

下水道地震・津波対策技術検討委員会報告書

東日本大震災における下水道施設被害の総括と耐震・耐津波対策の現状を踏まえた今後の対策のあり方

下水道地震・津波対策技術検討委員会委員一覧

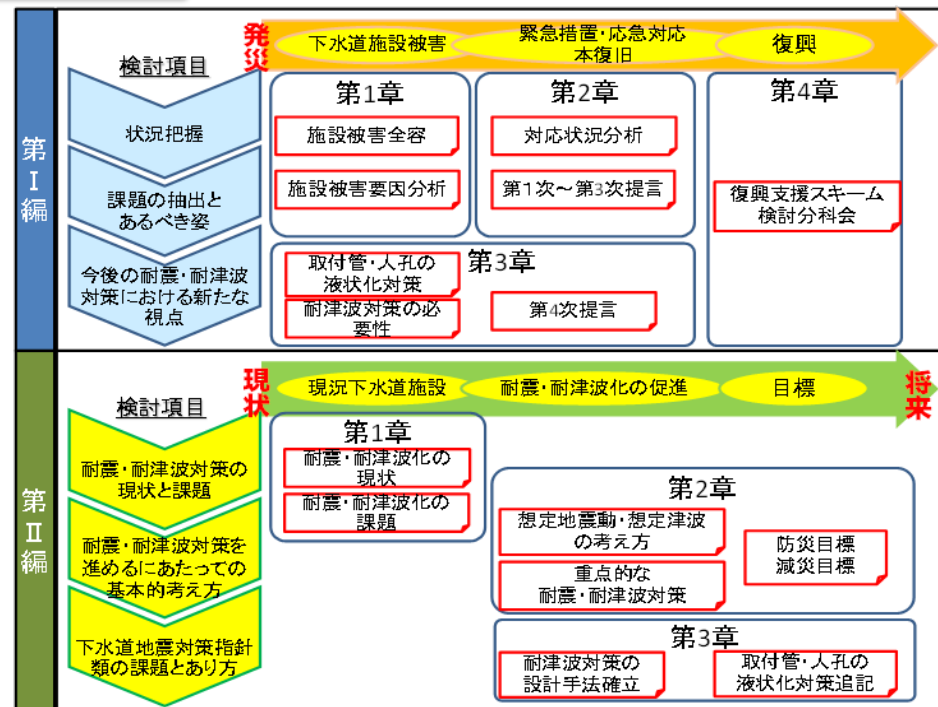
	氏名	役職
委員長	濱田 政則	早稲田大学創造理工学部社会環境工学科教授
委員	今村 文彦	東北大学大学院工学研究科附属災害制御研究センター教授
委員	大村 達夫	東北大学大学院工学研究科土木工学専攻教授
委員	中林 一樹	明治大学大学院政治経済学研究科特任教授
委員	野村 充伸	日本下水道事業団技術戦略部長
委員	藤間 功司	防衛大学校システム工学群建設環境工学科教授
委員	藤本 康孝	横浜国立大学工学部電子情報工学科准教授
委員	松尾 修	財団法人先端建設技術センター普及振興部長
委員	安田 進	東京電機大学理工学部建設環境工学科教授
委員(行政代表)	菅原 敬二	宮城県土木部下水道課長
委員(行政代表)	渋谷 昭三	仙台市建設局次長兼下水道事業部長
委員(行政代表)	黒住 光浩	東京都下水道局計画調整部長
委員(行政代表)	山本 智	大阪市建設局西部方面管理事務所長
委員(行政代表)	畑 恵介	神戸市建設局下水道河川部長
特別委員	岡久 宏史	国土交通省水管理・国土保全局下水道部長
特別委員	塩路 勝久	国土交通省水管理・国土保全局下水道部下水道事業課長
特別委員	堀江 信之	国土交通省国土技術政策総合研究所下水道研究部長
特別委員	佐伯 謹吾	社団法人日本下水道協会理事兼技術研究部長
旧委員	武井 昌彦	宮城県土木部下水道課長
旧委員	松浦 将行	東京都下水道局計画調整部長

※順不同・敬称略、平成24年3月時点
 ※旧委員の所属・役職は、委嘱当時のもの

委員会開催状況及び提言発出状況

- 第1回委員会(平成23年4月12日、日本下水道協会)
 「下水道施設の復旧にあたっての技術的緊急提言」公表(平成23年4月15日)
- 第2回委員会(平成23年5月24日、KKRホテル仙台)
 「段階的応急復旧のあり方」公表(平成23年6月13日)
- 第3回委員会(平成23年7月19日、日本下水道協会)
 「東日本大震災で被災した下水道施設の本復旧のあり方」公表(平成23年8月11日)
- 第4回委員会(平成23年10月17日、日本下水道協会)
- 第5回委員会(平成23年12月15日、日本下水道協会)
- 第6回委員会(平成24年2月24日、日本下水道協会)
 「耐津波対策を考慮した下水道施設設計の考え方」公表(平成24年3月6日)
- 第7回委員会(平成24年3月22日、日本下水道協会)

