

参考資料

参考 1. 審議会

1. 諮問内容（平成 24 年 7 月 24 日付 松（廃）第 733 号）

市長から松山市廃棄物処理施設審議会に対し、松山市廃棄物処理施設審議会条例第 2 条第 1 項の規定に基づき、下記の事項について諮問した。

松山市菅沢町に存する産業廃棄物最終処分場に関すること。

- ・最終処分場における問題点※1~4 の把握及び調査。
- ・調査結果を受け、行うべき対策。

※1 処分場の地下を流れる水路から灰濁水が流出し、併せて灰濁水に一部の有害物質が環境基準を超えるなどの状況が見られている。

※2 灰濁水流出時に処分場内埋立地上部に陥没が発生している。

※3 下流監視井戸から環境基準を超える水銀が検出されている。

※4 処分場内埋立地上部に許可容量を超えた廃棄物が搬入され、覆土されないまま放置されている。

2. 審議会及び各部会の委員の構成（名簿は 50 音順）

(1) 審議会（会長：島岡隆行（九州大学大学院教授））

専門分野	氏 名	役 職 名（在任時点）
建築・都市計画	大森 洋子	久留米工業大学 教授 NPO 都市・建築遺産保存支援機構 副理事長 一級建築士
環境汚染	貴田 晶子	一般社団法人 廃棄物資源循環学会 元会長
財務	清田 明弘	税理士 四国税理士会 会長 不動産鑑定士
廃棄物処理	島岡 隆行	九州大学大学院 教授 一般社団法人 廃棄物資源循環学会 元会長 原状回復特定事業に関する調査会 委員 環境省災害廃棄物対策検討会 委員
水質汚染 大気汚染	高橋 真	愛媛大学大学院 教授 POPs 廃棄物適正処理調査検討会 委員 愛媛県廃棄物処理施設設置審査会 委員
都市環境	萩島 理	九州大学大学院 教授 福岡市環境審議会 委員 大野城市環境政策審議会 委員
大気汚染 悪臭	森住 明弘	学術博士 NPO 法人大阪ゴミを考える会 理事長
法律	山下 博	弁護士 松山市顧問弁護士
地下水地盤工学	山中 稔	香川大学 教授 香川県産業廃棄物審議会 委員 高松市産業廃棄物審議会 委員 豊島廃棄物等処理事業フォローアップ委員会 技術アドバイザー

(2)技術検討部会（部会長：島岡隆行（九州大学大学院教授））

専門分野	氏 名	役 職 名（在 任 時 点）
最終処分場	勝見 武	京都大学大学院教授
水質汚染	高橋 真	愛媛大学大学院教授
廃棄物処理	島岡 隆行	九州大学大学院教授
廃棄物工学	東條 安匡	北海道大学大学院准教授
地下水・地盤工学	山中 稔	香川大学教授

(3)制度検討部会（部会長：森住明弘（NPO 法人大阪ゴミを考える会理事長））

専門分野	氏 名	役 職 名（在 任 時 点）
自然環境	小田 安憲	愛媛県中小企業団体中央会エネルギー診断専門員 愛媛県環境カウンセラー協議会理事長
法律	尾上 雅典	行政書士
財務	清田 明弘	税理士 四国税理士会会長 不動産鑑定士
法律	妹尾 克敏	松山大学教授 松山市環境審議会会長
騒音・振動	曾我部 雄次	愛媛大学教授 愛媛県環境影響評価審査会委員
大気汚染・悪臭	森住 明弘	学術博士 NPO 法人大阪ゴミを考える会理事長
法律	山下 博	弁護士 松山市顧問弁護士

(4)原因者責任検討部会（部会長：山下博（松山市顧問弁護士））

※部会長以外の委員については、原因者責任追及作業に支障が生じるおそれがあることから、非公開とします。

(5)行政対応検討部会（部会長：新美育文（明治大学法学部教授））

専門分野	氏 名	役 職 名（在 任 時 点）
地盤工学	稲田 善紀	愛媛大学名誉教授 愛媛県循環型社会推進計画評価委員会委員長
利水、農業水利 農業土木	佐藤 晃一	愛媛大学名誉教授 愛媛県環境審議会会長
廃棄物工学	島岡 隆行	九州大学大学院教授 一般社団法人廃棄物資源循環学会理事
法律	妹尾 克敏	松山大学教授 松山市環境審議会会長
法律	武田 秀治	弁護士 愛媛県顧問弁護士
法律	新美 育文	明治大学専任教授
廃棄物工学	樋口 壮太郎	福岡大学大学院教授
法律	山下 博	弁護士 松山市顧問弁護士

3. これまでの各部会の審議内容

	H24年度 (2012年度)	H25年度 (2013年度)	H26年度 (2014年度)	H27年度 (2015年度)	H28年度 (2016年度)	H29年度 (2017年度)	H30年度 (2018年度)	R1年度 (2019年度)	R2年度 (2020年度)	
技術検討部会	事業実施計画策定のため、処分場や行政対応の問題点を検証	事業実施計画に基づく対策工事の方法を検討			対策工事の進捗状況確認や、受注者が提案した対策工法の検証等			対策工事の効果検証及びそれに必要なモニタリング等の検討並びに処分場の廃止に向けた検討		
制度検討部会										
原因者責任検討部会			原因者等に対する厳格な費用求償の方法の検討や求償状況の把握 及び今後不適正処理事案が生じないようにするための市の取り組みの検証等							
行政対応検討部会			県市の行政対応の検証や協力の在り方の検討							

