

## 東日本大震災 復興に向けた下水道機構の取り組み

本機構では、震災発生直後の現地調査や支援活動を始めとして、主に公衆衛生や被災時の初期対応などの危機管理等に関する調査研究に取り組んでいます。特に今回の地震では、沿岸部に位置する処理場およびポンプ場の津波による壊滅的被害や、東北地方から関東地方にかけて広範囲で液状化による管路の被害が発生するなど多くの下水道施設が被害を受けたことから、被災した現地に出向き現場の生の声を聞くなどにより課題を明らかにし、その対策を検討してきました。これらの調査研究では、今後の耐震及び耐津波対策に関する指針類改訂のあり方や、下水道BCP策定マニュアルの改訂等といった国交省の政策について支援し、成果を上げてきています。また、急務となっている耐津波対策については、昨年度から、神奈川県横須賀市と津波シミュレーションを活用した下水処理施設の耐津波対策の共同研究を開始しています。さらに、これまで下水道機構が審査証明してきた耐震化技術についても普及を進めています。汚泥のエネルギー化技術などエネルギー関連についても取り組んできました（エネルギー関連の内容は前号で紹介しています）。

### 調査・支援

下水道機構では、現地調査を実施し、被災自治体の支援を行うとともに、被災した自治体からのヒアリング等を通じ、今回の地震による課題を確認しました。

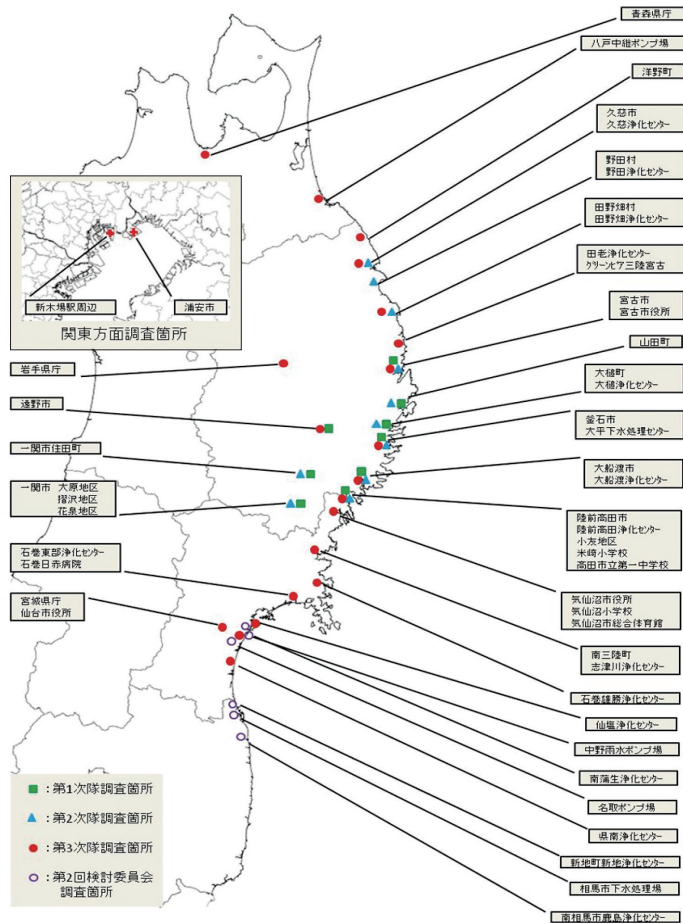
#### ●現地調査

- 第一次調査（平成23年3月19～24日）：国交省からの要請を受け被害調査  
調査箇所：岩手県一関市，陸前高田市，大船渡市，釜石市，大槌町，山田町，宮古市
- 第二次調査（平成23年3月23～26日）：国交省からの要請を受け被害調査  
調査箇所：岩手県一関市，住田町，陸前高田市，大船渡市，釜石市，洋野町，久慈市，野田村，田野畑村，宮古市，山田町，大槌町
- 東京湾岸部調査（平成23年3月16日）：液状化による被害調査  
調査箇所：千葉県浦安市，新木場

