

海老坂トンネル掘削発生土の 土壌対策事例について

木津 武志¹・木下 栄治²

^{1,2}高島土木事務所 道路計画課

海老坂トンネルは、国道303号高島市今津町内で実施している道路改良事業の延長4.1kmのうち294mの山岳トンネルである。

本論文は、「土壌汚染対策法の一部を改正する法律の施行（2010年4月）」により「自然由来の有害物質が含まれる土壌」についても「法の対象」として取り扱われることになったため、土壌汚染対策法の基準値を超える自然由来の砒素が含まれているトンネル掘削土を同一工区内の道路管理用地内で「管理盛土と水質モニタリング」により対策した事例を紹介するものである。

キーワード 土壌汚染対策法、自然由来砒素、吸着材、水質モニタリング

1. はじめに

本トンネルは国道303号の道路改良区間（4.1km）の内、D工区に位置する延長294mの山岳トンネルである。

図-1に事業全体の計画図を示す。

B、C、D工区の両側には陸上自衛隊饗庭野演習場が広がり、改良区間に沿って流れる一級河川石田川は水質類型指定AAとなっており、付近は鮎の漁場となっている。

トンネル本体工事は2013年4月に掘削を開始し、2013年10月に貫通した。現在、トンネルを含むD工区の約700mで2015年3月（平成26年度末）の供用開始を目標に事業を進めている。



図-1 計画平面図

2. 背景、対策手法

(1)土壌汚染対策法

近年、土壌汚染問題や地下水汚染問題が顕在化しており「土壌汚染対策法」（以下土対法）が2003年2月に施行された。これによると「自然由来の有害物質が含まれる土壌は土対法の対象外」とされていたが、2010年4月に「土壌汚染対策法の一部を改正する法律（以下「改正土対法」）が施行されたことで「法の対象」となった。また、一定規模以上(3,000m²)の土地の形質を変更しようとする場合には、法第4条第1項により都道府県知事あてに「土地の形質変更の届出」が義務付けられた。

本道路改良事業では近々に現場着手するB、C、D工区区間(L=2.54km)における土地の形質変更の面積が約43,000m²であったので、土対法第4条に基づく土地の形質変更の届出を行ったが、調査命令は発出されなかった。

土対法の目的は、土壌に含まれる有害な物質の存在状況を適切に把握し、それが人の体に摂取される経路（曝露経路）を遮断することにより、健康被害を防止することである。改正土対法ではこれに加え、有害物質を含む土壌の不用意な移動自体を防止するという観点に加わっている。法に基づく調査や措置の必要がない土壌に関しても、その状態を適切に把握し、適切な管理が及ぶ状態で処理・流用を行いつつ、曝露経路を遮断することが、法の趣旨の観点から望まれる対策といえる。

本事業においては、土対法に基づく調査命令がないた

め、法に基づく調査や措置の義務はないが、公共事業としての性質を考慮し、上記の法の趣旨になかった技術的に適切かつ合理的な対策を行うこととした。

(2)対応マニュアル

従来の建設工事では、自然由来の重金属等が含まれる岩石や土壌が発見された場合、必要に応じて発注者が技術委員会などを立ち上げるなどして、個別に対策が講じられてきた。

国土交通省では所管する建設工事における自然由来の重金属等を含有する岩石・土壌の取扱いの参考となる「建設工事における自然由来重金属等含有岩石・土壌への対応マニュアル（暫定版）2011年3月」（以下「自然由来マニュアル」）を作成されており、今回の対策もこれを参考にすることとし、適宜、学識経験者の助言をいただきながら対策を進めた。

3. 事前調査

(1)自然由来重金属について

2010年にトンネルを設計するための土質調査（ボーリング調査、標準貫入試験、弾性波探査等）を実施した際、土対法が改正された時期と重なったこともあり、トンネル掘削土に自然由来重金属が含まれている可能性を確認する目的で自主的に調査を行った。

自然由来マニュアルの自然由来重金属に関する調査および試験の流れを図-2に示す。試料採取の選定は重金属を含む可能性がある熱水変質部、マンガン鉱床部とし、ボーリングの6試料で試験を行った。

