

重金属を含んだ泥岩地質トンネルの施工 — 炭山第1トンネル施工報告 —

村山友彦* 岩船創* 牧原雅和* 伊藤達也**

本工事の対象範囲は、設計段階で実施されたボーリング調査から自然的原因の重金属類が土壤汚染対策法の指定基準を超過して含まれる事が確認されていた。本工事の発注者である北海道開発局帯広開発建設部の指導のもと、周辺環境保全を目的として、掘削前に事前調査を行い、重金属の種類、濃度および分布状況を把握する事で、周辺環境への汚染拡散防止対策を確実に行った。本報では掘削前に行った先進ボーリングの施工法およびその調査結果を用いた汚染拡散防止対策方法について報告する。

キーワード：重金属、泥岩、砒素、ほう素、セレン

1. はじめに

近年トンネル建設工事において自然的原因による重金属を含む掘削ブリの処理方法が重視されている。平成22年4月に改正された土壤汚染対策法¹⁾において汚染土壤の搬出及び運搬並びに処理に関する規制が創設され自然的原因により汚染物質が含まれる土壤についても対象となったためである。しかしながら調査対象範囲については開削部分を平面図上に投影した範囲のみで、トンネル区間の調査については確立した方法が無いのが現状である。これらの事からトンネル工事において汚染範囲を正確に把握する調査方法や周辺環境に影響を与えない対策方法が課題となっている。

施工した時期の旧土壤汚染対策法では、自然的原因による重金属含有土壤は対象外とされていた²⁾が、当工事では重金属類の種類や濃度により適正な処理を行うことを課題とし施工を行なった。本報文で報告するトンネル施工に伴い発生した掘削ブリの調査方法及び対策方法についての事例は、今回の法改正にも概ね適合したものであると考えられ、これからの施工における標準として、準用されていくものと考えられる。

2. 工事概要

2.1 計画概要

北海道横断自動車道的一端を担う炭山第1トンネルは本別鉋路間に位置し白糠丘陵を貫く1,510mのトンネルである。



Fig. 1 炭山第1トンネル現場位置図

2.2 工事概要

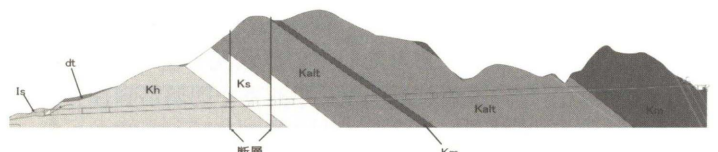
工事概要をTable 1に示す。本トンネルの東側に位置し同時期に施工した炭山第2トンネルと鉋勝トンネルのうち、延長の長い鉋勝トンネルの工事用道路として本トンネルを使用する計画から早期貫通、引渡し実現のために両坑口からの掘削を行った。

Table 1 工事概要

| | |
|-------------|-------------------------------------------|
| 工事名称 | 北海道横断自動車道 浦幌町 炭山第1トンネル工事 |
| 発注者 | 北海道開発局 帯広開発建設部 |
| 工事場所 | 北海道十勝郡浦幌町炭山 |
| 工期 | H19. 7. 14~H22. 2. 12 |
| 主要工事数量 | 延長：1510 m 内空仕上り断面：73. 8 m ² |
| 掘削工法および掘削方式 | 上半先進ベンチカット/補助ベンチ付全断面掘削工法 機械掘削方式/発破掘削方式 |

