

2) 地盤沈降による被害

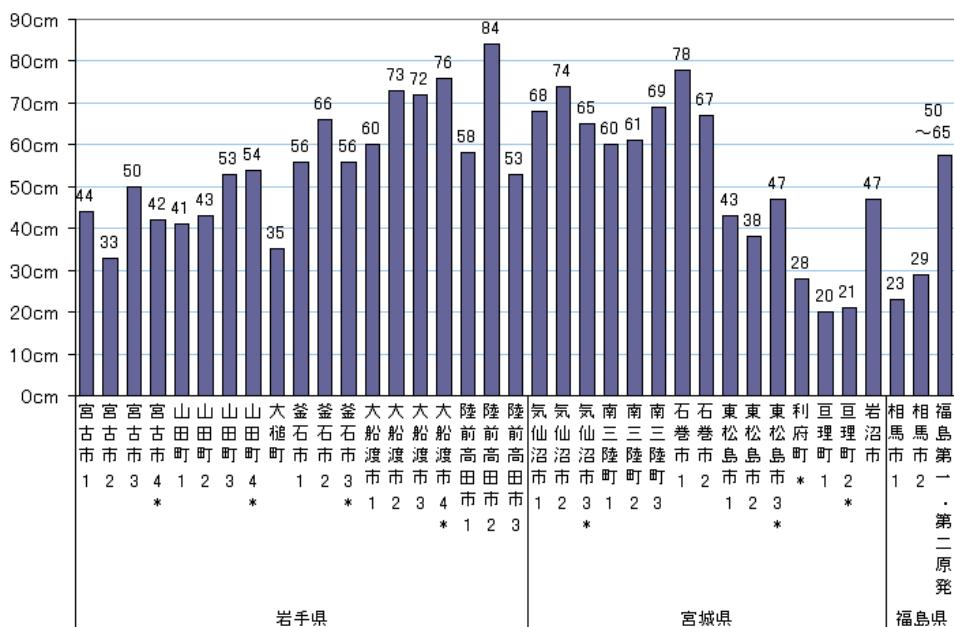
①地盤沈降の概況

東北地方太平洋沖地震の影響で、東北地方の太平洋沿岸地域において顕著な地盤沈降（地震動による地盤の沈下：地盤沈降、液状化による地盤の沈下：地盤沈下と定義）が確認されている（国土地理院による電子基準点の解析結果より）。国土地理院が実施した（2011年4月5～10日）太平洋沿岸の28点の水準点・三角点における詳細な標高変動量調査を図I-1-55に示す。

震源地に近い岩手県、宮城県、福島県の太平洋沿岸地域の調査地点で、20～94cmの地盤沈降が観察されている。特に、震源に近くなると、地盤沈降量が大きくなる傾向にある。

国土地理院によると、太平洋に位置する海底プレートが隆起した反動で、陸側の地盤が軒並み沈降。プレートのずれが南北約400キロと大規模だったことから、地殻変動が広範囲に及んだと報告されている。

また、地盤沈降の影響で、満潮時や降雨時に沈降した沿岸部で浸水や冠水が発生し、交通への支障や復旧活動への影響等が生じている。

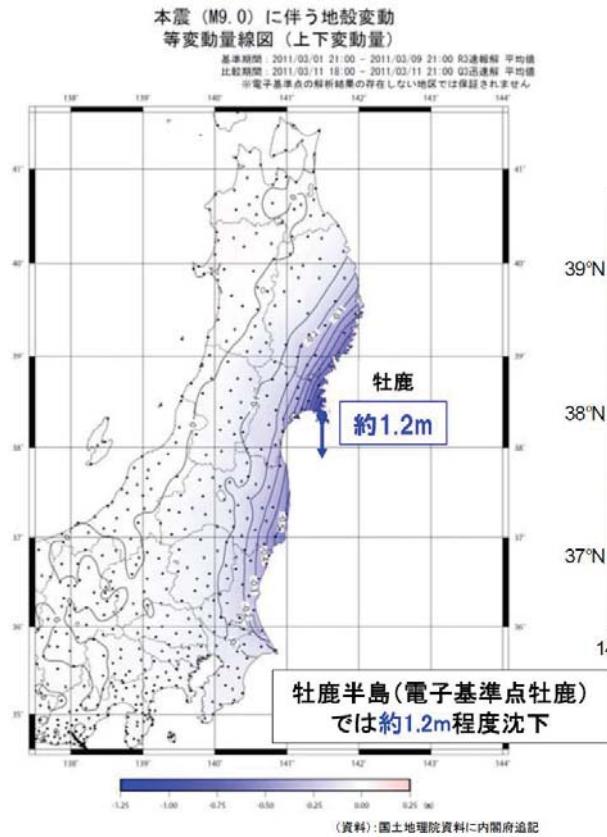


(注)電子基準点(*)の精度は約1cm、他の水準点・三角点の精度は約10cm

(資料)国土地理院「平成23年東北地方太平洋沖地震に伴う地盤沈下調査結果について」(2011年4月14日)

東京新聞2011.7.9(福島第一・第二原発についての東京電力発表値)

図I-1-55 東日本大震災被災地の地盤沈降量



震源のほぼ真上の宮城県沖 の海底約3メートル隆起

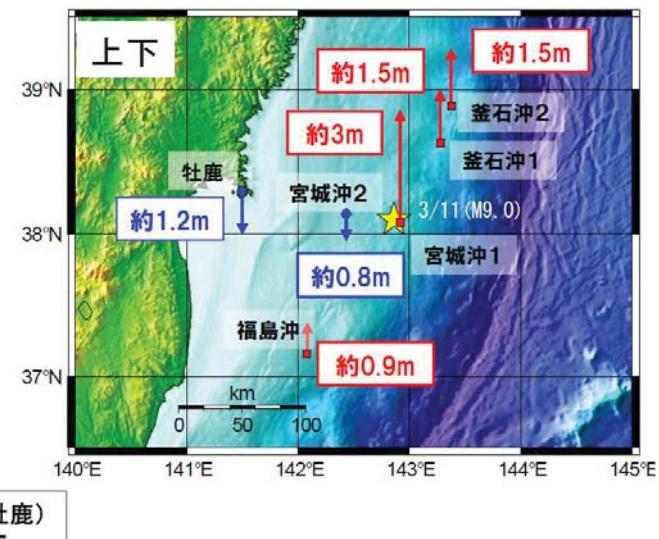


図 I-1-56 地殻変動状況（上下変動）

出典：東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会
報告（参考図表集）（平成23年9月28日、中央防災会議）

被害の大きかった石巻市では、満潮時や大潮時において市内の各所で道路の冠水被害が生じた。これらの対策として、仮堤防の築造や、道路の嵩上げ等が講じられているが、地域によっては潮位の変動によって冠水の解消には至っていない。



地盤沈下による道路冠水状況（1）



地盤沈下による道路冠水状況（2）

写真 I-1-21 地盤沈降による被害（石巻市）

②地盤沈降による下水道の被害

広範囲な地盤沈降により、下水道施設にも大きな被害及び影響が生じている。

直接的な被害としては、下水道管きよの勾配不良により自然流下による排水ができなくなった事例や、雨水ポンプ場等の放流口が海面以下となり排水に支障をきたしている事例がある。

また、地盤沈降に伴う冠水及び浸水、湧水の噴出等により、大量の水が下水道管きよへ流入し、マンホールからの汚水溢水やポンプ場等への過負荷を生じさせている。

これら被害傾向より、特にポンプ場等の放流口高さの設定には、放流水面と吐き口との高さを確保するために、沈下量を想定した設計を行うなどの対策が必要である。

表 I-1-37 地盤沈降による下水道施設被害

	自治体	地盤沈降量	下水道施設被害		
			管きよ	ポンプ場	処理場
岩手県	宮古市	33～50 cm	勾配不良	—	—
	山田町	41～54 cm	勾配不良	(ポンプ場なし)	—
	大槌町	35 cm	勾配不良、侵入水	(ポンプ場なし)	—
	釜石市	56～66 cm	勾配不良	自然排水不可	—
	大船渡市	60～76 cm	勾配不良、浸水	—	—
	陸前高田市	53～84 cm	勾配不良	—	自然排水不可
宮城县	石巻東部	～ cm	侵入水	—	—
	気仙沼市	65～74 cm	勾配不良	自然排水不可	—
	南三陸町	60～69 cm	勾配不良	—	—
	石巻市	67～78 cm	勾配不良、侵入水、 浸水	自然排水不可	—
	東松島市	38～47 cm	勾配不良	—	—
	利府町	28 cm	—	—	—
	亘理町	20～21 cm	—	—	—
	岩沼市	47 cm	—	—	—
	相馬市	23～29 cm	—	—	—

* ヒアリング調査による。

(4) 液状化対策工法の被害状況と今後の課題

液状化現象という言葉が一般的に知られるようになった新潟地震（昭和 39 年）以降、阪神淡路大震災や釧路沖地震、最近では新潟県中越地震や能登半島地震において、下水道管きよのたるみや埋戻し部の沈下、マンホールの浮上など、液状化による下水道管路施設の被害が発生している。

下水道管路施設のこれら被害は、下水の流下阻害による下水道サービスの停止や交通障害等の社会的影響を招くことから、国では積極的な地震対策の推進に取り組むとともに、官民においては効果的な耐震化技術の研究が実施してきた。

しかしながら、下水道管路施設の地震対策は途についたばかりであり、耐震化率は 14%（平成 9 年指針策定以前に工事発注された重要な幹線の耐震化状況：平成 21 年度末）と未だ低く、また種々の液状化対策工法の効果についても不明な点が多い。

ここでは、管きよの埋め戻し 3 工法及び既存マンホールの液状化対策工法を中心に、東日本大震災による被害状況を整理するとともに、今後の普及に向けた課題を整理する。

1) 下水道管路施設における液状化対策工法

下水道管路施設の液状化対策工法は、下水道施設の耐震設計指針と解説—2006 年版—（以下、耐震指針）に記載がある。

管きよの液状化対策工法としては、新潟県中越地震時（平成 16 年度）に設置された下水道地震対策技術検討委員会で緊急提言された、図 I-1-57 示す、埋戻し土の締固め、碎石等による埋戻し、埋戻し土の固化の 3 工法（以下、「埋戻し 3 工法」）がある。

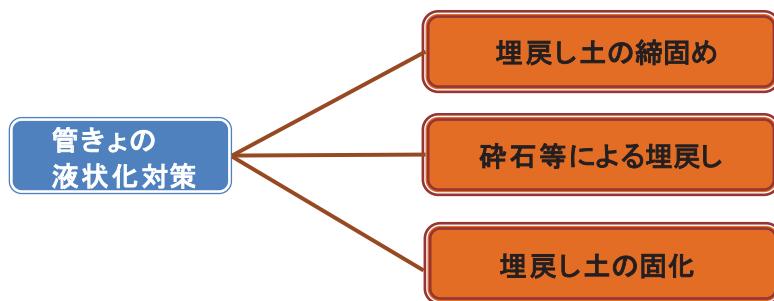


図 I-1-57 管きよの液状化対策工法

マンホールの液状化対策工法については、新設時に耐震化する場合と既存施設を耐震化する場合で、採用する工法が区別されており、新設時については、図 I-1-58 に示す通り、液状化発生防止対策と被害軽減対策の 2 つに区分した上で、液状化発生防止対策として 2 工法、被害軽減対策として 5 工法が紹介されている。

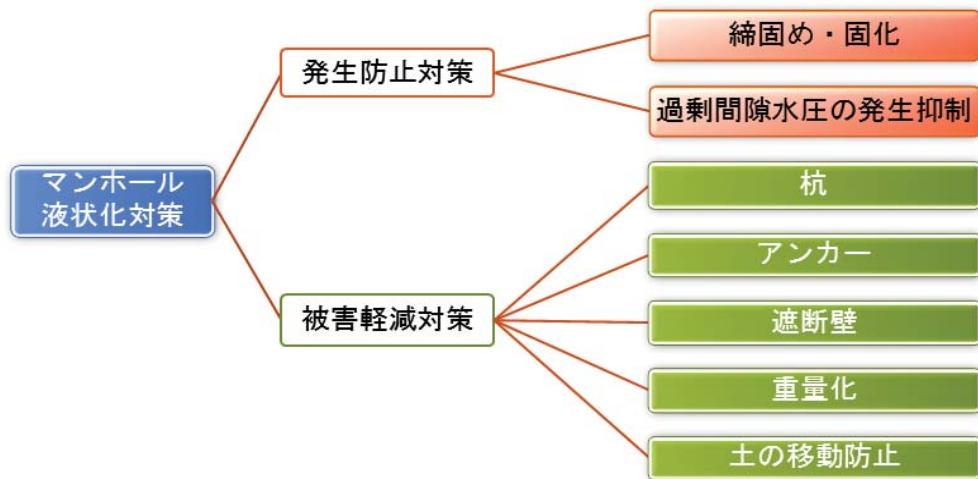


図 I-1-58 新設の場合の液状化対策工法

既存施設については、図 I-1-59 に示す通り、液状化発生防止対策と被害軽減対策の 2 つに区分した上で、液状化発生防止対策 2 工法、被害軽減対策 2 工法が紹介されている。

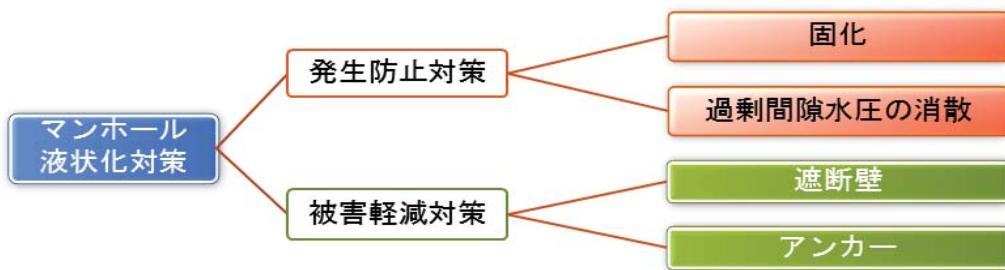


図 I-1-59 既存施設の液状化対策工法

2) 東日本大震災における埋戻し3工法等の現状と課題

① 埋戻し3工法等の施工状況と被害状況

a. 埋戻し土の締固め

本工法は、管きよの埋め戻し部の締め固め度を90%以上確保することで、地震時の液状化を抑制するものである。通常の下水道埋設方法とほぼ変わらず、また特別な技術も必要なく、安価で高い効果が得られるため、発注者としては選択しやすい工法の1つである。

今回の地震の被災地における本工法の施工状況について、液状化対策としての施工実施例は確認されていないが、宮城県及び福島県の道路土工の施工基準として「路床における締め固め度90%」(以下、道路基準)があることから、道路基準に基づく締め固め度は確保されていたと推定される(図I-1-60)。

道路土工		液状化対策	今回の施工
90%以上	舗装	90%程度以上	90%以上
	路盤		
90%以上	路床	90%程度以上	90%以上
85%以上(90%以上)	路体	90%程度以上	85%以上(90%以上)
	下水道管	90%程度以上	管周辺は遵守されていなかった

※()内は、RI計器を用いた盛土の締固め管理を行った場合

図I-1-60 締固め基準

しかしながら、道路基準が設定されていた箇所における下水道管きよの一部で、路面異常やたるみ等の被害が確認されている。

これは、道路基準が「路床」及び「路体」に設定されていることから、路体下の管きよ基礎やその埋戻し部に対して、その基準値が遵守されていなかったためと考えられる。よって、下水道管きよの液状化対策を行う際には、より厳しい施工管理が必要と考えられる。

また、一般に管きよの管側部(管きよの側面部)は転圧のための機械に入るスペースがないこと、塩化ビニル管の場合には特に管頂部(管きよの直上部)の施工においてオーバーコンパクション現象が生ずることがあること、土質によっては締め固め度90%の確保が困難なことがあるなど、締め固め工法の施工に当たっての課題が多く残されている。

b. 碎石等による埋戻し

本工法は、埋戻し部が液状化しないよう、埋戻し材料に碎石を用いる方法であり、小口径管きよで

は、多くの場合、碎石に対応可能なりブ付き塩ビ管が用いられる。

リブ付き塩ビ管の施工方法は、管周りのみを碎石に置換する方法が標準（JSWAS K-13）であるが、液状化対策を目的とする工法では、地下水位以深（もしくは埋戻し部全部）を碎石で埋戻すことが最も重要である（図 I-1-61）。

本工法の採用箇所は、東日本大震災の被災地内では極僅かで、震度7を記録した栗原市の一帯地域（築館）で採用されている程度である。

本地区では、同一路線上に、前出の標準施工箇所と液状化対策施工箇所が存在する。今回の震災では、標準施工箇所で車両通行が不可能となる大きな路面異常が発生したが（写真 I-1-22）、液状化対策施工箇所では、路面が若干沈下した程度の被害であり（写真 I-1-23、写真 I-1-24）、その効果が確認された。

ただし液状化対策を施工した一部の管きょ（約20m）で、被害程度は小さいものの、管きょのたわみ及び路面異常が発生しており、その原因究明のための調査を行った。

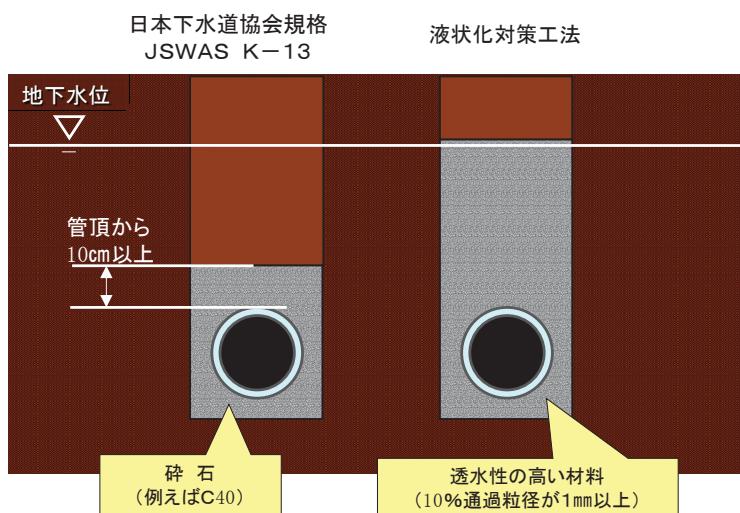


図 I-1-61 碎石による埋め戻し方法



写真 I-1-22

標準施工（未対策）



写真 I-1-23

液状化対策施工（被害なし）



写真 I-1-24

液状化対策施工（被害有り）

調査にあたっては、対策済みながら若干の被害が確認された管きょについて、施工時の工事書類確認と当時の工事担当者へのヒアリングを実施した。この結果、使用した碎石の種類と、施工時の矢板引き抜きに関して問題があると推察された。

使用する碎石については、耐震指針において透水性の高い材料として $D_{10} \geq 1 \text{ mm}$ の材料を推奨しているが、現場で使用されていたのは $D_{10} \geq 600 \mu\text{m}$ であり、細粒分が多く含まれていた。このため、液状化時の過剰間隙水圧の消散効果が低下し、被害につながったものと推察された。

矢板の引き抜きについては、引き抜きに伴い地山と埋戻し部に空隙が生じ、埋め戻し部の締め固めが緩んだ可能性が、当時の施工担当者により示唆されている。

c. 埋戻し土の固化

本工法は、埋戻し土に石灰やセメント系の固化剤を添加することで、埋戻し土の液状化を抑制しようとするものである。

今回被災地の中では、栗原市と東松島市で施工実績がある。両市の施工延長及び今回震災における被害延長を表 I-1-38 に示すとともに、両市における被災原因について調査した結果下記に示す。

表 I-1-38 栗原市と東松島市の被災状況

自治体名	整備延長 (m)	被災延長 (m)	固化対策延長(m)		被災率① (%)	被災率② (%)
			うち被災延長	③		
①	②	③	④	②/①	④/③	
栗原市	315,000	12,200	2,500	54	3.87	2.16
東松島市	142,000	13,410	19,662	336	9.44	1.71

市全域の被害率と固化工法を採用した路線の被害率を比較すると両市とも固化した箇所の被害率の方が低い。また、被害程度を見ても固化した箇所は、若干の路面異常が見られる程度であり、一定の液状化対策の効果があったものと考えられる。

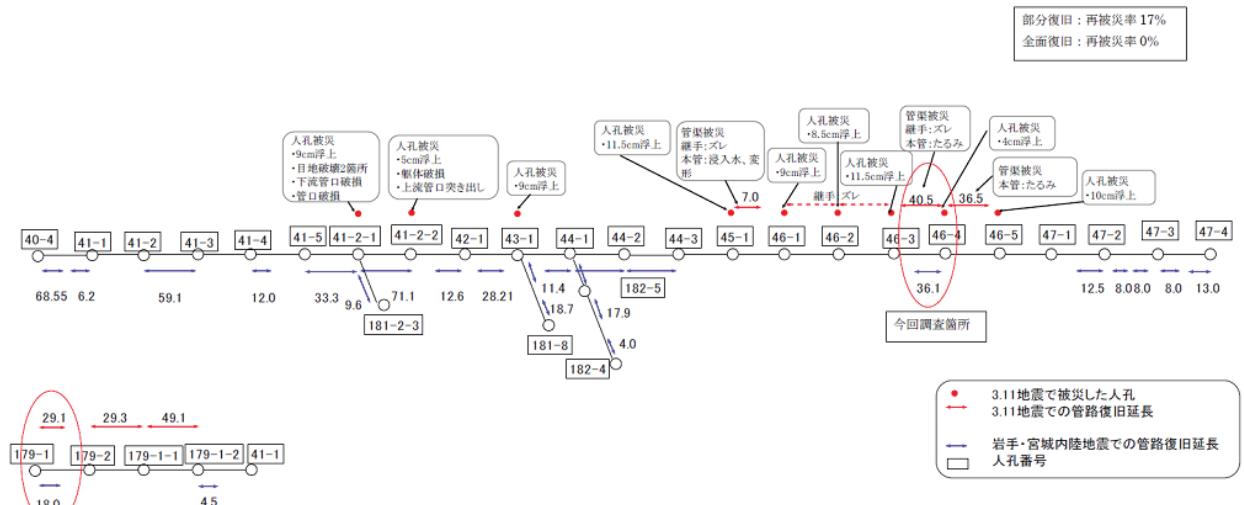
以下に、固化工法施工箇所において被災した箇所の被害の発生原因について検討する。

【栗原市における被災原因分析】

栗原市におけるセメント固化施工箇所と被災箇所を図 I-1-62 に示す。セメント固化対策延長 2500m に対して 54m が被災した。

被災箇所は、岩手宮城内陸地震時に被災し、本復旧時にセメント系固化剤による改良土を使用した鶯沢地区である。被害の程度について、固化施工済みの管きょでは、たるみ及び継ぎ手ズレが発生したが流下阻害にはなっていない。ただし、マンホールについては、固化施工済みの一部のマン

ホールで4~11cmの浮上が確認された。液状化未対策の浮上がりが5~10cmであり、ほぼ同程度の被害を受けている（写真I-1-25、26）。



図I-1-62 栗原市（鶯沢地区：固化工法施工箇所）における被災状況



写真I-1-25 標準施工（未対策）



写真I-1-26 液状化対策施工箇所（被災箇所）

被災原因を明らかにするために実施した、被災箇所における現地の土質調査及び被災状況の分析結果を述べる。

土質調査は、被災有りと被害なしの2カ所について、標準貫入試験、一軸圧縮強度試験を行ったほか、セメント添加量を推定するための酸化カルシウム分析を実施した。

この結果、一軸圧縮強度については、表I-1-39に示す通り、1断面当たりの平均一軸圧縮強度は2カ所とも基準値(50~100kPa)を下回る結果となったほか、調査深度が深い位置の土は特に強度が発現していなかった。N値については、2カ所とも同程度の値を示しているほか、セメント添加量は事前配合(50kg/m³)に近い混入率が確認された（表I-1-40）。

表 I-1-39 栗原市における一軸圧縮強度試験結果

調査深度	被害有り		調査深度	被害なし		深度別 平均値
	孔-No1	孔-No2		孔-No3	孔-No4	
1.8~2.75m	76kpa	68kpa	1.5~2.3m	42.5kpa	18.4kpa	51.2kpa
2.75~3.35m	12.6kpa	12.2kpa	2.6~3.54m	12.6kpa	11.4kpa	12.2kpa
1断面当たり 平均値	44.3kpa	40.1kpa	1断面当たり 平均値	27.6kpa	14.9kpa	31.7kpa

表 I-1-40 栗原市土質調査結果一覧

調査項目	被害有り		被害なし	
	孔-No1	孔-No2	孔-No3	孔-No4
貫入試験 (JGS1443)	上部：5	上部：4	上部：6	上部：7
	下部：5	下部：13	下部：8	下部：8
酸化カルシウム (JISR5202)	—	上部： 推定セメント量=38.7kg/m ³	—	上部： 推定セメント量=69.4kg/m ³
	—	下部： 推定セメント量=43.9kg/m ³	—	下部： 推定セメント量=34.5kg/m ³

※上部：「被害あり」の孔は GL-1.8~2.75m、「被害なし」の孔は GL-1.5~2.3m の調査位置。

※下部：「被害あり」の孔は GL-2.75~3.35m、「被害なし」の孔は GL-2.6~3.54m の調査位置。

※酸化カルシウム分析結果は、分析で得られた乾燥ベースにおけるセメント量（%）と土質調査から得られた土の乾燥密度に基づき推定したセメント含有量を示した。

また、施工当時の状況についてヒアリングしたところ、セメント混合は現地攪拌（バックホウによる3回攪拌）であったこと、攪拌後の仮置きが1日程度あったことが分かった。また、管きょ及びマンホールのセメント固化範囲について、不具合のあった部分のみの布設替え（図 I-1-63、表 I-1-41、表 I-1-42）であったことから、スパン全体もしくはマンホール全周の固化が実施されておらず、今回の被害はこの場所に集中していることが分かった。

以上の結果を整理すると、セメントの必要添加量は満たしているものの、埋戻し時の施工上の問題により適正な強度が得られなかつたことが推察される。

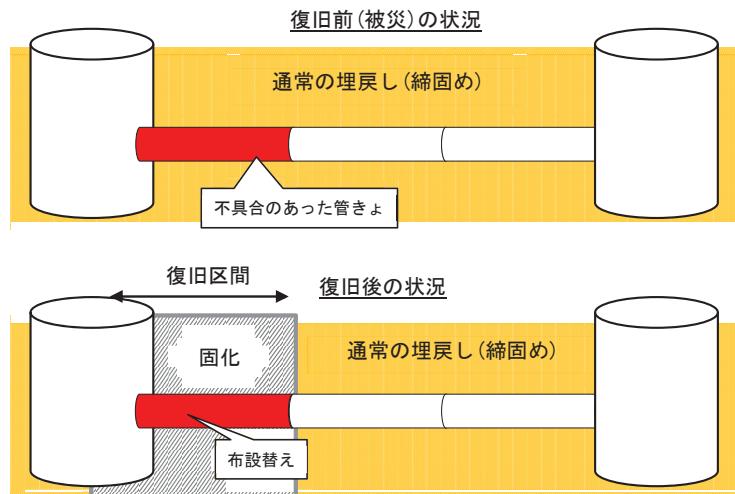


図 I-1-63 岩手宮城内陸地震時の復旧方法概念図

表 I-1-41 栗原市鶴沢地区（管きょ）における液状化対策施工延長と被害状況

管きょ	未対策	固化対策延長		計
		スパン全体対策	部分対策	
管きょ延長	47,662m	918m	1,218m	49798m
うち被災延長	423m	0m	54m	477m

表 I-1-42 栗原市鶴沢地区（マンホール）における液状化対策施工延長と被害状況

マンホール	未対策	固化対策延長		計
		全周対策	部分対策	
マンホール基数	8 基	0 基	92 基	943 基
うち被災基数	29 基	0 基	7 基	36 基

新潟県中越沖地震の際に設置された下水道地震対策技術検討委員会では、セメント系固化による埋戻し時の施工上の留意点が提言されており、この提言と現地土質試験結果及び現地の施工状況を照らし合わせると、主な原因として下記が考えられた。

- ・部分的な固化対策を実施したことから、十分な効果が得られなかった。
- ・セメント混合は現地攪拌（バックホウによる3回攪拌）であったが、攪拌不足のため、1断面中の強度にばらつきが生じた。
- ・セメント攪拌後に仮置き（1日程度）したために、十分な強度が発現しなかった。
- ・深い位置の強度が低いことから、管周りの転圧が十分でなかった可能性がある。

(参考)

国総研の過年度研究によれば、セメント固化の強度発現に影響を与える因子として、地下水位、締め固め度、仮置き期間の3つが示され、各因子の影響度を評価した強度発現推定式が示されている。本被災箇所の現地状況（地下水位の影響有り、深い位置の締め固め度低い、仮置き1日）を加味し、強度発現率を推定すると、上部の強度（1.0）に対し、下部の推定強発現率度は20%となり、今回の土質試験結果とほぼ一致する。

【東松島市における被害状況】

東松島市では、平成17年度から液状化対策として、主に2地区を対象に、セメント系固化による耐震化を進めている。

今回の震災における2地区の被災状況を整理すると、表I-1-43の通りである。

表I-1-43 施工年度別の整備延長と災害復旧延長

処理分区	大曲南処理分区			大曲北処理分区			合 計		
	施工年度	整備延長 (m)	災害復旧 延長(m)	被害率 (%)	整備延長 (m)	災害復旧 延長(m)	被害率 (%)	整備延長 (m)	災害復旧 延長(m)
平成16年度	0	-	-	2,742	8	0.29	2,742	8	0.29
平成17年度	3,238	243	7.49	2,453	52	2.12	5,690	294	5.18
平成18年度	3,104	0	0.00	2,096	0	0.00	5,201	0	0.00
平成19年度	3,769	41	1.10	2,114	0	0.00	5,883	41	0.71
平成20年度	2,256	0	0.00	0	-	-	2,256	0	0.00
平成21年度	632	0	0.00	0	-	-	632	0	0.00
合計	12,999	284	2.18	9,405	60	0.64	22,404	344	1.54
固化対策延長 (平成17年度以降)	12,999	284	2.18	6,663	52	0.78	19,662	336	1.71

被災した箇所について詳細に分析すると、被災した管きょは平成17年度に施工されたものに集中していることが分かった。また、施工担当者へのヒアリングによれば、平成17年度は、耐震化事業に着手した初年度であり、施工管理において十分な指導ができていなかったとして、翌年度から事前配合の立ち会いや指示等の適正化を図ったとのことである。この結果、平成18年度以降の施工箇所については、ほとんど被害がない。

施工管理の適正化において留意した事項は下記の通り。

- ・現地でのセメント混合時の立会い（全数量に対して実施）
- ・現場発生土毎（1工事あたり3箇所）に一軸圧縮強度試験を行い、セメント配合量を決めた。

d. その他の埋め戻し工法

近年、上記の埋め戻し 3 工法に加え、液状化対策工法として流動化処理土や自硬性安定液等の施工実績が増えつつある。

流動化処理土や自硬性安定液は、水及びセメント系固化材と、発生土もしくはベントナイト等を混合攪拌することで高い流動性を持たせるとともに、高い施工性（転圧不要）と高い強度を有する材料である。転圧が困難な狭小な空間や液状化対策として広く公共事業で採用されており、これらを用いた埋め戻しは「埋め戻し部の固化」に分類される。

流動化処理土は、国土交通省下水道部で実施中の下水道クイックプロジェクトの新技術として平成 20 年度に技術評価が終了し、平成 23 年度末までに 22 自治体が採用している。また、自硬性安定液は、約 400 自治体 60 km 以上の下水道での実績がある（メーカー等ヒアリング）ことから、下水道における液状化対策の新材料として今後の活用が期待される。

② 埋戻し 3 工法等における今後の課題

今回震災の被災地における埋戻し 3 工法の実施箇所は、極限られた箇所でのみであった。被害状況を確認したところ、交通障害や流下阻害等の大きな被害がなかったことから、一定の効果があったものと考える。しかし、一部の管きょでは、施工上及び施工管理上の問題から液状化を防止するために必要な一定の基準を満たしていない箇所が確認された。また、工法の理解が不足しており、誤った施工をしている例も散見された。

今後の埋め戻し 3 工法の採用においては、平成 20 年に設置された下水道地震対策技術検討委員会で、埋戻し 3 工法に関する施工上の留意点（下水道地震対策技術検討委員会報告書、平成 20 年 10 月）をとりまとめており、引き続きこの提言の徹底を図るほか、前出の実態を踏まえ、下記について再検討する必要がある。

- ・施工管理上の問題と解決策を検討する。
- ・現場の施工条件等により、求める基準の確保が困難な場合の、工法の選択方法を検討する。特に、締め固め工法については、確実に 90% 以上の締め固め度を得ることが困難な場合があるため、採用に当たっては十分に注意が必要である。
- ・工法の技術的な理解度を向上させるためのマニュアル等充実化を行う。

また、従来の埋め戻し 3 工法以外にも液状化対策としての効果が期待できる、流動化処理土や自硬性安定液の採用についても検討が必要である。

3) 東日本大震災におけるマンホール液状化対策工法の現状と課題

① マンホール液状化対策技術の実績

マンホール液状化対策工法における施工実績について、業者ヒアリング及びインターネットで調べた結果を表 I-1-44 に整理する。表中の施工実績については、各工法区分に分類される主な各社工法（施工実績の多い工法）毎の施工実績の総数を計上した。

なお、埋め戻し土の締固め及び固化、遮水壁、土の移動防止については、施工実績に関する統計データや取り扱い業者が見つからなかったため、ここでは省略する。なお、遮水壁及び土の移動防止については、その実績は極めて少ないものと推察される。

表 I-1-44 マンホール液状化対策工法の施工実績

工法区分	過剰間隙水圧 消 散	重量化	杭・アンカー	遮水壁	土の 移動防止
主たる工法数	4 工法	3 工法	2 工法	—	—
施工実績	約 9000 基	約 1000 基	2 基	—	—
うち東北 3 県	約 40 基	約 200 基	0 基	—	—
うち関東 3 都県	約 8700 基	約 500 基	0 基	—	—
採用自治体数	約 20	約 30	2		

※主たる工法数：当該工法に分類される施工実績の多い主たる各社の工法数

※施工実績：下水道事業における平成 20～22 年度の全国施工実績（試験施工除く）

※東北 3 県：岩手県、宮城県、福島県

※関東 3 県：茨城県、千葉県、東京都

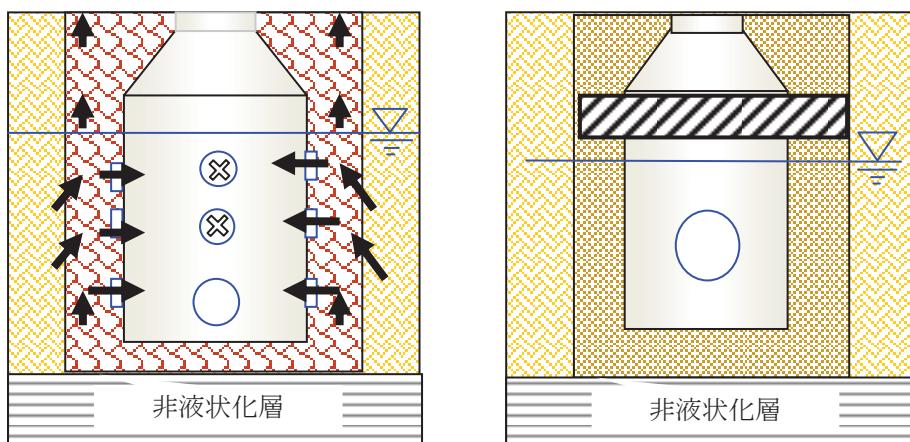


図 I-1-64 過剰間隙水圧消散工法と重量化工法の概念図

表 I-1-44 に示す通り、近年の施工実績では、過剰間隙水圧消散工法と重量化工法（図 I-1-64）が大半を占めており、その他の工法については実績が極めて少ない。

過剰間隙水圧消散工法は、東京都での採用が全体の 9 割以上を占めているほか、約 20 の自治体においても広く採用され、施工実績も増加傾向にある。主に、既存マンホールの耐震化に採用されている。

重量化工法は、施工実績こそ過剰間隙水圧消散工法に及ばないが、1000 基を超える実績を有している。採用自治体数は、過剰間隙水圧消散工法より多い約 30 自治体と広く採用され、着実に施工実績も増えている。なお、マンホール底版を重量化する新設適用タイプと、マンホール上部（斜壁付近）やマンホール内部に重量ブロックを設置する既設適用タイプがあり、施工実績としては既設適用タイプが大半を占める。しかしながら、耐震指針において、既存施設の液状化対策として扱われていない。

なお、新設マンホールの耐震化については、詳細な公表データがないものの、経済性や施工性の面でメリットがあるとともに確実な耐震効果が期待できる、埋め戻し材の締固めや固化、碎石埋め戻しを採用するケースが多いものと推察される。

② 東日本大震災におけるマンホール被害状況

a. 東日本大震災におけるマンホール被害総数

東日本大震災では、東北から関東（沿岸部の埋立地）にかけての広い範囲で液状化現象が発生し、多くのマンホールに被害が生じた（写真 I-1-27、28）。

国土技術政策総合研究所が実施した被災自治体に対する被害状況調査では、58 自治体で液状化現象によるマンホール軸体ズレや突出、沈下が発生しており、被害総基数は 6000 基（重複あり）を超えていた（表 I-1-45）。



写真 I-1-27 浦安市のマンホール突出



写真 I-1-28 栗原市のマンホール突出

表 I-1-45 東日本大震災における被害マンホール基数

被害項目	軸体ズレ	突出	沈下	計
被害基数	2109	2908	1682	6699

※被害基数の合計は、各被害項目の単純合計（重複計上）。

※国土技術政策総合研究所調査結果に基づく。

b. 東日本大震災における耐震化済みマンホールの被害

施工実績の多い過剰間隙水圧消散工法と重量化工法の2工法については、東日本大震災の被災地域内にも施工されている。

震災後、被災自治体に設置された耐震化済みマンホールについては、各工法の関係団体（工法協会、メーカー等）が、被害の有無について独自に調査を実施している。ここでは、関係団体が実施した調査結果や国土技術政策総合研究所が実施した調査結果を整理する。

ア. 過剰間隙水圧消散工法

過剰間隙水圧消散工法は、主に東京都での採用が多い。東日本大震災では、江東区や江戸川区などの東京湾沿岸部の埋め立て地で大規模な液状化が発生しており、これら液状化が確認された地区に設置済みの耐震化済みマンホール 48 基について、路面の異常やマンホール内の下水流下状況、過剰間隙水圧の消散効果を確認するための調査が関係団体①（表 I-1-46）により行われている。

この調査結果によると、調査した 48 基の全マンホールで被害が発生していなかったことを確認したと報告されている。また調査した 48 基の内、過剰間隙水圧の消散が確認されたマンホールが 36 基あり、消散機能が適正に発揮され、マンホールの浮上抑制効果があったと推察された。この他、石巻市や東松島市においても同様の調査が実施されており、24 基のマンホールを調査し被害はなし、内 16 基で過剰間隙水圧の消散跡が確認できている。

また、同一工法区分であるが、別工法を開発している関係団体②も、自社工法施工箇所について路面異常有無の調査（計 24 基）を実施しており、被害がないことを確認している。

イ. 重量化工法

重量化工法は、東北 3 県の他、関東 3 県においても施工実績を有する。東日本大震災で特に被害の大きかった宮城県（栗原市、石巻市、東松島市など）や浦安市にも多くの施工実績があり、国土技術政策総合研究所の指導の下、関係団体が被害調査を実施した。

耐震化済みマンホールの内、本震の震度が6強以上、調査対象マンホール周辺で液状化被害が確認されている、調査対象マンホールに近接または同一路線上に未対策マンホールがある、の条件を満たす場所として、栗原市内3地区、東松島市1地区の4地区における21基のマンホールを抽出し、マンホールの周辺地盤変位を含めた隆起測定、同一路線におけるマンホール高さの測定、マンホール内および管口の破損状況、流下観察、マンホール周辺の家屋・道路構造物等の損傷状況の詳細調査を実施した。

この結果、周辺地盤の液状化により、正確な突出及び沈下の判断が困難な箇所があつたが、流下阻害や交通障害を招くような被害は認められなかつた。

表 I-1-46 東日本大震災における耐震化済みマンホールの被害調査結果一覧

工法区分	調査者	調査対象	被害有無	備 考
過剰間隙 水圧消散	関係団体①	詳細調査：72基	なし	東京湾沿岸、石巻市、東松島市
	関係団体②	一次調査：24基	なし	栗原市、登米市、石巻市、女川町
重量化	関係団体③・国総研	一次調査：309基	なし	宮城県、浦安市
		詳細調査：21基	なし	浦安市、栗原市、東松島市

※関係団体の公表資料に基づく。

③ 今後の普及に向けた考え方

東日本大震災では、東北から関東にかけての広い範囲で発生した液状化により、多くの管きょ及びマンホールが被害を受けた。

管路施設の耐震化率は14%と低く、今回の地震において被害を受けた管きょやマンホールのはほとんどは未耐震であったと考えられる。

今後想定される東海・東南海・南海等の巨大地震に備え、既設マンホールを中心とした地震対策(耐震化)をより積極的に進める必要があり、これには下水道管理者たる自治体が耐震対策により取り組みやすいマニュアル整備が必要である。

これまで耐震指針においては、マンホール液状化対策の記述があるものの、下水道での実績がないものが含まれるなど、一部実態と乖離している部分がある。また、具体な対策事例やその設計手法については不足している部分が多い。

よって今後の耐震指針等の改訂にあたっては、下記の事項に留意した記述が求められる。

a. マンホール液状化対策工法の事例再整理

現行耐震指針においては、各種の工法が参考として紹介されているが、下水道での実績や信頼度においては工法間で大きな差がある。前述の通り、マンホールの液状化対策として、重量化工法及

び過剰間隙水圧消散工法は施工実績も多く、今回震災での効果確認も進んでいることから、他工法との差別化を図ることも考慮すべきである。

また、既存施設のマンホール液状化対策工法について、施工実績の多い重量化工法が記載されていないため、工法事例の追加を図る必要がある。

b. マンホール液状化対策工法の設計手法の確立

マンホール液状化対策工法の設計については、共同溝設計指針や下水道耐震設計計算例を参考にするとの記述があるのみで、具体的な設計照査方法の解説がない。計算例だけでなく、適切な設計手法の確立を行い耐震指針に反映させるべきである。

c. 液状化対策工法の施工管理手法

液状化対策を施工する場所は、交通量の多い重要路線、高い地下水位、軟弱な地盤等の施工上の問題を抱える場合が多い。液状化対策の効果を確実に発揮するには、施工場所毎の施工条件に応じた採用工法及び施工方法を選択する他、適切な施工管理が求められる。よって、施工時の施工管理方法及び品質管理方法を明確にし、指針等に反映させるべきである。

1－5 下水道施設被害による社会的影響

下水道法第一条の法律の目的には「……下水道の整備を図り、もつて都市の健全な発達及び公衆衛生の向上に寄与」とあるが、今回の震災では下水処理場の機能停止、管きょの閉塞などの重大な影響が発生しており、下水道が使用できない状況が続くことによって以下の事象が懸念されている。

- ・未処理下水・簡易処理水の放流により公共用水域で公衆衛生上の問題が発生していないか
- ・下水道が使用できないため避難所等で公衆衛生被害が発生していないか

これらの事象の根本的な解決は早急な下水道施設の復旧であるが、被害直後から応急復旧までの初期においては、代替措置が必要である。

◎一時120カ所で逆流 多賀城周辺

仙塩浄化センターにほど近い多賀城市大代地区の住宅地。路上で作業員がマンホールの周りを土のうで囲み、あふれ出た汚水を道路の側溝へと誘導していた。周囲には鼻を突く異臭が漂う。

「下水の臭いが気になって食事もまずい」。この地区に住むスーパー店員渡辺彰さん(56)は、津波で自宅1階が浸水。今度は異様な臭気に悩まされる。「水道の復旧が進み、下水量が増えれば臭いがさらにひどくなるのではないか」と先行きに不安を募らせる。

多賀城市では大代のほか桜木、栄の両地区でも下水の逆流が起きた。汚水があふれたマンホールは一時、約120カ所に上った。

市は当初、バキュームカーで汚水をくみ上げようとしたが、流出量が多く断念。土のうを積んで側溝に流す処置に切り替え、さらに、マンホールから直接ポンプでくみ上げをしている。側溝の汚水やポンプでくみ上げた水は、消毒剤をまいた上で地区内の川に放流している。

毎日十数件の苦情が寄せられているという市下水道課の江口明課長は「職員はあふれ出た汚水の対応に追われている。このままでは下水管の点検、復旧にも入れない」と窮状を訴える。

多賀城市大代地区に隣接する宮城県七ヶ浜町湊浜地区でも、汚水が路上にあふれた。

河北新報記事より（2011年3月15日）

トイレ4割に問題 石巻赤十字病院、272カ所で調査

石巻市内などの避難所の約4割でトイレの汚物処理が十分にできず、衛生状態が悪化していることが、石巻赤十字病院などの調査で分かった。病院には連日、感染症にかかった被災者が運ばれ、治療を受けて避難所に戻った被災者が体調を崩して再び搬送される悪循環が続いている。

3月末、石巻、東松島両市と女川町の学校や公民館など計272カ所の避難所を調査。107カ所のトイレで汚物や下水があふれていた。

病院は「バキュームカーの巡回が増えたが、状況はほとんど改善されていない」と説明する。

石巻市の一部では上下水道の復旧が進まずに下水があふれ、被災者が十分に手を洗えない状態が続く。仮設トイレまで歩くのが難しい高齢者が新聞紙に用を足し、袋に入れて捨てるもある。

赤十字病院に搬送される救急患者は通常の2倍以上。大半は避難生活を送る人たちで、胃腸炎や肺炎といった病気が目立つ。石橋悟救急部長は「ほとんどが衛生状態に起因している。暖房や食事も不十分で、高齢者を中心に体力が落ちている」と指摘する。

搬送患者を収容しきれず、仙台市の東北大病院に、連日5～10人の患者を受け入れもらっている。東北大病院も、別の患者の手術を延期するなどし、ぎりぎりの対応を続ける。

石巻赤十字病院医療社会事業部長で県災害医療コーディネーターの石井正医師は「衛生状態が改善できなければ患者が減らず、通常の診療ができない。衛生環境の整う市外への一時避難の検討も必要ではないか」と訴えている。（菊池春子）

河北新報記事より（2011年4月8日）

(1) 未処理下水道等による公衆衛生への影響

1) 震災後の状況把握と現地調査

地域によっては、下水道施設の被災・機能停止による汚水の滞留・溢水などが予想され、感染症などの原因となることが懸念された。また、被災地域の下水道担当部局が施設の機能回復に追われる中で、状況把握が困難なことも予想されたことから、特に公衆衛生上のリスクが想定される箇所をスクリーニングし、さらに現地調査、関係者ヒアリングにより状況を把握した。

①予備検討（公衆衛生上のリスク箇所のスクリーニング）

- a. 被災・機能停止施設の下流に浄水場が位置する箇所、既にマンホール等からの溢水が報告されている箇所をリストアップ
- b. 被災地の確認前に入手可能な以下の既存統計資料を利用して予備検討
 - ・下水道統計、宮城県のパンフレット等
 - ・既存の公表資料と国交省の被災状況取りまとめ資料などをもとに、水質面・衛生面の影響が懸念される箇所をリストアップ
 - ・上水道の復旧状況（厚生労働省取りまとめ資料）
 - ・先行の国総研現地結果も参考に絞込みを進めた

②現地調査 4月5日（火）～8日（金）

土木研究所リサイクルチーム、国総研下水道研究部

（目的）施設被災に伴う衛生面・水質面の影響の把握と、その回避・軽減に向けた対応策の検討

- a. 予備検討によるスクリーニング箇所を中心に現地確認を行い、一部病原微生物の採水調査も実施した
 - ・未処理下水、簡易処理水などの影響を中心に把握
 - ・被害の大きい宮城県内の下水道施設を調査



写真 I-1-29 仙台市南蒲生浄化センター採水状況



写真 I-1-30 宮城県県南浄化センター簡易処理放流状況の確認

2) 結果

①処理場、ポンプ場の機能停止や管渠の被災でマンホール等から溢水が発生

未処理下水への市民の接触リスクが高く、最も回避すべき状況である。現地調査・ヒアリングを実施した都市・施設でも、水中ポンプ等が不足する中で、溢水が発生した場合には出来るだけ速やかに応急対応を行うよう対応が取られていた。

- ・被災当初は、仮設ポンプや消毒剤、自家発電機燃料などの不足が対策のネックとなっていた
- ・現場では応急対応、処理施設への導水など懸命の対応が取られ、4月以降は溢水箇所が激減している
- ・特に、大型の仮設ポンプなどにより、処理場の水処理系への送水、導水が復旧した場合には、溢水解消の効果が大きい（宮城県仙塩流域下水道及び関連公共下水道）



写真 I-1-31 マンホールからの溢水の状況（宮城県七ヶ浜町内）

※その後の対策により現在は解消（資料：国土交通省）



写真 I-1-32 流入渠からの仮設ポンプによる汚水くみ上げ

（宮城県石巻東部浄化センター）

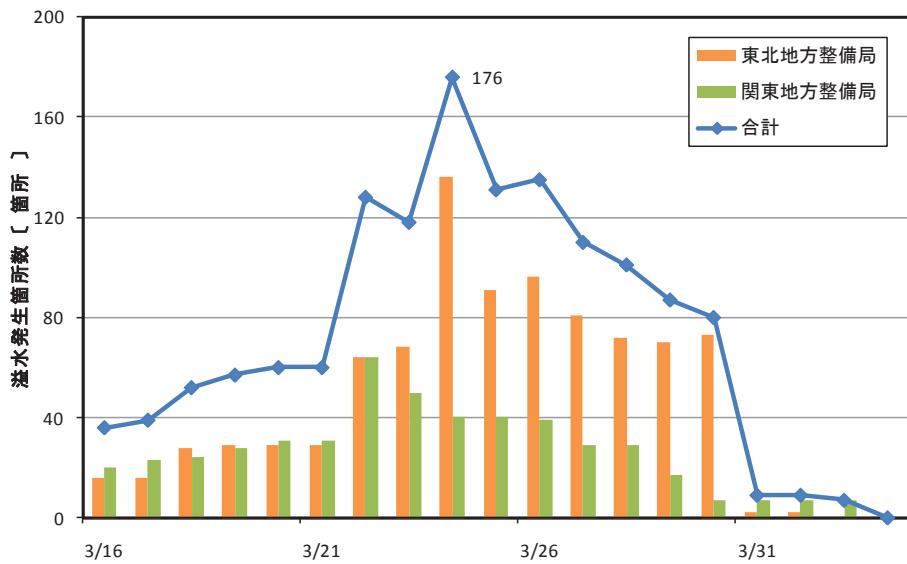


図 I-1-65 下水管きよ、マンホールからの溢水箇所の推移

(国土交通省提供資料をもとに作成)

②ポンプ場や幹線管渠人孔から河川等に簡易処理放流

- ・処理場の機能停止や幹線管きよの流下阻害に対応するため、震災直後から簡易処理の検討が行われ、かなり早期から施設整備、処理が開始
 - ・簡易処理放流に際して、利水者、放流先水域管理者などとの協議調整に時間と労力を費やしているケースが多い
 - ・放流の実施に際しては、水利用状況に留意して放流先が選定されるなど、注意が払われている
- (石巻東部)



汚水ポンプ場(停止中)付近で簡易沈殿処理、消毒後、本川まで導水して放流(旧北上川(石巻市内))

写真 I-1-33

③被災処理場の下流に浄水場が存在

- ・震災当初は停電や自家発電の燃料不足により、いくつかの中・上流域処理場で処理機能停止したが、施設被害は比較的軽微
- ・その後、商用電源の回復に伴い、多くの処理場で機能復旧
- ・今後とも余震等の影響には留意が必要（宮城県大崎市など）



写真 I -1-34 採水調査状況 (鳴瀬川 (大崎市内))

(2) 避難所における公衆衛生

1) 避難所等の実態把握調査

下水道すなわちトイレが使用出来ないことで、感染症の集団発生などの公衆衛生問題が発生していないかについて、宮城県と岩手県において避難所の衛生環境について調査を実施した。

また、石巻赤十字病院や市役所、県庁へのヒアリングも実施した。

2) 結果

①避難所でのヒアリング調査（平成21年4月20日～23日）

調査結果の概要としては、以下の通りであった。

- ・ 災害用トイレ数は概ね確保されていたが、被災当時は不足した避難所があった
- ・ 災害用トイレ等の使用に際しては、被災者自身と医療支援チーム等の貢献により清掃や消毒液の設置など清潔さが確保されていた
- ・ 災害用トイレに溜まるし尿は定期的な汲み取りが実施されていた
- ・ 子供、高齢者から洋式トイレの要望があった
- ・ 気温の上昇に伴う臭気や害虫発生が懸念されていた

なお、今回の調査は、被災後1ヶ月が経過していることから、水道の復旧状況が改善されており、災害用トイレの配備など充実していたと思われる。

a. 宮城県

表 I-1-47 避難所でのヒアリング調査結果一覧

調査日	施設名	避難者数	災害用トイレ 1基に対する 避難者数	トイレ環境に よる感染症な どの発生	水道の 復旧	下水道の使用 可否
	気仙沼市					
4/20	気仙沼小学校	135人	14人/基	無	有	使用可能
4/20	気仙沼総合体育館	600人	60人/基	無	有	合併浄化槽



写真 I-1-35 災害用仮設トイレ内 (気仙沼小学校)
(詰り防止のため紙は分別回収)



写真 I-1-36 トイレ手前に消毒液の設置
(気仙沼小学校)

b. 岩手県

表 I-1-48 避難所でのヒアリング調査結果一覧

調査日	施設名	避難者数	災害用トイレ 1基に対する 避難者数	トイレ環境に による感染症な どの発生	水道の 復旧	下水道の 使用可否
	陸前高田市					
4/21	小友地区(門前会館)	12人	無	無	無	簡易水洗トイレ有
4/21	米崎小学校	100人	17人/基	無	無	浄化槽トイレ有
4/21	高田一中	500人	17人/基	無	無	使用不可
	宮古市					
4/23	グリーンピア三陸宮古 (アリーナ)	432人	14人/基	無	有	浄化槽トイレ有
4/23	グリーンピア三陸宮古 (ホテル)	250人	無	無	有	浄化槽トイレ有
	田野畠村					
4/23	アズビィホール	200人	20人/基	無	有	使用可能



写真 I-1-37 災害用仮設トイレの設置状況
(グリーンピア三陸宮古(アリーナ))



写真 I-1-38 災害用仮設トイレ内 (高田一中)
(詰り防止のため紙は分別回収)



写真 I-1-39 災害用仮設トイレの設置状況
(アズビィホール)



写真 I-1-40 公衆衛生の呼びかけ
(グリーンピア三陸宮古(アリーナ))
(消毒液の設置)