報告書の構成



下水道施設の被害

○平成23年3月11日、国内観測史上最大のマグニチュード9を観測した東日本大震災は、震度7(宮城県栗原市)の大きな揺れと巨大な津波により、東北から関東にかけての広い範囲に大きな被害が発生

○下水道施設は、津波により沿岸部に位置する処理場に甚大な被害が生じたほか、海浜埋立地等で発生した周辺地盤の液状化により管路施設の土砂閉塞やマンホール浮上等が発生し、長期にわたる下水道の使用制限

管渠  :被害のあった都県

○1都10県の下水道管路施設が被災
○被災自治体の管きょ総延長65,001kmに対し、被害延長は642km。

路面異常・人孔の浮上



埋戻土の液状化による管路被害
栗原市、東松島市、柴田町など
➢路面沈下による交通障害
➢管きょのたるみによる流下障害

造成盛土の地盤変状による管路被害

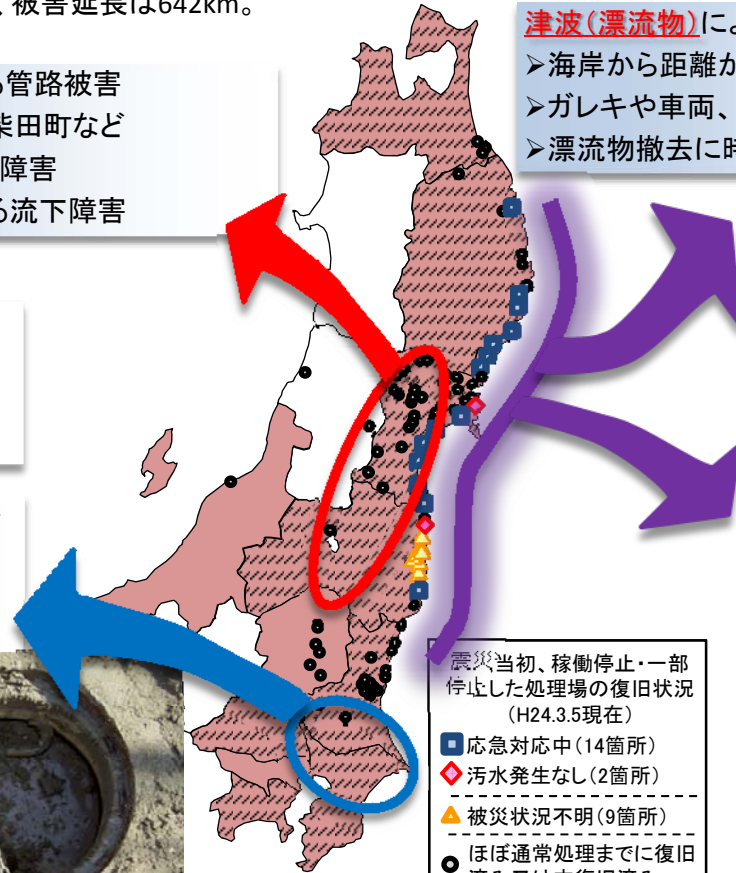
仙台市、福島市などの丘陵地
➢道路や家屋にも大きな被害
➢盛土部において人孔被害(蓋枠ずれ等)

周辺地盤の液状化(全面液状化)による管路被害

浦安市、千葉市、香取市、稲敷市など
➢下水道、道路、宅地等を含めた広域被害
➢取付管・人孔からの土砂流入により復旧作業に支障
➢広範囲、長期の下水道使用制限



人孔への土砂流入



震災当初、稼働停止・一部停止した処理場の復旧状況 (H24.3.5現在)

- 応急対応中(14箇所)
- ◆ 汚水発生なし(2箇所)
- △ 被災状況不明(9箇所)
- ほぼ通常処理までに復旧済み又は本復旧済み

処理場

○震災当初、稼働停止48箇所、一部停止63箇所(福島第一原発警戒区域内の9箇所は不明)

津波(波圧)による処理場被害

➢海岸からの距離が近い処理場において、構造物が甚大な損傷
➢施設の配置や開口部の向きにより被害に差

津波(浸水)による処理場被害

➢浸水により、機械・電気設備が甚大な損傷
➢防水扉やカバーにより被害が軽減

津波(漂流物)による処理場被害

➢海岸から距離が離れていても大きな被害
➢ガレキや車両、流木等が建物や水槽内に侵入
➢漂流物撤去に時間を要し、復旧が長期化



波圧

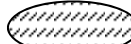


浸水



漂流物

ポンプ場

 :被害のあった県

○震災当初、稼働停止79箇所、一部停止32箇所(福島第一原発警戒区域内の1箇所は不明)

津波によるポンプ場被害

➢浸水により、機械・電気設備が損傷
➢ポンプ故障により処理場への送水が停止



下水道耐震対策工法(管路液状化対策)の効果

- 被災地における埋戻し3工法の実施箇所はごく限られていたが、当該箇所では交通障害や流下阻害等の大きな被害はなく、一定の効果を確認
- 一部に施工管理上の問題、工法の理解不足のため、液状化に伴う被害が発生