重金属等溶出試験の結果を表-1、表-2に示す。スクリーニング試験（全含有量試験）では6試料のうち4試料でスクリーニング試験の基準値を超過した。対象項目はクロム、鉛、砒素であった。この4試料を用いて短期溶出試験を実施したところ1試料において砒素およびその化合物が0.017mg/Lという結果で、土対法の指定基準値の0.01mg/Lを若干超える程度であった。

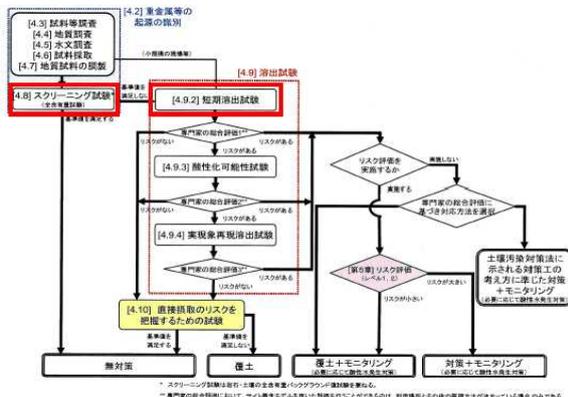


図-2 自然由来金属に関する調査および試験の流れ

表-1 スクリーニング試験結果（蛍光X線分析、定量分析）

計量対象物質	基準値 (mg/kg)	試料① ボーリングNo.6 (GL-13.0~13.15m) 破砕熱水変質部	試料② ボーリングNo.7 (GL-20.55~21.00m) 層状チャート	試料③ ボーリングNo.8-1 (GL-12.7~12.9m) 破砕熱水変質部(チャート)	試料④ ボーリングNo.8-2 (GL-23.3~23.5m) 破砕熱水変質部	試料⑤ ボーリングNo.8-2 (GL-44.7~44.9m) 破砕熱水変質部	試料⑥ ボーリングNo.8-2 (GL-44.7~44.9m) 破砕熱水変質部
カドミウム(Cd) ^{※1}	0.15	30未満	30未満	30未満	30未満	30未満	30未満
クロム(Cr) ^{※1}	65	30未満 13mg/kg ^{※2}	30未満 10mg/kg ^{※2}	30未満 18mg/kg ^{※2}	30未満 14mg/kg ^{※2}	30未満 18mg/kg ^{※2}	90
水銀(Hg) ^{※1}	0.05	30未満	30未満	30未満	30未満	30未満	30未満
セレン(Se) ^{※2}	0.1	30未満	30未満	30未満	30未満	30未満	30未満
鉛(Pb) ^{※1}	25	30未満	76	30未満	30未満	30未満	30未満
砒素(As) ^{※1}	9	30未満	120	37	21mg/kg ^{※2}	30未満	41

表-2 短期溶出試験結果

計量対象物質	基準値 [※] (mg/L)	試料② ボーリングNo.7 (GL-20.55~21.00m) 層状チャート	試料③ ボーリングNo.8-1 (GL-12.7~12.9m) 破砕熱水変質部(チャート)	試料④ ボーリングNo.8-2 (GL-33.3~33.5m) 破砕熱水変質部	試料⑥ ボーリングNo.8-2 (GL-44.7~44.9m) 破砕熱水変質部
カドミウム及びその化合物	0.01以下	0.001未満	0.001未満	0.001未満	0.001未満
六価クロム及びその化合物	0.05以下	0.01未満	0.01未満	0.01未満	0.01未満
水銀及びその化合物	0.0005以下*	0.0005未満	0.0005未満	0.0005未満	0.0005未満
セレン及びその化合物	0.01以下	0.002未満	0.002未満	0.002未満	0.002未満
鉛及びその化合物	0.01以下	0.005未満	0.005未満	0.005未満	0.005未満
砒素及びその化合物	0.01以下	0.017	0.008	0.005未満	0.005未満
ふっ素及びその化合物	0.8以下	0.05未満	0.12	0.05未満	0.06
ほう素及びその化合物	1以下	0.02	0.02未満	0.02未満	0.02未満

*アルキル水銀は不検出
※ 基準値は環境省告示第10号

4. トンネル掘削土・要対策ずり等の判定方法

トンネル掘削区間にある岩は一定の頻度で施工中の判定試験を行い、土対法の指定基準値を超過する場合に「要対策ずり等」として取扱い、指定基準値以下であった場合に一般土とすることとした。