(1) 平成 24 年度

本事業の実施計画を策定し環境大臣の同意を得るため、制度検討部会では過去の行政対応の検証を、技術検討部会では処分場の問題点の把握及び調査、対策方法の検討を進めた。

①制度検討部会

○第 1 回（平成 24 年 9 月 3 日）

- ・制度検討部会で協議し、審議会に報告する内容について
- ・支障の発生時期により異なる補助スキームの概要について
- ・支障の内容及びその発生時期について
- ・他都市の実施計画を参考にした、行政対応検証等に関する記載方法等の方向性の検討
- ・産廃特措法事業として国に申請する場合の今後のスケジュール感について

○第 2 回（平成 24 年 10 月 17 日）

- ・個々の支障に対する処理基準違反の該当性及びそれらへの措置命令の発出について
- ・県から市への事務移管時の書類等の引継ぎについて
- ・市が県に対して送付した質問状について
- ・これまで市がレッグに対して行ったこと及びそれに対するレッグ側の対応

○第 3 回（平成 24 年 11 月 13 日）

- ・支障の内容及びその発生時期について
- ・市の地元からの苦情対応について
- ・本事案に関する調査の進捗状況及び他部局との調査の連携について

○第 4 回（平成 24 年 11 月 26 日）

- ・個々の支障に対してレッグ及び市が行ってきたことの整理
- ・制度検討部会から審議会への報告内容と構成等について

○第 5 回（平成 24 年 12 月 14 日）

- ・個々の支障に対してレッグ及び市が行ってきたことの整理
- ・市が県に対して送付した質問状の回答について

- ・制度検討部会報告（案）の修正等

○第6回（平成24年12月27日）

- ・技術検討部会検証事項の情報共有（廃油の埋立時期等について）
- ・制度検討部会報告の取りまとめ

②技術検討部会

○第1回（平成24年8月17日）

- ・現地視察
- ・レグ最終処分場の問題点把握に有効な調査方法について
- ・効果的な調査ボーリングの位置について
- ・産廃特措法事業として国に申請する場合の今後のスケジュール感について

○第2回（平成24年11月8日）

- ・ボーリング調査の中間報告及び検証
- ・トレーサー試験結果の検証
- ・斜面変動、ガス発生量、保有水量の検証
- ・処分場下流域への影響及び地下水追跡調査の計画について
- ・現地視察

○第3回（平成24年11月20日）

- ・ボーリング調査結果の検証（地盤、地下水の分布・流向等）
- ・トレーサー試験結果の検証
- ・斜面変動の検証
- ・処分場下流域の地下水水質検査結果の確認

○第4回（平成24年12月20日）

- ・トレンチ調査、物理探査結果等による処分場埋立地内部及び底部の検証
- ・航空写真等を用いた廃油埋立時期の検証
- ・対策工法の検討

○第5回（平成24年12月28日）

- ・これまでの検証結果の再確認及び取りまとめ

③審議会

○第1回（平成24年7月24日）

- ・事案の概要
- ・制度検討部会及び技術検討部会の設置

○第2回（平成24年10月2日）

- ・制度検討部会及び技術検討部会からの報告

○第3階（平成25年1月9日）

- ・事業実施計画の基礎となる答申書

(2) 平成 25 年度

技術検討部会では環境大臣の同意を得た実施計画に基づく対策工事方法の検討を、行政対応検討部会では県市の連携の在り方の審議を、原因者責任検討部会では原因者責任追及作業の審議を進めた。

①技術検討部会

○第 1 回（平成 26 年 2 月 19 日）

- ・地質等調査報告について（中間報告）
- ・付替水路の設置位置等について
- ・水処理施設の施設配置について

②行政対応検討部会

○第 1 回（平成 25 年 7 月 4 日）

- ・行政対応部会の設置理由及び趣旨について
- ・原因者責任検討部会の設置理由及び原因者責任検討部会と行政対応検討部会との検討内容の区分について
- ・今後の検討方針について

○第 2 回（平成 25 年 8 月 23 日）

- ・第 1 回、第 2 回原因者責任検討部会の議事内容について
- ・本事案と他都市の事案の比較について
- ・県及び市のそれぞれの責任の所在について
- ・産廃特措法事業の支援の概要について

○第 3 回（平成 25 年 10 月 7 日）

- ・県の設置当初の対応及び県の文書管理の在り方について
- ・県管轄の時期に廃油が埋め立てられていたことについて
- ・市の容量超過に係る事業者対応について
- ・県及び市の責任の線引きについて（明確な線引きはできないとの結論）

○第 4 回（平成 25 年 11 月 7 日）

- ・第 3 回原因者責任検討部会の議事内容について
- ・県及び市の今後の協力方針（県市協議の進捗状況報告）について
- ・県と市の果たすべき役割について
- ・行政対応の検証結果のとりまとめ

③原因者責任検討部会

○第 1 回（平成 25 年 7 月 18 日）

- ・全体的な責任追及の方針とレッグに対する責任追及の進捗状況について
- ・その他関係者に対する法令違反の調査について

- ・今後の部会の方向性（効率的な議論の進め方）について

○第2回（平成25年8月8日）

- ・原因者に対する責任追及のための時系列での事案整理及び検討
- ・再発防止策の検討
- ・立入検査マニュアル（案）の内容について

○第3回（平成25年10月17日）

- ・第3回行政対応検討部会の議事内容について
- ・公文書の保存期間について
- ・排出事業者の責任について
- ・原因者の社会的・道義的な責任について

○第4回（平成25年12月24日）

- ・第4回行政対応検討部会の議事内容について
- ・レグに対する責任追及の進捗状況について
- ・収集運搬業者に対する責任追及の進捗状況について
- ・排出事業者に対する調査状況について
- ・今後のレグ関係者への報告徴収について

