

「下水道に関する新たな地震・津波対策について」

平成24年3月27日

早稲田大学教授 濱田政則

下水道地震・津波対策技術検討委員会

○ 国土交通省と(社)下水道協会が共同で昨年4月12日に設置

○ 委員構成

委員長 濱田政則 早稲田大学創造理工学部 教授

委員 今村文彦 東北大学大学院 教授

大村達夫 東北大学大学院 教授

中林一樹 明治大学大学院 特任教授

野村充伸 日本下水道事業団 技術戦略部長

藤間功司 防衛大学校システム工学群 教授

藤本康孝 横浜国立大学工学部 准教授

松尾 修 財団法人先端建設技術センター 普及振興部長

安田 進 東京電機大学理工学部 教授

菅原敬二 宮城県土木部 下水道課長

渋谷昭三 仙台市建設局 次長

黒住光浩 東京都下水道局 計画調整部長

山本 智 大阪市建設局 西部方面管理事務所長

畑 恵介 神戸市建設局 下水道河川部長

特別委員 塩路勝久 国土交通省下水道部 下水道事業課長

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

佐伯謹吾 社団法人日本下水道協会 理事

下水道地震・津波対策技術検討委員会の活動

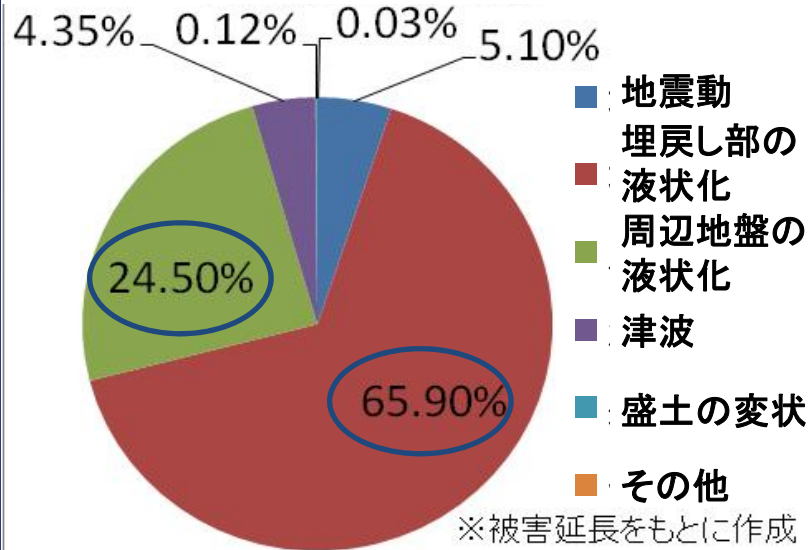
平成23年4月(第1回)～平成24年3月(第7回)

主要な審議内容

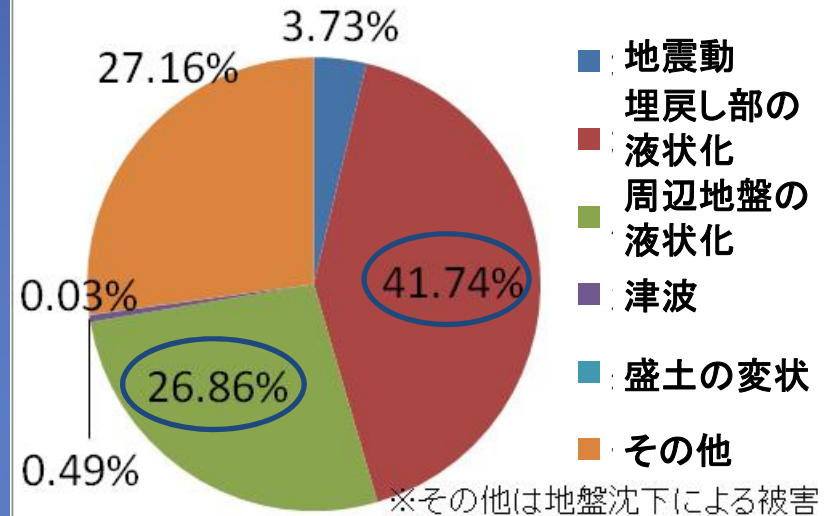
- (1) 下水道施設の被害の調査(アンケート調査と現地調査)
および被害原因の分析
- (2) 下水道施設の復旧のあり方のとりまとめ
- (3) 復興への具体的な取り組み(復興スキーム検討分科会)
- (4) 今後の地震・津波対策の方向性のとりまとめ
- (5) 4次にわたる提言
 - 1) 下水道施設の復旧にあたっての技術的緊急提言
(平成23年4月15日)
 - 2) 第2次提言「段階的応急復旧のあり方」(同6月23日)
 - 3) 第3次提言「下水道施設の本復旧のあり方」(同8月11日)
 - 4) 第4次提言「津波対策を考慮した下水道施設設計のあり方」
(平成24年3月6日)

