

第 I 部門

津波災害からの下水道施設の多様な復旧パターン

神戸大学大学院工学研究科 正会員 ○ 鋤田 泰子
 神戸大学工学部 学生員 青嶋 かりん

1. 研究の目的

2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震によって、東北地域沿岸の土木施設は揺れとともに津波によって甚大な被害が発生した。とくに、太平洋沿岸にあった下水処理場は津波の浸水でほぼ壊滅状態となった。国土交通省によると、震災で被災した下水道管きょは 642 km、稼動停止となった下水処理場は 48 箇所になる。これらの復旧・復興には相当な時間と費用がかかる中で、津波災害において沿岸の処理場以外に処理区域が被災する場合、処理人口の回復を災害直後に見通すことは難しく、震災前と同様の施設計画（処理人口、処理能力、処理方法）が必ずしも最適とは限らない。本報では、東日本大震災から 10 年が経過した被災地の下水道施設の復旧・復興状況の視察調査を行い、巨大津波災害時における下水道施設の地震津波対策における課題について整理した。

2. 災害復旧しくみと下水道施設の機能復旧

地震や津波による災害で被災した下水道施設を災害復旧事業費で復旧する場合には、原形復旧が基本となる。これは、事業費の取り扱いが公共土木施設災害復旧事業費国庫負担法で制定されているためである。ただし、原形に復旧することが著しく困難又は不適当な場合に、これに代わるべき必要な工事の施工（従前の効用を復旧するための位置・形状・寸法の変更や材質の改良等）も可能となっている。



図 1 陸前高田市の震災 1 か月後の市内の様子

また、災害復旧費に占める国の負担率は下水道事業体の規模等によって異なる。東日本大震災後の 2011 年 11 月には、協議設計の特例が示され、津波で被災した沿岸部では、概略的な設計で査定を受け、実際の復旧方法は復興まちづくりにあわせて柔軟に設計変更できることになった。これにより、津波の影響等で被災状況の調査ができない場合や、復興まちづくり計画が未定で詳細な復旧計画が立案できない場合であっても災害査定を受けることが可能になった。一方、災害復旧事業費とは別に、新たにまちづくり整備事業に伴い下水道施設を供用する場合には、復興交付金が充てられるため、設計・施工にはやや自由度がある。

本震災で被災した下水処理施設の応急対応については、放流水質によって応急復旧レベルで管理して、段階的に通常処理レベルの放流水質にまで復旧させる段階的復旧の考え方が国土交通省から示された。さらに、放流水質による復旧目標に合わせて、被災した施設の復旧優先度が設定された。このため、下水処理施設の復興状況は通常処理レベルの放流水質に回復した段階で見かけ上、震災復旧したことになるが、処理施設内の諸々の施設が全て復旧するには、後述する事業体では多くが 10 年近くを要していた。

3. 調査対象地域

東日本大震災から 10 年が経過し、津波の被災地では嵩上げや防潮堤の建設とともに新たな区画整理の下でまちづくり計画が進められている。元々、中山間地域では人口減少が進んでいたが、震災によって加速したともいわれている（図 2 参照）。本研究での調査対象は、津波の被害を大きく受け、震災前後（2010 年から 2020 年の国勢調査ベース）の人口減少率が 15%程度であった岩手県大船渡市、陸前高田市と宮城県石巻市、気仙沼市である。