④審議会

○第1回（平成25年5月16日）

- ・行政対応検討部会及び原因者責任検討部会の設置

○第2回（平成26年1月17日）

- ・行政対応検討部会及び原因者責任検討部会からの報告
- ・県と市が果たすべき役割、再発防止策の評価に関する中間答申

(3) 平成26年度

実施計画に基づき、対策工事の詳細設計の審議を進めるとともに、刑事告発等の責任追及の取組について審議がなされた。

①技術検討部会

○第1回（平成26年5月15日）

- ・遮水工の施工位置沿いのボーリング調査結果について
- ・遮水工の工法選定について

○第2回（平成26年7月30日）

- ・遮水工の施工位置沿いのボーリング試料（地質状況）の確認
- ・処分場内の水質・水位等について
- ・3次元浸透流解析の結果について
- ・タンクモデルの流出率と水収支について
- ・経費的な観点による遮水工の遮水性能と水処理施設の規模について

- ・ドレーン工の施工深度について
- ・水処理施設の配置計画について
- ・地下水路閉塞工、キャッピング工及び油処理計画について

○第3回（平成26年9月1日）

- ・タンクモデルの流出率と水収支について
- ・技術的な観点による遮水工の遮水性能について
- ・下流部の遮水工の遮水性能を高めた場合の検討結果について
- ・各対策工法の施工レイアウトと対策工事の概略工程について
- ・埋立地表面の排水処理を視野に入れた整地計画について
- ・貯留槽への浸出水・遮水壁内地下水の導水計画について
- ・斜面对策工について

○第4回（平成26年11月20日）

- ・詳細設計の内容確認と審議会への報告書案について

②原因者責任検討部会

○第1回（平成26年5月26日）

- ・県からの支援に係る県市の協議状況の報告について
- ・刑事告発の状況について
- ・責任追及範囲の拡大について
- ・費用求償の状況について
- ・収集運搬業者及び排出事業者への責任追及について
- ・処分場の土地所有者への責任追及について
- ・許可業者への立入状況報告について

○第2回（平成26年7月31日）

- ・刑事告発の状況について
- ・責任追及範囲の拡大について
- ・収集運搬業者及び排出事業者への責任追及について
- ・処分場の土地所有者への責任追及について

○第3回（平成26年11月21日）

- ・刑事告発の状況について
- ・費用求償の状況について
- ・収集運搬業者及び排出事業者への責任追及について
- ・処分場の土地所有者への責任追及について
- ・対策工事の準備工（進入路の拡幅等）と用地買収について
- ・処分場及び周辺における残置物の取扱いについて
- ・審議会への報告書案について

③審議会

○第1回（平成26年12月2日）

- ・原因者責任検討部会及び技術検討部会からの報告
- ・対策工事の詳細設計の概要に関する中間答申

(4)平成27年度

対策工事の発注や、平成27年12月に工事着手したことについて進捗を報告し、審議がなされた。また、刑事告発後の責任追及の進捗を報告するとともに、排出事業者に事業の協力を求めたことなどを報告した。

①原因者責任検討部会

○第1回（平成27年6月3日）

- ・立入検査の計画及び実績について
- ・レッグ及びレッグ関係者の刑事告発について
- ・再発防止のための市の取り組みについて
- ・原因者等に対する費用求償・協力依頼の状況について
- ・処分場内の土地所有者が果たすべき応分の役割について

○第2回（平成27年10月28日）

- ・不祥事に係る対応について
- ・住民監査請求と仮処分申立に関する報告について
- ・中間処分施設に関する報告について
- ・対策工事の入札結果等に関する報告について
- ・跡地指定に係る諸問題について

②審議会

○第1回（平成27年11月18日）

- ・原因者検討部会からの報告
- ・対策工事の入札結果及び審査講評の報告

(5)平成28年度

対策工事の施工中。責任追及及び災害防止策を進める。

①技術検討部会

○第1回（平成28年11月2日）

- ・対策工事の入札結果等に関する報告について
- ・対策工事受注者の技術提案について
- ・対策工事受注者の性能発注部分（水処理施設）に関する仕様について
- ・第2貯留槽の杭基礎工法の変更について

- ・地下水路閉塞工の工法変更について
- ・保有水位の分布状況及び保有水揚水井戸の配置について
- ・キャッピング工法の変更について
- ・今年度のモニタリング結果について
- ・現地視察（対策工事の視察）

②原因者責任検討部会

○第1回（平成28年5月30日）

- ・中間処分施設の行政代執行に関する報告について
- ・レッグ及びレッグ関係者の刑事告発について
- ・立入検査の計画及び実績について
- ・不祥事の再発防止策について
- ・跡地指定に係る諸問題について

○第2回（平成28年11月14日）

- ・中間処分施設の行政代執行に関する結果報告について
- ・排出事業者及び収集運搬業者に対する取組について
- ・対策工事の概要について

③審議会

○第1回（平成29年1月12日）

- ・技術検討部会及び原因者責任検討部会からの報告

(6)平成29年度

対策工事の施工の進捗や、責任追及や再発防止策の取組の状況を報告した。

①技術検討部会

○第1回（平成29年11月21日）

- ・対策工事の進捗状況報告について
- ・工事受注者が技術提案した工法等の実施状況について
- ・保有水位の分布状況及び保有水揚水井戸の配置について
- ・キャッピング工の工法変更に係る実証実験の結果報告について
- ・地下水路閉塞工の工法変更について
- ・鉛直遮水壁（ソイルセメント）の品質管理等について
- ・新たに設置した水処理施設の試運転状況について
- ・現地視察（対策工事の施工状況の視察）

②原因者責任検討部会

○第1回（平成29年11月9日）

- ・責任追及及び財産調査の状況について
- ・立入検査の計画及び実績について
- ・再発防止のための市の取り組みについて
- ・排出事業者及び収集運搬業者の自主的措置について
- ・対策工事の進捗状況報告について