管路の被害要因

管きよ被害の総括

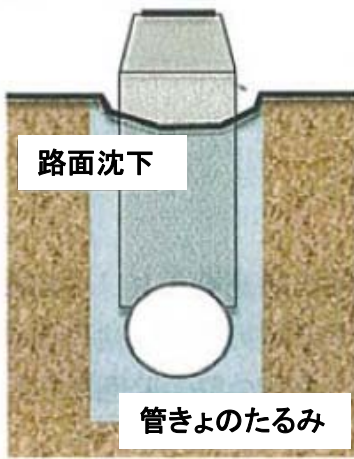


人孔被害の総括



※ 被害形態は重複あり

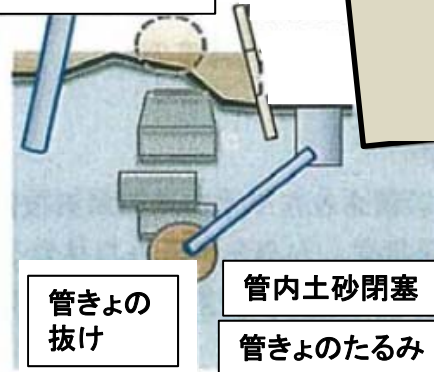
マンホールの浮上



埋戻し部の液状化のイメージ

管きよの浮上

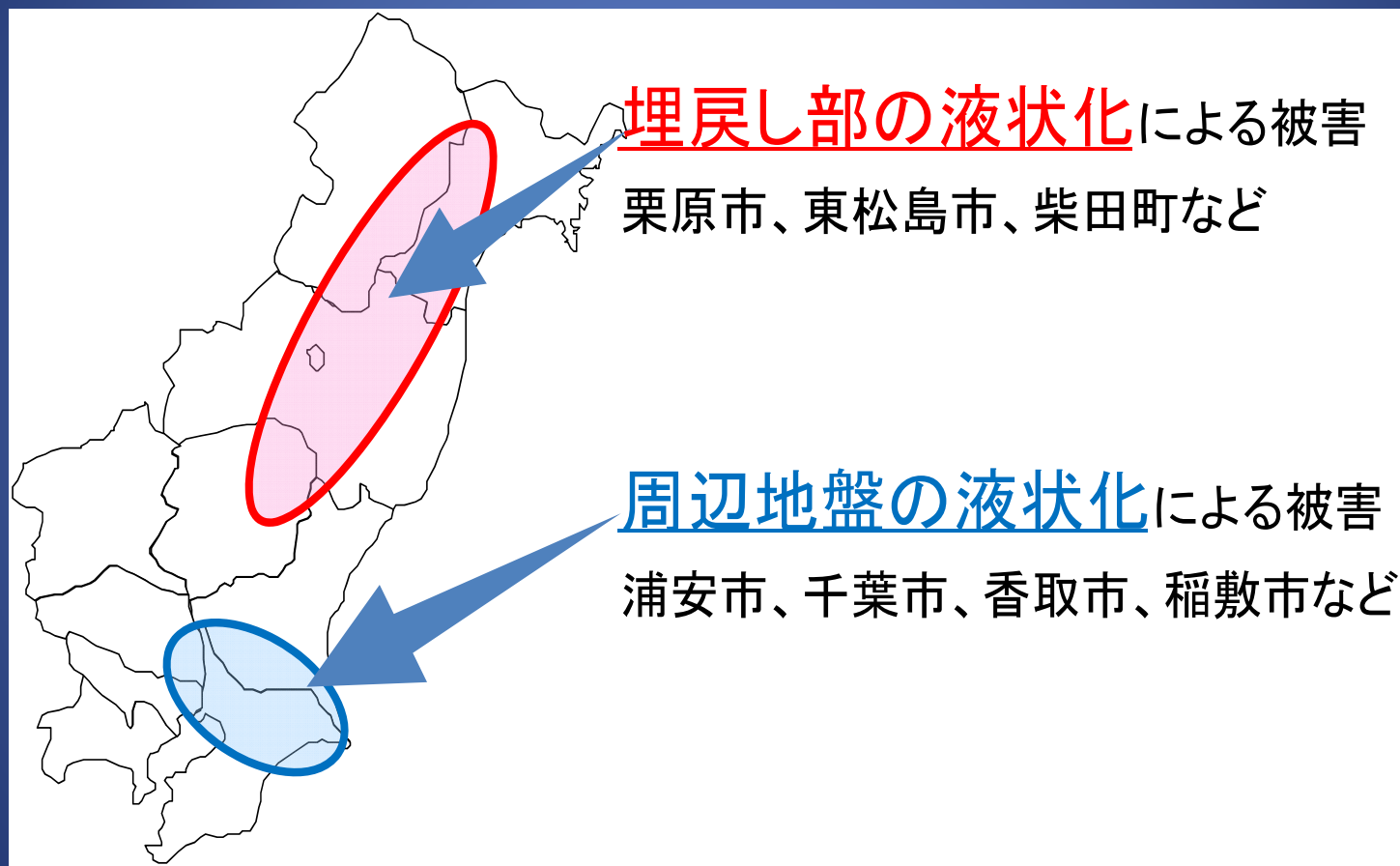
マンホール
躯体ズレ・破損