- 第三次調査（平成23年4月17～23日）：主に公衆衛生調査
- 現地調査（平成23年8月11日・29日，9月13・14日）：主にBCPの観点から事前対策・事後対応状況等調査  
調査箇所：宮城県仙台市，東松島市，多賀城市，気仙沼市，釜石市，石巻市，岩手県大槌町，山田町，他
- 復旧状況調査（平成24年1月11日）：主に処理場の復旧状況調査  
調査箇所：宮城県山元町

#### ●調査結果

- 津波による被害状況
  - ・津波被害のあった処理施設は長期に及ぶ機能停止が発生した。
  - ・浸水により電気機械設備の水没被害が特徴的であった。
  - ・漂流物による建築物への直接的被害も多く見受け



現地調査箇所



被災地での管路調査（岩手県）



避難所での公衆衛生調査（気仙沼市）



津波漂流物による被害



下水道地震・津波対策技術検討委員会  
下水道BCP策定マニュアル検討委員会

られた。

- ・沿岸部に近い施設では波力による構造物への被害も確認された。

○液状化による被害状況

- ・東京湾岸部にて多くの管路被害が見受けられた。
- ・管きょ及び人孔内への土砂堆積が発生し、管路の流下機能が一時停止した。

○被災時の公衆衛生状況

※長期に下水道が使用できないことから調査

- ・避難所への災害用トイレの設置は震災後1か月が経過していることから概ね確保されていた。（支援自治体からの提供などによる対応が確認された）
- ・感染症などの発生は確認されなかった。（医療支援チーム等の貢献が大きい）

○事前準備、事後対応状況（BCP関連）

- ・津波による被害想定がされていなかった。
- ・広域かつ長期的な被害に際しての電源確保や支援体制の構築が図られていなかった。

このうち、下水道BCPの観点から実施した「事前対策・事後対応状況調査」と東北地方から関東地方にかけて広範囲で発生した管路の「液状化被害状況調査」について、詳しく報告します。

●「事前対策・事後対応状況調査」

被災直後の公衆衛生を含め、下水道BCPの観点における事前対策及び事後対応状況や溢水被害状況等について、自治体を対象にヒアリング調査を実施しました。

【調査結果概要】

- マンホールトイレを設置・整備をしていたが、一部で津波による被害を受けた。また、仮設トイレとの併用での対応を行っていた。
- 下水道が使用できないため、下水道使用自粛要請を行った自治体もあった。実施期間も2～3ヶ月と長期に及ぶものもあった。



- 全国支援ルールの中に、仮設トイレやバキュームカーの手配、仮設ポンプ、発電機等の支援項目を加えてほしい等の声もあった。
- 下水道BCPの策定は行っていなかったが、策定していた非常時対応計画が機能したケースがあった。逆に下水道BCPを策定していたが、機能しなかったケースもあった。
- 支援チームの受け入れ準備が十分でなかった。逆に支援チームの装備が十分で無いケースも見られた。
- 非常時対応においては当初、流域（県）との連携が十分でなかった。
- 津波による被害は想定していなかった。津波による被害は甚大で通信途絶や浸水のため下水処理場等へ寄りつけない等の問題が発生した。

調査結果にあるように、今回の地震では、通信網が長期間にわたってマヒしたため、被害の把握、復旧資材の調達、復旧人員の参集が遅れました。今後は、一定規模の災害が発生した場合において、民間との協定などにより支援要請なしでも対応できる体制の構築などが求められます。

さらに、広域かつ大規模災害のため、被災地全域で燃料不足や水没処理場の排水作業等に遅れが発生しました。被災地以外からの支援ルールの確立や独立電源の確保などが必要と考えられます。