③審議会

○第1回（平成30年1月23日）

- ・技術検討部会及び原因者責任検討部会からの報告

(7)平成30年度

平成30年10月末の対策工事完了を報告するとともに、責任追及、再発防止策の状況を報告した。

①技術検討部会

○第1回（平成30年11月20日）

- ・対策工事の完成報告について
- ・工事受注者が技術提案した工法等の実施報告について
- ・鉛直遮水壁（ソイルセメント）の品質管理等について
- ・地下水路閉塞工の実施報告について
- ・キャッピング工の実施報告について
- ・保有水位の分布状況について
- ・処分場の水収支について
- ・水処理施設の性能試験結果及び今後の運転管理について
- ・今年度のモニタリング結果について
- ・現地視察（対策工事の完成状況の視察）

②原因者責任検討部会

○第1回（平成30年11月19日）

- ・立入検査の計画及び実績について
- ・再発防止のための市の取り組みについて
- ・責任追及及び財産調査の状況について
- ・債権管理について
- ・処分場内の土地所有者が果たすべき応分の役割について
- ・対策工事の完成報告について

③審議会

○第1回（平成31年2月13日）

- ・技術検討部会及び原因者責任検討部会からの報告

(8) 令和元年度（平成31年度）

対策工事の効果確認のためのモニタリング状況や責任追及、再発防止策の状況を報告した。

①技術検討部会

○第1回（令和元年11月7日）

- ・対策工事の効果確認のためのモニタリングについて
- ・処分場の水収支について
- ・産廃特措法事業完了後の処分場廃止に向けたモニタリングについて
- ・水処理施設の運転管理に関する報告について
- ・鉛直遮水壁（ソイルセメント）の品質管理について
- ・処分場廃止後の地下水等の排水方法について

②原因者責任検討部会

○第1回（令和元年11月11日）

- ・立入検査の計画及び実績について
- ・再発防止のための市の取り組みについて
- ・責任追及及び財産調査の状況について
- ・債権管理について
- ・産廃特措法事業完了後の行政代執行の進め方について

③審議会

○第1回（別件の審議：令和元年11月8日）

○第2回（令和2年2月17日）

- ・技術検討部会及び原因者責任検討部会からの報告

(9) 令和2年度

産廃特措法に基づく支障等除去事業の最終年度であり工事の効果確認のためのモニタリング結果を報告するとともに、責任追及、再発防止策の取組状況を含め、平成24年度諮問に対する最終の答申を受けた。

①技術検討部会

○第1回（令和2年11月19日）

- ・対策工事の効果確認のためのモニタリングについて
- ・産廃特措法事業完了後の処分場廃止に向けたモニタリングについて
- ・処分場廃止後の地下水等の排水方法について

- ・事案全体の総括及び提言について

②原因者責任検討部会

○第1回（令和2年11月9日）

- ・立入検査の計画及び実績について
- ・再発防止のための市の取り組みについて
- ・事案全体の総括及び提言について

○第2回（令和3年1月20日）

- ・レグに対する今後の責任追及等について

③審議会

○第1回（別件の審議：令和3年2月5日）

○第2回（令和3年3月17日）

- ・技術検討部会及び原因者責任検討部会からの報告
- ・支障等除去事業に関する最終の答申
- ・代執行による維持管理と廃止基準適合の判断に関する諮問

(10) 令和3年度

令和2年度で産廃特措法事業が終了したことから、令和3年度以降は、維持管理のためのモニタリングを行い、その状況を報告し、維持管理状況に問題ないことを確認された。また、レグの代表者死亡後の措置として市が申し立てた破産手続の結果（破産手続の終了）について報告した。

①技術検討部会

○令和3年度 第1回菅沢町最終処分場技術検討部会（令和3年11月22日）

- ・維持管理中の水質等のモニタリング結果について
- ・維持管理費用の削減について
- ・その他

②審議会

○第1回（令和4年2月1日）

- ・技術検討部会からの報告
- ・破産手続の終了について

参考 2. 対策工事工程表

対策工事の完成時に作成された工程表は次のとおり。対策工事施工中は、このような工期全体の工程表以外にも、毎週の進行状況を確認する週間工程表や工種別の工程表などを作成して、工事の進行を管理した。

参考 3. 第 39 回全国都市清掃研究・事例発表（平成 29 年度）

最終処分場の支障除去対策工事における通気性防水シートを利用した降雨浸透の抑制について

1 はじめに

松山市では、現在、民間の不適正な管理型最終処分場（以下「処分場」という。）の支障のおそれを除去するために行政代執行により対策工事を実施している。この処分場は、昭和 61 年に山間部谷筋の農地が広がる場所で用水路の上にコンクリート製の蓋をする形で設置された。平成 23 年に処分場地下にある用水路（地下水路）の蓋の破損に伴い、埋立地底部の遮水シートが破れ、埋立地の保有水とともに埋立廃棄物が水路を通じて一般環境に流出した。松山市は、廃棄物の流出による環境汚染を防止するよう処分場設置者に措置命令を発出したが、履行されなかったことから代執行に至ったものである。今回、本対策工事において、通気性防水シート（以下「シート」という。）を利用した降雨浸透の抑制について実験に基づく知見を得たので、その内容を報告する。



図 1 地下水路の破損状況

2 対策工事の概要

支障を除去するための対策工法として、「廃棄物全量撤去案」「底面遮水工修復案」「鉛直遮水工案」を検討したが、経済面や確実性から鉛直遮水工案を採用した。この工法は、図 2 に示すとおり処分場周辺に鉛直遮水工を設置し、周辺からの表流水・地下水の流入と内部からの浸出水の漏水を防止するとともに、埋立地表面にシートでキャッピングを行い、埋立地内に浸透する雨量を抑制しながら廃棄物を封じ込めるものである。当初、このキャッピングは工事終盤に土質材料を使用し、図 3 に示すとおり降雨浸透を 15% に抑制し、水処理施設の規模を抑える設計としていた。しかし、工事期間中、埋立地の雨水浸透を防止する目的で設置した仮設シートに穴を開け、土質材料と同様の抑制効果が得られればシートの撤去処分費に加えて、土質材料の費用が不要となりコスト縮減につながる。そこで、シートの穴と水の浸透量の関係性を実験で導き出し、シートの実効性について検証を行った。

