

東日本大震災における 下水処理場復旧への取り組み

Restoration of Sewage Plants Damaged by Great East Japan Earthquake

山本 博文
Yamamoto Hirofumi

深瀬 哲也
Fukase Tetsuya

大森 祐一
Omori Yuichi

東日本大震災では、東北地方の太平洋沿岸部に位置する下水処理場の多くが甚大な被害を受けた。これに対し、日立プラントテクノロジーは、下水道地震・津波対策技術検討委員会第2次提言の内容に準じた段階的な復旧の支援を開始した。被災直後の現地調査はもとより、MBR式移動型仮設膜処理ユニットの導入や沈砂池設備の自動除塵機（しきスクリーン）の応急稼働といった具体的な復旧提案により、各下水処理場の災害査定にも協力している。これまでの取り組みで得られた知見を有効に活用し、今後進められる本復旧工事への提案活動に反映させていく予定である。

1. はじめに

2011年3月11日に発生した東日本大震災の地震と津波により、岩手県、宮城県、福島県の沿岸部にある下水処理場の多くが被災している。株式会社日立プラントテクノロジーが元請けとして納入している岩手県内3処理場、宮城県内4処理場も被災しており、被災直後から、がれきや汚泥の撤去、応急運転、現地調査・復旧提案による災害査定への協力を実施している。

ここでは、陸前高田市陸前高田浄化センター、仙台市南蒲生浄化センター、大船渡市大船渡浄化センターにおける震災直後からこれまでの復旧への取り組みについて述べる。

2. 下水処理場の段階的応急復旧のあり方

下水処理場の段階的な応急復旧については、国土交通省下水道地震・津波対策技術検討委員会第2次提言「段階的応急復旧のあり方（概要）」¹⁾で次のように示されている。

- (1) 本復旧まで3か月から6か月と見込まれる場合
沈殿＋消毒→本復旧
- (2) 本復旧までおおむね1年以内と見込まれる場合
沈殿＋消毒→沈殿＋簡易な生物処理＋消毒→本復旧
3か月から6か月程度で簡単な生物処理＋消毒（BOD^{※1}）

120 mg/L～60mg/Lレベル）へ移行する。

- (3) 本復旧まで1年から3年程度と見込まれる場合

- (a) 沈殿＋消毒→生物処理＋沈殿＋消毒→本復旧

3か月から6か月程度で生物処理＋消毒（BOD 60 mg/L～15 mg/Lレベル）へ移行する。

- (b) 沈殿＋消毒→段階的本復旧→本復旧

中・大規模の処理場で複数の系列を有する場合、系列ごとに段階的に本復旧する。

この提言に準じて、各処理場では段階的な復旧を実施している。

3. 被災した下水処理場における取り組み

3.1 陸前高田市陸前高田浄化センター

3.1.1 施設概要と被災状況

陸前高田浄化センターは、高田松原近くにあり、担体添加硝化促進型活性汚泥法「ベガス」による処理を実施し、現有処理能力2,800 m³/日であった。浄化センターは、津波が地上11.8 mまで達し、最も高い汚泥処理棟の上部2.6 mを残して完全に水没し、土砂とがれきの下に埋まった。浄化センターとともに沿岸の市街地がほとんど被災したものの、高台で被害を免れた鳴石地区の汚水量約300 m³/日の処理が課題となっていた。

なお、「ベガス」は、地方共同法人日本下水道事業団と日立プラント建設株式会社（現 株式会社日立プラントテクノロジー）が保有する日本国の登録商標であり、1989年に完了した建設省（当時）総合技術開発プロジェクト「バイオフォーカスWT（バイオテクノロジーを活用した新排水処理システムの開発）」において、省面積型の窒素除去プロセスとして両者が共同で研究開発したものである。ポ

※1) Biochemical Oxygen Demandの略。生物化学的酸素要求量。微生物が水中の有機物などの汚濁物質を分解するために必要な酸素量である。

リエチレングリコールなどの高分子材料に微生物を固定化し、効率的に汚水中の富栄養分である窒素を硝化・脱窒して除去する技術である。

3.1.2 被災直後からの対応

この浄化センターの維持管理は、日立プラントテクノロジーグループである日立プラント建設サービス株式会社が請け負っており、代替施設として同社が保有するMBR^{※2)}式移動型仮設膜処理ユニットを提案した。2011年3月末の設置決定を受け、鳴石地区私有地に4月11日から平膜を5基（1基当たり処理能力70 m³/日、合計350 m³/日）搬入し、据付け、試運転調整を経て、処理の再開までを約2週間で行った。