周辺地盤の液状化のイメージ

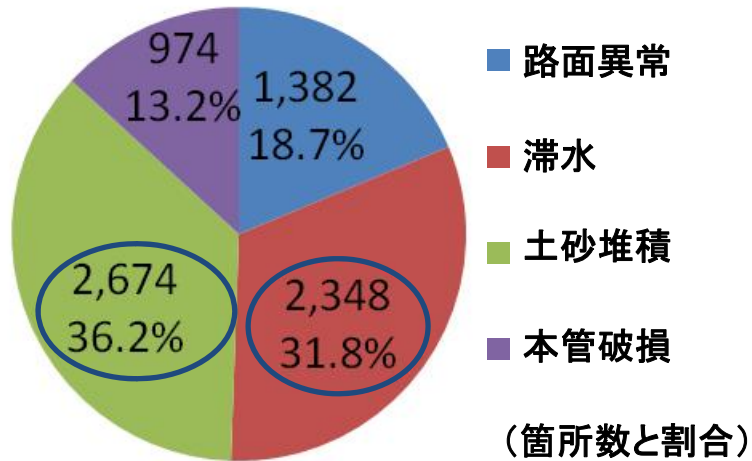
⇒管きよの9割、人孔の7割が
「液状化」が原因で被害

管路液状化被害の地域別の特徴

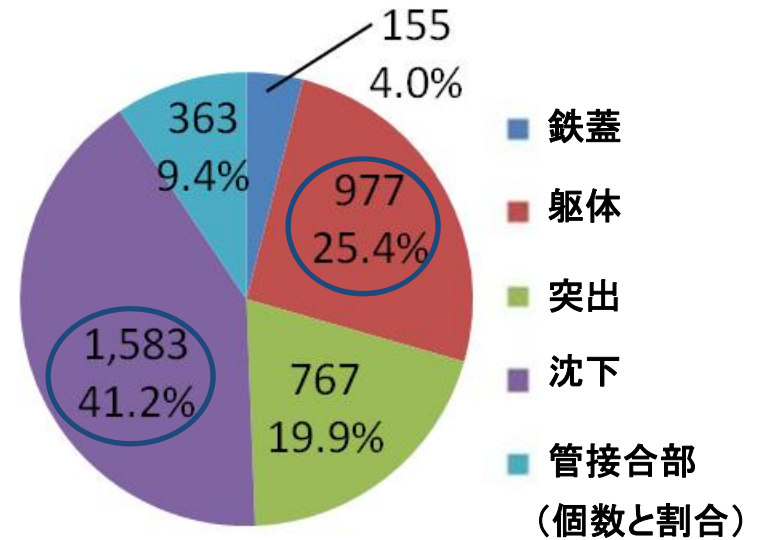


周辺地盤の液状化による管路の被害

周辺地盤の液状化による被害(管きょ)



周辺地盤の液状化による被害(人孔)



※ 被害形態は重複あり



土砂堆積の状況(千葉市)