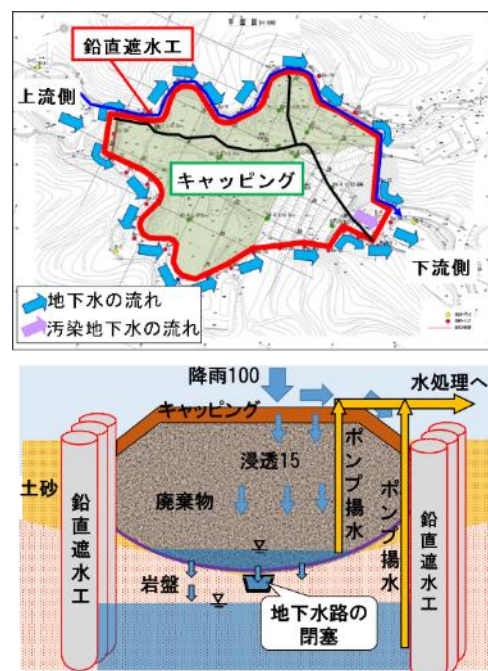


図 2 対策工事の概念図

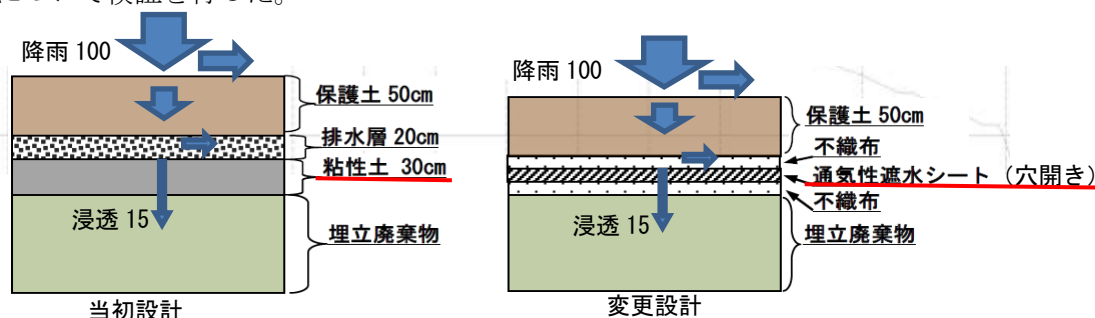


図 3 キャッピング構造のイメージ図

3 実験

3.1 実験の目的

本実験は、穴を開けたシートが土質材料と同様に雨水浸透を抑制する効果があるか確認するために実験モデル槽を製作し、穴の数、降雨量、浸出係数の関係性を導き出す目的で行う。

3.2 モデル槽による実験

工事終了後の処分場キャッピング構造は、表面から保護土（砂質土）50cm、不織布、シート、不織布、廃棄物で構成し、図4に示すとおり緩やかな勾配の平坦部と33%勾配を有する法面部が存在する。

実験モデル槽は、図5に示すとおり四方を鋼板で囲った縦1.0m×横1.0m×高さ1.0mの箱とし、底をエキスパンドメタルで製作することで水が下に抜ける構造とした。また、浸透した水の量を計測するために鋼製の箱より一回り小さい直方体の鋼製の水受けを下部に取り付けた。これは、勾配に沿って流れた水が水受けに入ることがないように水の浸透量を正確に測るためである。また、モデル槽底のエキスパンドメタルの上に不織布、その上に穴を開けたシートを敷き、さらに不織布、保護土（砂質土）50cmを敷き詰めて軽く転圧することで現場状況を再現した。

なお、シートの穴は、図6に示すとおりハンダゴテを用いて、溶かしながら押し開けた。穴の口径は作業の効率性を考慮して、市販のハンダゴテで最大口径となる $\phi 25\text{mm}$ とした。

3.3 予備実験

(1) 予備実験の方法

1%の勾配を持たせた平坦モデルの上からシャワーで一定量の水（1時間雨量約300mm）を降らせ、保護土が冠水した状態とした。その後、直方体の水受けに落ちる水量（浸出水量）が安定した後、浸出水量の測定を開始し、約30分間測定した。モデル槽内の上面に溜まった水の水位低下から算出した量を降水量、水受けに入った水量をもとに算出した水量を浸出水量とし、降水量に対する浸出水量の比を浸出係数とした。1平方メートル当たりのシートに穴を2個、3個、5個と変化させ、3パターンの浸出係数を求めた。

一方、33%の勾配を持たせた法面モデルの上から同様に散水装置で一定量の水を降らせつづけて実験を行った。なお、散水装置で散水した量を降水量、水受けに入った水量を浸出水量とし、1平方メートル当たりのシートに穴を3個、9個、25個開けた3パターンの浸出係数を求めた。

