

特集：東日本大震災の津波災害とその復旧復興にむけて

津波による下水処理場の被害

横田敏宏*

1. はじめに

平成23年3月11日「東北地方太平洋沖地震」では、下水道施設も多大な被害を受けた。被害箇所は広範囲かつ多数であり、特に津波により浸水した地域では、多くの処理場やポンプ場で施設、設備とも致命的な被害を受けた。津波により町全体が壊滅的な被害を受けた地域では、被害状況を把握することさえも困難な箇所もある。

下水道が被災すると、その機能停止に伴いトイレが使用不能となるほか、公衆衛生問題の発生や、雨水排除機能の喪失に伴う浸水被害の発生が懸念され、今回の地震においても住民の皆様の生活環境に影響を与えた。

本報では、これまでにわかっている津波による下水道施設の被害として下水処理場の被害に焦点を当てて論じるとともに、今もなお続いている復旧作業の状況について述べる。

2. 津波被害の全体像

下水道は自然勾配を用いて集水するとの考え方を基本に整備されているため、海に面した地域の処理場は河口部や沿岸部に建設されていることが多い。下水道施設に関して、これまで我が国では津波による被害をあまり経験していない。津波対策については、地震対策マニュアル等に記載されているものの、十分には考え方が整理されていなかった。このような背景のもと、今回の地震では沿岸部の処理場を中心に大きな被害が生じたと考えられる(図-1)。

表-1に東北地方太平洋沖地震による処理場の被害と復旧状況の概要を示す。被災した処理場は把握しているだけでも120箇所であり、48箇所の処理場は稼働停止した。稼働停止した処理場のうち、津波被害を受けたのは20箇所、受けなかったのは28箇所である。津波被害を受けていない処理

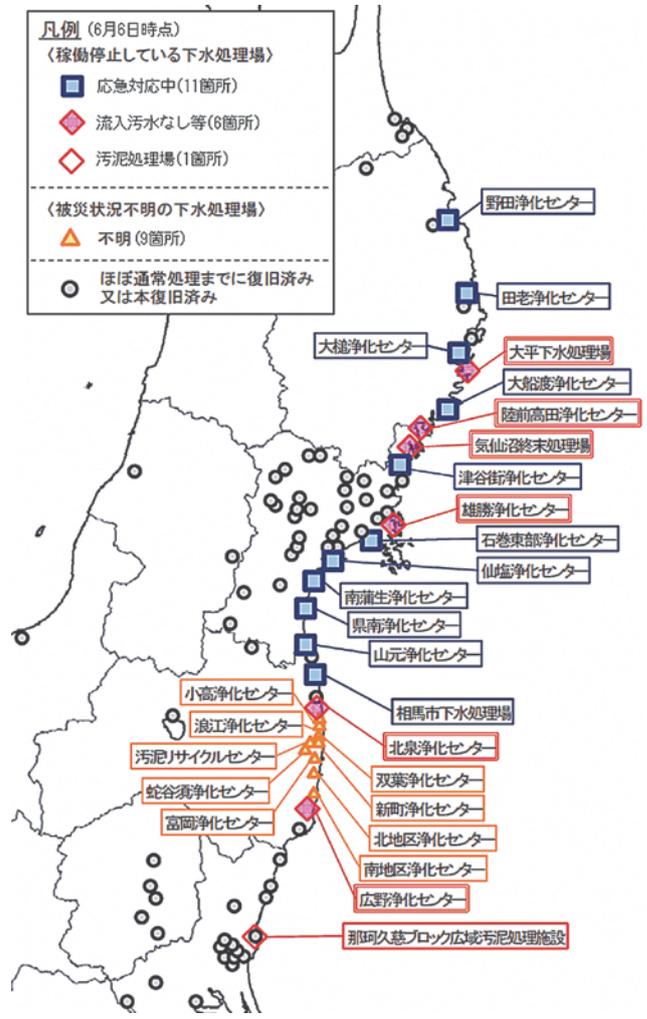


図-1 被災した下水処理場¹⁾

表-1 処理場の被害と復旧状況(6月6日時点)²⁾

	震災当初	現在		
		稼働停止	復旧状況	
稼働停止	48	18	応急対応中	11
			別位置にて応急対応中	2
			応急対応準備中	2
			汚水発生なし	2
			汚泥処理場	1
施設損傷	63	45	応急対応中	1
			ほぼ通常の処理	44
正常に稼働	—	48		
不明(福島第一原発周辺)	9	9		
計	120	120		

Damage of Wastewater Treatment Plants by The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake Tsunami

場のほとんどは被災後20日で通常の運転を再開したのに対し、受けた処理場では最も早くほぼ通常処理まで復旧した南相馬市鹿島浄化センターでも4月末であった。地震から約3箇月後の6月6日時点でも、18箇所で稼働停止状態が続いている。このように、浸水域内の処理場では、壊滅的な被害を受けて本復旧までに時間を要している処理場が多い。