②病院でのヒアリング調査（平成 21 年 4 月 19 日）

石巻赤十字病院 宮城県災害医療コーディネーター 石井医師に対し公衆衛生に対するヒアリングを実施した。

- ・仮設トイレは流せないことや、つまりが生じるなど衛生的には好ましく無い。
- ・避難所住民の努力や各医療チームの被災地域での活動で、今のところ特に集団での感染症は発生していない。
- ・以前新聞報道にて、トイレ利用に関して 4 割の不備があると発言したが、現在の割合は把握していない。※当時、使用後に汚物が流れないので新聞紙に包むなどの状況には感染症の恐れがあった。避難所のトイレを調査した結果、汚物があふれているなど問題のあるトイレが 4 割あり、衛生的な改善が必要であった。
- ・下水道が使えないために、手洗いや入浴なども十分に行えず衛生面で問題がある。
- ・下水道の早期復旧が望まれる。



写真 I-1-41 石巻日赤病院外観



写真 I-1-42 病院内状況



写真 I-1-43 エコノミークラス症候群対策状況



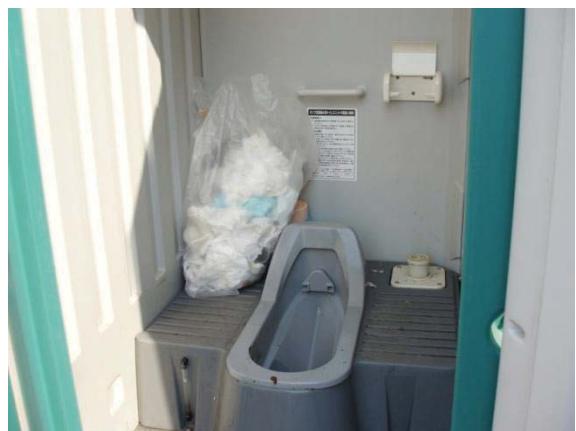
写真 I-1-44 病院入口でのマスク、消毒剤無料配布

宮城県 石巻市における衛生状況

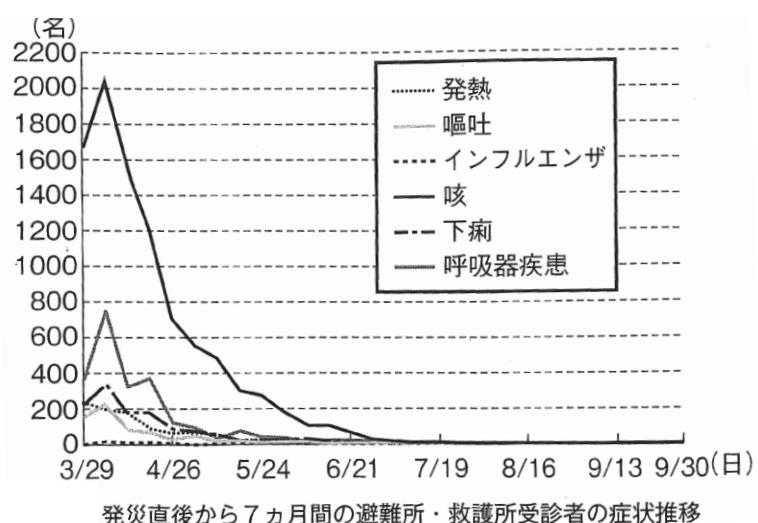
- ・3/17 時点、石巻市内には約 300ヶ所の避難所があり、約 5万人が避難していた。
- ・これらの避難所における負傷者や病人の情報、ライフラインの状況、衛生環境などは把握されていなかった。
- ・石巻赤十字病院を中心とする「石巻圏合同救護チーム」では、全ての避難所に対し 3/17～19 に調査を実施。（以後、救護活動を終了する 9/30まで継続）
- ・トイレ環境などの衛生環境が劣悪な避難所が 100ヶ所あることがわかった。
- ・下水道が被災したため、排便などの汚物が流せず、トイレの便器内には汚物が溜まり放しになっていた。
- ・和式トイレに新聞紙を敷き、そこに大便をし、それを新聞紙にくるんでポリ袋に入れ一箇所に集めるという処理をしていた場所もあった。
- ・いつ腸炎や肺炎が蔓延してもおかしくない状態であった。



避難所に張られていた注意書き



避難所のトイレ（石巻赤十字病院提供）



（東日本大震災 石巻災害医療の全記録「最大被災地」を医療崩壊から救った医師の7ヶ月,石井 正,2012,講談社）

③市役所、県庁ほか ヒアリング調査

市役所及び県庁等に対するヒアリングを実施した。

調査結果の概要としては、以下の通りであった。

- ・仮設トイレの設置を地域防災計画に位置付けているケース有り。(仙台市)
- ・仮設トイレは備蓄の他にリースによる確保方法がある。(仙台市)
- ・水道復旧後の下水量増加の対策として節水願いの呼びかけを実施していた。(宮城県、仙台市、気仙沼、釜石市)

表 I-1-49 市役所、県庁ほかでのヒアリング調査結果一覧(1/3)

調査日	ヒアリング先	災害用トイレの配備	その他
4/18	宮城県	・管理管轄は市町村	・避難所は環境部局管轄 ・県民への節水要請
4/18	仙台市	・ <u>仮設トイレの保管やリースによる配備は環境部局で担当しているが、下水道部局と連携をとって、地域防災計画にこの業務を位置づけている。</u> ・ <u>仮設トイレは学校等に 950 個備蓄。さらに、リースなどにより 2,000 個の確保が可能であった。</u>	・市民への節水要請
4/20	気仙沼市	・ <u>仮設トイレの配置計画は無く、被災直後は国交省から 360 個の提供があった。</u> ・避難所では水道と電気が復旧するまでは仮設トイレでの対応だった。 (バキュームによるし尿収集は良好)	・水道復旧後に下水量が増加するため、1,500 戸に節水願いのチラシを配布した。
4/21	遠野市	・ <u>地域防災計画に仮設トイレの配置計画は無い。</u>	・防災計画見直しの必要性有り
4/21	陸前高田市 (鳴石地区)	・家屋各戸に仮設トイレ及び浄化槽を配置した。	・140 世帯対応の膜分離装置(MBR)を設置し処理予定

調査日	ヒアリング先	災害用トイレの配備	その他
4/22	岩手県		・釜石市では下水道使用自粛のお願いチラシを配布し、仮設トイレの利用を呼びかけ
7/4	戸田建設		・仙台市内 地下鉄工事現場で被災。 ・市内の避難所では初期の3日間はトイレが最も問題だった。 ・女性は2人一組でトイレを利用していた。
8/29	東松島市	<ul style="list-style-type: none"> ・マンホールトイレの設置は整備していた5箇所のうち2箇所を使用できた。(他は津波により被災) ・貯水槽からの排水ポンプの使用説明が不十分であったため、汚物の詰まりが発生し、汲み取り清掃を行う必要があった。 ・仮設トイレも2日後に到着した。(他部局がリース協定を行っていた) 	
9/13	石巻市	<ul style="list-style-type: none"> ・仮設トイレの設置は衛生部局で実施。し尿、消防、ごみ処理は合同部局が担当。 ・下水道使用自粛要請は2～3ヶ月で解除した。仮設トイレもほとんど撤去している。 	

調査日	ヒアリング先	災害用トイレの配備	その他
9/13	大槌町	<ul style="list-style-type: none"> ・仮設トイレの配備は地域整備課で行った。 ・仮設トイレの備蓄は無く、リースにて120基程度設置した。(8/10までは無料でリース) ・現在は無償提供を受けた20基程度設置している。 ・仮設トイレに対しては在宅避難者より苦情が寄せられた。(汲み取り問題、汚いなど) ・食事等も十分とは言えず、トイレも衛生的とは言えないことから、被災当初2~3週間大便が出ない人もいた。 	
H24 1/11	山元町	<ul style="list-style-type: none"> ・避難所ごとの収容人数の想定はしていなかった。仮設トイレは、現況避難人数から100人/基あたりで計算した必要数を配置した。 ・仮設トイレの調達は企画課が行い、運用は上下水道事務所で行った。 ・仮設トイレの備蓄はなく、全てレンタルに頼った。 ・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、発電機等を含めて欲しい。 	

・陸前高田市（鳴石地区）の各戸設置仮設トイレ



写真 I-1-45 一般家庭への仮設トイレ配備



写真 I-1-46 一般家庭への仮設トイレ配備

・陸前高田市（鳴石地区）の膜分離装置（MBR）による処理対応



写真 I-1-47 仮設処理場設置現場



写真 I-1-48 MBR の外観

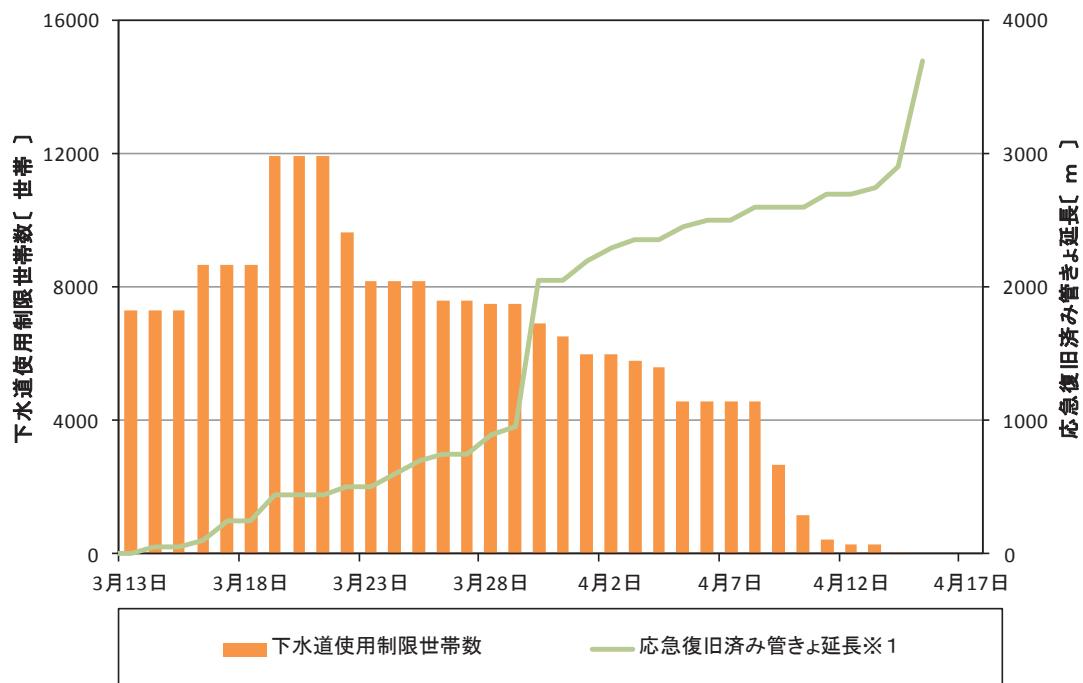
※下水道新聞 平成23年4月27日 記事より

- ・下水道区域の7割が被災。
- ・処理能力は $70\text{m}^3/\text{日}\cdot\text{基} \times 5\text{基} = 350\text{ m}^3/\text{日}$
- ・設置面積 560 m^2 と省スペース
- ・1ヶ月弱で設置、稼動
- ・電力は自家発電機より供給。

④浦安市における下水道使用自粛要請対象世帯数と応急復旧状況

浦安市では液状化による管きよ被害の為、3月13日時点で約12,000世帯に対して下水道使用自粛要請対象を実施した。復旧では仮設配管の敷設と土砂撤去が実施され、被災後一ヶ月経過した時点、4月15日には自粛要請は解除された。

この間、公園や学校等に災害用トイレが設置された。



※1 応急復旧済み管きよ延長は仮設配管延長のみを示しており、土砂撤去延長は含まれておりません。

図 I-1-66 浦安市における下水道使用自粛要請対象世帯数と応急復旧済み管きよ延長の経日変化



災害用トイレとバキュームカー



日ノ出中学校(災害用トイレ設置)



舞浜3丁目(災害用トイレ設置)

写真 I-1-49 浦安市における応急復旧状況

(3) 機動的な公衆衛生の確保対策

被災後において、下水道施設の被災状況と応急復旧による対策状況を踏まえた機動的な公衆衛生の確保に関する概念図をまとめます。

水道、ガス、電気などのライフラインは直ちに復旧が見込まれることを考慮して、下水道が守らなければいけない応急対応期間内に対処を行う必要がある。

但し、今回の様に甚大な被害が発生すると、下水道の復旧には長期間を要することとなるため、機動的な公衆衛生の確保には、下水道部局はもとより他部局との連携による自治体全体としての対応が求められる。

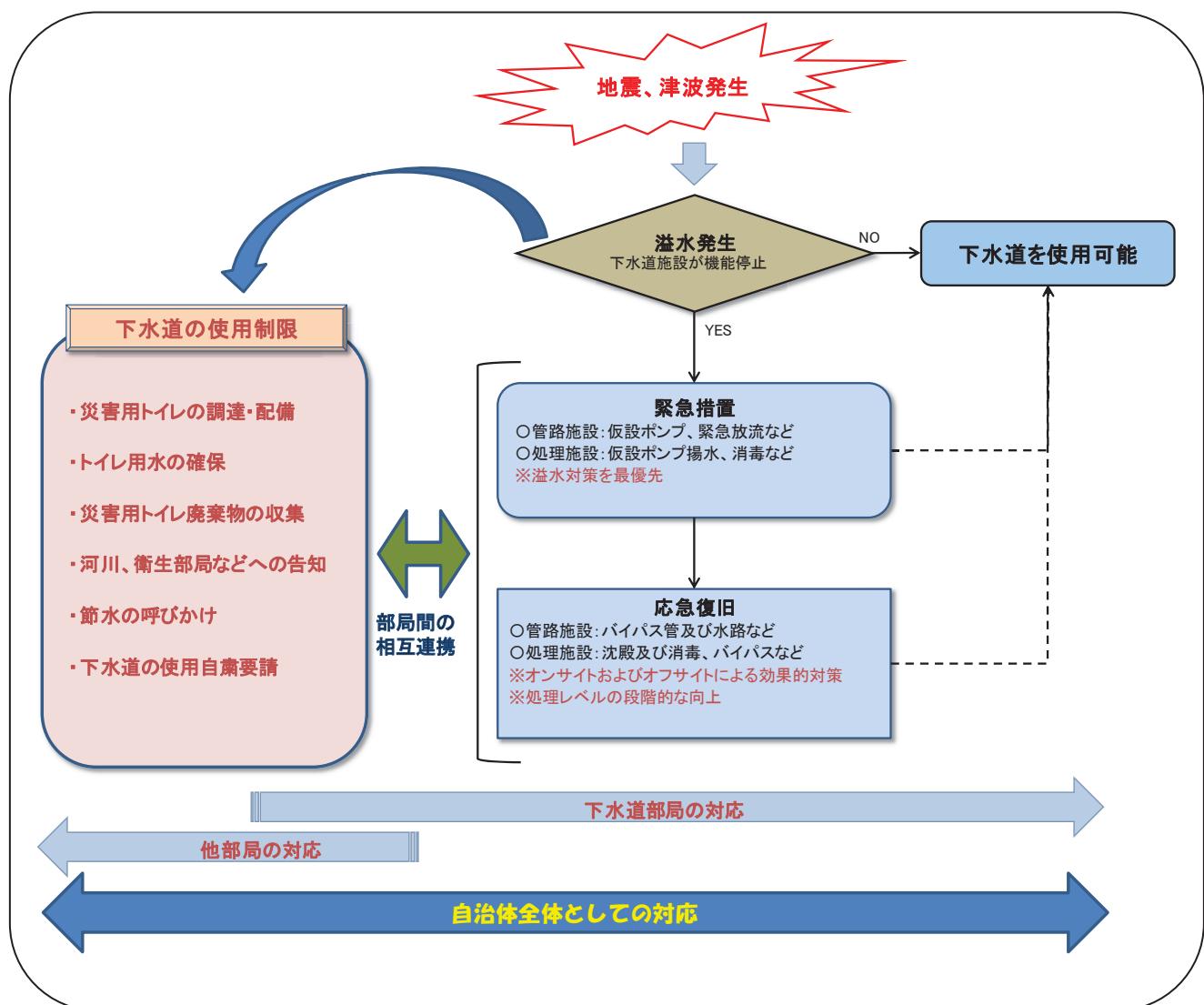


図 I-1-67 機動的な公衆衛生の確保

1) 未処理下水等に対する公衆衛生の確保対策

①「汚水排除」の徹底

被災当初は、公衆衛生面での重大な影響を回避するために、市街地や上水取水口上流などへの汚水流出を回避し、まずは排除を徹底する。

- ・汚水管きょ、マンホール、中継ポンプ場、処理場の汚水流入ルートの中で溢水箇所の把握
- ・汚水溢水の影響想定
- ・溢水回避のためのマンホール部からの緊急放流や処理場流入渠等への仮設ポンプ投入など緊急措置の実施
- ・梅雨等の出水期における汚水排除の徹底
- ・出水期には震災直後に緊急対応した箇所で、溢水が起こる可能性が高いことから応急復旧等で対応できない場合は、震災直後と同様の緊急対応を講じる。

②他のインフラの復旧状況等の情報収集と連携

マンホールの溢水などは、水道復旧に伴う汚水量増加などにより発生するため、以下の状況変化を被災時でも把握できるような体制を構築する

- ・水道・ガス等の復旧状況、商用電源の復旧状況
- ・処理区域内への被災者の移動 →汚水の発生・流下
- ・降雨・路面冠水による浸入水 等

③衛生面・水質面の情報を市民や利水者に迅速に伝達する体制構築

- ・処理場だけでなく、ポンプ場、管渠、マンホールなどからの緊急放流などの可能性にも留意

④ユーティリティーの広域的欠乏対策、広域停電への対策の強化

⑤その他

引き続き溢水対策や、簡易処理の長期化による影響には十分な注意が必要である。

また、公衆衛生面の応急対応後は、簡易処理のレベルアップ、放流先の監視、モニタリングの実施などにより、水環境・水質面の影響確認と対策強化に移行する。

2) 避難所における公衆衛生の確保対策

避難所における公衆衛生の確保対策は、保険衛生部局や環境部局、下水道部局等の多くの関係部局が関係するため、相互の役割を事前に充分に明らかにした上で、発災後には各部局の機動的な対応が必要である。

以上のような前提のもとで、避難所における公衆衛生確保のためには、以下の対策が必要である。

なお、これらの対策を実行性のあるものとするため、地域防災計画、下水道BCPに反映することが必要である。

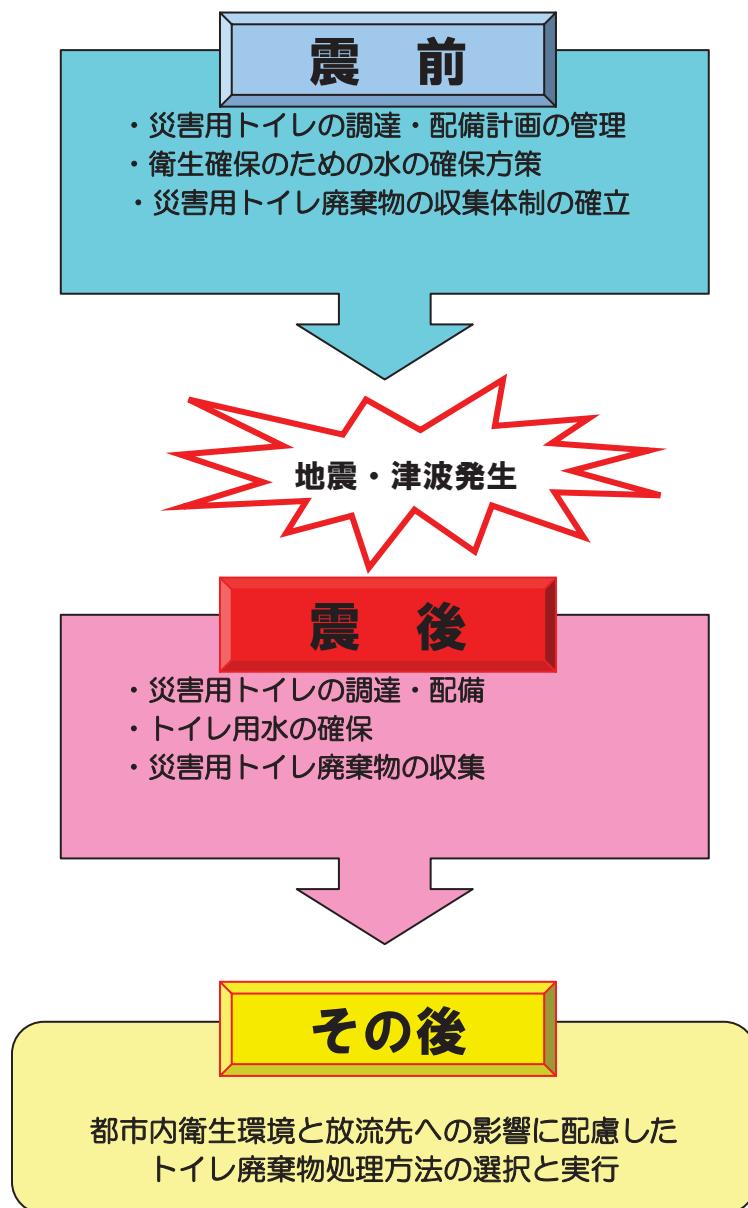


図 I -1-68 避難所における公衆衛生の確保

3) 被災地における機動的な公衆衛生の確保対策

下水道施設の機能損傷による公衆衛生への影響は下水道関係者等の緊急措置等によって回避されている。

出水期を迎えることや気温の上昇による病原性微生物による感染リスクの拡大を想定すると、一日も早い下水道施設の復旧が望まれるところであるが、復旧までは効果的な段階的復旧や機動的な公衆衛生の確保対策が必要である。

よって、地域の実情に応じた未処理下水等に対する公衆衛生の確保対策、ならびに避難所における公衆衛生確保対策を検討の上、これらを総合的に実施する必要がある。さらに、これらの対策を効率的に実施させるために、各種地震対策計画の策定及び見直しが不可欠である。

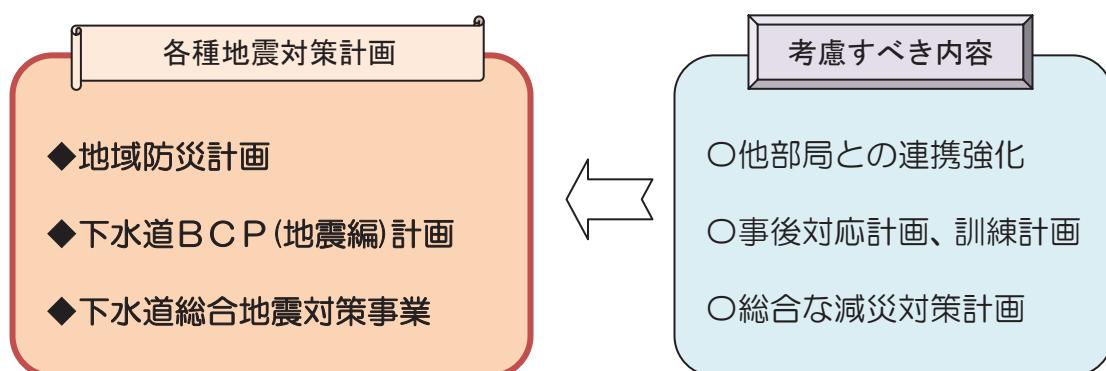


図 I -1-69 被災地における機動的な公衆衛生の確保

第2章 緊急措置、応急復旧、本復旧の状況とあり方

今回の震災においては、処理場やポンプ場が主に津波による壊滅的な被害を受け、多くの施設が稼働停止に陥った。また、管路施設については、津波に伴う海水や瓦礫等が侵入したほか、関東沿岸部の海浜埋め立て地では、液状化した土砂が管路内に侵入し、汚水溢水の危険を招いた。

被災した自治体では、公衆衛生及び水環境保全の観点から、市街地における汚水の溢水防止や、処理場からの未処理放流防止に奔走した。

本章では、緊急復旧状況と、被災地における本復旧に向けた対応状況について整理するとともに被災地における適切な応急復旧、再度災害の防止に向けた緊急提言について記載する。

2-1 緊急措置、応急復旧の状況

ここでは、震災直後から概ね1ヶ月の期間（3月16日～5月8日）における緊急復旧状況と、被災地における本復旧に向けた対応状況、アンケート結果における復旧対応状況について整理する。

（1）処理場被害と復旧の概要

津波による壊滅的な被害を受けた処理場について、被害と復旧の概要を以下に挙げる。なお、震災により被災したのは120箇所である。

稼動停止した処理場の内、被災後5日経過時点で応急対応を実施している処理場は県南浄化センターのみである。また、被災した処理場の内、津波の浸水域外の処理場は速やかに稼動を再開しているのに対し、浸水域内の処理場は壊滅的な被害を受けた処理場が多い。

表 I -2-1 下水処理施設の被害と復旧概要 (国土交通省資料一部加工)

浸水範囲内 ※1	処理場の稼動状況	3月16日 時点								
		処理場の応急復旧状況								
		未対応	応急復旧中	一部稼動	ほぼ通常処理	復旧済	処理区域内流入発生汚水無	水処理施設無	不明(原発周辺)	合計
浸水区域内	稼働停止	17	1				2			20
	施設被害無									0
	施設損傷			1						1
	通常運転									0
	不明							4	4	4
	小計	17	1	1	0	0	2	0	4	25
浸水区域外	稼働停止	22						2		24
	施設被害無						4			4
	施設損傷			48	6					54
	通常運転					8				8
	不明							5	5	5
	小計	22	0	48	6	8	4	2	5	95
合計		39	1	49	6	8	6	2	9	120
浸水範囲内 ※1	処理場の稼動状況	5月8日 時点								
		処理場の応急復旧状況								
		未対応	応急復旧中	一部稼動	ほぼ通常処理	復旧済	処理区域内流入発生汚水無	水処理施設無	不明(原発周辺)	合計
浸水区域内	稼働停止	2 ※2	14 ※3				2 ※4			18
	施設被害無									0
	施設損傷				2					2
	通常運転					1				1
	不明							4	4	4
	小計	2	14	0	2	1	2	0	4	25
浸水区域外	稼働停止							1		1
	施設被害無						3			3
	施設損傷				42					42
	通常運転					44				44
	不明							5	5	5
	小計	0	0	0	42	44	3	1	5	95
合計		2	14	0	44	45	5	1	9	120

※1 國土地理院 浸水範囲概況図(4月18日) を元に各処理場の所在地より判定した。

※2 処理場への汚水流入は無いが、処理区域内に一部家屋がある（気仙沼、広野）

※3 処理場への汚水流入は無いが、処理場とは別位置での応急対応中含む（陸前高田、釜石など）

※4 処理区域内より汚水の発生が無い（雄勝、北泉）

表 I-2-2 下水処理施設の被害と復旧状況（国土交通省資料一部加工）（1/2）

都道府県名	市町村・流域等名	処理場名	浸水範囲内※1	3月16日時点		5月8日時点	
				施設稼動状況	被害状況	施設稼動状況	復旧状況
青森県	馬淵川流域	馬淵川浄化センター		施設損傷	一部稼働	施設損傷	ほぼ通常処理
	八戸市	是川住宅団地汚水処理場		通常運転	復旧済み	通常運転	復旧済み
	八戸市	東部終末処理場		施設損傷	ほぼ通常処理	施設損傷	ほぼ通常処理
岩手県	宮古市	宮古浄化センター		施設被害無	汚水流入なし	通常運転	復旧済み
	宮古市	田老浄化センター	○	稼働停止	未対応	稼働停止	応急対応中
	大船渡市	大船渡浄化センター	○	稼働停止	未対応	稼働停止	応急対応中
	久慈市	久慈浄化センター	○ ※2	施設損傷	一部稼働	施設損傷	ほぼ通常処理
	陸前高田市	陸前高田浄化センター	○	稼働停止	未対応	稼働停止	応急対応中
	釜石市	大平下水処理場	○	稼働停止	未対応	稼働停止	応急対応中
	二戸市	二戸浄化センター		施設損傷	一部稼働	通常運転	復旧済み
	大槌町	大槌浄化センター	○	稼働停止	未対応	稼働停止	応急対応中
	山田町	クリエイトピュアふなこし	※3	施設被害無	汚水流入なし	施設被害無	汚水流入なし
	野田村	野田浄化センター	○	稼働停止	未対応	稼働停止	応急対応中
宮城県	仙塩流域	仙塩浄化センター	○	稼働停止	未対応	稼働停止	応急対応中
	阿武隈川下流流域	県南浄化センター	○	稼働停止	応急対応中	稼働停止	応急対応中
	鳴瀬川流域	鹿島台浄化センター		施設損傷	一部稼働	施設損傷	ほぼ通常処理
	吉田川流域	大和浄化センター		施設損傷	一部稼働	施設損傷	ほぼ通常処理
	北上川下流流域	石巻浄化センター		施設損傷	一部稼働	施設損傷	ほぼ通常処理
	北上川下流東部流域	石巻東部浄化センター	○	稼働停止	未対応	稼働停止	応急対応中
	迫川流域	石越浄化センター		施設損傷	一部稼働	施設損傷	ほぼ通常処理
	仙台市	南蒲生浄化センター	○	稼働停止	未対応	稼働停止	応急対応中
	仙台市	上谷刈浄化センター		施設損傷	一部稼働	施設損傷	ほぼ通常処理
	仙台市	広瀬川浄化センター		施設損傷	一部稼働	施設損傷	ほぼ通常処理
	石巻市	飯野川浄化センター		稼働停止	未対応	通常運転	復旧済み
	石巻市	北上浄化センター	○ ※2	稼働停止	未対応	通常運転	復旧済み
	石巻市	雄勝浄化センター	○	稼働停止	処理区域内汚水発生なし	稼働停止	処理区域内汚水発生なし
	気仙沼市	氣仙沼終末処理場	○	稼働停止	未対応	稼働停止	未対応
	気仙沼市	津谷街浄化センター	○	稼働停止	未対応	稼働停止	応急対応中
	登米市	佐沼環境浄化センター		稼働停止	未対応	施設損傷	ほぼ通常処理
	登米市	豊里浄化センター		稼働停止	未対応	施設損傷	ほぼ通常処理
	登米市	大閑浄化センター		稼働停止	未対応	通常運転	復旧済み
	登米市	津山浄化センター		稼働停止	未対応	通常運転	復旧済み
	栗原市	鶯沢浄化センター		稼働停止	未対応	通常運転	復旧済み
	栗原市	花山浄化センター		稼働停止	未対応	通常運転	復旧済み
	栗原市	瀬峰・高清水浄化センター		稼働停止	未対応	通常運転	復旧済み
	東松島市	中沢浄化センター		稼働停止	未対応	通常運転	復旧済み
	大崎市	古川師山下水浄化センター		稼働停止	未対応	通常運転	復旧済み
	大崎市	岩出山浄化センター		稼働停止	未対応	通常運転	復旧済み
	大崎市	鳴子浄化センター		稼働停止	未対応	通常運転	復旧済み
	七ヶ宿町	閑浄化センター		稼働停止	未対応	通常運転	復旧済み
	川崎町	釜房環境浄化センター		稼働停止	未対応	施設損傷	ほぼ通常処理
	川崎町	青根浄化センター		稼働停止	未対応	通常運転	復旧済み
	山元町	山元浄化センター	○	稼働停止	未対応	稼働停止	応急対応中
	松島町	松島浄化センター		稼働停止	未対応	施設損傷	ほぼ通常処理
	色麻町	色麻浄化センター		稼働停止	未対応	通常運転	復旧済み
	加美町	中新田浄化センター		稼働停止	未対応	通常運転	復旧済み
	加美町	宮崎浄化センター		稼働停止	未対応	通常運転	復旧済み
	加美町	小野田浄化センター		稼働停止	未対応	通常運転	復旧済み
	涌谷町	涌谷浄化センター		稼働停止	未対応	通常運転	復旧済み
	南三陸町	志津川浄化センター	※3	施設被害無	処理区域内汚水発生なし	施設被害無	処理区域内汚水発生なし
	南三陸町	歌津浄化センター	※3	施設被害無	処理区域内汚水発生なし	施設被害無	処理区域内汚水発生なし
山形県	最上川流域	山形浄化センター		通常運転	復旧済み	通常運転	復旧済み
	鶴岡市	鶴岡市浄化センター		施設損傷	一部稼働	通常運転	復旧済み
福島県	阿武隈川上流流域	県北浄化センター		施設損傷	一部稼働	施設損傷	ほぼ通常処理
	いわき市	東部浄化センター		施設損傷	一部稼働	施設損傷	ほぼ通常処理
	相馬市	相馬市下水処理場	○	稼働停止	未対応	稼働停止	応急対応中
	南相馬市	小高浄化センター	○	不明	不明（原発）	不明	不明（原発）
	南相馬市	鹿島浄化センター	○	稼働停止	未対応	施設損傷	ほぼ通常処理
	南相馬市	北泉浄化センター	○	稼働停止	処理区域内汚水発生なし	稼働停止	処理区域内汚水発生なし
	猪苗代町	志田浜浄化センター		施設損傷	一部稼働	通常運転	復旧済み
	広野町	広野浄化センター	○	稼働停止	未対応	稼働停止	未対応
	楨葉町	南地区浄化センター	○	不明	不明（原発）	不明	不明（原発）
	楨葉町	北地区浄化センター		不明	不明（原発）	不明	不明（原発）
	富岡町	富岡浄化センター	○	不明	不明（原発）	不明	不明（原発）
	富岡町	蛇谷須浄化センター		不明	不明（原発）	不明	不明（原発）
	大熊町	新町浄化センター		不明	不明（原発）	不明	不明（原発）
	双葉町	双葉浄化センター	○	不明	不明（原発）	不明	不明（原発）
	浪江町	浪江浄化センター		不明	不明（原発）	不明	不明（原発）
	新地町	新地浄化センター	○	稼働停止	未対応	稼働停止	応急対応中

※1 國土地理院 浸水範囲概況図(4月18日) を元に各処理場の所在地より判定した。

※2 浸水範囲内に位置しているが、浸水位が低く被害は少なかった処理場。

※3 地図上では浸水範囲内に位置しているが、実際には浸水は無かった処理場。

都道府県名	市町村・流域等名	処理場名	浸水範囲内※1	3月16日時点		5月8日時点	
				施設稼動	被害状況	施設稼動	復旧状況
茨城県	双葉地方広域市町村圏組合	汚泥リサイクルセンター		不明	不明（原発）	不明	不明（原発）
	霞ヶ浦湖北流域	霞ヶ浦浄化センター		施設損傷	一部稼働	通常運転	復旧済み
	霞ヶ浦常南流域	利根浄化センター		施設損傷	一部稼働	施設損傷	ほぼ通常処理
	那珂久慈流域	那珂久慈浄化センター		施設損傷	一部稼働	施設損傷	ほぼ通常処理
	那珂久慈流域	那珂久慈ブロック広域汚泥処理施設		稼働停止	(水処理施設なし)	稼働停止	(水処理施設なし)
	霞ヶ浦水郷流域	潮来浄化センター		施設損傷	一部稼働	施設損傷	ほぼ通常処理
	鬼怒小貝流域	きぬアクリステーション		通常運転	復旧済み	通常運転	復旧済み
	鹿島臨海都市計画下水道	深芝下水処理場		施設損傷	一部稼働	施設損傷	ほぼ通常処理
	水戸市	水戸市浄化センター		施設損傷	一部稼働	施設損傷	ほぼ通常処理
	水戸市	双葉台浄化センター		施設損傷	一部稼働	通常運転	復旧済み
	水戸市	大塚赤塚浄化センター		施設損傷	一部稼働	通常運転	復旧済み
	水戸市	内原浄化センター		施設損傷	一部稼働	通常運転	復旧済み
	水戸市	けやき台浄化センター		施設損傷	一部稼働	通常運転	復旧済み
	水戸市	水府青柳浄化センター		施設損傷	一部稼働	通常運転	復旧済み
	日立市	池の川処理場		施設損傷	一部稼働	通常運転	復旧済み
	常陸太田市	久米浄化センター		施設損傷	一部稼働	通常運転	復旧済み
	北茨城市	北茨城市浄化センター		稼働停止	未対応	通常運転	復旧済み
	ひたちなか市	ひたちなか市下水浄化センター		施設損傷	一部稼働	施設損傷	ほぼ通常処理
	鹿嶋市	鹿嶋市浄化センター		施設損傷	一部稼働	施設損傷	ほぼ通常処理
	守谷市	守谷浄化センター		施設損傷	一部稼働	通常運転	復旧済み
	行方市	玉造浄化センター		通常運転	復旧済み	通常運転	復旧済み
	茨城町	茨城町浄化センター		施設損傷	一部稼働	施設損傷	ほぼ通常処理
	五霞町	五霞町環境浄化センター		通常運転	復旧済み	通常運転	復旧済み
	取手地方広域下水道組合	県南クリーンセンター		通常運転	復旧済み	通常運転	復旧済み
	日立高萩広域下水道組合	伊師浄化センター		施設損傷	一部稼働	施設損傷	ほぼ通常処理
栃木県	北那須流域	北那須浄化センター		施設損傷	一部稼働	通常運転	復旧済み
	宇都宮市	川田水再生センター		施設損傷	一部稼働	施設損傷	ほぼ通常処理
	真岡市	真岡市水処理センター		施設損傷	一部稼働	施設損傷	ほぼ通常処理
	さくら市	氏家水処理センター		施設損傷	一部稼働	施設損傷	ほぼ通常処理
	高根沢町	宝積寺アクリセンター		施設損傷	ほぼ通常処理	施設損傷	ほぼ通常処理
埼玉県	荒川左岸流域	荒川水循環センター		施設損傷	一部稼働	施設損傷	ほぼ通常処理
	中川流域	中川水循環センター		施設損傷	一部稼働	施設損傷	ほぼ通常処理
千葉県	千葉市	南部浄化センター		施設損傷	一部稼働	施設損傷	ほぼ通常処理
	船橋市	西浦下水処理場		施設損傷	一部稼働	通常運転	復旧済み
	船橋市	高瀬下水処理場		施設損傷	一部稼働	通常運転	復旧済み
東京都	東京都区部	砂町水再生センター		施設損傷	一部稼働	施設損傷	ほぼ通常処理
	東京都区部	森ヶ崎水再生センター		施設損傷	一部稼働	施設損傷	ほぼ通常処理
	東京都区部	葛西水再生センター		施設損傷	一部稼働	施設損傷	ほぼ通常処理
	東京都区部	東部スラッジプラント		稼働停止	(水処理施設なし)	通常運転	復旧済み
神奈川県	相模川流域	柳島管理センター		施設損傷	一部稼働	施設損傷	ほぼ通常処理
	川崎市	入江崎水処理センター		施設損傷	一部稼働	施設損傷	ほぼ通常処理
	川崎市	等々力水処理センター		施設損傷	一部稼働	施設損傷	ほぼ通常処理
	横浜市	北部第一水再生センター		施設損傷	ほぼ通常処理	施設損傷	ほぼ通常処理
	横浜市	米第二水再生センター		通常運転	復旧済み	通常運転	復旧済み
	横浜市	北部汚泥資源センター		通常運転	復旧済み	通常運転	復旧済み
	横浜市	港北水再生センター		施設損傷	ほぼ通常処理	施設損傷	ほぼ通常処理
	横浜市	金沢水再生センター		施設損傷	ほぼ通常処理	施設損傷	ほぼ通常処理
	横浜市	南部水再生センター		施設損傷	ほぼ通常処理	施設損傷	ほぼ通常処理
長野県	諏訪湖流域	豊田終末処理場		施設損傷	一部稼働	施設損傷	ほぼ通常処理
新潟県	信濃川下流流域	新潟浄化センター		施設損傷	一部稼働	通常運転	復旧済み

※1 国土地理院 浸水範囲概況図(4月18日) を元に各処理場の所在地により判定した。

※2 浸水範囲内に位置しているが、浸水位が低く被害は少なかった処理場。

※3 地図上では浸水範囲内に位置しているが、実際には浸水は無かった処理場。

1) 下水道施設の稼動停止状況および復旧状況の経時変化

3月16日時点で稼動停止していた処理場は48箇所である。

被災後約2週間経過した経過3月26日時点で5割(24箇所)の処理場がほぼ通常の処理を再開している。その後、稼動停止施設数はほぼ横這いに推移し、5月8日時点で22箇所の施設が停止している。

表 I -2-3 下水道施設の稼動停止及び応急復旧状況（国土交通省資料）

単位	3/16	3/17	3/18	3/19	3/20	3/21	3/26	4/1	4/7	4/13	4/19	4/26	5/1	5/8	
稼動停止〔施設箇所数〕		箇所	48	47	47	46	46	26	24	24	24	23	23	22	22

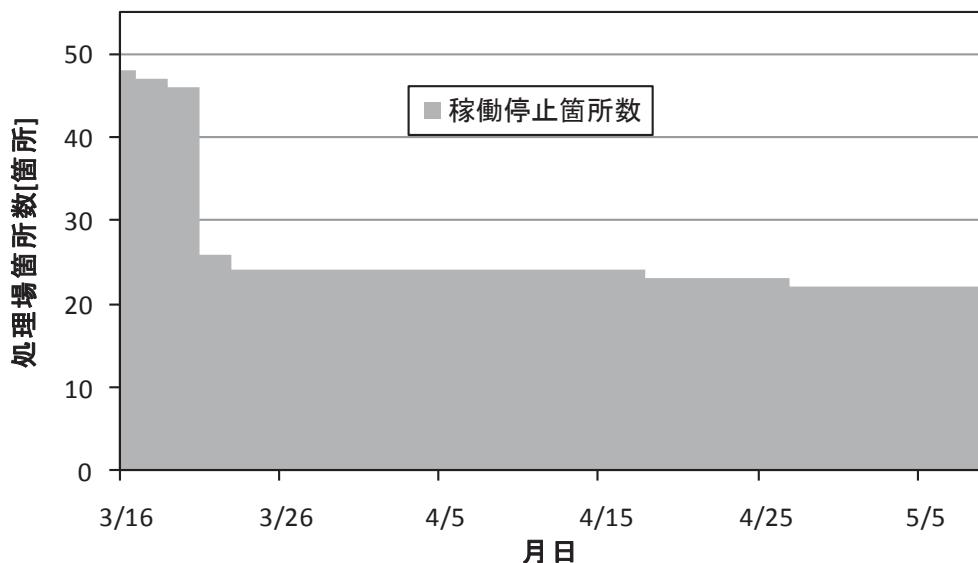


図 I -2-1 下水道施設の稼動停止および応急復旧状況※

2) 被災要因別 処理場稼動状況

震災後稼動停止した 48 箇所の処理場の内、津波被害を受けたは 20 箇所で、津波被害を受けなかつたのは 28 箇所である。

津波被害を受けていない処理場の内、25 箇所は被災後 20 日経過した 3 月 31 日時点ではほぼ通常の運転を再開している。一方、津波被害を受けた処理場の内、被害の小さい処理場を除いて、最も早くほぼ通常処理まで復旧したのは南相馬市 鹿島浄化センターで 4 月末であった。

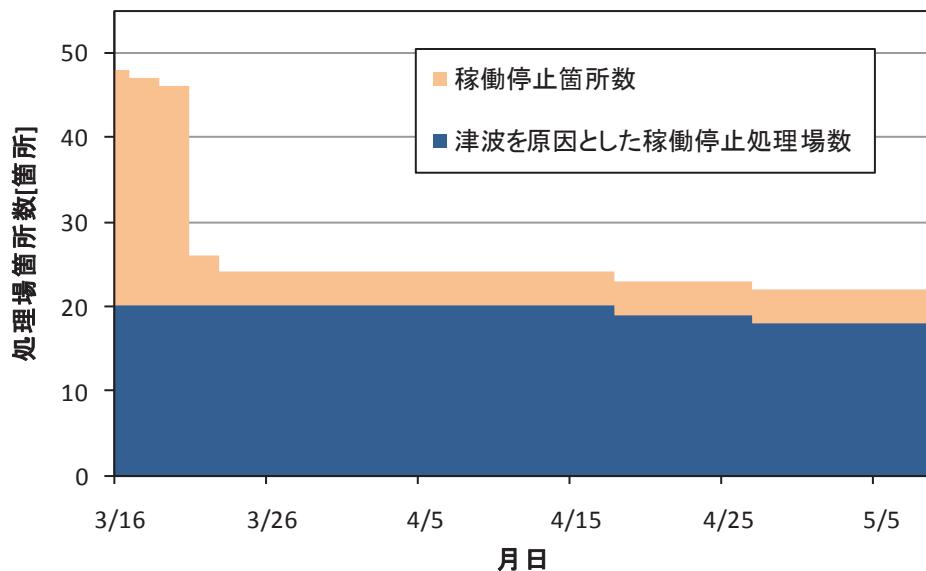


図 I -2-2 被災要因別 処理場稼動状況の経日変化

3) 処理場別 復旧状況

下水道 BCP を作成していた宮城県や仙台市は、比較的早く応急対応を実施した。また、市街地からの汚水流入がある処理場は、被災後 20 日後の 3 月 31 日までには応急対応を実施していた。

支援自治体や岩手県では消毒放流を実施している自治体向けに固形塩素の配布支援が実施された。

表 I -2-4 各処理場の復旧状況一覧

都道府県名	市町村等団体名	処理場名	津波範囲	3/16	3/21	4/1	4/11	4/21	5/1
岩手県	宮古市	宮古浄化センター		施設被害無 (汚水流入無)	○ 復旧				
岩手県	宮古市	田老浄化センター	範囲内	未対応	○	応急復旧対応中			
岩手県	大船渡市	大船渡浄化センター	範囲内	未対応	○ 応急復旧対応中				
岩手県	陸前高田市	陸前高田浄化センター	範囲内	未対応					応急復旧対応中
岩手県	釜石市	大平下水処理場	範囲内	未対応	応急復旧対応中				
岩手県	大槌町	大槌浄化センター	範囲内	未対応		応急復旧対応中			
岩手県	山田町	クリエイティコアふなこし	※3	施設被害無 (汚水流入無)					
岩手県	野田村	野田浄化センター	範囲内	未対応		○ 応急復旧対応中			
宮城県	仙塩流域	仙塩浄化センター	範囲内	○ 未対応	応急復旧対応中				
宮城県	阿武隈川下流域	銀南浄化センター	範囲内	○ 応急復旧対応中					
宮城県	北上川下流域	石巻東部浄化センター	範囲内	○ 未対応	応急復旧対応中				
宮城県	仙台市	南蒲生浄化センター	範囲内	○ 未対応	応急復旧対応中				
宮城県	石巻市	鶴野川浄化センター		○ 未対応	復旧				
宮城県	石巻市	北上浄化センター	範囲内※2	○ 未対応			復旧		
宮城県	石巻市	雄勝浄化センター	範囲内	処理区域内汚水発生無					
宮城県	気仙沼市	気仙沼終末処理場	範囲内	未対応					
宮城県	気仙沼市	津谷街浄化センター	範囲内	○ 未対応			応急復旧対応中		
宮城県	登米市	佐沼環境浄化センター		○ 未対応	一部稼働	ほぼ通常処理			
宮城県	登米市	豊里浄化センター		○ 未対応	一部稼働	ほぼ通常処理			
宮城県	登米市	大間浄化センター		○ 未対応	復旧				
宮城県	登米市	津山浄化センター		○ 未対応	復旧				
宮城県	栗原市	鳴沢浄化センター		○ 未対応	復旧				
宮城県	栗原市	花山浄化センター		○ 未対応	復旧				
宮城県	栗原市	鶴峰・高津水浄化センター		○ 未対応	復旧				
宮城県	東松島市	中沢浄化センター		○ 未対応	復旧				
宮城県	大崎市	吉川脚下浄化センター		○ 未対応	一部稼働		復旧		
宮城県	大崎市	岩出山浄化センター		○ 未対応	復旧				
宮城県	大崎市	鳴子浄化センター		○ 未対応	復旧				
宮城県	七ヶ宿町	閑浄化センター		○ 未対応	復旧				
宮城県	川崎町	森房環境浄化センター		○ 未対応	一部稼働	ほぼ通常処理			
宮城県	川崎町	青根浄化センター		未対応	○ 復旧				
宮城県	山元町	山元浄化センター	範囲内	○ 未対応	応急復旧対応中				
宮城県	松島町	松島浄化センター		○ 未対応	一部稼働		ほぼ通常処理		
宮城県	色麻町	色麻浄化センター		○ 未対応	復旧				
宮城県	加美町	中新田浄化センター		○ 未対応	復旧				
宮城県	加美町	宮崎浄化センター		○ 未対応	復旧				
宮城県	加美町	小野田浄化センター		○ 未対応	復旧				
宮城県	涌谷町	涌谷浄化センター		○ 未対応	復旧				
宮城県	南三陸町	志津川浄化センター	※3	施設被害無 (処理区域内汚水発生無)					
宮城県	南三陸町	歌津浄化センター	※3	施設被害無 (処理区域内汚水発生無)					
福島県	相馬市	相馬市下水処理場	範囲内	○ 未対応	応急復旧対応中				
福島県	南相馬市	鹿島浄化センター	範囲内	○ 未対応	応急復旧対応中			ほぼ通常処理	
福島県	南相馬市	北泉浄化センター	範囲内	処理区域内汚水発生無					
福島県	広野町	広野浄化センター	範囲内	未対応					
福島県	新地町	新地浄化センター	範囲内	○ 未対応	応急復旧対応中				
茨城県	那珂久慈流域	那珂久慈ブロック流域内汎用施設		水処理施設無					
茨城県	北茨城市	北茨城市浄化センター		○ 未対応	復旧				
東京都	東京都区部	東部スラッジプラント		水処理施設無	○ 復旧				

*1 国土地理院「浸水範囲概況図(4月18日)」を基に各処理場の所在地より確認した。

*2 浸水範囲内に位置しているが、浸水位が低く被害は少なかった処理場。

*3 地図上では浸水範囲内に位置しているが、実際には浸水が無かった処理場。

○	汚水流入
■	未対応(未対応、汚水流入がなく未対応など)
■	一部稼働
■	応急復旧(土壤消毒、消毒、別位置にて応急対応など)
■	復旧(処理場の稼動開始、処理場損傷はあるがほぼ通常処理など)

4) 処理場被害・復旧の具体事例

処理場の被害・復旧事例として、代表的な4箇所の処理場についてその被害・復旧状況を具体的に示す。図I-2-3に各処理場の概略位置を示す。

表 I-2-5 各処理場の応急対応状況

被災要因	処理場への汚水流入	応急対応	実施内容	代表的な施設名	
津波	有り	処理場にて実施	消毒 + 沈殿	南蒲生浄化センター	・下水道BCPに基づく速やかな情報収集 ・自然流下管の機能を有しており、流下機能を保持できた ・支援自治体提供による固形塩素など速やかに確保することが出来た
					・水処理施設(オキシデーションディッチ)の上部がコンクリートで覆蓋されていた ・管理棟の水密性が高く、電気室中の設備が水没しなかった
	無し	別位置にて実施	沈殿 + 消毒	大平下水処理場	・ポンプ場からの消毒放流(緊急措置)は早期実施していた ・固形塩素について県が購入し、必要箇所への配布も行っていた ・浄化センターでの応急措置をすることが出来なかった →停電により圧送ポンプ停止 →水管橋が被災し落橋
					・処理場を含む市街地沿岸部は壊滅的な被害を受けた ・高台の被災を免れた地域に対しての対応が求められた ・仮設のユニット型膜処理設備を設置
			沈殿 + 生物処理 + 消毒	陸前高田浄化センター	・地震動のみ起因する施設の長期停止は発生しなかった ・地震動に対する十分な対策がとられていた。
地震動	有り	処理場にて実施	ほぼ通常処理まで復旧	-	