2.3 地質・地形概要

炭山第1トンネルの地質縦断面図をFig. 2に示す。トンネルは全線にわたり、中生代白亜紀・根室層群の堆積岩が分布している。



地質層序表

| 地質時代 | 地層名 | 岩質・土質 | 記号 | 記 事 |
|------|------|---------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 第四紀 | 更新世 | 堆土 | dk | カルシウム河床および流域の沖積層に分布する。未固結の硬質土および硬質粘土を主体とする。 |
| | | 現河床堆積物 | rd | カルシウム河床および流域の堆積層に分布する。未固結の硬質土を主体とし、ゆるい砂質土、軟質粘土を伴う。河床の一部には礫層もみられることから、層厚はさほど厚くないとみられる。 |
| | 前積土 | 産層堆積物 | dt | 谷筋や山腹斜面下部、扇状地直下の傾斜面に分布する。現地性の崩壊土、粘り砂、砂礫層に粘り土、粘土などよりなる。粘り砂、粘り砂礫層に粘り土、粘土などよりなる。粘り砂、粘り砂礫層に粘り土、粘土などよりなる。 |
| | | 硬質土 | is | 過去の地すべり性崩壊による粘り土層である。未固結の粘り砂、粘り砂礫層に粘り土、粘土などよりなる。粘り砂、粘り砂礫層に粘り土、粘土などよりなる。粘り砂、粘り砂礫層に粘り土、粘土などよりなる。 |
| | | 硬質粘り砂質土 | is | 過去の地すべり性崩壊による粘り土層である。未固結の粘り砂、粘り砂礫層に粘り土、粘土などよりなる。粘り砂、粘り砂礫層に粘り土、粘土などよりなる。粘り砂、粘り砂礫層に粘り土、粘土などよりなる。 |
| 中生代 | 白亜紀 | 泥岩 | Kait | 砂岩互層中に挟まれるほか、広く分布するところもある。緑灰色の塊状泥岩よりなり、均質な組成を示す。風化部では細かい割れ目が発達し、割片状に砕けることが多い。割片自体は中～硬質、一部で泥岩中に軟質泥岩のノジュールを含む。 |
| | | 川流布層 | Kait | 緑灰色～灰色を呈し、層厚は10～100cm程度で、厚さ5～70cmの砂岩と5～20cmの泥岩が互層することが多い。規則的な有層互層よりなり、部分的に厚層互層を伴う。砂岩は塊状の細粒砂岩が主体であるが、下部は粗粒で上方に細粒化する酸化層理を示すところも多く見られる。泥岩は割片状に砕ける。 |
| | 根室層群 | 砂岩 | Ks | 川流布層の基底をなし、下部の活平層群を穿ち、灰色を呈し、均質な細粒砂岩からなる。塊状を成し、3方向の亀裂が発達することが多いが、部分的には板状を成す。一部でミナが発達し、成層構造がみられる。岩質は中硬質。 |
| | | 活平層群 | Kh | 緑灰色を呈する軟質な泥岩。シルト岩を主体とする。全粒に亀裂が発達し、割片状に砕けることが多い。一部では、黄白色の泥炭質層を挟み成層構造が発達する。地表面では土砂化し、脆弱になっているところが多い。 |

Fig. 2 炭山第1トンネル地質縦断面図

* 北海道支店 炭山第1トンネル作業所
 ** 本社 土木事業本部 環境・リニューアル技術部

2. 4 事前調査概要

事前調査概要を Table 2 に示す。

Table 2 設計時岩石試料試験結果

平成19年度分析結果 (※ボーリング時期は平成18年度)

| 分析方法 (全量分析) | 項目 | 単位 | 炭山第1Tn | | 炭山第2Tn | | 鋼橋Tn | | | | | | | 指定基準 (土壌汚染 対策法) | 自然的原因 の上関 の目安 |
|------------------------|-----|-------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------|-----------------------|---------------------|
| | | | 起点 | 終点 | 起点 | 終点 | 起点 | 終点 | 起点 | 終点 | 起点 | 終点 | 起点 | | |
| 含有量試験 | 試料名 | | H18 B-2 21.50~ 21.70m | H18 B-9 20.30~ 20.50m | H18 B-13 28.00~ 28.20m | H18 B-23 9.80~ 10.00m | H18 B-27 11.30~ 11.50m | H18 B-28 8.50~ 8.70m | H18 LB-2 16.36~ 17.00m | H18 LB-2 17.50~ 17.70m | H18 LB-2 15.30~ 15.50m | H18 LB-4 16.00~ 17.00m | | | |
| | 項目 | 単位 | | | | | | | | | | | | | |
| | 含有量 | mg/kg | | 6.0 | 5.7 | 15.0 | 3.7 | 11.0 | 5.6 | 15.0 | 9.2 | 12.0 | 7.2 | 39 | |
| 含有量試験 (土壌汚染 対策法) | ほう素 | mg/kg | 91 | 100 | 80 | 110 | 100 | 54 | 110 | 110 | 100 | 110 | 100 | 100 | |
| | セレン | mg/kg | 1未満 | 1未満 | 1未満 | 1未満 | 1未満 | 1未満 | 1未満 | 1未満 | 1未満 | 1未満 | 1未満 | 2 | |
| | ほう素 | mg/kg | 2.2 | 1.8 | 3.8 | 1.2 | 2.6 | 1.2 | 3.1 | 2.4 | 3.7 | 2.5 | 150 | | |
| 溶出量試験 | ほう素 | mg/L | 0.037 | 0.025 | 0.025 | 0.008 | 0.021 | 0.005未満 | 0.014 | 0.026 | 0.012 | 0.019 | 0.01 | 4000 | |
| | セレン | mg/L | 0.018 | 0.009 | 0.018 | 0.055 | 0.020 | 0.001未満 | 0.027 | 0.007 | 0.009 | 0.015 | 0.01 | 1 | |
| | pH | | 8.7 | 9 | 7.9 | 7.9 | 8 | 7.4 | 7.6 | 8.3 | 7.8 | 7.9 | | | |