着工直前の4月7日に震度6弱の余震があり、設置場所である私有地の確定が工事開始2日前まで延期されるなど、現地での工事資材・労務確保に苦慮しながらの施工となった。

3.1.3 平膜設備の概要

処理フローとしては、既設污水桝（ます）をせき止めてマンホールポンプピットとし、仮設用土木水槽を4槽設置して1槽目を沈砂池として利用し、3槽を流量調整槽としている。汚水はマンホールピット、沈砂池、流量調整槽に移送し、その後、定量的に平膜5基に分配移送して污水处理を行う。処理された水は大腸菌も通さない特殊な膜でろ過し、滅菌処理後、下流側污水桝に放流する（図1、図2参照）。

3.1.4 運転開始後の対応

一部上流側に津波によって流された建物があり、污水管にヘドロを含む土砂や降雨が流入し、膜閉塞が早まる可能性があった。これについては、流された建物の污水桝の閉塞や沈砂池滞留時間の長めの設定による対策を実施した。汚水中の異物が原因と考えられる現象もなく、この対策が

※2) Membrane Bioreactorの略。膜分離活性汚泥法。膜分離法と活性汚泥法を組み合わせた方式であり、膜の固液分離作用で汚泥流出が阻止されることにより、活性汚泥の濃度を高められるため装置の小型化が可能であり、移動型としてユニット化可能な処理方式（膜として平膜を使用）。

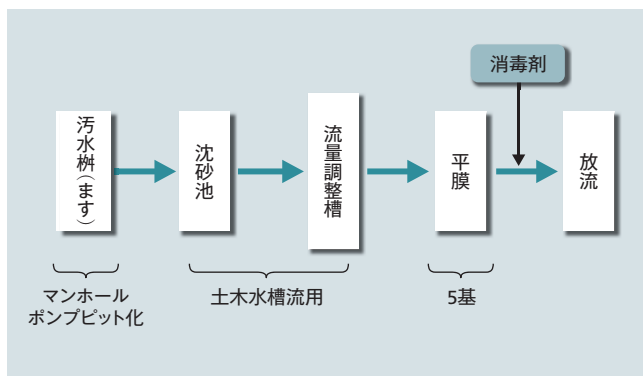


図1 | フローシート

マンホールポンプ（既設污水桝）から沈砂池、流量調整槽（仮設用土木水槽）を通し、平膜で污水处理し、塩素消毒後に放流する。



図2 | 2011年12月20日現在の平膜設備全景（陸前高田浄化センター）
右手に5基の平膜設備、左手に沈砂池、流量調整槽（仮設用土木水槽）、奥に汚泥脱水設備を配置した。冬季対策として保温している。

有効であったと考える。

余剰汚泥処理については、当初はバキューム車による搬出であったが、10月からは脱水設備を設置し、脱水ケーキでの搬出をしている。

また、冬季対策として、水槽などの保温・配管凍結防止・加温設備を設置している。施設は日立プラント建設サービスが維持管理しており、2014年3月末まで稼働予定である。

3.1.5 今後の予定

日立プラントテクノロジーも現地調査・復旧提案によって日本下水道事業団に協力し、陸前高田浄化センターは、11月に災害査定を受けている。今後の陸前高田市の復興計画がまとまった後、その計画の方針に沿って、この浄化センターの復旧計画が決定される予定である。

3.2 仙台市南蒲生浄化センター

3.2.1 施設概要と被災状況

南蒲生浄化センターは、処理能力398,900 m³/日であり、仙台市の約70%の汚水を処理している。水処理方式は標準活性汚泥法、汚泥処理方式は濃縮―脱水―焼却であり、日立プラントテクノロジーは、沈砂池設備、沈砂洗浄設備、最初沈殿池設備、最終沈殿池設備を納入している。津波によって、海岸側に設置している水処理設備は地上から10.5 m、陸側に設置している汚泥処理設備は地上から4.0 m水没した。また、電気設備は浸水によってほぼ全損し、機械設備も津波によって流出・破損した。

しかし、仙台市街地は比較的被害が少なかったために、汚水は震災前とほぼ同等の量が流入している。一方、水処理設備は現有設備の被害が大きかったために、場内に3年後に地震・津波に対応した処理設備を新設することが決定された。それまでの3年間は、現有設備を応急復旧して処理することになっている。

その処理方法として、第一段階（2011年9月まで）では、沈砂（しさスクリーン）→沈殿→消毒のフローを、第二段階（2012年1月まで）では、沈砂（しさスクリーン）→生物処理（接触酸化）→沈殿→消毒のフローをそれぞれ完成させ、処理レベルをアップさせている。

なお、比較的被害の少なかった汚泥処理設備については、現有設備の復旧で2012年3月より一部稼働の予定である。

3.2.2 被災直後からの対応

日立プラントテクノロジーは、震災直後から仙台市および日本下水道事業団に、災害復旧および現地調査・復旧提案による災害査定の協力をしている。

特に、沈砂池設備の自動除塵（じん）機（しさスクリーン）を応急稼働させることは、市街地での汚水溢（いっ）水を防止するために早急な対応が必要であった。浄化センターへの入場が可能となった3月17日には、自動除塵機の調査を実施し、沈砂池のがれきを撤去しながら、3月27日には、6台中4台の仮運転をできる状態にした。被害が大き