図 I-2-3 各処理場の位置図

① 仙台市 南蒲生浄化センター

a. 被害の状況

水処理施設、汚泥処理施設のほぼ全てが使用不能

土木・建築施設

- ・送風機室、第3ポンプ室の地上部外壁が津波により破損、吹き抜け部の柱や外壁が湾曲している。

- ・反応タンクのエキスパンションジョイント部（継手部）で漏水が発生している。

機械設備

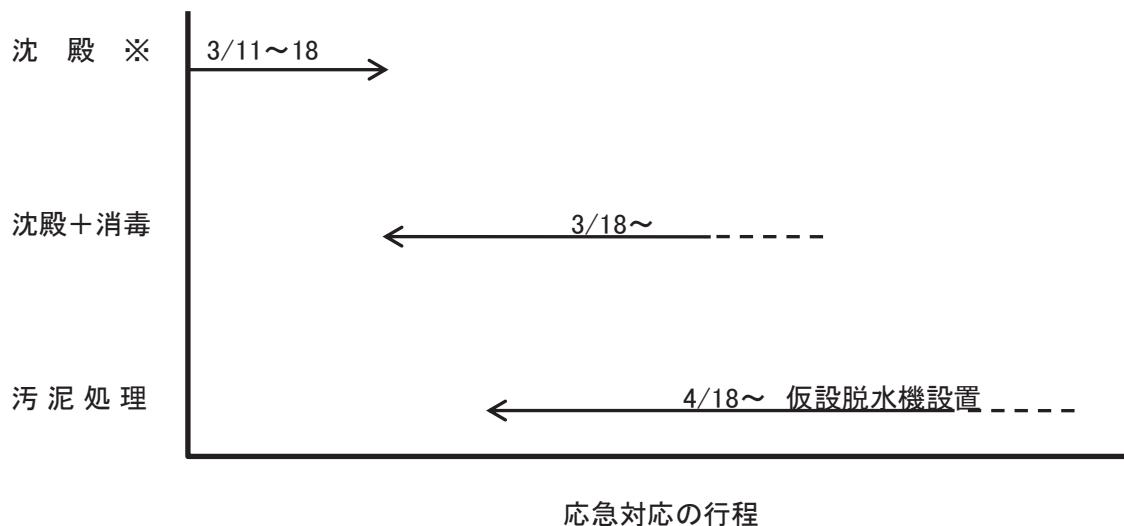
- ・機器水没により機能停止が生じている。

- ・送気配管等が破損している。

電気設備

- ・電気室への浸水や配電盤、現場操作盤の水没により機能停止している。

b. 応急対応の状況



※流入後 最初沈殿池を経て越流放流

南蒲生浄化センター



送風機棟内の被災状況



第3ポンプ室の津波による外壁の被災状況



初期における固体塩素での消毒状況



転体を取り壊しての放流ゲート開放状況



仮設脱水機の設置状況

写真 I -2-1 被害状況写真

② 南相馬市 鹿島浄化センター

a. 被害の状況

水処理施設、汚泥処理施設のほぼ全てが使用不能

土木・建築施設

- ・地下式 OD、覆蓋により水処理施設の被害は少ない。
- ・津波により建屋扉等に一部損壊被害。
- ・最終沈殿池に瓦礫が侵入している。

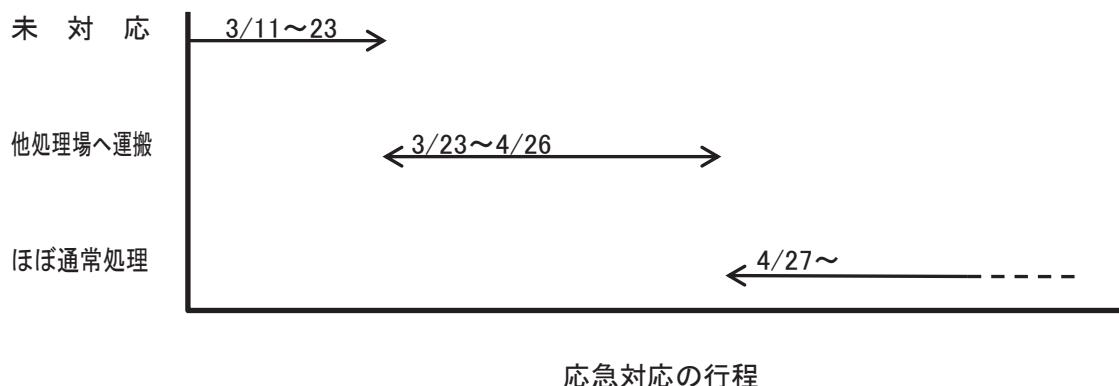
機械設備

- ・機器水没により機能停止が生じている。

電気設備

- ・電気室への浸水や配電盤、現場操作盤の水没により機能停止している。

b. 応急対応の状況



応急対応の行程

鹿島浄化センター



被災後の浄化センター



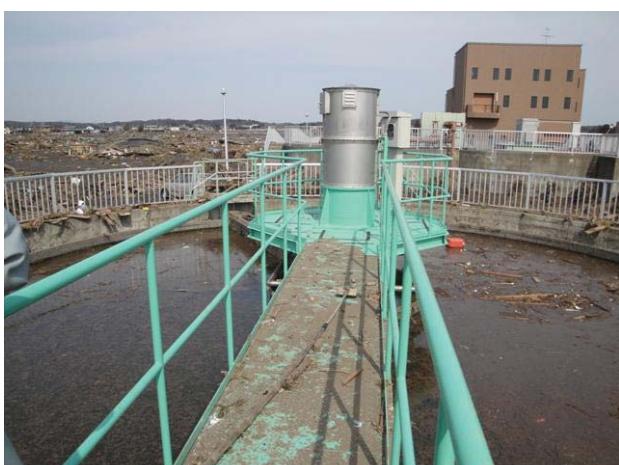
損壊した建屋扉



施設内の浸水被害状況



施設内浸水被害状況



最終沈殿池



瓦礫の侵入

写真 I -2-2 被害状況写真

③ 釜石市 大平下水処理場

a. 被害の状況

水処理施設、汚泥処理施設のほぼ全てが使用不能

土木・建築施設

- ・土木構造物の大きな損傷はない。
- ・津波により水処理施設内に瓦礫が侵入した。

機械設備

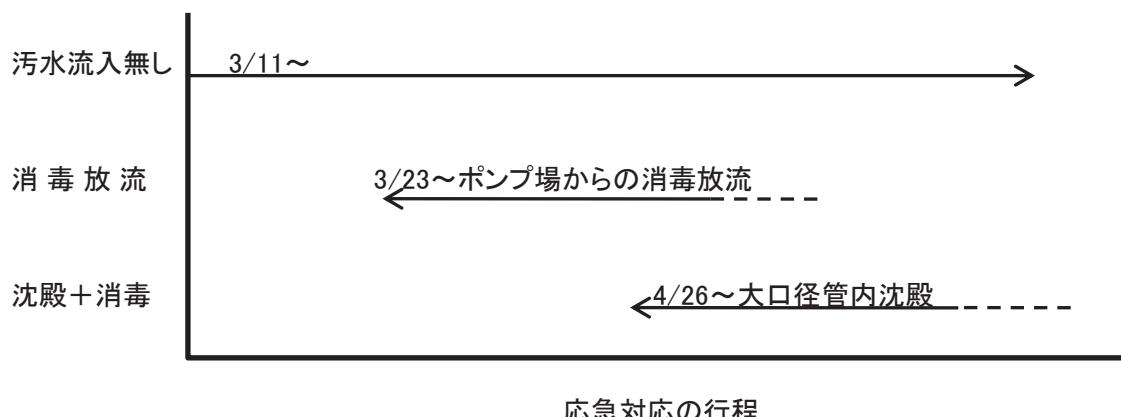
- ・機器水没により機能停止が生じている。

電気設備

- ・電気室への浸水や配電盤、現場操作盤の水没により機能停止している。

b. 応急対応の状況

- ・水管橋の落下→4/16 に仮設配管設置済
- ・圧送ポンプが停止している為、ポンプ場にて応急対応実施



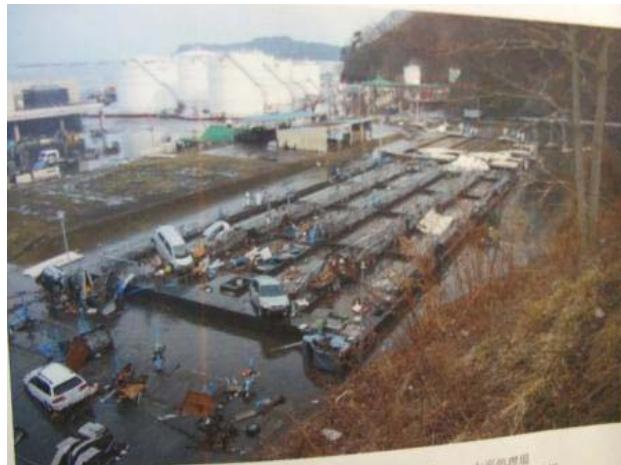
大平下水処理場及び矢ノ浦水管橋



津波により建屋扉の損壊



浸水した受変電設備



被災後の大平下水処理場の水処理施設



瓦礫撤去後の大平下水処理場の水処理施設



損壊した水管橋



水管橋の仮設配管設置

写真 I -2-3 被害状況写真

④ 岩手県陸前高田市 陸前高田浄化センター

a. 被害の状況

- ・水処理施設、汚泥処理施設のほぼ全てが使用不能
- ・市街地壊滅により沿岸部からの汚水発生はなし（高台は家屋健全）

土木・建築施設

- ・土木構造物は目視上破損は少ないが、流木等が水処理施設に侵入している。
- ・処理場の建築部分は扉や屋根等が損壊
- ・管理棟周りは大きく洗掘されている

機械設備

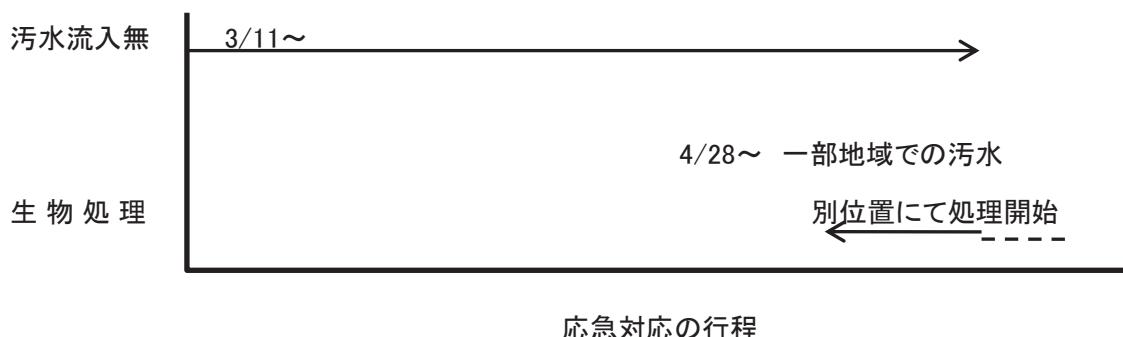
- ・機械・電気設備は、冠水の上に物理的な損壊がある。

電気設備

- ・電気室への浸水や配電盤、現場操作盤の水没により機能停止している。

b. 応急対応の状況

- ・高台を中心に被害を免れており、下水道の需要がある。
- ・410世帯の汚水を5基の膜分離装置（MBR）で処理する。
- ・施設そのものは、岡山にあった使用済みのものを搬送した。



陸前高田浄化センター



被災後の浄化センター



処理施設への瓦礫侵入



設置場所概要



津波により破壊されたドア



鳴石地区における MBR 応急対応

写真 I -2-4 被害状況写真

(2) ポンプ場の被害、復旧状況

1) ポンプ場被害の全体概要

震災により被災したは 112 箇所である。

平成 24 年 3 月 10 日現在、稼動停止しているポンプ場は 18 箇所、一部稼動はポンプ場 19 箇所、被災状況未確認のポンプ場は福島県の 1 箇所である。また、稼動停止している 18 箇所の内訳は応急対応中が 8 箇所、排水対象の無い雨水ポンプ場が 10 箇所である。

表 I-2-6 ポンプ場施設の被害と復旧状況 (国土交通省資料一部加工)

ポンプ場稼動状況	3/16時点									
	ポンプ場の応急復旧状況									
	未対応	汚水流入なし (汚水P)	排水対象地区なし (雨水P)	応急対応準備中	応急対応中	一部稼動	ほぼ通常	不明	復旧済み	合計
稼動停止	72	1	6							79
施設損傷						32				32
通常運転										0
不明								1		1
合計	72	1	6	0	0	32	0	1	0	112

ポンプ場稼動状況	5/8時点									
	ポンプ場の応急復旧状況									
	未対応	汚水流入なし (汚水P)	排水対象地区なし (雨水P)	応急対応準備中	応急対応中	一部稼動	ほぼ通常	不明	復旧済み	合計
稼動停止	1	1	6	11	17					36
施設損傷						11	28			39
通常運転									36	36
不明								1		1
合計	1	1	6	11	17	11	28	1	36	112

※ 施設損傷は一部及び通常処理を実施している施設である

(但し、下流の条件により応急対応を行っている施設が 1 箇所ある)

表 I-2-7 ポンプ場の被害と復旧状況（国土交通省資料一部加工）(1/2)

都道府県名	市町村等団体名	ポンプ場名	種類	3月16日		5月8日	
				被害状況	復旧状況	被害状況	復旧状況
青森県	馬淵川流域	八戸中継ポンプ場	汚水	稼働停止	未対応	稼働停止	応急対応中
	八戸市	館鼻汚水中継ポンプ場	汚水	施設損傷	一部稼働	施設損傷	ほぼ通常通り排水
岩手県	宮古市	宮古中継ポンプ場	汚水	稼働停止	未対応	施設損傷	ほぼ通常通り排水
	陸前高田市	高田ポンプ場	雨水	稼働停止	保全対象家屋なし	稼働停止	保全対象家屋なし
	釜石市	嬉石ポンプ場	汚水	稼働停止	未対応	稼働停止	応急対応中
	釜石市	汐立ポンプ場	汚水	稼働停止	未対応	稼働停止	応急対応中
	釜石市	鈴子ポンプ場	雨水	稼働停止	未対応	稼働停止	応急対応準備中
	釜石市	鶴住居雨水ポンプ場	雨水	稼働停止	保全対象家屋なし	稼働停止	保全対象家屋なし
	大槌町	桜木町雨水ポンプ場	雨水	稼働停止	未対応	稼働停止	応急対応準備中
	大槌町	栄町ポンプ場	雨水	稼働停止	保全対象家屋なし	稼働停止	保全対象家屋なし
	大槌町	大町雨水ポンプ場	雨水	稼働停止	保全対象家屋なし	稼働停止	保全対象家屋なし
宮城県	山田町	前須賀中継ポンプ場	汚水	稼働停止	未対応	稼働停止	応急対応中
	仙塩流域	塩竈中継ポンプ場	汚水	稼働停止	未対応	復旧済み	復旧済み
	阿武隈川下流流域	名取ポンプ場	汚水	稼働停止	未対応	施設損傷	一部稼働
	阿武隈川下流流域	仙台ポンプ場	汚水	稼働停止	未対応	施設損傷	一部稼働
	北上川下流東部流域	石巻第6ポンプ場	汚水	稼働停止	未対応	稼働停止	応急対応中
	北上川下流東部流域	石巻第5ポンプ場	汚水	稼働停止	未対応	復旧済み	復旧済み
	仙台市	郡山ポンプ場	汚水・雨水	稼働停止	未対応	復旧済み	復旧済み
	仙台市	靈屋ポンプ場	汚水	稼働停止	未対応	復旧済み	復旧済み
	仙台市	茂庭住宅団地ポンプ場	汚水	稼働停止	未対応	復旧済み	復旧済み
	仙台市	六丁目ポンプ場	汚水	施設損傷	一部稼働	復旧済み	復旧済み
	仙台市	富沢ポンプ場	汚水	稼働停止	未対応	復旧済み	復旧済み
	仙台市	国見第一ポンプ場	汚水	稼働停止	未対応	復旧済み	復旧済み
	仙台市	みやぎ中山ポンプ場	汚水	稼働停止	未対応	施設損傷	一部稼働
	仙台市	鶴巻ポンプ場	汚水・雨水	施設損傷	一部稼働	施設損傷	ほぼ通常通り排水
	仙台市	岡田ポンプ場	汚水	稼働停止	未対応	施設損傷	一部稼働
	仙台市	荒浜ポンプ場	汚水	稼働停止	汚水流入なし	稼働停止	汚水流入なし
	仙台市	霞目ポンプ場	汚水	施設損傷	一部稼働	施設損傷	ほぼ通常通り排水
	仙台市	館四丁目ポンプ場	汚水	施設損傷	一部稼働	施設損傷	ほぼ通常通り排水
	仙台市	今泉ポンプ場	雨水	施設損傷	一部稼働	施設損傷	ほぼ通常通り排水
	仙台市	富沢南ポンプ場	汚水	施設損傷	一部稼働	施設損傷	ほぼ通常通り排水
	仙台市	北新田排水ポンプ場	雨水	稼働停止	未対応	稼働停止	応急対応準備中
	仙台市	西原排水ポンプ場	雨水	稼働停止	未対応	稼働停止	応急対応準備中
	仙台市	蒲生排水ポンプ場	雨水	稼働停止	未対応	稼働停止	未対応
	仙台市	中野ポンプ場	汚水	稼働停止	未対応	稼働停止	応急対応中
	仙台市	中野雨水ポンプ場	雨水	稼働停止	未対応	稼働停止	応急対応中
	石巻市	漆排水ポンプ場	雨水	稼働停止	未対応	稼働停止	応急対応中
	石巻市	鹿妻排水ポンプ場	雨水	稼働停止	未対応	稼働停止	応急対応中
	石巻市	門脇排水ポンプ場	雨水	稼働停止	未対応	稼働停止	応急対応中
	石巻市	住吉排水ポンプ場	雨水	稼働停止	未対応	施設損傷	ほぼ通常通り排水
	石巻市	南境排水ポンプ場	雨水	施設損傷	一部稼働	施設損傷	ほぼ通常通り排水
	石巻市	井内排水ポンプ場	雨水	施設損傷	一部稼働	施設損傷	ほぼ通常通り排水
	石巻市	金排水ポンプ場	雨水	稼働停止	未対応	施設損傷	一部稼働
	石巻市	横堤排水ポンプ場	雨水	稼働停止	未対応	稼働停止	応急対応中
	塩竈市	中央ポンプ場	雨水	稼働停止	未対応	施設損傷	一部稼働
	塩竈市	越の浦汚水中継	汚水	稼働停止	未対応	復旧済み	復旧済み
	塩竈市	藤倉第2ポンプ場	雨水	稼働停止	未対応	施設損傷	一部稼働
	塩竈市	藤倉ポンプ場	汚水・雨水	稼働停止	未対応	施設損傷	一部稼働
気仙沼市	鹿折中継ポンプ場	汚水	稼働停止	未対応	稼働停止	応急対応中	
	川口雨水ポンプ場	雨水	稼働停止	保全対象家屋なし	稼働停止	保全対象家屋なし	
	新町ポンプ場	雨水	稼働停止	未対応	稼働停止	応急対応準備中	
	南前田ポンプ場	汚水	稼働停止	未対応	復旧済み	復旧済み	
	北釜排水ポンプ場	雨水	稼働停止	未対応	稼働停止	応急対応準備中	
	閑上中継ポンプ場	汚水	稼働停止	未対応	施設損傷	一部稼働	
	閑上第6ポンプ場	雨水	稼働停止	未対応	稼働停止	応急対応準備中	
	閑上第5ポンプ場	雨水	稼働停止	未対応	稼働停止	応急対応準備中	
	日和山第2ポンプ場	雨水	稼働停止	未対応	稼働停止	応急対応準備中	
	閑上雨水ポンプ場	雨水	稼働停止	未対応	施設損傷	一部稼働	

都道府県名	市町村等団体名	ポンプ場名	種類	3月16日		5月8日	
				被害状況	復旧状況	被害状況	復旧状況
宮城県	多賀城市	八幡雨水ポンプ場	雨水	稼働停止	未対応	稼働停止	応急対応中
	多賀城市	中央雨水ポンプ場	雨水	稼働停止	未対応	施設損傷	ほぼ通常通り排水
	多賀城市	大代雨水ポンプ場	雨水	稼働停止	未対応	稼働停止	応急対応準備中
	岩沼市	新拓雨水排水ポンプ場	雨水	稼働停止	未対応	稼働停止	応急対応準備中
	登米市	迫中継ポンプ場	汚水	稼働停止	未対応	施設損傷	ほぼ通常通り排水
	栗原市	花山中継ポンプ場	汚水	稼働停止	未対応	復旧済み	復旧済み
	松島町	普賢堂雨水ポンプ場	雨水	稼働停止	未対応	復旧済み	復旧済み
	亘理町	荒浜雨水ポンプ場	雨水	稼働停止	保全対象家屋なし	稼働停止	保全対象家屋なし
	七ヶ浜町	亦楽(えきらぐ)	汚水	稼働停止	未対応	復旧済み	復旧済み
	七ヶ浜町	北遠山ポンプ場	汚水	稼働停止	未対応	施設損傷	ほぼ通常通り排水
	七ヶ浜町	菖蒲浦	汚水	稼働停止	未対応	復旧済み	復旧済み
	七ヶ浜町	要害浦ポンプ場	汚水	稼働停止	未対応	施設損傷	ほぼ通常通り排水
	七ヶ浜町	松ヶ浜ポンプ場	汚水	稼働停止	未対応	施設損傷	ほぼ通常通り排水
	七ヶ浜町	菖蒲田ポンプ場	汚水	稼働停止	未対応	施設損傷	ほぼ通常通り排水
	七ヶ浜町	花渕ポンプ場	汚水	稼働停止	未対応	施設損傷	ほぼ通常通り排水
	七ヶ浜町	吉田ポンプ場	汚水	稼働停止	未対応	施設損傷	ほぼ通常通り排水
	七ヶ浜町	代ヶ崎ポンプ場	汚水	稼働停止	未対応	施設損傷	ほぼ通常通り排水
	利府町	浜田中継ポンプ場	汚水	稼働停止	未対応	復旧済み	復旧済み
福島県	いわき市	植田第一ポンプ場	雨水	稼働停止	未対応	稼働停止	応急対応中
	いわき市	林城ポンプ場	雨水	施設損傷	一部稼働	施設損傷	一部稼働
	いわき市	大倉ポンプ場	雨水	稼働停止	未対応	稼働停止	応急対応中
	いわき市	大原ポンプ場	雨水	稼働停止	未対応	稼働停止	応急対応中
	いわき市	芳川ポンプ場	雨水	施設損傷	一部稼働	施設損傷	ほぼ通常通り排水
	いわき市	小名川ポンプ場	汚水・雨水	施設損傷	一部稼働	施設損傷	ほぼ通常通り排水
	いわき市	小島ポンプ場	雨水	稼働停止	未対応	施設損傷	ほぼ通常通り排水
	いわき市	御代ポンプ場	雨水	施設損傷	一部稼働	施設損傷	ほぼ通常通り排水
	相馬市	原釜排水機場	雨水	稼働停止	未対応	稼働停止	応急対応中
	浪江町	幾内中継ポンプ場	汚水	不明	不明	不明	不明
	茨城県	那珂久慈流域	東海ポンプ場	汚水	施設損傷	一部稼働	施設損傷
茨城県	那珂久慈流域	日立ポンプ場	汚水	施設損傷	一部稼働	施設損傷	ほぼ通常通り排水
	那珂久慈流域	馬渡ポンプ場	汚水	稼働停止	未対応	施設損傷	ほぼ通常通り排水
	霞ヶ浦水郷流域	辻ポンプ場	汚水	稼働停止	未対応	復旧済み	復旧済み
	日立市	会瀬中継ポンプ場	汚水	施設損傷	一部稼働	施設損傷	ほぼ通常通り排水
	日立市	旭町第2中継ポンプ場	汚水	施設損傷	一部稼働	復旧済み	復旧済み
	日立市	河原子中継ポンプ場	汚水	施設損傷	一部稼働	施設損傷	ほぼ通常通り排水
	日立市	東町中継ポンプ場	汚水	施設損傷	一部稼働	復旧済み	復旧済み
	日立市	田沢中継ポンプ場	汚水	施設損傷	一部稼働	復旧済み	復旧済み
	土浦市	亀城ポンプ場	汚水・雨水	施設損傷	一部稼働	復旧済み	復旧済み
	石岡市	石岡第一中継ポンプ場	汚水	施設損傷	一部稼働	復旧済み	復旧済み
	石岡市	石岡第二中継ポンプ場	汚水	施設損傷	一部稼働	復旧済み	復旧済み
	北茨城市	磯原駅東排水ポンプ場	雨水	稼働停止	未対応	復旧済み	復旧済み
	潮来市	日の出第2中継ポンプ場	汚水	稼働停止	未対応	復旧済み	復旧済み
	潮来市	日の出第1中継ポンプ場	汚水	稼働停止	未対応	復旧済み	復旧済み
	日立高萩広域下水道組合	田尻中継ポンプ場	汚水	施設損傷	一部稼働	復旧済み	復旧済み
	日立高萩広域下水道組合	本町中継ポンプ場	汚水	施設損傷	一部稼働	復旧済み	復旧済み
埼玉県	吉川市	吉川中央雨水ポンプ場	雨水	施設損傷	一部稼働	復旧済み	復旧済み
	伊奈町	伊奈第1中継ポンプ場	汚水	施設損傷	一部稼働	復旧済み	復旧済み
	三芳町	第二中継ポンプ場	汚水	施設損傷	一部稼働	復旧済み	復旧済み
	加須市	上高柳中継ポンプ場	汚水	施設損傷	一部稼働	復旧済み	復旧済み
	加須市	大利根第2中継ポンプ場	汚水	施設損傷	一部稼働	復旧済み	復旧済み
	宮代町	第一中継ポンプ場	汚水	施設損傷	一部稼働	復旧済み	復旧済み
	毛呂山・越生・鳩山公共下水道組合	鳩山ユータン第2中継ポンプ場	汚水	稼働停止	未対応	復旧済み	復旧済み
	皆野・長瀬上下水道組合	長瀬第1中継ポンプ場	汚水	稼働停止	未対応	復旧済み	復旧済み
	神奈川県	秦野市	鶴巻中継ポンプ場	汚水	施設損傷	一部稼働	復旧済み

2) ポンプ場の稼動停止状況および復旧状況の経時変化

3月16日時点で稼動停止していた汚水および汚水・雨水ポンプ場は42箇所、雨水ポンプ場は36箇所であった。

5月8日時点において汚水ポンプ場では9箇所、雨水ポンプ場では27箇所停止している。汚水ポンプ場の方がほぼ通常運転への復旧箇所が多い。

表 I -2-8 汚水、汚水・雨水ポンプ場の稼動停止状況 (国土交通省資料一部加工)

		3/16	3/17	3/18	3/19	3/20	3/21	3/26	4/1	4/7	4/13	4/19	4/25	5/1	5/8
稼動停止ポンプ場	(箇所)	42	38	38	36	36	32	27	24	19	17	16	15	11	8

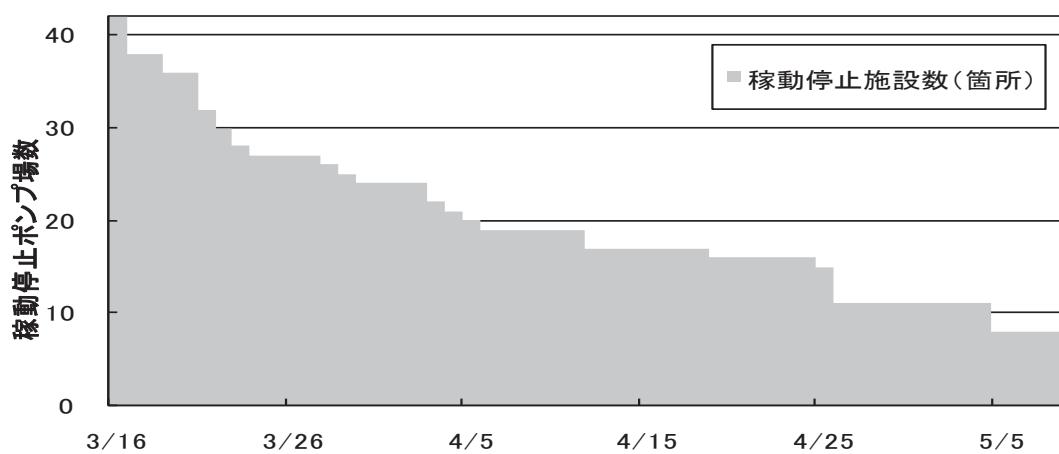


图 I -2-4 汚水、汚水・雨水ポンプ場の稼動停止状況 (国土交通省資料一部加工)

表 I -2-9 雨水ポンプ場の稼動停止状況 (国土交通省資料一部加工)

		3/16	3/17	3/18	3/19	3/20	3/21	3/26	4/1	4/7	4/13	4/19	4/25	5/1	5/8
稼動停止ポンプ場	(箇所)	37	36	36	36	36	35	32	28	28	28	28	28	28	28

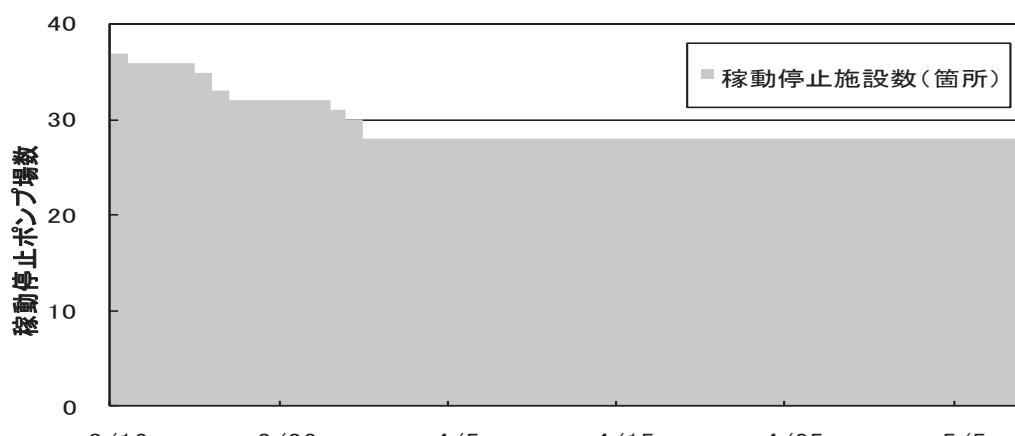


图 I -2-5 雨水ポンプ場の稼動停止状況 (国土交通省資料一部加工)

3) ポンプ場別 復旧状況

3月16日時点で稼動停止していたポンプ場について、その復旧状況を示す。

- 汚水ポンプ場は雨水ポンプ場と比較して、全体的に復旧が早い傾向である。
- 汚水ポンプ場では汚水流入なしと比較的早くほぼ通常運転となった施設を除くと、早くて被災後8日後、残りの施設はほぼ4月初めには応急対応が開始された。
- 雨水ポンプ場では、排水対象地区なしの施設が11箇所と多く、比較的早くほぼ通常運転となった施設を除くと、早くて被災後20日経過した4月初めに応急対応が開始された。

表 I-2-10 稼動停止している各ポンプ場の復旧状況一覧（汚水、汚水・雨水）

(国土交通省資料一部加工)

都道府県名	市町村等団体名	ポンプ場名	3/16	3/21	4/1	4/11	4/21	5/1
青森県	馬淵川流域	八戸中継ポンプ場	未対応	沈殿+消毒				
岩手県	宮古市	宮古中継ポンプ場	未対応	消毒	ほぼ通常通りの排水			
岩手県	釜石市	嬉石ポンプ場	未対応	消毒				
岩手県	釜石市	汐立ポンプ場	未対応	消毒				
岩手県	山田町	前須賀中継ポンプ場	未対応		沈殿+消毒			
宮城県	仙塩流域	塩竈中継ポンプ場	未対応	復旧済み				
宮城県	阿武隈川下流域	名取ポンプ場	未対応	消毒	沈殿+消毒	一部稼働		
宮城県	阿武隈川下流域	仙台ポンプ場	未対応	一部稼働				
宮城県	北上川下流域	石巻第6ポンプ場	未対応		仮設ポンプ			
宮城県	北上川下流域	石巻第5ポンプ場	未対応		復旧済み			
宮城県	仙台市	郡山ポンプ場	未対応	復旧済み				
宮城県	仙台市	塗屋ポンプ場	復旧済み					
宮城県	仙台市	茂庭住宅団地ポンプ場	復旧済み					
宮城県	仙台市	富沢ポンプ場	復旧済み					
宮城県	仙台市	国見第一ポンプ場	復旧済み					
宮城県	仙台市	みやぎ中山ポンプ場	未対応	沈殿+消毒		一部稼働		
宮城県	仙台市	岡田ポンプ場	未対応		消毒	一部稼働		
宮城県	仙台市	荒浜ポンプ場	汚水流入なし					
宮城県	仙台市	中野ポンプ場	未対応		仮設ポンプ			
宮城県	塩竈市	越の浦汚水中継	未対応	一部稼働		復旧済み		
宮城県	塩竈市	藤倉ポンプ場	未対応				一部稼働	
宮城県	気仙沼市	鹿折中継ポンプ場	未対応		バキューム車			
宮城県	名取市	南前田ポンプ場	未対応	復旧済み				
宮城県	名取市	開上中継ポンプ場	未対応				一部稼働	
宮城県	登米市	追込中継ポンプ場	未対応	一部稼働	ほぼ通常通りの排水			
宮城県	栗原市	花山中継ポンプ場	未対応	復旧済み				
宮城県	七ヶ浜町	亦楽（えきらく）	未対応		消毒	復旧済み		
宮城県	七ヶ浜町	北遠山ポンプ場	未対応		消毒			ほぼ通常通りの排水
宮城県	七ヶ浜町	菖蒲蒲	未対応		復旧済み			
宮城県	七ヶ浜町	要害浦ポンプ場	未対応		バキューム車			ほぼ通常通りの排水
宮城県	七ヶ浜町	松ヶ浜ポンプ場	未対応		バキューム車			ほぼ通常通りの排水
宮城県	七ヶ浜町	菖蒲田ポンプ場	未対応		バキューム車			ほぼ通常通りの排水
宮城県	七ヶ浜町	花潤ポンプ場	未対応		バキューム車			ほぼ通常通りの排水
宮城県	七ヶ浜町	吉田ポンプ場	未対応		バキューム車			ほぼ通常通りの排水
宮城県	七ヶ浜町	代ヶ崎ポンプ場	未対応		バキューム車			ほぼ通常通りの排水
宮城県	利府町	浜田中継ポンプ場	未対応	復旧済み				
福島県	浪江町	幾内中継ポンプ場	不明					
茨城県	那珂久慈流域	馬渡ポンプ場	未対応	ほぼ通常通りの排水				
茨城県	霞ヶ浦水郷流域	辻ポンプ場	未対応	復旧済み				
茨城県	潮来市	日の出第2中継ポンプ場	未対応		復旧済み			
茨城県	潮来市	日の出第1中継ポンプ場	未対応		復旧済み			
埼玉県	鶴ヶ島市	鶴ヶ島中継ポンプ場	未対応	復旧済み				
埼玉県	吉野・長瀬上下水道組合	長瀬第1中継ポンプ場	未対応	復旧済み				

未対応（汚水流入なしの場合も含む）
応急対応準備中
応急復旧（消毒、沈殿+消毒、バイパス、仮設ポンプでの処理など）
一部稼動
復旧（ポンプ場の稼動開始、処理場損傷はあるがほぼ通常処理など）

表 I -2-11 稼動停止している各ポンプ場の復旧状況一覧（雨水）

(国土交通省資料一部加工)

都道府県名	市町村等団体名	ポンプ場名	3/16	3/21	4/1	4/11	4/21	5/1
岩手県	陸前高田市	高田ポンプ場	保全対象家屋なし					
岩手県	釜石市	鈴子ポンプ場	保全対象家屋なし		応急対応準備中			
岩手県	釜石市	鶴住居雨水ポンプ場	保全対象家屋なし					
岩手県	大槌町	桜木町雨水ポンプ場	保全対象家屋なし		応急対応準備中			
岩手県	大槌町	栄町ポンプ場	保全対象家屋なし					
岩手県	大槌町	大町雨水ポンプ場	保全対象家屋なし					
宮城県	仙台市	北新田排水ポンプ場	保全対象家屋なし				応急対応準備中	
宮城県	仙台市	西原排水ポンプ場	未対応				応急対応準備中	
宮城県	仙台市	蒲生排水ポンプ場	保全対象家屋なし					
宮城県	仙台市	中野雨水ポンプ場	未対応	バイパス管路				
宮城県	石巻市	湊排水ポンプ場	未対応	バイパス管路				
宮城県	石巻市	鹿妻排水ポンプ場	未対応	バイパス管路				
宮城県	石巻市	門脇排水ポンプ場	未対応	バイパス管路				
宮城県	石巻市	住吉排水ポンプ場	未対応	ほぼ通常通りの排水				
宮城県	石巻市	金排水ポンプ場	未対応	一部稼働				
宮城県	石巻市	横堤排水ポンプ場	未対応	仮設ポンプ				
宮城県	塩竈市	中央ポンプ場	未対応	一部稼働				
宮城県	塩竈市	藤倉第2ポンプ場	未対応	一部稼働				
宮城県	気仙沼市	川口雨水ポンプ場	保全対象家屋なし					
宮城県	名取市	新町ポンプ場	未対応		応急対応準備中			
宮城県	名取市	北釜排水ポンプ場	未対応		応急対応準備中			
宮城県	名取市	閑上第6ポンプ場	未対応		応急対応準備中			
宮城県	名取市	閑上第5ポンプ場	未対応		応急対応準備中			
宮城県	名取市	日和山第2ポンプ場	未対応		応急対応準備中			
宮城県	名取市	閑上雨水ポンプ場	未対応	一部稼働				
宮城県	多賀城市	八幡雨水ポンプ場	未対応	仮設ポンプ				
宮城県	多賀城市	中央雨水ポンプ場	未対応	一部稼働	ほぼ通常通りの排水			
宮城県	多賀城市	大代雨水ポンプ場	未対応		応急対応準備中			
宮城県	岩沼市	新拓雨水排水ポンプ場	未対応		応急対応準備中			
宮城県	松島町	普賢堂雨水ポンプ場	未対応	ほぼ通常通り	復旧済み			
宮城県	亘理町	荒浜雨水ポンプ場	保全対象家屋なし					
福島県	いわき市	榎田第一ポンプ場	未対応	バイパス管路				
福島県	いわき市	大倉ポンプ場	未対応	バイパス管路				
福島県	いわき市	大原ポンプ場	未対応	バイパス管路				
福島県	いわき市	小島ポンプ場	一部稼働	ほぼ通常通りの排水				
福島県	相馬市	原釜排水機場	未対応	仮設ポンプ				
茨城県	北茨城市	職原駅東排水ポンプ場	未対応	復旧済み				

未対応 (対象保全家屋なしの場合も含む)
応急対応準備中
応急復旧 (消毒、沈殿+消毒、バイパス、仮設ポンプでの処理など)
一部稼動
復旧(ポンプ場の稼動開始、処理場損傷はあるがほぼ通常処理など)

4) ポンプ場に対する具体的な復旧事例

ポンプ場の被害・復旧事例として、比較的早く応急対応を開始した以下の2箇所のポンプ場における被害・復旧事例を具体的に示す。

表 I-2-12 各ポンプ場の応急対応状況

	応急対応実施状況	施設名
汚水ポンプ場	沈殿+放流	馬淵川流域 八戸中継ポンプ場
雨水ポンプ場	仮設ポンプによる排水	多賀城市 八幡雨水ポンプ場

【 汚水ポンプ場 】

① 馬淵川流域 八戸中継ポンプ場

a. 被害の状況

津波によりポンプ場（平屋建て）は完全水没

土木・建築施設

- ・施設は残存している。
- ・建築施設においても一部破損。

機械設備

- ・水没により機能停止している。

電気設備

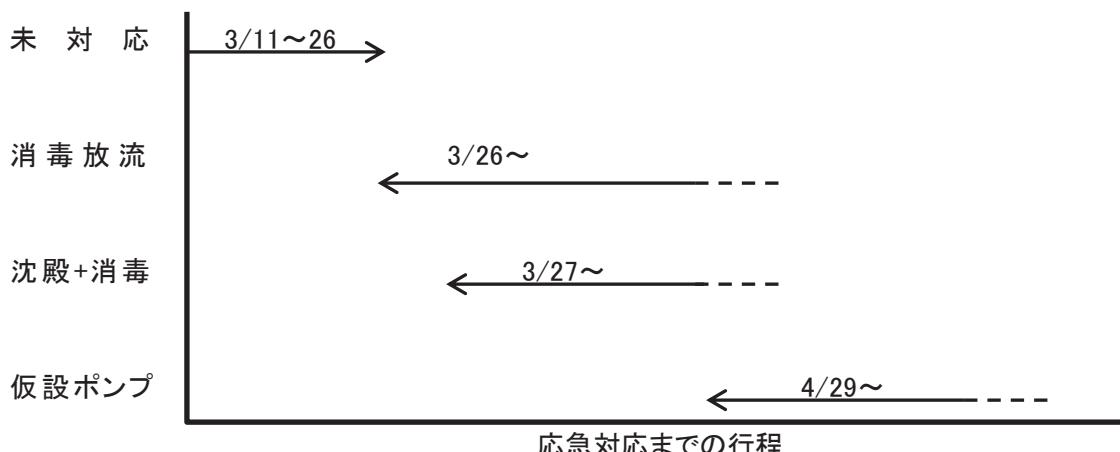
- ・水没により機能停止している。

b. 応急対応の状況

上流側マンホール近傍の仮設沈殿池より沈殿放流。

仮設ポンプにより4月29日に処理場に向けて部分送水（2,500m³/日）を開始

5月18日より全量送水（5,000m³/日）を開始



馬淵川流域 八戸中継ポンプ場



馬淵川流域 八戸中継ポンプ場外観



仮設沈殿状況



消毒放流状況

写真 I -2-5 被害状況写真

【 雨水ポンプ場 】

② 多賀城市 八幡雨水ポンプ場

a. 被害の状況

津波により浸水。

ポンプ本体は稼動可能だが、主に電気設備が被災した。

土木・建築施設

- ・水没以外の詳しい被害報告なし。

機械設備

- ・水没により機能停止している、ポンプ本体は稼動可能。

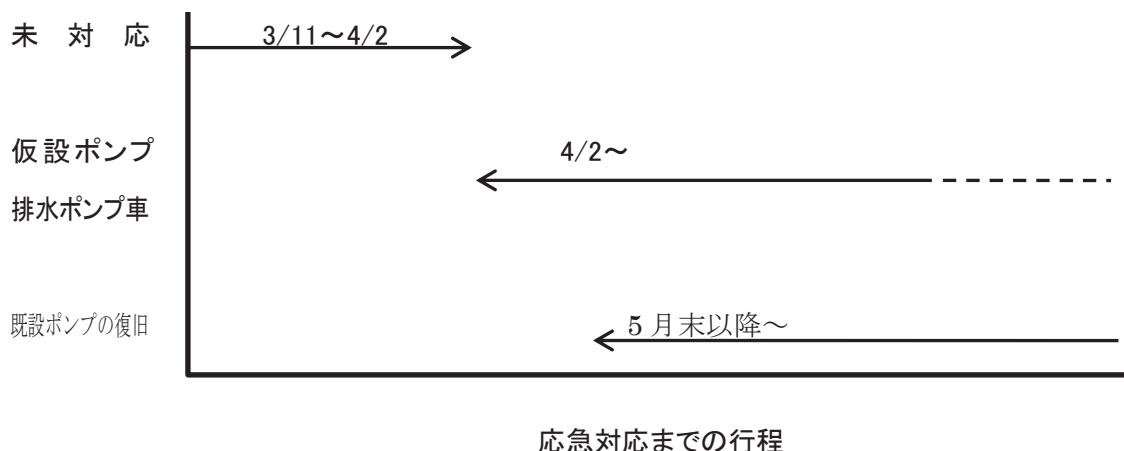
電気設備

- ・水没により機能停止している。

b. 応急対応の状況

仮設ポンプ $24\text{m}^3/\text{分}$ および排水ポンプ車 $22\text{m}^3/\text{分}$ にて応急対応

$1.5\text{m}^3/\text{s}$ を 5月末迄復旧し、梅雨時期までに $4.25\text{m}^3/\text{s}$ 、その後台風時期までに完全復旧を目指す。



多賀城市八幡雨水ポンプ場



仮設ポンプによる排水



移動ポンプ車

写真 I-2-6 被害状況写真

(3) 管路の復旧状況

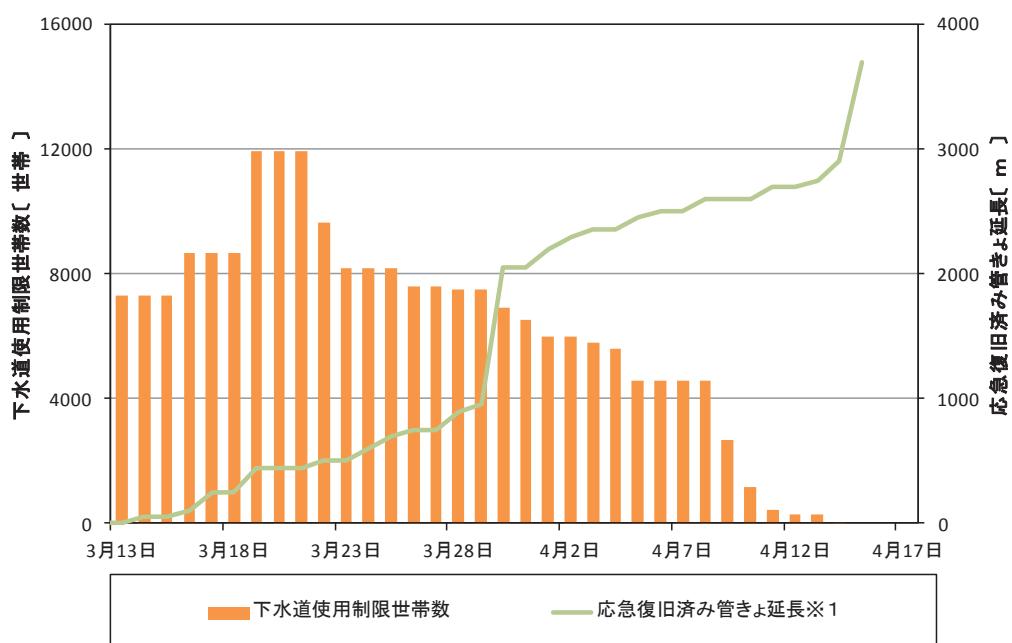
1) 管路における具体的な復旧事例

① 浦安市における下水道使用自粛要請対象世帯数と応急対応状況

浦安市では全面的な液状化による管きよ被害の為、3月13日時点で約12,000世帯に対して下水道使用自粛要請を実施した。復旧では仮設配管の敷設と土砂撤去が実施された。

仮設配管延長の増加に伴い、自粛要請世帯数が減少しているのがグラフより確認できる。被災後一ヶ月経過した時点の4月15日には自粛要請は全て解除された。

仮設配管の総延長は3.7kmで、被害のある管きよ(テレビカメラ調査結果)18kmに対して約20%の仮設配管を敷設したことになる。



※1 応急復旧済み管きよ延長は仮設配管延長のみを示しており、土砂撤去延長は含まれておりません。

図 I -2-6 浦安市における下水道使用自粛要請対象世帯数と仮設配管延長の経日変化

表 I -2-13 仮設配管延長比較

地震名	平成16年 新潟県中越地震※	平成19年 能登半島地震※	平成19年 新潟県中越沖地震※	平成23年 東北地方 太平洋沖地震
対象地域名	小千谷市	輪島市門前処理区	旧柏崎市	浦安市
①管路総延長	183km	52.3km	436.8km	290.5km
②被災延長	31.1km	10.5km	36km	18km
③被害率(②/①)	17.0%	20.1%	8.2%	6.2%
④仮設配管延長	4.455km	1.664km	1.89km	3.7km
⑤対総延長機能 支障率(④/①)	2.4%	3.2%	0.4%	1.3%
⑥対被災延長機能 支障率(④/②)	14.3%	15.8%	5.3%	20.6%

※下水道地震対策技術検討委員会報告書、平成20年10月より抜粋

2) 被害対応状況

- ・溢水への対応は清掃および吸引、仮設配管の敷設（土のう等を用いた側溝への排水も含む）が約6割を占めている。

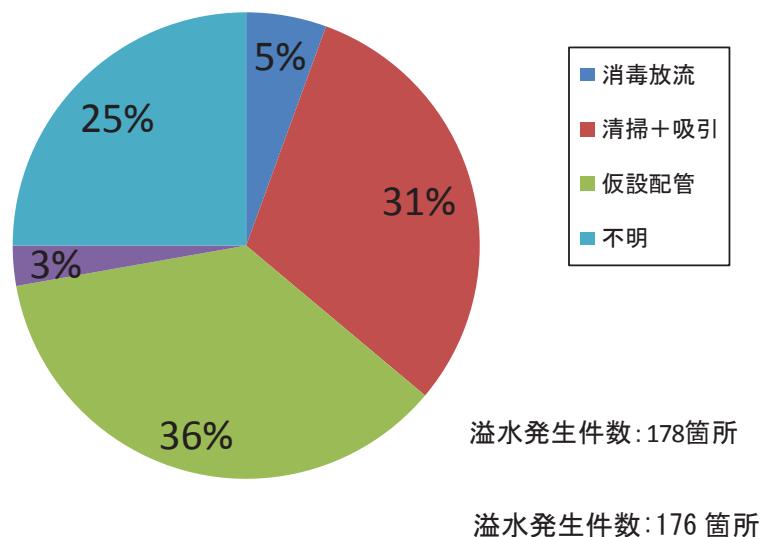


図 I -2-7 溢水発生時における対応状況 (3月24日)



土のうを用いて近傍の側溝への消毒放流状況その1（多賀城市）



土のうを用いて近傍の側溝への消毒放流状況その2（多賀城市）



バキュームカーによる吸引状況（潮来市）

写真 I -2-7 被害状況写真

(4) アンケート結果における復旧対応状況

1) 下水道BCPの観点における復旧対応の概要

下水道施設に関する復旧対応状況については、下水道BCPの観点から、主に初動対応（発災後の復旧に向けた行動）について被災自治体・団体を対象にアンケート調査とヒアリング調査を実施し、その状況を整理した。

ここでの下水道BCPとは、平成21年11月に公表された「下水道BCP策定マニュアル(地震編)」の内容を指しているもので、耐震化の推進を前提にしつつも、「職員や事業所が被災するかもしれない」という制約条件の想定の下で、下水道の機能の維持や早期回復を図っていくための取り組みを検討し、備えるものである。

【対象業務】下水道部局が主体となる業務（汚水溢水の解消、処理機能の回復など）

【対象範囲】暫定的に下水道機能が確保されるまでの期間（概ね30日）を基本

【想定災害】地域防災計画等にて想定されている災害(震度6程度)

【初動対応】

表 I-2-14 被災時における業務例

No.	業務名	業務の概要
1	災害対応拠点の安全点検等	・災害対応拠点の被害状況を確認。 ・災害対策本部へ被害の第一報。
2	職員等の安否確認	・職員等の参集状況及び安否確認。
3	本庁との連絡調整（※1）	・職員等の参集状況や把握可能な範囲での被害状況を本庁へ報告。 ・その後、調査復旧等に関わる人員や資機材等を要請。 ・応急復旧の実施への判断。
4	民間企業等との連絡調整（※1）	・維持管理業者との協力体制を確認。 ・その後、調査、緊急措置、応急復旧に備え、資機材等の調達。
5	緊急点検	・人的被害につながる二次災害の防止に伴うポンプ場及び処理場の点検を実施。
6	緊急調査	・重大な機能障害を与える可能性があるポンプ場施設、処理場各施設の目視調査を実施。
7	被害状況等の情報収集と情報発信（※1）	・緊急点検・調査結果から被害情報を収集整理し、本庁へ報告。

8	緊急措置	二次災害の防止	・危険物（塩素ガス等）の漏洩に対し緊急措置を実施。
		汚水溢水の解消	・ポンプ場の被災が原因で、汚水が溢水している場合、場内にて仮設ポンプ・仮設配管等を設置。
		処理機能の回復	・塩素滅菌により消毒処理等、最低限の消毒機能等を確保。
9	一次調査		・処理場の最小限の機能回復を目指すための情報を得るために調査を実施。
10	応急復旧		<p><汚水ポンプ場> ・汚水ポンプ場の被災に伴い汚水が溢水しそうな場所に仮設ポンプ・仮設配管等を設置。</p> <p><雨水ポンプ場> ・雨水ポンプ場で応急復旧工事を実施。</p> <p><処理場> ・放流水域の水質保全に対応するため、段階的に処理機能を回復する応急復旧工事を実施。</p>
11	仮設トイレのし尿受入れ	・避難所に設置される仮設トイレからのし尿を処理場にて受入れ、処理。	
12	未被災の処理場等の運転管理	・未被災の処理場やポンプ場では平時から継続している運転管理を実施。	

下水道BCP策定マニュアル(地震編)～第1版～一部編集

【許容中断時間】業務再開の遅延による社会的影響を勘案した業務完了するべき概ねの時間

影響の度合い	I	II	III	IV	V
対象とする業務が遅延することの影響内容	業務遅延による影響はわずかにとどまる。 ほとんど人は影響を意識しないか、意識してもその行政対応は許容可能な範囲である。	業務遅延による影響は若干発生する。 大部分の人はその行政対応は許容可能な範囲である。	業務遅延による影響は発生する。 社会的な批判が一部で生じるが、過半の人は、その行政対応は許容可能な範囲である。	業務遅延による影響は相当発生する。 社会的な批判が発生し、過半の人は、その行政対応は許容可能な範囲外である。	業務遅延による甚大な影響が発生する。 大規模な社会的な批判が発生し、大部分の人は、その行政対応は許容可能な範囲外である。

業務再開の遅延による社会的影響の度合い

参照:「中央省庁業務継続ガイドライン第1版」(内閣府、平成19年6月)

2) アンケート調査

①アンケート対象

- 処理場 : 東日本大震災に起因する施設障害が発生した全処理場 (118 処理場)
- ポンプ場 : 東日本大震災に起因する施設障害が発生した全ポンプ場 (112 ポンプ場)
- 管路 : 東日本大震災に起因する被害が発生し、災害査定を受ける自治体
(14 流域下水道、3 下水道組合、135 市町村)

②アンケート結果

a. アンケート回収状況

アンケートは処理場 51%、ポンプ場 62%、管渠 53%の回収率を得た。

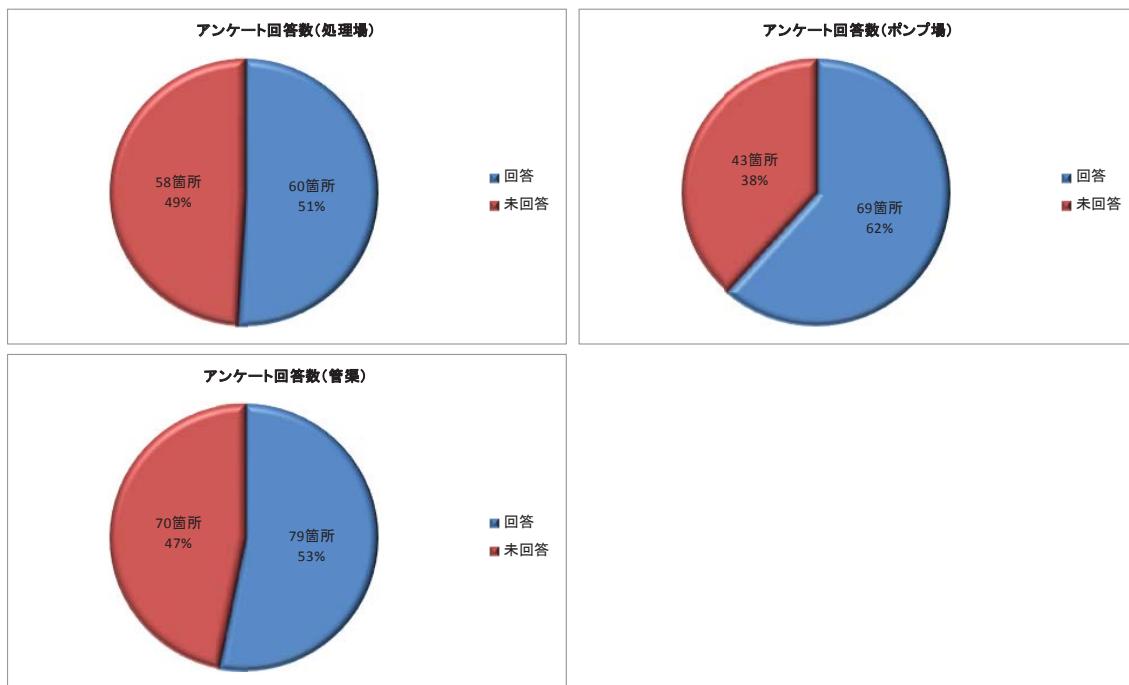


図 I -2-8 アンケート回収状況

3) 処理場における復旧対応状況

①支援調整や非常時対応訓練、BCP 策定状況 ※未回答は除く

処理場における計画は、地域防災計画を適用している処理場が多く、BCP の策定や津波避難計画を策定する処理場は少なかった。

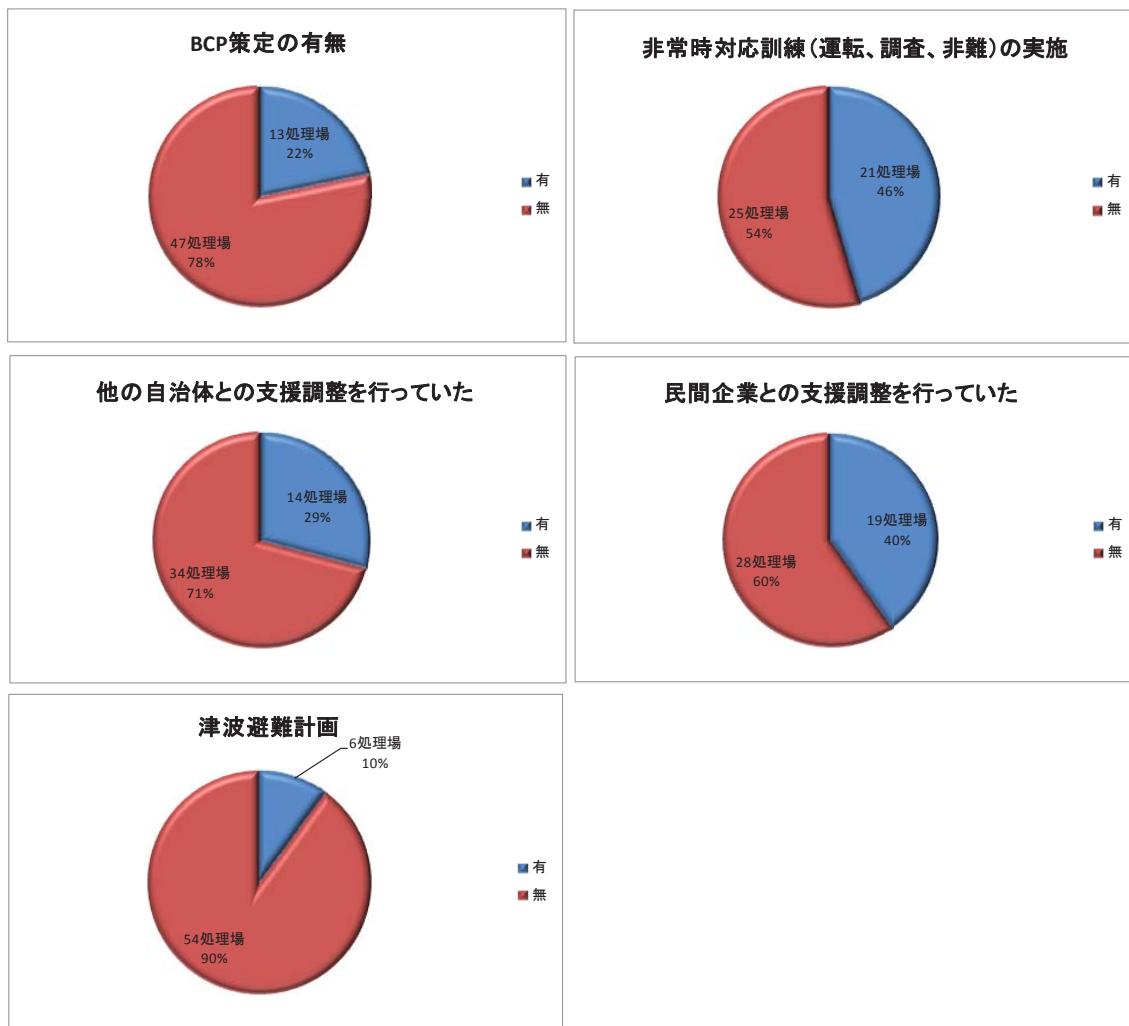


図 I -2-9 アンケート回答結果（処理場）

②震災後の対応状況の整理

下水道B C P策定マニュアルの社会的影響度合いと許容中断時間の検討例に沿って、今回の震災後の対応状況を整理した。

BCP策定済みの処理場では、業務再開の遅延による影響が大きいIV及びVの割合が、BCP未策定の処理場と比較して10項目で少ない割合であった。残りの5項目においては、通信障害による連絡の遅れや、津波による浸水域内の為処理場に近づけなかつた事、商用電源回復までに時間を要し、復旧が遅れたことなどが要因として挙げられる。

