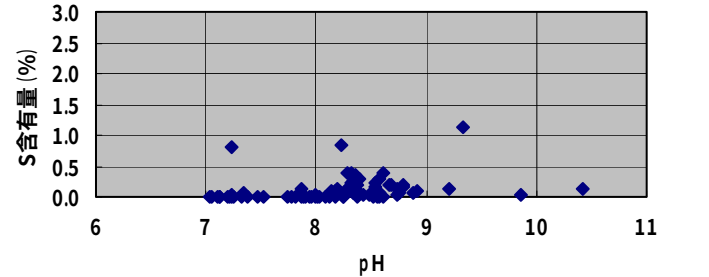


図-5 硫黄(S)とPHの相関

玄武岩においては、全体にpHの値が低くなり、しきい値のPH7に近い値が見られた。これは、重金属による反応ではなく、岩自体が新鮮で、アルカリ性の緩衝鉱物が見られないのが、原因と考えられる。次に硫黄(S)とpHの関係であるが、特に相関性が見られないが、今後、「要対策岩」が発生すると、その傾向が明確になっていくと考えられる。

7．おわりに

建設工事における環境保全は、施工管理上重要な管理項目の一つとなっている。要対策岩および汚染水の判定方法・処理方法は、過去の実績が少なく、確率した技術とは言い難い。今後は、試験結果をフィードバックして、しきい値の妥当性を検証し、確立していく所存である。