

乾式磁力選別処理による重金属等を含むトンネル掘削土の処理事例

中日本高速道路（株）正会員 高橋康朗 （株）市川工務店 岩田幸一
DOWA エコシステム（株） 正会員○吉俊輔・友口勝

1. はじめに

東海北陸自動車道 白鳥 IC～飛騨清見 IC の 4 車線化工事において、白鳥トンネル（Ⅱ期線）掘削土から環境基準値を超過する自然由来の重金属（ふっ素およびその化合物。以下、F とする。）が検出された。この環境基準不適合土の対策に乾式磁力選別処理工法による浄化処理を採用した。本報はその実施結果を報告する。

2. 環境基準不適合土の対策検討

環境基準不適合土の対策検討にあたり、有識者を交えた検討会を設置し、現地で実現可能な対策を比較検討している（表 1、経済性は最終処分場への場外搬出費用を 100 とし比率標記）。その結果、経済性や地域性（最終処分地との距離）、高速道路事業内の盛土利用可能量、地域住民とのリスクコミュニケーションの状況（風評）、事業工程遅延リスクなどを勘案し、最終的に、浄化等処理（磁力選別）を採用することとした。

表 1. 処理対策方法の経済比較（実現可能性調査段階）

対策方法	不溶化処理	場外搬出①	場外搬出②	浄化等処理（磁力選別）
概 要	不溶化し盛土封じ込め	土壌処理施設へ処理	最終処分場へ埋立	現地で重金属を分離除去
経済性：直接工事費	29 + 附帯工費	98（運搬費込:113km）	100（運搬費込:103km）	83（汚染土処分費込）

3. 乾式磁力選別処理について

乾式磁力選別は、重金属等を含有する汚染土壌へ磁性吸着剤を混合し、土壌間隙水中に溶存した重金属類を吸着材に吸着させた後、磁力選別により、これを回収することで重金属等を抽出除去する処理方法である（図 1）。処理に多量の水を必要とせず大型設備が不要という利点がある。なお、今回は実土壌を用いた事前評価試験により、乾式磁力選別が適用可能であることを確認している（図 2）。

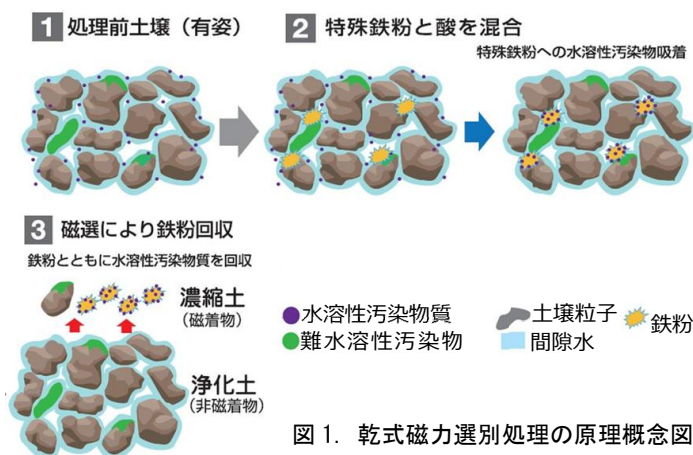


図 1. 乾式磁力選別処理の原理概念図

4. 対策の検討と実施

(1) 事前調査

坑口仮置き場の土壌は、30 m メッシュに区分の上、土量 900 m³ 毎に土壌の F 溶出量を調査した。調査した 88 検体中、11 検体（約 4,500 m³）で土壌環境基準を超過する F 溶出量を確認し、これらに対策土とした。

(2) 乾式磁力選別処理作業ヤードの設置

処理に必要な面積を確保できる採掘が完了した採石場跡地を選定した。

(3) 現地処理（処理フロー：図 3、処理状況：図 4）

掘削した要対策土を作業ヤードへ運搬し、磁選機および破砕機の性能に基づく事前処理作業の後、自走式破



図 2. 事前評価試験用試料の採取状況

キーワード：重金属類、トンネル、環境対策

連絡先 〒101-0021 東京都千代田区外神田 4 丁目 1 4 番 1 号 秋葉原 UDX22 階 TEL (03) 6847-1232

砕機を用いて粒度調整し、希硫酸を添加混合して土壌 pH を調整した。その後、自走式土質改良機を用いて重金属等を吸着するための特殊鉄粉、磁力選別の分離回収効率を高めるための含水調整材を混合後、ドラム型磁選機へ供給して処理（F の除去）を行った。なお、乾式磁力選別は、他の重金属と比較して F の処理性能がやや低い傾向があることから、作業ロットを 100 m³ 未満とし、処理後の F の土壌溶出量をモニタリングしながら慎重に作業を進めた。

