

不適正処理最終処分場における生活環境保全上の支障等の除去 —滋賀県栗東市旧 RD 最終処分場での二次対策工事—

Measures to Eliminate Problems with the Living Environment at Inappropriate Industrial Waste Final Disposal Sites in Ritto City

日高 典哉*1 花木 陽人*2
Noriya Hidaka Akito Hanaki
吉岡 由郎*3 森田 俊成*1
Yoshiro Yoshioka Toshinari Morita

要旨

旧 RD 社が滋賀県栗東市に設置した産業廃棄物安定型最終処分場において不適正な埋立てが行われたことにより、高濃度硫化水素ガスの検出や地下水汚染等が問題となった。本工事は、特定産業廃棄物に起因する支障の除去等に関する特別措置法に基づく特定支障除去等事業のうち、抜本的対策となる二次対策工事である。本報告では生活環境保全上の支障、およびそのおそれを除去するために実施した様々な取り組みを紹介する。

キーワード：不適正処理事案 廃棄物選別技術 有害物掘削除去 遮水工 ICT 土工

1. はじめに

旧 RD 最終処分場は旧 RD 社が滋賀県栗東市小野に設置した産業廃棄物安定型最終処分場であった。同処分場において、許可品目（廃プラスチック類、ゴムくず、ガラスくずおよび陶磁器くず、がれき類）以外の産業廃棄物が埋め立てられたことにより、1999 年に高濃度硫化水素ガスが発生し、浸透水および周辺地下水に環境基準を超える有害物質が検出されて問題となり、後には許可品目外の廃棄物が入ったドラム缶の埋立て等違法な行為が発覚した。

2006 年に旧 RD 社の破産手続の開始が決定されたことから、滋賀県が行政代執行により「特定産業廃棄物に起因する支障の除去等に関する特別措置法」（以下、産廃特措法と称す）に基づく特定支障除去等事業を 2012 年から実施している。本工事は 2013 年に同法に基づく環境大臣の実施計画の変更同意を受けた、抜本的対策となる二次対策工事である。

本報告では、生活環境保全上の支障となる、廃棄物の飛散・流出、地下水の汚染、悪臭を除去するため、二次対策工事において実施した様々な取り組みについて報告する。

2. 工事概要

旧 RD 最終処分場においては、図 1 のように廃棄物が底面粘土層を破損して埋め立てられ、側面帯水層にも接していたことから、汚染された浸透水が周囲に拡散していた。そこで、汚染地下水拡散防止対策として、底面粘土層の修復

（底面遮水工）、側面に露出した帯水層の遮水（側面遮水工）、および鉛直遮水工を実施した。さらに、上記対策の過程において掘削した廃棄物を含む土砂（以下、廃棄物土と称す）は、場内に設置した選別処理施設において、選別除去廃棄物と埋戻可能物に選別し、埋戻可能物については場内埋戻しに再利用した。また、場内に浸透水貯留層および底面排水工、揚水ピット、浸透水処理施設を設置し、浸透水を集水、処理した後に下水放流することとした。加えて、事前の調査により位置を特定した有害物（土壌環境基準超過の廃棄物土等）は掘削除去し、適正に処分した。これらの対策の後、処分場表面を良質土やシート、アスファルト舗装で覆うことにより、廃棄物が飛散流出することを防止した。2015 年 12 月時点の現場全景を写真 1 に、二次対策工事平面を図 2 に、下記に工事概要を示す。

工 事 名：平成 25 年度第 RD-3 号旧産業廃棄物最終処分場二次対策工事

発 注 者：滋賀県琵琶湖環境部最終処分場特別対策室

施工監理者：株式会社建設技術研究所

受 注 者：鴻池・不動テトラ・八田建設工事共同企業体

工 期：2013 年 12 月 20 日～2021 年 3 月 25 日

工 事 内 容：①廃棄物掘削工	1 式
②廃棄物土選別工	1 式
③汚染地下水拡散防止対策工	1 式
鉛直遮水、底面遮水工	
浸透水揚水工、キャッピング工	
④浸透水処理施設工	1 式