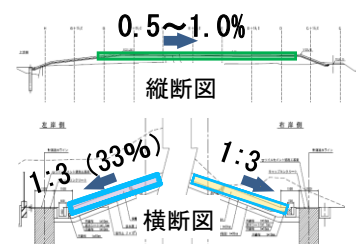


図4 処分場キャッピング構造

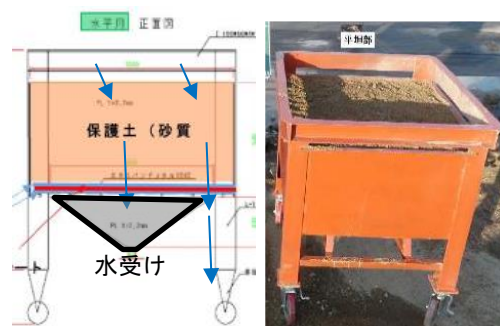


図5 実験モデル槽



図6 シートの穴開け装置と穴開け状況

(2) 予備実験の結果と考察

平坦モデルの実験結果を図 7 に示す。図より穴の数が増えるほど浸出係数が大きくなる右肩上がりの傾向が確認でき、1 平方メートル当りおおむね 3 個の穴で浸出係数 0.15 が、5 個の穴で浸出係数 0.39 が得られる。

法面モデルの実験結果を図 8 に示す。1 平方メートル当り約 25 個の穴を開けても浸出係数が 0.09 と低い値を示し、降雨のほとんどがシートの勾配に沿って流れる現象が確認され、穴を多く開けても浸出係数がほとんど上がらない結果となった。

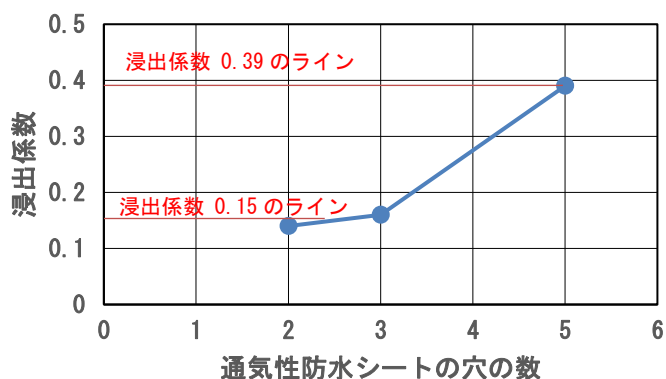


図 7 平坦モデルの結果

3.4 本実験

(1) 本実験の方法

予備実験から、埋立地の法面からは水がほとんど浸透しないことが確認されたため、法面部の遮水シートには穴を開けず、代わりに平坦部でより多く穴を開けて処分場全体としての浸出係数を 0.15 にすることとした。すなわち、平坦部面積が 5,890m²、法面部面積が 9,410m²の面積比から平坦部の浸出係数を 0.15 から 0.39 に補正し、浸出係数 0.39 が得られる 1 平方メートル当たり 5 個の穴で本実験を行った。

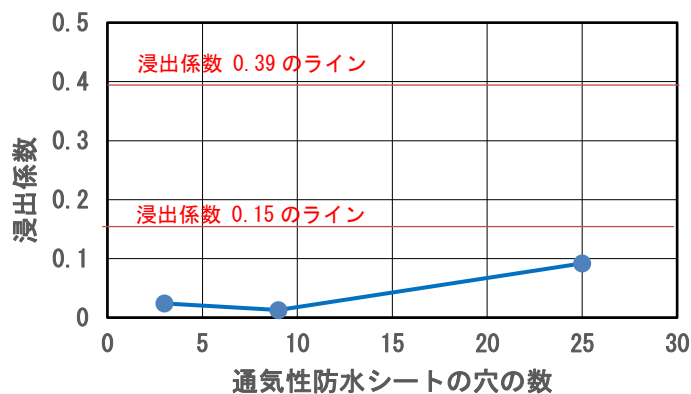


図 8 法面モデルの結果

モデルの上空に縦 66cm×横 55cm の盤に注射針を 10 本×11 本、5cm 間隔で取り付け付けた人工降雨装置を設置し、降雨量を段階的に変化させて浸出係数を測定した。

本実験 1

人工降雨装置で 1 時間当たり 1.9mm の降雨強度の雨を 15 時間降らせつづけたが保護土の保水状態が定常とならなかったため、33mm に上げたところ 45 分間で土の保水状態が安定した。その後 1 時間当たり 5mm, 11mm, 21mm の 3 パターンの強度で雨を降らせ、水受けに落ちる水量（浸出水量）を測定した。

本実験 2

本実験 1 では大きな降雨強度で、短時間に土の安定した保水状態としたため、実験 2 では雨を半日以上降らせて、ゆっくりと時間をかけて土を定常状態にさせた。その上で、本実験 1 を補う目的で 5mm 以下の少雨の状況を確認するため、1 時間当たり 1.9mm, 3.0mm, 4.6mm の雨に加え、7mm, 11mm の計 5 パターンの降雨強度で実験した。

(2) 本実験の結果と考察

図 9 の丸印のプロットが本実験 1、三角印のプロットが本実験 2 の結果である。散水強度

11mm/h 以下は、保護土内の余剰水の排水が十分になされた本実験 2 の結果の方が、より正確な値と判断される。1 時間当たりの雨量が多いほど、次第に浸出係数は大きくなる傾向が見られ、1 時間当たり 10mm 以上の雨量で目標とする浸出係数 0.39 が達成された。

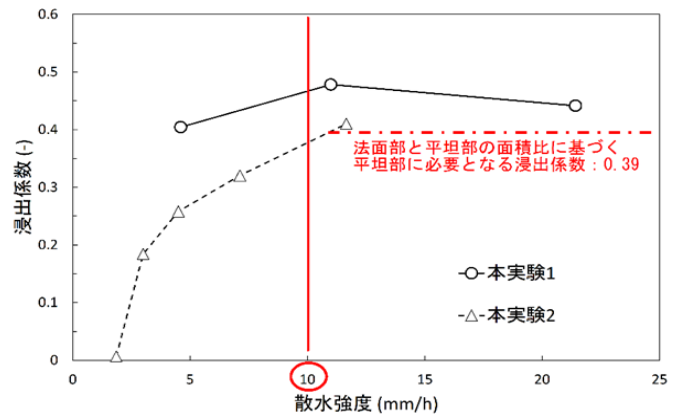


図 9 散水強度と浸出係数の関係

4 結論

キャッピングシートに穴を開けることで土質材料と同様に降雨浸透の抑制効果が得られた。時間降雨量 10 mm 以上の大雨時においても、平坦部の浸出係数は約 0.4 であった、すなわち、埋立地全体としての浸出係数は約 0.15 となることから、設計値の浸出水量が得られることとなり、水処理施設の容量を超えることはなく、水処理システムに影響を及ぼさないことが確認できた。