出展：3) 北海道横断自動車道(帯広開発建設部管内)
トンネル施工管理マニュアル(案)

岩石試料試験結果によると、当工区では溶出量調査において砒素およびセレンが指定基準を超過している。また他工区において、ほう素が指定基準と同値の箇所が認められている。この結果から、発生する掘削ズリを盛土に転用するため、有害物質の種類に応じ、吸着層および遮水シートを使用した封じ込めという2種類の対策を実施する計画となった。

3. 調査計画

当工事では掘削ズリの対策計画を立てるため、当初より計画されていた支保パターン選定のための先進ボーリングを行う際に、分析試料を採取し重金属の溶出量調査を実施することで対策方法の判定を行った。判定のための分析に3日程度要するため、掘削再開後、対象区間の掘削ズリの搬出先が決まらないという状況を避けるため、判定結果が出ている地点から30m手前まで切羽が到達した時点で次の区間の先進ボーリングを行うことで調整をおこなった。試料の採取方法については帯広開発建設部足寄道路事務所、北海道横断自動車道(帯広開発建設部管内)トンネル施工管理マニュアル(案)³⁾に従い、1回の対象土量が埋め戻し土壌の品質管理指針⁴⁾に示される自然地盤B種の分析頻度900m³となるように5点混合法(Fig.3)にて試料採取を行った。

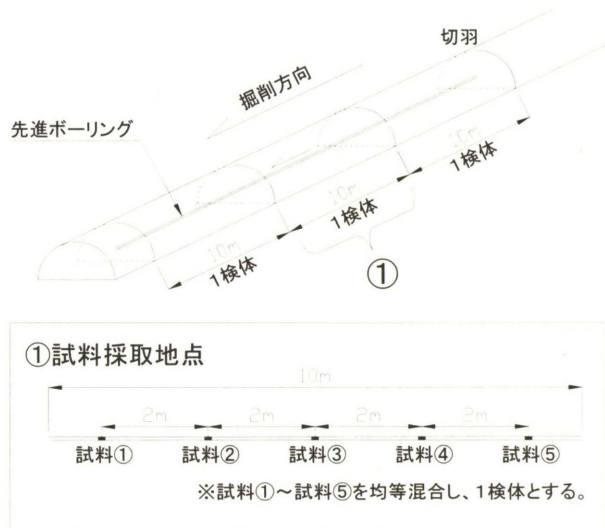


Fig. 3 試料採取方法

分析項目は、設計段階に実施されたボーリング調査の分析結果から、土壌汚染対策法の指定基準(溶出量基準)を超過した砒素、セレン及びほう素の溶出量とした。各重金属の判定基準と分析方法についてはTable 3 に示す。

Table 3 重金属判定基準

| 重金属 | 指定基準値 | 分析方法 |
|-----|----------|---------------------------------------------------|
| 砒素 | 0.01mg/L | 日本工業規格K0102の61に定める方法 |
| セレン | 0.01mg/L | 日本工業規格K0102の67.2又は67.3に定める方法 |
| ほう素 | 1.0mg/L | 日本工業規格K0102の47.1若しくは47.3に定める方法又は水質環境基準告示付表7に掲げる方法 |

4. 調査結果

Table 4 に溶出量試験結果の概要を示す。

Table 4 溶出量試験結果

| 調査区間 | | 区間長 (m) | 対策種別 | 砒素 (mg/L) | セレン (mg/L) | ほう素 (mg/L) |
|-------------|-------------|---------|--------|-----------|------------|------------|
| STA287+20.0 | STA287+32.0 | 12 | 無対策 | 0.001 | 0.007 | 0.03 |
| STA287+32.0 | STA287+42.0 | 10 | セレン | 0.009 | 0.028 | 0.04 |
| STA287+42.0 | STA288+57.0 | 115 | セレン+砒素 | 0.036 | 0.026 | 0.29 |
| STA288+57.0 | STA288+67.0 | 10 | 砒素 | 0.063 | 0.008 | 0.35 |
| STA288+67.0 | STA287+77.0 | 90 | 砒素+セレン | 0.06 | 0.014 | 0.31 |
| STA288+77.0 | STA288+87.0 | 10 | 砒素 | 0.071 | 0.007 | 0.36 |
| STA288+87.0 | STA290+67.0 | 180 | 砒素+セレン | 0.041 | 0.021 | 0.55 |
| STA290+67.0 | STA290+87.0 | 20 | 砒素 | 0.033 | 0.008 | 0.82 |
| STA290+87.0 | STA291+17.0 | 30 | 砒素+セレン | 0.035 | 0.016 | 0.64 |
| STA291+17.0 | STA291+27.0 | 10 | 砒素 | 0.02 | 0.008 | 0.39 |
| STA291+27.0 | STA291+72.0 | 45 | 砒素+セレン | 0.035 | 0.017 | 0.64 |
| STA291+72.0 | STA291+82.0 | 10 | 砒素 | 0.022 | 0.01 | 0.48 |
| STA291+82.0 | STA291+92.0 | 10 | 砒素+セレン | 0.077 | 0.12 | 0.44 |
| STA291+92.0 | STA293+70.0 | 178 | 砒素 | 0.031 | 0.002 | 0.36 |