*1 大阪本店 土木部 *2 環境エンジニアリング本部 環境企画部 *3 同前 環境ソリューション部
*4 同前 環境イノベーション部

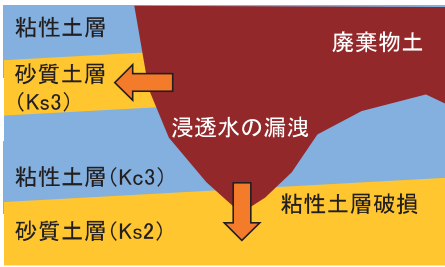


図1 汚染浸透水の漏洩・拡散イメージ



写真1 現場全景 (2015.12撮影)

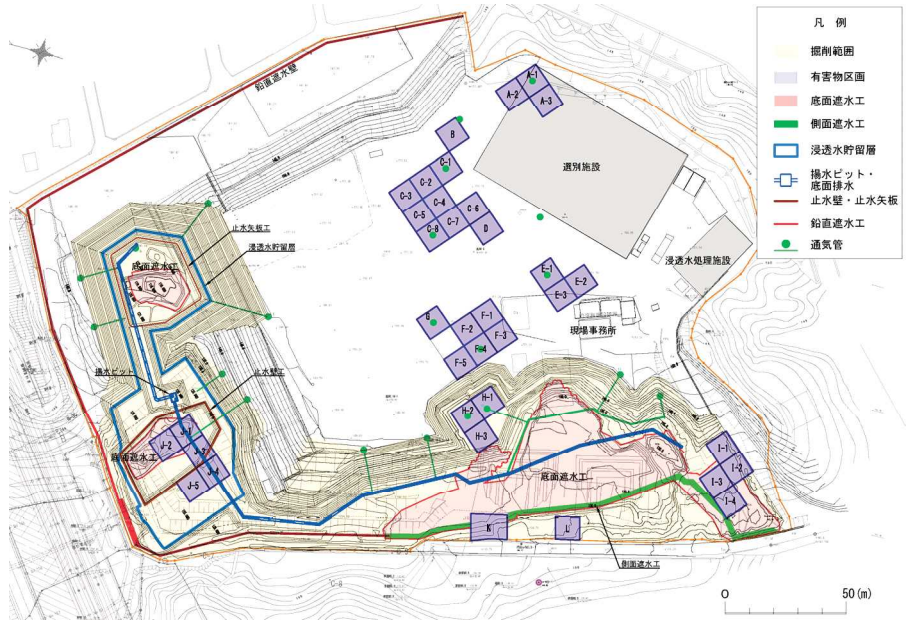


図2 二次対策工事平面

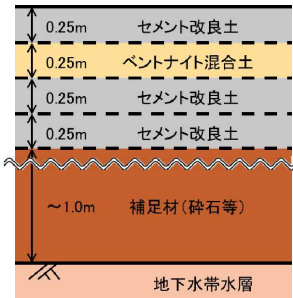


図3 底面遮水工施工断面



写真3 浸透水処理施設



写真2 鉛直遮水工 (TRD 工法)

