

応急復旧の実態調査と今後の課題

国土交通省国土技術政策総合研究所 ○尾崎 正明
 山下 洋正
 濱田 知幸

1. はじめに

今後発生するおそれのある大規模地震への防災・減災対策として、H26年3月に大規模地震防災・減災大綱が決定され、今後の課題として検討すべき施策、個別の具体的な施策が網羅的に取りまとめられた。下水道事業では、耐震化や支援ルールを検討が進められているが、事前防災として災害発生時における効果的な応急復旧への取り組みが求められている。

国総研では、東日本大震災への対応で得られた知見について、H24年9月に「災害時における下水の排除・処理に関する考え方(案)」を作成した。被災後、多くの下水道施設において本復旧が進み、土木躯体を利用した応急復旧の経緯等について地方自治体において報告書がまとめられた。^{1), 2), 3)} また、仮設処理施設についても報告が行われた。⁴⁾

本報告では、土木躯体を利用した応急復旧の経緯に関して文献調査を行った。また、応急復旧施設についてアンケート調査を実施し、その概要を把握した。さらに、仮設処理施設に着目して、現地調査を行った。以上により、応急復旧に関する検討事項を整理するとともに、大規模地震による災害発生時に備えるため、最後に今後の課題について述べた。

2. 土木躯体を利用した応急復旧

宮城県の報告書から土木躯体を利用した応急復旧の取り組みについて紹介する。¹⁾ 宮城県では、沿岸部の流域下水道3処理場、仙台市南蒲生浄化センター、気仙沼市気仙沼終末処理場において津波により甚大な被害を受けた。揚水機能が失われた状況で汚水が流入し続けたため、市街地において溢水が発生した。また、生物処理による浄化機能が失われ、沈殿消毒の簡易処理、水質汚濁が避けられない事態となった。

県では、主ポンプの応急仮復旧を最優先とし、溢水に対しては緊急的に沈殿・消毒放流及び緊急消毒放流を組み合わせて、市中におけるマンホールからの未処理下水溢水の回避に全力を尽くした。県民に対してテレビCM等で節水を呼び掛け、仮設ポンプによる揚水能力の確保により、マンホールからの溢水は4月上旬に解消した。

甚大な被害を受けた流域下水道3処理場の水処理機能については、応急的な処置として沈殿・消毒による簡易処理、仮設の送風機を用いた簡易な生物処理等、段階的に施設の復旧、処理水の水質改善を図り、平成24年度までの2年間で完全復旧させることを目標として復旧作業を行った。表-1に仮設沈殿池と段階的な施設の復旧の状況を示す。水質に関しては、BOD、SSは水質汚濁法の一般排水基準に近いレベルで推移したが、大腸菌群数については塩素消毒の効果が小さく、当初は大きく基準を上回る状態が継続した。仙塩浄化センターでは、処理槽及び塩素混和池に滞留した汚泥及びその巻き上げが消毒を阻害していることが判明し、汚泥くみ上げを行うとともに、塩素混和池へ攪拌機を導入し、9月以降は基準値を安定的に満たした。²⁾

表-1 段階的な施設の復旧（宮城県流域下水道の例）

	H23			H24			H25			
	年	3	6	9	12	3	6	9	12	3
仙塩浄化センター	仮設沈殿池(場外)									
	土木躯体			簡易曝気(2系列)			生物処理(2-4系列)			
県南浄化センター	緊急・仮設沈殿池(場内)									
	土木躯体			簡易曝気(1-2系列)			生物処理(3-5系列)			
石巻東部浄化センター	仮設沈殿池(場外)									
	緊急・土木躯体						簡易生物	高級処理(1-2系列)		

「甕れ みやぎの下水道～東日本大震災からの復旧の記録～」²⁾より作成

土木躯体を利用した応急復旧でも仮設沈殿池が併用されたこと、生物処理の復旧に少なくとも1年を要したことなどが分かる。また、沈殿処理では汚泥引き抜きの管理が重要であること、簡易曝気は塩素消毒の大腸菌群不活化効果を向上させること、さらに生物処理後は活性汚泥の育成により塩素消毒の効果が向上することが報告されている。³⁾