表 I-2-15 震災後の対応状況の整理（全体）

No	業務名	対応期間回答数(箇所)												アンケート回答数
		~3時間	~6時間	~12時間	~24時間	~3日	~7日	~10日	~14日	~30日	30日以降	未記入	対応なし	
①	災害対応拠点の安全点検等	22	3	1	2	2	3					27	0	24.2
②	職員等の安否確認	20	2	2	5	3	2					25	1	35.3
③	本庁との連絡調整	15	3	6	3	4	3					26	0	29.4
④-1	民間企業(メテナス)との連絡調整	9	1	10	2	2	4					31	1	14.3
④-2	民間企業(資材調達等)との連絡調整	3		7	5	3	6					34	2	25.0
⑤	緊急点検	8		7	8	7	7	2				20	1	41.0
⑥	緊急調査	7		8	7	9	5	1		1	1	21	0	20.5
⑦	被害状況等の情報収集と情報発信	6		8	7	4	4	1	1		1	28	0	21.9
⑧-1	緊急措置	1		4		2						44	9	28.6
⑧-2					2	1	3	1	1			44	8	25.0
⑧-3					1	1		1	1	3		46	7	71.4
⑨	1次調査	1	1	2	3	9	4		6	1		33	0	3.7
⑩	応急復旧			3	2	2	1		1	8	2	38	3	10.5
⑪	仮設トイレのし尿受入れ			1			2		1			50	6	25.0
⑫	未被災処理場等の運転管理	3		3	1	2	2		1		1	46	1	53.8

表 I-2-16 震災後の対応状況の整理（B C P計画策定あり）

No	業務名	対応期間回答数(箇所)												アンケート回答数
		~3時間	~6時間	~12時間	~24時間	~3日	~7日	~10日	~14日	~30日	30日以降	未記入	対応なし	
①	災害対応拠点の安全点検等	4				1						8	0	20.0
②	職員等の安否確認	3			1	2						7	0	50.0
③	本庁との連絡調整	3		1		2						7	0	33.3
④-1	民間企業(メテナス)との連絡調整	1		1	1							9	0	0.0
④-2	民間企業(資材調達等)との連絡調整			1		1	2					9	0	50.0
⑤	緊急点検	3		1			2					7	0	33.3
⑥	緊急調査	3		1		1	1					7	0	16.7
⑦	被害状況等の情報収集と情報発信	3		1		1						8	0	0.0
⑧-1	緊急措置	1		2								10	0	0.0
⑧-2					1		1					10	0	33.3
⑧-3					1		1		1		1	10	0	66.7
⑨	1次調査				1				3			9	0	0.0
⑩	応急復旧				1		1			4		7	0	0.0
⑪	仮設トイレのし尿受入れ					1						12	0	0.0
⑫	未被災処理場等の運転管理	1				1			1			10	0	66.7

色の欄は、BCP未策定の処理場と比較してIV・Vの割合が少ない項目を示す。

60

13

表 I -2-17 震災後の対応状況の整理（BCP計画未策定）

No	業務名	対応期間回答数(箇所)												アンケート回答数
		~3時間	~6時間	~12時間	~24時間	~3日	~7日	~10日	~14日	~30日	30日以降	未記入	対応なし	
①	災害対応拠点の安全点検等	18	3	1	2	1	3					19	0	25.0
②	職員等の安否確認	17	2	2	4	1	2					18	1	32.1
③	本庁との連絡調整	12	3	5	3	2	3					19	0	28.6
④-1	民間企業(メンテナンス)との連絡調整	8	1	9	1	1	4					22	1	16.7
④-2	民間企業(資材調達等)との連絡調整	3		6	5	2	4					25	2	20.0
⑤	緊急点検	5		6	8	7	5	2				13	1	42.4
⑥	緊急調査	4		7	7	8	4	1		1	1	14	0	21.2
⑦	被害状況等の情報収集と情報発信	3		7	7	3	4	1	1		1	20	0	25.9
⑧-1	緊急措置	二次災害の防止 汚水溢水の解消 処理機能の回復			2		2					34	9	50.0
⑧-2					1	1	2		1			34	8	20.0
⑧-3					1				1	2		36	7	75.0
⑨	1次調査	1	1	2	2	9	4		3	1		24	0	4.3
⑩	応急復旧			3	1	2			1	4	2	31	3	15.4
⑪	仮設トイレのし尿受入れ			1			1		1			38	6	33.3
⑫	未被災処理場等の運転管理	2		3	1	1	2				1	36	1	50.0

影響の度合い	I	II	III	IV	V
対象する業務が遅延することの影響内容	業務遅延による影響はわずかにとどまる。	業務遅延による影響は若干発生する。	業務遅延による影響は若干発生する。	業務遅延による影響は発生する。	業務遅延による影響は相当発生する。

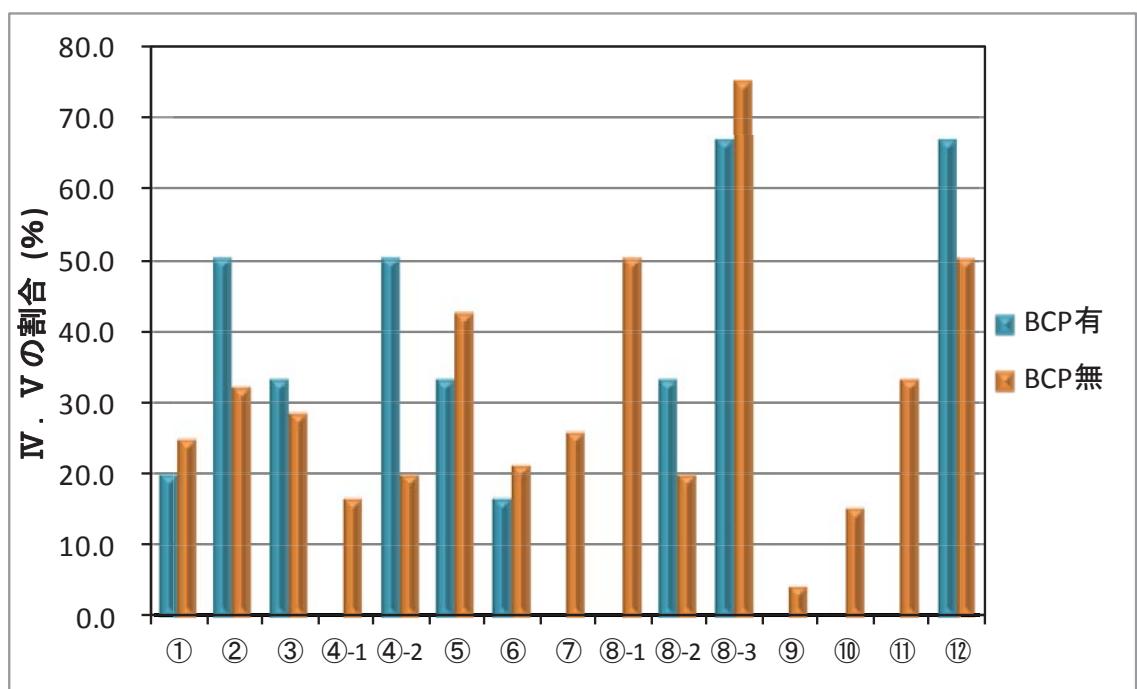


図 I -2-10 BCP の有無と影響の度合いIV. Vの割合

③ユーティリティについて

ユーティリティを事前に備蓄し、実際に使用した処理場に対し整理を行った。

燃料は津波被害の有無に関わらず、半数以上の処理場で不足し、広域的に燃料が不足していた。

消毒剤においては備蓄量が十分だったとの回答が過半数を占めたが、津波被害の有った処理場では津波被害の無かった処理場と比べて不足した処理場の割合が高かった。

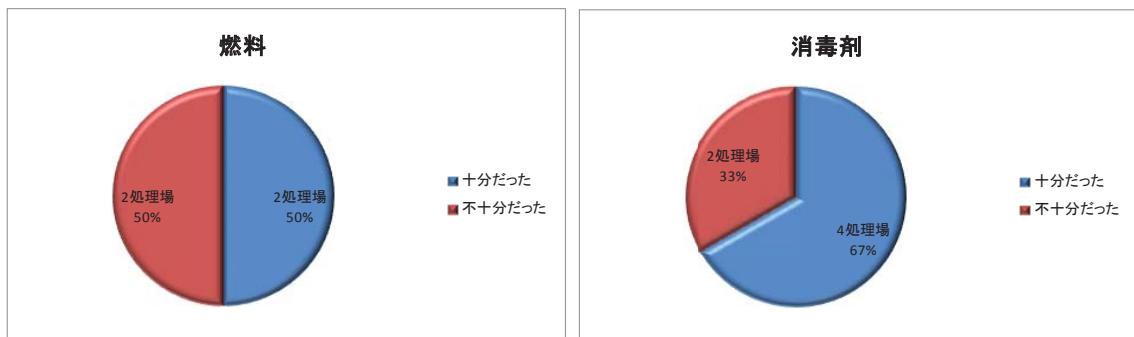


図 I-2-11 ユーティリティの備蓄状況(津波被害有り)



図 I-2-12 ユーティリティの備蓄状況(津波被害無し)

④事前対応と発災後の対応について

a. BCP 策定状況および津波の有無と作業着手までの平均時間

BCP を策定していた処理場では津波の有無にかかわらず、作成していなかった処理場よりも早く作業に着手出来ている。

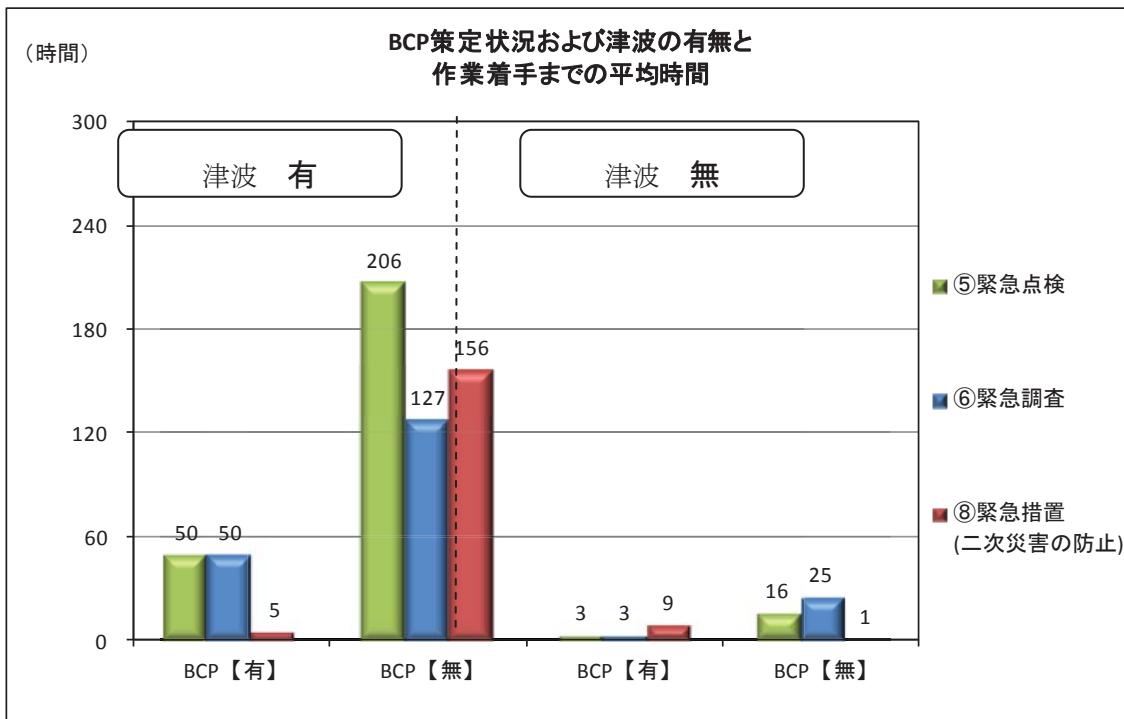


図 I -2-13 BCP 策定状況および津波の有無と作業着手までの平均時間

b. 民間企業との支援調整状況と作業着手までの平均時間

民間企業との支援調整を図っていた処理場は、一次調査に取り掛かるまでの平均時間で、調整を行っていない場合と比較して約 9 割の時間で対応出来ている。

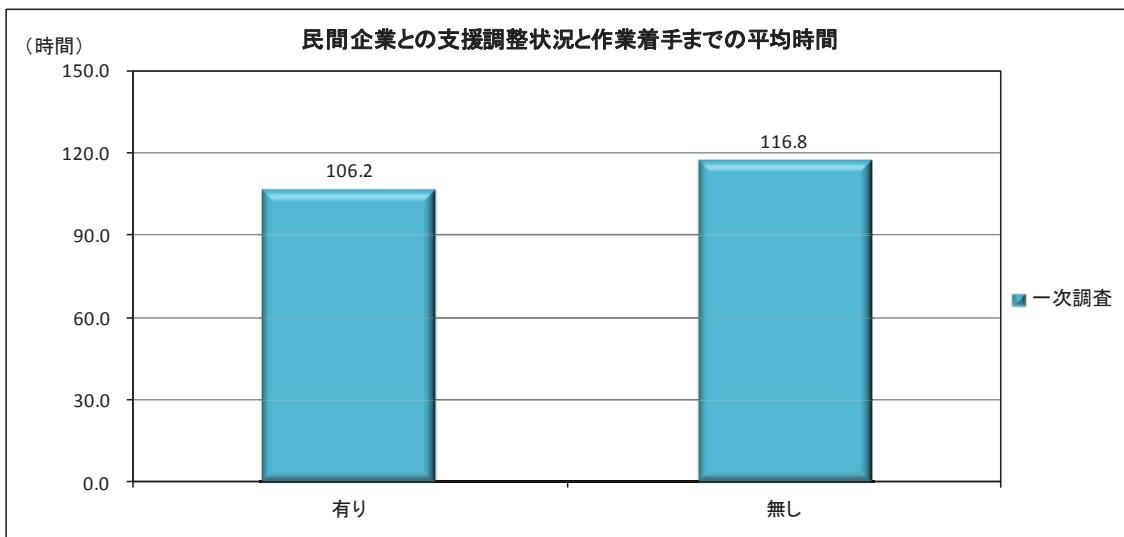


図 I -2-14 民間企業との支援調整状況と作業着手までの平均時間

c. 非常時対応訓練実施状況と作業着手までの平均時間

非常時対応訓練実施していた処理場は、作業着手までの平均時間が訓練を実施していない処理場と比べ、災害拠点の安全確認で約3割、職員の安否確認で約1割、本庁との連絡調整で約6割、緊急点検で約3割の時間で対応出来ている。

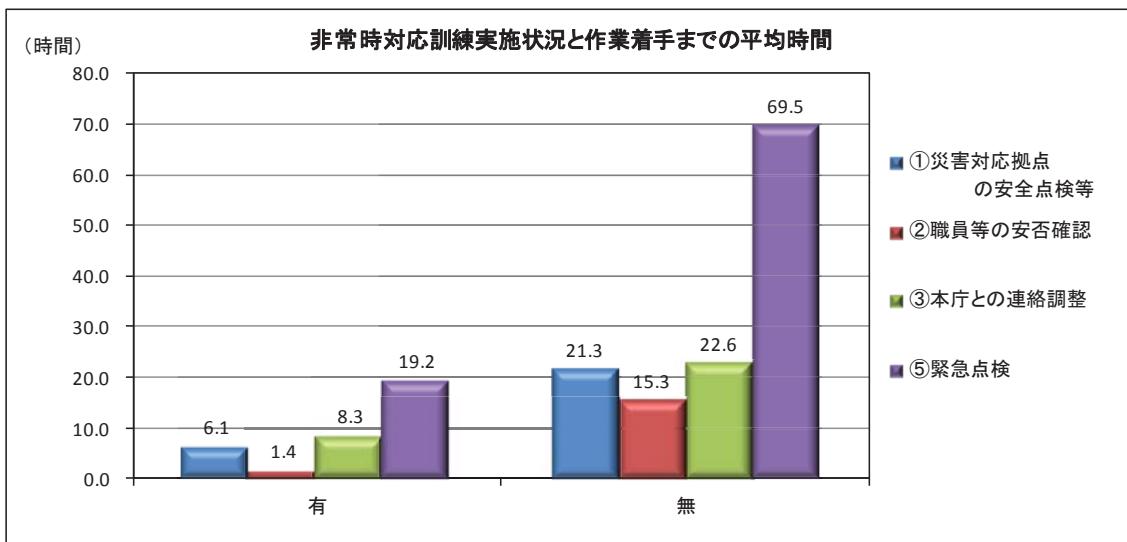


図 I-2-15 非常時対応訓練実施状況と作業着手までの平均時間

4) ポンプ場における復旧対応状況

① 支援調整や非常時対応訓練、BCP 策定状況 ※未回答は除く

ポンプ場における各計画、調整は処理場と比較して少ない傾向にあった。

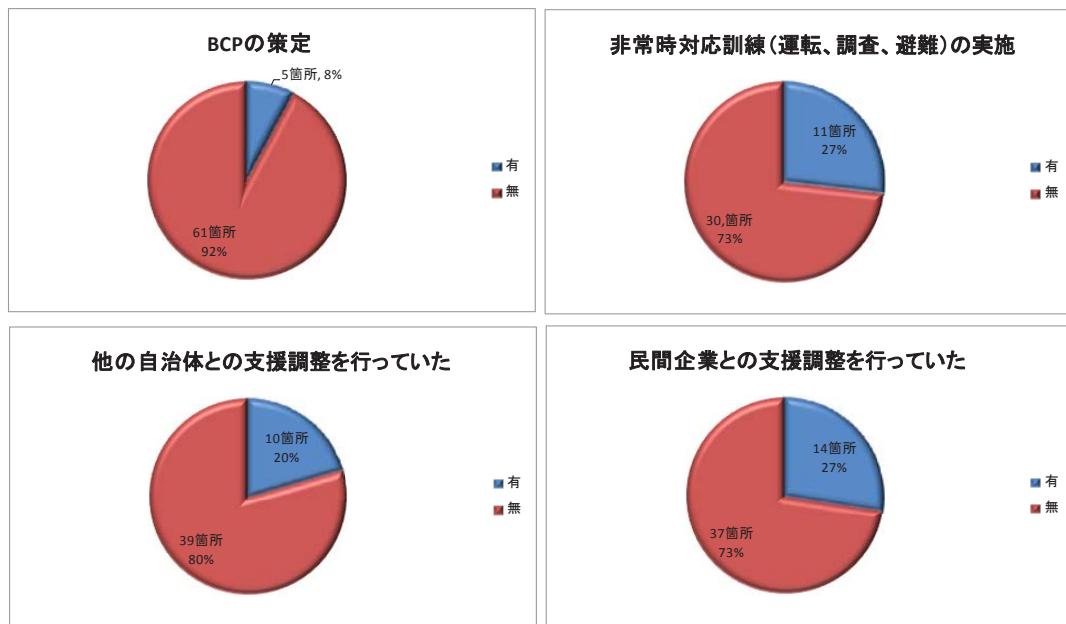


図 I-2-16 アンケート回答結果（ポンプ場）

②震災後の対応状況の整理

下水道BCP策定マニュアルの社会的影響度合いと許容中断時間の検討例に沿って、今回の震災後の対応状況を整理した。

この結果、処理場と比較して全ての項目で、業務再開の遅延による影響が大きいIV及びVの割合が多かった。

表 I-2-18 震災後の対応状況の整理（全体）

No	業務名	対応期間回答数(箇所)										アンケート回答数
		~3時間	~6時間	~12時間	~24時間	~3日	~7日	~10日	~14日	~30日	30日以後	
1	災害対応拠点の安全点検等	18	5	13	2		8	2				62.5 48
2	職員等の安否確認	26	10	4	7							44.7 47
3	本庁との連絡調整	9	13	3	13	1			1			45 40
4	民間企業(サステナス)との連絡調整	5	1	8	5	4	9		1	1		32.4 34
	民間企業(資材調達等)との連絡調整	5		10	3	12		1	1			43.8 32
5	緊急点検	5	2	12	5	22	2	1	3	1		64.1 53
6	緊急調査	1	1	9	4	27	6	3	3	1		72.7 55
7	被害状況等の情報収集と情報発信		3	6	2	10	8	9	1	1		72.5 40
8	緊急措置	二次災害の防止			1				1			50 2
		汚水溢水の解消							1	4	1	100 6
		処理機能の回復							1	3	5	100 9
9	1次調査				7	2	2		1	11	1	50 24
10	応急復旧							1	1	2	15	78.9 19
11	仮設トイレのし尿受入れ										1	100 1
12	未被災処理場等の運転管理			5		3		3		1		58.3 12
影響の度合い		I	II	III	IV	V						

③ユーティリティについて

ユーティリティを事前に備蓄し、実際に使用したポンプ場に対し整理を行った。

燃料は津波被害の有無に関わらず、半数以上のポンプ場で不足し、広域的に燃料が不足していた。

発電機、仮設ポンプにおいては津波被害があったポンプ場でのみ使用され、4割程度のポンプ場で不十分だった。

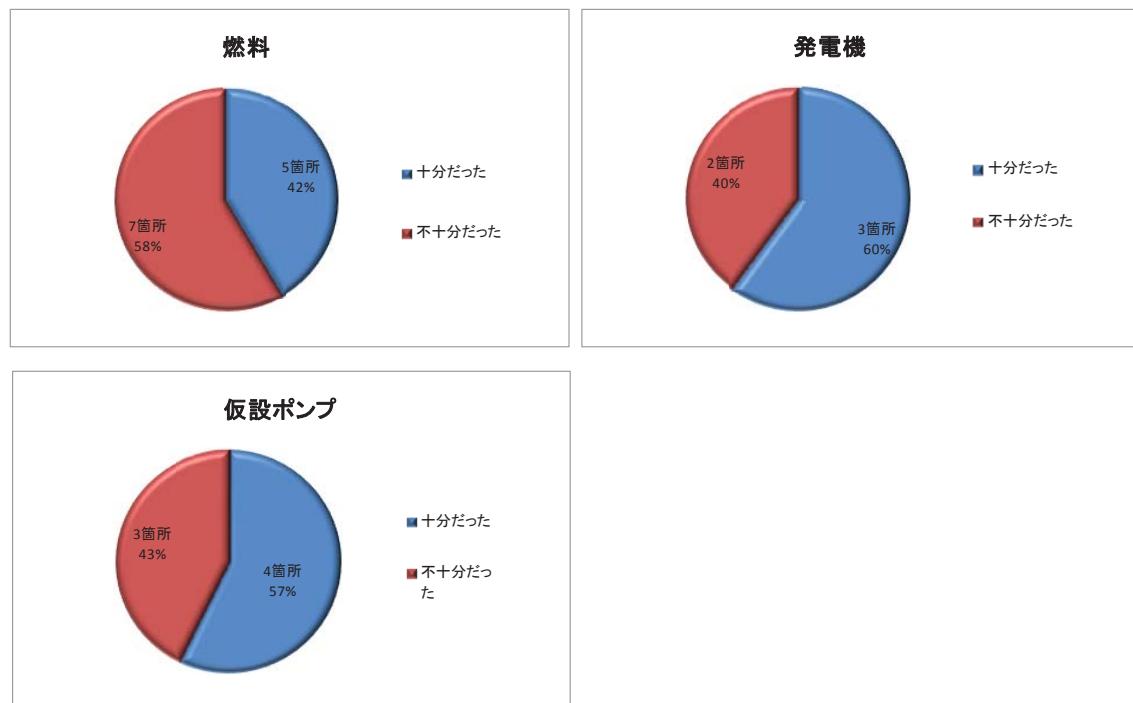


図 I-2-17 ユーティリティの備蓄状況(津波被害有り)

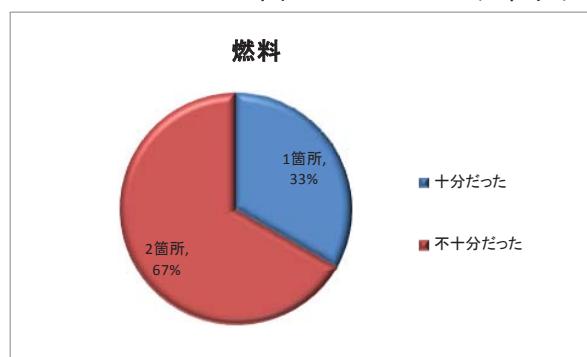


図 I-2-18 ユーティリティの備蓄状況(津波被害無し)

④事前対応と発災後の対応について

a. BCP 策定状況および津波の有無と作業着手までの平均時間

BCP を策定していたポンプ場が全て津波による浸水域に位置していた為、津波による浸水域における BCP 策定状況と作業着手までの平均時間についてまとめる。

緊急点検では BCP を策定していたポンプ場の方が、BCP の無かったポンプ場よりも作業着手が遅かった。緊急調査は BCP の無かったポンプ場と比較して約 8 割の時間で対応出来ている。

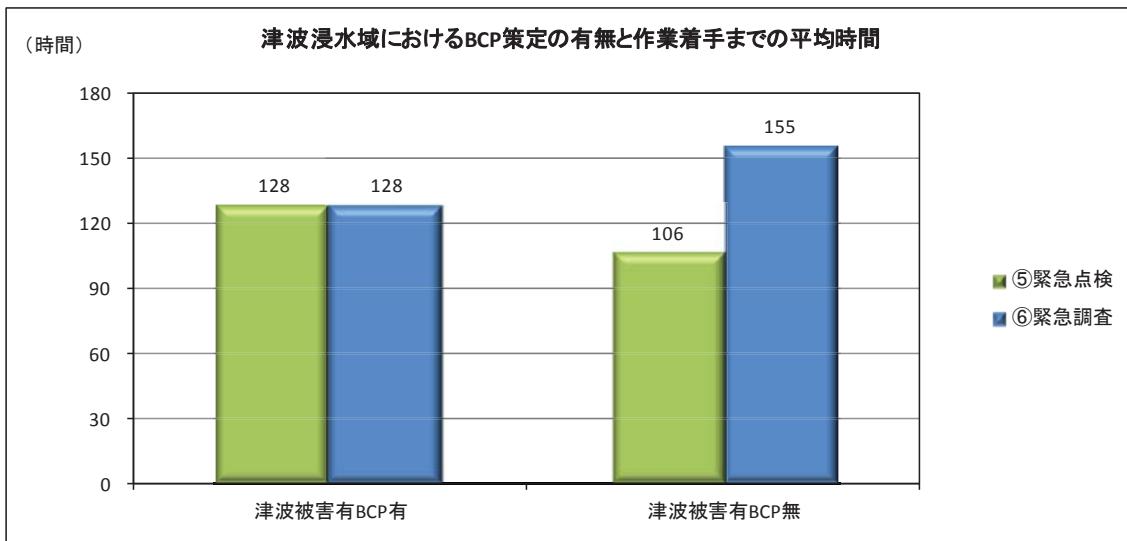


図 I -2-19 津波による浸水域における BCP 策定の有無と作業着手までの平均時間

b. 民間企業との支援調整状況と作業着手までの平均時間

民間企業との支援調整を図っていたポンプ場は、一次調査に取り掛かるまでの平均時間で、調整を行っていない場合と比較して約 9 割の時間で対応出来ている。

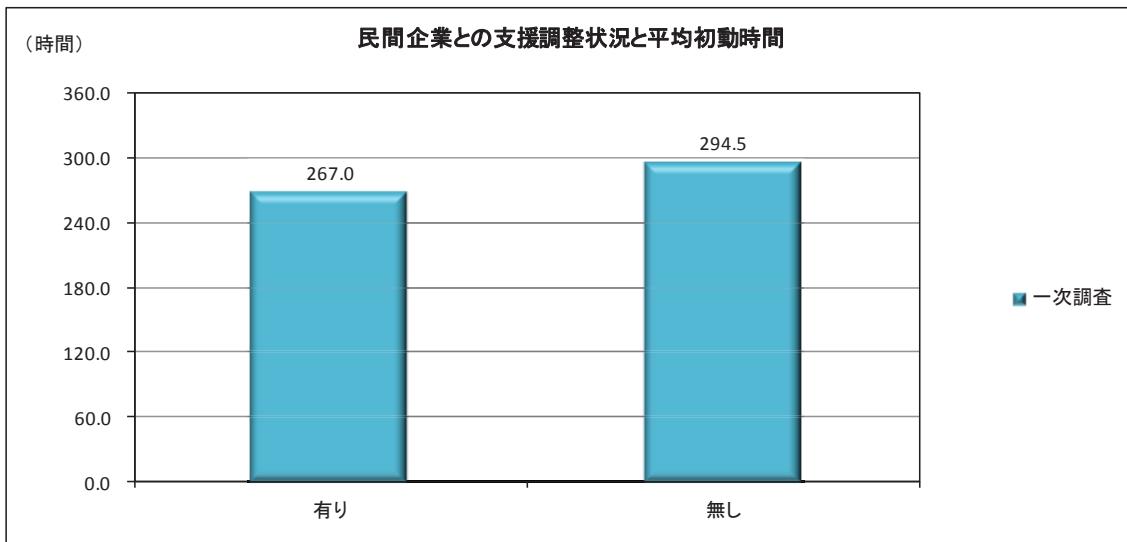


図 I -2-20 民間企業との支援調整状況と平均初動時間

c. 非常時対応訓練実施状況と作業着手までの平均時間

ポンプ場における非常時対応訓練実施と、作業着手までの平均時間に相関関係は見られなかった。

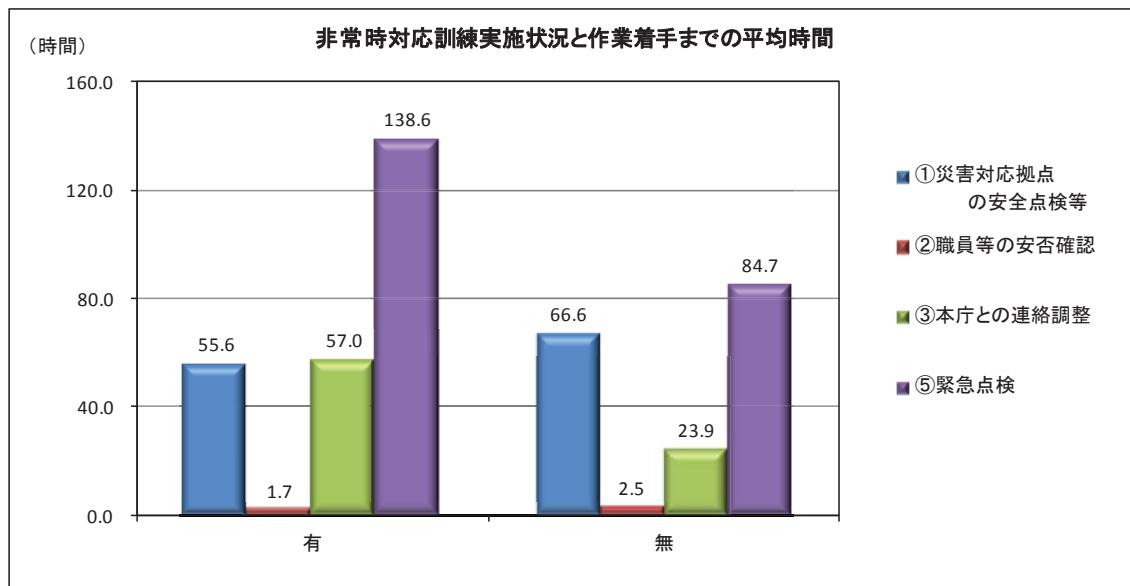


図 I -2-21 非常時対応訓練実施状況と作業着手までの平均時間

5) 管路における復旧対応状況

①支援調整およびBCP策定状況 ※未回答は除く

管路における各計画、調整は処理場と比較して少ない傾向にあった。

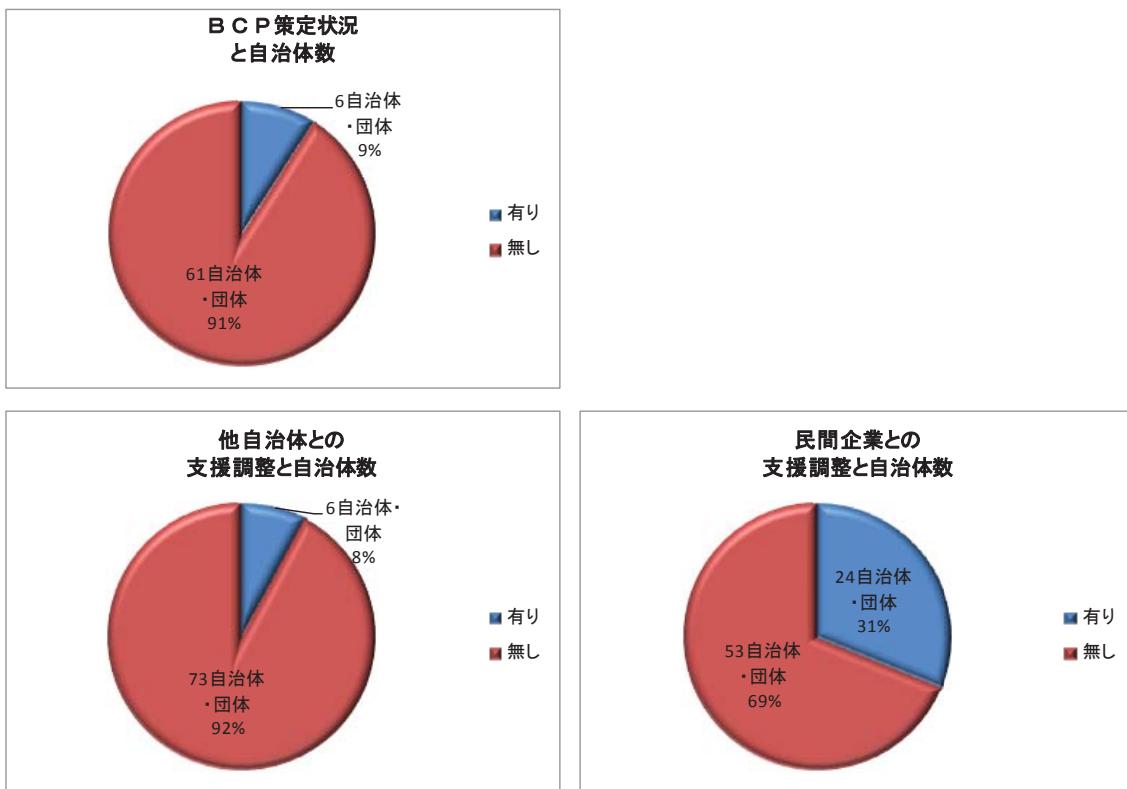


図 I-2-22 アンケート回答結果（管きよ）

②震災後の対応状況の整理

処理場と同様、下水道BCP策定マニュアルの社会的影響度合いと許容中断時間の検討例に沿って、今回の震災後の対応状況を整理した。

この結果、処理場と比較して緊急調査では業務再開の遅延による影響が大きいIV及びVの割合が少なかったが、他の項目では割合が多くなった。

表 I-2-19 震災後の対応状況の整理（全体）

NO	業務名	対応期間回答数(箇所)											アンケート回答数
		~3時間	~6時間	~12時間	~24時間	~3日	~7日	~10日	~14日	~30日	30日以降	IV、V割合(%)	
5	緊急調査	24	7	1	19	14	2	1				1	68
9	一次調査		1	1	12	20	15	3	9	10	2	16	73
-	仮設ポンプ			1	1	8	7	4	2	7		43	30
	仮配管				1	3	9	3	4	5		48	25
影響の度合い		I		II		III		IV		V			

③事前対応と発最後の対応について

a. B C P 策定状況及び津波の有無と作業着手までの平均時間

津波の有った沿岸部の自治体では、BCP の有無と作業着手までの時間に相関が見られず、BCP 策定の効果が見られなかった。

津波の無かった自治体では、BCP の有った自治体と、BCP の無かった自治体とを比べ、緊急点検で約 5 割、一次点検、二次点検で約 7 割の時間で対応出来ている。

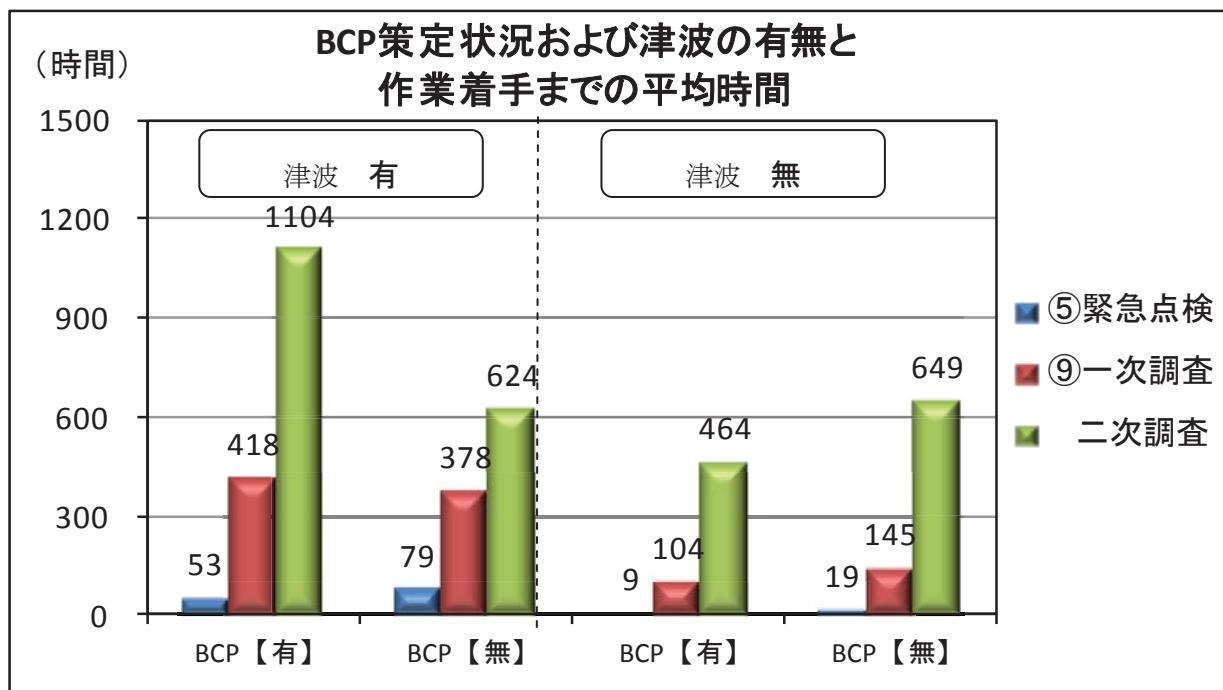


図 I -2-23 B C P 策定状況及び津波の有無と作業着手までの平均時間

b. 民間企業との支援調整と作業着手までの平均時間

民間企業との支援調整状況と作業着手までの平均時間の比較を示す。図より、民間企業と支援調整を行っている自治体の方が、仮配管、仮設ポンプ設置等の応急復旧作業着手までの平均時間が短いことが見て取れる。

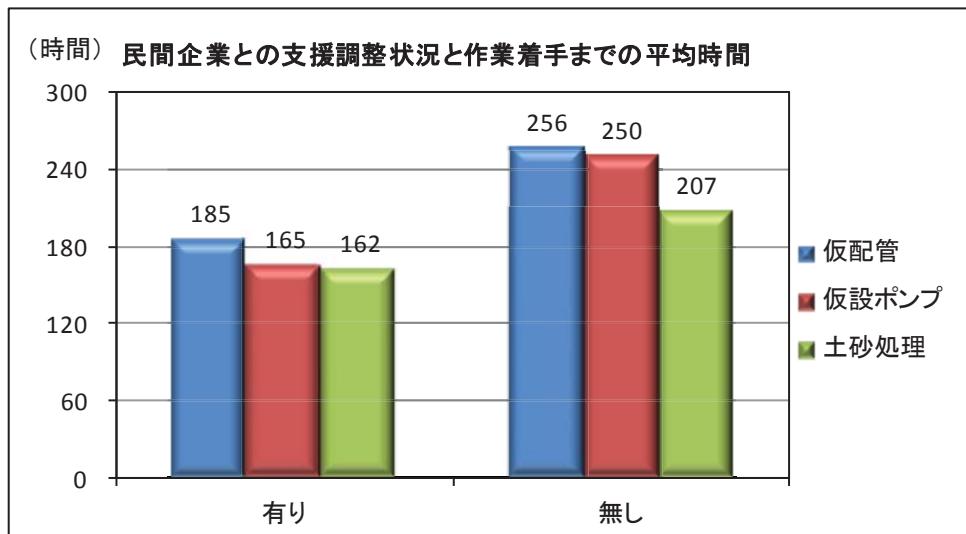


図 I -2-24 民間企業との支援調整状況と作業着手までの平均時間

c. 公衆衛生に関する整理 ※未回答は除く

- ・地域防災計画中に災害用トイレの調達・配備計画を定めているのは過半数に満たなかった。
- ・災害用トイレのし尿処理の対応計画を定めているのは半数に満たなかった。
- ・バキューム車は9割以上で十分配備された。
- ・マンホールからの緊急放流時において消毒剤を使用した自治体・団体は少なかった。

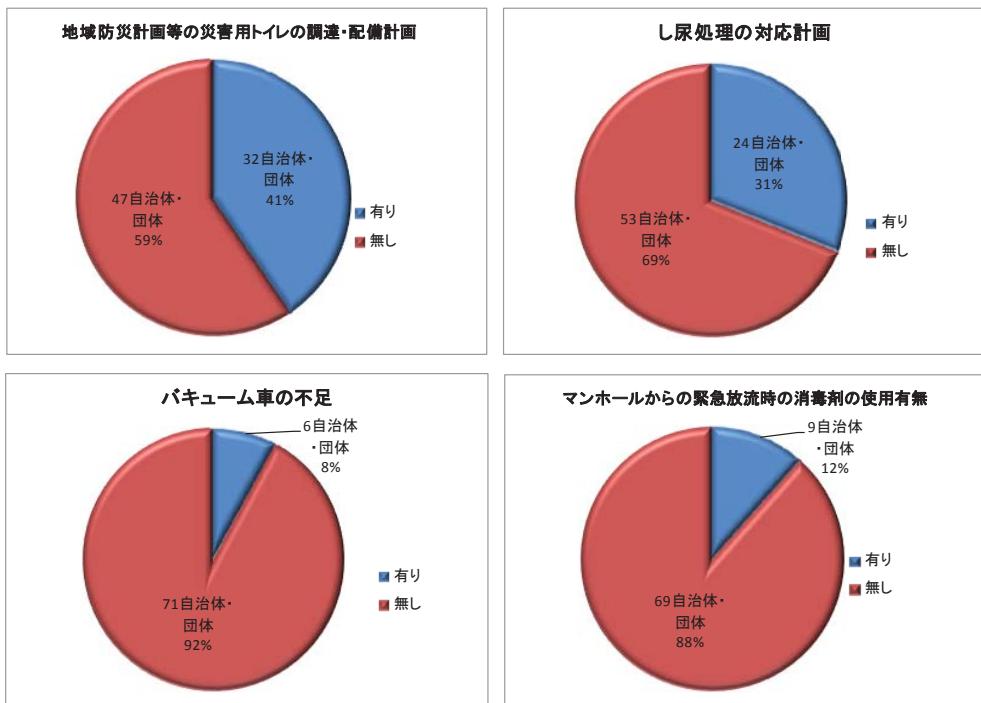


図 I -2-25 アンケート回収結果（公衆衛生）

6) ヒアリング調査

今回の震災で被災した自治体に対しヒアリング調査を実施した。

【ヒアリング対象】

以下の自治体に対してヒアリング調査を実施した。

表 I -2-20 ヒヤリング調査実施状況

5月31日	浦安市	液状化への対応についてヒアリング
7月4日	千葉市	液状化への対応についてヒアリング
8月4日	仙台市	BCP策定中、検討資料と今回の対応を比較してヒアリング
8月29日	宮城県	BCP策定済み、今回の対応を時系列にまとめている。
	多賀城市	溢水対策等についてヒアリング。対応を時系列にまとめている。
	東松島市	BCP未策定、被災後の対応状況をヒアリング。
9月13日	気仙沼市	事後対応の遅れている自治体、対応状況のヒアリングと現地視察
	釜石市	水管橋の落橋、雨水管を用いた沈殿放流など事後対応とユーティリティー
9月14日	大槌町	庁舎、職員共に甚大な被害を受けた自治体、行政機能が麻痺した際の対応
	山田町	今回被災した小規模な自治体、アンケート内容に沿ったヒアリング

【復旧対応が十分に機能しなかった事例】

① 災害対応拠点の安全点検等

- ・津波による浸水により長期にわたって被災処理場等に近寄れないといった想定が出来なかった。
- ・処理場などが被災した際の収集場所が不明。

② 職員等の安否確認

- ・庁舎を含め壊滅的な被害を受けた市町では行政機能が著しく低下した。
- ・職員（家族を含める）の安否確認に1週間程度かかった。
- ・被災自治体では職員数が少なく、他自治体の応援に対して役割誘導の指示が十分に出来なかつたために現場で混乱が生じた。

③ 本庁との連絡調整

- ・下水道独自の専用回線が無く、長期停電や津波による浸水を原因とした通信手段の壊滅により、必要な通信ができなかった。
- ・流域下水道の関連市町村において震災当初は県と連絡が取れずに溢水が発生した。

④ 民間企業等との連絡調整

- ・被災当初の通信障害により、関係企業との連絡が取れなかつた。
- ・関係性のある民間業者との非常時連携が図られていなかつた。（平常時から連携が希薄）

⑤ 緊急点検

⑥ 緊急調査

⑧ 緊急措置

⑨ 一時調査

⑩ 応急復旧

- ・震災直後から数週間は避難所や瓦礫撤去、救援物資受入れ、遺体確認などに職員を割かれ、業務継続作業に着手できるまでの期間が長引いた。
- ・特高受電設備へ壊滅的な被害を受け、電力回復までに長期を要した。
- ・停電期間の長期化による自家発燃料の不足が生じた。
- ・広域的で大規模な災害であったため、周辺自治体から援助などが十分に受けられなかつた。
- ・震災時には非常対応として担当者に判断させて決定権を与えていたが、平時は所長、次長が行う。平時においても担当者に判断力を養う為の仕組みが必要と考えられる。

- ・発電機用の軽油は1日運転分の備蓄があったが津波で流出した。
- ・職員数が絶対的に不足しており、対応に遅延が生じた。
- ・市の下水道職員は、市民からの苦情対応で忙殺されていた

⑬ その他

- ・災害用トイレが十分に備蓄されていない。
- ・支援チームの装備が十分でなく、この対応の為に市職員が割かれ逆効果となった場合があった。
装備も含めルールの改正が求められる
- ・移動式発動発電機の手配など、他セクションとの連携が十分ではなかった。（他セクションにて余剰分があったことを後日知った。）
- ・未処理放流、緊急放流においては、震前に放流先の管理者と協議等を行っておくべきであった。
- ・支援チームは短期での派遣の為受け入れにくい。3～6ヶ月の支援が理想的だが宿泊地などの問題がある。

【復旧対応が上手く機能した事例】

- ① 災害対応拠点の安全点検等
- ② 職員等の安否確認
 - ・市の「下水道災害マニュアル」で災害時の職員、業者の避難を徹底していたため、震災時、職員・業者は全員管理棟屋上に避難し無事であった。
- ④ 民間企業等との連絡調整
 - ・震前から震度5以上の震災発生時における自動収集および管きょの緊急調査について民間企業と協定を結んでおり、今回の震災でも素早い対応につながった。
 - ・民間企業への応援要請は予め作成したリストを基に職員が行ったが、市内の通信網が麻痺しており市内業者へは連絡が取れなかつたが、東京本社などの他地域へ連絡することで、広域的な支援を受けることが出来た。
- ⑦ 被害状況等の情報収集と情報発信
 - ・下水道使用に関する情報について、HPやTVC、宣伝カーの利用などにより積極的に周知を行つた。
 - ・対策マニュアル内に具体的なチラシ作成例を事前に盛り込み、円滑な住民への情報発信を実施した
- ⑤ 緊急点検
- ⑥ 緊急調査
- ⑧ 緊急措置
- ⑨ 一時調査
- ⑩ 応急復旧
 - ・台帳図と住宅地図を予め被災時用に用意してあり、スムーズな0次調査が実施できた。
 - ・市内の汲み取り業者と連携して、下水処理場が稼働するまでマンホールから汚水を汲み上げ搬出し溢水を防いでいた。
 - ・管きょ1次調査は支援自治体に依頼した。全国ルール、大都市ルールには非常に助けられた。特に大都市の力は大きかった。
 - ・復旧にあたっては、指定管理者やメーカー、市内業者などが連絡協議会等を設置し、窓口を一元化することで、円滑に復旧対応を進めることができた。
- ⑪ 仮設トイレのし尿受入れ
 - ・災害時におけるし尿の受入れを震前から取り決めており、スムーズな受入れが実施された。

⑬ その他

- ・被害想定については津波を除き、ほぼ想定通りであった。ただし、重要なのは優先事項の継続であると判断し、電力および1次放流ルート確保に集中する対応計画を策定していた事がスムーズな事後対応へと繋がった。
- ・友好市から長期支援を受け、非常に助かった
- ・処理場を避難所に指定していなかったが、周辺の工場の作業員が避難した。
- ・災害用トイレの必要数等のシミュレーションを実施して必要数を事前に把握し、担当部局に連絡していた為、災害用トイレ不足は生じなかった。
- ・マンホールトイレは小中学校に設置していた。利用については非常に好評だった。

2-2 下水道施設の復旧にあたっての技術的緊急提言

東日本大震災において被災した下水道施設について、適切な応急復旧を行うために、本震災の特徴をとらえ、下水道施設の復旧にあたっての技術的な留意事項を整理し、「下水道施設の復旧にあたっての技術的緊急提言」としてとりまとめ平成23年4月12日に公表した。

下水道施設の復旧にあたっての技術的緊急提言

1. はじめに

今回の東日本大震災によって下水道施設は未曽有の被害を受けた。沿岸部に立地し津波の被害を受けた処理場、ポンプ場においては、土木建築物の一部と、機械・電気設備のほとんどが破損するなど、現在判明しているだけでも約120ヶ所が機能停止した。また、東京湾沿岸部の埋立地においては、地盤の液状化によるマンホール浮上と管きょの損壊が顕著であった。

被災した下水道施設の復旧には、施設規模等によっても異なるが、相当の期間を要するものと考えられる。大きな被災から免れた市街地においては、順次都市活動が回復されていかなければならず、ライフラインとしての下水道の早急な機能回復が強く望まれるところである。

震災後1ヶ月という短い期間に得られた諸情報に基づいたものであり、必ずしも下水道施設の復旧に関するすべてを網羅しているものではないが、再度災害の防止、段階的な機能回復等の観点から、下水道施設の復旧にあたっての技術的な留意事項について、以下の通り緊急提言として取りまとめた。

2. 公衆衛生の確保の考え方

インフラ等が被災した都市内においても、人間の営みがある限り、し尿等の発生は避けられないものであり、公衆衛生の確保が第一に考えられなければならない。感染症等が流行するリスクを低減させるためにも、未処理下水がマンホールから溢水する事態を早期に解消させる取り組みが重要である。

したがって、下水道管理者は、震災直後の早い段階から、市街地内の全ての下水道管きょを対象に、未処理下水を速やかに排除できる機能を有しているかどうか総点検する必要がある。管きょが破断していたり、汚水ポンプが機能停止している場合には、早急に仮設ポンプ、仮配管によって下水の排除を行う必要がある。その際、水道事業者等への連絡や溢水情報などの市民周知および節水の呼びかけを行う。

また、断水等により水洗トイレが使用できなくなる事態が発生した時や、避難所の仮設トイレの衛生状況の悪化を低減する面から、下水道管渠を活かしたマンホールトイレの設置が有効な場合があるので、設置適地の選定が急がれる。

3. 出水期に向けた緊急浸水対策の考え方

沿岸部を中心として、多くの雨水ポンプが破壊されるとともに排水路なども瓦礫等の進入によって流下能力が低下し、地盤沈下も生じている。

まもなく梅雨による出水期を迎えるため、被災した雨水きよの流下能力の回復を図るとともに、雨水ポンプの修理・交換を早期に実施する必要がある。また、代替措置として仮設ポンプを設置する必要のある場合は、河川、農林部局等、関係部局とも連携しつつ迅速に対応することが求められる。これらの状況をもとに、浸水想定エリア、避難所等に関する情報について、市民に周知することが重要である。