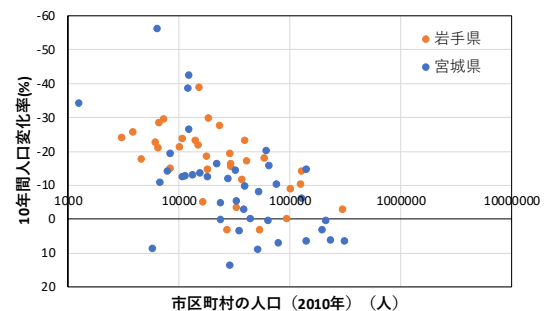


図 2 岩手・宮城の市区町村の震災 10 年の人口変化率

Yasuko KUWATA and Karin AOSHIMA

kuwata@kobe-u.ac.jp

4. 津波災害からの復旧パターンのポイント

4つの事業体の復旧事例を整理し、本研究では今後の下水施設の事前復興計画のポイントとなる点を以下に挙げる。

- 1) 土木構造物の躯体損傷無し：津波によっていずれの処理施設も壊滅的な被害を受けたが、いずれの事業体においても復旧工事において池構造物などを再建している事例はなかった。つまり、電気設備や機械設備を揺れや浸水から守るか、それらを早期に復旧できれば、なるべく早い段階で処理施設の機能回復が期待できる。
- 2) 仮設処理施設の有効活用：処理場や処理区域の沿岸域では壊滅的な被害になるものの、処理区域の上流側は浸水せずに上水道施設の復旧とともに、生活排水が処理場に流入する。そのため、被災地の多くでは、処理区域ごとに仮設污水处理施設が設置された。仮設污水处理施設の処理能力は1ヶ所あたり $50 \text{ m}^3/\text{日}$ から $2,000 \text{ m}^3/\text{日}$ で、1年程度から最大4年程度の期間で使用された。これらの仮設施設は、全て災害復旧事業費で設置された。事業体が災害復旧策として単独でこれらの施設を備える必要はないが、国や都道府県などで広域に仮設ユニットを備蓄し、被災状況に応じて被災地に搬入させることも事前復興計画として有効である。
- 3) 浸水復旧地域での他事業者との調整：気仙沼市では、終末処理場が位置する南気仙沼地区一帯は嵩上げ事業地域になった。そのため、河川や道路、下水、他のインフラ事業者などの各事業者が同じ場所で様々な復旧計画と復旧工事を予定していた。各事業者は復旧を急ぐものの、復旧順を間違えると、返って工事が長期化し、後で建設する施設の工法が限定されるなどの支障がでる。市では他の事業との足並みを揃えるため、平成24年12月までは嵩上げ地域での工事は止められていた。嵩上げ地域の復興計画策定後は、防潮堤の建設、街区の嵩上げ、排水施設の工事、汚水施設の工事、最後に水道や通信などのインフラ工事の順に復旧が進められた。
- 4) 電源施設の高所移転と耐水化：津波により終末処理場の旧管理棟の2階天井まで浸水したために1階の電気設備が被災し、揚水機能は完全に停止した。さらに、2階の中央監視制システムも被災し、下水道機能が完全に停止した。災害復旧においては、新管理棟の建設ならびに管理本館の一部原位置復旧の方策が、重要機能を果たすとともに早期の機能復旧が図られるものであった。管理本館の地下にある沈砂池ポンプ施設は原位置復旧し、新管理棟は地盤高を嵩上げた上で建設し、3階以上の階に電気室や管理制御室、自家発電室を配置した。また、管理本館の2階部分までは震災前までガラス窓であった箇所を壁で閉鎖し、耐水扉を設置した。
- 5) 処理方法の簡素化と処理能力の縮小：陸前高田市の高田浄化センターは、平成11年に供用開始し、ペガサス法（硝化促進循環変法）を用いた污水处理で、震災前には処理能力 $2,800 \text{ m}^3/\text{日} \times 2$ 系列で運用していた。津波浸水によって処理施設は稼働停止した以外に、供用区域の大部分が浸水したために災害後の処理人口の回復が見込めなかった。そこで、これまでの処理方法を一般的に普及し、水質管理が容易なOR法に変更した。さらに、処理能力を $2,000 \text{ m}^3/\text{日} \times 2$ 系列に縮小させた。処理方式を変更しても、土木構造物の躯体は震災前のまま使用しており、最初沈砂池を通さずに運用している。

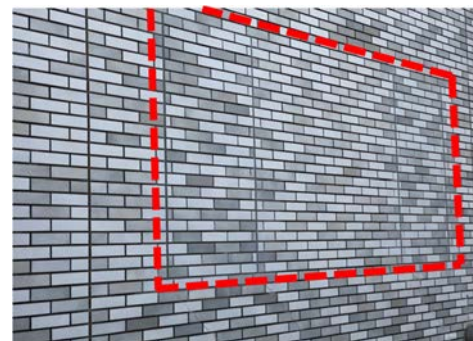


図3 管理本館の窓の開口部を壁にした箇所

5. まとめ

災害復旧にあわせて被災施設の耐震化、耐水化によって機能向上した事例もあるが、将来的な下水道供用区域の処理人口の減少や施設の維持管理の課題から、処理施設を閉鎖したり、処理施設の能力を下げ、処理方法を簡便化させた事例もあった。これらは一つの最適化事例といえる。人口減少が著しい中山間地域において、長期の需要を見通して下水道を普及させるのは難しいが、地域ごとの災害に対する脆弱性と地域特性に合わせて多様な下水処理のあり方を災害前から検討しておくことは、災害時の復旧・復興計画の策定に資するといえる。

謝辞：本研究の調査研究にあたり、岩手県大船渡市、陸前高田市、宮城県気仙沼市、石巻市の下水道事業体の皆様にはヒヤリングとともに資料提供いただきました。また、本研究の一部は神戸大学の2021年度東北大学等との連携による震災復興、並びに災害科学分野における学術研究の支援経費によって支援されている。ここに記して、謝意を表す。