

トンネル掘削ずり残土処分場からの浸出水の水質起源と変遷

岐阜大学大学院 学生会員 岩城詞也
 岐阜大学 正会員 橋本洋平・佐藤 健

1. 掘削ずりに対する既往の研究結果

美濃堆積岩コンプレックスと呼ばれる頁岩・砂岩・チャートが混在する岩相に掘削されたトンネルずりによる重金属 (As, Se, Pb等) 汚染が問題となっている¹⁾。

岐阜県では平成 18 年 10 月 12 日公布の残土条例²⁾に従って、環境基準に適合する掘削土以外は埋め立てに利用できなくなった。今回対象にしたトンネル掘削ずりの残土処分場では、条例を遵守し 1000m³に 1 回 (トンネル掘進距離 20mに 1 回) 環境調査を行い、環境基準値を超えていないずりを谷間へ埋め立て盛土処理を施した (写真 1)

本研究は、環境基準を満たしたトンネル掘削ずりを谷間に埋め立てた残土処分場を研究対象にする。今回は、残土処分場からの浸出水に対する月 1 回の定期的な水質モニタリングに加えて、XRD 解析、溶存イオン分析の結果を報告する。研究の最終ゴールは、EC, pH などの簡易測定に基づく定期モニタリングの結果から、浸出水の水質起源と変遷機構を解明し、適切な対策を提案することである。トンネルは平成 18 年 9 月に掘削を開始し、現在も掘削中である。対象トンネル掘削ずりに対する既往調査結果を図 1~2, 表 1 に示す。

図 1 は、トンネル坑口から 340mの泥岩に対する XRD 解析結果である。クォーツ、カルサイト、マスコバイトが主な鉱物成分であることがわかる。

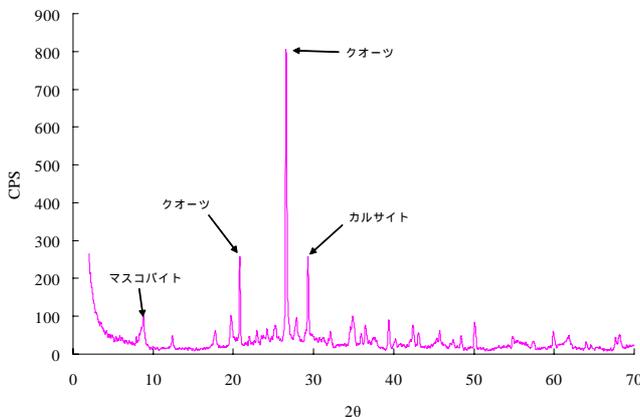


図 1 トンネル掘削ずりの鉱物組成

図 2 は、同一の位置で採取した泥岩に対する逐次抽出法の結果 (本概要では As のみ) である。この結果からは、交換態と炭酸塩態のように比較的溶出しやすい形態で As が存在することが確認できた。

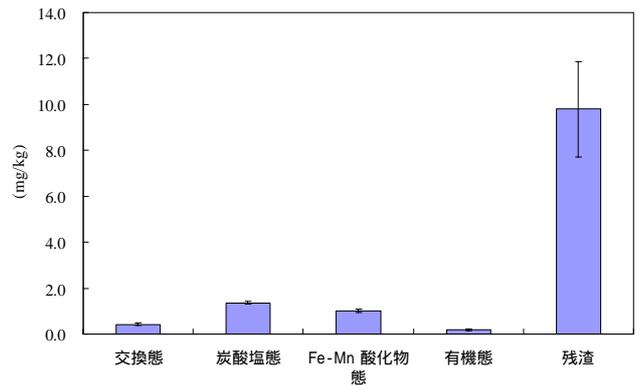


図 2 逐次抽出法によるヒ素の濃度

雨水や地下水への重金属の溶出を評価するために、水抽出法 (pH5.8 ~ 6.3) を実施した (表 1)。地下水・雨水に対する溶出量は全ての項目が溶出基準値 (0.01 mg/L) を超えていた。

