

トンネル掘削ずりによる残土処分場からの浸出水の水質起源

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。

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。研究の最終目的は、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、表1に示す。

図1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。

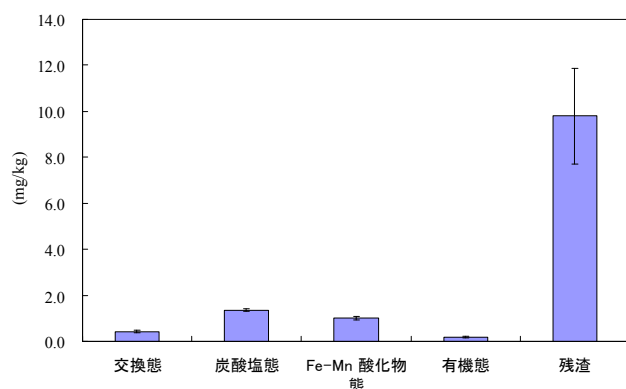


図1 逐次抽出法によるヒ素の濃度

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、φ600~900mm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



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の変動を図2に示す。比較のため、谷間からの湧水の結果を併せて示す。浸出水のECは経時的に上昇していることがわかる。

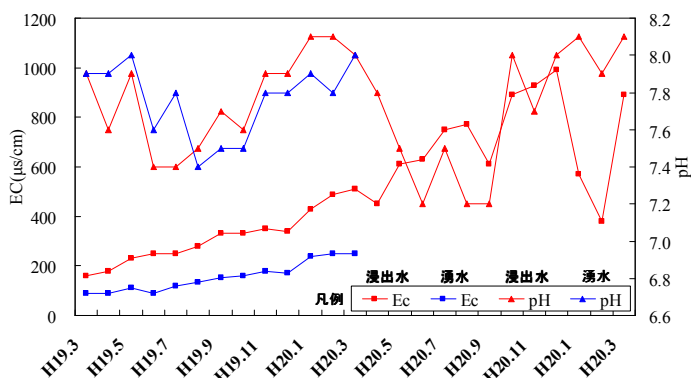


図2 残土処分場浸出水の水質変動

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、 SO_4^{2-} 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^{2+}	Si^{4+}	Ca^{2+}	Na^+	K^+	SO_4^{2-}	Cl^-	NO_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	390.0	12.0	16.0
H20.9	14.5	6.3	92.8	86.4	2.9	310.0	6.2	15.0
H20.10	19.4	6.8	111.5	93.4	2.6	360.0	6.9	11.0
H20.11	21.2	7.3	122.2	96.3	2.5	410.0	8.0	11.0

注：()は湧水の結果

5. XRD解析結果

図3は、処分場のボーリング試料と表層岩塊に対するXRD解析結果である。クオーツ、アルバイト、クロライト、カルサイトが主な鉱物成分であることがわかった。また、わずかながら黄鉄鉱含有の可能性が示唆された。

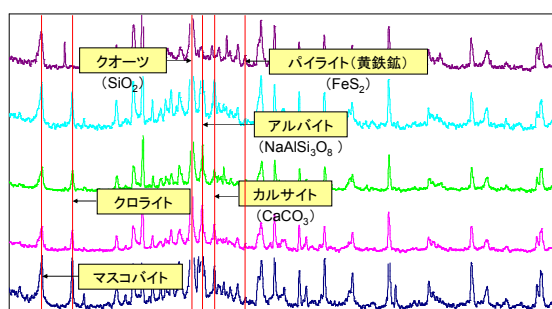


図3 残土処分場の鉱物組成

6. 実像顕微鏡画像

実像顕微鏡により確認された金属鉱物を写真3に示す。 SO_4^{2-} の濃度が高い値を示したことから、黄鉄鉱である可能性が非常に高いと考えられる。

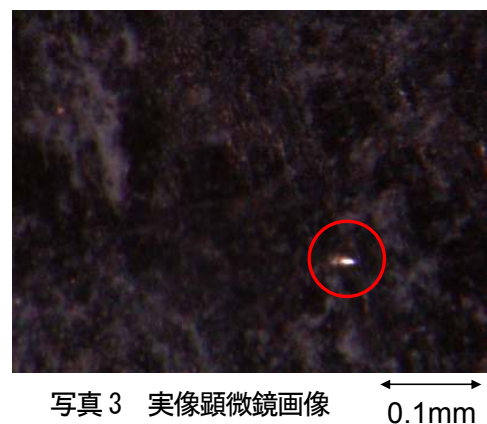


写真3 実像顕微鏡画像 0.1mm

7. 考察

SO_4^{2-} 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有された硫化物(黄鉄鉱)が、掘削による酸化条件下で SO_4^{2-} に変化したことが考えられる。XRD解析でカルサイトの存在が確認され、 Ca^{2+} 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^{2+} が溶解した可能性が考えられる。その結果、残土に含まれるカルサイトの中和作用により、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、 SO_4^{2-} 、 Ca^{2+} 、 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残土処分場からの浸出水管理に利用できる可能性が示唆される^{3,4)}。

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の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.