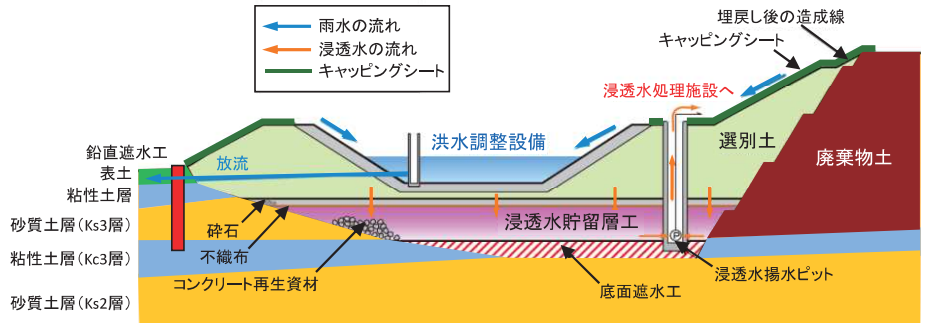


図4 浸透水の貯留および揚水イメージ

3. 生活環境保全上の支障およびそのおそれの除去のための取り組み

3.1 底面および側面遮水

底面および側面遮水工にはセメント改良土を用いることが工事の標準案であったが、温度および乾燥収縮クラックの発生により遮水性を確保できないことが懸念された。そこで、底面遮水工に対しては、確実な遮水性の確保のために吸水膨潤作用による自己修復機能を有するベントナイト混合土の併用を提案した。また、施工後の降雨によって締め固める前にベントナイトが膨潤することを防ぐために、ベントナイト混合土の上下をセメント改良土で挟み込む構

造にて施工することとした(図3)。さらに、側面遮水工の一部には、敷地境界にTRD工法による鉛直遮水工を実施した(写真2)。

3.2 浸透水の処理

遮水工の実施によって浸透水が滞留することで、廃棄物土層の嫌気性環境を促進し、有害な硫化水素やメタンガスが発生するおそれがあった。そこでこれらの発生を抑制するため、場内に浸透水貯留層、底面排水工、揚水ピット、および浸透水処理施設を設置して浸透水を集水、処理した後には下水放流することとした(写真3、図4)。

表1 目標回収率（容積割合）

	品目	回収率
選別除去 廃棄物	50mmオーバーの選別除去廃棄物（合成樹脂・ゴム皮革類、紙類・布類、木・竹・ワラ類、金属類、ガラス・陶磁器類等）	90%以上
埋戻 可能物	50mmオーバーのアス・コン類（再生資源相当） 50mmアンダーのその他土砂（土砂・礫石等主体物）	95%以上

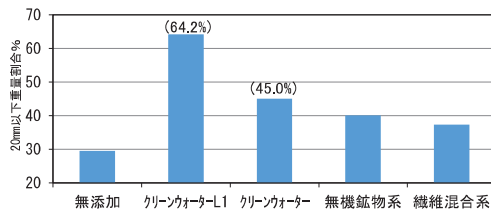


図5 選別助剤別の20mm以下重量割合



写真4 ふるい目の比較検討試験結果（左から 50, 25, 20mm 通過分）



写真5 CWL1 自動添加、改良状況

3.3 廃棄物の選別

本工事に先駆けて実施された一次対策工事で掘削除去して場内に仮置されていた廃棄物土と、底面および側面遮水工の過程において掘削除去された廃棄物土は、場内に設置した選別処理施設において選別除去廃棄物と埋戻可能物に選別した（表1）。選別処理施設における詳細な選別処理フローについては前報¹⁾を確認されたい。

選別処理施設の所要性能として、処理能力 300m³/日と、表1に示す目標回収率（容積割合）が特記仕様書に規定されていた。これらの性能を満足することに加え、選別土（埋戻可能物のうち 50mm アンダーのその他土砂）に含まれる廃棄物量をさらに低減するため、下記の対策を行った。

3.3.1 選別助剤およびふるい目の比較検討のための選別試験の実施²⁾

廃棄物の選別にあたって選別精度の向上のために、選別助剤を用いることが考えられたが、選別精度の向上と同時に、「重金属の溶出や硫化水素の発生を促進しないよう、改質物が中性域になる」、「発熱による火災発生のおそれなく、粉じんの発生が少ない」といった性質を持つ選別助剤を用いることが求められた。そこで、選別助剤の比較検討のため、当社開発の高分子系改質剤クリーンウォーター（NETIS:KT-130011、2019.10月掲載終了）の液体タイプ（以下、CWL1 と称す）と粉体タイプ（以下、CW と称す）、市販の無機鉱物系改質剤および繊維混合系土質改質剤の4種類を用いて選別試験を行った。加えて、効率的に選別可能なふるい目の大きさを比較検討するための選別試験を実施した。両試験は発注者および設計者立会のもと実施し、試