人孔躯体ズレの状況(千葉市)

管きょ内への土砂流入経路①



道路上に噴砂が見られない状況で、すでに人孔蓋から噴砂

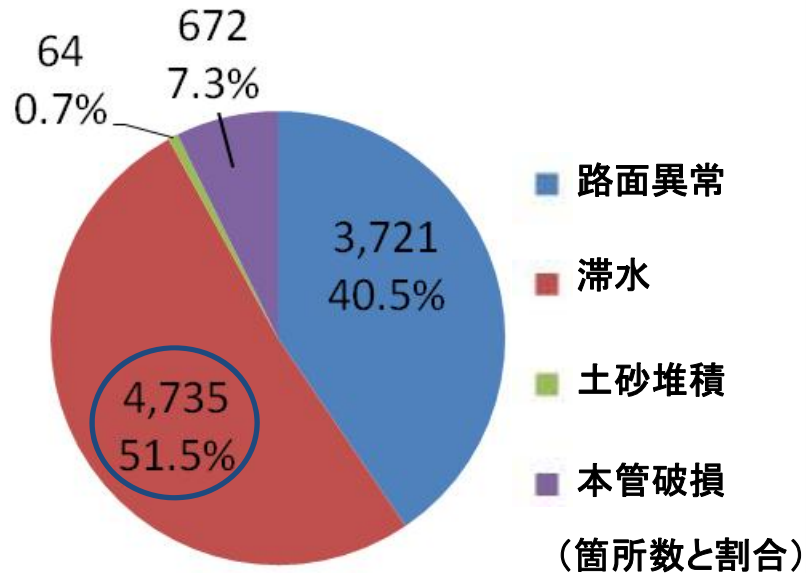
道路上で全面的に噴砂

浦安市の噴砂の状況(小川氏撮影)

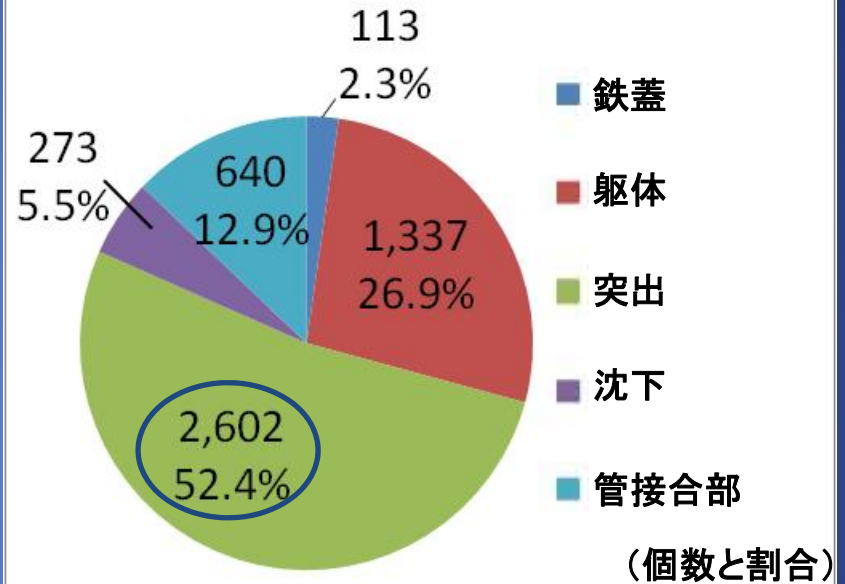
⇒管きょ内に堆積した土砂は、道路上の噴砂が流入しただけでなく、地中でも管きょ内に流入している。

