

下水道の耐津波対策における技術基準策定に向けた最新動向

深谷 渉* 松橋 学** 横田敏宏***

1. はじめに

東日本大震災に伴い発生した大津波により、東北地方沿岸部に位置する下水処理場やポンプ場は壊滅的な打撃を受けた。

これまで下水道では、地震対策として施設の耐震化に傾注していたが、今回震災を受けて、耐津波対策の重要性が認識された。

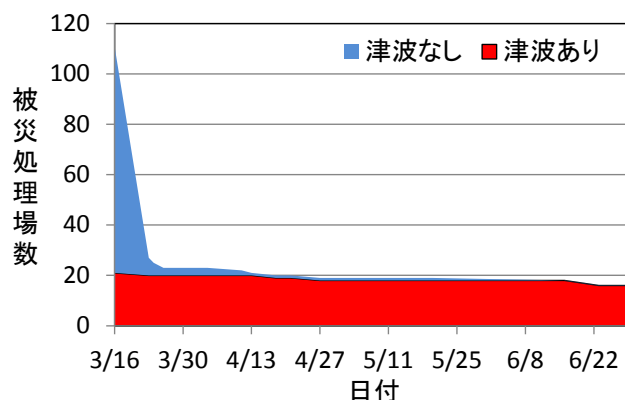
国土交通省では、震災直後に、学識経験者等からなる「下水道地震・津波対策技術検討委員会」¹⁾を設置しており、この中で、被災施設の再度災害防止及び今後の耐津波対策に関する議論を行い、これまでに4つの提言を発出した。

平成24年3月に発出した第4次提言「耐津波対策を考慮した下水道施設設計の考え方」²⁾は、今後想定される津波に対する下水道施設設計の考え方をとりまとめたものであり、今後実施される現行耐震設計指針等の改訂にあたり礎となるものである。ここでは、この第4次提言の内容を中心に、下水道施設に求められる耐津波対策の最新動向について述べる。

2. 下水道施設の津波被害

東日本大震災による下水処理場の被害について、震災当初は111の処理場（警戒区域内9処理場除く）が被災し、うち48の処理場が稼働停止に陥った。稼働停止した処理場の半数は津波が原因であった。また、図-1に示す通り、主に地震動が要因で被災した処理場（一部損傷含む）は概ね1か月以内に機能復旧しているのに比べ、津波で被災した処理場の機能復旧は大きな遅れが生じた。

津波により被災した処理場やポンプ場は、電源喪失や機械電気の被水や冠水により、処理機能どころか揚排水機能さえも喪失した。このため、下水の流れが滞り、市街地内の下水道マンホールで溢水が発生する事態が生じ、また処理場では公共用水域への未処理下水流出が生じるなど



※被災処理場＝通常レベル以下の処理場

図-1 原因別の被災処理場数推移

の二次的被害が発生し、津波の脅威及び津波に対する下水道施設の防護力の低さを露呈するとともに今後の防災方針に課題を残した。

3. 下水道施設設計における耐津波対策

下水道施設の防災対策は、主に地震対策に主眼がおかれ、耐津波対策については議論されていなかった。このため、4次提言「耐津波対策を考慮した下水道施設設計の考え方」は、今後津波による被害が想定される下水道施設を抱える自治体のために、耐津波対策の基本的な考え方を整理したものである。

本考え方は、施設設計で必要となる、①想定津波の考え方、②下水道施設における耐津波性能の考え方、③耐津波対策の考え方を整理している。以下に、①～③について主なポイントを述べる。

3.1 想定津波

各地の想定津波は、「津波防災地域づくりに関する法律」に基づき都道府県が設定することとされている。下水道施設の耐津波対策にあたっては、処理場やポンプ場の機能停止に伴う市街地での汚水溢水による公衆衛生悪化や被災後の浸水被害等の二次被害の防止を図るため、都道府県が設定する「最大クラスの津波」に基づき必要な耐津波化を図ることとなる。