4. 下水道施設の復旧の考え方

今回の大規模な地震・津波による下水処理施設の被害の大きさ等を考慮すると、本復旧が完了するまで相当程度の時間を要することが予想される。このため、地震発生直後から対応する「緊急措置」、公衆衛生の確保や浸水被害軽減に迅速に対応するための「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」へとそれぞれの段階に応じた適切な対応とスムーズな移行が必要不可欠である。

4-1. 緊急措置

(1) 管路施設

都市内から下水を速やかに排除することを最優先とし、やむを得ず市内で溢水の恐れがある場合には、土のう、ビニールシート等によって汚泥沈積がない流速を確保しつつ、近傍の水路まで誘導する。必要であれば仮設ポンプの利用やマンホールの側壁を取り壊す判断も必要である。その場合、最低限の消毒を実施するため、液体塩素、またはネット等に封入して流出しない措置を講じた固形塩素剤により消毒を行う。なお、可能であれば仮設沈殿池も設ける。

小水量であれば、吸泥車による処理場への運搬も考えられる。

[参考：①]

(2) 処理施設

揚水機能を確保し、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。

[参考：②]

4-2. 応急復旧

(1) 管路施設

流下能力が低下している区間等については、本管・人孔内部に溜まった土砂を排除、あるいは、仮設ポンプと仮設配管等によりバイパスを行い、処理施設まで流下させる。

また、低揚程のポンプ施設が機能停止した場合は、サイフォン利用も含めバイパス水路による河川等への放流も考える。

(2) 処理施設

① 汚水の発生量、時期が想定できる処理区域

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。

[参考：③]

② 汚水の発生量、時期を想定するのが困難な処理区域

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、復旧までに長期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、削減できる施設を導入する。

[参考：④]

4-3. 本復旧

(1) 管路施設（ポンプ施設除く）

震度7を観測した宮城県栗原市においては、平成20年の岩手・宮城内陸地震で被災し補修した管路が、これまでの調査では、今回の地震による再被災はほとんど生じていない。このため、今後の下水道施設の耐震設計と施工には、「下水道施設の耐震対策指針と解説 2006年版（日本下水道協会）」を適用する。

なお、千葉県浦安市のように広域的な液状化が生じた地域については、宅地や他のインフラの復旧と連携をとり、適切な復旧方策を検討し、講じる。

(2) 処理施設、ポンプ施設

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。

平常時の機能性等を念頭に以下の事項に配慮する。

①計画上配慮する事項

- a .処理場位置については、現在位置での復旧を基本とするが、再度災害防止の観点から位置変更が望ましい場合は、十分な検討を行い実施する。
- b .リスク分散の観点から、復旧する処理場の分散配置等が必要な場合は、十分な検討を行い実施する。
- c .処理グレードを向上しつつ段階的に建設する場合は、できる限り先行建設した施設、設備を活用する。
- d .処理場計画地盤高は、再度災害防止や実現性などを総合的に検討して合理的に設定する。
- e .処理場の施設は、津波が想定される場合は、進入方向を検討し、その方向にできる限り平行な配置とする。
- f .処理場の水処理系列を 2 以上として、それぞれの汚水、汚泥の搬送ルート、電力、空気、水、薬品等のラインを分離させる。
- g .津波による施設、設備への衝撃を緩和する防護壁を設置する。
- h .処理場には、被災後応急復旧のための沈殿池を設置するスペースを確保する。

②設計上配慮する事項

a .土木・建築施設

- ・ 土木・建築構造物はコンクリート造とし、屋上部を避難場所として活用することについても考慮する。
- ・ 水処理施設には、コンクリート造等の覆蓋を設ける。
- ・ 構造計算において、必要な場合は津波荷重を考慮する。
- ・ 津波の進入側には開口部（扉、窓等）を設けない。
- ・ 構造物外部の開口部（扉、窓等）は防水構造とする。

b .機械設備

- ・ 浸水の可能性のある設備には、冠水対応型モータ、防水端子を採用する。
- ・ 用水設備の機能不全に備え、井戸水等によるバックアップを確保する。
- ・ 用水設備の機能不全に対応できる無注水型ポンプを採用する。

c .電気設備

- ・ 防災拠点等から遠隔制御、通信ができる環境とする。

- ・制御盤はできる限り2階以上の高層階に設置し、必要に応じて独立して高所に設置することを検討する。
- ・小規模処理場であっても自家発電設備を設置する。
- ・自家発電設備については、冷却水確保が困難な場合は、多様な燃料に対応可能なガスタービン駆動を採用する。
- ・運転時間は24～48時間を確保する。

5. おわりに

東日本大震災によって被災した地域は広範囲に及び、また、被災した支配的な要因も地震動なのか津波なのかによって施設被害の内容も異なっている。したがって、地域によって、下水道施設の復旧のアプローチは異なってくるものと思われる。本提言では、被災施設の「緊急措置」から「本復旧」にかけての留意事項を示しているが、下水道管理者においては、被災状況に応じた的確で柔軟な対応が求められる。

また、津波を外力（津波荷重）として、どのように評価するかは下水道以外のインフラでの被災状況等も勘案して議論する必要があり、土木学会等学協会および研究機関による検討経過を参考にする必要がある。現時点では、可能な限り再度災害を防止し、「本復旧」に向けた迅速化が重要である。この場合、ハード・ソフト両面において、官民が保有する最新技術を積極的に活かしていく取り組みが必要である。

参考　－下水道施設の復旧方法の事例－

① [緊急措置；管路施設]

表1 緊急措置における復旧方法の事例(管路施設)

	汚水排除	消毒
目標	下水の生活エリアからの迅速な排除	大腸菌群数3,000個/cm ³ 以下の確保
手段	マンホール溢水は、土のう、ビニールシートなどを利用し近傍水路への導入	塩素剤による消毒 (固形剤次亜塩素酸カルシウムの場合、投入量15g/m ³ 以上)
	吸泥車による処理場への運搬	
	マンホール側壁取り壊しによる公共用水域への放流	

② [緊急措置；処理施設]

表2 緊急措置における復旧方法の事例(処理施設)

	揚水機能	消毒
目標	処理施設に到達した下水の排除による溢水の防止	大腸菌群数3,000個/cm ³ 以下の確保
手段	流入マンホール等に仮設の水中汚水ポンプを設置し、仮設水路等へ導入	塩素剤による消毒 (固形剤次亜塩素酸カルシウムの場合、投入量15g/m ³ 以上)

③ [応急復旧；処理施設（汚水の発生量が想定可能な処理区域）]

○ 沈殿→消毒の場合

表3 応急復旧における復旧方法の事例 I (沈殿→消毒)

	水処理	
	沈殿	消毒
目標	水質汚濁防止法の排水基準(日平均)であるSS:150mg/L以下、BOD:120mg/L以下	大腸菌群数3,000個/cm ³ 以下
手段	沈殿時間1.5時間以上 沈殿時間確保が困難な場合等には、凝集剤添加やろ過設備等の設置を行う	塩素剤投入等により塩素流入率7～10mg/Lとし、残留塩素濃度0.1mg/L以上 接触時間(放流水路を含む)15分以上

○ 沈殿→簡易処理→消毒の場合

表4 応急復旧における復旧方法の事例 II (沈殿→簡易処理→消毒)

	水処理		
	沈殿	簡易処理	消毒
目標	当初はBOD120mg/lの確保を目標とし、段階的にBOD:60mg/L		大腸菌群数3,000個/cm ³ 以下
手段	沈殿時間1.5時間以上 沈殿時間確保が困難な場合等には、凝集剤添加やろ過設備等の設置を行う	必要な滞留時間 流入部で曝気後、礫やろ材を充填した水路を通水させる	塩素剤投入等により塩素流入率7～10mg/Lとし、残留塩素濃度0.1mg/L以上 接触時間(放流水路を含む)15分以上

○ 生物処理→沈殿→消毒の場合

表5 応急復旧における復旧方法の事例 III (生物処理→沈殿→消毒)

水処理			
	生物処理	沈殿	消毒
目標	当初はBOD60mg/lの確保を目標とし、段階的に二次処理水レベルのBOD:15mg/l		大腸菌群数3,000個/cm ³ 以下の確保
手段	最初沈殿池機能が残存している場合は、それを活用し、高負荷運転により処理水量に対応		塩素剤投入等により塩素流入率2~4mg/Lとし、残留塩素濃度0.1mg/L以上
	酸素供給能力の不足や汚泥沈降性悪化等による水質悪化に備え、ろ過設備を設置する、あるいは反応槽に凝集剤を添加可能な構造とする。		接触時間(放流水路を含む)15分以上

○ 応急復旧における汚泥処理

表6 応急復旧における復旧方法の事例 IV (汚泥処理)

汚泥処理		
		処理水量1,000m ³ /日以下の検討オプション
目標	脱水処理及び場外搬出	沈殿汚泥の場外搬出
手段	他処理場で運転休止中または予備扱いの脱水施設移設検討	吸泥車による場外搬出
	複数の小規模処理場においては移動脱水機の利用検討	近隣での沈殿汚泥の受入れ先確保

④ [応急復旧；処理施設 (汚水の発生量が想定不可能な処理区域)]

○ 仮設処理施設等

表7 応急復旧における復旧方法の事例 V (仮設処理施設等)

水処理			
	生物処理	沈殿	消毒(PMBRは不要)
目標	二次処理水レベル(BOD:15mg/L)		大腸菌群数3,000個/cm ³ 以下
手段	パッケージ型膜分離活性汚泥法(PMBR)の導入 工場製作型極小規模施設の導入 素掘り回分式活性汚泥法等の設置		固体塩素剤投入等により塩素流入率2~4mg/L、残留塩素濃度0.1mg/L以上 接触時間(放流水路を含む)15分以上

汚泥処理は③の「○応急復旧における汚泥処理」に準じる。

2-3 段階的応急復旧のあり方

東日本大震災で被災した下水道施設について、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、第2次提言「段階的応急復旧のあり方」としてとりまとめ、平成23年6月14日に公表した。

段階的応急復旧のあり方

1. はじめに

下水道は、公衆衛生の確保、生活環境の改善、浸水の防除、公共用水域の水質保全など市民生活にとって重要な役割を持ち、一日も早い機能回復が求められる。しかし大規模な地震・津波による下水道施設の被害の大きさ等を考慮すると、本復旧が完了するまで相当程度の時間を要することが予想される。このため、地震発生直後から対応する「緊急措置」、公衆衛生の確保や浸水被害軽減に迅速に対応するための「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」へとそれぞれの段階に応じた適切な対応とスムーズな移行が必要不可欠である。

このなかで、「応急復旧」は「緊急措置」と「本復旧」を繋ぐ重要な役割を担っており、被災直後の消毒という最小限の対応段階から、本復旧（従前水準）に戻していくことである。「緊急措置」から「本復旧」に至るロードマップ（道程）は被災地や施設の状況、放流先水域の水質や水利用状況、住民のニーズ、用地、財政状況などの条件によって様々な形態がある。

1-1 復旧の道程

下水道が扱う汚水のうち、し尿は水系伝染病、ノロウィルス感染等の疫学的リスクが高く、被災直後から定常に発生する。一方、雑排水は生活活動によって発生するものであり、水道、ガス等の復旧に合わせて発生する。

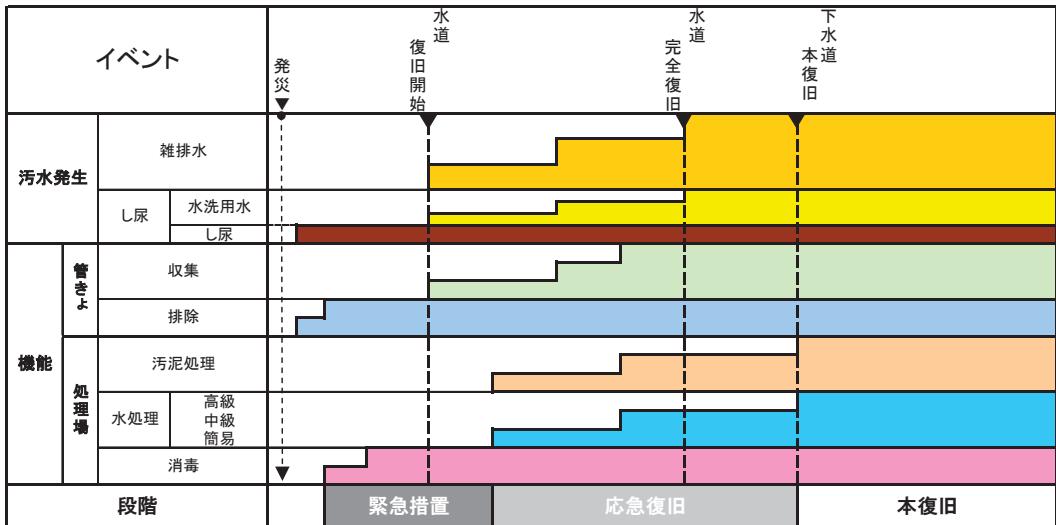


図 汚水発生と下水道機能（概念図）

平時において、下水管きょには汚水を処理場に集める「収集」機能が求められる。しかし、ひとたび地震・津波が発生すると、その直後（緊急措置段階）、下水管きょには収集機能ではなく、居住空間からリスクの高いし尿を排除する機能が求められる。次に、「応急復旧」段階では、水道復旧の開始とともに、洗濯、入浴等の生活活動が可能となり、汚水の量が増加する。このため、管きょの収集機能の回復とともに、処理場では、増加した水量と変化した水質に対応できるよう沈殿を含む処理機能の追加が求められる。また、水道復旧の進展により、汚水量は増加し続け、処理機能の質と量の増強が求められる。このように、「緊急措置」から「応急復旧」に移行するに従い、下水管きょには排除から排除+収集機能、処理場には消毒から消毒+処理機能へのステップアップが求められる。

1-2 雨水への対応

雨水については、梅雨等の出水期までに、被災した雨水きょの流下能力の回復を図るとともに、雨水ポンプの修理・交換を早期に実施する。また、代替措置として仮設ポンプを設置する場合や従前の排水能力が確保できていない場合には、河川、農林部局等、関係部局とも連携しつつ、迅速にソフトとしての対応が求められる。排水区域全体の状況を見極めつつ、浸水想定エリア、避難段階、避難場所に関する情報について、住民に十分周知することが重要である。更に合流式はもとより、分流式汚水管においても、被災により通常時以上の雨水や地下水の流入が起りうる。出水期前に溢水のおそれのあるマンホール等の箇所の把握や発生時の対応準備を進めるように努める。

2. 制約条件と生物処理法

2-1 応急復旧段階の制約条件

技術的オプションを選択する上で重要なのは、被災地における復旧状況である。言い換えると、どれくらいの制約条件が存在しているかによって、技術的なオプションの選択が決定されることになる。

例えば、外的要因として、要員が確保できているか、消毒剤が必要量入手可能か、電気等は復旧しているか等がある。また、被災処理場については水槽施設を活用できるのか、あるいは増設等の用地を活用するのか等さまざまな条件が考えられる。

例えば、外的要因として、要員が確保できているか、消毒剤が必要量入手可能か、電気等は復旧しているか等がある。また、被災処理場については水槽施設を活用できるのか、あるいは増設等の用地を活用するのか等さまざまな条件が考えられる。

表1 制約条件の例

制約項目		状態
外的要因	要員	十分な員数が確保されているか？
	消毒剤	十分な量が確保されているか
	電気	利用できるか？
処理場の条件	増設用地等を応急復旧に活用する	
	被災用施設を	十分な広さがあるか、狭いか？
		一部施設が活用可能であるか？
		全部の施設が活用可能であるか？
	被災水処理施設が高負荷処理法	一部施設が活用可能であるか？
		全部の施設が活用可能であるか？

2-2 生物処理法の選択

緊急提言（平成23年4月15日）には、応急復旧段階の復旧方法の事例として、「沈殿→消毒」、「沈殿→簡易処理（以下、簡単な生物処理）→消毒」、「生物処理→沈殿→消毒」が掲載されている。簡単な生物処理は、簡単なろ材と曝気によるなどして溶解性BODの除去を期待するものであり、確実、安定的な処理法とは言い難い。このため、「簡単な生物処理」は、比較的短期間（おおむね1年以内）での本復旧が可能であって、沈殿処理が十分機能していない、あるいは沈殿だけでは放流先の水利用に制約が生じる場合に、補完的に採用されるものである。本節では、「生物処理」の処理法を対象に、制約条件に応じてどう選択するかについて記述する。

制約条件は、被災状況に応じて異なるとともに、時間経過によって変わることになる。このため、処理法を選択する場合には、制約条件を十分調査・検討しなければならない。

全国のほとんどの処理場が、汚水を揚水して処理・放流していることから、要員、消毒剤が十分に確保された上で、電気が復旧することが応急復旧に移行する条件となる。これにより、汚水の揚水、消毒に加え、沈殿、生物処理等の機能を付加することができる。次の段階として、被災施設において沈殿、生物処理を行うスペースを検討する必要がある。この際、水処理施設の被災状況、増設用地等の活用可能性等を検討し、被災施設、増設用地のみならず、別用地なども含めて生物処理を行う場所を決定する。この決定されたスペースの特性に応じて、生物処理法を選択することになる。

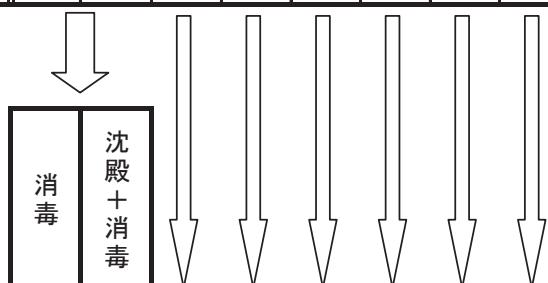
次頁に、制約条件より、選択できる処理法の例を示す。

表2 制約条件と生物処理法の選択例

制約項目	状態	1	2	3	4	5	6	7	8
要員	確保されている	○	○	○	○	○	○	○	○
消毒剤	確保されている	○	○	○	○	○	○	○	○
電気	利用できる		○	○	○	○	○	○	○
活用できる増設用地、別用地等	十分な広さがある			○					
	用地は狭い				○				
被災水処理施設が高負荷活性汚泥法	一部利用できる					○			
	全部利用できる						○		
被災水処理施設が低負荷活性汚泥法	一部利用できる							○	
	全部利用できる								○

注)

高負荷活性汚泥法：標準活性汚泥汚泥法等
低負荷活性汚泥法：OD法、長時間エアレーション法等



生物処理法	通性池法 (ラグーン法)			×→△					
	曝気酸化池法 (エアーティッド・ラグーン法)			○					
	散水ろ床法				○ 素掘り				
	接触酸化法				○ 素掘り	○		○	
	モディファイド・エアレーション法等中級処理					○	○	○	
	回分式活性汚泥法				○ 素掘り		○	○	
	長時間エアレーション法								○

●生物膜法において、ろ材として活用可能な瓦礫については、使用を検討する。

●汚泥処理については、移動脱水車を初期に活用しつつ、脱水設備の復旧(修理、交換等)を行う。

表3 生物処理法の原理と特徴

大分類	曝気・非曝気	処理法名称	プロセスの構成	反応槽の原理	プロセスの特徴
ラグーン法	非曝気	通性池法 (ラグーン法)	反応 タグ(Ⅰ) → R.T. (I) → R.T. (II) → R.T. (III) → F.S.	下水が池内にある間に藻類による酸素供給に基づく好気性微生物または嫌気性微生物の有機物質の酸化作用により浄化される。	反応タンクにおける酸素供給は、自然の光合成によるものであるため、流滞時間が著しく長い。汚泥処理施設不要。嫌気性池、過性池、好気性池を単独あるいは組み合わせて用いる。
	曝気	曝氣池法 (エアーレーティド・ラグーン法)	反応 タグ (I) → R.T. (II) → R.T. (III) → F.S.	下水が池内にある間に藻類に好気性微生物の酸化作用により浄化される。	反応タンクにおける酸素供給は、強制曝気により行なわれるため、流通式酸化池より滞留時間を短くすことができる。汚泥処理施設不要。
	非曝気	散水ろ床法	PS → RT → PS → RT → PS → RT → F.S.	回転散水機によって床上に散水された下水がろ床内を通して水流する間に、下水中の有機物はろ床表面に付着した生物によって吸着、同化され、肥大化した生物膜は脱落する。	反応タンクにおけるろ床および回転散水機ノズルの閉塞を防ぐため、必ず最初沈殿池が前に設けられる。汚泥処理施設必要。
生物膜法	非曝気	接触酸化法	PS → RT → PS → RT → PS → RT → F.S.	反応タンク内に浸漬させたろ材の表面に、発生付着した好気性微生物により下水を処理する方式で、最初沈殿池、接触酸化槽、最終沈殿池等で構成される。	返送汚泥の必要が無く、運転管理が容易である。比表面積の大きさろ材を採用し、付着生物量を多量に保持することにより、流入基質の変動に柔軟に対応できる。
	曝気	モディファイド エアレーション法	PS → RT → PS → RT → PS → RT → F.S.	下水は活性汚泥とともに迂回しながら流下し、その間に下水中の有機物は活性汚泥に吸着、同化される。	反応タンク内の活性汚泥濃度を低く保つて対数増殖期に維持すると、BOD除去速度が非常に大きくなり、滞留時間を短くすることができます。BOD除去率は高くなれない。発生汚泥量は大きい。流入水質の低い場合、最初沈殿池を省略することもある。
	曝気	回分式活性汚泥法	調整池 → B.T. → R.T. → 反応 タグ → F.S.	単一のタンクに反応と最終沈殿池の機能を持たせ、活性汚泥による反応と混合液の沈殿、上澄水の排水、沈殿汚泥の排泥の工程を繰り返し行う。	流入水の量や質に応じて工アーティション時間、沈殿時間等を比較的自由に設定でき。沈殿池は静置した状態で行われるので、固液分離の安定性が高い。
活性汚泥法	曝気	長時間アーティション法	R.T. → F.S.	下水は活性汚泥とともに迂回しながら流下し、その間に下水中の有機物は活性汚泥に吸着、同化される。	反応タンク内における滞留時間が長いため水量水質変動に対して適応性があり、最初沈殿池を省略できる。汚泥処理施設必要。
	曝気		汚泥処理施設		

表4 生物処理法の比較

参考資料

大分類	曝気・非曝気	処理法名称	一般特性		柔軟性		作業性		所要用地面積 (OD法を100とする) EOD:% SS:%	除去率	
			発生汚泥量	水温変化 への安定性	負荷変動 への安定性	有害物質 への安定性	運転管理 の容易性	管理手法 の確立			
ラグーン法	非曝気	通性池法 (ラグーン法)	少ない	非常に不安定	良好	良好	きわめて容 易	確立	きわめて少ない	730 70	
	曝気	曝気池法 (エアレーティング・ラグーン 法)	少ない	非常に不安定	良好	良好	きわめて容 易	確立	きわめて少ない	70 70	
生物膜法	非曝気	散水ろ床法	若干少ない	若干不安定	良好	対応可	きわめて容 易	確立	きわめて少ない	270 70	
	曝気	接触酸化法	若干少ない	若干不安定	良好	対応可	きわめて容 易	確立	きわめて少ない	70 70	
活性汚泥法	曝気	モディファイド エアレーション法	多い	若干不安定	調整槽設置 で対応	容易	十分に確立	多い	60	90 85	
		回分式活性汚泥法	多い	若干不安定	対応可	若干不安定	容易	十分に確立	少ない	40	90 85
		長時間エアレーション法	少ない	若干不安定	対応可	かなり容易	十分に確立	少ない	55	90 85	

①【緊急措置：管路施設】

表1 緊急措置における復旧方法の事例(管路施設)

	汚水排除	消毒
目標	下水の生活エリアからの迅速な排除	大腸菌群数3,000個/cm ³ 以下の確保
手段	マンホール溢水は、土のう、ビニールシートなどを利用し近傍水路への導入	塩素剤による消毒 (固形剤次亜塩素酸カルシウムの場合、投入量15g/m ³ 以上)
	吸泥車による処理場への運搬	
	マンホール側壁取り壊しによる公共用水域への放流	

②【緊急措置：処理施設】

表2 緊急措置における復旧方法の事例(処理施設)

	揚水機能	消毒
目標	処理施設に到達した下水の排除による溢水の防止	大腸菌群数3,000個/cm ³ 以下の確保
手段	流入マンホール等に仮設の水中汚水ポンプを設置し、仮設水路等へ導入	塩素剤による消毒 (固形剤次亜塩素酸カルシウムの場合、投入量15g/m ³ 以上)

③【応急復旧：処理施設（汚水の発生量が想定できる処理区域）】

○沈殿→消毒の場合

表3 応急復旧における復旧方法の事例 I (沈殿→消毒)

	水処理	
	沈殿	消毒
目標	水質汚濁防止法の排水基準(日平均)であるSS:150mg/L以下、BOD:120mg/L以下	大腸菌群数3,000個/cm ³ 以下
手段	沈殿時間1.5時間以上	塩素剤投入等により塩素流入率7～10mg/Lとし、残留塩素濃度0.1mg/L以上
	沈殿時間確保が困難な場合には、凝集剤添加やろ過設備等の設置を行う	接触時間(放流水路を含む)15分以上

参考資料

○沈殿→簡易処理（本資料では簡単な生物処理と表記）→消毒の場合

表4 応急復旧における復旧方法の事例 II（沈殿→簡易処理→消毒）

	水処理		
	沈殿	簡易処理	消毒
目標	当初はBOD120mg/lの確保を目標とし、段階的にBOD:60mg/L		大腸菌群数3,000個/cm ³ 以下
手段	沈殿時間1.5時間以上	必要な滞留時間	塩素剤投入等により塩素流入率7～10mg/Lとし、残留塩素濃度0.1mg/L以上
	沈殿時間確保が困難な場合等には、凝集剤添加やろ過設備等の設置を行う	流入部で曝気後、礫やろ材を充填した水路を通水させる	接触時間(放流水路を含む)15分以上

○生物処理→沈殿→消毒の場合

表5 応急復旧における復旧方法の事例 III（生物処理→沈殿→消毒）

	水処理		
	生物処理	沈殿	消毒
目標	当初はBOD60mg/lの確保を目標とし、段階的に二次処理水レベルのBOD:15mg/l		大腸菌群数3,000個/cm ³ 以下の確保
手段	最初沈殿池機能が残存している場合は、それを活用し、高負荷運転により処理水量に対応	沈殿時間2～3時間以上	塩素剤投入等により塩素流入率2～4mg/Lとし、残留塩素濃度0.1mg/L以上
	酸素供給能力の不足や汚泥沈降性悪化等による水質悪化に備え、ろ過設備を設置する、あるいは反応槽に凝集剤を添加可能な構造とする。		接触時間(放流水路を含む)15分以上

○応急復旧における汚泥処理

表6 応急復旧における復旧方法の事例 IV（汚泥処理）

	汚泥処理	
		処理水量1,000m ³ /日以下の検討オプション
目標	脱水処理及び場外搬出	沈殿汚泥の場外搬出
手段	他処理場で運転休止中または予備扱いの脱水施設移設検討	吸泥車による場外搬出
	複数の小規模処理場においては移動脱水機の利用検討	近隣での沈殿汚泥の受け入れ先確保

④【応急復旧：処理施設（汚水の発生量が想定不可能な処理区域）】

参考資料

○仮設処理施設等

表7 応急復旧における復旧方法の事例 V (仮設処理施設等)

水処理			
	生物処理	沈殿	消毒(PMBRは不要)
目標	二次処理水レベル(BOD:15mg/L)		大腸菌群数3,000個/cm ³ 以下
手段	パッケージ型膜分離活性汚泥法(PMBR)の導入 工場製作型極小規模施設の導入 素掘り回分式活性汚泥法等の設置		固体塩素剤投入等により塩素流入率2~4mg/L、残留塩素濃度0.1mg/L以上 接触時間(放流水路を含む)15分以上

汚泥処理は①の「○応急復旧における汚泥処理」に準じる。

3. 目標処理水質と段階的応急復旧

3-1 目標処理水質

応急復旧段階での技術的オプションの組み合わせは、「沈殿+消毒」、「沈殿+簡単な生物処理+消毒」、「生物処理+沈殿+消毒」がある。放流先水域への影響、適正な維持管理等のために目標水質を定める必要がある。

その際、本復旧までに要する時間、技術的な実現性、法令の基準等をもとに決定することが肝要である。特に、本復旧までに長期間を要する場合は、臭気や美観等の周辺環境への影響、水道用水、工業用水、農業用水、漁業、水産養殖業、観光、水浴等のレクリエーション等、放流先の水利用の回復状況を十分に把握、勘案しながら、段階的応急復旧の処理レベルを決定することが必要である。

「沈殿+消毒」における目標処理水質は、水質汚濁防止法の一括排水基準と沈殿での除去率(30~50%)より BOD120mg/l 以下とする。これは、法令による水質基準と、技術的に達成可能な水質（流入 BOD200mg/l とすると、40%除去で 120mg/l）により決定した。

「沈殿+簡単な生物処理+消毒」における目標処理水質は、昭和 47 年の下水道法施行令第 6 条にある技術上の基準と「下水道施設設計指針と解説（1972 年）」に掲載されている中級処理の除去率（65~75%）より、BOD 60 mg/l とするが、当初は BOD 120mg/l の確保とし、段階的に目指すものとする。これは、「簡単な生物処理」は処理法として、必ずしも確立されておらず、安定的ではないためであり、凝集剤添加、ろ過設備付加等により段階的達成を目指すものとする。

「生物処理+沈殿+消毒」における目標処理水質は、現在の下水道法施行令第 5 条 6 の技術上の基準である BOD 15mg/l を踏まえ、当初は BOD 60mg/l の確保とし、段階的に BOD15mg/l を目指すものとする。「生物処理」の技術的なオプションには中級処理も含まれており、凝集剤添加、ろ過設備付加等により段階的達成を目指すものとする。

また、疫学上のリスク回避の観点から、「沈殿+消毒」「沈殿+簡単な生物処理+消毒」「生物処理+沈殿+消毒」のいずれにおいても、大腸菌群数については 3000 個/cm³以下を確保することとする。

表 5 目標水質 (BOD)

手法		目標水質		備考
BOD(mg/l)	大腸菌群数(個/cm ³)			
① 沈殿+消毒	120	3000	水濁法一律基準、沈殿除去率 中級処理除去率、下水道法施行令 下水道法施行令 下水道法施行令	
	120→60			
	60→15			
	15以下			

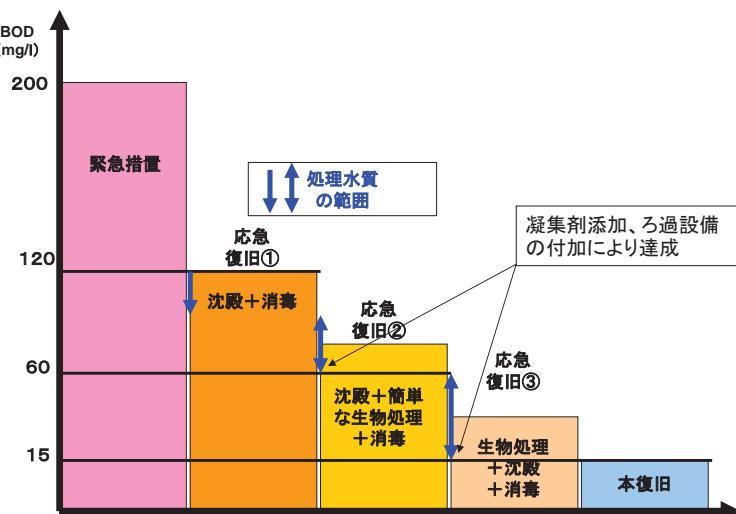
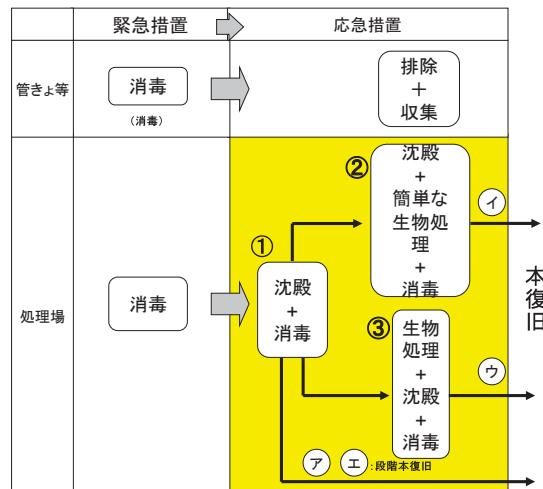


図2 目標水質と応急復旧の概念図

3-2 処理場における段階的応急復旧

①沈殿+消毒、②沈殿+簡単な生物処理+消毒、③生物処理+沈殿+消毒とすると、処理場における段階的応急復旧には、⑦～⑩まで4通りある。

- ⑦ : ①→本復旧
- ⑧ : ①→②→本復旧
- ⑨ : ①→③→本復旧
- ⑩ : ①→①+段階本復旧→本復旧



※ 「排除」：し尿を居住空間から排除し疫学的リスク

の低減をはかること

「収集」：汚水を処理場に運ぶこと

図3 機能復旧の道程

応急復旧にあたっては、本復旧までにできるだけ手戻りがなく、設置された設備等が無駄にならないよう最大限配慮することが肝要である。また、本復旧並みの処理水質が確保できない状態が、長期間継続することが見込まれ、水利用に影響が生じる可能性がある場合は、早期の処理水質の向上は当然として、放流先水域の水利用の一部制限（遊泳禁止等）について検討することも必要である。

ア：①沈殿+消毒→本復旧

沈殿の目標水質が 120mg/l であることから、長期間沈殿処理だけを継続するのは水質汚濁防止法、下水道法等の法令遵守、管理者の責務、下水道料金支払い者の視点等から困難である。このため、小規模施設であったり、被災の程度が軽微で早期（3～6ヶ月）に本復旧できる場合等、限定的に採用される。

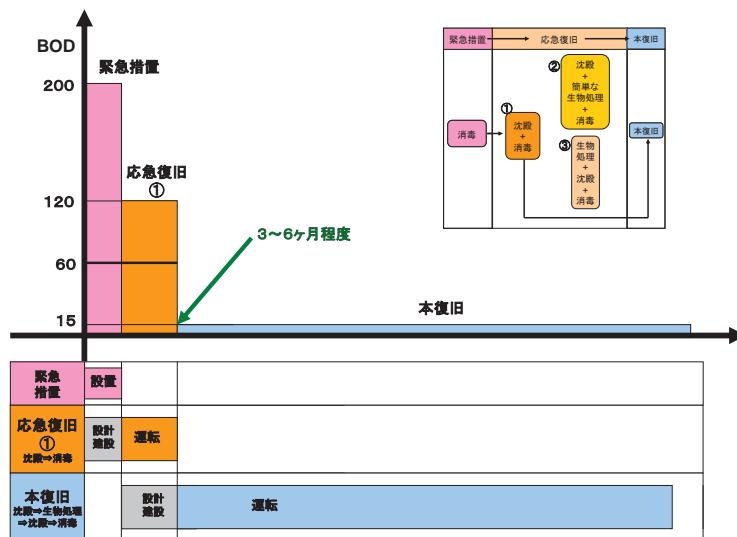


図4 ①→本復旧

イ：①沈殿+消毒→②沈殿+簡単な生物処理+消毒→本復旧

沈殿処理段階の後、本復旧まで簡単な生物処理を導入する手法であり、本復旧完成まで比較的短期間（おおむね 1 年以内）の場合に採用される。簡単な生物処理は、確実な処理機能を有するものではないため、凝集剤添加、ろ過設備付加等により BOD60mg/l を段階的に目指す。

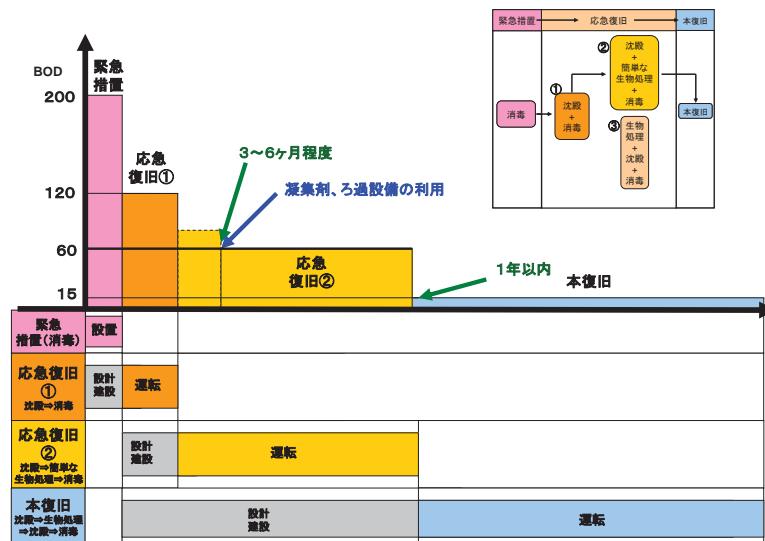


図5 ①→②→本復旧

②：①沈殿＋消毒→③生物処理＋沈殿＋消毒→本復旧

中級処理より高い水準の生物処理を行うもので、本復旧完成まで比較的長期間（1～3年程度）の場合に採用される。既設の水槽、増設用地等を活用し反応槽、沈殿池を設置するため、本復旧工事の工程、作業スペース等に関する十分な調整が不可欠である。

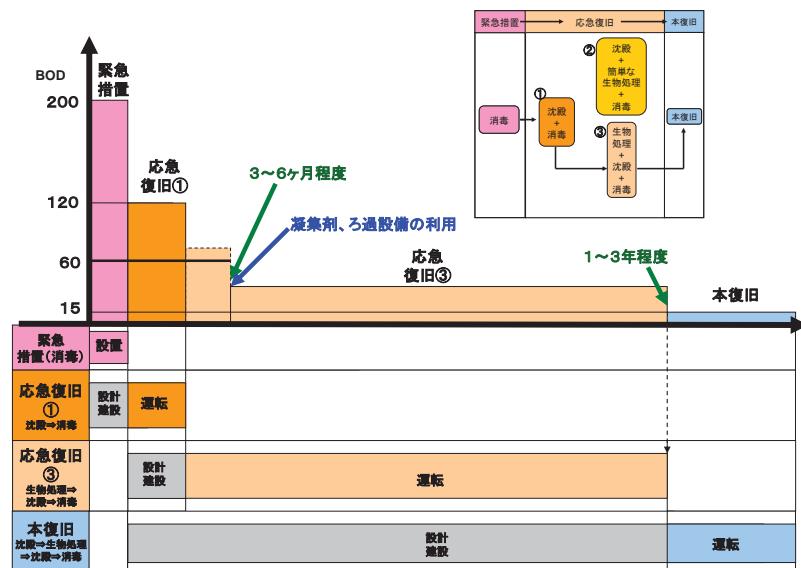


図6 ①→③→本復旧

③：①沈殿＋消毒一段階本復旧→本復旧

被災施設を段階的に本復旧しつつ、処理水質を改善する手法で、中大規模の施設で、複数の系列を有し、早期（3～6ヶ月）に一部系列の本復旧が可能であり、全ての本復旧完成まで比較的長期間（1～3年程度）の場合に採用される。

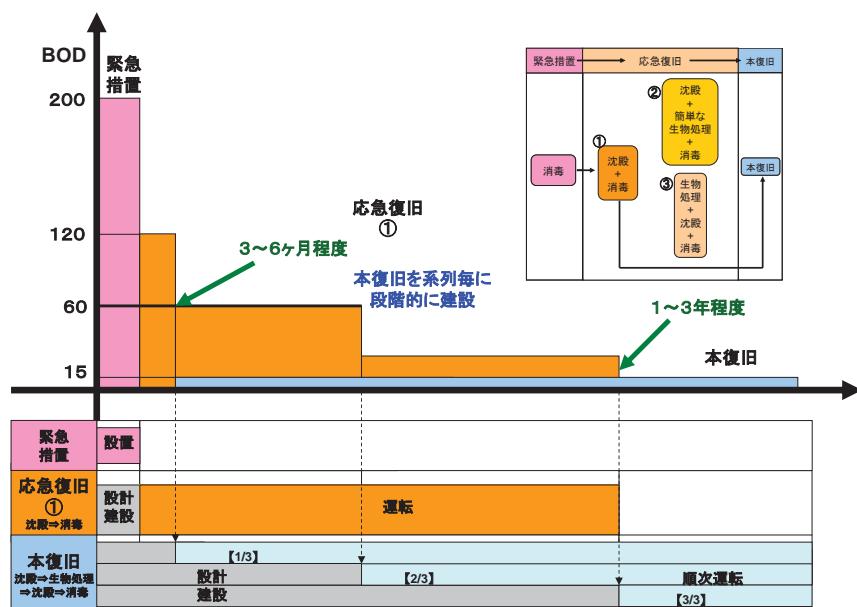


図7 ①→段階的本復旧→本復旧

下水道サービスを被災前の状態に早期に復旧することが下水道管理者の責務であり、下水道料金が下水道サービスを提供するという市民との契約であれば、段階的応急復旧を進める上で、時間軸は非常に重要なファクターとなる。このため、中級処理（BOD60mg/l程度）ができるだけ早い時期に達成することが肝要であり、時間軸を常に念頭におき、財政状況も考慮しつつ段階的応急復旧手法を選択しなければならない。

3-3 配慮すべき事項

段階的な応急復旧における目標水質を達成するためには、適切な維持管理と放流水および放流先のモニタリングによる確認が必要である。放流先モニタリングの結果によっては、以下のような対応が必要である。

表6 放流先モニタリング結果と対応

モニタリング結果	程度等	応急復旧での対応
大腸菌群数の超過	小	塩素消毒における混合方法や添加率の工夫
	大	凝集剤によるSS濃度低下、生物処理の適用
有機物濃度（BOD,COD）の超過	小	凝集剤によるSS濃度低下
	大	生物処理の適用
DO	表層での低下	生物処理の適用
	底層での低下	凝集剤によるSS濃度低下

2-4 東日本大震災で被災した下水道施設の本復旧のあり方

東日本大震災で被災した下水道施設について、従前の機能回復にとどまらず、地震、津波に対する再度災害防止対策を施すとともに、下水道施設の周辺地域と共に存し、被災地域の住民が希望を持つことができ、かつ活性化にも役立つような復旧方策を進めるため、第3次提言「東日本大震災で被災した下水道施設の本復旧のあり方」をとりまとめ、平成23年8月15日に公表した。

東日本大震災で被災した下水道施設の本復旧のあり方

1. はじめに

今回震災においては、津波による下水道施設の被害が地震動によるもの大きく卓越していることが、今までの地震とは異なる特徴である。また、この津波によって多くの人命が失われたことも、避けては通れない事実である。さらに、下水道施設では、津波による被害の経験がほとんど無いために、事前の対策を必ずしも十分に施しておらず、機械・電気設備をはじめとして多くの施設が損傷、破壊、流出した。この結果、未だ稼動再開できず、本復旧に至るまで相当程度の期間が必要な下水道施設が存在する。このため、本復旧にあたっては、この経験を生かし、従前の機能回復にとどまらず、地震、津波に対する再度災害防止対策を十分施すことは当然として、下水道施設の周辺地域と共に存し、被災地域の住民が希望を持つことができ、かつ活性化にも役立つような復旧方策を進めるべきである。

2. 本復旧にあたっての基本方針

本復旧にあたっては、今回震災の教訓を十分に生かし、良質な社会資本として次世代に継承できる施設を建設すべきである。一方、多くの人命を失ったこと、生活空間からの下水の排除という下水道の基本機能が一時不全となったこと、下水道の全体機能の復旧に時間を要するケースもあったことが震災の教訓として掲げられる。このような教訓をもとに、以下の4点を被災した下水道施設の本復旧にあたっての基本方針とする。

- ① 職員、作業員等の下水道関係者だけではなく、施設周辺の住民の生命を守ることにも寄与する。
- ② 被災時において管路、処理場等の基本機能（下水の排除等）を確保する。
- ③ 被災後、管路、処理場等の全体機能の復旧が迅速にできる。
- ④ 21世紀における希望ある復興にふさわしい技術を採用する。

2-1 人命を守る

今回震災では、死者15687人、行方不明者4757人（8月9日警察庁まとめ）の甚大な人的被害が生じた。この中の多くは津波によるもので、避難場所あるいは地域全体の避難計画があれば、多くの人命を

助けることができたと報告されている。

今回被災した一部の下水道施設では、職員等が管理棟などの屋上に一時避難して難を逃れた例もあることから、下水道施設においては、状況に応じ施設周辺の住民の津波避難ビルとしての機能を持たせるとともに、地域全体の避難計画に位置づけることも考慮する。

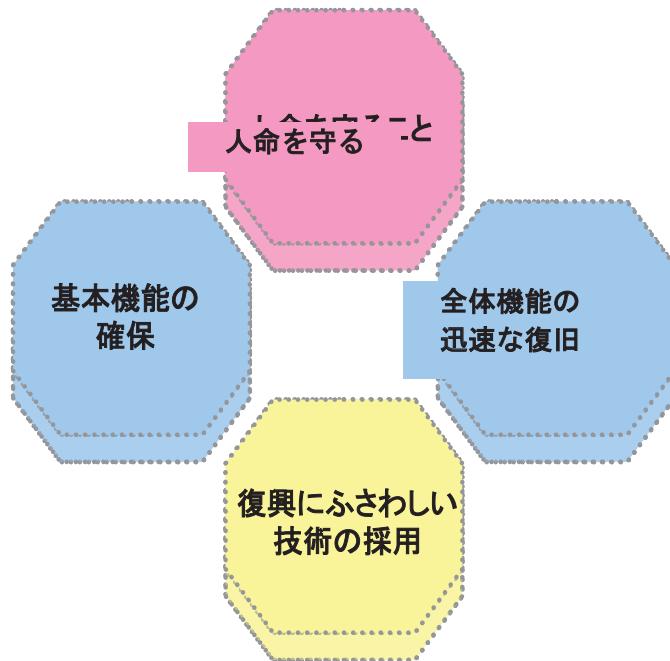


図1 基本方針の概念図

具体的には、想定されている津波高以上の施設については、地震時に容易にアクセスできるよう階段、スロープなどの整備をすること等避難のしやすさにも配慮する。また、処理場等の施設内の関係者ばかりでなく、地域全体の住民の避難計画への位置づけも検討する必要がある。

2-2 被災時における基本機能の確保

下水道には、公衆衛生確保、生活環境改善、水環境保全、浸水防除、資源再生等の役割がある。この中で、公衆衛生確保、浸水防除は、住民の生命、健康を脅かす深刻な課題にも繋がるとともに、被災者の市民生活復旧時に考慮すべき基本的な役割である。従って、下水道の基本機能とは、下水を人間の生活空間から排除することで、確保されなければならない。さらに、排除された汚水は、水系伝染病感染のポテンシャルを有しているため、塩素等による消毒が不可欠となる。

具体的には、管路では下水の流下機能、ポンプ場・処理場ではポンプによる揚水機能と消毒機能を確保しておく必要がある。このため、下水道施設には設計地震動のレベルと施設の重要度に応じて求められる耐震性能を確保するとともに、津波に対しては処理場等のポンプの防水構造化、安全な場所への自家発電設備の設置などの対策を取ることが必要である。また、消毒設備や沈殿池を防護することも重要である。

2-3 被災後の全体機能の迅速な復旧

被災した施設をできる限り早急に復旧させることは、下水道管理者の責務という観点のみならず、市民生活を正常に戻し、復興を現実のものとするためにも喫緊の課題となる。今回震災では、甚大な津波被害を被るという経験したことの無い事態に陥り、屋外に設置した機械、電気設備だけではなく、屋内の設備も樹木などの津波漂流物により損壊、流出した。とりわけ、地震による地殻変動により最大84cm（陸前高田市小友町、国土地理院報道発表）の沈下が観測されており、下水を自然流下により、収集、処理している下水道システムにとっては、深刻な被害となっている。従って、津波掃流力、津波漂流物による衝撃により損壊、流出しても迅速に復旧できるよう配慮するとともに、処理場、ポンプ場の揚水位は地盤沈下しても流下できるよう配慮する。

具体的には、重要設備については、機器類を防護するため個別のカバー等は当然として、交換の容易な構造の汎用機器への転換、水処理施設等にコンクリート製蓋等による覆蓋の設置、地盤沈下に対する余裕高を考慮した水処理施設の採用、雨水ポンプ場におけるバイパスルートの確保（ポンプが稼働しない場合でも、別ルートで小規模降雨時の雨水を排除できる構造とすること）などが挙げられる。

2-4 21世紀における希望ある復興にふさわしい技術の採用

下水道施設の復旧は、住民の健全な生活を取り戻すために不可欠であり、なかでも処理場は住民の目に触れる施設であることから、地域の復興のシンボルとして将来に希望を描けるような拠点として、また地域の活性化に寄与する施設として次世代の技術を取り込むものとする。従って、自然エネルギーを利用した技術、下水道副産物を利活用した創エネルギー、資源化技術、LCCの最小化に資する技術など地域に貢献できるシステムを積極的に導入すべきである。また、省エネ型の機械・電気設備の採用、外部エネルギー依存度の低下、遠隔化自動化による無人化技術の採用など新たな技術の採用も検討すべきである。

具体的には、太陽光、風力発電設備は言うに及ばず、汚泥消化ガス発電のスマートグリッド参画、汚泥の堆肥化、再生水供給など地域づくりと一体化した技術の採用がある。

3. 本復旧における津波に対する対策方針

下水道施設の津波対策に当たっては、地域特性、地形の特性及び施設の特性や規模並びに類似施設の被害事例を考慮し、個々の下水道施設及び下水道システム全体として必要な耐津波性能を有するように配慮する。

3－1 津波対策の考え方

中央防災会議による、「東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震津波対策に関する専門調査会」中間とりまとめ（平成23年6月26日）に示された津波対策の考え方を以下に要約する。

○今後津波対策を構築するにあたって、基本的に2つのレベルの津波を想定

○「最大クラスの津波」

住民避難を柱とした総合的防災対策を構築する上で設定する津波。

発生頻度は極めて低いものの、発生すれば甚大な被害をもたらす最大クラスの津波。

今般の東北地方太平洋沖地震はこれに相当すると考えられる。この最大クラスの津波レベルを想定した津波対策を構築し、住民の生命を守ることを最優先として、どういう災害であっても行政機能、病院等の最低限必要十分な社会経済機能を維持することが必要である。

○「頻度の高い津波」

防波堤など構築物によって津波の内陸への侵入を防ぐ海岸保全施設等の建設を行う上で想定する津波。最大クラスの津波に比べて発生頻度は高く、津波高は低いものの大きな被害をもたらす津波。

3－2 本復旧における津波対策に用いる津波レベル

本復旧に向けた下水道施設の耐津波設計においては、以上示された津波レベルのうち、最大クラスの津波に相当する東北地方太平洋沖地震により当該施設で観測された津波の津波高さを用いることを基本とする。また、立地する地形等の条件により、必要に応じて、当該津波の高さに対応する波圧・掃流力、漂流物による衝撃力等について検討の上、考慮する。

なお、頻度の高い津波については、防潮堤などの構築物で内陸への浸入が防げることから、原則として下水道施設としての計画・設計上の配慮は不要である。

ただし防潮堤等の整備の進捗度合を勘案し、必要に応じて頻度の高い津波の来襲を想定した対応を考慮する。

想定津波レベル	東北地方太平洋沖地震による津波で観測された津波
---------	-------------------------

※必要に応じて、過去の文献等から、より高い津波レベルを想定する。

3－3 要求される耐津波性能

津波の想定される区域内の下水道施設においては、津波来襲時においても下水道の基本機能が確保されるよう津波対策を施すものとする。

下水道施設に求められる耐津波性能は、今回震災の津波規模を基準としつつ、下水道施設の重要度及

び被災後の市民生活への影響を勘案し、設定する。よって処理場・ポンプ場施設においては、想定される津波に対して、2-2に示した「基本機能の確保」を勘案し、表1に示す施設区分毎に必要な耐津波性能を確保するものとする。

表1 要求される耐津波性能

施設種別	ポンプ場		処理場		
施設区分	揚水ポンプ 自家発設備 受変電設備 放流きよ ^(※1)	左記以外	流入きよ 揚水ポンプ 放流きよ ^(※1) バイパス水路 自家発電設備 管理棟 ^(※2) 受変電設備	最初沈殿池 ^(※3) 消毒設備 脱水設備 沈砂池	左記以外 ^(※4)
耐津波 要求性能	○	●	○	●	△

○・・・機能確保

●・・・一時的な機能停止はありうるが迅速な復旧が可能（概ね1週間以内）

△・・・機能停止後、早期の復旧が可能（概ね6ヶ月以内）

(※1) ゲート設備、吐き口を含む。

(※2) 管理棟のうち、操作計装部分及び一時的な避難施設。

(※3) 反応タンク、最終沈殿池を被災時において簡易処理の沈殿池として活用する場合はこれらを含む。

(※4) 高度処理施設、汚泥処理施設など。

3-4 津波対策

各施設については、要求される耐津波性能を満足するように適切な対策を施すものとする。なお、津波被害が想定される処理場・ポンプ場等における計画・設計上配慮すべき事項を表2に示す。

表2 被災した処理場、ポンプ場等の本復旧時において配慮すべき事項

対策項目	機能確保すべき施設				概ね1週間以内に復旧すべき施設				概ね6ヶ月以内に復旧すべき施設			
	流入・放流きょり ハイバス水路	揚水ポンプ	自家発電設備・ 受変電設備	最初沈殿池 沈砂池	消毒設備(塩素 および脱水設備)	反応タンク	最終沈殿池	汚泥処理施設(濃 縮設備、汚泥機)	管理棟※	その他		
計画上配慮すべき事項											○	○
	津波が想定される場合は、進入方向を検討し、その方向にできる限り平行な配置とする。	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	水处理系を以上とし、それぞれの汚水、汚泥の搬送ルート、電力、空気、水、薬品等のラインを分離させる。	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	津波漂流物による施設、設備への衝撃を緩和する防護壁を設置する。	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	被災後応急復旧のための沈殿池、反応タンクを設置するスペースを確保する。	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	管理棟など、想定津波高以上の屋上を避難場所として活用する。	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
設計上配慮すべき事項 (土木・建築)	自家発電設備の設置が處理場内では困難な場合、用地外の高所に設置する。	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
(機械・電気・その他)	【設備設置等高さ】 重要設備、操作盤、排気開口部は、想定津波高を考慮して設置する。 【施設の水密性】 想定津波高以下の扉、開口部等は水密性を確保する。 【施設の開口部】 施設の玄関、搬入扉等は津波進行方向と平行に設置する。 施設はコンクリート造とする。	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	コンクリート製蓋等により水処理施設の開口部に蓋を設置する。 浸水の可能性のある設備には、冠水対応型モータ・防水端子を採用する。	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	用水設備の機能不全に備え、井戸水などのハックアップを確保する。	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	用水設備の機能不全に対応できる無主水型ポンプを採用する。	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	防災拠点等から遠隔制御、通信できる環境とする。	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	制御盤はできる限り2階以上や高層階に設置し、必要に応じて独立して高所に設置することを検討する。	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	小規模処理場であっても自家発電設備を設置する。	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	自家発電設備については、冷却水確保が困難な場合は、多様な燃料に対応可能なガススタービン駆動を採用する。	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	運転時間は24~48時間を確保する。	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	広域支援のために移動船水車の整備を検討する。	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	広域支援のために移動ポンプ車の整備を検討する。	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	広域支援のために移動電源車の整備を検討する。	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	消化ガス発電、太陽電池と蓄電池の組合せ等の独立電源の設置を検討する。	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	避難のための場内放送設備、通信設備を整備する。	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	緊急対応時に必要な資機材や薬剤等を最低1週間分確保する。	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