料として現場で採取した一次選別後の廃棄物土（おおむね 300mm 以下）を用いた。

選別助剤の検討では、20mm のふるい目で廃棄物土を選別し、ふるい下の重量割合を比較した。選別助剤の比較検討のための選別試験結果を図5に示す。20mm 以下となるものの重量割合が最も多いのは CWL1（64.2%）で、次いで CW（45.0%）となった。したがって CWL1 および CW を選別助剤として選定した。

廃棄物土選別後の 50mm アンダーの土砂・礫石等主体物については、埋戻可能物として取り扱うことができた。しかし、さらなる選別精度向上の観点から、50mm アンダーと 50mm オーバーのものをそれぞれ、ふるい目 20mm のハイバウンドスクリーンおよびディスクスクリーンでふるうことにより土砂分を回収することを計画した。一方で、選別助剤の比較検討において、廃棄物土の含水率が想定定の 15～20% よりかなり高い可能性が判明したため、20mm ではふるい目の通過量が少なく、選別精度が悪化するおそれがあった。そこで、過去の同種工事の施工実績より、20mm のふるい目を 25mm に変更することを検討するため、ふるい目を 20mm、25mm、50mm と変化させた選別試験を行い、ふるい下への廃棄物の混入状況を比較した。選別試験結果を写真4に示す。試験結果から、50mm ではビニール片、木片などの廃棄物が多く混入しているものの、25mm と 20mm では廃棄物の混入度合は大きく変わらないことが分かった。したがって、ハイバウンドスクリーンおよびディスクスクリーンのふるい目は 25mm に設定した。



写真6 回収率確認試験状況

表2 回収率確認試験結果

項目	性能試験		5万m ³ 毎実施回収率確認試験				目標回収率
	第1回	第2回	第1回	第2回	第3回	第4回	
選別除去廃棄物(%)	97.8	96.0	91.6	97.8	97.8	100.0	90.0%以上
埋戻可能物 (選別再生資源・選別土)(%)	99.8	99.9	97.9	98.6	98.7	99.6	95.0%以上



写真7 鋼矢板打設状況



写真8 バックホウによる支障物撤去状況



写真9 鋼矢板破損状況



写真10 全旋回掘削機による支障物撤去状況



写真11 撤去コンクリートがら

3.3.2 CWL1の自動添加装置

CWL1 および CW の基本添加量は過去の施工事例より 1.2kg/m³とした。しかし、土質改良機付属の粉体添加装置の最低添加量 (20kg/m³)、およびオプションの液体添加装置の最低添加量 (15kg/m³) に対し、CWL1、CW ともに添加量が少なすぎるため、安定した添加が不可能であった。また、人力による計量・添加では分別作業がバッチ処理となるため、処理能力 300m³/日を満足できない懸念があった。

そこで、汎用の高粘度用ダイヤフラムポンプ (吐出量 310 ~ 3, 100ml/min) を使用して、CWL1 の自動添加装置を製作し、土質改良機に取り付けた (写真5)。2015年4月の廃棄物土の選別開始から2019年10月の選別終了まで、288tのCWL1添加に使用し、安定した改質を行うことができた。また、CWは降雨時に仮設テント内で人力により選別する際に使用した。

3.3.3 選別処理施設の保守管理と回収率確認試験

日立建機日本 (株) および大洋マシナリー (株) の協力により、選別処理施設が急なトラブルで停止した際も、24時間以内に修理できる体制を構築した。実際の施工では、廃棄物土の選別期間中に修理を要するトラブルが70回発生したが、迅速な対応によって選別処理施設の停止期間を最小限にすることが可能となり、約23万m³の廃棄物土の処理を工程遅延することなく行うことができた。

また、選別処理施設が所要性能を満足していることを確

認するため、廃棄物土からの選別除去廃棄物、および埋戻可能物 (選別土等) の回収率の確認を、選別開始時の性能試験として2回、施工期間中は5万m³に1回の頻度で4回、合計6回実施した (写真6)。その結果、表2に示すとおり、目標回収率を満足していることを確認した。

3.4 有害物の掘削除去

有害物掘削工は、区画ごとにオープン掘削、もしくは矢板土留工法を深さにより使い分けて実施するよう設計されていた。このうち矢板土留工法では、支障物等により鋼矢板による打設が困難であった部分には、以下の対策を講じた。