現在、中央防災会議等で今後想定される地震動等の見直しが急ピッチで進められており、これに

より各地の想定津波も大幅に見直されると考えられる。今後は、これらの動向に注視しながら下水道施設の耐津波化に向けた設計に取り組む必要がある。

3.2 下水道施設における耐津波性能

下水道施設においては、管路施設、ポンプ場及び処理場の有する各機能の重要度に応じて求められる耐津波対策が異なる。このため、機能区分別に防護・復旧のあり方を検討することが不可欠である。

よって耐津波性能の設定にあたっては、表-1に示すように、下水道の全体機能を、被災時においても「必ず確保すべき機能」（基本機能）と「その他の機能」に分けて津波への対応策を決定することとした。また、「その他の機能」は、「最大クラスの津波」に対して一時的な機能停止は許容するものの「迅速に復旧すべき機能」と「早期に復旧すべき機能」に細分化し整理した。なお、各機能の定義は以下の通りである。

1)基本機能

下水道施設における下水処理機能は、沈砂、揚水、沈殿、生物処理、消毒、汚泥濃縮、汚泥脱水、汚泥焼却、放流などの機能に分けることができる。これら機能のうち、最も優先的に確保すべき機能（基本機能）は、下水（汚水、雨水）を排除するための揚水機能と消毒機能とした。

これは、発災直後においてもし尿は発生し続け、さらに水道の復旧や震災後の降雨、津波により滞った海水によって下水量が回復あるいは増大することから、発生した下水（汚水、雨水）を排除できなければ、生活空間に下水が滞留することになる。これによって、道路冠水や水系伝染病等のリスクが拡大することになり、被災者等に環境衛生上の危機や災害復旧活動の遅延を招くことになるためである。

よって、被災直後においては、被災者等の生活

空間から、下水の速やかな排除が必要であり、揚水機能の確保が必要となる。また、汚水の場合、排除された下水の消毒は、公衆衛生上必ず実施されなければならないことから、消毒機能（塩素混和池、次亜塩素酸添加装置など）の確保が必要である。

2)全体機能の回復に向けて必要な機能

全体機能を早急に回復させるために、基本機能を除くその他の機能を、「迅速に復旧すべき機能」と、「早期に復旧すべき機能」に分けて整理する。

① 迅速に復旧すべき機能

「迅速に復旧すべき機能」は、最大クラスの津波に対して一時的な機能停止は許容するものの、基本機能の次に優先的に復旧すべき機能とする（処理場の規模等により異なるが、概ね1週間での機能復旧を想定）。

迅速に復旧すべき機能としては、下水を収集し、揚水した後に簡易な処理として実施する「沈殿処理」機能とする。また、沈殿処理に伴い発生した汚泥は、処理水の水質レベルの低下防止や悪臭発生等による環境悪化防止のために定期的に引き抜く必要があり、引き抜き後の汚泥処分作業を軽減するための、汚泥脱水機能もあわせて確保する必要がある。

② 早期に復旧すべき機能

「早期に復旧すべき機能」は、最大クラスの津波に対して一時的な機能停止は許容するもの、できるだけ早期の復旧を目指すべき機能であり、前出の揚水機能及び消毒機能、沈殿処理機能、脱水機能以外の施設（例えば、高度処理施設、汚泥焼却炉など）を復旧するために必要な機能とする。

なお、処理場規模が大きい場合には、全体の復旧に年単位を要することが想定されるため、既存施設を活用した生物処理による応急復旧を行うか、処理系列毎に段階的に本復旧させる等の対応とす

表-1 「最大クラスの津波」に対する下水道施設の標準的耐津波性能

施設種別	管路施設	ポンプ場	処理場		
	機能区分	基本機能			その他の機能
逆流防止機能		揚水機能	揚水機能 消毒機能	沈殿機能 脱水機能	左記以外
耐津波性能	被災時においても「必ず確保」			一時的な機能停止は許容するものの「迅速に復旧」	一時的な機能停止は許容するものの「早期に復旧」

ることが望ましい。

3.3 下水道施設における耐津波対策の考え方

3.3.1 リスクマネジメントに基づく耐津波性能に応じた対応策の選定

下水道施設の耐津波対策を効率的に進めるために、リスクマネジメントに基づき、各機能に求められる耐津波性能（表-1参照）に応じた対応策を講じる必要がある。

本考え方では、下水道施設を構成する単位施設を表-2のように分類した上で、機能の重要度、費用対効果、実施可能性等に応じ、下記の3つの防護レベルから適切なものを抽出することとした。なお表-3は、耐津波性能と防護レベルの関係を表したものである。