| 調査区間 | | 区間長 (m) | 対策種別 | 砒素 (mg/L) | セレン (mg/L) | ほう素 (mg/L) |
|-------------|-------------|---------|--------|-----------|------------|------------|
| STA302+03.0 | STA301+93.0 | 10 | 砒素 | 0.013 | 0.008 | 0.05 |
| STA301+93.0 | STA301+83.0 | 10 | 無対策 | 0.009 | 0.008 | 0.15 |
| STA301+83.0 | STA301+63.0 | 20 | 砒素+セレン | 0.051 | 0.011 | 0.15 |
| STA301+63.0 | STA301+13.0 | 50 | 砒素 | 0.038 | 0.006 | 0.44 |
| STA301+13.0 | STA300+93.0 | 20 | 砒素+セレン | 0.036 | 0.014 | 0.59 |
| STA300+93.0 | STA300+83.0 | 10 | 砒素 | 0.028 | 0.008 | 0.47 |
| STA300+83.0 | STA300+53.0 | 30 | 砒素+セレン | 0.036 | 0.014 | 0.46 |
| STA300+53.0 | STA298+68.0 | 185 | 砒素 | 0.043 | 0.006 | 0.51 |
| STA298+68.0 | STA298+58.0 | 10 | 砒素+セレン | 0.082 | 0.011 | 0.36 |
| STA298+58.0 | STA295+28.0 | 330 | 砒素 | 0.04 | 0.004 | 0.78 |
| STA295+28.0 | STA295+08.0 | 20 | 砒素+セレン | 0.027 | 0.014 | 0.79 |
| STA295+08.0 | STA294+78.0 | 30 | 砒素 | 0.041 | 0.006 | 0.68 |
| STA294+78.0 | STA294+68.0 | 10 | 砒素+セレン | 0.057 | 0.019 | 0.99 |
| STA294+68.0 | STA293+71.0 | 97 | 砒素 | 0.034 | 0.003 | 0.34 |

及び : 指定基準超過

溶出量試験の結果、起点から終点への掘削部では泥岩部において砒素およびセレン、砂岩部において砒素のみが基準値を超える傾向を示した。終点から起点への掘削部では坑口付近で一部セレンが基準値を超えたほか、ほぼ全区間にわたり砒素のみが基準値を超える傾向を示した。危惧されたほう素の溶出は指定基準以下となったが当工区から発生する掘削ズリは概ね全区間において要対策と判定された。

5. 対策計画

当初、隣接する本線改良工区がトンネルズリの受け入れを担当しており、要対策ズリの処理もすべて実施していた。工事が進み、3トンネル4切羽からのズリの搬入を受けるなかで、当工事でも吸着層を敷設する盛土工区、および遮水シートを敷設する本線盛土工区(栄穂工区)を施工することとなった。

溶出量試験結果により指定基準を超過した要対策ズリは路体盛土等に転用する際、重金属の種類によって対策方法を変えた。ほう素が指定基準を超過した場合は、遮水シートを使用した封じ込め対策となり、砒素、セレンのみが指定基準を超過した場合は、吸着層を敷設する対策を行った。各要対策ズリの盛土への転用フローを Fig. 4 に示す。

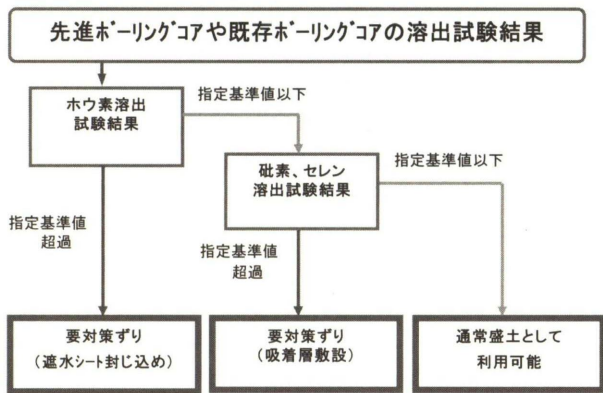


Fig. 4 要対策ズリ盛土転用フロー

当工事で発生した掘削ズリには指定基準を超過するほう素の溶出量は確認されなかったが、他工区のズリの受け入れの必要性などから、遮水シートを使用した封じ込め対策も実施した。以下に吸着層による、重金属安定処理対策および遮水シートによる封じ込め対策について述べる。