経済性については、キャッピングシートに穴を開ける方法を採用することにより既設シートの撤去処分費に加え、土質材料が不要となるため、約 1 千万円のコスト縮減が図られる見込みである。

ただし、当該処分場が立地する地域の気象データからは、年間を通して 1 時間当たり 10mm 以上の降雨頻度が少ない状況のため、埋立地内に期待するほどの雨水が浸透せず、埋立廃棄物の安定化が促進されない懸念が残る。今後は、渇水期においても埋立地内に任意に水を供給できる方策を検討し、その課題の解消を目指す。

参考 4. 第 29 回廃棄物資源循環学会研究発表（平成 30 年度）

最終処分場の支障除去対策工事での通気性防水シートを利用した降雨浸透の抑制について

1 はじめに

松山市では、民間の不適正な管理型最終処分場（以下、「処分場」という。）の支障のおそれを除去するために行政代執行により対策工事を実施している。対策工事は、埋立地周囲に鉛直遮水工を設置し、廃棄物に接触した汚水等による地下水汚染を防止するとともに、工事期間中は埋立地表面に仮設の通気性遮水シート（以下、「シート」という。）で覆い、工事完了前には土質材料にてキャッピングを行い、埋立地内に浸透する雨量を抑制しながら廃棄物を埋立地内に封じ込める工法とした。当初、工事完了前のキャッピングは、文献^{*1}を参考に透水性の低い土質材料を使用することで降雨浸透を 15%に抑制し、水処理施設の規模を縮小する設計としていた。しかし、工事費を削減させるため、工事期間中、埋立地上面を覆っているシートに穴を開け、透水性の低いキャッピング材として利用することを考えた。今回、シートを利用した雨水浸透抑制の実証実験に基づく知見を得たので報告する。

2 実証実験

実験モデル槽を製作し、シートに開けた穴の数、降雨量、浸出係数の関係性を実験により導き出した。

2.1 実験モデル槽

工事完了前の埋立地キャッピング構造は、表面から保護土（砂質土）50cm、不織布、シート、不織布、廃棄物で構成し、図 1 に示すとおり緩やかな勾配の平坦部と 33%勾配を有する法面部が存在する。実験モデルは、図 2 に示すとおり四方を鋼板で囲った縦 1.0m×横 1.0m×高さ 0.55m の箱とし、底にはエキスパンドメタルを取り付け、水が下に抜ける構造とした。実験モデル槽底のエキスパンドメタルの上に不織布、その上に穴を開けたシートを敷き、さらに不織布、保護土（砂質土）50cm を敷き詰めて軽く転圧することで現場状況を再現した。

2.2 穴の数と浸出水量の関係

(1) 実験 1

実験モデル槽の上から人工雨滴発生装置を用い、一定量の水を降らせ、シートの穴の数を変化させて、四角錐状の水受けに落ちる水量（浸出水量）を測定した。

(2) 実験 1 の結果と考察

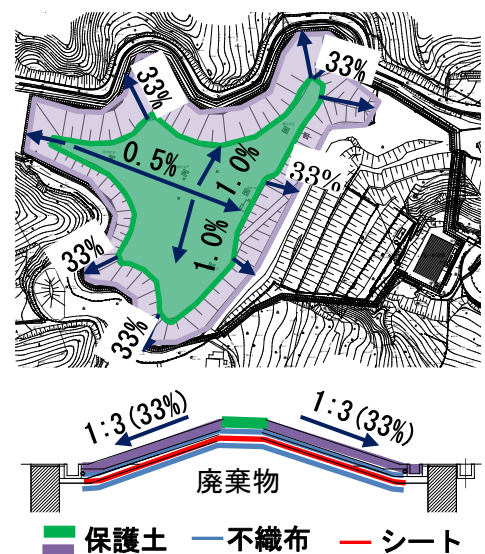


図 1 処分場キャッピング構造



図 2 実験モデル槽

平坦モデルの実験結果を図 3 に示す。穴の数が増えるほど浸出係数が大きくなる右肩上がりの傾向があり、1m² 当たり口径Φ25mm の穴が 3 個で浸出係数 0.15 程度、5 個の穴で浸出係数 0.39 程度が得られた。

一方で、法面モデルでは穴を多く開けても浸出係数がほとんど増加しない結果となり、埋立地法面では、降雨のほとんどが表流水として流出することが分かった。そこで、法面部のシートには穴を開けず、平坦部のみに穴を開けることとし、埋立地の法面部と平坦部の面積比を考慮して、埋立地全体の浸出係数が 0.15 となるよう穴の個数を決定することにした。