(1)試験の頻度

(社)土壌環境センターの「埋戻し土壌の品質管理指針：自然地盤の土壌(2012年4月6日改訂)」等を参考に、おおむね900m³毎に1回の試験をすることとした。

トンネル1mあたりの掘削土量は約50m³であるから、900m³/50m³=18m程度の割合とした。

(2)試験の項目・方法

事前調査結果および学識経験者の助言をふまえ、「酸性化可能性」および「砒素溶出量」の2項目とした。

判定時に実施する具体的な試験項目、方法を表-3に示す。

表-3 判定試験の項目・方法

項目	試料	処理	(参考)規格等
酸性化可能性	1. 土懸濁液のpH試験	粒径 10mm 以上のものを出来る限り取り除いたもの(有容)	重量比 5 倍の水を加えガラス棒撹拌後、静置 地盤工学会「土懸濁液の pH 試験方法」(JS0211-2009)
	2. 過酸化水素水 pH 試験	乳鉢で粉砕、2mm のふるいを全通	重量比 10 倍の pH6 調整 30%過酸化水素水を加え加温反応後、試料の 10 倍量の水添加 (地盤材料試験の方法と解説 第 4 編 2.5.3)
砒素	3. 短期溶出試験(砒素)	大きな礫等を除去後、乳鉢で粗砕、2mm のふるいを通過したもの	重量比 10 倍の水を加えて 6 時間振とう後遠心分離して 0.45 μm フィルターを通過 平成 3 年環境庁告示第 46 号
	4. 全含有量試験(砒素)	礫や木片等を出来る限り取り除き、粉砕機で試料を粉体にする。	硫酸・硝酸・過塩素酸を加えて加温分解し、No.5B 定量ろ紙を通過

(3)判定基準

試験結果の評価基準を表-4に示す。酸性化可能性試験

験でpHが3.5以下、溶出試験で砒素が0.01mg/Lを超過するずり等に関して「要対策ずり等」として取り扱うこととした。判定のフローを図-3に示す。

表-4 判定試験の評価基準

		基準	評価
酸性化可能性	土懸濁液のpH試験	3.5以下	酸性化の可能性
	過酸化水素水pH試験	3.5以下	長期的な酸性化の可能性
砒素	短期溶出試験(砒素)	0.01mg/L超過	盛土等から砒素を含む湧水が発生するリスク
		0.3mg/L超過	盛土上で土対法上の溶出基準値不適合とみなされる状態
		9mg/kg超過	処理にあたり前処理が必要な状態(第二溶出基準値相当)
		39mg/kg超過	スクリーニング基準値(自然由来マニュアル)
全含有量試験(砒素)		150mg/kg超過	日本の地球化学図の平均値
			自然由来の汚染と判断する際の含有量の上限値の目安(土壌汚染対策法施行通知; H23 農水大土発第 110706001 号別紙)
			土対法上の土壌含有量基準不適合となる可能性がある状態(超過した場合、土対法含有量試験を実施して評価する)

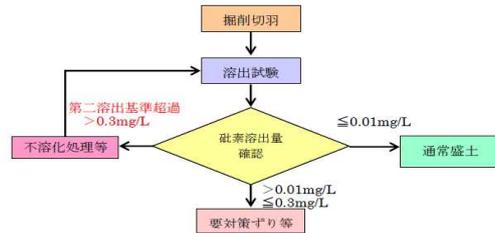


図-3 砒素溶出量に関する「要対策ずり等」判定の流れ

(4)判定試験結果

砒素の溶出試験結果を表-5に示す。掘削発生ずり14,233m3のうちおよそ半分の7,320m3が、「砒素及びその化合物」の溶出量について、土対法の基準値を超過する状況が確認された。(黄着色部)

ただし、土対法の対象となる土壌は破碎することなく、自然状態において2mm目のふるいを通過させ得た土壌としている。今回の結果は「岩石ずり」の試験結果であるため、直ちに法の「基準不適合土壌」として扱いがあるとは限らない。