5. 対策結果と評価

浄化ヤードへ受け入れた土壌（4,956 m³）は、のべ稼働日数 33 日間（平均処理量 150 m³/日）で処理を完了した。処理の結果を図 3 および表 2 に示す。掘削前調査における要対策土の F 溶出量は 0.9～1.9 mg/L、受入土壌の F 溶出量は <0.08～1.0 mg/L であった。磁力選別後の非磁着土壌の F 溶出量は 65 検体中 2 検体が 1.2 および 0.81 mg/L と溶出量基準を超過したが、再施工により 0.21 および 0.20 mg/L としており、最終的に 0.08 未満～0.59 mg/L の範囲で浄化処理できた。また、回収した鉄粉を含む磁着土壌の F 溶出量は 0.08 未満～0.72 mg/L の範囲となり、F の不溶化効果を確認することができた。今回、受入土壌の F 溶出量は低濃度であり、環境基準値以下のロットも多かったが、総じて低減傾向が確認でき、かつ環境基準不適合土を大幅に減容（約 9 割減）することができた。

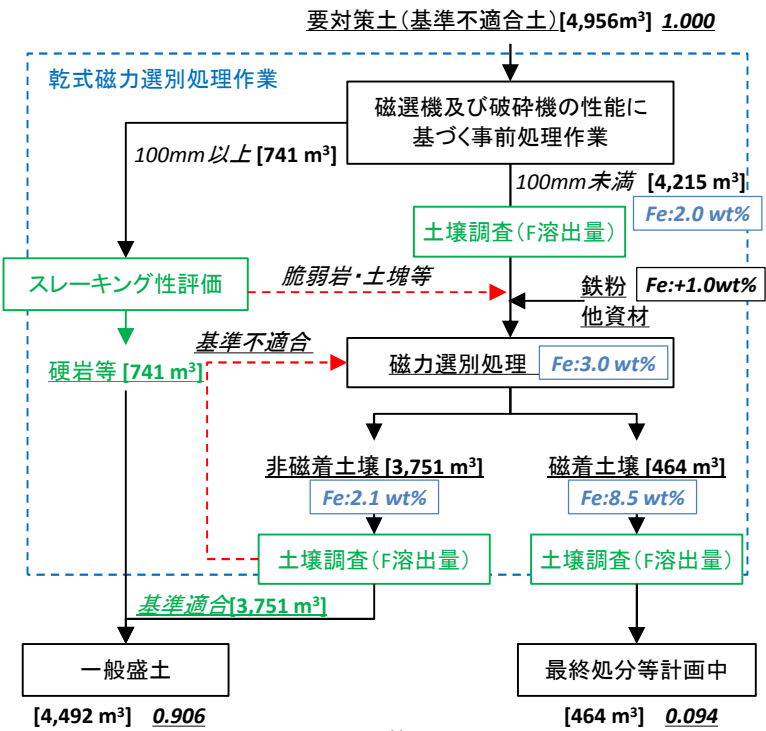


図 3. 対策フロー



図 4. 乾式磁力選別処理状況

表 2. 品質管理結果

項目	掘削前調査	受入土壌	非磁着土壌	磁着土壌
F 溶出量[mg/L]	0.9～1.9	<0.08～1.0	<0.08～0.59※	<0.08～0.72
分析頻度	1 検体/900m ³	1 検体/100m ³ (64 検体)	1 検体/100m ³ (65 検体)	1 検体/1 日 (31 検体)

※非磁着土壌：65 検体のうち 2 検体が 1.2 および 0.81mg/L となった。再施工により 0.21 および 0.20mg/L としている。

6. まとめ

今回初めて公共事業において乾式磁力選別を用いた現地処理を採用した。そこで、関係者間で事前にターゲットコストを設定して、精微にコストを管理するとともに、品質管理やデータの採取を緻密に行った。その結果、乾式磁力選別の採用によって、コストを削減しつつ、環境リスクの低減、資源の有効利用を図ることができたと考えている。

以上