かった残り2台についても、4月7日には仮運転をできる状態とした（図3、図4参照）。

さらに、沈殿分離運転をするためには、最初沈殿池の復旧が必要であり、こちらも3月26日から調査を実施し、4月26日から5月10日の15日間で72水路36池の仮運転をできる状態とした（図5、図6参照）。

震災直後の燃料、人員および材料の入手が困難な中にも関わらず対応することができた。自動除塵機や最初沈殿池のような早急に復旧が必要な機器については、構成部品個々の性能と過去の経験を基に判定基準を作成し、調査、判定することが有効であった。

その後、7月には、流入量制御による次亜塩素酸ソーダを注入する設備を納入した。これによって、南蒲生浄化センターにおける第一段階としての応急復旧が可能となった。2011年度中に沈砂池設備の揚砂および沈砂、しさ搬出設備を納入する。

また、日本下水道事業団に対し、沈砂設備、最初沈殿池設備、最終沈殿池設備についての災害査定の協力をした。



図3 | 被災直後の沈砂池設備（南蒲生浄化センター）

右手にあるのが自動除塵（じん）機（6台）であり、津波による水没とがれきにより運転不可能な状態であった。



図5 | 被災直後の最初沈殿池設備（南蒲生浄化センター）

津波による水没とがれきにより運転不可能な状態であった。



図4 | 仮復旧後の沈砂池設備（南蒲生浄化センター）

構造部の破損が少なく、支障物の撤去と電動機交換を行い、自動除塵機を運転中である。



図6 | 仮復旧後の最初沈殿池設備（南蒲生浄化センター）

汚泥かき寄せ機、スラム移送ポンプの復旧、および汚泥引き抜き弁の手動化を行い、設備全体を運転中である。

3.2.3 今後の予定

2011年12月に、財務省の災害査定は終了し、2012年から本復旧が開始される。

3.3 大船渡市大船渡浄化センター

3.3.1 施設概要と被災状況

大船渡浄化センターは、処理能力3,200 m³/日であり、浄化センターとともに沿岸の市街地が被災したものの高台にある住宅地の被災は少なく、汚水は約1,600 m³/日が流入している。被災直後から顧客側でがれき撤去を実施し、沈殿→消毒を実施している。

3.3.2 被災直後からの対応

日本下水道事業団の依頼を受けて2011年4月に災害査定の調査をし、7月には同事業団より支援依頼を受けて、8月から復旧工事に着手している。この工事においては、日本下水道事業団、大船渡市、浄化センターの維持管理者、電気設備請負業者とともに、水処理設備のステップごとの工事計画を策定して対応した。

3.3.3 今後の予定

周辺は水産関係の産業があり、2012年1月末に2系列中1系列水処理機械設備の生物処理が開始された。2012年3月末までに2系列目の水処理機械設備および汚泥処理機械設備の本復旧、2012年6月末に電気設備の本復旧を終える予定である。

4. 対応のまとめ

日立プラントテクノロジーは、震災発生直後から既納下水処理場に対して、復旧および災害査定の協力をしてきた。日立プラントテクノロジー、および顧客側の担当者も災害復旧について不慣れな点があり、試行錯誤の中で対応した面もあったが、今回作成した報告書や資料などは、今後でも有用なものになると考える。

5. おわりに

ここでは、陸前高田市陸前高田浄化センター、仙台市南蒲生浄化センター、大船渡市大船渡浄化センターにおける震災直後からこれまでの復旧への取り組みについて述べた。

今後、被害の大きかった処理場の本復旧工事も始まるが、その復旧工事では予想外の被害が判明することも考えられる。日本下水道事業団および顧客と協力し、期待に応えられるように対応していく予定である。また、今回の復旧工事で得られたさまざまな知見を、今後の提案活動に反映させていきたいと考えている。

参考文献など

- 1) 国土交通省：下水道地震・津波対策技術検討委員会第2次提言、段階的応急復旧のあり方（概要）、
<http://www.mlit.go.jp/common/000147279.pdf>

執筆者紹介



山本 博文

1983年日立プラント建設株式会社（現 株式会社日立プラントテクノロジー）入社、環境システム事業本部 水処理事業部 復興支援プロジェクト部 所属
現在、東北地区下水処理場の復旧・復興業務に従事
技術士（上下水道部門）



深瀬 哲也

1968年日立工事株式会社入社、日立プラント建設サービス株式会社 東部統括本部 東北事業所 所属
現在、東北地区の事業所の統括に従事



大森 祐一

1988年日立化成テクノプラント株式会社入社、日立プラント建設サービス株式会社 水処理本部 上下水部 所属
現在、生活排水処理設備全般に従事