一方、初期対応が成功した事例も確認できました。

震災後に地震動で放流ゲートが閉じて、その後の津波で開放不能となった仙台市の南蒲生浄化センターでは、流入汚水が放流できず処理場が水没する危険性が



市街地の電柱が津波で倒壊



仮設発電機の設置状況



放流ゲートの撤去による一次放流ルートの確保

ありましたが、震災後、直ちに一時放流ルートの確保を行い危機回避しました。これは、BCPの策定作業を通じて、最優先業務を関係者全員が把握していたことによります。

今回の調査は、下水道BCP策定の重要性を改めて認識される結果でありました。また、下水道施設への耐津波対策の必要性が十分に認識される結果となりました。

#### ●「液状化被害調査」

東日本大震災では、東北地方から関東地方にかけての広範囲で、道路、河川などのライフライン施設、家屋等に大きな被害が生じており、下水道施設にも甚大な被害が発生しました。国土交通省下水道部では「下水道地震・津波対策技術検討委員会」（委員長：濱田政則早稲田大学教授）を設立し、東北地方から関東地方にかけての広域かつ多様な被害の全容を明らかにするための調査が実施され、下水道機構としては、液状化

被害が発生した自治体への被害内容と対応についてのヒアリング調査等を行っています。液状化被害の状況については、検討委員会報告書に掲載されていますので要約をご紹介します。

〔検討委員会報告書の要約〕

（東北地方）

- ・埋戻し部の液状化被害による道路陥没やマンホールの突出などが広範囲の地域で発生した。
- ・最大の震度7を計測した栗原市では、現状の液状化対策（碎石埋戻し、埋戻し土の固化）の有効性が確認された。一方で対策を実施した数箇所では、再被災が発生した。これは、施工管理が原因と考えられ、今後は施工管理の見直しが必要である。



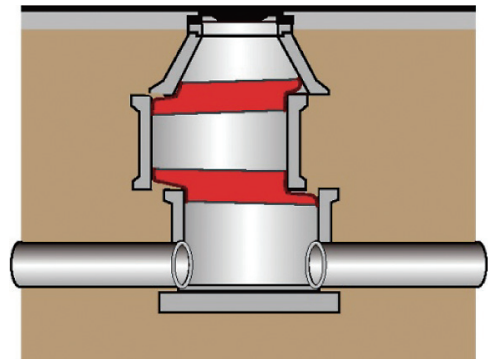
柴田町の人孔の突出，道路陥没

（関東地方）

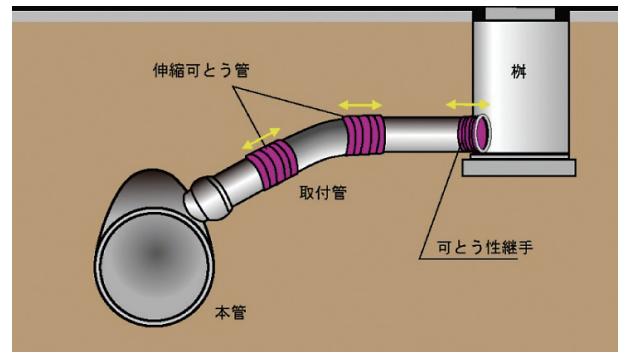
- ・東京湾岸部での海域，及び利根川下流域での海岸平野・三角州（旧河道）等の人工改変地区で液状化が発生し，地域全体が全面的に液状化する周辺地盤の液状化現象が見られた。
- ・管路内への土砂流入が下水道の流下機能阻害の主な原因であった。今後は，土砂の流入を防止するため管きよの可とう性，伸縮性の向上と，マンホール躯体のズレ防止を施すと共に，道路，宅地，他のインフラも含めた液状化を防止するための多面的・総合的な対策の検討や事後対応として管路清掃業者との連携体制を構築する必要がある。



千葉市の人孔内の噴砂堆積状況



マンホール躯体のズレ及び土砂流入防止



取付管及び継手の可とう性，伸縮性対策

## 対策等の調査研究

調査やヒアリング等から見えてきた課題について、本機構では以下の調査研究に取り組みました。

### ●下水道施設の地震・津波対策技術検討に関する調査

東日本大震災による下水道施設の被害の特徴や被害原因を分析するとともに、これらの緊急措置や応急復旧等の実態を把握することにより、これまでの下水道



地震対策の考え方に対して見直すべき事項や新たに追加すべき事項を明らかにし、東日本大震災における下水道施設の被害傾向や緊急措置や応急復旧等の実態把握により、今後の耐震及び耐津波対策に関する指針類改定等のあり方を示しました。