5. 1 吸着層による安定処理対策

砒素、セレンの溶出対策として、盛土基礎地盤に特殊鉱物(シュベルトナイト)を火山灰と混合・攪拌し、吸着層

を造成した。また、斜面部施工の際には混合攪拌した同材料を、法面の整形材として貼り付けることで吸着層を作成した。Fig. 5 に施工断面図、Fig. 6 に施工フローを示す。

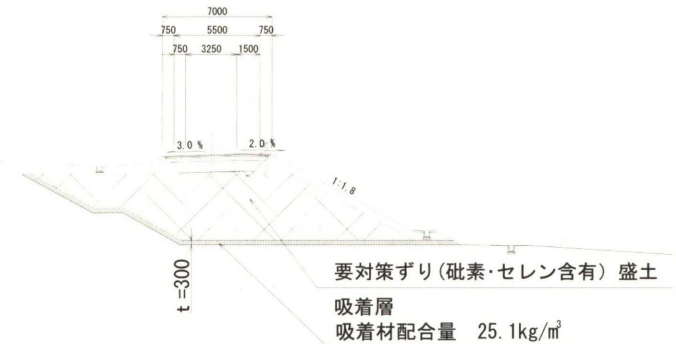


Fig. 5 吸着層 安定処理断面図



Fig. 6 吸着層 安定処理施工フロー

この吸着材はフレコン(320 kg/袋)での搬入となり、一袋あたりの区割りが重要であった。砒素・セレンの溶出量から吸着材の添加量を決定し、テープ等で散布面積及び、改良深度の確認をすることで、適切な吸着層を構築することとした。また、試料を採取し、混合および吸着の品質を確認行なった。Fig. 7 に区割り計算例を記す。

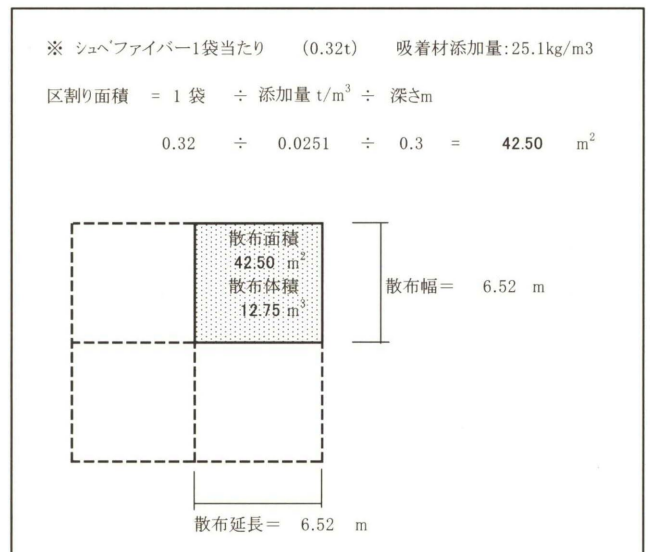


Fig. 7 区割り計算例

5. 2 遮水シートによる封じ込め対策

栄穂工区の盛土場においては、ほう素の溶出基準を超過した要対策土等を受け入れ、対策は遮水シートによる封じ込めを実施した。Fig. 8に施工フロー、Fig. 9に施工断面図を示す。今回は下部遮水シート工事までが施工範囲となっており、二重シート構造（低密度ポリエチレンシート：t=1.5mm）にて施工を実施した。