①リスク回避

浸水高さ以上に施設を設置又は浸水高以上の防護壁により防護するもので、津波が来襲しても浸水しない構造とするものである。津波に対する防護レベルは最も高く、最も安全な対応策である。

②リスク低減

防水扉又は設備等の防水化により強固な防水構造とする。津波で浸水しても機能は守られる。

③リスク保有

浸水を許容する構造であり事後対応とする。業者との災害時協定等により早期の復旧を図る。

3.3.2 施設の耐津波化例

施設の耐津波化は、各々の機能の重要度から必要とされる防護レベルに応じた対応策を講じる必要がある（図-2）。この際、施設を構造躯体、開口部、機械・電気設備の3つに分けて考える。

構造躯体は、土木構造物、建築構造物またはそれらの複合構造物であり、管理棟などの建屋、水

槽、水路等が該当する。特に流入きよ、放流きよ、ポンプ施設や受変電施設の建屋等「必ず確保すべき基本機能」に係るものや、沈殿施設の水槽、汚泥脱水施設の建屋といった「迅速に復旧すべき機能」に係るものについては、地震力はもとより、最大クラスの津波の波圧、掃流力、漂流物による衝撃力等にも耐える構造（崩壊しない構造）とすることが求められる。

開口部は、構造躯体に設置された窓や扉、ダクト等であり、津波被災時には海水等の浸入口となるため、特に「必ず確保すべき基本機能」を守るために必要な箇所については、浸水高さ以上に設置したり、防水構造（防水扉）としたり、開口部を防護壁で防護する等の対策が求められる。

機械・電気設備は、屋外に設置するものと屋内に設置するものがあるが、水に対して非常に脆弱であることから、特に屋外に設置するものや排水機能の確保する上で必要なものについては、浸水高さ以上に設置することが望ましい。これが現実的でない場合は、構造躯体や開口部の対応策を講じたり、予備機を確保する等の対策が求められる。

4. まとめ

下水道地震・津波対策技術検討委員会は、平成24年3月22日の第7回委員会をもって、全ての審議を終了した。今後、委員会で審議された4つの提言等をより具現化し、下水道事業者が円滑に施設の耐津波化を実施することができるよう設計手法を確立し、耐震設計指針等に反映させる予定である。

表-2 機能区分ごとの単位施設等の例

機能区分	耐津波性能※	単位施設	機能を確保するための設備等	備 考
逆流防止機能	○	樋門施設	ゲート設備、計装用電源設備、これらに係る躯体	
揚水機能	○	揚水施設	汚水ポンプ設備、雨水ポンプ設備、放流ポンプ設備、特高受変電設備、受変電設備、自家発電設備、制御電源及び計装用電源設備、これらの設備に係る躯体	
消毒機能	○	消毒施設	消毒設備、これに係る躯体	簡易な薬液タンクを用いること等による機能確保でも可
沈殿機能	●	沈殿施設	最初沈殿池設備、これに係る躯体	
脱水機能	●	脱水施設	汚泥脱水設備、これに係る躯体	近隣の下水処理場での汚泥受入等による機能確保でも可

※○：被災時においても「必ず確保」、●：一時的な機能停止は許容するものの「迅速に復旧」

表-3 耐津波性能に応じた防護レベルと対応策（最大クラスの津波の場合）

耐津波性能	必ず確保	迅速に復旧	早期に復旧
防護レベル	高 ←	中	→ 低
対応策	リスク回避 ※やむを得ない場合は「リスク低減」	リスク低減	リスク保有
	浸水しない構造 (浸水高さ以上に設置 又は、浸水高以上の防護壁により防護) ※やむを得ない場合は「強固な防水構造」	強固な防水構造 (防水扉 又は 設備等の防水化)	浸水を許容