※国交省の政策支援として実施しました。本調査は、本誌特集3にも、掲載していますのでご覧下さい。

●下水道BCP策定マニュアル改訂に関する研究

下水道事業に係る事業継続計画（BCP）については、平成21年に地震を対象とした策定マニュアルを国土交通省が策定し、地方公共団体による策定を推進してきました。しかし、東日本大震災では、従来想定していなかった津波による施設の浸水・損傷や、長期に及ぶ停電や燃料・薬剤不足が生じました。本業務では東日本大震災で明らかになったこれらの課題を踏まえ、下水道BCP策定マニュアル（地震編）の改訂を行いました。

今回の教訓を活かした改訂事項としては、津波による被害想定とその対応、広域かつ長期的な被害に対する対応が主な点となります。

また、下水道BCPを策定する上で重要な点としては、以下が重要なポイントとなります。

- ①地震・津波の被災事例により、下水道施設がどのような被害を受けるかイメージし、様々な被災シナリオを設定する
- ②実際に機能するように被災シナリオに対して、具体的な対策を立てる
- ③一部の防災担当者だけでなく、関係部署の者が時間を掛け一緒に検討を行う
- ④緊急時の訓練を定期的に行い、実践度を高めていく（常に危機意識を持つ）

※国交省の政策支援として実施しました。本研究は、本誌特集3にも、掲載していますのでご覧下さい。

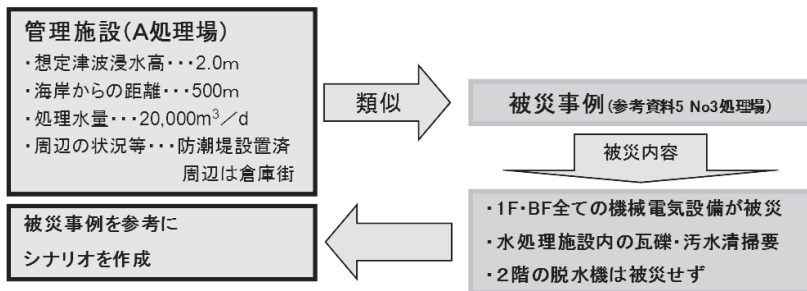
●津波シミュレーションによる被害想定等の共同研究

横須賀市下水処理場等の効率的な地震・津波対策基本計画の立案を目的として、数値解析シミュレーションを用いた津波被害の予測手法と対策効果の確認手法について2カ年（平成23～24年度）で検討を行うものです。

今回の地震では、津波により沿岸部に位置する処理場の多くが壊滅的な被害を受けました。

津波による被害要因は、波力による被害、浸水による被害、漂流物による被害となります。

「耐津波対策を考慮した下水道施設設計の考え方」



No.	海岸からの距離 m	都市名	処理場名	処理能力 (日最大) m <sup>3</sup> /日	周辺の状況等	施設名称	施設の被災箇所	施設の浸水高 m	被災対象工種	被災程度 損傷 機能 状況 状況	補足説明
3	0~500	釜石市	太平下水処理場	17,000	海岸の防潮堤整備済み。 周辺はオイルターミナルや倉庫街。 処理場内外から車や瓦礫が水溜などに流入した。	管理棟	1F・BF全機械電気設備	1F+2.8	建築・機械・電気	C c	監視装置は2階で被災せず
						着水井	制御盤	FL+0.6	電気	C c	
						最初沈降池	覆蓋・全機械電気設備	FL+1.7	土木・機械・電気	C c	内部の瓦礫・汚水清掃必要
						反応タンク	散気装置部分損傷	FL+2.1	機械	B b	内部の瓦礫・汚水清掃必要
						最終沈降池	全機械電気設備	FL+2.9	土木・機械・電気	C c	内部の瓦礫・汚水清掃必要
						消毒設備	薬注全設備・ゲート	FL+2.9	機械・電気	C c	内部の瓦礫・汚水清掃必要
						管内管渠	—	—	—	A a	—
						排水機	—	—	—	A a	—
						消化設備	全機械電気設備	GL+3.2	機械・電気	C c	ガスタンク・ボイラー等含む
						濃縮槽	揺動駆動機	FL+2.9	機械・電気	C c	許容値含む。清掃必要
						脱水機	—	0	—	A a	2階のため被災せず
						最初沈降池	電気設備	(FL+)1.5 (FL-)1.4	機械・電機	C c	構体壁等浸水
						4	野田村	野田浄化センター	1,200		管理棟
汚水ポンプ	現場制御盤、水位計	2.7	電機	B b							
脱水機	ホッパー制御盤	2.7	電機	C c							
15	南相馬市	鹿島浄化センター	1,400	海岸と処理場の間に野球場があり、漂流物が運ばれ	管理棟	全体	2.8	建築・機械・電機	B c	本置の揺れによる1階によるコントロール装置の流失、監視室の存続。漂流物による濃縮槽により現場操作盤が破壊。浸水により水位計が水没。	
					汚水ポンプ	現場制御盤、水位計	2.7	電機	B b		
					脱水機	ホッパー制御盤	2.7	電機	C c		