埋戻し部の液状化による管路の被害形態

埋戻し部の液状化による被害(管きよ)



埋戻し部の液状化による被害(人孔)



※ 被害形態は重複あり

⇒管きよでは「滞水」、人孔では「突出」が最多

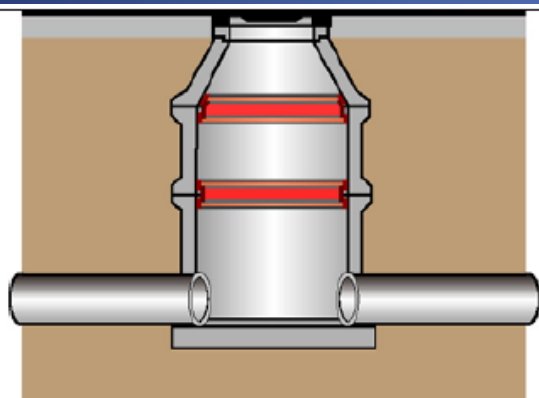
※埋戻し3工法(埋戻し土の締固め、碎石による埋戻し、埋戻し土の固化)の施工箇所では大きな被害はなく、一定の効果を確認。

※しかし、例えば固化工法において所定の強度に達していないものがあつたこと等から、今後、施工管理上の問題とその解決策の検討が必要。