しかし、これらの岩石ずりは破碎・風化が進行したチャートであり2mm以下の土砂状に砕けやすい性質がある。これらは流用先で「砒素汚染土壌」とみなされる

可能性があるため「要対策ずり等」として取り扱うこととした。

表-5 要対策ずりの判定試験結果

番号	測点	TD	間隔	試料採取年月日	分析結果				判定	残土量(㎡)
					pH試験		比表及びその化合物溶出試験	含有量試験		
					通常	酸性化				
①	NO 28+88	10		H25.4.3	6.4	8.2	0.001未満	24	○	①
①'	NO 28+90	31	21	H25.5.30	10.1	10.3	0.006	5	○	
②	NO 27+10	S1	20	H25.5.3	7.3	8.1	0.013	10	△	②
②'	NO 27+30	71	20	H25.5.30	9.5	10.1	0.01	10	○	
③	NO 27+50	91	20	H25.6.14	8.5	9.3	0.007	14	○	③
③'	NO 27+75	116	25	H25.6.25	8.8	9.2	0.009	62	○	④
④	NO 27+88	130	14	H25.7.1	5.6	9.2	0.001未満	120	○	⑤
④'	NO 28+3	144	14	H25.7.5	8.5	9.5	0.014	54	△	⑥
⑤	NO 28+17	158	14	H25.7.11	8.5	9.3	0.003	81	○	⑦
⑤'	NO 28+31	172	14	H25.7.16	8.7	9.5	0.01	70	○	⑧⑨
⑥	NO 28+45	186	14	H25.7.22	8.4	9.8	0.018	200	△	⑩
⑦	NO 28+59	200	14	H25.8.3	8.1	11.1	0.006	12	○	⑪
⑧	NO 28+73	214	14	H25.8.9	9.7	10.7	0.016	17	△	⑫
⑨	NO 28+85	228	12	H25.8.16	10.9	11.3	0.014	25	△	⑬

5. 対策工法の検討

(1)基本的な考え方

砒素溶出リスクに関する「要対策ずり等」の処理は、以下の基本的考え方で処理することとした。

- 一連の道路事業用地内で「管理盛土」として、位置範囲を明確にして管理することを基本とする。
- 場外管理型処分は、運搬・処理を含め、総体的な環境負荷とコストが大きくなるため、処理対象量が少ない場合に限り必要に応じて検討する。
- 原位置処理は一部溶出濃度が極端に高い場合などに限り、必要に応じて検討する。
- 汚染拡散による人の健康被害のおそれの評価(地下水等への拡散リスクの監視等)を管理する。

管理盛土の構造は、自然由来マニュアルにより対応可能な構造の比較検討により砒素溶出量、環境性能・信頼性・コスト・施工性・維持管理の観点から吸着層工法が最適と判断した。表-6に比較検討を示す。

表-6 管理盛土構造の比較検討(B工区)

概要	①飛散・流出防止	②底面吸着層工法	③底面遮水層工法	④遮水工封じ込め
飛散・流出防止	○	○	○	○
表面構造	浸透抑制	浸透抑制	浸透抑制	遮水
底面構造	浸透抑制	有害物質吸着による拡散防止	遮水	遮水
水質監視	必須	必須	必須	必須
初期コスト	ほとんど発生しない(転圧・締固め管理のみ)	吸着層施工費: 約 3,000~6,000 円/m ³ (約 6,000 円/m ²) + 上面転圧・締固め	遮水層施工費: 約 7,500~15,000 円/m ³ (約 15,000 円/m ²) + 上面転圧・締固め	底面遮水層施工費: 約 7,500~15,000 円/m ³ + 遮水層+保層層形成: 約 5,000 円/m ³
施工品質・維持管理上の課題とコスト	・対策に関する対外的な説明が難しい面がある。 (工事管理が1年〜10年おそれがある)	・吸着層に不飽和が発生した場合、層が破れる可能性がある(浸透抑制および拡散防止機能自体が完全に損なわれることはない) 施工後の継続モニタリング 約 200 万円/年 最低1~2年程度継続 (どの対策でもほぼ同内容が必要)	・遮水層に不飽和が発生した場合、湧水したり遮水層が破れる可能性がある(浸透抑制機能として完全に損なわれることはない)	・路体盛土中の遮水構造物として保護する必要がある。 ・構造に欠損が生じると、修復は極めて困難。
湧水の水質異状時の対応	処理が必要となるリスクが比較的大きい。	排水処理が必要となる可能性がある。	★施工品質管理が課題となりうる。 排水処理が必要となる可能性がある。	★施工や維持管理の不良が疑われる。
トンネル発生土での適用事例	(積極的な「対策」として広報されることは少ない)	・日当野 TN-1 門前バイパス (岐阜県) ・鳥居根益田土木管内 2 件、北海道開発局で多数	・中部新幹線自動車道 (関東地盤・中日本高速) ・新東名高速 TN 等一般road PA (中日本高速)	・東北新幹線甲田トンネル (JR) ・甲子トンネル (東北地盤)
評価	コスト・環境負荷が小さい合理的対策であるが、有事の際の排水処理が困難となりうる上に、管理とその対外的説明が困難である。	構造の管理が比較的容易で、かつ積極的な拡散防止措置として、フェールセーフ性のある効果的かつ合理的な対策となる。	効果は十分期待できるが、オーバーセーフであり、設計および維持管理に努力とコストを要する点で、本案件にはやや不適。	法に準拠した措置となるが、必ずしも自然由来の岩石ずりに適した対策とはいえない。施工コストおよび維持管理も課題が大きく、本案件には不適。