3. 応急復旧施設の実態調査

(1) アンケート調査

応急復旧施設の実態を把握するため、岩手県、宮城県、福島県の3県を対象に、1) 応急復旧施設の種類、設置期間、2) 処理方式、処理水量、3) 消毒方法、放流水質などについてアンケート調査等を実施した。

応急復旧施設の設置状況を表-2に示す。回答が得られた応急復旧施設は20か所で、その内訳は土木躯体を利用したものが9か所（うち当初は仮設沈殿池利用が4か所）、仮設沈殿池が3か所、仮設処理施設が8か所であった。また、生物処理開始までの設置期間はH23年度まで6か所（うち途中から土木躯体利用が2か所）、H24年度までが4か所（うち途中から土木躯体利用が2か所）、H25年度までが4か所（全て仮設処理施設）、H26年度以降が6か所（うち仮設処理施設が4か所）であった。

短期間の仮設沈殿池等から土木躯体利用への変更、比較的長期使用を目的とした仮設処理施設の設置が特徴としてあげられる。土木躯体利用へ変更となった4か所において、仮設沈殿池等の使用が終了した時期は、H23年6月と7月が各2か所であった。うち2か所では土木躯体利用と並行して仮設沈殿池の利用が行われた。これらは、流入水の負荷変動による溢水が懸念されたり、被災した中継ポンプ場が整備されたりする間、その初期の段階において仮設沈殿池が併用されたものである。

(2) 仮設処理施設

仮設処理施設の設置時期は、H23年5月が1か所、10月が2か所、それ以降が5か所であった。設置時期の早い1か所では仮設膜処理ユニット5基が用いられた。これは、使用が終わったものが中国地方で整備途中であり、大型トレーラーで設置個所まで搬送されたものである。一方、仙台市南蒲生浄化センターでは仮設処理施設の位置付けで中級処理が採用され、同様に、気仙沼市における仮設処理施設でも比較的長期の稼働となるため、中級処理が採用された。⁴⁾

複数の仮設処理施設が設置された気仙沼市において現地調査を実施した。仮設処理施設が設置されるまでは、既存管きよを利用した沈殿処理+消毒が行われた。仮設処理施設での処理方式は、接触酸化法と簡易活性汚泥法が採用された。簡易活性汚泥法は、通常の活性汚泥法と比較して、最初沈殿池がなく、滞留時間が短い処理法とされた。この処理法は家庭排水を対象とする場合に適しており、事業場排水のように負荷変動が大きい場合には不適であった。また、曝気槽が鋼製タンクであるため、気温の影響で水温の変動があり、DO値に影響を与えることがあった。

仮設処理施設では消毒に固形塩素が用いて残留塩素濃度0.1mg/Lを目標に管理されていた。次亜塩素酸ナトリウムは取り扱いの点で留意点が多いことから、固形塩素が用いられた。

表-2 応急復旧施設の設置状況

箇所	種類*	設置期間**				処理方式等*** (m ³ /日)
		仮設沈殿池		土木躯体		
A	2			H23.3	H24.1	沈殿
B	3					H23.5 H26.3 MBR(574)
C	3					H25.4 H26.3 MBR(200)
D	1→2	H23.4	H23.6	H23.6	H25.3	沈殿
E	2			H23.6	H24.8	沈殿
F	1	H23.4	H23.5			沈殿
G	1→2	H23.4	H23.6	H23.6	H24.3	簡易曝気
H	1→2	H23.3	H23.7	H23.3	H24.3	簡易曝気
I	1→2	H23.3	H23.7	H23.4	H24.8	接触酸化
J	2→2			H23.4	H23.12	沈殿
				H24.1	-	接触酸化
K	3→3					H23.10 H25.10 接触酸化(50)
L	3					H25.10 - 簡易活性汚泥(500)
M	3					H23.10 H25.10 簡易活性汚泥(1,000)
N	3					H23.12 H26.4 簡易活性汚泥(2,000)
O	3					H24.7 - 接触酸化(500)
P	3					H24.9 H25.10 接触酸化法(700)
Q	3					H24.12 - 簡易活性汚泥法(650)
R	2			H23.3	H24.7	沈殿
S	1	H23.3	H23.5			沈殿
T	1	H23.7	H24.3			沈殿
T	2			H27.6	-	
	*種類	1仮設沈殿池		**設置期間		生物処理開始までの期間
		2土木躯体		***処理方式等		生物処理前の処理方式
		3仮設処理施設				仮設処理施設の処理水量