3. 処理場の被災状況

仙台市の7割の汚水を処理する基幹処理場の南蒲生浄化センターは、海岸傍に位置するため、津波により大きな被害を受けた。津波の波力により送風機室や第3ポンプ室の外壁が破損し、柱や外壁が湾曲した(写真-1)。その他、漂着物による施設破損(写真-2)や水没による機械設備や電気設備の機能停止なども生じ、水処理施設、汚泥処理施設のほぼすべてが使用不能となった。



写真-1 圧力による壁の変形(南蒲生浄化センター)



写真-2 漂着物による施設破損(南蒲生浄化センター)

多賀城市や仙台市の一部を処理区域に含む仙塩浄化センターも沿岸部に位置する。沖防波堤の後背地に位置し、南蒲生浄化センターほどの土木・建築施設の損傷は見られなかった。しかし、津波により処理場全体が冠水し、水没により電気系統などが破損し、稼働停止状態となった。

福島県沿岸北部に位置する相馬市下水処理場では、土木・建築施設に大きな損傷は見られなかったが、場内での地盤沈下は多く見られた(写真-3)。また、施設全体が膝上程度まで浸水し、機械・電気設備の一部が損傷するとともに、停電や海水の影響で生物反応槽の活性汚泥が死滅したため(写真-4)、稼働停止状態となった。



写真-3 処理場内での地盤沈下(相馬市下水処理場)



写真-4 活性汚泥の死滅(相馬市下水処理場)

ここで挙げた以外にも津波により甚大な被害を受けた処理場は多い。津波による被害は“浸水による機械・電気設備の破壊”と“波力による施設の破壊”に二分され、特に前者による被害が深刻であった。

4. 処理場の復旧状況

表-2に6月6日時点の処理場の復旧状況を示す。稼働停止状態の18の処理場のうち、ほとんどの処理場で応急対応中だが、中には津波により処理区域全域が壊滅的な被害を受け、汚水発生がない処理場もある。ここではいくつかの処理場について復旧状況を紹介する。

南蒲生浄化センターでは、地震発生から約一週間は流入後に最初沈殿池を経て越流放流させる応急的な処置で対応してきた。その後一箇月ほど簡易処理(沈殿処理+消毒)(写真-5)で緊急対応

表-2 処理場の復旧状況 (6月6日時点) 2)

都道府県名	市町村・流域等名	下水処理場名	水処理の状況	処理レベル
岩手県	宮古市	田老浄化センター	応急対応中	簡易(沈殿+消毒)
	大船渡市	大船渡浄化センター	応急対応中	簡易(沈殿+消毒)
	陸前高田市	陸前高田浄化センター	別位置にて応急対応中	通常(膜分離活性汚泥法)
	釜石市	大平下水処理場	別位置にて応急対応中	簡易(沈殿+消毒)
	大槌町	大槌浄化センター	応急対応中	簡易(沈殿+消毒)
	野田村	野田浄化センター	応急対応中	簡易(沈殿+消毒)
宮城県	仙塩流域下水道	仙塩浄化センター	応急対応中	簡易(沈殿+消毒)
	阿武隈川下流流域下水道	県南浄化センター	応急対応中	簡易(沈殿+消毒)
	北上川下流東部流域下水道	石巻東部浄化センター	応急対応中	簡易(沈殿+消毒)
	仙台市	南蒲生浄化センター	応急対応中	簡易(沈殿+消毒)
	石巻市	雄勝浄化センター	処理区域内汚水発生なし	—
	気仙沼市	気仙沼終末処理場	応急対応準備中	—
	気仙沼市	津谷街浄化センター	応急対応中	簡易(沈殿+消毒)
福島県	山元町	山元浄化センター	応急対応中	簡易(沈殿+消毒)
	相馬市	相馬市下水処理場	応急対応中	簡易(沈殿+消毒)
	南相馬市	北泉浄化センター	処理区域内汚水発生なし	—
茨城県	広野町	広野浄化センター	応急対応準備中	—
	那珂久慈流域下水道	那珂久慈ブロック広域汚泥処理施設	(水処理施設なし)	—

し、4月18日からは仮設遠心脱水機による汚泥処理を(写真-6)、5月19日からは被災を免れた既設遠心脱水機による処理を行い、処理レベルが段階的に回復してきている。



写真-5 固形塩素消毒 (南蒲生浄化センター)



写真-6 仮設遠心脱水機 (南蒲生浄化センター)

岩手県の陸前高田浄化センターでは、水処理施

設や汚泥処理施設のほぼすべてが使用不能になった。ここで沿岸部の処理区は壊滅的な被害を受けたため汚水の発生はなかったが、高台を中心に被害を免れた地域があり、早期に応急復旧する必要があった。急遽、岡山にあった使用済みの膜処理ユニット5基を搬送し(写真-7)、4月末より別の場所で410世帯の汚水を通常処理している。