埋戻し3工法

- 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)の周知徹底
- 施工管理上の問題と解決策の検討
- 工法の技術的な理解度向上のためのマニュアル等充実化

<埋戻し土の締固め>

- 被災地における施工実施例なし
- 道路の施工管理基準(「路床」及び「路体」において締固め90%以上)で施工された管きよで、路面異常や管きよのたるみなどの液状化に伴う被害が発生
→路体下の管きよ基礎や埋戻し部に対する施工管理の徹底が重要であることを示唆
- これまでの知見から、管側部のスペース有無や埋戻し土の土質により、締固め度90%確保が困難な場合があるなど、施工にあたって多くの課題

<砕石等による埋戻し>

- 砕石による液状化対策箇所では、被害なしか軽微な被害
- 一部の液状化対策箇所で、使用した砕石粒度に細粒分が多く含まれていたことと、矢板引き抜き時の地盤緩みの影響と考えられる軽微な被害が発生

<埋戻し土の固化>

- セメント改良土による液状化対策箇所では、被害なしか軽微な被害
- 軽微な被害箇所は、部分的な固化対策であった他、セメントの攪拌不足及び混合後の仮置き(解きほぐし)の影響により、セメント固化強度が低下したと推察

人孔液状化対策工法

- 人孔液状化対策工法の実績や効果データの指針類への反映

- 重量化工法及び過剰間隙水圧消散工法の施工実績が多く、今回震災で被害なし

砕石による埋戻し



無対策箇所(被害大)



対策箇所(被害なし)

埋戻し土の固化



無対策箇所(被害大)



対策箇所(被害なし)

緊急措置・応急復旧・本復旧のあり方

- 被災した下水道施設の復旧及び被災地の復興に資するため、東日本大震災の特徴を捉え、適切な応急復旧、再度災害の防止に加え、下水道施設が、その周辺地域と共存し、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について、順次、提言をとりまとめ、公表

緊急提言	下水道施設の復旧にあたっての技術的緊急提言	(平成23年4月12日公表)	} → p. 9参照
第2次提言	段階的応急復旧のあり方	(平成23年6月14日公表)	
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	(平成23年8月15日公表)	→ p. 10参照

今後の耐震・津波対策における新たな視点

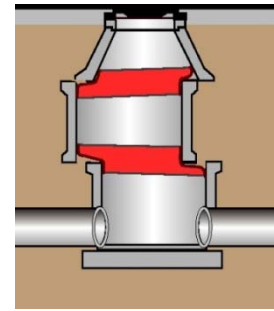
管路施設の耐震対策

<埋戻し部の液状化対策>

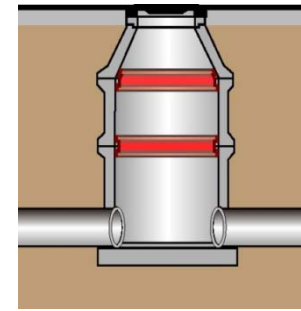
- 施工管理上の問題と解決策を検討
- 工法の技術的な理解度を向上させるためのマニュアル等の充実化

<周辺地盤の液状化対策>

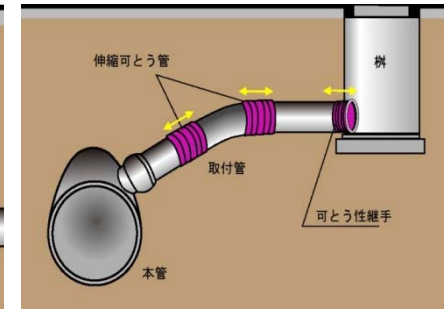
- 可とう性及び伸縮性の優れた取付管受口・継手の開発が必要
- 人孔躯体のズレ防止、または目地部からの土砂流入防止技術の開発が必要