※その他、本復旧時に台帳システムを組み込み、バックアップの取れたアセットマネジメント導入、BCPを策定することも不可欠である。

※対策項目を複数組み合わせて機能を確保するものとする。

※管理棟のうち、操作計装部分及び一時的な避難施設は、機能確保すべき施設

4. 本復旧における液状化等による地盤の変状に対する対策方針

今回震災では、従来の地震で報告されている埋め戻し土の液状化によるマンホールの浮上に加え、周辺地盤の広域的な液状化による管きょの浮き上がりや大量の土砂流入による閉塞、大規模な地盤の変状による管きょの破断等の被害がみられた。

適用する液状化対策は、液状化及び地盤の変状による被害を、①埋め戻し部のみが液状化する場合（周辺地盤は液状化しない）、②周辺地盤を含めて液状化等により変位する場合、の2つの事象に区分し、表3に示す対策項目のうち必要なものについて、重要度の区分に応じた耐震性能を満足する復旧方法を検討するものとする。

表3 液状化等による地盤の変状を考慮した管路施設の本復旧時において配慮すべき事項

重要度区分		重要な管路		その他の管路	
耐震性能 地盤条件	埋戻し部の液状化	レベル 2 地震動-流下機能の確保		レベル 1 地震動-設計流下能力を確保	
		周辺地盤の変位	埋戻し部の液状化	周辺地盤の変位	埋戻し部の液状化
計画上	管路ルート選定		○		
配慮	埋戻し対策 ・埋戻し土の締固め ・碎石による埋戻し ・埋戻し土の固化	○	○	○	○
計画上	管きよ本体の対策 ・本管の材質変更		○		
配慮	マンホール本体の対策 ・マンホール浮上防止※ ・マンホール側塊ズレ防止	○	○	○	○
計画上	管きよ接続部の対策 ・管きよ接続部の耐震継手※ ・本管と取付け管の接続部の耐震継手	○	○	○	○
配慮	管きよ接続部の対策 ・差込長さの延長と可どう性継手構造	○	○		

・レベル 1 地震動：施設の供用期間内に 1～2 度発生する確率を有する地震動、レベル 2 地震動：施設の供用期間内に発生する確率は低いが大きな強度を有する地震動

※マンホール浮上防止対策及びマンホール接続部の耐震継手対策については、近年、技術開発が進んでおり、採用実績も増えている。

5. 新たな技術的留意事項について

緊急提言（平成 23 年 4 月 15 日）とりまとめ後に得られた情報、知見をもとに新たな技術的留意事項を以下の通り整理する。これら留意事項は、本復旧という建設段階を前提としているため、ハード対策について言及している。しかしながら、今回震災で台帳データベース化による被災管きょ調査集計等の迅速化に効果がみられた事例があり、施設の本復旧以降の段階では、ハード対策のみならず、迅速な復旧に必要なアセットマネジメントの考えに基づく資産記録導入実施が重要である。また、津波被害も念頭においていた BCP の策定等のソフト対策も併せて実施していくことも重要となる。

5-1 人命を守る

管路施設においては、地震時にマンホールが浮上したり、道路面が陥没したり、津波の下水管路内の遡上によりマンホール蓋が飛散することで、被災者の避難、緊急車両の通行や災害復旧活動の妨げになるなど、時には人命に関わる事故に繋がりかねない。このため、マンホール浮上防止や道路陥没防止、マンホール蓋の逸脱または飛散防止のための対策を講じることが必要である。

処理場等施設では、処理場関係者、周辺住民の一時的な避難施設を管理棟、汚泥棟の屋上、水処理施設屋上などに津波高を考慮して設置し、処理場内の避難計画はもとより、周辺地域の広域的な避難計画に位置づけることも考慮する。さらに、避難しやすい施設の配置、誘導路、誘導設備、情報伝達システム、非常用照明やそれらの非常用電源などの整備も必要となる。考慮すべき事項を表 4 に示す。

表 4 「人命を守る」ために考慮すべき事項

施設区分	「人命を守る」ために考慮すべき事項
管路施設	①マンホールの浮上防止 ②道路の陥没対策の実施 ③マンホール蓋の逸脱または飛散防止
処理場施設 (ポンプ場合む)	①関係者、住民の津波避難ビルとしての機能整備 ②避難しやすい施設の配置 ③避難者の誘導路、誘導設備等の配置 ④情報システムの整備 ⑤誘導設備用の非常用電源設置

5－2 基本機能の確保

管路施設に求められる基本機能は「排除」すなわち流下機能であり、処理場等施設では、「排除」すなわち揚水機能と「消毒」である。管路施設においては、震災後の流下機能を確保するために、マンホール等の浮上防止策を施し、地盤全体が液状化を生じる可能性のある地域で必要な場合、周辺家屋の沈下に備えた管路の埋設深さについて検討する。また、被災施設と併せて行うべき老朽化の進んだ管路の耐震化を図り、一方で、災害時の管路からの溢水に備えて、仮配管用管材、水中ポンプ、固体塩素剤等の必要な資材を計画的に備蓄することが重要である。

処理場等施設においては、揚水機能を確保するために、ポンプ施設、設備およびその電源となる自家発電設備（配電路も含む）を耐震化、防護ないし嵩上げすることを検討する。また、自家発電設備は少なくとも24～48時間の運転が可能な燃料を備蓄する（特に重要な施設については、既往の停電時間も考慮して検討する）とともに、消毒設備についても、耐震化、防護しつつ、機能不全に備えて、仮配管用管材、水中ポンプ、塩素消毒剤の備蓄を行うものとし、これらに必要なスペースを確保することを検討する。考慮すべき事項を表5に示す。

表5 「基本機能の確保」のために考慮すべき事項

施設区分	「基本機能の確保」のために考慮すべき事項
管路施設	<ul style="list-style-type: none">①管路施設に対する浮上防止策の実施②埋設の深化（余裕高の増）③仮配管、水中ポンプ、消毒剤等の備蓄④老朽化の進んだ管路の耐震化
処理場施設 (ポンプ場合む)	<ul style="list-style-type: none">①ポンプ施設、配管の防護、耐震化②自家発電設備等の設置、防護、耐震化、嵩上げ③発電時間の確保（24～48時間）④消毒設備の防護、耐震化⑤仮配管、水中ポンプ、消毒剤、用水等の備蓄

5－3 全体機能の迅速な復旧

被災から本復旧に至る間は、下水道施設が十分に復旧しておらず、公衆衛生確保、水環境保全等の機能が十分に発揮されていない期間となる。このため、この期間をできる限り短縮することが重要であり、容易かつ迅速に復旧するよう配置、計画、設計に配慮することは当然として、復旧の容易な機器を採用する必要がある。

管路施設においては、広域的な災害対応準備（災害協定締結、支援ルール確立など）を行うとともに、

被災施設と併せて行うべき老朽管の耐震化を着実に行うことが重要である。また、必要に応じて管材、マンホール資材等の備蓄を検討する。

処理場等施設においては、基本機能の確保後には、溶解性BODの除去による処理水質向上のためのばつ氣用送風機や仮置きされている汚泥の減量化のための脱水機の設置が早期に必要となる。このため、全体機能の回復にあたっては、電力等の拘束条件に配慮しつつ、復旧順位を決めて復旧する必要がある。

本格的な設置には時間を要する場合が多いため、広域で移動できる電源車、ポンプ車、脱水車を共有すれば、迅速な復旧が可能となる。これら設備は、必ずしも自走する必要はなく、可搬式として、設置する施設の予備機として位置づける方法もある。また、これら復旧に必要な資材、機材が緊急時に支障なく配置できるような施設、配置や全国から駆けつける支援チームが滞在できるようなスペースの確保も考慮する。

また、施設被災約6ヶ月後にはほぼ従前の機能を復旧するためには、仮復旧する系列と、機能を完全に停止して本復旧工事を実施する系列が、互いに独立し、系列ごとに運転できるよう系列配置、設備の割付、運転制御システムの設計を行うことが望ましい。考慮すべき事項を表6に示す。

表6 「全体機能の迅速な復旧」のために考慮すべき事項

施設区分	「全体機能の迅速な復旧」のために考慮すべき事項
管路施設	①広域的な災害対応準備 (災害協定締結、支援ルールの確立など) ②老朽管の耐震化 ③管材、マンホール資材等の備蓄
処理場施設 (ポンプ場合む)	①優先復旧機能(送風、脱水)設備の防護 ②電源車、ポンプ車の広域整備 ③復旧の容易な施設、設備配置設計 ⑤ 旧用地(資材置場等)、支援チーム滞在スペース確保

5-4 21世紀における希望ある復興にふさわしい技術の採用

本復旧にあたっては、下水道施設の持つ特徴を生かし、周辺住民が新しい希望を描けるような、また地域の活性化に寄与する技術を積極的に採用することが必要である。これら技術には、情報、資源再生、創エネルギー、省エネルギーに関するものがあり、これらを利用してより一層の安全度の向上やエネルギーの自立化、環境教育の場の提供を目指すことができる。

管路施設においては、リスク分散のための管路ネットワーク化や更生工法等による耐震性向上を図るほか、光ケーブルを設置し情報ルートとしての機能を持たせたり、今まで処理場、ポンプ場に限られて

行われてきた再生水利用や熱利用について、直接管路施設の下水、下水熱を活用すること（Sewer-Mining）も検討する。

処理場等施設においては、太陽光、風力、小水力などの自然エネルギー発電設備を整備する一方で、省エネルギー設備を採用し、できる限りエネルギー自立型の処理施設を目指すことが重要である。さらに、処理場で発生する処理水、汚泥を最大限利活用して、農業や地域産業に貢献し、加えて、遠隔制御、集中管理などによる処理場・ポンプ場の無人化や、地域住民とつながる環境教育の場の設置も検討する。

表7 「復興にふさわしい技術」のために考慮すべき事項

施設区分	「復興にふさわしい技術」のために考慮すべき事項
管路施設	①管路のネットワーク化 ②更生工法等による耐震化向上 ③情報ルートとしての光ケーブル設置 ④下水、下水熱の活用
処理場施設 (ポンプ場合む)	①自然エネルギー発電設備の設置 ②下水道資源（処理水、汚泥）の活用 ③省エネルギー設備の設置 ④遠隔制御、集中管理などによる処理場等無人化 ⑤環境教育の場の設置

6. 最後に

本復旧によって、下水道施設は被災以前の能力を回復しつつも、再度災害の防止や下水道機能の迅速な復旧等においては、従前より高いポテンシャルを有しなければならない。今回の本復旧のあり方においては、本復旧にあたっての4つの基本方針を掲げ、その方針毎に留意事項を整理した。

一方で、被災状況、復興の見込み等によって、本復旧の姿は大きく異なる。例えば、処理区域内において住宅、工場等が津波被害から早期に復旧できることが見込まれる場合と処理区域内の住宅、工場等の大半が津波により壊滅的な被害を受けており復旧までに長期間を要する場合とでは本復旧の姿は大きく違ってくると考えられる。また、地震後の地殻変動により広域的な地盤沈下をした地域では、時間の経過とともに地盤が隆起するなど、今後の状況が変化することも考えられる。このため、本あり方に提案された具体的留意事項については、十分な検討を行いつつ、採用することが望ましい。

下水道地震・津波対策技術検討委員会では、平成 23 年 4 月 15 日に、「下水道施設の復旧にあたっての技術的緊急提言」として、本復旧については以下の内容を公表している。

1. 本復旧

(1) 管路施設（ポンプ施設除く）

震度 7 を観測した宮城県栗原市においては、平成 20 年の岩手・宮城内陸地震で被災し補修した管路が、これまでの調査では、今回の地震による再被災はほとんど生じていない。このため、今後の下水道施設の耐震設計と施工には、「下水道施設の耐震対策指針と解説 2006 年版（日本下水道協会）」を適用する。

なお、千葉県浦安市のように広域的な液状化が生じた地域については、宅地や他のインフラの復旧と連携をとり、適切な復旧方策を検討し、講じる。

(2) 処理施設、ポンプ施設

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。

平常時の機能性等を念頭に以下の事項に配慮する。

①計画上配慮する事項

- a. 処理場位置については、現在位置での復旧を基本とするが、再度災害防止の観点から位置変更が望ましい場合は、十分な検討を行い実施する。
- b. リスク分散の観点から、復旧する処理場の分散配置等が必要な場合は、十分な検討を行い実施する。
- c. 処理グレードを向上しつつ段階的に建設する場合は、できる限り先行建設した施設、設備を活用する。
- d. 処理場計画地盤高は、再度災害防止や実現性などを総合的に検討して合理的に設定する。
- e. 処理場の施設は、津波が想定される場合は、進入方向を検討し、その方向にできる限り平行な配置とする。
- f. 処理場の水処理系列を 2 以上として、それぞれの汚水、汚泥の搬送ルート、電力、空気、水、薬品等のラインを分離させる。
- g. 津波による施設、設備への衝撃を緩和する防護壁を設置する。
- h. 処理場には、被災後応急復旧のための沈殿池を設置するスペースを確保する。

②設計上配慮する事項

a.土木・建築施設

- ・ 土木・建築構造物はコンクリート造とし、屋上部を避難場所として活用することについても考慮する。
- ・ 水処理施設には、コンクリート造等の覆蓋を設ける。
- ・ 構造計算において、必要な場合は津波荷重を考慮する。
- ・ 津波の進入側には開口部（扉、窓等）を設けない。
- ・ 構造物外部の開口部（扉、窓等）は防水構造とする。

b.機械設備

- ・ 浸水の可能性のある設備には、冠水対応型モータ、防水端子を採用する。
- ・ 用水設備の機能不全に備え、井戸水等によるバックアップを確保する。
- ・ 用水設備の機能不全に対応できる無注水型ポンプを採用する。

c.電気設備

- ・ 防災拠点等から遠隔制御、通信ができる環境とする。
- ・ 制御盤はできる限り2階以上の高層階に設置し、必要に応じて独立して高所に設置することを検討する。
- ・ 小規模処理場であっても自家発電設備を設置する。
- ・ 自家発電設備については、冷却水確保が困難な場合は、多様な燃料に対応可能なガスタービン駆動を採用する。
- ・ 運転時間は24～48時間を確保する。

改めて、「東日本大震災で被災した下水道施設の本復旧のあり方」2. の基本方針と、緊急提言における処理施設・ポンプ施設の本復旧にあたっての配慮事項との関係を整理すると以下の通りとなる。

参一表 本復旧にあたっての基本方針^{※1}と緊急提言^{※2}における配慮事項

緊急提言における配慮事項		人命を守ること	基本機能の確保	迅速な機能復旧	復興にふさわしい技術採用
計画上配慮すべき事項	a. 处理施設位置	●			
	b. 分散配置、ネットワーク幹線等	●			●
	c. 先行建設施設の活用				
	d. 处理施設地盤高	●			
	e. 津波進入に平行配置		●		
	f. 系列の独立化		●		
	g. 防護壁	●			
	h. 応急復旧用地の確保	●	●	●	
設計上配慮すべき事項	土木・建築	① コンクリート造	●		
		② 水槽の覆蓋	●		
	機械	③ 津波荷重の考慮	●		
		④ 開口部の配慮	●		
		⑤ 外部開口部の防水構造	●		
	電気	① 冠水、防水措置	●		
		② 用水のバックアップ	●		
		③ 軸シール	●		
		④ 遠隔制御、通信	●	●	
	電気	⑤ 制御盤の高層階設置	●		
		① 自家発電の必要	●	●	
		② ガスバービンの採用	●	●	
		③ 発電運転時間24～48時間	●	●	
		④			

※1 「東日本大震災で被災した下水道施設の本復旧のあり方」における基本方針

※2 平成23年4月15日「下水道施設の復旧にあたっての技術的緊急提言」

2-5 提言発出後の状況

災害査定における第3次提言内容の採用状況の把握について実施したアンケート調査の概要及び集計結果を以下に示す。

① アンケート対象

処理場・ポンプ場：東日本大震災に起因する施設障害が発生した全処理場（120 処理場）と全ポンプ場（112 ポンプ場）の対象市町村数は93 箇所

管路：東日本大震災に起因する被害が発生し、災害査定を受ける自治体 132 箇所※宮城県の 7 流域は一括回答のため全体で126 箇所

② 回収率

平成 24 年 2 月 14 日時点での集計結果を示す。

- ◆ 処理場・ポンプ場：50／93 箇所(54%)
- ◆ 管路：82／126 箇所(65%)

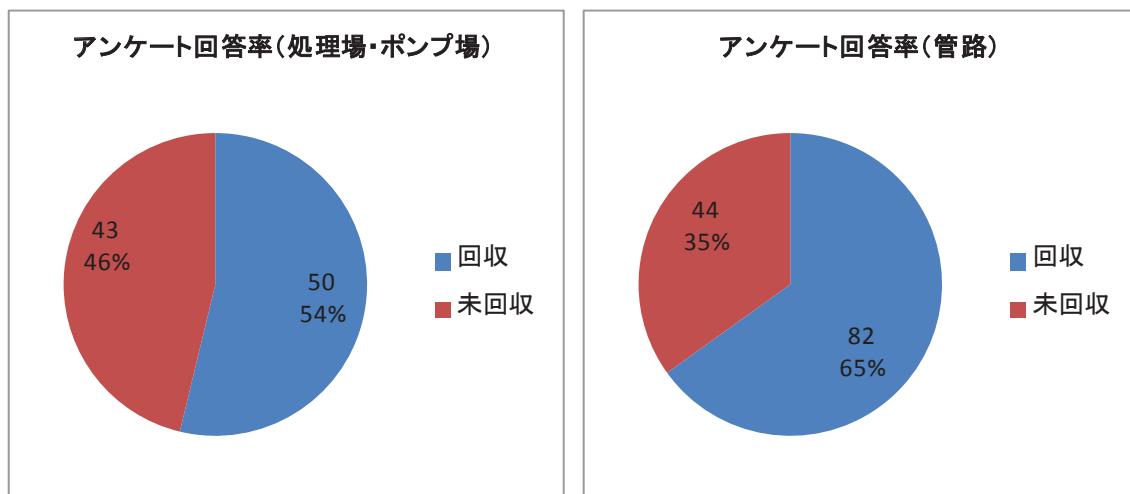


図 I-2-26 アンケート回収率

③ 被害の有無

処理場・ポンプ場は、回収済み市町村数 50 のうち 26 が津波被害有りと回答、管路は 82 のうち 67 が液状化被害有りと回答。

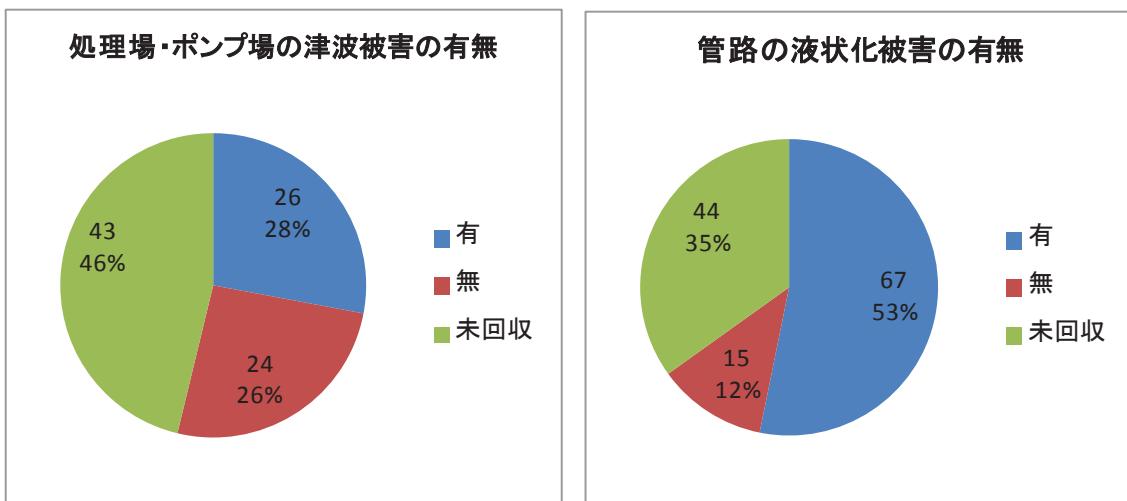
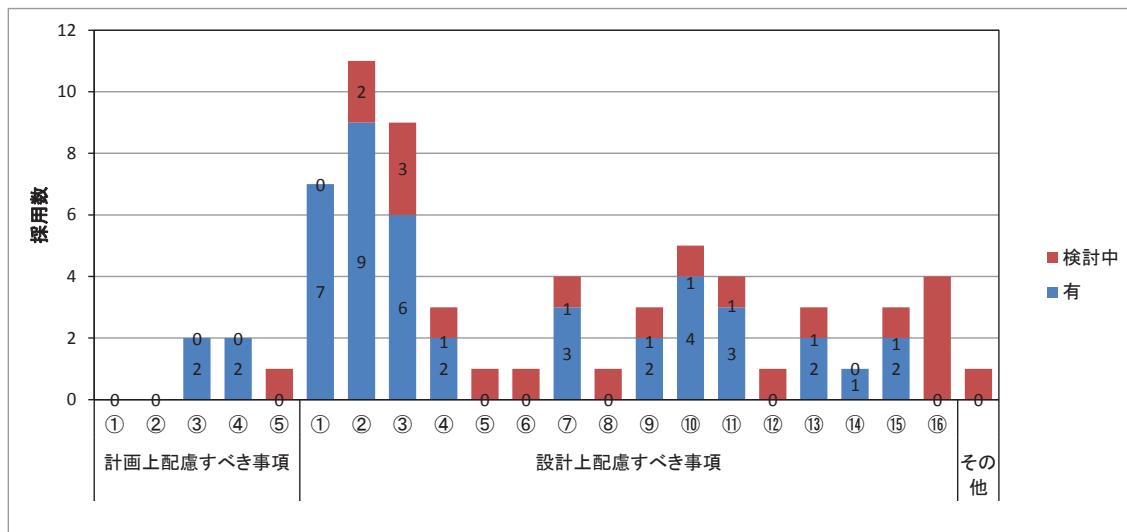


図 I -2-27 アンケート結果における被害状況

【処理場・ポンプ場で津波被害があったと回答した自治体（26 自治体）の復旧事例】

第3次提言を採用した26市町村において、図I-2-28に示すとおり「②[施設の水密性] 津波による想定浸水深以下の扉、開口部等の水密性確保及び、重要な部屋単位での水密性確保」が最も多く9市町村、次いで、「①[設備設置等高さ] 重要設備、操作盤、排気開口部を、津波による想定浸水深を考慮した位置への設置」が7市町村となっている。



図I-2-28 第3次提言を採用した市町村数（津波対策）

表I-2-21 津波対策を考慮した復旧事例（アンケート選定項目）

計画上配慮すべき事項	① 津波の進入方向を考慮し、その方向にできる限り平行となるような施設の配置
	② 水処理系列を2以上とし、それぞれの汚水、汚泥の搬送ルート、電力、空気、水、薬品等のラインの分離
	③ 津波漂流物による施設、設備への衝撃を緩和する防護壁の設置
	④ 管理棟など、想定津波以上の屋上を避難場所としての活用
	⑤ 自家発電設備を用地外の高所への設置
設計上配慮すべき事項	① [設備設置等高さ] 重要設備、操作盤、排気開口部を、津波による想定浸水深を考慮した位置への設置
	② [施設の水密性] 津波による想定浸水深以下の扉、開口部等の水密性確保及び、重要な部屋単位での水密性確保
	③ [施設の開口部] 施設の玄関、搬入扉等の津波浸入方向と平行設置及び、開口部の閉塞、防水扉の設置
	④ 水処理施設の開口部へのコンクリート製蓋等の設置
	⑤ 浸水の可能性がある設備への冠水対応型モータ・防水端子の採用
	⑥ 給水設備の機能不全に備えた井戸戸水などのバックアップ確保
	⑦ 給水設備の機能不全に対応できる無注水型ポンプの採用
	⑧ 防災拠点等から遠隔制御・通信できる環境確保
	⑨ 制御盤はできる限り2階以上の高層階に設置、または独立して高所への設置
	⑩ 重要設備に対して津波による想定浸水深高さの防水壁の設置
	⑪ 小規模処理場での自家発電設備の設置
	⑫ 自家発電設備に多様な燃料に対応可能なガスタービン駆動の採用
	⑬ 24～48時間の運転が可能な備蓄燃料の確保
	⑭ 自家発電設備を含め、消化ガス発電、太陽電池と蓄電池の組合せ等の独立電源の設置
	⑮ 非常時の避難をアナウンスできる場内放送設備、通信設備の設置
	⑯ 緊急対応時に必要な資機材や薬剤等の最低1週間分の確保
その他	

【管路の液状化被害があったと回答した自治体（67 自治体）の復旧事例】

第3次提言を採用した 67 市町村において、図 I-2-29 に示すとおり「②埋戻し対策（碎石による埋戻し）」が最も多く 39 市町村、次いで、「⑦[管きよ継手対策] マンホールと管きよの接続部等への対策（接続部の耐震継手）」が 33 市町村となっている。

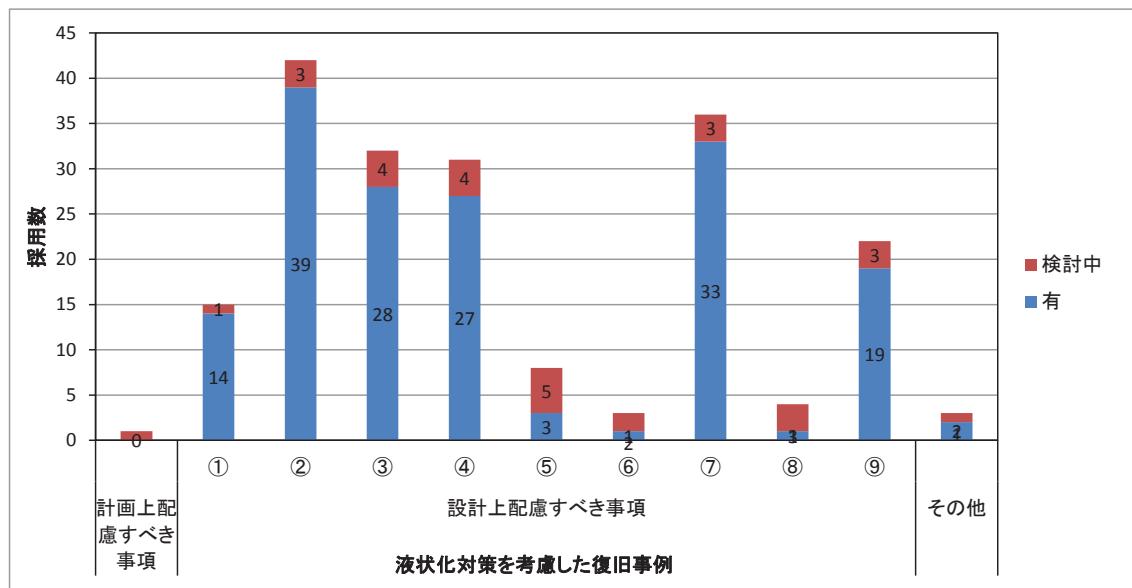


図 I-2-29 第3次提言を採用した市町村数（管路の液状化）

表 I-2-22 液状化対策を考慮した復旧事例（アンケート選定項目）

計画上配慮すべき事項		液状化の発生予想地域を避けた(考慮した)管路ルートへの変更	
設計上配慮すべき事項	① ② ③	埋戻し対策	埋戻し土の締固め 碎石による埋戻し 埋戻し土の固化
		④	管きよ本体への対策（本管の材質変更）
		⑤ ⑥	マンホール本体への対策 浮上防止 側塊ズレ防止
	⑦ ⑧ ⑨	[管きよ継手対策] マンホールと管きよの接続部等への対策（接続部の耐震継手）	
		[管きよ継手対策]	差込長さの延長 可とう性継手構造
		その他	

第3章 今後の耐震・津波対策における新たな視点

東日本大震災における下水道施設被害は、2つの大きな特徴を持つ。

1つは、津波による施設の壊滅的な被害である。下水道は、一般に自然流下方式を採用することから、処理場は公共用水域に近く地形的に低い場所に建設することとなる。このため、太平洋沿岸に位置する都市においては、必然的に海域に比較的近い場所に処理場が建設されており、津波の被害を直接的に受けこととなった。

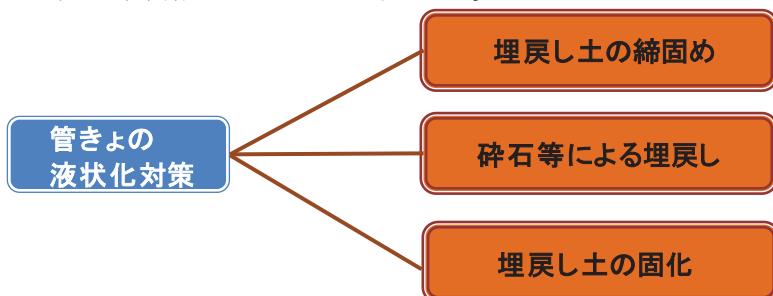
もう1つの大きな特徴は、震源地から離れた関東圏で、広域的で大規模な液状化が発生したことである。下水道管きょ及びマンホールも液状化により大きな被害を受けた。一部の地域では、マンホールが1m以上浮上する被害や駆体ズレの被害が生じた。また、管きょが地上部まで浮上する被害や液状化した土砂が管きょ内に流れ込み、管きょを閉塞させ、1~2ヶ月もの長期間、下水道の使用を制限する事態も発生した。

このように東日本大震災の下水道施設被害は、過去の地震の被害とは異なり、津波と広域的な液状化を要因とする新たな被害が発生した。

ここでは、東日本大震災の被災要因分析により明らかとなった地震・津波対策の新たな視点について説明する。

3-1 管路施設の耐震対策

東日本大震災では、東北地方から関東にかけて広域的な液状化被害が発生した。管路施設の被害の要因は、東北地方から関東地方の茨城県にかけて新潟中越地震等の際に問題となった埋戻し土の液状化が広域で発生した。また、関東地方の利根川下流域や、東京湾沿岸部の埋立地、盛土地等の人工改変地で管路施設の周辺地盤の液状化を伴う、地域の全面的な液状化により、マンホール駆体のズレ、管きょ施設のたるみ、蛇行、抜けが発生するとともに、被害を受けた管きょやマンホール、また取付け管及び宅内配管から土砂が流入することにより、管路きょが閉塞し流下機能を損失する事態に陥った。このため下水道施設の耐震設計指針と解説—2006年版—(以下、耐震指針)の耐震対策(図I-3-1~3)を促進すると共に次のような対策講じることが重要である。



図I-3-1 管きょの液状化対策工法

マンホールの液状化対策工法については、新設時に耐震化する場合と既存施設を耐震化する場合で、

採用する工法が区別されており、新設時については、図 I-3-2 に示す通り、液状化発生防止対策と被害軽減対策の 2 つに区分した上で、液状化発生防止対策として 2 工法、被害軽減対策として 5 工法が紹介されている。

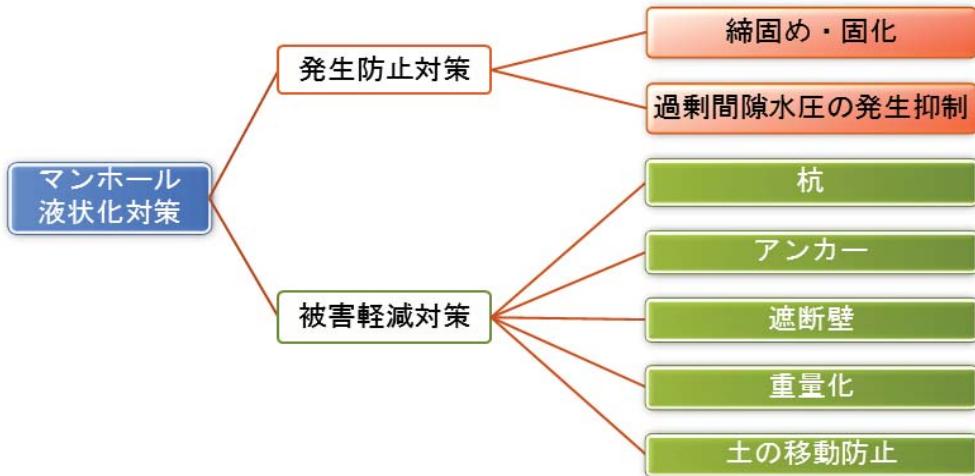


図 I-3-2 新設の場合の液状化対策工法

既存施設については、図 I-3-3 に示す通り、液状化発生防止対策と被害軽減対策の 2 つに区分した上で、液状化発生防止対策 2 工法、被害軽減対策 2 工法が紹介されている。

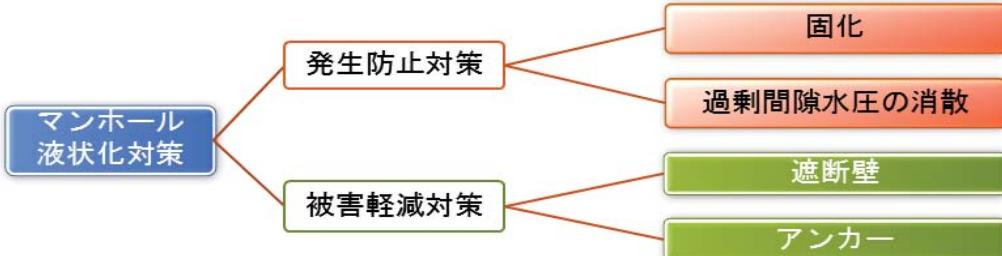


図 I-3-3 既存施設の液状化対策工法

1) 埋戻し部の液状化

周辺地盤が液状化するおそれがある地盤に加えて、周辺地盤の液状化の恐れがない盤においても、埋戻し土の液状化の恐れがあることは、耐震対策指針にも記載されている通りである。しかし、東日本大震災発生した多くの埋戻し土の液状化による管路施設被害は、未対策区間である。そのため今後も従来どおりの対策を実施することが急務の課題であり、加速的に管路施設の耐震対策を行うことが重要である。

また、今回震災の被災地における埋戻し 3 工法の実施箇所は、極限られた箇所でのみであった。被害状況を確認したところ、交通障害や流下阻害等の大きな被害がなかったことから、一定の効果があったものと考える。しかし、一部の管きょでは、施工上及び施工管理上の問題から液状化を防止する

ために必要な一定の基準を満たしていない箇所が確認された。また、工法の理解が不足しており、誤った施工をしている例も散見された。

今後の埋め戻し3工法の採用においては、参考資料に示す平成20年に設置された下水道地震対策技術検討委員会で、埋戻し3工法に関する施工上の留意点（下水道地震対策技術検討委員会報告書、平成20年10月）をとりまとめており、引き続きこの提言の徹底を図るほか、前出の実態を踏まえ、下記について再検討する必要がある。

- ① 施工管理上の問題と解決策を検討する。
- ② 現場の施工条件等により、求める基準の確保が困難な場合の、工法の選択方法を検討する。特に、締め固め工法については、確実に90%以上の締め固め度を得ることが困難な場合があるため、採用に当たっては十分に注意が必要である。
- ③ 工法の技術的な理解度を向上させるためのマニュアル等充実化を行う。

また、従来の埋め戻し3工法以外にも液状化対策としての効果が期待できる、流動化処理土や自己硬性安定液の採用についても検討が必要である。

2) 周辺地盤の液状化

東日本大震災の特徴的な被害の一つとして周辺地盤の液状化が利根川下流域や東京湾沿岸部の埋立地や盛土地などの人工改変地域全面に発生した。主な被害はマンホールのズレや、管きょのたるみ、蛇行、抜け、等が取付け管や宅内マンホール、宅内配管などに発生したとの報告が浦安市液状化対策技術委員会等で報告されている。またそれらの被害に加え、液状化した周辺地盤から土砂が流入し、本管を含む大規模な土砂閉塞が発生した。周辺地盤の液状化による管路施設の破損等の被害は、取付け管や宅内配管などで多く発生し、土砂閉塞による流下機能損失を伴う二次的被害は、重要な幹線を含む地域全体で発生した。

そのため今後も耐震指針に記載されている周辺地盤の液状化対策について従来どおりに実施することに加え、下記について再検討する必要がある。

- ① 取付け管及び支管、継手の受け口に可とう性及び伸縮性の優れた継ぎ手の開発が必要である。
- ② 側塊ブロックの軸体を持つ人孔について土砂流入防止の観点から軸体のズレ防止または、目地部からの土砂流入防止対策の開発が必要である。
- ③ その他の管路等重要な幹線でない管路についても取付け管の差し込み長さの長尺化や可等継ぎ手等を用いた地盤変位を吸収させる構造とする対策を液状化対策として実施する必要がある。
- ④ 既存施設の耐震対策をすべて行うことは困難なため、事後対策としてBCPを作成すると共に、民間業者との災害協定や管路施設の優先度選定などソフト対策を講じ、被災後の早期機能回復を図る準備をおこなう必要がある。

3-2 管路及び処理場・ポンプ場の耐津波対策

(1) 管路施設

津波による管路施設被害は、津波浸水区域内の住居が流出したことや復興計画に合せた調査の実施などにより被災状況が不明な地域があることから網羅的な被害状況が明らかになっていないのが現状である。しかし、水管橋の流出や、津波襲来時のマンホール蓋の飛散、洗掘による管路施設の流出、マンホールポンプの機能停止等いくつかの被災事例が報告されている。また、耐震指針では、管路施設の耐震対策の記載はない。そのため、次のような対策講じることが重要である。

- ①現在の調査では、津波襲来時にマンホールの飛散が避難の妨げになったという報告はないが、マンホールが飛散することによる管路施設の土砂や瓦礫による閉塞を防止するため、津波浸水の可能性がある地域は、汚水、雨水ともに逸脱防止機能付きマンホールへの交換が重要である。
- ②水管橋は、下水処理場への流入きよにつながるような大量の汚水輸送を目的とした施設が多いが、海に近い場所に設置されている場合が多いことに加え、河川を横断することから海岸保全施設による津波からの防護は期待できない。そのため、管渠の流出による一時機能不全は認めるが、そのことによる溢水防止対策や、早期復旧対策などBCP等による事後対応の強化が重要である。
- ③マンホールポンプの配電盤等が浸水することによる流下機能不全対策のため、代替え水中ポンプの準備や配電盤破損時でも電力供給があれば稼働可能な構造にするなどBCPや改造などによる事後対応の強化が重要である。

(2) 処理場・ポンプ場

東日本大震災の下水道施設被害の最も大きな特徴は津波による処理場・ポンプ場について壊滅的な被害が東北地方の沿岸部全域にわたり発生したことである。特に、下水処理場はその特性上沿岸部に建設される場合が多いことから、大きな津波荷重を受けたことによる構造躯体の破壊や浸水による電気機械設備の破損などの被害が発生した。しかし、耐震対策指針では、耐津波対策に関する記述はなく、地震対策マニュアルに吐き口ゲートについての記述が記載されているのみである。このため、下水処理場及びポンプ場については、は、次のような対策講じることが重要である。

- ①津波による浸水による電気・機械設備の被害がもっとも多かったことから、電気・機械設備の防水化、設置されている部屋の防水化、構造物の防水化、高所への設置などのハード対策または、代替え機能を用いた事後対応を行うことで下水処理機能の維持を行うことが重要である。
- ②津波の襲来時に反応槽の覆蓋が流出したことで、反応槽内に漂流物が流入し、応急復旧の妨げになったことに加え、コンクリート覆蓋の構造の下水処理場では、被災後早期に応急復旧が可能になったことから、コンクリート覆蓋の採用が早期復旧を行う上で効果的である。

③津波荷重をうけた円筒形の消化ガスフォルダーが流出したことから、ガスフォルダー等は、津波荷重や浮力を考慮し、流出しない構造とすることが重要である。

④波襲来時の津波荷重を受けた構造物の躯体が損傷を受ける被害が発生したことから津波防護壁の設置、津波荷重を考慮した構造、津波浸入方向を考慮した施設配置などを考慮した構造とする必要がある。

3－3 耐津波対策を考慮した下水道施設設計の考え方

東日本大震災を踏まえ、今後巨大地震に伴う大規模な津波に襲われる可能性のある地域においては、下水道の全体機能を分類し、それぞれの機能に求められる耐津波性能を満たすためにいかに対応策を講じていくべきか、その基本的な考え方を整理し、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」を取りまとめ、平成24年3月6日に公表した。

耐津波対策を考慮した下水道施設設計の考え方

1. はじめに

東北地方太平洋沖地震は、東北地方太平洋沿岸を中心に入命、財産、公共施設等に大きな被害をもたらしたが、とりわけ津波によるものが甚大であった。

震災発生からすでにおよそ1年が過ぎ、被災を受けた120の処理場、112のポンプ場は徐々に復旧しているが、平成24年2月6日現在、津波により甚大な被害を受けた処理場のうち2箇所が稼働停止中、12箇所が応急対応を余儀なくされているなど、今回の震災では、従前の耐震対策中心の下水道施設の対策のあり方に課題を残した。

また、「下水道の地震対策マニュアル2006年版（日本下水道協会）」では、耐津波対策として、吐口ゲートへの配慮が示されているのみであった。波力、漂流物による衝突加重等を含めた津波に対する被害は想定していなかったのである。さらに、想定すべき津波高さに対して、どのように対処するかについて計画・設計上の考え方を整理できていなかった。

本提言では、当委員会においてすでにとりまとめて公表した「下水道施設復旧にあたっての技術的緊急提言」（平成23年4月15日公表）、「段階的応急復旧のあり方」（平成23年6月13日公表）、「東日本大震災で被災した下水道施設の本復旧のあり方」（平成23年8月11日公表）を踏まえ、今次津波で被災した下水道施設以外の全国の下水道施設に適用すべく『耐津波対策を考慮した下水道施設設計の考え方』を取りまとめた。

2. 設計にあたっての想定津波の考え方

2－1 これまでの想定津波の考え方

災害対策基本法では、国（中央防災会議）は防災基本計画、地方自治体は地域防災計画等の防災計画を作成することとされている。このうち、防災基本計画（平成20年2月18日作成）における耐津波対策の役割分担については、第4章第1節に下記の記述がある。

防災基本計画（平成20年2月18日）第4章第1節（抜粋）

○地方公共団体は、津波によって浸水が予想される地域について事前に把握し、浸水予測地図等を作成するとともに、当該浸水予測図に基づいて避難地、避難路等を示す津波ハザードマップの整備を行い、住民等に対し周知を図るものとする。また、国〔内閣府等〕は、津波の危険性のある区域において、浸水予測図や、津波避難計画の作成支援、津波ハザードマップ作成マニュアル等の普及促進により、津波ハザードマップの作成支援を行うものとする。

また、津波ハザードマップ作成における整備主体の考え方は、「津波・高潮ハザードマップ作成マニュアル（平成 16 年 4 月）」に記載されている。

基本的には、ハザードマップの作成に必要な条件設定やシミュレーションは市町村が行うが、複数の自治体がまたがる場合や単独の自治体で実施困難な場合は、国及び都道府県が作成の支援を行うとされており（図 1 参照）、想定津波の決定主体は地域によって異なっているのが現状であった。

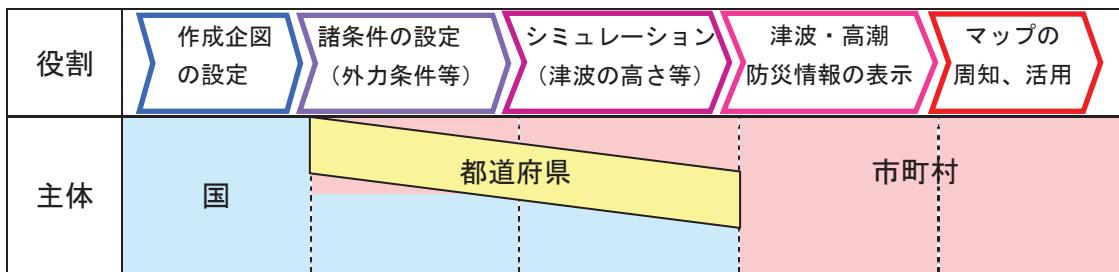


図 1 津波・高潮ハザードマップの作業フローと役割分担

なお、今回の震災後に総務省が全国の海岸部を有する自治体（被災自治体除く）を対象に行った調査（「地域防災計画における地震・津波対策の充実・強化に関する検討会」第 3 回会合資料より（平成 23 年 10 月 11 日））では、61% の自治体が津波被害を想定済みであった。

2-2 中央防災会議における今後の想定津波の考え方

東北地方太平洋沖地震による津波（以下、今次津波）の発生メカニズムが、通常の海溝型地震が発生する深部プレート境界のずれ動きだけではなく、浅部プレート境界も同時に大きくずれ動いたことによって、巨大な津波と広範囲で、奥域まで浸水域が拡大し、従前の想定を越える結果となった。

第 28 回中央防災会議（平成 23 年 10 月 11 日）に報告された「東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会報告（平成 23 年 9 月 28 日）」（以下、専門調査会報告）によると、防災対策で対象とする地震・津波の考え方は、あらゆる可能性を考慮した最大クラスの巨大な地震・津波を検討すべきとされている。

さらに、耐津波対策を講じるにあたってのこれから想定津波の基本的考え方として、二つのレベルの津波を想定する必要があるとされている。一つは、発生頻度は極めて低いものの、甚大な被害をもたらす「最大クラスの津波」であり、もう一つは、発生頻度は高く、津波高は低いものの大きな被害をもたらす「頻度の高い津波」である。

前者の最大クラスの津波に対しては、住民等の生命を守ることを最優先とし、住民の避難を軸に、とりうる手段を尽くした総合的な耐津波対策が求められている。また、後者の発生頻度の高い津波に対しては、海岸保全施設等の整備による対策を進めていくとされている。

2-3 他事業における想定津波の考え方

今回被災地域における海岸保全施設等の速やかな復旧計画策定に資するため、平成23年7月8日に農林水産省、国土交通省等より「設計津波の水位の設定方法等について」が発出されている。この中では、過去に発生した実績津波高さの整理を行い、十分にデータが揃わない場合はシミュレーションによって津波高さを算定することとされている。さらに、設計津波の対象津波群の設定を行った後に、設計津波の水位の設定を行うとされている。

また、国土交通省より平成23年7月11日に「平成23年東北地方太平洋沖地震による津波の対策のための津波浸水シミュレーションの手引きについて」が発出されている。これをもとに、被災地域である岩手県、宮城県、福島県では平成23年9~10月に、海岸堤防高さが設定されている。ここでは、被災地域では最大クラスの津波を今次津波高さとし、頻度の高い津波を海岸堤防施設等の計画津波高さとしている。

一方、港湾事業においても、国土交通省交通政策審議会港湾分科会防災部会で「港湾における総合的な津波対策のあり方（中間とりまとめ）」を平成23年7月6日にとりまとめた。これを受け、各地方整備局において、地震・津波対策検討会議（仮称）を設置し、平成23年12月を目途に、地震・津波対策基本方針を策定する予定になっている。

2-4 下水道施設における想定津波

① 被災地域の本復旧における想定津波

今次津波の被災施設を本復旧するにあたっての耐津波対策に用いる津波レベルは「東日本大震災で被災した下水道施設の本復旧のあり方」（平成23年8月11日：以下、第3次提言）に示されている。第3次提言では、本復旧に向けた下水道施設（被災施設）の耐津波設計においては、2-1で述べた最大クラスの津波に相当する今次津波で観測された津波高を用いることを基本としている。また、立地する地形等の条件により、必要に応じて、当該津波の高さに対応する波圧、掃流力、漂流物による衝撃力等について検討の上、考慮するとされている。

なお、発生頻度の高い津波に対しては、新たな海岸保全施設等の設置により内陸への浸入が防げることにより、原則、計画・設計上の配慮は不要とされている。ただし、海岸保全施設等整備の進捗状況を勘案しつつ、下水道施設としての対応を考慮すべきとされている。

② 今後の想定津波

【最大クラスの津波】

今次津波の被災地域以外でも、今後、東海・東南海・南海地震等の被害が想定される。これら地域では、最大規模の津波の高さが、中央防災会議東南海・南海地震等に関する専門調査会で過去に試算されている。しかしながら、今次津波の発生メカニズムは、過去のシミュレーションの前提条件とは大きく異なっているとされており、今後新たな津波試算等が必要と考えられる。

一方、中央防災会議では、『今回のマグニチュード 9.0 の地震による巨大な津波は、いわゆる「通常の海溝型地震の連動」と「津波地震」が同時に起きたことにより発生した。このような地震は、東北地方太平洋沖地震が発生した日本海溝に限らず、南海トラフなど他の領域でも発生する可能性がある。したがって、今後の津波地震の発生メカニズムと、通常の海溝型地震と津波地震の連動性の調査分析が進み、その発生メカニズムが十分に解明されることが、今後の海溝型巨大地震に伴う津波の想定を行うために重要である。(専門調査会報告 P8)』と報告されている。

平成 23 年 8 月、内閣府に、想定すべき最大クラスの対象地震の設定方針、地震動等を検討するため「南海トラフの巨大地震モデル検討会」が設置された。ここでは、過去に南海トラフのプレート境界で発生した地震に係る科学的知見に基づく各種調査について防災の観点から幅広く整理・分析し、東海・東南海・南海地震の新たな想定地震の設定方針の設定や地震動・津波高さ等の推計を実施するとされている。

また、平成 23 年 12 月 27 日に、想定震源域及び想定津波波源域を取りまとめた「南海トラフの巨大地震モデル検討会中間とりまとめ」が公表された。

今後検討会では、平成 23 年度 4 月頃を目途に、南海トラフの巨大地震による最大クラスの震度分布・津波高の推計結果について、文部科学省地震調査推進本部による南海トラフ地震の長期評価の検討結果を踏まえ、取りまとめることとしている。このため、平成 24 年度以降に、これら地震の最大クラスの地震動・津波高さが設定されることになる。

加えて、平成 23 年 12 月 6 日に「津波防災地域づくりに関する法律」(以下「津波防災地域づくり法」)が成立し、法律には、「都道府県は基本方針に基づき津波浸水想定を設定する」と明記され、今後はこの浸水想定に基づき地域の耐津波対策が行われる。

今後は、東海地震等のエリアを含めた全国で、津波防災地域づくり法の規定により、都道府県知事が設定・公表する「津波浸水想定」(津波により浸水するおそれがある土地の区域及び浸水した場合に想定される水深)に基づいて、下水道施設の耐津波対策を講じるものとする。

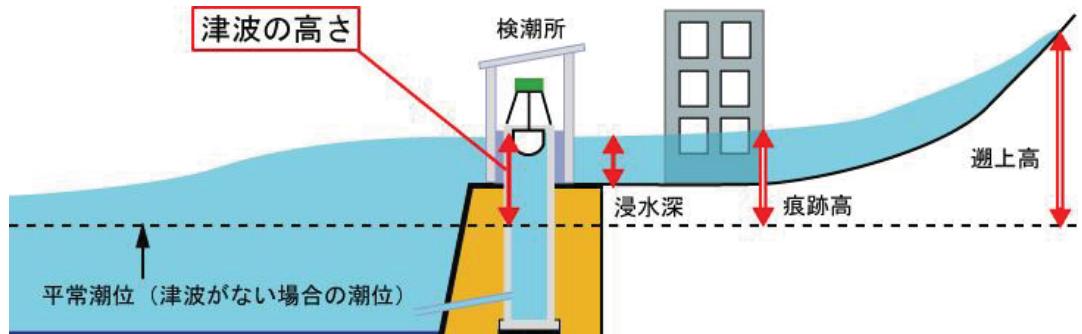
【参考】津波防災地域づくり法における想定津波の考え方

「津波防災地域づくりの推進に関する基本的な指針」（平成24年1月16日国土交通省告示第51号）において、津波防災地域づくり法第8条第1項に規定する津波浸水想定の設定については、以下のとおり記載されている。

- ・都道府県知事は、国からの情報提供等を踏まえて、各都道府県の各沿岸にとって最大クラスとなる津波を念頭において、津波浸水想定を設定する。
- ・悪条件下として、設定潮位は朔望平均満潮位を設定すること、海岸堤防、河川堤防等は津波が越流した場合には破壊されることを想定するなどの設定を基本とする。

【頻度の高い津波】

海岸保全施設等を整備・管理する海岸管理者は、被災地域においては、頻度の高い津波である設計津波高をすでに設定しており、今後、被災地域以外においても順次設定、整備されることになると見込まれる。このため、被災地域以外においては、海岸管理者の定める津波高を頻度の高い津波とする。



出展：災害時地震・津波速報平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震

図2：津波の高さの考え方

3. 管路施設、ポンプ場及び処理場における機能確保の考え方

3-1 下水道施設の各機能に要求される耐津波性能

下水道地震・津波対策技術検討委員会第3次提言の処理場及びポンプ場における耐津波性能をベースに、今後の下水道施設における「最大クラスの津波」に対する耐津波対策の機能確保の標準的な考え方を以下のとおりとする。

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	全体機能				
	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 「迅速に復旧」 ●		一時的な機能停止 は許容するもの 「早期に復旧」 △

下水道施設においては、海岸保全施設等のように津波高さで一義的に施設の耐津波対策が決定されるものではなく、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っており、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。

このため、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「他の機能」に分けて津波への対応策を決定することが肝要である。

さらに「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」に分けて整理する。

なお、早期復旧のためには、施設台帳をデータベース化しておくことも重要である。

3-2 基本機能の確保

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地下水の浸入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。

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、汚水においては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。

このように、揚水機能、消毒機能は、必ず確保されなければならない最も優先的な基本機能であり、「最大クラスの津波」が発生した際にも機能が確保されるような設計とすることが望ましい。

また、雨水吐口等においては、防潮ゲート等からの逆流を防止するための逆流防止機能が確保されるべきである。この場合、ゲート操作員の人命確保の観点から、自動閉鎖できる構造としたり、光ファイバーを活用して遠隔制御できるようにする等の措置を講じることも検討する。

なお、海岸堤防や河川堤防等で囲まれた低平地を抱える市街地では、津波で運ばれた大量の海水が自然に排水できずに滞留することから、こうした地域では揚水機能の確保が何よりも優先されるべきである。

また当然のことながら、人命確保の観点から、処理場及びポンプ場では、処理場関係者及び周辺住民の一時的な避難施設や避難ルートの確保なども重要である。

3－3 全体機能の早期復旧に向けて必要な機能

全体機能を早期に復旧させるために、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である（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、処理水の水質レベルを被災前の通常レベルにまで復旧するため必要な機能である。