(2) 吸着層盛土の設計

管理盛土の吸着層は、「吸着層工法設計マニュアル」(北海道環境保全技術協会技術レポートNO.6、2012年6月)(以下「吸着層マニュアル」)の示されている方法を参考に設計を行った。その手順は以下の通りである。

封じ込め対象のずり等について、吸着層マニュアルに示された「繰り返し溶出試験」を行い、砒素の「溶出総量」を求める。

上記溶出総量に盛土高さを乗じて、その底面に設置する吸着層の単位面積当たり必要となる砒素の吸着容量を算出する。

単位面積当たりの必要砒素吸着容量を吸着層の厚さで割り、必要な吸着材の配合量を算出する。

に関しては施工品質確保の観点から、吸着層の厚さは0.3m以上、吸着材の配合比率は30kg/m³以上必要と判断される。また一般的な吸着材製品の砒素吸着量は0.75g/kgである。

本設計ではの結果、砒素溶出総量が0.017～0.026mg/Lと小さかったため、設計安全率を見込んで、30kg/m³(9kg/m²)の割合で吸着材を母材に添加した吸着層を0.3mの厚さで形成した。

なお、吸着層の母材には、盛土箇所付近で発生した現場発生土(砂礫を主体とする氾濫原堆積物および段丘堆積物)のうち、細粒なものを使用することにより、適度な滞留時間(透水係数で $1 \times 10^{-3} \sim 10^{-6}$ cm/秒)が確保できると判断した。トンネル掘削ずりの透水係数はこれより高い(1.8×10^{-3} cm/秒以上)と想定されたため、母材としては使用していない。

(3) 吸着層盛土の構造、施工方法

同一道路事業区域内(B工区)で、要対策ずり等を効率的に処理できる盛土箇所として、経済性、維持管理性を考慮し、盛土高が大きく管理面積が小さくなる盛土箇所を吸着層管理盛土箇所として選定した。図-4に吸着層の盛土構造、写真-1に施工フローを示す。

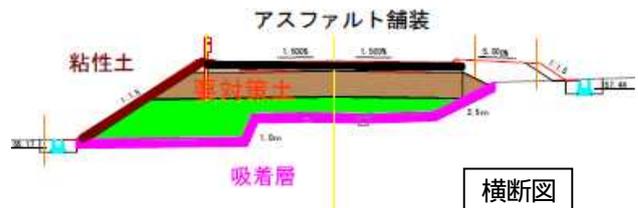
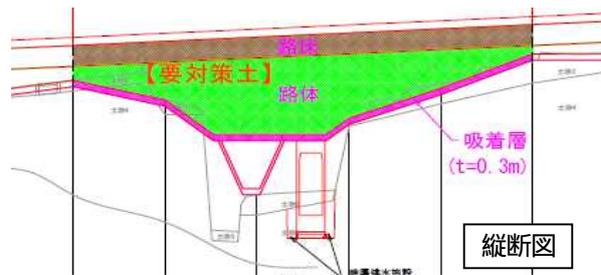
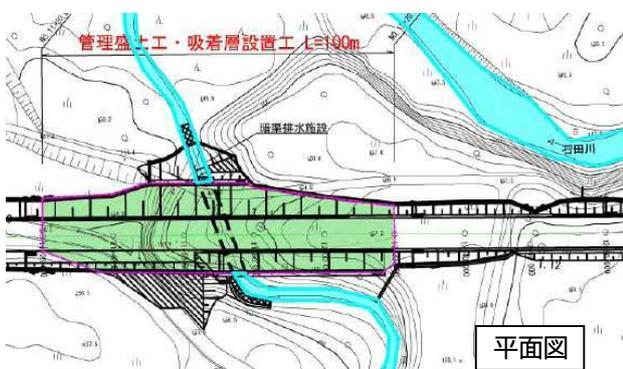