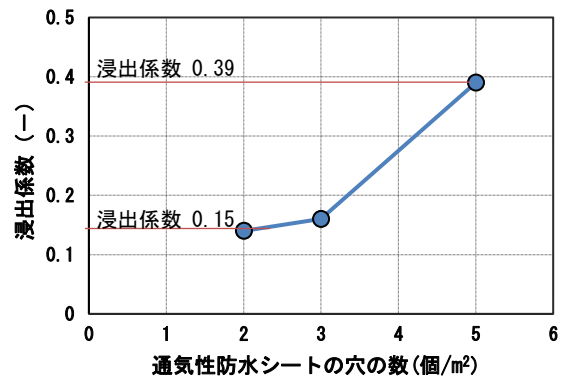


図 3 平坦モデルの浸出水量の結果

2.3 降雨量と浸出係数の関係

(1) 実験 2

口径Φ25mm の穴をシート 1m² 当たり 5 個開けたモデル槽に、1 時間当たりの降雨量を変えた降雨実験を行った。

埋立地平坦部に設置されたシートに 1m² 当たり 5 個の穴を千鳥配置で開けるため、木材で製作した三角定規を使い、シート上面にマーキングした。その後、市販のハンダゴテで最も口径の大きいもの（直径Φ25mm）を使い、シートに熱したハンダゴテを押し当て穴を開けた（図 6 参）。ハンダゴテを使うことで作業員の技量によらず形が均一な穴を連続して開けることができる。

(2) 実験 2 の結果と考察

図 4 に示すとおり、1 時間当たり 10mm 以上の降雨量で目標の浸出係数 0.39 が達成された。

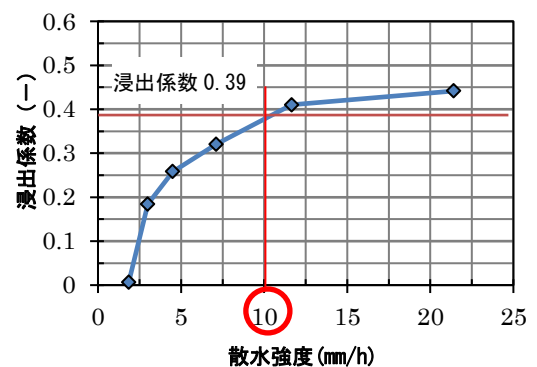


図 4 散水強度と浸出係数の関係

3 実験から得られた課題と対策

当該処分場が立地する地域の気象データによると、1 時間当たり 10mm 以上の降雨は年間を通して少ない。そのため、埋立地内に期待するほどの雨量が浸透せず、埋立地の安定化が促進されない懸念が残る。

これまでの雨量と浸出水量の計測結果を図 5 に

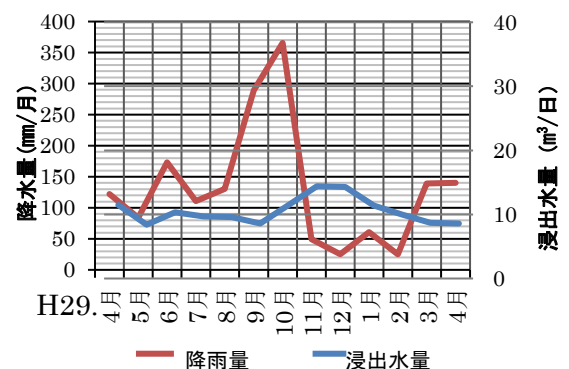


図 5 月毎の浸出水量と降雨

示す。シートの穴開け作業は平成 29 年 8 月から開始し 10 月には完了していることから、平成 29 年 10 月の大雨による浸出水量を確認した。しかし、浸出水の計画水量は 1 日当たり平均 19m^3 としており、シートに穴あけを行った後の 10 月の大雨においても、平均の浸出水にすら達していない低い水量（浸出係数 0.06 程度）で推移していることがわかる。

そこで、埋立地内に水量を安定的に供給できるよう、有孔管をシート上面に設置し、散水により埋立地内に水分を供給する方策を考えた。



図 6 シート穴、有孔管の状況

4 埋立地に水分を供給する方策について

図 7 に示すとおりシートの上面に葉脈のように内径 $\Phi 50\text{mm}$ の有孔管を枝分かれさせて設置し、散水した水がシート上面を伝って埋立地全面に広がるようにした。さらに、図 6 右のように有孔管 1 本毎(4m 毎)にサクションホースをつなぎ、埋立地の沈下に耐えるフレキシブルな構造とした。また、図 8 のとおり有孔管を碎石で巻き、散水した水が速やかに下方方向に流下する構造にした。これに加え、散水量を管理する目的で、有孔管の起点部には流量計を、分岐毎にバルブを、流末部に圧力計を設置した。また、水源は本処分場上流の湧水等を利用することとしており、処分場上流にある既設のポンプ設備にて散水する計画としている。なお、この散水配管等の設置は 7 月末に完了し、散水の試験運転は 8 月頃から実施する計画である。

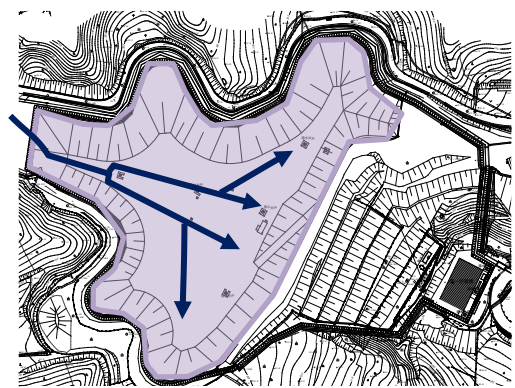


図 7 有孔管の配置図



● 有孔管 ■ シート ■ 不織布

図 8 有孔管配置の断面図

5 今後の対応

処分場に設置した降雨計で降雨量を、新設の水処理施設で浸出水量を、流量計で散水量を経過観察（モニタリング）し、これらの関係性を 1 年、または 2 年といった長い期間で確認する。これに加え、浸出水の水質のモニタリングを行いながら、散水量の運転調整を行うことで、処分場の早期安定化を目指した適切な維持管理に取り組んでいく計画としている。なお、以上の浸出水量が得られない場合には、シートに開けた穴の数を増やすことやシート下面に直接水を注水すること等を検討していきたい。