津波を原因とした被害想定イメージ



波力による被害状況

処理場の被災箇所（国土交通省資料）

	平成23年3月16日	平成24年5月7日
被災した処理場数	120	120
稼働停止	48	2
応急対応中	—	12

については、平成24年3月に国土交通省より提言として示されました。

①想定すべき津波

発生頻度は極めて低いものの、甚大な被害をもたらす津波として、あらゆる可能性を考慮した最大クラスの津波を想定する。

②対策目標

◆必ず確保すべき機能：揚水機能，消毒機能，逆流防止機能

◆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：沈殿機能，脱水機能

◆一時的な機能停止は許容するものの早期に復旧すべき機能：上記以外

最大クラスの津波の発生確率は極めて低く，地方自治体では，厳しい財政状況のなか，効率的な津波対策が求められており，効率的な津波対策計画の立案と対策実施には精度の高い津波被害予測手法等が必要となりますが，現状で津波被害予測手法等は確立されていません。

このため，効率的な耐津波対策の立案を目的とした数値解析シミュレーションを用いた下水処理場の耐津波対策の共同研究を実施しています。

※同研究は，本誌の新研究のテーマにも，掲載しますのでご覧下さい。

**建設技術審査証明事業における耐震化技術**

建設技術審査証明（下水道技術）事業における耐震化技術は，「下水道施設の耐震対策指針と解説－2006年版－社団法人日本下水道協会」の以下に示す三つの

	技術名	技術保有企業
①	アースドレーン工法	機動建設工業(株)
	フロートレス工法	日本下水道サービス(株)，日本ヒューム(株)，日本工営(株)
②	GR工法	積水化学工業(株)
	耐震一発くん	東京都下水道サービス(株)，(株)シーメック，日本ヒューム(株)
	既設管の耐震改良方法	帝国ヒューム管東日本(株)，吾嬭ゴム工業(株)
	ワンダーM	(株)湘南合成樹脂製作所
	既設人孔耐震化工法	東京都下水道サービス(株)，日本ヒューム(株)，(株)ハネックス
	マグマロック工法	東亜グラウト工業(株)，藤村ヒューム管(株)
	大口径既設管耐震化工法※	東京都下水道サービス(株)，日本ヒューム(株)，(株)コンセック，日本工営(株)
	ESジョイント	(株)ハネックス
	ESジョイント	日本ゼニスパイプ(株)
	NCラバーコーン	(株)ニチコン
	MNジョイント	(株)ニチコン，日本高圧コンクリート(株)
	サンタックキャップU-FD型	日本ステップ工業(株)，早川ゴム(株)
	Newホールタイト	シー・アール・ケイ(株)
	AZラバージョイント	吾嬭ゴム工業(株)
	スパーサージョイントSR	(株)サンリツ，(株)信明産業，サンエス護謨工業(株)
	サンタックキャップ	早川ゴム(株)，日本ステップ工業(株)
	サンタックキャップFD型	早川ゴム(株)，日本ステップ工業(株)
	スパーサージョイントNⅢ	(株)サンリツ，(株)信明産業
	スパーサージョイントNⅡs	(株)サンリツ，サンエス護謨工業(株)
スパーサージョイントDR	(株)サンリツ，西部ポリマ化成(株)，サンエス護謨工業(株)	