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、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る。

3－4 「頻度の高い津波」に対する耐津波性能

「頻度の高い津波」に対しては、海岸保全施設等により防護することが基本とされていることから、原則として下水道施設は海岸保全施設等により守られることとなるが、下水道管理者としては必要に応じて防潮ゲート等からの逆流防止対策を講じる必要がある。

また、海岸保全施設等の整備進捗等により、下水道施設が頻度の高い津波による被害を受ける可能性が高い場合には、「最大クラスの津波」の対策を上限として、その対策のうち可能なものから、順次実施していくものとする。その際、「最大クラスの津波」への対策と同様、まずは逆流防止機能、揚水機能、消毒機能の確保が優先される。

4. 施設設計の考え方

4－1 対象とする下水道施設

今後、被災地の復興のみならず、東海・東南海・南海地震等の発生が想定される中、これら地域における下水道施設の防災対策としての設計の考え方を整理することが必要となっている。したがって、今回の「耐津波対策を考慮した下水道施設設計の考え方」（以下、「本考え方」）に基づき設計されるべき対象は、被災地域を含む、今後、津波被害が想定される地域に存する管路施設、ポンプ場及び処理場とする。

なお、本考え方は、新設・増設、大規模改築にあわせて耐津波対策を実施する場合の施設設計の考え方を示したものである。

4－2 下水道施設における対策の考え方

下水道施設の最大クラスの津波に対する耐津波対策は、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、求められる耐津波性能に応じた対応策を講じる。また、単位施設を構成する設備等の例を表2に示すが、これらの設備には機能を確保するために必要な補機類等も含む。

※単位施設：下水処理等の一工程を担う施設で、構造躯体及び設備、装置、機器を含む集合体。

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 ^{*1}	単位施設 ^{*2}	機能を確保するための設備等 ^{*2}	備考
逆流防止機能	○	閂門施設	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

※1) ○：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」

※2) 平成15年6月19日付都下事第77号下水道事業課長通知「下水道施設の改築について」別表を参考に作成。

対応策の選定にあたっては、機能の重要度、費用対効果、実施可能性等を十分に検討の上、下記の3つの防護レベルから適切なものを抽出するものとする。

① リスク回避：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) ⇒最も安全

② リスク低減：強固な防水構造（防水扉又は設備等の防水化）⇒安全

③ リスク保有：浸水を許容する構造

これら3つの防護レベルは耐津波性能に応じて、表3のように整理できる。

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
	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
対応策	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

すなわち、最大クラスの津波高さに対して「必ず確保すべき基本機能」を確保するための設備等は、リスク回避（浸水しない構造）することが最も望ましく、その対応が現実的でない場合にはリスク低減（強固な防水構造）により基本機能を確保する。

「迅速に復旧すべき機能」を確保するための設備等は、リスク低減を図る（強固な防水構造とする）。

「早期に復旧すべき機能」を確保するための設備等は、リスク保有（浸水を許容）することとし、主にソフト対策によるものとする。

なお、下水道施設の立地条件や施設構造等によっては、表3に依りがたいケースもある。例えば、下水の排除機能に不可欠なポンプ設備であるにも関わらず、浸水高さ以上に設置できないような場合は、事前の対応策としてリスク低減を選択することとなる。

また、消毒機能のように簡易な薬液タンクを用いた次亜塩素酸定量添加等による機能確保が可能なものや、脱水機能のように近隣の処理場等での汚泥の受入等による機能確保が可能なものについては、これらの措置をBCP等に位置づけることをもってリスク回避またはリスク低減を図ることも有効である。

4-3 構造躯体、開口部、機械・電気設備ごとの対策の考え方

単位施設は、大きく構造躯体、開口部、機械・電気設備の3つに分けられる。それぞれ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ものとする（図3参照）。

構造躯体は、土木構造物、建築構造物又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。特に流入きょ、放流きょ、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。

なお、構造躯体の耐津波設計に関しては、『津波に対し構造耐力上安全な建築物の設計法等に係る追加的知見について(技術的助言)』(国土交通省住宅局長発平成23年11月17日付け国住指第2570号)を参考にするとよい。

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。

以上のほか、放流きょや雨水吐口などにおける津波の逆流によるマンホール蓋の飛散や開口部からの海水噴出などが発生しないよう、逆流防止のためのフラップゲートの設置等についても検討する。

また、沈殿施設等「迅速に復旧すべき機能」に係るものについては、水槽への漂流物の流入などを抑制するための覆蓋の設置等も検討する。

なお、ガスホルダーや燃料タンクなどの筒状構造物等、津波により流出する恐れがあるものについては、第3者に危険を及ぼさないよう流出防止の措置を講じるものとする。

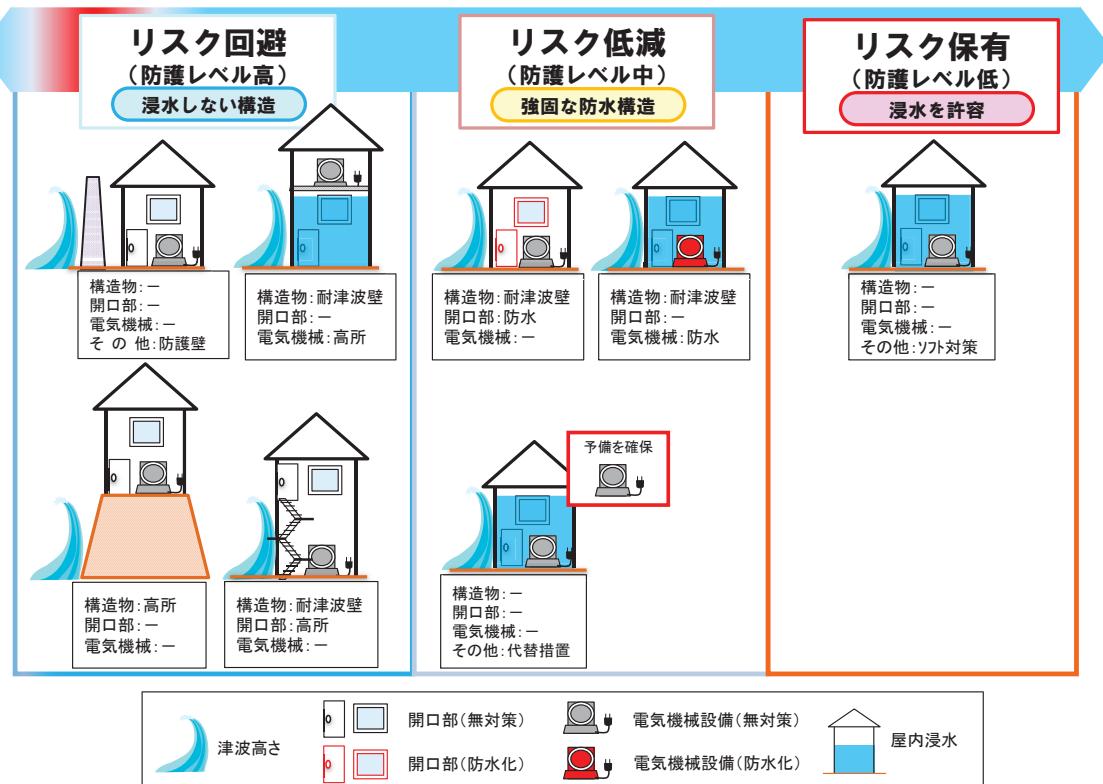


図3：防護レベルと対応策の事例

4－4 既存施設の部分的な改築等による耐津波対策の考え方

本考え方は、新設・増設、大規模改築にあわせて耐津波対策を実施する場合の施設設計の考え方を示したものであるが、実際には既存施設の部分的な改築等により耐津波対策を実施する場合が多いと考えられる。

既存施設では、下水の排除・処理を行いながら実施しなければならないこと、構造上の制約があること等に加え、特に規模の大きな自治体では対応すべき施設が多数存在することから、一度に全ての施設の耐津波化を図ることは困難である。

したがって、限られた財源の中、優先順位を付け効率的に耐津波対策を実施する必要がある。その際、「必ず確保すべき機能」である逆流防止機能、揚水機能及び消毒機能のうち、基本的には逆流防止機能と揚水機能が優先する。

また、耐津波対策を行うべき下水道施設が複数ある場合には、津波被災時において個々の下水道施設が機能停止した場合の被害の大きさ（汚水溢水の範囲、大雨による浸水の範囲等）を考慮し、優先順位を決めることが重要である。

以上を踏まえて、施設の規模、想定される被害規模、実現可能性等を勘案しながら優先順位を決定し、計画的に耐津波対策を実施していくこととする。

なお、中長期的には大規模改築の機会をとらえてよりレベルの高い耐津波性能を備えていくこととする。

5. おわりに

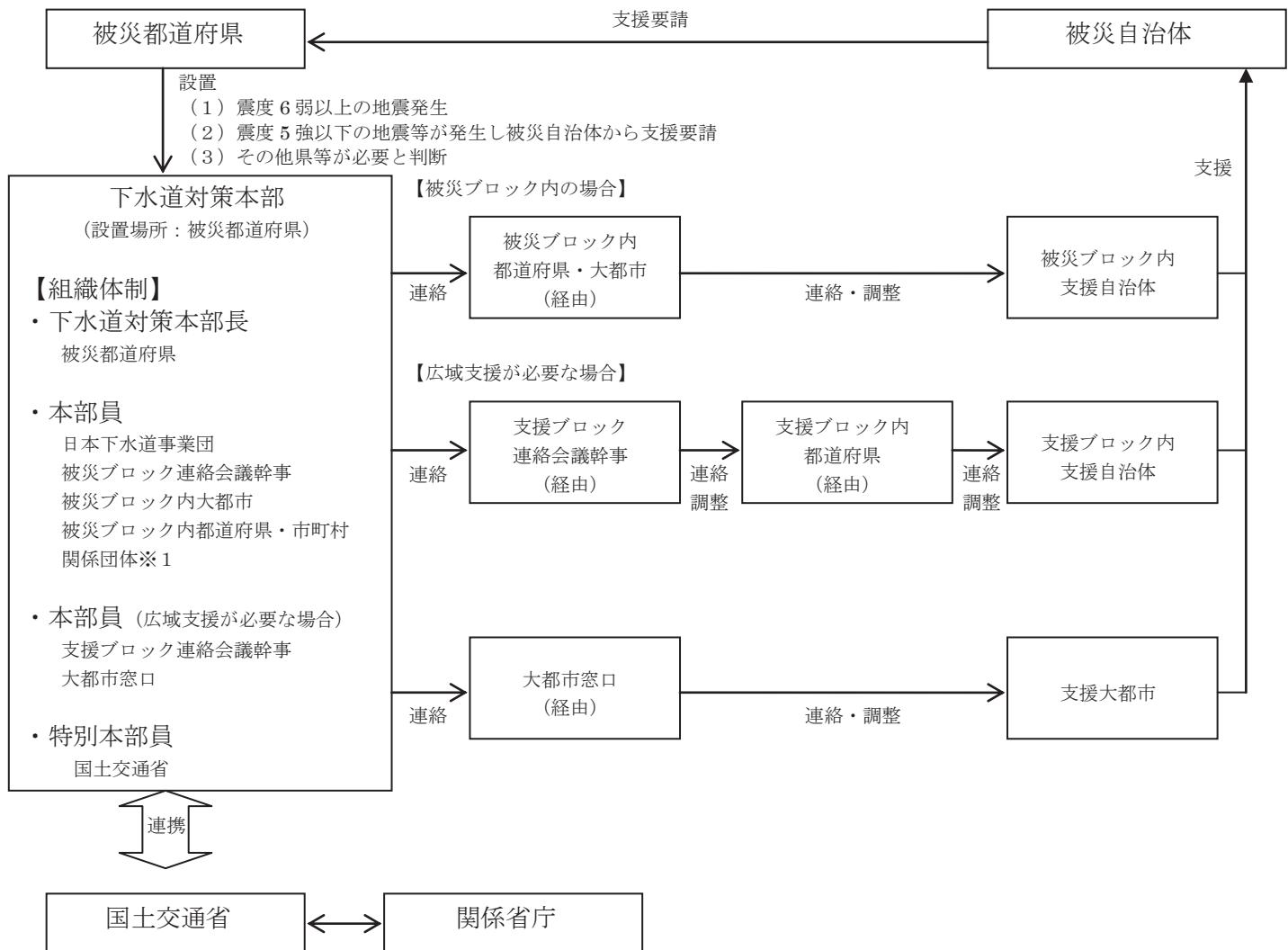
本考え方では、下水道の全体機能を、津波による被災時においても「必ず確保すべき機能」（基本機能）、一時的な機能停止は許容するものの「迅速に復旧すべき機能」、「早期に復旧すべき機能」に分類し、それぞれの機能に求められる耐津波性能を満たすためにいかに対応策を講じていくべきか、その基本的な考え方を整理した。東日本大震災を踏まえ、今後、巨大地震に伴う大規模な津波に襲われる可能性のある地域においては、本考え方を参考にして、下水道施設の耐津波対策を講じていく必要がある。

参考表：下水道施設における最大クラス津波の耐津波対策の具体的な事例

施設・設備名	事例番号	耐津波性能 (表1参照)	防護レベル (表3参照)	施設・設備カテゴリ	具体的な事例
ゲート施設	1	●	リスク低減	機械・電気設備	流入ゲート 駆動モーターを防水仕様及び防護壁等の漂流物対策(スピンドル保護)
					流出ゲート 駆動モーターを防水仕様及び防護壁等の漂流物対策(スピンドル保護)
					バハスゲート 駆動モーターを防水仕様及び防護壁等の漂流物対策(スピンドル保護)
					連鎖ゲート 駆動モーターを防水仕様及び防護壁等の漂流物対策(スピンドル保護)
					可動堰 駆動モーターを防水仕様及び防護壁等の漂流物対策(スピンドル保護)
	1	○	リスク回避	機械・電気設備	構造躯体 最大クラスの津波に耐える(崩壊しない)構造
					開口部 津波による浸水高さ以上に設置
					ポンプ本体 ━
					電動機 ━
					減速機 ━
ポンプ施設 (汚水・雨水・放流)	2	○	リスク回避	機械・電気設備	ディーゼル機関・燃料タンク ━
					抵抗器・制御器 ━
					構造躯体 最大クラスの津波に耐える(崩壊しない)構造
					開口部 ━
					ポンプ本体 ━
	3	(上記の対策が施せない場合)	リスク低減	機械・電気設備	電動機 津波による浸水高さ以上に設置
					減速機 津波による浸水高さ以上に設置
					ディーゼル機関・燃料タンク 津波による浸水高さ以上に設置
					抵抗器・制御器 津波による浸水高さ以上に設置
					構造躯体 ━
沈殿池施設	1	●	リスク低減	機械・電気設備	開口部 最大クラスの津波に耐える(崩壊しない)構造
					汚泥引き寄せ機 機器かバー設置の上、駆動モーターを防水仕様及び防護壁等の漂流物対策
					スカム除去機 ━
					汚泥ボンブ 防水仕様
					構造躯体 最大クラスの津波に耐える(崩壊しない)構造
	2	●	リスク低減	機械・電気設備	開口部 ━
					汚泥引き寄せ機 ━
					スカム除去機 ━
					汚泥ボンブ 仮設用ポンプを一定数保有あるいは民間業者との提携により確保
					構造躯体 最大クラスの津波に耐える(崩壊しない)構造
消毒施設	1	○	リスク回避	機械・電気設備	開口部 津波による浸水高さ以上に設置
					薬品貯留タンク ━
					薬品注入機 ━
					構造躯体 最大クラスの津波に耐える(崩壊しない)構造
					開口部 防水扉等
	2	(1の対策が施せない場合)	リスク低減	機械・電気設備	薬品貯留タンク ━
					薬品注入機 ━
					構造躯体 最大クラスの津波に耐える(崩壊しない)構造
					開口部 ━
					機械・電気設備 ━
汚泥脱水設備	1	●	リスク低減	機械・電気設備	構造躯体 最大クラスの津波に耐える(崩壊しない)構造
					開口部 防水扉等
					汚泥脱水機 ━
					汚泥供給ポンプ ━
					移送設備(ポンプ等) ━
	2	●	リスク低減	機械・電気設備	補機類(薬液ポンプ、タク等) ━
					構造躯体 ━
					開口部 ━
					機械・電気設備 ━
					近隣処理場における汚泥受け入れにより機能確保
受変電設備	1	○	リスク回避	機械・電気設備	構造躯体 最大クラスの津波に耐える(崩壊しない)構造
					開口部 津波による浸水高さ以上に設置
					断路器盤 ━
					遮断器盤 ━
					変圧器盤 ━
	2	(上記の対策が施せない場合)	リスク低減	機械・電気設備	コンデンサ盤 ━
					計器用変圧器盤 ━
					低圧主幹盤 ━
					構造躯体 ━
					開口部 ━
自家発電設備	1	○	リスク回避	機械・電気設備	構造躯体 最大クラスの津波に耐える(崩壊しない)構造
					開口部 津波による浸水高さ以上に設置
					原動機 ━
					発電機盤 ━
					同期盤 ━
	2	(上記の対策が施せない場合)	リスク低減	機械・電気設備	自動始動盤 ━
					冷却水ポンプ ━
					給排気ファン ━
					消音器 ━
					空気圧縮機 ━
監視制御設備	1	○	リスク回避	機械・電気設備	燃料タンク ━
					構造躯体 最大クラスの津波に耐える(崩壊しない)構造
					開口部 防水扉等
					原動機 ━
					発電機盤 ━
	2	(上記の対策が施せない場合)	リスク低減	機械・電気設備	同期盤 ━
					自動始動盤 ━
					冷却水ポンプ ━
					給排気ファン ━
					消音器 ━

3-4 災害時における広域支援のあり方

(1) 下水道事業における災害時支援に関するルール（全国ルール）での支援体制



※1 関係団体・・・(社) 全国上下水道コンサルタント協会

(社) 日本下水道施設業協会

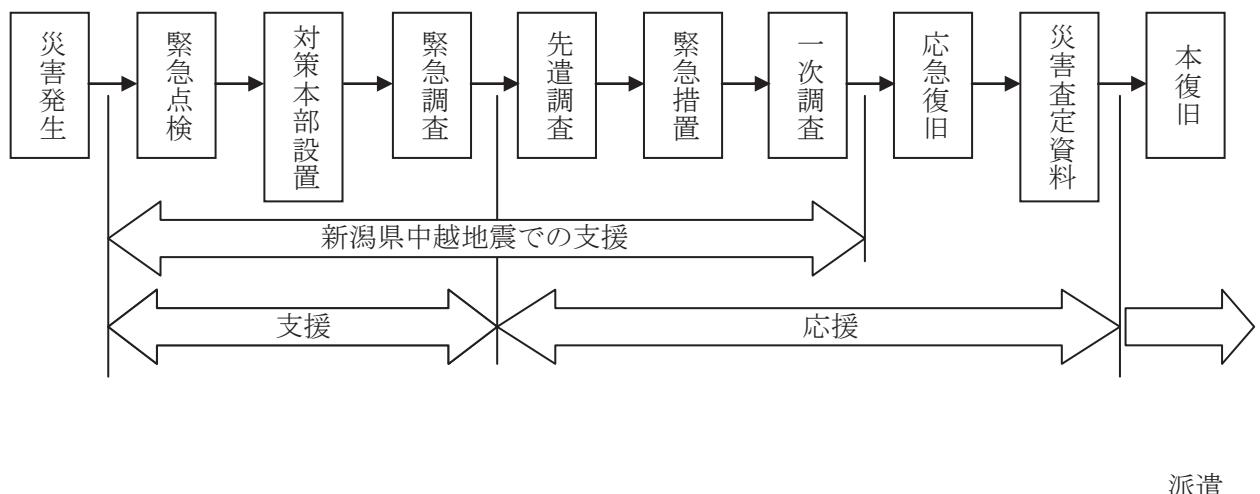
(社) 日本下水道管路管理業協会

(社) 日本下水道処理施設管理業協会

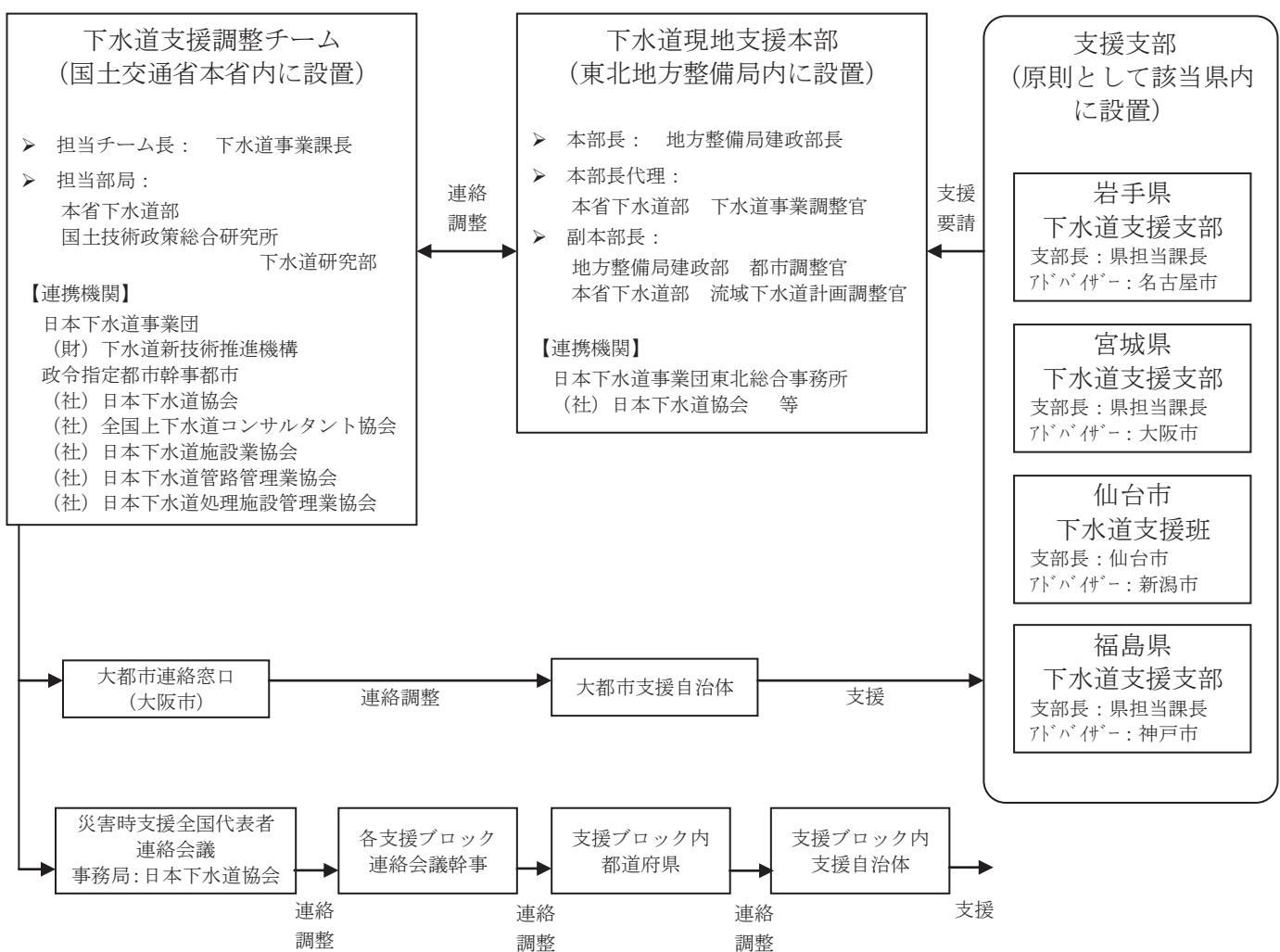
全国管工事業協同組合連合会

(社) 日本下水道協会

(2) 支援、応援、派遣の区分 (参考)



(3) 東日本大震災での支援体制



(4) 東日本大震災での支援（派遣）実績

支援先	支援団体（延べ人数）	計（延べ）
青森県	下水道新技術推進機構（7）	7人
岩手県	川崎市（42）、名古屋市（138）、北海道庁（14）、函館市（14）、小樽市（14）、旭川市（21）、室蘭市（14）、江別市（21）、石狩市（14）、日本下水道事業団（66）、下水道新技術推進機構（46）	404人
宮城県	大阪市（343）、札幌市（214）、広島市（96）、福岡市（212）、名古屋市（493）、川崎市（258）、岡山市（27）、北海道（21）、函館市（14）、小樽市（14）、室蘭市（14）、石狩市（14）、釧路市（14）、苫小牧市（28）、恵庭市（14）、青森市（34）、秋田県（32）、秋田市（16）、潟上市（4）、大館市（16）、山形県（80）、山形市（24）、天童市（16）、埼玉県（18）、神奈川県（15）、秦野市（5）、群馬県（10）、太田市（10）、三重県（5）、四日市市（15）、岐阜県（5）、岐阜市（5）、大垣市（5）、関市（5）、愛知県（10）、一宮市（10）、刈谷市（10）、豊田市（10）、静岡県（5）、磐田市（5）、藤枝市（5）、菊川市（5）、石川県（20）、金沢市（15）、小松市（10）、能美市（5）、富山県（10）、富山下水道公社（5）、富山市（10）、新潟県（4）、長岡市（25）、柏崎市（15）、阿賀野市（10）、小千谷市（16）、見附市（16）、胎内市（8）、長野県（5）、松本市（5）、上田市（5）、長野県下水道公社（5）、兵庫県（12）、芦屋市（12）、西宮市（12）、伊丹市（12）、丹波市（12）、姫路市（6）、宝塚市（6）、たつの市（24）、川西市（18）、福井市（24）、和歌山県（12）、和歌山市（12）、京都府（12）、福知山市（12）、大阪府（36）、池田市（12）、豊中市（24）、奈良県（12）、奈良市（12）、滋賀県（6）、大津市（12）、彦根市（6）、山陽小野田市（28）、広島県（15）、三次市（10）、吳市（10）、大竹市（5）、新見市（12）、瀬戸内市（28）、倉敷市（24）、備前市（14）、真庭市（14）、香川県（14）、観音寺市（6）、丸亀市（8）、東温市（32）、四万十市（6）、福岡県（8）、大牟田市（8）、直方市（8）、飯塚市（12）、春日市（8）、大野城市（4）、長崎県（4）、長崎市（12）、熊本県（4）、熊本市（8）、八代市（4）、日本下水道事業団（40）、下水道新技術推進機構（9）、国土技術政策総合研究所（3）、土木研究所（21）	3,028人
福島県	神戸市（172）、さいたま市（113）、日本下水道事業団（27）	312人
茨城県	日本下水道事業団（72）	72人

埼玉県	日本下水道事業団（8）	8人
仙台市	札幌市（197）、東京都（185）、横浜市（179）、相模原市（134）、新潟市（390）、静岡市（172）、浜松市（136）、京都市（142）、堺市（146）、岡山市（69）、広島市（87）、北九州市（105）、日本下水道事業団（57）、下水道新技術推進機構（6）	2,005人
千葉県 浦安市	東京都（76）、千葉県（165）、市川市（79）、船橋市（66）、松戸市（24）、市原市（36）、鎌ヶ谷市（23）、野田市（27）、柏市（12）	508人
千葉県 香取市	千葉県（33）、成田市（50）、八街市（8）、袖ヶ浦市（18）、四街道市（12）、東金市（30）、木更津市（16）、大網白里町（15）、東京都（27）、八千代市（14）、佐倉市（8）	231人
計		6,575人

※この他

・下水道現地支援本部（東北、関東）～本省（118）、国総研（34）、東京都（14）、横浜市（21）、日本下水道事業団（42）、下水道協会（111） 6団体 計（延べ） 340人を派遣

（5） 支援方法等の改定作業

1) アンケートの実施

【アンケートの目的】

東日本大震災のような広域的な被害があった場合の支援体制の問題点を検証し、今後の広域的支援体制のあり方を検討することを目的とする

【アンケート対象者】

各ブロックの下水道災害連絡会議構成員のうち、支援に向かった都道府県・関連市（107団体）

【アンケート実施方法】

ブロック連絡会議幹事を通じ、アンケート対象者にアンケートを依頼

【アンケート期間】

7月29日～8月19日まで

【回答者】

62団体（回収率58%）

2) 主なアンケート意見

①今回の支援体制への評価

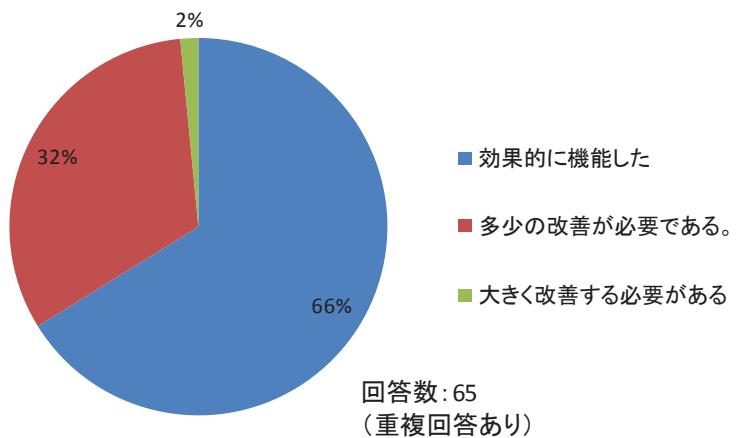


図 I -3-4 支援に関するアンケート

②東日本大震災での課題

a. 支援要請に関する事項

- 全国知事会、市長会や国交省下水道部からの直接要請など、複数の支援要請のルートが存在し、支援情報が輻輳した。
- 上水・下水を一括した部局で行う自治体（事業体）が増えており、上水の支援体制（日本水道協会）と異なることから、各自治体（事業体／下水道協会会員）で戸惑いがあった。
- 支援要請時に必要な人材・物資・支援期間を明確に示してほしい。
- 被災から支援要請までに時間が掛かり過ぎた。
- 支援要請に対する支援可能の回答期間が短過ぎた。

b. 情報伝達に関する事項

- 今回の支援体制の情報が末端の市町村まで情報伝達されなかった。
- 情報が多すぎて整理に時間を要した。HP等で必要な情報を入手できた方が良い。
- 支援の判断に現地までの移動手段、宿泊情報等が必要となるため、詳細な現地の情報提供が必要である。
- 情報伝達は円滑に行われたが、支援隊の編成等の調整に時間を要した。
- 被災自治体の状況、調査の進捗状況等の情報提供が必要である。
- マンホールの鍵の情報が必要である。
- 災害時に電子メールが使えない場合があるため、その他の通信方法を検討する必要がある。

c. 支援準備段階での情報内容に関する事項

- 現地までの交通状況（高速道路、災害派遣車両車両証明書）等の情報。
- 食糧、電気、水道等のインフラ情報。
- 現場に応じた調査資機材のリスト。
- 二次災害の危険性の有無。（職員の安全性の確保）
- 現地調査に用いる調査表を事前に送ってほしい。

d. 支援体制の構築に関する事項

- 支援決定から出発日が短期間であったことから、食糧・資材等の調達に苦労した。
- 広域な被災が発生した場合、被災ブロックの幹事県が機能できないため、被災ブロック内の自治体が支援を行う場合は、他ブロックの指揮下で活動を行いたい。
- 自治体単独で支援隊を構築するのか、自治体間の連携により構築するのか検討していなかったため、調整に時間を要した。
- 下水道実務に乏しい自治体に支援隊リーダーの依頼があった。
- 下水道に従事する技術者が少なく、支援隊の構築に苦労した。

e. その他

- 宿泊施設、燃料の確保に苦労したため、現地の自治体からの斡旋もしくは情報がほしい。
- 災害時の調査方法、査定設計書作成業務などの技術研修を行ってほしい。
- 全国的な支援の進捗状況をHPで公表してほしい。

3) 災害時支援に関する検討委員会における検討内容（案）

災害時の支援については、平成7年の阪神淡路大震災での支援活動の教訓を基に、平成8年に「下水道事業における災害時支援に関するルール」（以下、「全国ルール」）を制定し、平成16年の新潟県中越地震の経験を踏まえ、ルールの充実を図るなど、支援体制を整備してきた。

下水道施設が被災した市町村は、その状況を都道府県に報告するとともに、被災状況の調査及び復旧に対して支援が必要な場合は、都道府県に支援要請を行うこととしている。

都道府県は、下水道対策本部を設置し、ブロック内での対応が困難で、広域的な支援（以下、広域支援）が必要な場合は、他のブロックの連絡幹事や大都市の代表に支援を要請することとなっている。

東日本大震災では、複数の県が同時に被災したため、国土交通省内に下水道支援調整チーム、東北地方整備局内に下水道現地支援本部を設置し、岩手県、宮城県、福島県、仙台市にそれぞれ下水道支援班を設置し、下水道支援調整チームを通じて、全国自治体からの被災地へ支援の調整を行った。

「全国ルール」に基づいた情報連絡網による支援の要請や支援隊の派遣により、17被災自治体へ103自治体による支援活動などが行われるなど、一定の成果を上げることができた。

しかしながら、現行ルールでは、東日本大震災のように複数県にわたる広域被害に対する支援を想

定していないため、今回のような広域被害に対する支援体制を構築しておく必要性が認識された。また、支援活動に関する自治体へのアンケート結果によれば、被災自治体からの被害状況や、現地に向かう交通手段、宿泊施設など、支援活動の基となる情報が不足していたこと、支援隊が複数の自治体から構成された支援隊の指揮命令のあり方や現地調査方法の訓練などについても改善が必要であるとの指摘がなされた。流域下水道等の県施設の被災により、県も被災施設の対応に追われ、県下の自治体への支援活動に専念することが困難な状況が生じており、下水道対策本部を設置する県に対する支援の充実についても指摘された。

今後、広域被害をもたらす大規模な災害に対して、迅速かつ的確に対応するために、大都市相互の支援体制の「大都市ルール」と連携を図りながら「全国ルール」の見直し、充実のための検討を行い、十分な対応策を講じる必要がある。また、被災した市町村へのアンケート結果では、下水道を担当する職員に「全国ルール」が十分に周知されていない状況があり、その周知を図ることが必要である。

3-5 東日本大震災の事例を踏まえた下水道BCPのあり方

(1) 津波による被害

津波による下水道施設（処理場・ポンプ場）への被害は甚大であった。しかし、下水道の減災対策等を考慮した下水道BCP策定マニュアルには、耐津波対策に関する記述はなく、津波による被害に対する根本的な取扱いを盛り込むことが重要である。

- ① 津波による下水道施設水道市街地等の壊滅的被害を想定することが重要である。
- ② 人命確保の観点から場合により、管理棟などを一時的な避難場所としての位置づけなどが重要である。

(2) 広域かつ長期的な被害

津波による下水道施設（処理場・ポンプ場）への被害は甚大であることから、復旧までに長期間を要することとなる。このような広域かつ長期的な被害を下水道BCP策定マニュアルでは十分に考慮されていないため、公衆衛生の確保や資機材などの具体的な確保方法に関する対策を講じることが重要である。

- ① 長期的な自家発燃料等の不足被害を想定し、自家発電設備および燃料の備蓄および保管場所など事前対策の見直しが必要である。
- ② 他自治体の調査支援の受け入れ体制を強化する必要がある。地元業者は現地案内+交通誘導、支援部隊は現地調査などの明確な役割の取決が必要である。また、下水道台帳や完成図書などの調査に必要な事前準備も必要である。
- ③ 流域内および近隣自治体との調整を図り、単独自治体のみの対策ではなく、流域内および近隣自治体との連携調整が図られる対策が必要である。
- ④ 民間企業との調整を図り、通信途絶時の自動参集のシステム化など非常時連携に対応した協定との締結が必要である。

(3) 被災時における職員の極端な不足

津波による庁舎の全壊や、多数の職員が被災するなど、これまでの想定を超えたリソースの被害を受け、下水道サービスの全面停止が生じた。

被災時における職員の極端な不足については、他の自治体から行政機能を含んだ支援が必要である。下水道においても下水道事業団や大都市からの調査・計画・設計・施工といったトータル支援が必要である。

第4章 復興への新たな取り組み

4-1 復興に向けての基本方針

政府が決定した復興への方針や戦略においては、耐震化等による災害に強いインフラの整備に加え、再生可能エネルギーなどの活用促進など、東北の地が新しい地域づくりの具体的なモデルとなるような取組を、官民連携等を通じて進めて行くことが示されている。

これら政府の基本方針等を踏まえ、下水道地震・津波対策技術検討委員会においても、第2章で述べたとおり、先進的な技術等の活用による水循環システム、資源・エネルギー再生システムの採用を含めた本復旧のあり方を示した。

以下に、参考として復興に係る政府方針を参考に記載する。

(参考)

(1) 「東日本大震災からの復興の基本方針」

(平成23年7月29日 東日本大震災復興対策本部)

○大震災の教訓を踏まえたくにづくり

- ・再生可能エネルギー、省エネルギー、化石燃料のクリーン利用分野等の革新的技術開発を推進する。
- ・地域の特性を踏まえ、太陽光発電、風力発電、地熱発電、バイオマス発電、中小水力発電等の導入を促進する。
- ・社会基盤の防災対策の強化の取組みの促進等を行う。
- ・上下水道の耐震化を推進する。

(2) 「日本再生の基本戦略」(平成23年12月24日 閣議決定)

○東日本大震災からの復興

<被災地で先進的に取り組む主な施策>

- 再生可能エネルギーの導入支援・研究開発拠点の整備
- 地域資源を活用した電力・熱等のエネルギー供給システムの導入
- 公共施設へのPPP/PFI導入等による復興の促進
- 官民が連携した被災事業者の復興支援

(施策例)

○地域資源を活用した電力・熱等のエネルギー供給システムの導入

震災廃棄物、間伐材、小水力、下水汚泥等の地域資源を活用した電力・熱等のエネルギーの供給、再生可能エネルギー導入拡大のための事業化計画策定や防災拠点等への導入支援、ガスコジェネレーションシステムの導入支援等によるエネルギー利用の効率化を通じて、低炭素の地域づくりを行う。

4-2 復興への具体的な取り組み

(1) 復興支援スキーム検討分科会の設置について

1) 設置趣旨

下水道地震・津波対策技術検討委員会においては、「再生水・熱エネルギー利用等、21世紀における希望ある復興にふさわしい技術の採用」など、先進的な技術等の活用による水循環システム、資源・エネルギー再生システムの採用を含めた本復旧のあり方を示した。

このようなシステムを実現するためには、技術的な知見のみならず、復興まちづくりへの貢献の観点、再生資源や再生可能エネルギーの流通等を踏ましたフィージビリティの観点からの検討が必要となるため、「復興支援スキーム検討分科会」を設け、詳細に検討することとした。

下水道インフラを活用したライフラインシステムのイメージ

8/5復興支援スキーム
検討分科会(第1回資料)

～身近で安定的な水・エネルギー源である下水道インフラの活用～



図 I-4-1 先進的な技術等の活用による水循環、資源・エネルギー再生システムのイメージ

2) 委員

(50音順・敬称略)

磯部 光徳	(株) 日本水道新聞社新聞事業推進室長	
大村 達夫	東北大学大学院工学研究科土木工学専攻教授	
小川 浩昭	(株) 日本政策投資銀行地域企画部公共 RM グループ長	
神尾 文彦	(株) 野村総合研究所未来創発センター公共経営研究室長	
木下 哲	(社) 全国上下水道コンサルタント協会会長	
近藤 和行	(株) 読売新聞東京本社編集委員	
佐藤 弘泰	東京大学大学院新領域創成科学研究科准教授	
渋谷 昭三	仙台市建設局次長兼下水道事業部長	
菅原 敬二	宮城県土木部下水道課長	
関根 正人	早稲田大学理工学術院教授	
田中 宏明	京都大学大学院工学研究科 附属流域圏総合環境質研究センター教授	
中尾 正喜	大阪市立大学大学院工学研究科教授	
中道 明	岩手県県土整備部下水環境課計画担当課長	
松木 晴雄	(一社) 日本下水道施設業協会会長	
山地 健二	神戸市建設局下水道河川部計画課長	
長田 朋二	国土交通省水管理・国土保全局 下水道部下水道企画課長	オブザーバー
山本 博之	国土交通省水管理・国土保全局 下水道部下水道企画課下水道管理指導室長	"
加藤 裕之	国土交通省水管理・国土保全局 下水道部下水道企画課下水道事業調整官	"
植松 龍二	国土交通省水管理・国土保全局 下水道部下水道事業課町村下水道対策官	"
安永 崇伸	経済産業省資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部政策課制度審議室長	"
黒野 宣明	(社) 日本下水道協会企画調査部長	"

3) 分科会実施状況

平成 23 年 8 月 5 日 第 1 回復興支援スキーム検討分科会

- ・モデル地区を選定し復興支援調査を行うことを決定。

平成 23 年 10 月 25 日 第 2 回復興支援スキーム検討分科会

- ・気仙沼市、仙台市をモデル地区とした 2 件の復興支援調査を実施することを決定。

(2) 復興支援調査の実施について

1) 復興支援調査と調査チームについて

地方公共団体が下水道施設に関する復興事業を実施するにあたり、下記のような課題や必要となる検討事項想定されたため、地方公共団体、学識経験者、民間企業、国土交通省が連携し調査チームを構成し、モデル地区を対象とした事業化調査（事業化にあたってのフィージビリティなど）を実施した（国土交通省が民間企業に調査委託）。

【復興実施にあたり想定された課題や検討事項】

○地方公共団体の態勢

- ・地方公共団体の人手、ノウハウの問題。（民間ノウハウ・資金の活用も検討課題。）
- ・導入すべき技術や内容及び、導入後の中長期的なメリット（LCC 等）が不明確。

○技術

- ・復興まちづくり等の計画に合わせた新たな技術・システムのアイデアの提案。

○財政

- ・復旧・復興事業における財源のあり方を明確にしておくことが必要。

○他分野連携

- ・農業、水産業、医療分野など他分野との融合についても検討。
- ・東北における復旧・復興の取組を国内外へ展開させる仕掛けを検討。



図 I -4-2 復興支援調査の態勢

2) 復興支援調査の実施状況とこれまでの検討結果

下記の通り、気仙沼市と仙台市の2地区をモデルとした復興支援調査を実施した。

- ① 気仙沼市における水産バイオマス等を活用した多様な地産地消エネルギー供給プロジェクト
- ② 仙台市における管路更生事業と併せた下水熱回収プロジェクト

- ① 気仙沼市における水産バイオマス等を活用した多様な地産地消エネルギー供給プロジェクト

a. これまでの検討結果

気仙沼市における水産関連施設の復旧に併せた下水及びし尿汚泥バイオマス・下水熱等の循環型下水道システムについて、現在進めている下水処理場の仮復旧及び本復旧の事業に続く復興事業としての事業可能性を調査するため、処理分区の設定、下水処理場が受け入れるバイオマスの種類、流入排水の種類・量・水質、既設処理場と鹿折地区の整備の各段階における流入汚水量等を検討し、施設の概要計画（高濃度水産加工排水処理、メタンガス回収、発電設備等）や創エネルギー効果等をとりまとめた。

(現地会議)

第1回：気仙沼市（平成23年11月21日）

第2回：東京（平成24年2月2日）

第3回：仙台市（平成24年2月29日）

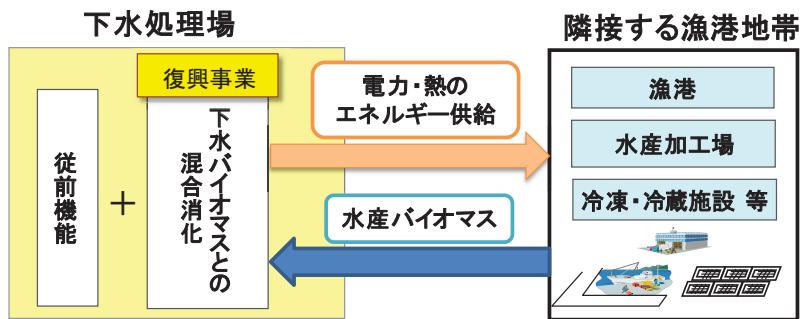
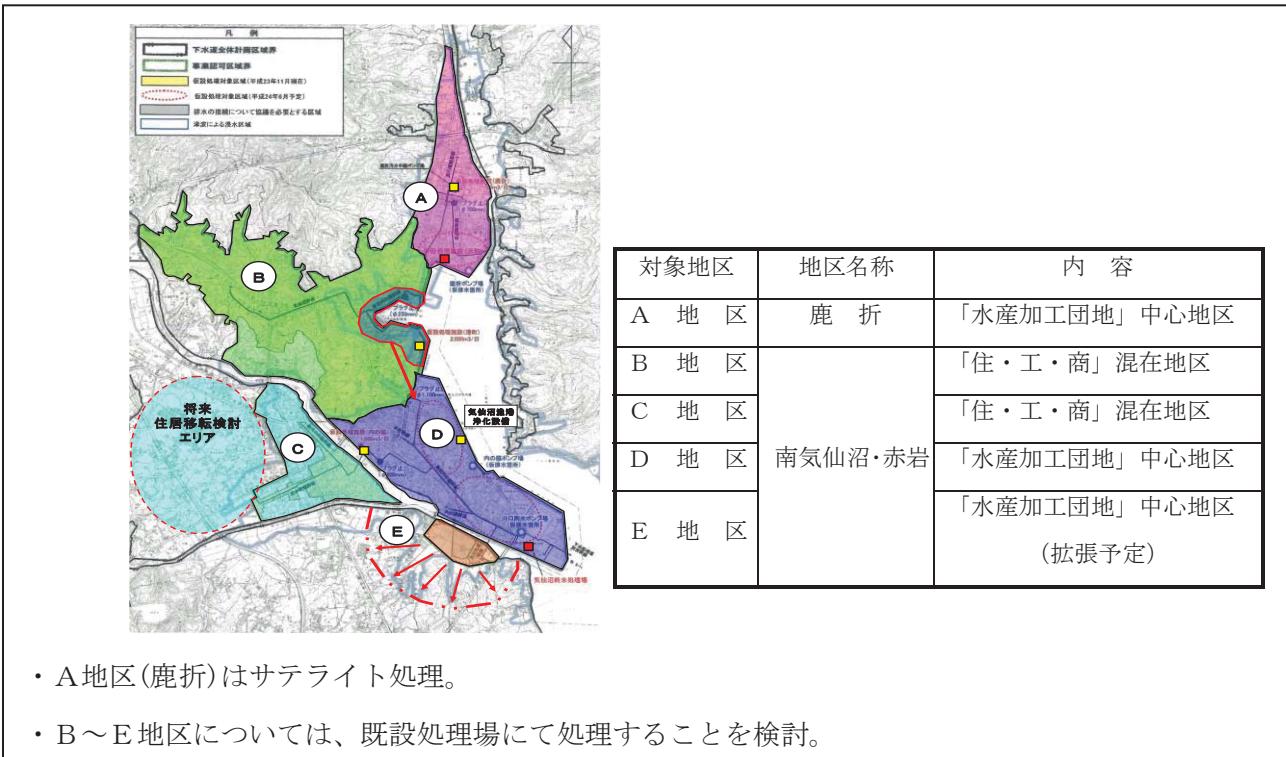


図 I-4-3 気仙沼市水産関連施設の復旧と併せた下水処理場復旧・復興のイメージ

<処理分区の設定>

処理分区は、気仙沼市復興計画を基に、今回検討対象エリアを下記のA・B・C・D・E地区に分けて検討した。



<受入バイオマス>

・受入バイオマスについては、過去の実績データ等を参考に検討した。

水産加工排水	A地区は鹿折サテライトにて受け入れ
	D地区、E地区については、既設処理場にて受け入れ
し尿汚泥	既設処理場にて受け入れ
家庭系生ごみ	ディスポーザーの導入

※水産加工排水については、除害施設有・無の検討を行った。

※ディスポーザーについては、導入有・無の検討を行った。

<検討ケース>

創エネルギー効果等の検討は、既設処理場における原形復旧との比較において、「従来型」・「ハイブリッド下水道型」の各ケースについて行った。

検討ケース

	項目	原形復旧	従来型	ハイブリッド下水道
条件	受入水質	水産加工場排水 除害施設 有	水産加工場排水 除害施設 有・無	水産加工場排水 除害施設 有・無
	水処理	初沈+嫌気好気法	初沈+高度処理	高効率高速ろ過+高度処理
	汚泥処理	脱水+炭化	中温消化+発電	高効率高温消化+燃料電池

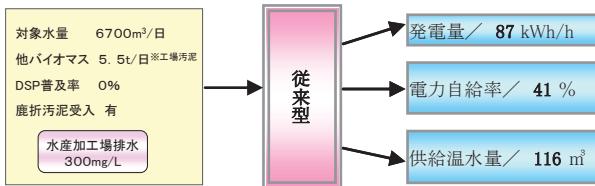
・鹿折サテライトについては、既設処理場に汚泥を搬送し処理する。

・消化後の汚泥の処理については、別途検討することとした。

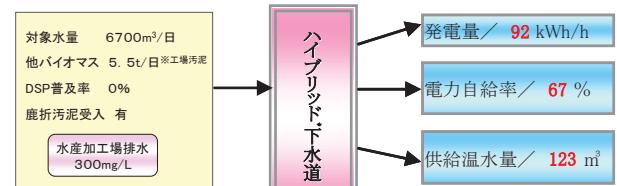
<創エネルギー効果の検討結果（例）>

・除害施設有・ディスポーザー導入無の場合

■従来型

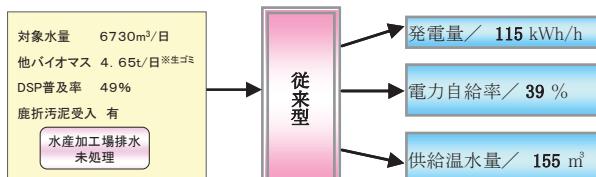


■ハイブリッド下水道

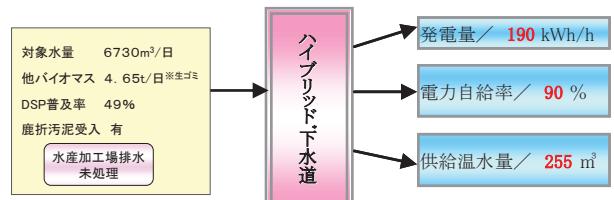


・除害施設無・ディスポーザー導入有の場合

■従来型



■ハイブリッド下水道



b. 今後の方針

平成24年度は、気仙沼市の災害復旧事業の進捗状況なども踏まえ、現行の产学研による調査チームの中で適切な役割分担を定めながら下記の実証実験等を進め、可能なものから段階的に復興事業に反映させる。

- ・水産バイオマス等の受入を想定し、メタン発酵の効率等を検証するための「高速メタン発酵施設」の実証実験。
- ・応急仮復旧施設として稼働中の「高効率高速ろ過施設」の活用及び「高濃度排水処理施設」を組

み合わせた高濃度排水の処理性能に関する実証実験。

- ・PPPを含めた事業スキームの検討。



現地プロジェクト会議での気仙沼市長の挨拶

(11月21日 於: 気仙沼市役所)



現地調査

(11月21日 於: 気仙沼終末処理場)

② 仙台市における管路更生事業と併せた下水熱回収システムのモデルプロジェクト

a. これまでの検討結果

市内の商業施設の新設計画がある工場跡地の再開発地域（管路は新設から約48年経過）をモデル地区として、管路更生事業と併せた下水熱回収システムの事業可能性について検討を行った。

具体的には、①現地管路の流量・温度等の調査データに基づく下水熱ポテンシャル、管路内に設置する熱交換器性能等により、当該地区内の給湯熱需要を賄うために要するイニシャル・ランニングコストの算定、②下水道事業、民間熱利用事業等との連携スキームの検討、③CO₂削減量・事業採算性の検証を行った。

その結果、通常のガス給湯と比較し、システム全体として下水熱を利用した給湯の方が、トータルのイニシャルコストは9百万円程度高いが、ランニングコストの有利性（年間1.4百万円安価）により、7年目でライフサイクルコストが逆転する検討結果となった。

CO₂削減効果については、約3割の効果があるものと算定された。

今後、より効率の高い熱交換器の開発、事業規模の拡大によるスケールメリットの発揮等により更なる事業採算性の向上を目指す。

(現地会議等)

第1回：仙台市（平成23年11月30日）

第2回：仙台市（平成24年2月6日）

関係者会議：仙台市（平成24年3月5日）

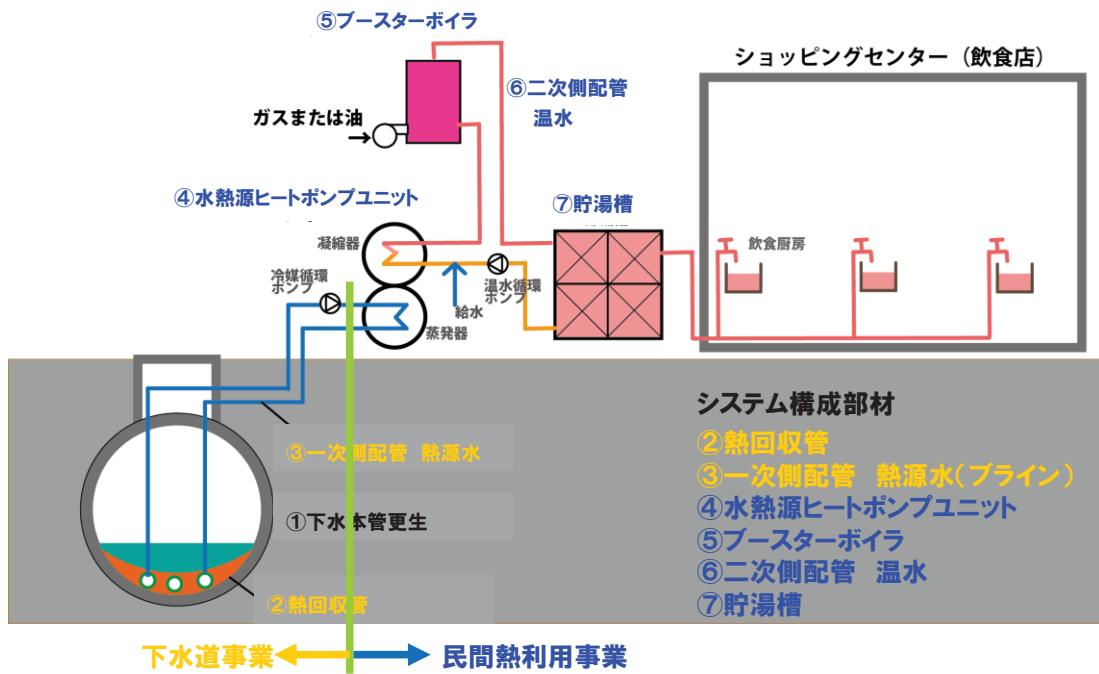


図 I-4-4 管路更生事業と併せた下水熱回収システムのイメージ

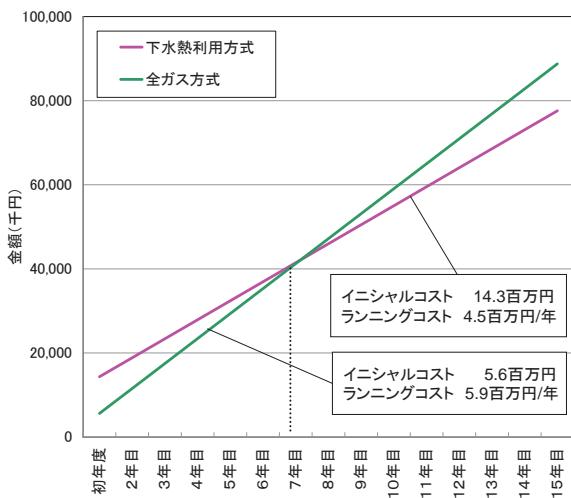


図 I-4-5 ランニングコストの算定結果

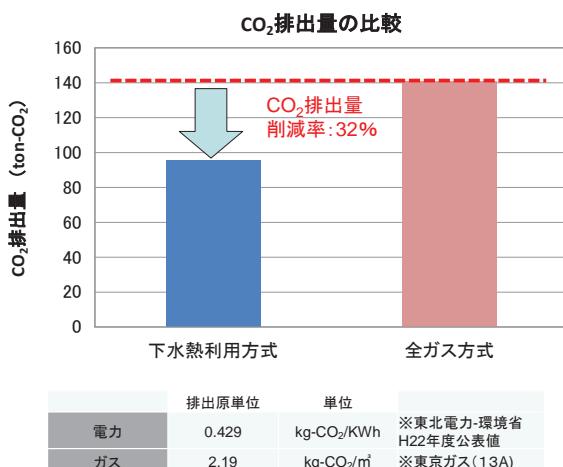


図 I-4-6 CO₂削減効果算定結果

b. 今後の取組

今回の検討結果を踏まえ、今後、事業実現に向け、関係者間で必要な協議を進めていく。

また、この事業の結果を受け、地震対策として計画されている第3南蒲生幹線に熱回収機能を付加し、津波被害を受けた東部田園地域での市全体の復興プロジェクトに下水熱エネルギーを供給する構想も視野に入れる。