表-3 本復旧までの期間と応急復旧の概念図

本復旧までの期間	被災後の経過期間			
		6か月以内	1年以内	
3-6か月	沈殿+消毒処理	→ 本復旧		
6か月-1年	沈殿+消毒処理	簡単な生物処理 (簡易曝気)	→ 本復旧	
比較的長期間 (1-3年程度)	沈殿+消毒処理	生物処理 (接触酸化法)	段階的な水質向上	→ 本復旧
	沈殿+消毒処理	"仮設処理施設" (ユニット化、現地設置)	段階的な水質向上	→ 本復旧

「災害時における下水の排除・処理に関する考え方(案)」をもとに作成

4. 応急復旧施設に関する検討事項

地震・津波被災直後の緊急措置として、汚水の流下機能の確保とともに、処理場が被災した場合に備えて、溢水防止のための仮設沈殿池の検討が必要となる。特に、処理場の被害が大きく、本復旧まで6か月以上と見込まれる場合、土木躯体を利用した応急復旧だけでなく、仮設処理施設の設置に関する検討が必要となる。

1) 土木躯体を利用する場合

処理場(複数の水処理系列を有する場合は、その一部でも)、ポンプ場の耐震化・耐津波化までの間、仮設沈殿池と組み合わせたうえで、土木躯体を利用した(沈殿+消毒機能)の確保を検討する。本復旧まで6か月以上と見込まれるときは、土木躯体を利用した簡易な生物処理や生物処理の導入、また、サテライトでの対応が求められる場合は、次に示す仮設処理施設の設置に関する検討が必要となる。

2) 仮設処理施設を設置する場合

ユニット化した施設を予め準備する場合と、被災後に現地設置する場合が考えられる。ユニット化の場合、事前に準備した施設を保管するのではなく、平常時に利用する移動処理施設のケースも想定する。また、現地設置する場合には工期の短縮が求められるが、東日本大震災における事例集に基づいた設計の標準化などにより、予め検討することが重要となる。

3) 応急復旧の切り替え時に考慮する事項

簡易曝気などから生物処理に切り替える際には、活性生物の育成状況に配慮する。また、段階的な復旧で途中処理方式を切り替える場合は、急激な水質の変化に注意する必要がある。

5. 今後の課題

今回の報告では、東日本大震災における応急復旧施設の実態把握を行うとともに、南海トラフ地震などの大規模地震に備えた応急復旧施設に関する検討事項について整理した。今後、下水道施設の耐震化・耐津波化に取り組むことで、地震・津波による被害を防ぐことが理想である。しかし、その途中段階においては、仮設沈殿池や仮設処理施設を想定した検討を行うとともに、耐震化・耐津波化の進展に応じてその計画を見直すことが必要である。また、塩素消毒に関しては、応急復旧の段階に応じた効果的な手法に関する検討が重要である。

謝辞

本研究を行うにあたり、アンケート調査をはじめ、ご協力いただいた関係者の方々に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 東日本大震災・宮城県の発災後1年間の災害対応の記録とその検証、宮城県、H27.3
- 2) 甞れ みやぎの下水道～東日本大震災からの復旧の記録～平成24年度改訂版、宮城県、H25.3
- 3) 諏訪守他、津波被災下水処理場の段階的復旧対策技術による水質改善効果、下水道協会誌、pp.111-119、Vol.50、No.614、2013/12
- 4) 小野寺知幸他、気仙沼市公共下水道の応急復旧について～東日本大震災への対応～、第49回下水道研究発表会講演集、pp.361-363、H24.7

問合わせ先：国土交通省国土技術政策総合研究所下水道研究部下水処理研究室 濱田知幸

〒305-0804 茨城県つくば市旭1 TEL 029-864-4792 E-mail hamada-t92ef@nilim.go.jp