図-4 吸着層盛土の構造



写真-1 吸着層施工フロー

(4) 吸着層の品質管理

吸着層マニュアルでは、1,000m²毎の試験頻度で品質管理を行うこととされている。本管理盛土の面積は2,200m²であるため、3つのエリアに区分して、試料採取・分析を行った。

試料は各エリア毎に施工前の母材を1検体、施工後の吸着層試料5検体をそれぞれ採取した。

吸着性能試験に使用する砒素模擬汚染液の濃度は、吸着材含有量および設計砒素吸着量により1.3mg/Lで調製

した。

試験の手順は、以下の通りである。

砒素含有模擬液1Lに吸着層試料100gを添加し、振とうさせる。

振とうにより得られた試料液の上澄み液をろ過してろ液を取り、これを吸着試験検液とする。

検液のpHと砒素濃度をJIS K0102に定められた方法により測定する。

検液および模擬汚染液の分析結果を、表-7、図-5に示す。模擬汚染液(1.3mg/L)の砒素濃度から検液の濃度を差し引くことで施工後吸着層の砒素吸着性能を評価する。母材(1~3)より施工後の吸着層試料(4~18)の方が砒素吸着量が大きい。吸着層試料については模擬汚染液を環境基準値以下まで低下させており、吸着性能のばらつきも1割以下に収まり、十分な混合精度が得られていると判断できる。

表-7 吸着試験結果

番号	内容	検液の pH	模擬汚染液の砒素濃度 [mg/L] A	検液 As 濃度 [mg/L] B	吸着砒素量 [mg/L=mg/100g] C = A - B
1	母材 (NO. 11+20)	8.5	1.300	0.220	1.080
2	母材 (NO. 11+60)	9.8	1.300	0.300	1.000
3	母材 (NO. 12+20)	10.9	1.300	0.110	1.190
4	NO. 11+20 施工後①	8.5	1.300	0.002	1.298
5	NO. 11+20 施工後②	8.4	1.300	0.002	1.298
6	NO. 11+20 施工後③	8.3	1.300	0.002	1.298
7	NO. 11+20 施工後④	8.2	1.300	0.002	1.298
8	NO. 11+20 施工後⑤	8.1	1.300	0.002	1.298
9	NO. 11+60 施工後①	9.4	1.300	0.009	1.291
10	NO. 11+60 施工後②	9.4	1.300	0.007	1.293
11	NO. 11+60 施工後③	9.3	1.300	0.006	1.294
12	NO. 11+60 施工後④	9.2	1.300	0.006	1.294
13	NO. 11+60 施工後⑤	9.5	1.300	0.009	1.291
14	NO. 12+20 施工後①	8.7	1.300	0.007	1.293
15	NO. 12+20 施工後②	8.8	1.300	0.006	1.294
16	NO. 12+20 施工後③	8.9	1.300	0.006	1.294
17	NO. 12+20 施工後④	8.9	1.300	0.007	1.293
18	NO. 12+20 施工後⑤	8.9	1.300	0.006	1.294



図-5 各サンプル100gあたりの砒素吸着量

6. 周辺水質モニタリング

管理盛土による砒素等の表流水・地下水を介した拡散

防止効果の継続確認(地下水等を介した拡散による人の健康被害のおそれの評価)を目的として、周辺水質等モニタリングを継続して行っている。その内容を以下に示す。

(1) 目的・位置づけ

管理盛土施工中および施工後の管理として周辺公共用水域への影響評価、石田川本流への影響評価を行い、リスク評価結果の検証を目的として、新たな対応の必要性が生じた場合には適切な対応を行うものとする。