表 1 水抽出法による溶出試験結果

	As	Se	Pb
	mg/L		
平均	0.034	0.07	1.85

2. 残土処分場の構造

残土処分場を写真 1 に示す。残土処分場と地山境界には、600~900mm の有孔管が埋設されている。有孔管の出口を写真 2 に示す。残土処分場へ搬入される掘削ずりは、環境基準を満たす健全なずりであり、写真 1 からわかるように表面排水溝は敷設されているが、アスファルト舗装などで完全に遮水はされていない。したがって、有孔管で集水される水は、盛土内の浸透水と地山からの湧水が主な起源である。



写真1 残土処分場の現況
(先端に排水溝が確認できる)



写真2 有孔管の出口

3. 水質モニタリング結果

平成19年3月～平成20年11月までの浸出水のpH, ECを図5に示す。比較のため、谷間からの湧水を併せて図5に示す。浸出水のECは経時的に上昇していることがわかる。

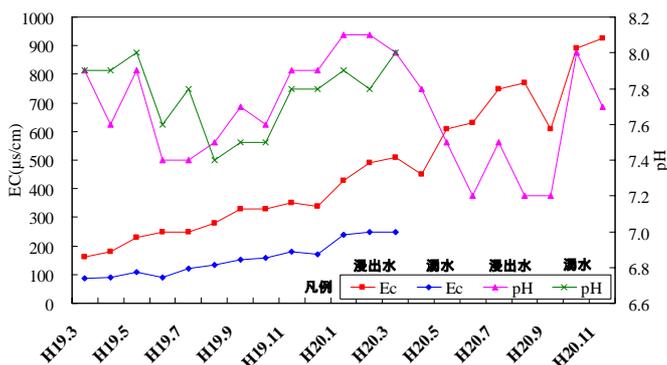


図5 残土処分場浸出水の水質変動

4. 浸出水の溶存イオン

ICP分析器による溶存イオンの定量結果を表2に示す。平成20年4月には、湧水の水質も計測しており、その結果も括弧で示す。浸出水のCa, Naが経時的に増加傾向にあり、SO₄²⁻の濃度が極めて高い値を示した。

表2 溶存イオン定量結果

	Mg	Si	Ca	Na	K	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ³⁻
	mg/L							
H20.4	13.0	12.0	56.0	53.0	1.8	240.0	9.5	23.0
	(1.0)	(9.7)	(2.9)	(1.8)	(0.3)	(3.4)	(3.9)	(1.2)
H20.8	22.6	7.1	118.0	104.4	4.0			
H20.9	14.5	6.3	92.8	86.4	2.9			
H20.10	19.4	6.8	111.5	93.4	2.6			
H20.11	21.2	7.3	122.2	96.3	2.5			

注:()は湧水の結果

5. 考察

XRD解析でカルサイトの存在が確認され、Caが経時的に増加していることから、盛土への雨水浸透で間隙水中にCaが溶解した可能性が考えられる。SO₄²⁻の濃度が高い原因として、美濃堆積岩コンプレックスと呼ばれる堆積岩に含まれた硫化物(黄鉄鉱)が、掘削による酸化条件下で硫酸イオンに変化したことが考えられる。その結果、残土に含まれるCaとSO₄から石膏(CaSO₄)が形成され、pHが一定状態を保っていると推測される。浸出水のEC値が増加していることから、SO₄²⁻、Ca²⁺、Na⁺などの溶存イオンが増加していることが理解でき、EC値を水質モニタリングの指標として利用できる可能性が示唆される。(3,4)

6. 今後の方針

今後は、溶存イオン成分の計測を実施するとともに、残土処分場の盛土材料のXRD解析と熱力学的手法(平衡定数)に基づく化学種の推定を行って、浸出水の水質起源と変遷のメカニズムを解明する予定である。

参考文献

- 1) 松本慎也, 橋本洋平, 佐藤健: 逐次抽出法に基づくトンネル掘削中有害重金属の化学形態, 土木学会中部支部研究発表会講演概要集, pp.277-278, 2008.
- 2) 岐阜県庁: 岐阜県埋立て等の規制に関する条例, 条例第47号, 2006.
- 3) (独)土木研究所: 建設工事における自然由来の重金属汚染対応マニュアル(暫定版), 2007.
- 4) 島田允亮: 自然界におけるヒ素の存在状態と挙動 - 土壌・地質・地下水汚染への対応 -, 日本応用地質学会特別講演およびシンポジウム予稿集, pp.1-10, 2008.