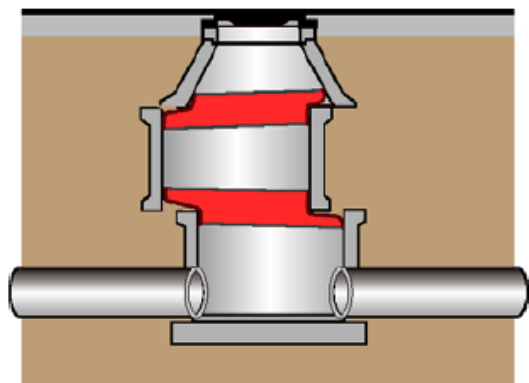
管路における今後の液状化対策の方向性

周辺地盤の液状化への対策

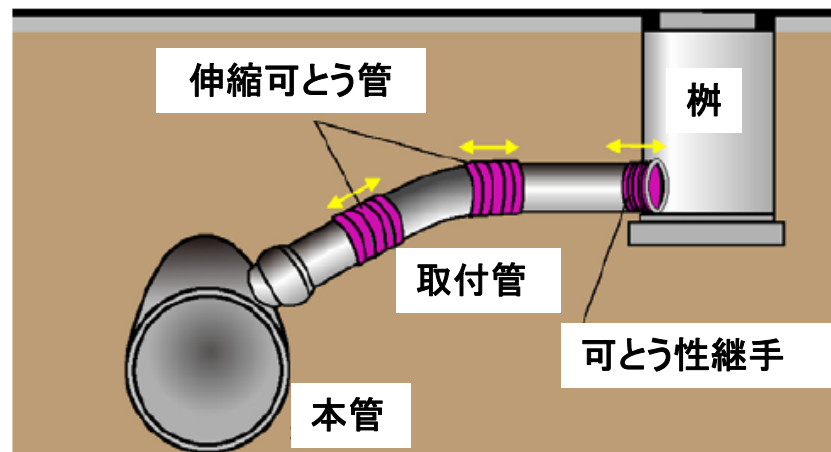
⇒取付管の破損や人孔の躯体ズレによる土砂流入の防止



人孔側塊のずれ防止対策



目地部からの土砂流入防止対策



取付け管及び継手の可とう性、伸縮性対策