(2) 試験項目、頻度、期間

【試験項目および管理基準】

砒素は0.01mg/L以下

(水質汚濁に係る環境基準のうち「人の健康の保護に関する環境基準」)

pHとSSは下表(水質汚濁に係る環境基準のうち「生活環境の保全に関する環境基準」) 石田川は水質類型指定AA

河川水質類型	利用目的の適応性	基準値		
		水素イオン濃度 pH(pH)	生物化学的酸素要求量 BOD(mg/L)	浮遊物質質量 SS(mg/L)
AA	水道1級 自然環境保全 及びA以下の標に掲げるもの	6.5 ≤ pH ≤ 8.5	BOD ≤ 1	SS ≤ 25

なお上記管理基準は、基本的に石田川の本流地点に対して適用する。(その他の地点に関しては、そのまま基準を適用するのではなく、石田川本流地点における異状があった場合の因果関係を把握するために、変動状況を把握するための目安としての値と位置づける。)

【試験頻度および期間】

「土壌汚染対策法に基づく調査及び措置に関するガイドライン(改訂第2版)」(2012年8月、環境省水・大気環境局土壌環境課)に定められた、法に基づく措置としての「地下水の水質の監視」に準じて、以下の通りとする。

- ・頻度：施工着手前(1回以上)および施工完了後1年間以上、年4回(毎年度5月、8月、11月、2月)以上を原則とするものとする。
- ・継続期間：当面は施工の完了後2年間とし、2年間に異状が確認された場合は、継続の要否を別途検討する。

(3) モニタリング位置

水質モニタリング箇所を図-6に示す。

吸着層盛土の施工前に盛土箇所の上流に地下水観測孔を設置し、盛土湧水排水および放流先の石田川上下流と合わせ、盛土施工前、施工後の水質監視を行っている。



図 - 6 B工区モニタリング位置

(4)モニタリング結果(継続中)

表-8に2014年8月時点までのモニタリング結果を示す。

表-8 モニタリング結果

分析項目	単位	調査日	B工区					
			観測孔		河川		暗渠排水	盛土支流流末
			No.25-01	No.25-02	石田川1	石田川2		
pH	-	2013年10月	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.2
		2013年12月	6.1	6.9	-	-	11.9	8.7
		2014年2月	6.7	6.9	6.9	7.1	6.9	7.3
		2014年6月	6.3(6.8)	6.8(7.0)	7.3(7.7)	7.2(7.7)	7.6(8.3)	8.7(8.9)
		2014年8月	6.5(6.0)	6.7(6.3)	7.6(7.5)	7.2(6.9)	8.4(7.8)	8.9(8.5)
		2014年11月 2015年2月						
SS	mg/l	2013年10月	730	840	6	13	3	7
		2013年12月	180	64	-	-	-	2
		2014年2月	210	2700	8	2	3	<1
		2014年6月	380	230	<1	<1	4	<1
		2014年8月	14	13	4	<1	<1	<1
		2014年11月 2015年2月						
七素	mg/l	2013年10月	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
		2013年12月	0.005	0.004	-	-	-	<0.001
		2014年2月	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
		2014年6月	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	<0.001
		2014年8月	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	<0.001
		2014年11月 2015年2月						

※ pH、SS、七素は試験室分析の値を示す。
 ※ pHの()は現地簡易分析の値を示す。

現在のところ砒素はモニタリング箇所において基準値以下であり、石田川地点におけるpH、SS値も基準値内である。

水質モニタリングは施工完了後2年間とし、2015年12月頃まで継続して監視を行う。

7. おわりに

海老坂トンネルの掘削土のうち「要対策ずり等」については、国道303号道路改良事業の同一区間で道路盛土により対策を行うことができた。今後は管理盛土を道路管理者として管理し、水質等モニタリングによる監視を2年間は継続する予定である。

今後の道路改良等の工事、特に長大トンネルを計画する際には、土壤汚染対策法をはじめとする関連法令上の取扱い・位置づけを明確にした上で対策手法(特にコスト面)を検討する必要がある。そのためには環境部局との情報共有も重要になると考えられる。

また現在、公共工事における発生土砂等は工事間流用を行うことが原則である。土砂の工事間流用により万が一、搬出先で予期せぬ「土壤汚染」の問題が生じた場合、発生源の工事にも影響が及ぶこととない。発生源側・受入側双方で、この点を念頭におきながら各種事業に携わっていく必要があると考えられる。

参考文献

- 1)平成 25 年度第 EK81-04 号国道 303 号補助道路整備調査設計委託(株式会社エイト日本技術開発)