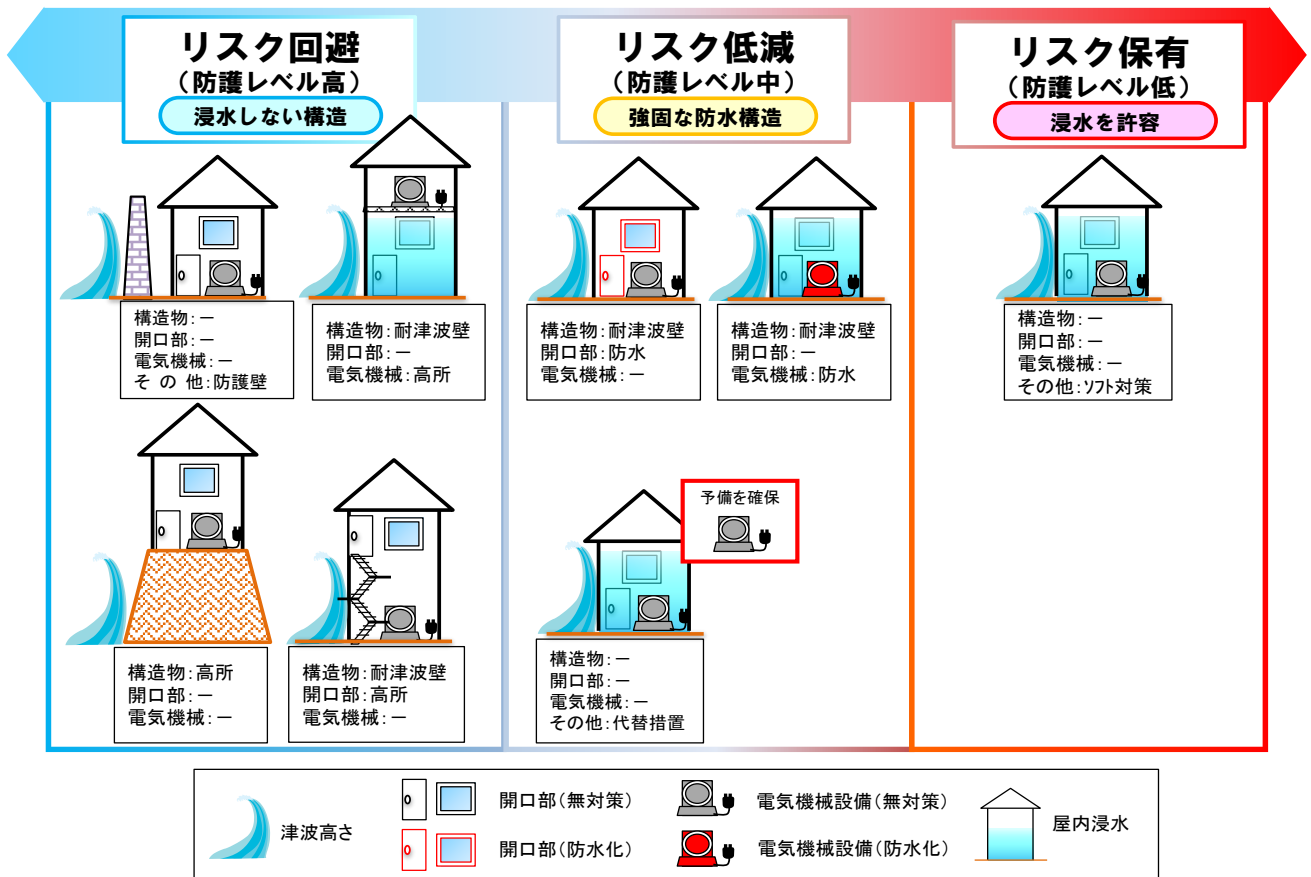


図-2 最大クラスの津波に対する防護レベルと対応策の事例

参考文献

- 1) 下水道地震・津波対策技術検討委員会：下水道地震・津波対策技術検討委員会最終報告書、2012.4
- 2) 国土交通省ホームページ：「耐津波対策を考慮した下水道施設設計の考え方」について、http://www.mlit.go.jp/report/press/mizukokudo13_hh_000154.html 2012.3.14

深谷 渉*



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主任研究官
Wataru FUKATANI

松橋 学**



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研究官
Manabu MATSUHASHI

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