目地部からの土砂流入防止



人孔側塊のずれ防止



可とう性、伸縮性を有する取付管・継手

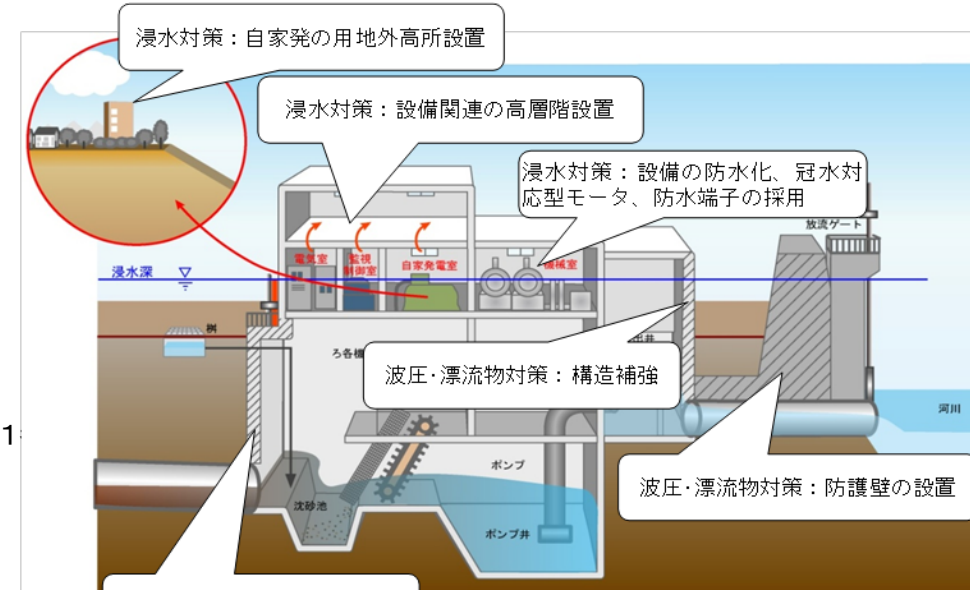
管路及び処理場・ポンプ場の耐津波対策

<管路施設の対策>

- 逸脱防止蓋や吐出口へのフラップゲートの採用を検討
- 溢水防止のため、水中ポンプや発電機の備蓄等の減災対策を強化
- 被災後の迅速な対応のため下水道BCPを策定

<処理場・ポンプ場施設の対策>

- 確保すべき耐津波性能に準じて、建屋の防水化や高所への設置、電気・機械設備の防水化を実施
- 被災時の被害規模や確保すべき機能等を勘案し、対策すべき施設の優先順位を設定
- あわせて下水道BCPの策定及び民間業者等との協定による減災対策強化



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 → p. 11

災害時における広域支援

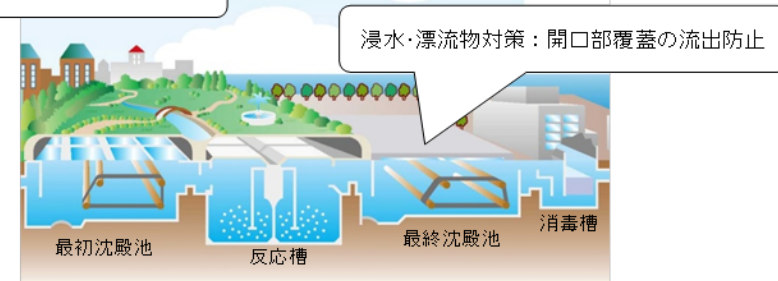
- 東日本大震災のような複数県にわたる広域被害に対する支援体制を構築しておく必要
- 流域下水道等の県施設の被災により、県内の自治体への支援活動に専念することが困難な状況が生じており、下水道対策本部を設置する県に対する支援の充実が必要
- 複数の自治体から構成された支援隊の指揮命令のあり方や現地調査方法の訓練などについて改善が必要

災害時支援に関する検討委員会(日本下水道協会)において、支援体制ルールの見直し、充実化を図るとともに、下水道を担当する職員に対する支援体制ルールの周知徹底

東日本大震災の事例を踏まえた下水道BCP

- 津波による被害想定、広域かつ長期的な被害想定、被災時における極端な職員不足への対応を新たに盛り込むことが重要

下水道BCP策定マニュアル(地震・津波編)検討委員会において、『下水道BCP策定マニュアル～第2版～(地震・津波編)』をとりまとめ、公表
(平成24年4月2日: http://www.mlit.go.jp/report/press/mizukokudo13_hh_000159.html)



※基図は東京都HPより

復興への新たな取り組み〔復興支援スキーム検討分科会報告〕

- 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、官民連携等を通じ進めて行くべき ～ 「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）等
- 本委員会では、「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」などを含めた本復旧のあり方を提示
- さらに、復興支援スキーム検討分科会を設置し、先進的な技術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事業化調査を実施

復興支援スキーム検討分科会の設置

- 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え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、詳細に検討を実施

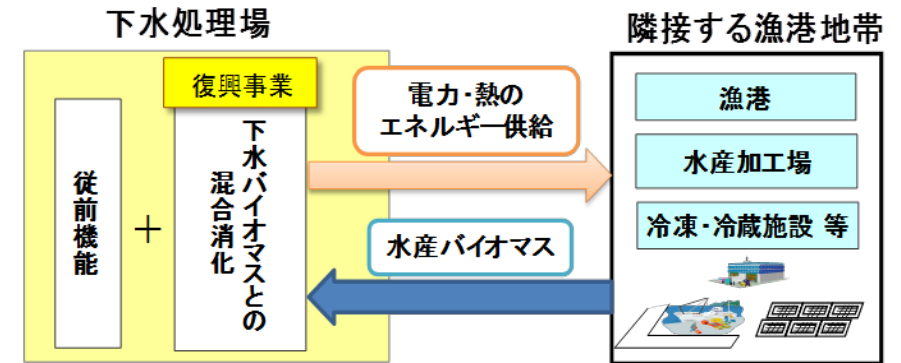
復興支援調査の概要

- 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必要となる検討事項に対応するため、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（気仙沼市、仙台市）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