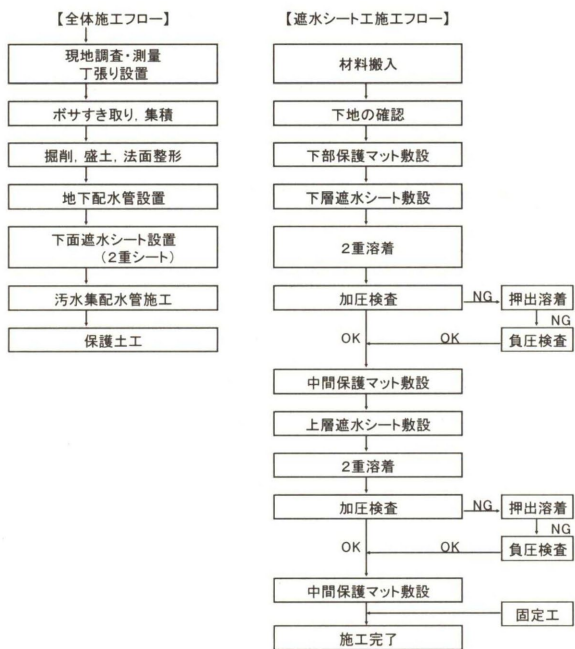


Fig. 8 遮水シート封じ込め施工フロー

6. 施工結果

6. 1 施工状況

吸着層および遮水シート対策工の施工状況をそれぞれ、photo.1, photo.2 に示す。

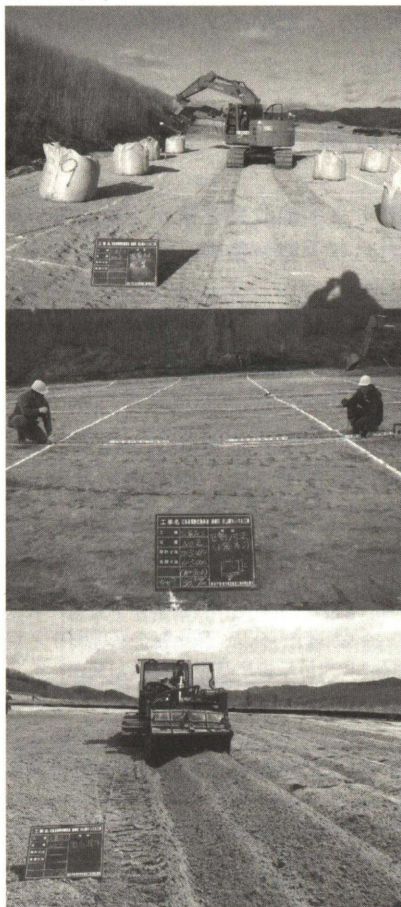


Photo. 1 吸着層施工状況（区割り・吸着材配置・攪拌）

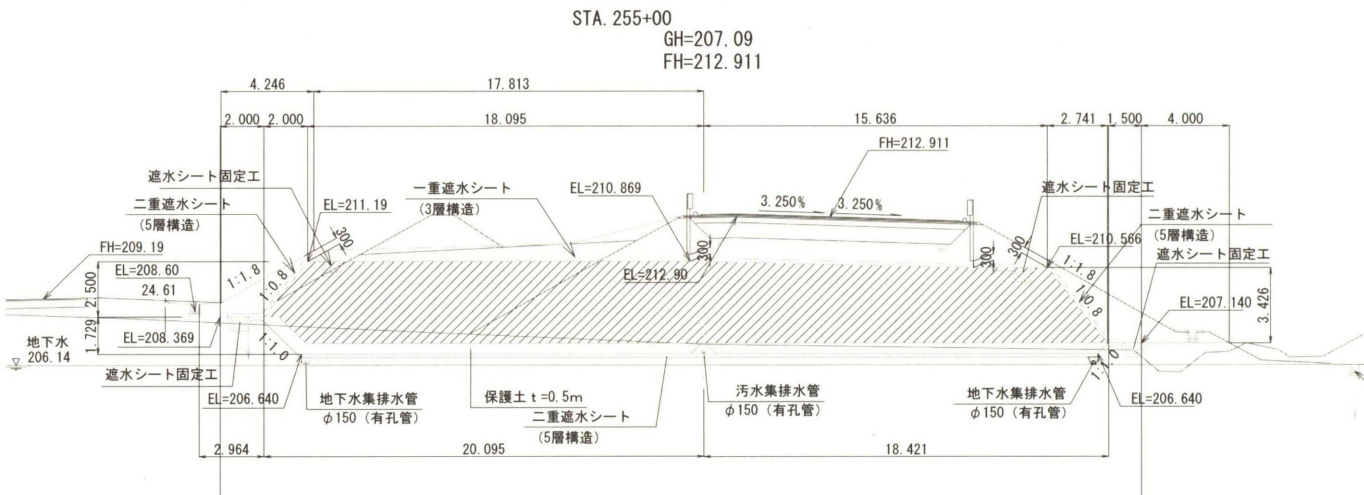


Fig. 9 遮水シート施工断面図

実施した品質試験の結果はすべて良好であった。品質管理試験の結果一覧表を Table 6, Table 7 に示す。なお周辺環境へのリスク低減のため、地下水への溶出に対する地下水モニタリングは現在も継続中である。