3.4.1 全旋回オールケーシング工法による支障物撤去

最初に施工した区画では、鋼矢板Ⅲ型 L=10~13.5m (掘削深度 7.0~9.9m) をオーガ併用圧入工法で打設した (写真7)。しかし、鋼材やコンクリートがら、繊維やフィルムのロールなどの埋設廃棄物が支障となったため、バックホウで適宜表層の支障物を撤去しながら施工したものの、鋼矢板の破損が発生した (写真8、9)。

一部の区画では掘削深度が深く、鋼矢板Ⅲ型 L=21.5m (掘削深度 18.1m) を打設することとなっていたため、バックホウでの表層の支障物撤去では対処できないと判断された。そこであらかじめ、鋼矢板打設法線をφ1,500mmの全旋回オールケーシング工法にて掘削し (写真10)、コンクリ

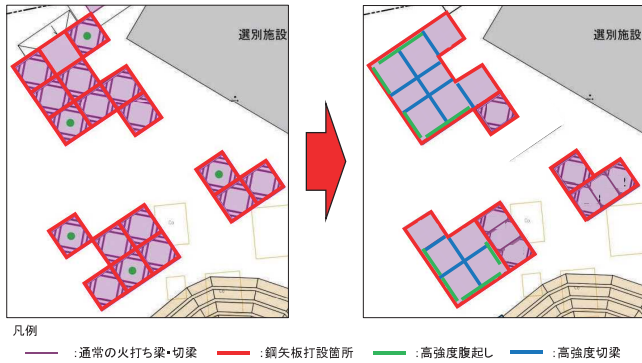


図6 土留め計画の見直し



写真12 高強度切梁専用材および高強度腹起材の採用



写真13 MGバックホウによる法面整形

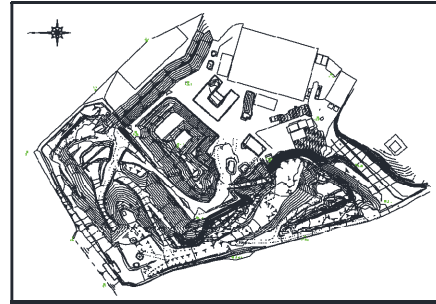


図7 ドローン測量による点群データ（左）および点群データから作成した現況地形図（右）



写真14 加速度センサ搭載型GPSローラー



写真15 大型仮設テント

ートがらなどの支障物を除去（写真11）したうえで砂置換した後に、鋼矢板の打設を行った。

3.4.2 土留め形状および土留支保工の変更

当初は10m×10mの範囲を一区画として、区画ごとに鋼矢板打設、土留支保工設置と掘削作業を繰り返しながら有害物の掘削除去を行っていた。工程短縮および資機材搬入の効率化を図るため、土留め計画を見直した。土留め形状は隣接するいくつかの区画を可能な限りまとめてその周囲を囲む形状に変更し、土留支保工は10m×10m区画では火打ち梁のみで支保する計画であったが、切梁形式に変更した。さらに、最大掘削幅が30mとなることや、掘削・揚土の作業効率向上を考慮し、支保工材として高強度切梁専用材（ヒロセツインビーム®）および高強度腹起材（ヒロセメガビーム®）を採用し、切梁間隔を広くして作業空間を確保した（図6、写真12）。これにより、大幅な工程短縮および資機材の削減が可能となり、施工性の向上を図ることができた。

3.5 情報化施工の活用

廃棄物土の掘削や、選別土、良質土の盛土においてマシンガイダンスバックホウを活用することで丁張設置が不要

になった。特に、法面整形においては安全かつ効率的な施工が可能となった（写真13）。加えて、掘削や盛土の範囲が広大であったことから、定期的にドローンによる写真測量を実施し、掘削・埋戻し土量の管理をした（図7）。