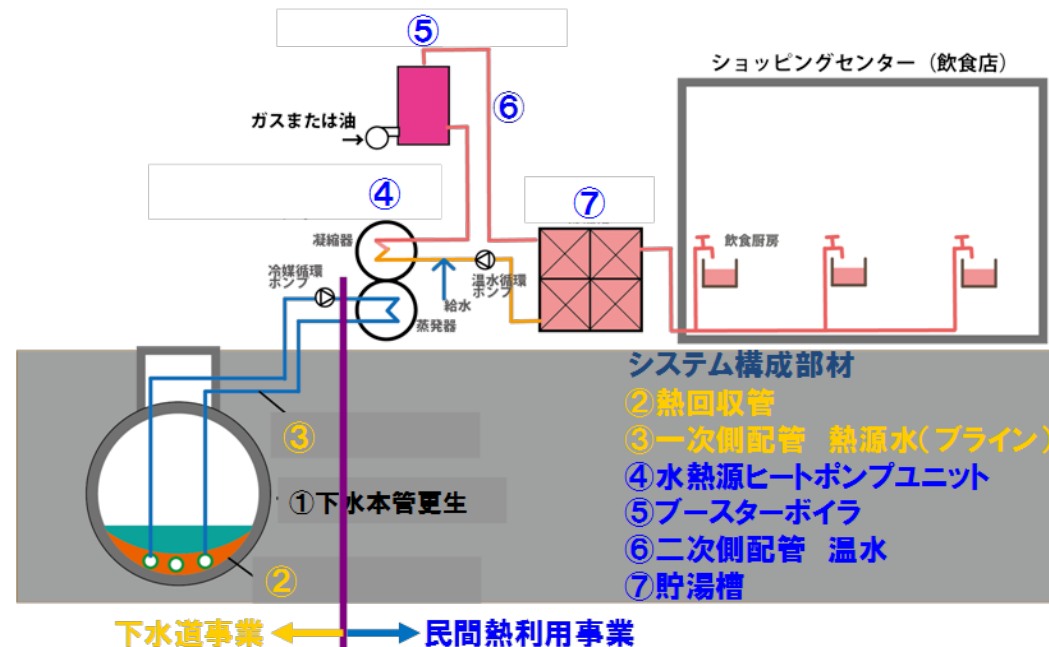


今後の方針

- 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
- 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



【気仙沼市】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（イメージ）



【仙台市】管路更生事業と併せた下水熱回収プロジェクト(イメージ)

- 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り組みが進まない状況
- 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り、以下の基本的な考え方により重点的に取り組むべき
 - 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
 - ② 被害を最小限に抑制する「減災」を図ること

基本的な考え方 — 「防災」と「減災」

- 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
 - 下水道が有すべき機能の必要度や緊急度に応じて、優先順位を明確化
 - 確保すべき耐震性能に向けて、段階的に性能の向上を図るなど、実施可能な対策から順次耐震化を実施
 - 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
- ② 被害を最小限に抑制する「減災」を図ること
 - 下水道施設被害による社会的影響を最小限に抑制し、速やかな復旧を可能にするため、下水道BCPの策定に着手
 - 災害支援ルール策定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った耐震対策・耐津波対策を推進

対象とする地震、津波の規模

- 想定地震**
 - 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
- 想定津波**
 - 「最大クラスの津波」を想定し、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実施

重点的な耐震対策・耐津波対策の促進

- 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

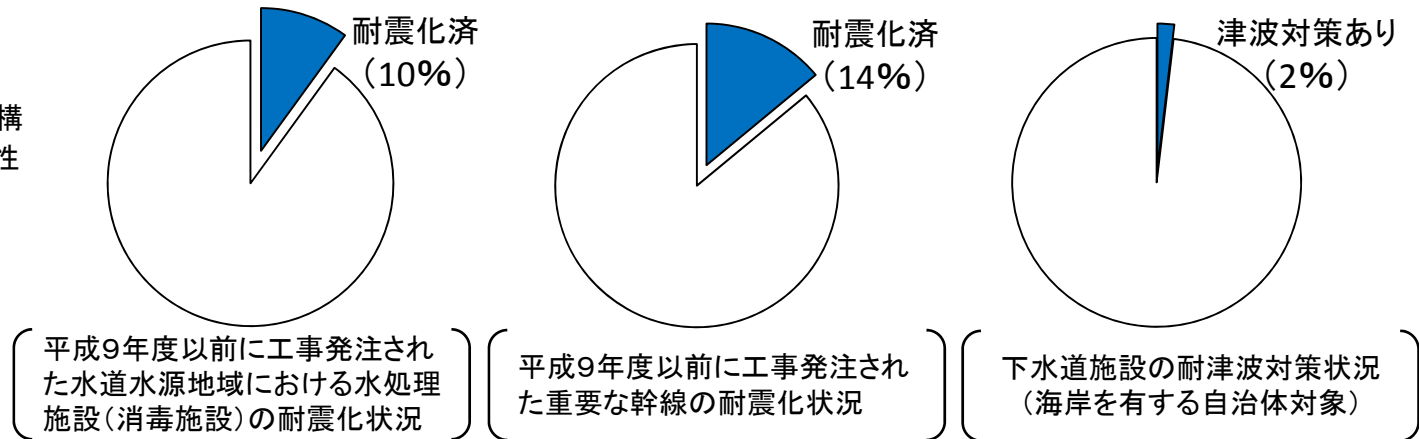
地震・津波時に下水道が有すべき機能

- ① 人命を守る
- ② トイレの使用の確保
- ③ 公衆衛生の保全
- ④ 浸水の防除
- ⑤ 応急対策活動の確保

耐震・耐津波対策の現状と課題

- 耐震対策は、財源や優先度、既存施設における構造上の制約や設備との兼ね合い、技術的な困難性などからあまり進んでいない状況
- 耐津波対策を実施している自治体は僅か