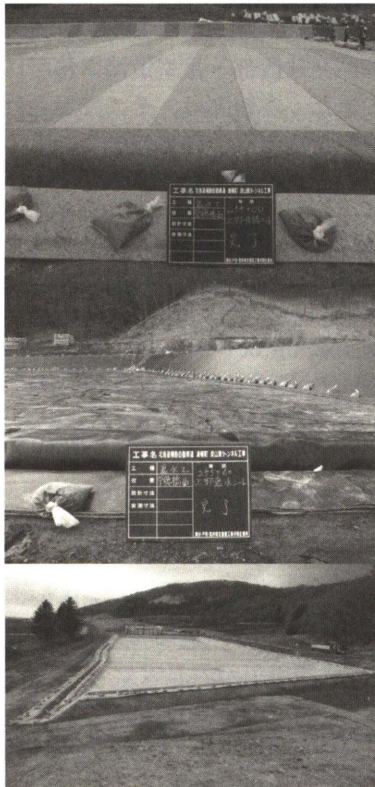


Photo. 2 遮水シート施工状況
(保護マット・遮水シート・施工完了)

Table 6 吸着層 品質管理試験結果(吸着性能試験)

| 資料名 | 砒素分析量 mg/l | 基準値 mg/l | 資料名 | 砒素分析量 mg/l | 基準値 mg/l |
|-----------------------|---------------|-------------|-----------------------|---------------|-------------|
| 平面部 | 1-① | 0.001 | 平面部 | 9-① | 0.001 |
| STA. 240+40 | 1-② | 0.001 | STA. 240+20-1 | 9-② | 0.001 |
| 38.9kg/m ³ | 1-③ | 0.002 | 38.9kg/m ³ | 9-③ | 0.002 |
| 平面部 | 2-① | 0.002 | 平面部 | 10-① | 0.004 |
| STA. 240+60 | 2-② | 0.001 | STA. 240+20-2 | 10-② | 0.003 |
| 38.9kg/m ³ | 2-③ | 0.001 | 38.9kg/m ³ | 10-③ | 0.003 |
| 平面部 | 3-① | 0.008 | 斜面部 | 11-① | 0.005 |
| STA. 239+20 | 3-② | 0.006 | STA. 240+50 | 11-② | 0.005 |
| 25.1kg/m ³ | 3-③ | 0.005 | 25.1kg/m ³ | 11-③ | 0.003 |
| 平面部 | 4-① | 0.004 | 斜面部 | 12-① | 0.004 |
| STA. 239+00 | 4-② | 0.004 | STA. 240+51 | 12-② | 0.003 |
| 25.1kg/m ³ | 4-③ | 0.004 | 38.9kg/m ³ | 12-③ | 0.003 |
| 平面部 | 5-① | 0.003 | 斜面部 | 13-① | 0.006 |
| STA. 241+20 | 5-② | 0.001 | STA. 240+52 | 13-② | 0.002 |
| 25.1kg/m ³ | 5-③ | 0.002 | 25.1kg/m ³ | 13-③ | 0.003 |
| 平面部 | 6-① | 0.001 | 斜面部 | 14-① | 0.002 |
| STA. 241+80 | 6-② | 0.002 | STA. 240+53 | 14-② | 0.002 |
| 25.1kg/m ³ | 6-③ | 0.001 | 38.9kg/m ³ | 14-③ | 0.003 |
| 平面部 | 7-① | 0.001 | 斜面部 | 15-① | 0.001未満 |
| STA. 240+80 | 7-② | 0.001未満 | STA. 240+54 | 15-② | 0.002 |
| 38.9kg/m ³ | 7-③ | 0.001 | 25.1kg/m ³ | 15-③ | 0.002 |
| 平面部 | 8-① | 0.002 | | | |
| STA. 240+00 | 8-② | 0.002 | | | |
| 38.9kg/m ³ | 8-③ | 0.001 | | | |

6. 2 施工数量

当工事で部分的に担当した工事を含め、同様の対策工事が本線各所の盛土区間で実施された。また、炭山第1トンネルの掘削ズリも一部仮置のものを除き、盛土に転用されている。Table 5 に各箇所対策土量を示す。

本来、当現場より発生した掘削ズリは吸着層での処理であったが、他工区との調整により遮水シートエリアに部分的な運搬も実施した。

Table 5 対策数量一覧表

| | 地山 主要区分 | | | 地山 合計 | 締固土内訳 | | | 締固土 合計 |
|----|----------|----------|----------|----------|---------|----------|----------|-----------|
| | 軟岩 I | 軟岩 II | 中硬岩 | | 軟岩 I | 軟岩 II | 中硬岩 | |
| 起点 | 16183.03 | 28201.93 | 17999.64 | 62384.6 | 18610.5 | 33842.31 | 22499.55 | 74952.36 |
| 終点 | 7879.28 | 5035.12 | 65708.44 | 78622.84 | 9061.18 | 6042.15 | 82135.58 | 97238.91 |

6. 3 品質管理

吸着層については施工完了後、吸着性能試験を行なった。この試験は、人工的に作成した対象重金属を含む溶液(ボーリング試験の溶出量から濃度を設定、ここでは砒素 0.057mg/l)を溶媒に使用し、各エリアから採取した吸着層の試料を溶解させた後にろ過採取した溶液の濃度を確認するものである。