また、底面、および側面遮水工においては締固め度の管理が重要になることから、加速度センサ搭載型GPSローラーを使用した。具体的には、試験施工において管理値（透水係数 $k=1.0 \times 10^{-6} \text{cm/s}$ となる乾燥密度）を満足する転圧回数およびCCV（加速度応答値；Compaction Control Value、乾燥密度と相関のある締固め指標）を求める。実施工時にはオペレータが管理用モニタでCCVを確認しながら転圧することにより、面的かつリアルタイムに締固め度を管理した（写真14）。その結果、1,000m³ごとに試料採取して実施した室内透水試験では、いずれも管理値の $k=1.0 \times 10^{-6} \text{cm/s}$ 以下を満足した。

4. 周辺環境および作業環境への配慮

選別処理施設は、周囲への騒音と粉じん防止の観点から大型仮設テント（長さ73m×幅50m×軒高10.25m）の中に



写真 16 大型集じん機



写真 17 スプリンクラー



写真 18 ミスト噴霧機および送風機



写真 19 展望台付き情報開示室



写真 20 完了時現場全景 (2021.3 撮影)

設置した(写真 15)。さらに、粉じん対策として 1,200m³/min の大型集じん機の設置により、作業中は常時、仮設テント内の換気を行った(写真 16)。特に、夏季には仮設テント内は熱がこもりやすいことから、仮設テント上部にスプリンクラーを設置し(写真 17)、テント内の温度上昇を抑えた。さらに手選別作業者の熱中症対策として、手選別ベルトコンベア上部にミスト噴霧機および送風機を設置した(写真 18)。

また、手選別作業ヤードや廃棄物土の掘削箇所においては、日常的に粉じん量や有毒ガスの測定を行い、自主管理基準値を遵守しながら作業を行った。さらに、住宅密集地に面した敷地境界において騒音、振動、粉じん量、臭気を自動計測・表示し、工事事務所内にも表示することで周辺環境測定値の周知と環境汚染の拡散防止に努めた。

5. 地域住民との良好な関係性の構築

本工事の実施にあたっては、滋賀県と周辺自治会が協議を重ねた結果、協定書の締結および基本方針の策定を行い、これらに従って工事を進めた。また、本工事においても地域住民の方々との良好な関係性を重視したことから、特記仕様書に記載された確認見学会以外にも現場見学会を適宜実施したほか、現場事務所には展望台付き情報開示室を設置し、工事期間中は一般開放した(写真 19)。

6. まとめ

本工事は、滋賀県栗東市で発生した産業廃棄物不適正処理事案に対する抜本的対策となる二次対策工事であった。

二次対策工事では、底面遮水工をはじめ様々な対策を実施した。また、現場の一部が住宅密集地に面しているうえ、廃棄物土や有害物質を取り扱う作業を行うため、周辺環境や作業環境の保全には特に留意し、地域住民との良好な関係性の構築に尽力した。

2021年3月の二次対策工事完了時の現場全景を写真 20 に示す。本工事の完了後も、産廃特措法に係る事業として定期的にモニタリング調査が行われ、旧処分場周縁の地下水の水質が地下水環境基準を満足しているか、旧処分場の敷地境界において硫化水素ガスに起因する臭気が悪臭防止法および栗東市生活環境保全に関する条例に定める基準を満足しているか等の項目について確認を行う。これらの項目を2年後の2023年3月までに調査した結果により、産廃特措法に係る特定支障除去等事業実施計画の目標達成状況の確認が行われる。さらに、同項目を5年後の2026年3月を目途に、地元住民との協定に基づいた対策工の有効性の確認を行い、追加対策の必要性について判断される。これらの結果を今後も注視するとともに、実施してきた取り組みが、地域住民の方々への安全・安心な暮らしに寄与することを願う。

参考文献

- 1) 花木陽人、武村直幸、日高典哉ほか：高分子系改質剤を用いた廃棄物土の選別、鴻池組技術研究報告、Vol. 30、pp. 7-12、2020. 7
- 2) 西村良平、長坂典昭、伊藤明ほか：掘り起こし廃棄物土の分別に使用する選別助剤の選定と適用試験について、第 26 回 廃棄物資源循環学会研究発表会、D7-5、pp. 493-494、2015. 9