※右図には、岩手県・宮城県・福島県含まず。



- 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、段階的に短期、中期及び長期の整備目標を設定
- 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

耐震性向上に向けての 防災目標

目 標	短 期	中 期	長 期
管路施設	<ul style="list-style-type: none"> 処理場と災害対策本部施設や防災拠点をつなぐ管路の流下機能を確保 軌道や緊急輸送路等下の埋設管路について優先的に耐震補強を実施 	<ul style="list-style-type: none"> 短期の目標で対象としていない重要な幹線や埋立地・丘陵造成地の管路施設について耐震補強を実施 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流下機能を確保 	<ul style="list-style-type: none"> 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 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
処理場ポンプ場	<ul style="list-style-type: none"> 処理場の揚水機能、沈殿処理機能及び消毒機能が確保できるよう耐震補強を実施 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実施 処理場と災害対策本部施設(役場等)や防災拠点をつなぐ管路に接続する污水ポンプ場の耐震補強を実施 	<ul style="list-style-type: none"> 処理場の高級処理機能が確保できるよう耐震補強を実施 短期の目標で対象としていない污水ポンプ場の耐震補強を実施 	<ul style="list-style-type: none"> レベル1地震動に対して、揚排水機能、高級処理機能、汚泥処理機能を確保(ポンプ場は揚排水機能を確保) 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構造を確保

耐津波性向上に向けての 防災目標

目 標	短 期	中 期	長 期
管路施設	<ul style="list-style-type: none"> 防潮ゲート等からの逆流を防止するため、フラップゲートの設置やゲートの自動閉鎖化、下水道光ファイバー等を活用した遠隔制御等の措置を実施 	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> 耐津波対策の必要な施設のうち、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
処理場ポンプ場	<ul style="list-style-type: none"> 機能停止した場合の被害が大きい施設を対象に、污水溢水の防止、大雨による浸水被害の軽減、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の耐津波補強を実施 	<ul style="list-style-type: none"> 短期の目標で対象としていない施設を対象とし、揚水機能を確保するための耐津波補強を実施 機能停止した場合の被害が大きい施設を対象に、沈殿機能及び脱水機能について、耐津波補強を実施 	

○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、施設の段階的整備状況に応じた下水道BCPの策定を基本とした減災対策を実施

耐震・耐津波性向上に向けての 減災目標

短期

- 既存施設に対し、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
- 下水道事業継続計画(BCP)を早急に策定
- BCPに基づく行動が即座に実行に移せるよう定期的な訓練や、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確保等の措置を実施
- 下水道台帳の電子化やバックアップの確保等対策などを実施
- 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を策定
- 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を支援
- 人命確保の観点から避難計画の策定や定期的な避難訓練を実施

中期

- 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

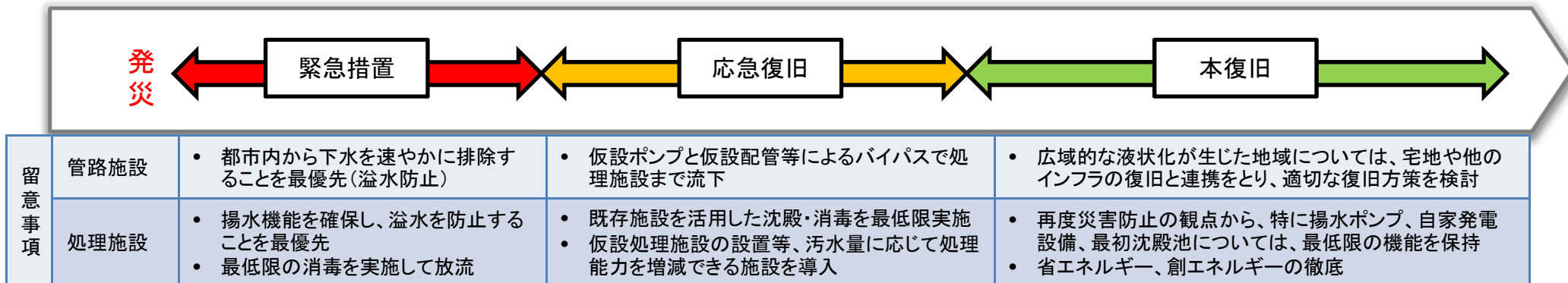
下水道耐震対策指針類の見直し

○東日本大震災における津波と広域的液状化による顕著な被害は、これまでの下水道耐震対策指針類では一部想定されていなかった事象
○耐津波対策の設計手法の確立や取付管・人孔の液状化対策の追記等、下水道耐震対策指針類を見直し