遮水シートにおいては二重溶着、押出溶着全箇所それぞれ加圧試験および負圧試験を行った。

Table 7 遮水シート品質管理試験結果一覧

低密度ポリエチレンシート 1.5mm

| 試験方法 | 管理基準 |
|--------|-------------------------|
| 加圧試験 A | 加圧150kPaで30秒後120kPa以上合格 |
| 負圧試験 B | 負圧-6.7kPaで10秒後気泡の発生なし合格 |

| 検査日 | 試験方法 | 測定箇所 | 測定数 | 結果 | 判定 | 備考 |
|-------|------|-----------|-----|------|----|--------------------------|
| 5月13日 | A | S1~S17 | 16 | 全数OK | 合格 | |
| 5月14日 | A | S17~S34 | 16 | 全数OK | 合格 | |
| 5月14日 | A | ST2~ST12 | 13 | 全数OK | 合格 | |
| 5月15日 | A | ST区間横断 | 1 | 全数OK | 合格 | |
| 5月16日 | A | U1~U27 | 25 | 全数OK | 合格 | |
| 5月16日 | A | UT1~UT12 | 13 | 全数OK | 合格 | |
| 5月17日 | A | U27~U32 | 5 | 全数OK | 合格 | |
| 5月17日 | A | S34~S57 | 18 | 全数OK | 合格 | S44~S49を除く S57~S18を含む |
| 5月17日 | A | UT区間横断 | 1 | 全数OK | 合格 | |
| 5月18日 | A | S44~S49 | 5 | 全数OK | 合格 | |
| 5月19日 | A | ST13~ST20 | 9 | 全数OK | 合格 | |
| 5月19日 | A | ST区間横断 | 1 | 全数OK | 合格 | |
| 5月21日 | A | UT13~UT20 | 10 | 全数OK | 合格 | |
| 5月21日 | A | U33~U42 | 9 | 全数OK | 合格 | |
| 5月22日 | A | U43~U54 | 13 | 全数OK | 合格 | U20~U43 U42~U54を含む |
| 5月22日 | A | ST12~ST13 | 1 | 全数OK | 合格 | |
| 5月22日 | A | UT12~UT13 | 1 | 全数OK | 合格 | |
| 5月22日 | A | UT区間横断 | 1 | 全数OK | 合格 | |
| 5月22日 | B | P-1, P-2 | 3 | 全数OK | 合格 | |
| 5月23日 | B | P-2 | 1 | 全数OK | 合格 | |

7. おわりに

近年の環境意識の高まりや土壌汚染対策法の改正等から、自然的原因の重金属類を含む掘削ズリの問題も無視できないものとなっている。今回の施工においては比較的濃度の低い3種類の掘削ズリであったが、試料採取を伴う先進ボーリング調査や、含まれる重金属類の種類に応じて掘削ズリの取り扱いが変わる施工方法など不慣れな面も多く、施工を行った協力業者等と共に苦労した面も多かった。そのなかで問題なく工事を完了できたことは、非常に幸運であった。また、最新の対策技術を施工できたことは貴重な経験であった。本工事で実施した施工の経緯および対策などが、今後同様な条件における施工の参考になれば幸いである。

謝辞

炭山第1トンネルの重金属等の掘削ズリ処理対策は北海道開発局帯広開発建設部・足寄道路事務所において検討が重ねられてきた。本報文は、そこで示された意見や指摘を元を実施した施工について報告したものであり、発注者各位に厚く御礼を申し上げる。

参考文献

- 1) 環境省水・大気環境局，環水大土発第100305002号，pp. 1-2, 2010.
- 2) 環境省環境管理局水環境部，環水土第20号，pp. 1-2, 2003.
- 3) 帯広開発建設部足寄道路事務所，北海道横断自動車道（帯広開発建設部管内）トンネル施工管理マニュアル（案），2007.
- 4) 社団法人 土壌環境センター，埋め戻し土壌の品質管理指針，2006.

Construction Work of the Tunnel under Ground Containing Heavy Metals

Tomohiko MURAYAMA, Hajime IWAFUNE, Masakazu MAKIHARA, and Tatsuya ITO

Abstract

The geological survey boring carried out at the planning phase indicated there are heavy metals including arsenic, boron and selenium in the ground planning to excavate. They are easily dissolved into the ground water, and the percentage of contents would exceed the upper limit allowed by the law. Before the excavation, we carried out the survey boring to grasp the existence and distribution of the heavy metals. And then, we could make the decision where to carry them and what to do with them. In this paper, we report how we reduce the risk of environmental pollution mainly.

Keywords: Heavy metals, Mud stone, Arsenic, Boron, Selenium