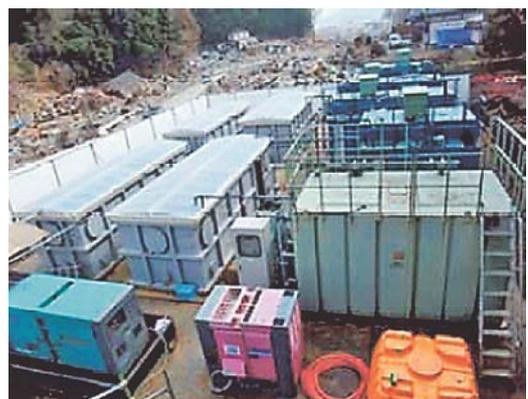


写真-7 膜処理ユニット (陸前高田浄化センター) 1)

津波被害を受けた処理場で最も早く機能を回復させた南相馬市鹿島浄化センターは、3月23日から4月26日までは他の処理場への運搬で応急的に対応してきた。地下構造をもつ反応槽や覆蓋を用いていることで水処理施設の被害は少なかったということもあり、4月27日以降はほぼ通常処理に戻っている。

表-3 下水道施設の復旧にあたっての技術的緊急提言（処理施設）

緊急措置	揚水機構を確保し、溢水を防止することを最優先とするため、仮設ポンプ等を用いて揚水を行う。また、最低限、消毒を実施し、放流する。
応急復旧	<p>①汚水の発生量、時期が想定できる処理区域</p> <p>処理区域で、住宅、工場等が津波の被害から早期に復旧できることが見込まれる場合には、水道の復旧に伴い、汚水量が増加することが想定される。したがって、既存の土木構造物を活用した沈殿及び消毒は最低限行うこととし、本復旧までに時間を要する場合等においては、段階的に、沈殿→簡易処理→生物処理といったように処理レベルを向上させる。その際、汚泥処理の有無が水処理機能に影響するため、処分も含め、被災地のみでは対応困難な場合は広域対応も視野に対応する。</p> <p>②汚水の発生量、時期を想定するのが困難な処理区域</p> <p>処理区域の大半が津波によって壊滅的な被害を受けており、復旧までに長時間を要するような区域については、汚水の発生量、時期を想定することが困難である。このため、このような処理区域については、仮設処理施設を設置するなど、汚水量に応じて柔軟に処理能力を増強、削除できる施設を導入する。</p>
本復旧	再度災害防止の観点から、同規模の災害が発生したとしても、特に揚水ポンプ、自家発電設備、最初沈殿池については、最低限の機能を保持する。また、必要に応じて、構造計算に津波荷重を考慮する等、再度災害防止の観点からの検討を行う。さらに外部エネルギーへの依存率を下げるために、省エネルギー、創エネルギーの徹底を図る。

5. 復旧の考え方

被害の大きさを考慮すると、被災した処理場ですべての処理系列が本復旧を完了するまでに相当の期間を要することが予想される。地震直後から対応する「緊急措置」、公衆衛生の確保や浸水対策のための「応急復旧」、従前の機能を回復させ、再度災害を防止することを目的とした「本復旧」というように段階的な復旧を心掛ける必要がある。そこで、4月12日に設置された下水道地震・津波対策技術検討委員会では、緊急措置から本復旧にかけての留意事項が示されている「下水道施設の復旧にあたっての技術的緊急提言」（表-3）がとりまとめられた（4月15日公表）。また、6月14日には第2次提言として、応急復旧で段階的に処理レベルを向上させるにあたっての基本的な考え方をとりまとめた「段階的応急復旧のあり方」が公表された。これらに基づき、被災地や施設の状況や住民たちのニーズ、放流先の水質状況などの条件に合わせて適切な対応をとることで、より効果的に復旧を進めることができる。

6. おわりに

下水道施設においても今回の地震・津波による被害は甚大であり、これまで経験したことのない規模の災害となった。完全に状況が回復するにはまだまだ期間を要するが、全国各地からの多くの

支援や復旧作業に励む人たちの努力のかいもあって、着実に状態は改善されている。被災された人々の生活がより早くより良いものになるよう、下水道施設の効果的な復旧に向けた技術的サポートを中心に、今後も継続的に被災地の支援活動を行うとともに、今回の教訓を生かした災害対策の検討に努めたい。

参考文献

- 1) 国土交通省下水道部：下水道関係の被災状況と取組み状況（2011/6/6）
http://www.mlit.go.jp/crd/crd_sewerage_fr_000007.html
- 2) 国土交通省：東日本大震災（第76報）平成23年6月6日（月）10:00作成
http://www.mlit.go.jp/saigai/saigai_110311.html

横田敏宏*



国土交通省国土技術政策総合研究所
下水道研究部下水道研究室長
Toshihiro YOKOTA