検討項目	液状化対策のあり方	検討項目	耐津波対策のあり方
取付管の耐震設計	<ul style="list-style-type: none"> • 取付管における液状化対策手法及び設計方法 	基本方針	<ul style="list-style-type: none"> • 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
埋戻し部の液状化対策	<ul style="list-style-type: none"> • 埋戻し部液状化対策工法の選定方法 • 品質管理方法 • 流動化処理土、自硬性安定液等の新規材料 	想定津波	<ul style="list-style-type: none"> • 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
人孔の液状化対策	<ul style="list-style-type: none"> • 人孔の液状化対策手法及び設計方法 • 液状化による人孔横ずれ対策手法及び設計方法 	耐津波手順及び計算手法	<ul style="list-style-type: none"> • 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
既設管路施設の耐震対策	<ul style="list-style-type: none"> • 実績及び効果検証結果に基づく人孔液状化対策工法一覧の一部見直し 	管路施設の耐津波設計	<ul style="list-style-type: none"> • 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
		処理場・ポンプ場の耐津波設計	<ul style="list-style-type: none"> • 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
		機械電気設備の耐津波設計	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 既存施設における耐津波対策の優先順位の考え方 • 既存施設の耐津波化に向けた診断方法 • 既存施設の耐津波補強方法

下水道施設の復旧にあたっての技術的緊急提言

- 被災した下水道施設の再度災害の防止、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をとりまとめ
 ○地震発生直後から本復旧までを「緊急措置」、「応急復旧」、「本復旧」の3つの段階に区分し、それぞれの段階における留意事項を記載

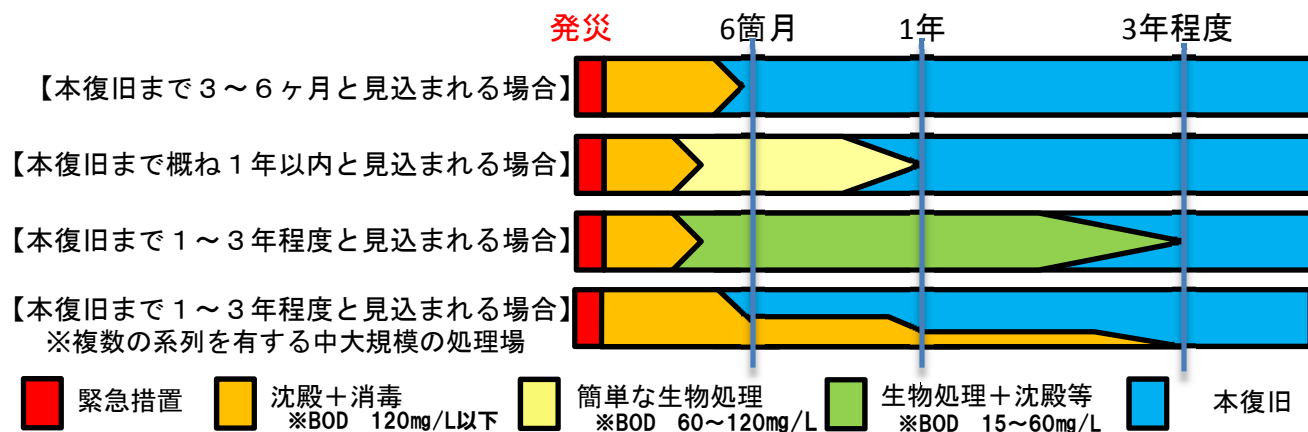


段階的応急復旧のあり方

第2次提言(平成23年6月14日公表)

- 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

○本提言は、本復旧までに要する期間に応じて応急復旧で段階的に処理レベルを向上させるにあたっての基本的な考え方をとりまとめ



目標水質

手法	目標水質	
	BOD (mg/L)	大腸菌群数 (個/cm ³)
応急復旧	①沈殿+消毒	120
	②沈殿+簡単な生物処理+消毒	120→60
	③生物処理+沈殿+消毒	60→15
	④本復旧	15以下
		3000

東日本大震災で被災した下水道施設の本復旧のあり方

下水道施設の本復旧にあたっての基本方針

- ①人命を守る
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寄与
- ②被災時における基本機能の確保
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
- ③被災後の全体機能の迅速な復旧
被災後、管路、処理場等の全体機能の復旧が迅速にできるシステムへ
- ④21世紀における希望ある復興にふさわしい技術の採用
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

本復旧における津波への対策方針

- (1) 本復旧における津波対策に用いる津波レベル
東北地方太平洋沖地震において、被災した下水道施設で観測された津波の高さを基本
- (2) 要求される耐津波性能と津波対策
処理場・ポンプ場における施設・設備の重要度に応じた適切な津波対策を実施