(3) 今後の取組方針について

本委員会が今年度で終了することに伴い、復興支援スキーム分科会としての活動は今年度で区切りとなるが、本分科会は、多岐にわたる知見を活用出来る有識者等のプラットフォームであることから、今後は、仙台市、気仙沼市のモデルプロジェクト調査に係る産学官の調査チームの活動を引き続き支援するとともに、新たなモデルプロジェクト調査に係る活動の支援など、先進的な技術等の活用による水循環システム、資源・エネルギー再生システムの案件形成スキームの発展に向けた検討を継続していくこととする。

第Ⅱ編

耐震・耐津波対策の現状と今後の進め方

第1章 耐震・耐津波対策の現状と課題

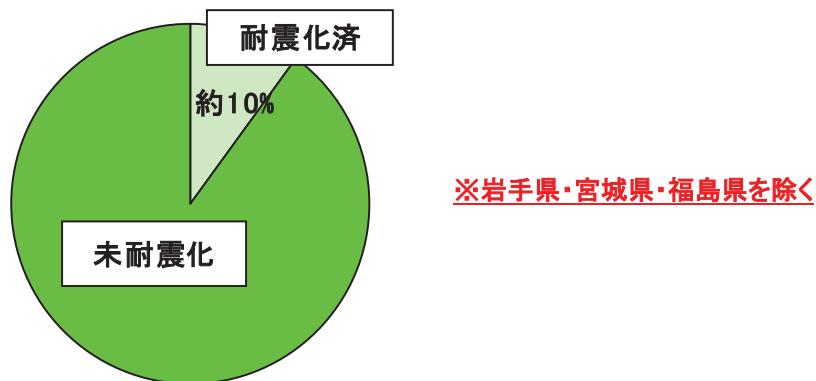
1-1 下水道施設の耐震対策の現状

下水道施設の耐震対策の状況について、レベル2地震動への対応が示された1997年指針の策定前である平成9年度以前の発注工事された施設及び管路(重要な幹線)について、耐震対策状況を整理するとともに、耐震化促進への取り組み状況として、下水道総合地震対策事業の実施状況を整理した。

(1) 1997年指針策定以前（平成9年度以前）に工事発注された処理場・管路の耐震化状況

1) 処理場の耐震化状況

平成9年度以前に工事発注された水道水源地域における水処理施設（消毒施設）について、平成22年度末時点での耐震化状況としては、約10%が耐震化済みとの状況であった。

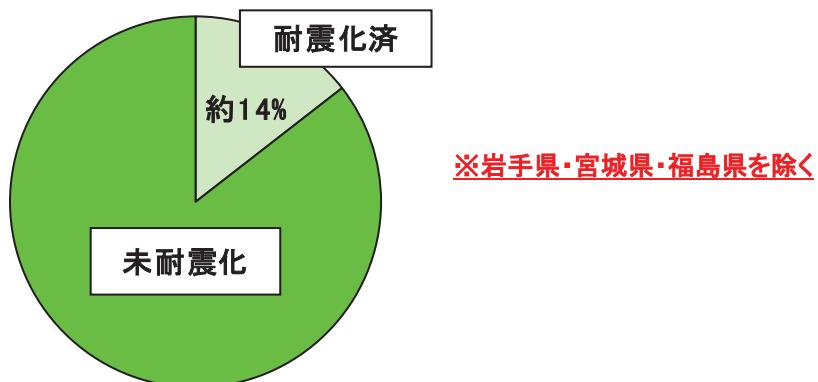


図II-1-1 平成9年度以前に工事発注された水道水源地域における
水処理施設（消毒施設）の耐震化状況

※H23 国土交通省調べ

2) 管路の耐震対策状況

平成9年度以前に工事発注された管路（重要な幹線）について、平成22年度末時点での耐震化状況としては、約14%が耐震化済みとの状況であった。



図II-1-2 平成9年度以前に工事発注された重要な幹線の耐震化状況

※H23 国土交通省調べ

(2) 耐震化促進への取組状況

耐震化促進への取組状況として、下水道総合地震対策事業を実施している市町村及び流域下水道一覧を表II-1-1に示す。(平成22年7月末時点 国土交通省調べ)

下水道総合地震対策事業を実施している市町村及び流域下水道は、下水道地震対策緊急整備事業(旧事業)での実施及び事業が完了した箇所を含め、全国180箇所で実施されている状況である。

表 II-1-1 下水道総合地震対策事業を実施している市町村及び流域下水道一覧(国土交通省調べ)

公共下水道(130箇所)

都道府県	市町村等	計画策定状況
1 北海道	札幌市	※
2 青森県	青森市	※※
3 岩手県	盛岡市	H22.3.19計画策定
4 岩手県	二戸市	H23.11.8計画策定
5 宮城県	仙台市	※
6 宮城県	多賀城市	H22.12.28計画策定
7 宮城県	東松島市	※
8 宮城県	女川町	H21.10.26計画策定
9 群馬県	前橋市	※
10 埼玉県	さいたま市	※
11 埼玉県	所沢市	H22.2.18計画策定
12 埼玉県	川口市	※
13 千葉県	千葉市	H22.6.23計画策定
14 千葉県	松戸市	※
15 千葉県	船橋市	H21.8.4計画策定
16 千葉県	我孫子市	H21.8.4計画策定
17 千葉県	袖ヶ浦市	H21.8.4計画策定
18 千葉県	白井市	H21.8.4計画策定
19 千葉県	栄町	H21.8.4計画策定
20 東京都	区部	H23.3.4計画策定(変更)
21 東京都	八王子市	※
22 東京都	三鷹市	※
23 東京都	国分寺市	※
24 東京都	清瀬市	※
25 東京都	国立市	H21.8.5計画策定
26 東京都	昭島市	H21.8.5計画策定
27 東京都	小平市	H21.12.15計画策定
28 東京都	あきる野市	H21.12.15計画策定
29 東京都	立川市	H22.2.22計画策定
30 東京都	町田市	H22.2.22計画策定
31 東京都	狛江市	H22.2.22計画策定
32 東京都	東久留米市	H22.2.22計画策定
33 東京都	調布市	H22.3.31計画策定
34 東京都	小金井市	H22.3.31計画策定
35 東京都	日立市	H23.2.10計画策定
36 神奈川県	横浜市	H23.3.29計画策定
37 神奈川県	川崎市	H22.3.31計画策定
38 神奈川県	横須賀市	※
39 神奈川県	鎌倉市	※
40 神奈川県	茅ヶ崎市	※
41 神奈川県	秦野市	※
42 神奈川県	小田原市	H22.3.3計画策定
43 新潟県	新潟市	H21.9.24計画策定
44 新潟県	長岡市	H21.7.10計画策定
45 新潟県	柏崎市	H21.10.28計画策定
46 新潟県	十日町市	H21.6.26計画策定
47 新潟県	糸魚川市	H21.6.26計画策定
48 新潟県	魚沼市	※
49 新潟県	南魚沼市	H22.1.26計画策定
50 新潟県	湯沢町	※
51 新潟県	津南町	H21.9.15計画策定
52 新潟県	出雲崎町	※
53 新潟県	弥彦村	※
54 石川県	金沢市	※
55 山梨県	甲府市	※
56 山梨県	山梨市	H21.5.21計画策定
57 山梨県	南アルプス市	H21.5.21計画策定
58 山梨県	甲斐市	H21.5.21計画策定
59 山梨県	笛吹市	H21.5.21計画策定
60 山梨県	甲州市	H21.5.21計画策定
61 山梨県	中央市	H21.5.21計画策定
62 山梨県	富士河口湖町	H21.5.21計画策定
63 山梨県	忍野村	H23.2.10計画策定
64 山梨県	山中湖村	H23.2.10計画策定
65 長野県	上田市	※
66 長野県	松本市	H21.12.7計画策定
67 岐阜県	岐阜市	※
68 岐阜県	大垣市	※
69 岐阜県	多治見市	※
70 岐阜県	関市	※
71 岐阜県	中津川市	※
72 岐阜県	恵那市	※
73 岐阜県	瑞浪市	※
74 静岡県	静岡市	※
75 静岡県	浜松市	※
76 静岡県	沼津市	H21.4.23計画策定
77 静岡県	三島市	※
78 静岡県	伊東市	※
79 静岡県	下田市	H23.5.9計画策定
80 静岡県	御前崎市	H21.4.23計画策定
81 静岡県	清水町	H21.4.23計画策定
82 静岡県	吉田町	H21.4.23計画策定
83 愛知県	名古屋市	※
84 愛知県	岡崎市	H21.5.29計画策定
85 愛知県	半田市	※※
86 愛知県	春日井市	H21.5.29計画策定
87 愛知県	高浜市	※※
88 愛知県	知立市	※
89 愛知県	日進市	※
90 愛知県	豊田市	H21.7.21計画策定
91 愛知県	東海市	H21.7.21計画策定

※ 下水道地震対策緊急整備事業(旧事業)から継続実施している箇所:85箇所(公共下水道:60箇所、流域下水道:25箇所)

※※ 事業が完了した箇所:5箇所(公共下水道:4箇所、流域下水道:1箇所)

都道府県	市町村等	計画策定状況
92 愛知県	常滑市	H21.7.21計画策定
93 愛知県	みよし市(旧三好町)	H21.5.29計画策定
94 愛知県	あま市(旧甚目寺町)	H21.7.21計画策定
95 愛知県	豊川市(旧坂井町)	H21.7.21計画策定
96 愛知県	碧南市	H23.3.10計画策定
97 愛知県	蟹江町	H23.3.22計画策定
98 愛知県	安城市	H23.11.21計画策定
99 三重県	津市	H21.6.22計画策定
100 三重県	四日市市	※
101 三重県	鈴鹿市	H21.4.16計画策定
102 三重県	いなべ市	H21.4.27計画策定
103 三重県	多気町	※※
104 滋賀県	大津市	※
105 京都府	京都市	※
106 京都府	長岡京市	※
107 大阪府	大阪市	※
108 大阪府	堺市	H21.11.6計画策定
109 大阪府	高槻市	※
110 大阪府	守口市	※
111 大阪府	枚方市	※
112 大阪府	箕面市	※
113 大阪府	島本町	※
114 兵庫県	神戸市	※
115 兵庫県	西宮市	H23.11.25計画策定
116 奈良県	香芝市	※
117 奈良県	三郷町	※
118 奈良県	三宅町	※
119 奈良県	河合町	※
120 和歌山県	和歌山市	H21.7.7計画策定
121 鳥取県	鳥取市	※
122 岡山県	倉敷市	※
123 広島県	広島市	H21.11.25計画策定
124 広島県	福山市	※
125 愛媛県	松山市	※
126 愛媛県	八幡浜市	※
127 愛媛県	四国中央市	※
128 福岡県	北九州市	※
129 福岡県	福岡市	※
130 沖縄県	那霸市	※

流域下水道(50箇所)

都道府県	事業	計画策定状況
1 北海道	十勝川流域下水道	※※
2 北海道	函館湾流域下水道	※
3 宮城県	仙塩流域下水道	※
4 宮城県	阿武隈川下流流域下水道	※
5 宮城県	鳴瀬川流域下水道	※
6 宮城県	吉田川流域下水道	※
7 宮城県	北上川下流流域下水道	※
8 宮城県	追川流域下水道	※
9 宮城県	北上川下流東部流域下水道	※
10 埼玉県	荒川左岸南部流域下水道	H21.12.11計画策定
11 埼玉県	荒川左岸北部流域下水道	H21.12.11計画策定
12 埼玉県	荒川右岸流域下水道	H21.12.11計画策定
13 埼玉県	中川流域下水道	H21.12.11計画策定
14 埼玉県	古利根川流域下水道	H21.12.11計画策定
15 埼玉県	荒川上流流域下水道	H21.12.11計画策定
16 埼玉県	市野川流域下水道	H21.12.11計画策定
17 埼玉県	利根川右岸流域下水道	H21.12.11計画策定
18 千葉県	江戸川左岸流域下水道	※
19 千葉県	印旛沼流域下水道	※
20 千葉県	手賀沼流域下水道	※
21 新潟県	信濃川下流流域下水道	H21.11.24計画策定
22 新潟県	魚野川流域下水道	H21.11.24計画策定
23 新潟県	阿賀野川流域下水道	H21.11.24計画策定
24 新潟県	西川流域下水道	H21.11.24計画策定
25 石川県	犀川左岸流域下水道	※
26 石川県	釜無川流域下水道	H23.9.8計画策定
27 山梨県	峡東流域下水道	H23.9.8計画策定
28 山梨県	富士北麓流域下水道	H23.9.8計画策定
29 長野県	千曲川流域下水道	H22.6.21計画策定
30 長野県	諏訪湖流域下水道	H21.11.26計画策定
31 長野県	犀川安曇野流域下水道	H23.3.18計画策定
32 岐阜県	木曾川右岸流域下水道	※
33 三重県	北勢沿岸流域下水道	H21.4.27計画策定
34 三重県	中勢沿岸流域下水道	H21.4.27計画策定
35 愛知県	矢作川・境川流域下水道	H22.3.30計画策定
36 愛知県	豊川流域下水道	H21.7.21計画策定
37 愛知県	五条左岸流域下水道	H21.7.21計画策定
38 京都府	桂川右岸流域下水道	※
39 京都府	大津川流域下水道	※
40 京都府	木津川上流流域下水道	※
41 京都府	桂川中流流域下水道	※
42 大阪府	猪名川流域下水道	※
43 大阪府	淀川右岸流域下水道	※
44 大阪府	淀川左岸流域下水道	※
45 大阪府	寝屋川流域下水道	※
46 大阪府	大和川下流流域下水道	※
47 大阪府	南大阪湾岸流域下水道	※
48 大阪府	安威川流域下水道	※
49 島根県	宍道湖流域下水道	※
50 高知県	浦戸湾東部流域下水道(高須浄化センター)	H23.4.21計画策定

1－2 下水道施設の耐津波対策の現状

各自治体における下水道施設の耐津波対策の現状を確認し、今後の耐津波対策に関するあり方を整理するために実施したアンケート調査の概要及び集計結果を以下に示す。

(1) アンケートの目的

現行の耐震対策指針類の中に津波に関する内容の記載は、「下水道の地震対策マニュアル 2006年版(日本下水道協会)」にて、吐き口ゲート対策が記載されているのみである。今回の東日本大震災では、津波による処理場・ポンプ場の被害が甚大であることから、再度災害防止や、東海東南海などの地震に伴う津波への対策が必要であるとの背景より、今後の耐津波対策のあり方を整理するため被災地以外の各自治体における耐津波対策状況の調査を実施した。

(2) 調査方法

東北3県(岩手、宮城、福島)を除く、沿岸部を有する自治体637箇所の下水道管理団体に対してアンケート調査を行った。

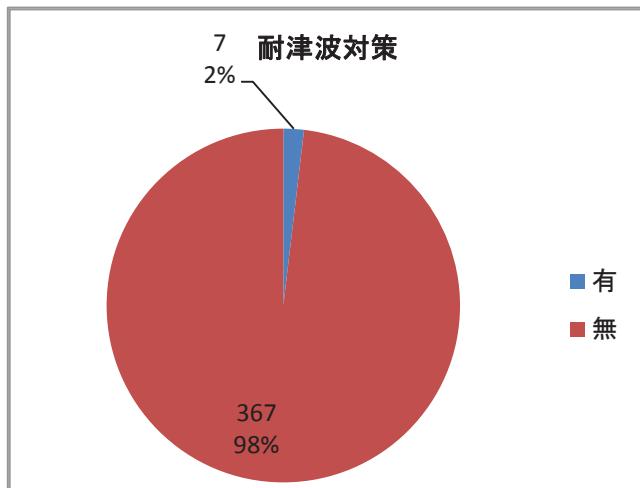
アンケートでは、耐震対策の有無に加え、耐震対策を行っている下水道施設管理団体に対しては、耐津波対策の概要についても調査を行った。

※このうち、流域下水道に関しては都道府県を対象とした。

(3) 調査結果

1) 全国の対策状況の整理

- ・アンケートの回収率 59% (374箇所/637箇所)
- ・このうち耐津波対策を行っていると答えた下水道管理団体は、約2% (7箇所/374箇所) であった。



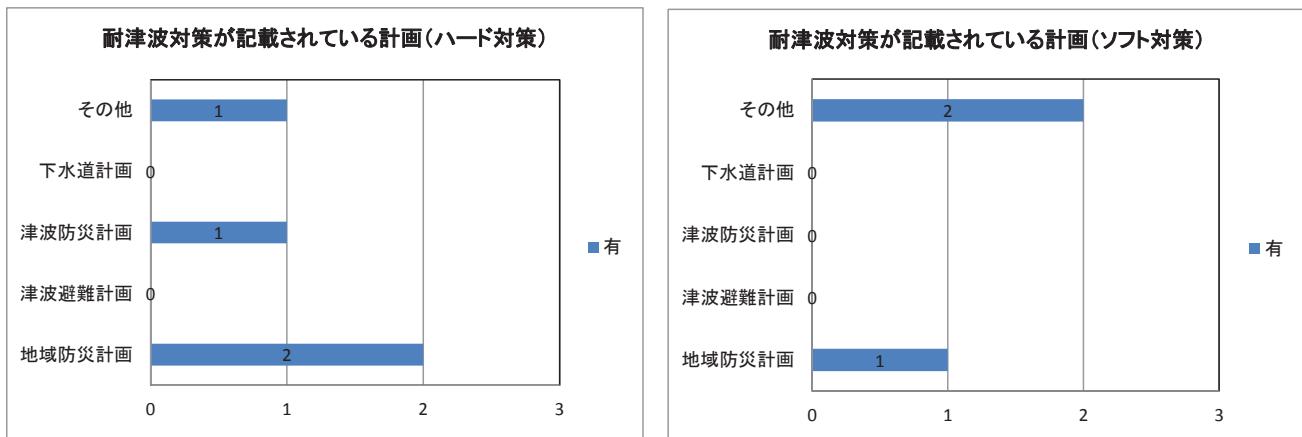
図II-1-3 アンケート結果における耐津波対策状況

2) 耐津波対策を行うに当たり根拠となる計画について

耐津波対策を行ったと回答した団体について耐津波対策が記載されている計画について調査した。その結果を図II-1-4に示す。

耐津波対策が記載されている計画としては、地域防災計画や津波防災計画であった。

その他の具体的な回答は、地震（津波）時マニュアル、下水道災害時対応マニュアルであった。



図II-1-4 アンケート結果における耐津波対策が記載されている計画

【耐津波対策（ハード面）の具体的な内容】

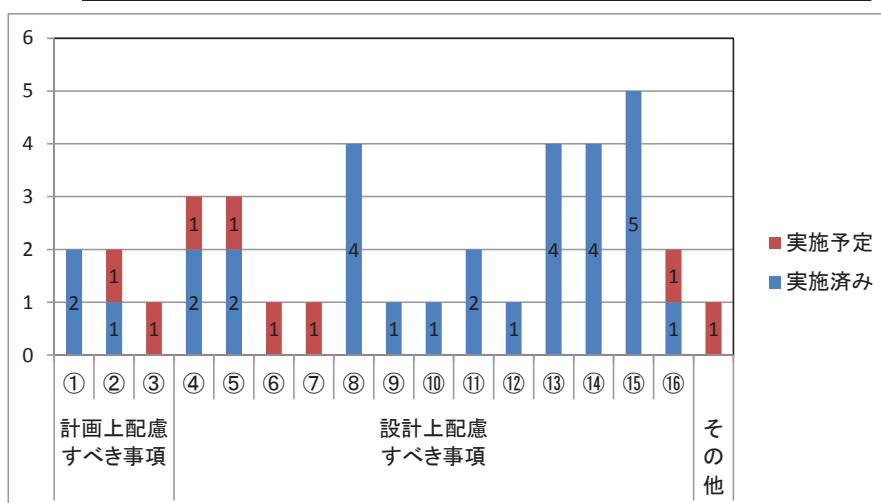
耐津波対策有りと回答した7自治体における実施予定及び実施済みのハード対策を以下に示す。

なお、①～⑯は、第3次提言にて示された対策内容である。

- 「⑯非常時の避難をアナウンスできる場内放送設備、通信設備を整備している」が最も多い。次いで「⑧水処理施設の開口部にコンクリート覆蓋を設置」「⑬制御盤はできる限り2階以上の高層階に設置している。または独立して高所に設置している」「⑭自家発電設備を含め、消化ガス発電、太陽電池と蓄電池の組合せ等の独立電源を設置している」が4自治体からの回答があった。
- その他の対策としては、「自家発電設備の高層階への移設を予定」や、「既存建物低部のガラス窓に「アルミ板」を設置し、強化」や「既存管廊給排気口を嵩上げし、浸水防止」等の回答があった。

表II-1-2 アンケート選定項目

項目		
①	計画上配慮すべき事項	津波が想定される場合は、浸入方向を検討し、その方向にできる限り平行な配置としている。
②		水処理系列を2以上とし、それぞれの汚水、汚泥の搬送ルート、電力、空気、水、薬品等のラインを分離させている。
③		津波漂流物による施設、設備への衝撃を緩和する防護壁を設置している。
④	設計上配慮すべき事項	[設備設置等高さ] 重要設備、操作盤、排気開口部は、津波による想定浸水深を考慮した位置に設置している。
⑤		[施設の水密性] 津波による想定浸水深以下の扉、開口部等は水密性を確保している。
⑥		[施設の開口部] 施設の玄関、搬入扉等は津波浸入方向と平行に設置している。
⑦		開口部に止水版を設置している。
⑧		水処理施設の開口部にコンクリート覆蓋を設置している。
⑨		津波による浸水の可能性がある設備には、冠水対応型モータ・防水端子を採用している。
⑩		給水設備の機能不全に備え、井戸水などのバックアップを確保している。
⑪		給水設備の機能不全に対応できる無注水型ポンプを採用している。
⑫		防災拠点等から遠隔制御、通信できる環境としている。
⑬		制御盤はできる限り2階以上の高層階に設置している。または独立して高所に設置している。
⑭		自家発電設備を含め、消化ガス発電、太陽電池と蓄電池の組合せ等の独立電源を設置している。
⑮		非常時の避難をアナウンスできる場内放送設備、通信設備を整備している。
⑯		吐口に逆流防止装置(フラップゲート等)を設置している。
		その他



図II-1-5 耐津波対策の実施状況（ハード対策）

【耐津波対策（ソフト面）の具体的な内容】

耐津波対策有りと回答した7自治体のうち、ソフト対策を行っていると回答したのは3自治体であった。具体的な内容としては、津波ハザードマップを作成及び住民への配布や、避難訓練等であった。

表Ⅱ-1-3 ソフト対策の具体的な事例（耐津波対策）

ソフト対策	
A市	津波ハザードマップを作成し、住民へ配付する啓発活動
K県	避難場所の設定、避難訓練の実施
I県	処理場職員の災害時の避難場所設定等

（4）まとめ

下水道施設への耐津波対策については、全国的にあまり実施されていない状況であるが、東日本大震災での津波による被害状況を考慮すると、全国的に耐津波対策の促進が必要である。

今回のアンケートからは、次提言に示される対策を実施済みもしくは実施予定である自治体が見られたことから、管理団体において提言対策の導入が可能であることが示唆されたと考えられる。

1－3 下水道施設の耐震・耐津波対策の課題

下水道施設の耐震対策として、平成9年度以前に工事発注された施設の耐震化状況を見ると、非常に低い対策状況に留まっている。これについては、1997年指針での既存施設の耐震補強の実施において、残耐用年数、対策案の難易及び対策費用等を勘案して、その実施を検討することが示されているため、耐震対策を改築更新時期にあわせて実施する場合が多く、現状では大半の施設がその時期にまだ達していない状況であると予想される。

今後は、今回の東日本大震災を受け、下水道総合地震対策事業の実施など、耐震化への取り組みが促進していくものと考えられる。

下水道施設の耐津波対策については、アンケート調査結果より、ほとんど実施されていない現状が確認されたが、今回の震災により、全国的に想定津波の見直しが実施されることから、他事業と連携した防災計画の策定も予想される中、新たな想定に基づいた耐津波対策の検討が進められていくものと考えられる。

但し、耐津波対策には、多大な費用と期間を費やすことから耐震化と合わせて、施設毎への対策優先度を踏まえ効率的かつ計画的に実施する必要がある。

また、3次提言及び4次提言の導入可能性を検討し、ハード対策のみならず、ソフト対策もあわせた総合的な耐津波対策を図ることが重要である。

第2章 耐震対策・耐津波対策を進めるにあたっての基本的考え方

2-1 基本的な考え方

兵庫県南部地震以後、大規模な地震により下水道施設に被害が発生しており、とりわけ今回発生した東日本大震災では、地震により発生した津波により、尊い人命や財産、公共施設等に甚大な被害が発生した。

中央防災会議では、東日本大震災を受け、東海地震や東南海・南海地震をはじめとした大規模地震の想定を改めて見直すとともに、耐津波対策についても検討が進められているところである。

今後想定される大規模地震及び津波の発生に備え、被害を最小限に留めるための措置を、早急にかつ効率よく進める必要がある。

下水道は重要なライフラインの一つであり、下水道施設の被災は、トイレが使用できないなど住民生活に直接大きな影響を与えるばかりでなく、生活空間での汚水の滞留や未処理下水の流出に伴う公共用水域の汚染による伝染病の発生等、また、雨水排水機能等の喪失による甚大な浸水被害の発生など、多くの住民の生命・財産を危険にさらす重大な二次災害を発生させることを認識すべきである。

このような中、兵庫県南部地震を契機として、下水道施設の耐震化をはじめ、体制面の対策を含む下水道の耐震対策が推進されてきているものの、依然として多くの地方公共団体においてその取組みが進まない状況にある。新設の構造物に対して、1997年指針に沿って耐震化することは当然のこととして、既存施設の耐震化の促進に加え、今後は耐津波対策に着手することが喫緊の課題である。

このため、既存施設の耐震化及び耐津波化、継続的な下水道サービスの提供に向けた下水道耐震・耐津波対策について、以下に示す基本的な考え方により重点的に取り組むべきである。

① 構造面での耐震化、耐津波化の確保により「防災」を図ること

国民の生命と財産を守るとともに、地震・津波後の応急対策活動に重大な影響が生じないよう、個々の施設の構造面での耐震化・耐津波化などによる耐震性及び耐津波性の向上を図ること(防災)を基本とする。

膨大な既存施設の耐震化・耐津波化については、下水道が有すべき機能の必要度や緊急度に応じて、耐震・耐津波補強等により早急に耐震化・耐津波化を図るもの、改築・更新に合わせて耐震化・耐津波化を実施するもの等、優先順位を明確にして、対策を実施すべきである。

また、これらの対策を推進するため、耐津波化の新たな技術基準を規定することについて検討すべきである。

② 被害を最小限に抑制する「減災」を図ること

防災を基本とするが、一方で大規模地震・巨大津波がいつ発生してもおかしくはない中で、たつた今地震が発生して下水道施設が被災した場合を想定して対応策を講じておくことが重要である。下水道施設被害の影響を最小限に抑制し、速やかな復旧を可能にするための暫定的対応（減災）として、下水道事業継続計画（BCP）の策定に着手すべきである。

また、このような防災・減災対策と合わせて、災害支援ルールの策定や実践的な震災訓練の実施、アセットマネジメントの導入などソフト対策の充実を図り、ハード整備とソフト対策が一体となつた耐震対策・耐津波対策を推進すべきである。

国は、地震時において下水道が有すべき機能を踏まえて、具体的な防災目標（構造面の耐震化等）と減災目標（被災時の暫定的対応）を示し、地方公共団体における重点的な取り組みを促すとともに、財政的支援等耐震対策の促進に向けた支援措置を講じ、下水道耐震対策を促進すべきである。

2-2 重点的な耐震対策・耐津波対策の促進

大規模地震が全国どこで発生してもおかしくはない中で、下水道耐震・耐津波対策は、全国で推進すべきであるが、特に、大規模地震の発生が想定され、著しい地震・津波災害が生じるおそれのある地域や下水道施設の立地条件上、生命や生活・都市機能に著しい影響が生じるおそれのある地域について、重点的かつ緊急的に取り組むべきである。このような対策重点地域は、表Ⅱ-2-1 のとおりとすることが考えられる。

表Ⅱ-2-1 耐震・耐津波対策を重点的に取り組むべき地域

項目	重点地域
大規模地震の発生が想定され、著しい地震災害が生ずるおそれのある地域	(1)大規模地震対策特別措置法における地震防災対策強化地域 (2)東南海・南海地震対策特措法における防災対策推進地域 (3)日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法における防災対策推進地域 (4)首都直下地震の発生地域 (5)地震予知連絡会の定める特定観測地域及び強化観測地域 (6)地震危険度が高い地域 (「Zの数値、Rt 及びAi を算出する方法並びに地盤が著しく軟弱な区域として特定行政庁が指定する基準」(昭和55年11月27日建設省告示第1793号) 第1項表中(一)に掲げる地域) (7)活動ランクが高い活断層を抱える地域* (近い将来震度6以上の揺れに見舞われる確率の高い地域)
下水道施設の立地条件上、生命や生活・都市機能に著しい影響が生じるおそれのある地域	(1)水道水源等の水質保全上重要な地域 (2)都市機能が集中している地域 (3)防災上重要な地域等*

*地方公共団体の判断で設定し、重点的に耐震対策を推進

2-3 対象とする規模

(1) 地震動

今回の東日本大震災は、兵庫県南部地震等過去に発生した地震と比較すると、岩手宮城内陸地震(4,022gal、一関市)に次ぐ最大加速度(2,933gal、栗原市)を観測した大きな地震動であった。また、M7.0以上の中でも大きな余震が本震直後から立て続けに起きたとともに、過去に類を見ない多くの余震が1年あまり継続的に発生していることも特徴となっている。しかしながら、新潟県中越地震を踏まえたレベル2地震動に用いる設計地震外力等の変更の必要性については、現時点では明確でないことから1997年指針の考え方を踏襲し、次のとおりとする。

下水道の管路施設、および処理場・ポンプ場の耐震設計において対象とする地震動は、施設の供用期間内に1~2度発生する確率を有する地震動(レベル1地震動)、および陸地近傍に発生する大規模なプレート境界地震や、直下型地震による地震動のように、供用期間内に発生する確率は低いが大きな強度を持つ地震動(レベル2地震動)の、二段階の地震動を想定する。

なお中央防災会議では、東日本大震災を受け、東海地震や東南海・南海地震をはじめとした大規模地震の想定を改めて見直すとともに、耐津波対策についても検討が進められているところであります。関係する地域においては、これらの地震動を想定した見直しを実施することとする。

(2) 想定津波

東日本大震災は、東北地方太平洋沿岸を中心に人命、財産、公共施設等に大きな被害をもたらしたが、とりわけ津波によるものが甚大であった。

今次津波の被災地域以外でも、今後、東海・東南海・南海地震等の被害が想定されることから、これら地域では、「最大クラスの津波」を想定した各種の耐津波対策を講じる必要がある。

平成23年12月6日に成立した「津波防災地域づくりに関する法律」(以下「津波防災地域づくり法」)では、「都道府県は基本方針に基づき津波浸水想定を設定する」と明記され、今後はこの浸水想定に基づき地域の耐津波対策が行われる。

今後は、東海地震等のエリアを含めた全国で、津波防災地域づくり法の規定により、都道府県知事が設定・公表する「津波浸水想定」(津波により浸水するおそれがある土地の区域及び浸水した場合に想定される水深)に基づいて、下水道施設の耐津波対策を講じるものとする。

なお、「頻度の高い津波」に対しては、海岸保全施設等により防護することが基本とされているこ

とから、原則として下水道施設は海岸保全施設等により守られることとなるが、下水道管理者としては必要に応じて防潮ゲート等からの逆流防止対策を講じる必要がある。

また、海岸保全施設等の整備進捗等により、下水道施設が頻度の高い津波による被害を受ける可能性が高い場合には、「最大クラスの津波」の対策を上限として、その対策のうち可能なものから、順次実施していくものとする。

2-4 地震・津波時に下水道が有すべき機能

下水道は重要なライフラインの一つであり、その被災は住民生活等に大きな影響をあたえる他、他のライフラインや応急対策活動に支障を与える。

今後の施設の耐震化・耐津波化を促進する上では、地震・津波時において下水道が有すべき機能を明確にし、効率よく対策を進める必要がある。

① 人命を守る

東日本大震災では、死者 15854 人、行方不明者 3203 人（平成 24 年 3 月 8 日警察庁まとめ）の甚大な人的被害が生じた。この中の多くは津波によるもので、避難場所あるいは地域全体の避難計画があれば、多くの人命を助けることができたと報告されている。

一部の下水道施設では、職員等が管理棟などの屋上に一時避難して難を逃れた例もあることから、下水道施設においては、必要に応じ施設周辺の住民の津波避難ビルとしての機能を持たせるとともに、地域全体の避難計画に位置付けることが肝要である。

② 公衆衛生の保全

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地下水の浸入によって下水量が回復あるいは増大することから、管路施設の流下機能喪失により発生した汚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、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を招くことになる。

処理施設の処理機能が喪失すれば、未処理下水の流出により公共用水域を汚染するおそれがある。このような場合、伝染病の発生など人の生命に係わる公衆衛生上の問題が懸念される。とりわけ、水道水源上流の公共用水域の汚染は、水系感染症の集団発生等、重大な影響が懸念される。

従って、病害虫等が発生しやすい高温期の地震発生を想定して、被災時においても、公衆衛生上の問題を防止するための処理機能や速やかに生活空間から汚水を排除するための機能を確保することが必要である。

また、処理施設の沈殿処理及び消毒処理や、避難所、学校、病院・医療施設等の防災拠点から発生する汚水の排除は早急に実施される必要がある。

③ 浸水被害の防除

梅雨や台風シーズンなどの降雨期に、雨水ポンプ場、雨水管路施設の排水機能や流下機能が喪失すれば、避難所等を含む生活空間に甚大な浸水被害が発生し、住民の生命や財産を危険にさらすおそれがある。

また、海岸堤防や河川堤防等で囲まれた低平地を抱える市街地では、津波で運ばれた大量の海水が自然に排水できずに滞留することから、こうした地域では揚水機能の確保が何よりも優先されるべきである。

従って、浸水被害の発生しやすい多雨期の地震発生を想定して、地震時においても、浸水被害から生命を守るための機能を確保することが必要である。

特に、避難所、学校、病院・医療施設等の防災拠点における雨水の排除は早急に実施される必要がある。

④ トイレの使用の確保

汚水の流下機能が喪失することによりトイレの使用が困難な状況が生じ、高齢者をはじめ地域住民の日々の生活に深刻な影響を及ぼすおそれがある。生理現象を止めることはできず、トイレの使用の確保はライフラインとしての下水道の最も重要な機能の一つである。

特に、多数の避難者等が集まる避難所、学校、病院・医療施設等の防災拠点がある地域においては、し尿の排除が速やかに行われなければ、伝染病の発生等公衆衛生上の重大な影響も懸念されるため、これらの地域において早急に所要のトイレを使えるようにする必要がある。

⑤ 応急対策活動の確保

マンホールの浮き上がりや管路の損傷に伴う道路陥没による交通障害は、被災者の救助や避難所の救援活動に支障をきたすとともに、復旧作業にも支障をきたし、下水道を含むライフラインの復旧を遅らせるおそれがある。

特に、緊急輸送路等に管路施設を埋設している地域において、早急に重大な交通機能への障害を生じさせないようにする必要がある

2－5 耐震性及び耐津波性の向上に向けての防災目標

既設下水道施設の耐震性及び耐津波性の向上を図るために、地震・津波時において下水道が有すべき機能の必要度や緊急度に応じて、段階的に長期、中期及び短期の整備目標を設定する。

また、新設の下水道施設については、建設当初の段階から耐震性及び耐津波性を確保しておく必要がある。

(1) 耐震性向上に向けての目標

① 短期の目標

地震時において下水道が有すべき機能の必要性や緊急性から、処理場の沈殿処理施設や消毒処理施設等、短期的に耐震性の向上を図るべき施設について、耐震補強等の耐震化を行い、下水を流す、溜める、処理するという基本的な機能を確保するものとする。

【管路施設】

処理場と災害対策本部施設（役場等）や特に大規模な広域避難所等の防災拠点をつなぐ管路の流下機能を確保するとともに、軌道や緊急輸送路等下の埋設管路の被災により通行止め等の重大な交通障害を及ぼさないよう、これらの管路について優先的に耐震補強を行う。

また、周辺地盤の液状化による面的な被害が想定される埋立て造成地等の洗い出しや既存の増補管等を有効に活用したネットワーク化などについて検討を行い、中長期的な整備目標につなげる。

【処理場・ポンプ場】

処理場については、沈殿処理機能及び消毒処理機能が確保できるよう所要の施設の耐震補強を行い、耐震性を向上する。また、火災や爆発のおそれ、劇薬、有毒ガスの流出するおそれがある設備の耐震補強を行い、耐震性を向上する。

ポンプ場については、処理場と災害対策本部施設（役場等）や特に大規模な広域避難所等の防災拠点をつなぐ管路に接続する汚水ポンプ場の耐震補強を行い、揚排水機能の耐震性を向上する。また、雨水ポンプ場の耐震補強を行い、揚排水機能の耐震性を向上する。

さらに、処理場、ポンプ場の構造物のうち、倒壊等により交通障害等の社会的影響を与えるおそれがある構造物の耐震補強を行い、耐震性を向上する。

② 中期の目標

短期の目標に対する耐震対策との連携を図りつつ、長期の目標に向けて、改築・更新時期を待たずに優先的に耐震化を図るべき重要な施設について、耐震補強等により耐震性の向上を図るものとする。

また、短期の目標に対する耐震対策と合わせて実施することが効率的かつ効果的な施設の耐震化や比較的長い整備期間を要する大規模な施設の整備などは、ここに含むこととする。

【管路施設】

短期の目標で対象としていない重要な幹線や大きな被害が想定される埋め立て造成地等について耐震補強を行うとともに、幹線管路の二条化や処理場間のネットワーク化等システム的な対応により下水道システム全体の柔軟性を高め、流下機能を確保する。

【処理場・ポンプ場】

処理場については、高級処理機能が確保できるよう所要の施設の耐震補強を行い、耐震性を向上する。

また、短期の目標で対象としていない汚水ポンプ場について耐震補強により揚排水機能の耐震性を向上する。

③ 長期の目標（改築時期）

今後増加する改築の時期に合わせて、確実に以下に示す耐震性能を確保するものとする。

【管路施設】

レベル1 地震動に対して、重要な幹線等・その他の管路とも設計流下能力を確保する。

レベル2 地震動に対して、重要な幹線等について流下機能を確保し、震災時においても処理場・ポンプ場への下水の収集を可能とする。

【処理場・ポンプ場】

レベル1 地震動に対して、構造物に損傷を生じさせないものとし、本来の機能確保を原則とする。すなわち、処理場においては揚排水機能、高級処理機能、汚泥処理機能を確保し、ポンプ場においては揚排水機能を確保する。

レベル2 地震動に対して、ある程度の構造的損傷は許容するが、構造物全体としての破壊を防ぐとともに、一時的な停止はあっても復旧に時間を要しないものとする。

(2) 耐津波性向上に向けての目標

耐津波性の整備目標については、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」において設定した耐津波性能（表II-2-2）に準じて設定するものとする。

表II-2-2 「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	全体機能			
	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
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」 △
整備目標	短期的対応：緊急度の高い施設の逆流防止機能、揚水機能 中期的対応：上記以外、消毒機能		中期的対応：迅速に復旧が必要な沈殿機能、脱水機能 長期的対応：上記以外	長期的対応

① 短期の目標

津波時において下水道が有すべき基本機能である管路施設の逆流防止機能及びポンプ場と処理場の揚水機能について、機能停止した場合の被害が大きい施設を対象に、耐津波補強等の耐津波化を行うものとする。

また、人命確保の観点から必要となる避難施設等の整備も実施するものとする。

【管路施設】

雨水吐口等においては、想定される浸水範囲や被害が大きい吐口等を対象に、防潮ゲート等からの逆流を防止するための逆流防止機能を確保できるよう、フラップゲートの設置やゲートの自動閉鎖化、光ファイバーを活用した遠隔制御等の措置を講じ、耐津波化を図る。

【処理場・ポンプ場】

処理場・ポンプ場については、市街地への汚水溢水を防止し、津波で運ばれた大量の海水を速やかに排除するための揚水機能を確保するため、機能停止した場合の被害が大きい施設を対象に、施設の耐水化、設備の想定浸水深以上への設置等の耐津波補強を行い、耐津波性を向上する。

また、人命確保の観点から、作業員が常駐する処理場及びポンプ場においては避難先の確保及び避難先となる管理棟などの耐津波補強を行うものとする。

なお、中期及び長期の目標で対象となる機能のうち、例えば消毒機能のように、仮設の薬液タンクを設置する（代替措置）ことで簡易に対応が可能な場合には、先行的に導入することも検討する。

② 中期の目標

基本機能が確実に確保できるよう、短期の目標で対象としていない施設を対象とし耐津波化を図ることとする。また、処理場の沈澱機能及び脱水機能について、機能停止した場合の被害が大きい施設を対象に、耐津波補強等の耐津波化を行うものとする。

【管路施設】

短期の目標で対象としていない吐口等について、防潮ゲート等からの逆流を防止するための逆流防止機能を確保できるよう、フラップゲートの設置やゲートの自動閉鎖化、光ファイバーを活用した遠隔制御等の措置を講じ、耐津波化を図る。

【処理場・ポンプ場】

短期の目標で対象としていない処理場・ポンプ場について、揚水機能を確保するため、所要の施設の耐水化、設備の想定浸水深以上への設置等の耐津波補強を行い、耐津波性を向上する。

公衆衛生確保のため消毒機能が確保できるよう、所要の施設の防水化、設備の想定浸水深以上への設置等の耐津波補強を行い、耐津波性を向上する。

また、「迅速に復旧すべき機能」のうち長期に停止した場合の被害が大きい施設について機能を確保するため、施設の防水化や代替措置の確保等により耐津波性の向上を図る。

火災や爆発のおそれ、劇薬、有毒ガスを含む筒状設備については、津波時に場外へ流出し第3者に危険を及ぼすことのないように固定強化等の耐津波補強を行い、耐津波性を向上する。

③ 長期の目標（改築時期）

耐津波対策を施す必要のある施設の内、緊急性の低い施設又は、大規模な改築（建て替えや機器等の入れ替え）が必要な施設については、今後増加する改築の時期に合わせて、耐津波対策を実施する。

ここでは、「迅速に復旧すべき機能」を確保するための施設のうち中期目標で対応していない施設の防水化や代替措置の確保等により耐津波性の向上を図るものとする。また、「早期に復旧すべき機能」についても、可能な範囲で耐津波性能の向上に配慮するものとする。

2－6 耐震性及び耐津波性の向上に向けての減災目標

下水道の耐震・耐津波対策は、防災目標による耐震化・耐津波化を基本とするが、その対策が十分整わない状況下で被災した場合にも、暫定的対応に直ちに着手し、最低限の目的を達成するため、減災対策を講じる必要がある。

① 短期の目標

既存の下水道施設の耐震性能及び耐津波性能が、想定する地震・津波時に下水道が有すべき機能を確保しているかどうかを判断するため、被害予測及び耐震診断等を早急に実施し、耐震・耐津波対策の優先順位を検討する。

これらの検討結果に基づき、被災時の暫定的対応を想定し、その対応方法を定める下水道事業継続計画（BCP）を早急に策定するとともに、即座に実行に移せるよう定期的な訓練や、公衆衛生確保や浸水被害の軽減のための可搬式ポンプや可搬式発電機の備蓄、被災時における調達ルートの確保等の措置を講じる。

また、平常時から、緊急時のトイレ機能の確保を図るべく関連部局との連携を図るものとする。

この他、被災状況の迅速な把握に資するために、下水道台帳の電子化やバックアップの確保等対策などのソフト対策にも取り組むほか、被災後の復旧活動が迅速に進むよう、関係団体との災害協定の締結とともに支援を円滑に受け入れるための計画策定、耐震化・耐津波化の状況や被災時の影響をわかりやすく示したハザードマップの作成も進めるものとする。

② 中期の目標

下水道経営の健全化及び効率的な改築事業を実施するためのアセットマネジメントの導入を図ることで、施設の劣化状態の把握及び耐震化・耐津波化優先度の決定、被災時における点検調査の効率化を図る。

第3章 下水道耐震対策指針類の課題とあり方

災害列島と称される我が国では、過去に多くの巨大地震に見舞われてきた。近年では、新潟県中越地震及び中越沖地震、能登半島地震、岩手宮城内陸地震が記憶に新しく、一部の管きよが下水の流下阻害や路面異常による交通障害等を引き起こすとともに、処理場においても一時的な処理機能低下が生じている。

下水道施設の被災による社会的影響を極力排除するために、国土交通省では大きな地震の発生の都度、耐震対策技術に関する検討委員会を立ち上げ、効果的な耐震化技術の検討や積極的な耐震対策の推進に取り組んできた。また、国の委員会や施策等にあわせて、関係機関においては、地震時の被害を軽減するための指針類の作成及び改訂を実施している。

しかし、東日本大震災では、津波と広域的液状化の被害が顕著であり、これら被害はこれまでの下水道施設指針類では一部想定されていなかった事象である。今後想定される大規模地震に対して、被害を最小限に抑えるためには、これらの事象について検討を行い、十分な対応策を講じていく必要がある。

ここでは、東日本大震災において発生した特筆すべき事象と現行の下水道施設指針類の関係を整理し、今後想定される大規模地震時における被害を最小限にするための指針類のあり方について述べる。

3-1 液状化対策の課題とあり方

下水道管路施設の液状化対策に関して、今回の震災を通じて得られた知見及び今後留意すべき事象を整理すると、以下の通りとなる。

- ①関東沿岸部で周辺地盤の液状化は発生し、本管、マンホール継手部や取付管から大量の液状化した土砂が侵入し、下水道本管の土砂閉塞を招いた。
- ②土砂閉塞は、震災後の被災状況確認及び復旧に大きな支障となり、長期間の下水道サービス停止を招いた。
- ③液状化対策としての埋め戻し3工法について、効果が確認された事例がある一方、誤った施工方法の採用や、適正な施工管理がなされない事例が散見された。
- ④液状化対策としての埋め戻し3工法について、流動化処理土や自硬性安定液等の新たな材料の開発が進んでおり、一定の施工実績がある。
- ⑤既設マンホール液状化対策工法について、過剰間隙水圧消散工法及び重量化工法の2工法は施工事例が増加するとともに、今回の震災で効果が確認された。

今後、これらの事象等を踏まえて、取付管の液状化対策やマンホール横ずれ防止などの設計手法について検討を進めるほか、埋め戻し3工法の施工管理上の配慮や新材料の追記、既設マンホール液状化対

策の実績及び効果確認に基づく内容見直し等を実施し、指針類の内容拡充及び充実化を図るべきである。なお、今回震災の発生事象と現行指針類における取り扱い、及び今後の指針類におけるあり方を表Ⅱ-3-1に整理したものであり、これらの項目について十分な議論が必要である。下水道管路施設の液状化対策に関して、今回の震災を通じて得られた知見及び今後留意すべき事象を整理すると、以下の通りとなる。

- ①関東沿岸部で周辺地盤の液状化は発生し、本管、マンホール継手部や取付管から大量の液状化した土砂が侵入し、下水道本管の土砂閉塞を招いた。
- ②土砂閉塞は、震災後の被災状況確認及び復旧に大きな支障となり、長期間の下水道サービス停止を招いた。
- ③液状化対策としての埋め戻し3工法について、効果が確認された事例がある一方、誤った施工方法の採用や、適正な施工管理がなされない事例が散見された。
- ④液状化対策としての埋め戻し3工法について、流動化処理土や自硬性安定液等の新たな材料の開発が進んでおり、一定の施工実績がある。
- ⑤既設マンホール液状化対策工法について、過剰間隙水圧消散工法及び重量化工法の2工法は施工事例が増加するとともに、今回の震災で効果が確認された。

今後、これらの事象等を踏まえて、取付管の液状化対策やマンホール横ずれ防止などの設計手法について検討を進めるほか、埋め戻し3工法の施工管理上の配慮や新材料の追記、既設マンホール液状化対策の実績及び効果確認に基づく内容見直し等を実施し、指針類の内容拡充及び充実化を図るべきである。なお、今回震災の発生事象と現行指針類における取り扱い、及び今後の指針類におけるあり方を表Ⅱ-3-1に整理したものであり、これらの項目について十分な議論が必要である。

表 II-3-1 現行下水道指針類の液状化対策の課題とあり方

検討項目	東日本大震災における発生事象と課題	現行下水道指針類の記述	液状化対策のあり方
取付管の耐震設計	周辺地盤の液状化（全面液状化）により、取付管の継手部等から大量の土砂が侵入し、下水道本管の閉塞を引き起こした。 また閉塞した大量の土砂が、復旧活動の大きな阻害要因となつた。	—	・取付管における液状化対策手法及び設計方法
埋戻し部の液状化対策	埋戻し部液状化対策の3工法のうち、締め固めについて、品質確保が困難との声が聞かれた。	【耐震指針】 埋戻し部の液状化対策と概念図（参考）	・埋戻し部液状化対策工法の選定方法（優劣評価） ・品質管理方法 ・流動化処理土、自硬性安定液等の新規材料
マンホールの液状化対策	耐震化が進んでおらず、多くのマンホールの浮上や沈下が発生した。 液状化によるマンホール軸体の横ずれが発生した。	【耐震指針】 共同溝設計指針や耐震計算例を参考にする。 【耐震指針】 地震動による横ずれ対策を施す。	・マンホールの液状化対策手法及び設計方法 ・液状化によるマンホール横ずれ対策手法及び設計方法
既設管路施設の耐震対策	液状化対策を施工したマンホールで効果が確認された。 本復旧にあたり、液状化対策工法の選択が難しい。	【耐震指針】 工法一覧表（参考）	・実績及び効果検証結果に基づくマンホール液状化対策工法一覧の一部見直し。

3-2 耐津波対策の課題とあり方

震災発生からすでにおよそ1年が過ぎ、被災を受けた120の処理場、112のポンプ場は徐々に復旧しているが、平成24年2月6日現在、津波により甚大な被害を受けた処理場のうち2箇所が稼働停止中、12箇所が応急対応を余儀なくされているなど、今回の震災では、従前の耐震対策中心の下水道施設の対策のあり方に課題を残した。

また、下水道の耐震対策指針類で、津波の記述があるものは、「下水道の地震対策マニュアル2006年版（日本下水道協会）」の中で、耐津波対策として、吐口ゲートへの配慮が示されているのみであり、波力、漂流物による衝突加重等を含めた津波に対する被害は想定していなかった。

本委員会では、今後の巨大地震により想定すべき津波高さに対して、どのように対処するかについて、計画・設計上の考え方を整理した。

今後、この考え方に基づき、耐津波対策に関する詳細な施設設計手法を検討し、これを指針類に反映させ、下水道施設の耐津波化推進に供する必要がある。

指針類に反映させるべき項目としては、そもそも耐津波対策に関する設計手法が確立されていないことから、想定津波の設定手法に始まり、管路施設、ポンプ場及び処理場の各施設における目標性能とその設計手順及び設計手法の確立が必要となる。加えて、既存施設の耐津波化が当面の課題であることから、耐津波化すべき施設の優先順位の設定手法についても検討が必要である。

今回震災の発生事象と現行指針類における取り扱い、及び今後の指針類におけるあり方を表II-3-2に整理した。これらの項目について、費用対効果や実現性等に配慮した十分な議論が必要である。

表 II-3-2 現行下水道指針類の耐津波対策の課題とあり方

検討項目	東日本大震災における発生事象と課題	現行下水道指針類の記述	耐津波対策のあり方
基本方針	地震に伴う巨大津波の発生により、沿岸部に位置する処理場及びポンプ場が波力による構造物の損壊、浸水による機械電気設備の損傷を受け、長期間の稼働停止を余儀なくされた。	【地震マニュアル】津波による被害の事例紹介。	・最大クラスの津波（想定津波）を対象とした施設設計の考え方。 ・確保すべき下水道機能と耐津波性能のあり方。
	想定津波		・処理場単位施設に対する想定津波の設定方法及び設定手順。 ・想定津波の波力、掃流力、漂流物による衝撃力等の計算の考え方 ・下水道施設の耐津波手順及び設計手順。 ・対象構造物に対する想定津波時の波力、掃流力、漂流物による衝撃力等の計算方法。
耐津波手法 算手法	津波の河川河口による吐口等からの逆流により、マンホール蓋飛散や土砂、瓦礫の侵入があった。	【地震マニュアル】吐き口ゲートを開じ、津波の侵入を防止する。	・合流吐口や分流雨水吐口における津波の逆流防止対策の手法及び設計方法。 ・津波発生時のゲート操作方法。
	管路施設の耐津波 設計	波力による建物壁面の破損や、開口部から漂流物流入が発生し、建物内の設備等が大きな被害を受けた。	・構造躯体の耐津波対策手法及び設計方法 ・開口部の耐津波対策手法及び設計方法
耐津波対策	機械電気設備の耐 津波設計	津波による浸水により、電気・機械類が冠水し、絶縁の劣化や短絡・漏電により機能が停止した。	・機械電気設備の耐津波対策手法及び設計方法
	既存施設の耐津波 対策	—	・既存施設における耐津波対策の優先順位の考え方 ・既存施設の耐津波補強方法 ・既存施設の耐津波補強方法