	技術名	技術保有企業	
③	DCJボックスカルバート	日本コンクリート(株), 早川ゴム(株), 丸栄コンクリート工業(株)	
	IBボックスカルバート	ジオスター(株)	
	TSKJ工法	(株)ヤマックス	
	IBボックスカルバート IB50Rタイプ	(株)ホクコン	
	SJ-BOX	日本ゼニスパイプ(株)	
	FJボックスカルバート※	(株)ホクエツ	
	MMSボックスカルバート※	鶴見コンクリート(株)	
	④	パルテムSZ工法	芦森工業(株), 芦森エンジニアリング(株)
エポフィット工法		四国環境整備興行(株)	
FFT-S工法		タキロンエンジニアリング(株)	
オメガライナー工法		東京都下水道サービス(株), 積水化学工業(株), 足立建設工業(株)	
ポリエチレン・ コンパクトパイプ工法		エフアールビーサポートサービス(株), (株)オクムラ道路, 大幸道路管理(株) 藤野興業(株), 三菱樹脂(株)	
EX工法		(株)大阪防水建設社, クボタシーアイ(株)	
ダンビー工法		クボタシーアイ(株), (株)クボタ工機, (株)大阪防水建設社	
PFL工法		エフアールビーサポートサービス(株), (株)オクムラ道路, 大幸道路管理(株) タキロンエンジニアリング(株), 藤野興業(株), (株)ヨシダ	
3Sセグメント工法		(株)湘南合成樹脂製作所, 前田建設工業(株), 西松建設(株), 日本ヒューム(株)	
SPR工法		東京都下水道サービス(株), 積水化学工業(株), 足立建設工業(株)	
パルテム・フローリング工法		芦森工業(株), 芦森エンジニアリング(株)	
RPC工法		(株)竹中土木, 鶴見コンクリート(株)	
KanaSlip工法		カナフレックスコーポレーション(株)	
ファイン工法 (被膜鞘管工法)		東亜グラウト工業(株), (株)イセキ開発工機, カジマ・リノベイト(株) 積水化学工業(株)	
SPR工法 (自立管タイプ)		東京都下水道サービス(株), 積水化学工業(株), 足立建設工業(株)	
ホースライニング工法		芦森工業(株), 芦森エンジニアリング(株)	
⑤		サンタック支管	日本ステップ工業(株), 早川ゴム(株)
		メカニカル固定式 ゴムシール型可とう支管	(株)サンリツ, (株)信命産業, クボタシーアイ(株), 積水化学工業(株) 三菱樹脂(株)
	QE支管 (クイックイージー支管)	アロン化成(株)	
⑥	ラバーネットジョイント	シバタ工業(株)	
	プラス工法	ライト工業(株)	
	EXP工法	大林道路(株), 東亜グラウト工業(株), (株)イセキ開発工機	

※平成23年度建設技術審査証明を受けた新規技術

考え方を取り入れた技術です。

- ①液状化によるマンホールの浮上抑制技術(2技術)
  - ②管きょとマンホールとの接続部の耐震化技術(20技術)
  - ③ボックスカルバートにおける継手部の耐震化技術(7技術)
- これに加え「管きょ更生工法の耐震設計の考え方(案)と計算例 平成20年9月 社団法人日本下水道協会」に対応した、以下に示す3技術があります。
- ④管きょ更生技術(16技術)
  - ⑤取付管を可とう化する技術(3技術)
  - ⑥その他の技術(3技術)
- ※⑤, ⑥に明確な基準は無い

表は, ①~⑥に該当し, 審査証明事業において証明している技術です。

また, 既に審査照明された耐震技術については, 震災時の効果を確認するために, 依頼者(開発者)が行った地震後の効果確認調査の結果を変更・更新時の参考資料として報告書に記載することを依頼者に促しています。まだ十分に調査が進んでいない状況ですが, 自治体が技術を採用するにあたり, 参考になるものと考えておりますので, さらに働きかけていきたいと考えております。

現在, 参考資料に調査結果を掲載している技術は, フロートレス工法, ダンビー工法, 3Sセグメント工法, パルテム・フローリング工法となっています。