要求される耐津波性能と対策例

施設	ポンプ場		処理場		
	揚水ポンプ、自家発電設備、受変電設備、放流きよ	左記以外	流入きよ、揚水ポンプ、バイパス水路、自家発電機設備、管理棟、受変電設備	最初沈殿池、消毒設備、脱水設備、沈砂池	左記以外
耐津波要求性能	○	●	○	●	△
対策の例	・自家発電設備、受変電設備を想定津波高以上の高さに設置 ・排水ポンプへの冠水対応型モータの採用 ・開口部等の水密性の確保	・設備への衝撃を緩和する防護壁の設置	・自家発電設備、受変電設備を想定津波高以上の高さに設置 ・揚水ポンプへの冠水対応型モータの採用 ・制御盤の高層階への設置 ・消化ガス発電等の独立電源の設置	・施設を津波進行方向と平行に配置 ・仮設の沈殿池の設置スペースの確保 ・開口部に覆蓋を設置	・搬入扉等は津波進行方向と平行に設置

○：機能確保 ●：概ね1週間以内で復旧可能 △：概ね6ヶ月以内で復旧可能

本復旧における液状化等による地盤の変状への対策方針

被害を①埋め戻し部のみが液状化、②周辺地盤を含む液状化等により変位の2つの事象に区分し、管路の重要度に応じた復旧方法を検討

新たな技術的留意事項

□「人命を守る」の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(ポンプ場含む)	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

□「基本機能の確保」のために考慮すべき事項

管路施設	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(ポンプ場含む)	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

□「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(ポンプ場含む)	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 ④旧用地(資材置場等)、支援チーム滞在スペース確保

□「復興にふさわしい技術の採用」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(ポンプ場含む)	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

耐津波対策を考慮した下水道施設設計の考え方

今後の津波想定

○津波防災地域づくり法の規定により、「最大クラスの津波」を念頭において都道府県知事が設定・公表する「津波浸水想定」に基づいて下水道施設の耐津波対策を実施

下水道施設に要求される耐津波性能

- 被災時においても「必ず確保すべき機能」(基本機能)は、「逆流防止機能」、「揚水機能」、「消毒機能」
- ただし、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「揚水機能」の確保が何よりも優先
- 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」は、「沈殿処理機能」、「汚泥脱水機能」

「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		
	全体機能				
機能区分	基本機能			その他の機能	
	逆流防止機能	揚水機能	揚水機能 消毒機能	沈殿機能 脱水機能	左記以外
耐津波性能	被災時においても「必ず確保」 ○			一時的な機能停止は許容するものの「迅速に復旧」 ●	一時的な機能停止は許容するものの「早期に復旧」 △

下水道施設の各機能区分ごとの単位施設とそれを構成する設備等の例

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

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

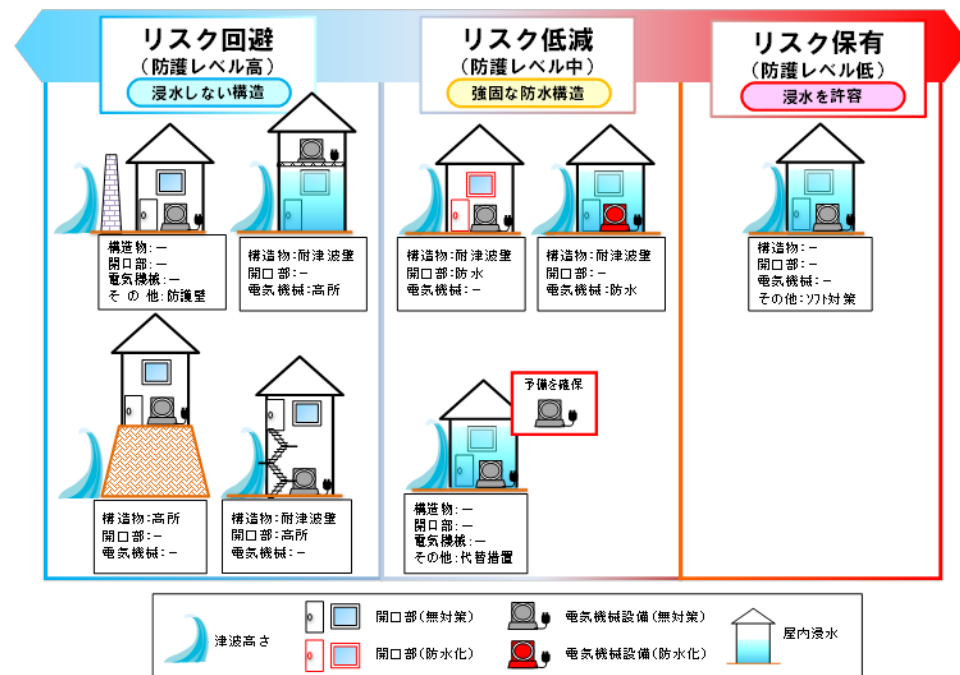
下水道施設における対策の考え方

○耐津波性能に応じた防護レベルと対応策は次のとおり

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」 浸水しない構造	リスク低減	リスク保有
対応策	(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

防護レベルと対応策の事例



その他

- 対策を行うべき施設が複数ある場合には、個々の施設が機能停止した場合の被害の大きさ(汚水溢水や大雨による浸水の範囲等)を考慮し、優先順位を決定
- 「頻度の高い津波」に対しては、海岸保全施設等による防護が基本であるが、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が必要