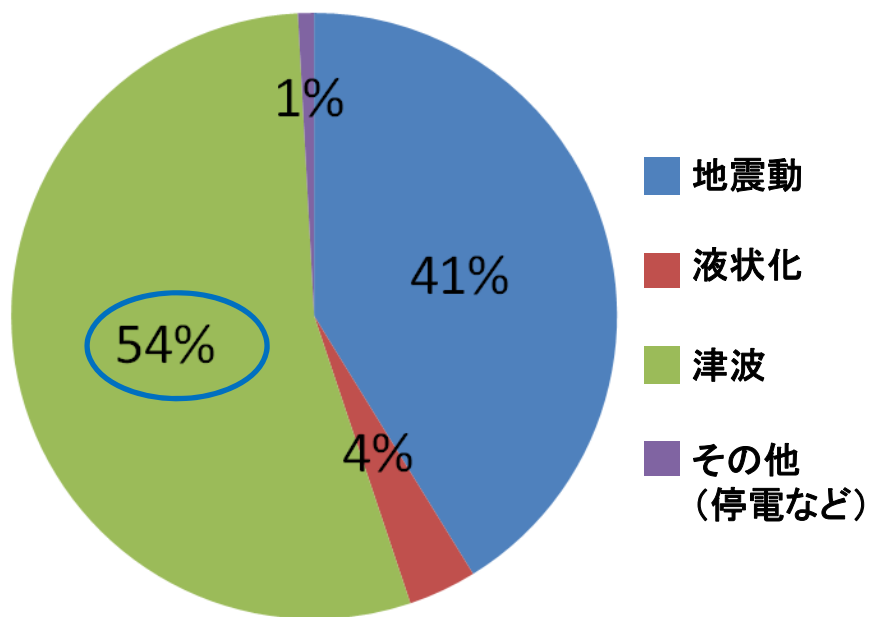
埋戻し部の液状化への対策

⇒引き続き3工法による埋戻し(施工管理上の問題とその解決策を検討)⁹

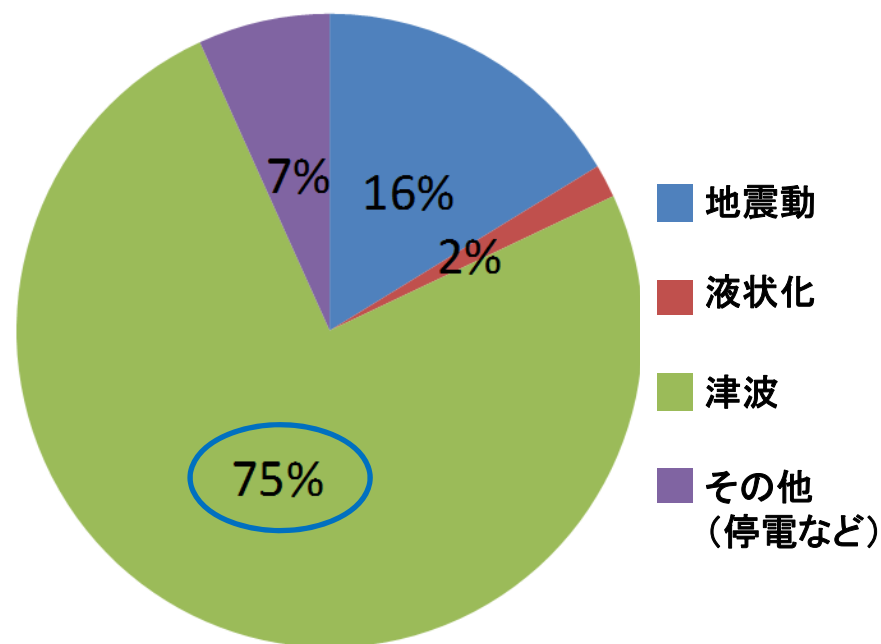
処理場・ポンプ場の被害要因

処理場・ポンプ場では「津波」による被害が最多

処理場における被害の総括



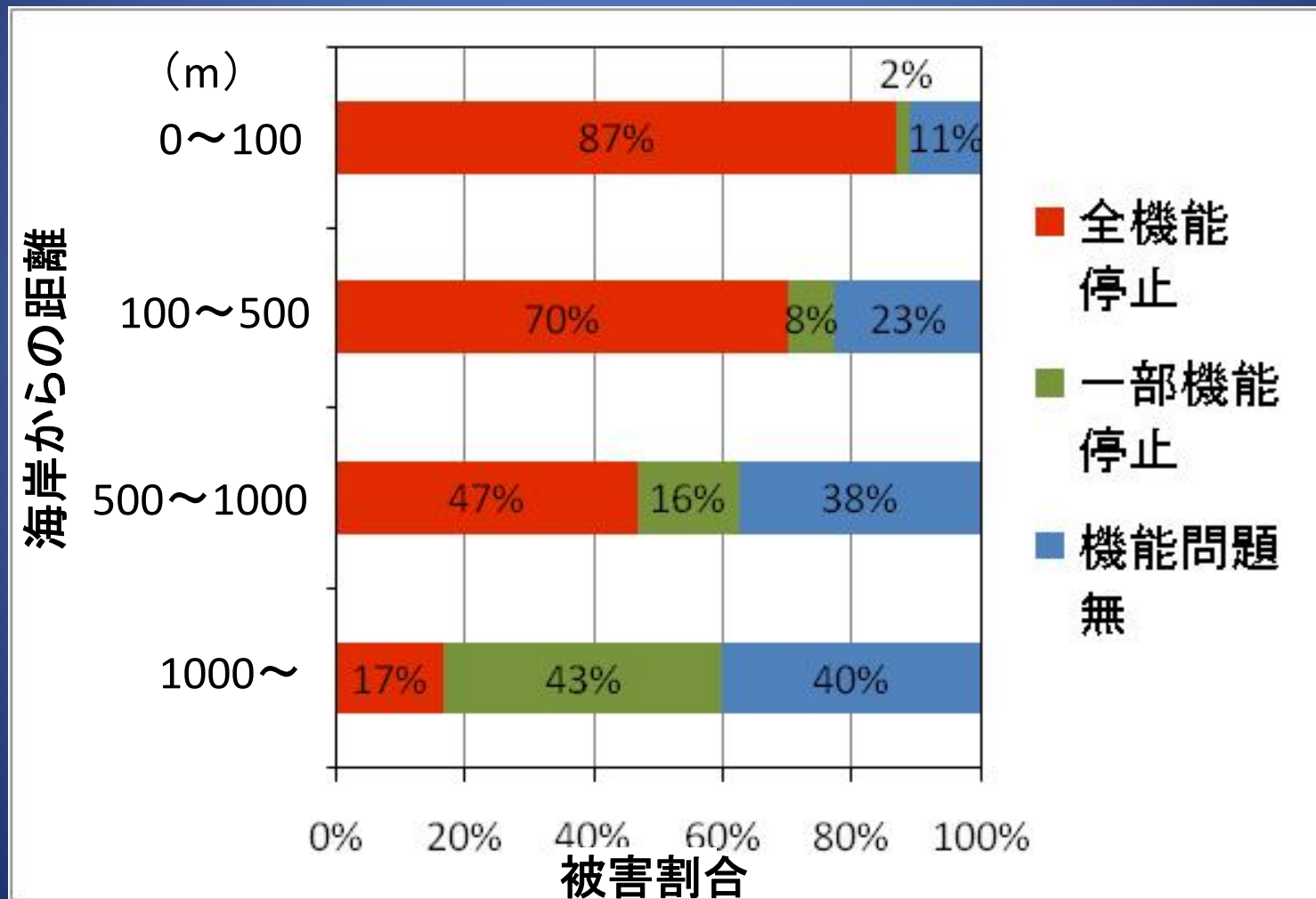
ポンプ場における被害の総括



※被害要因は重複あり

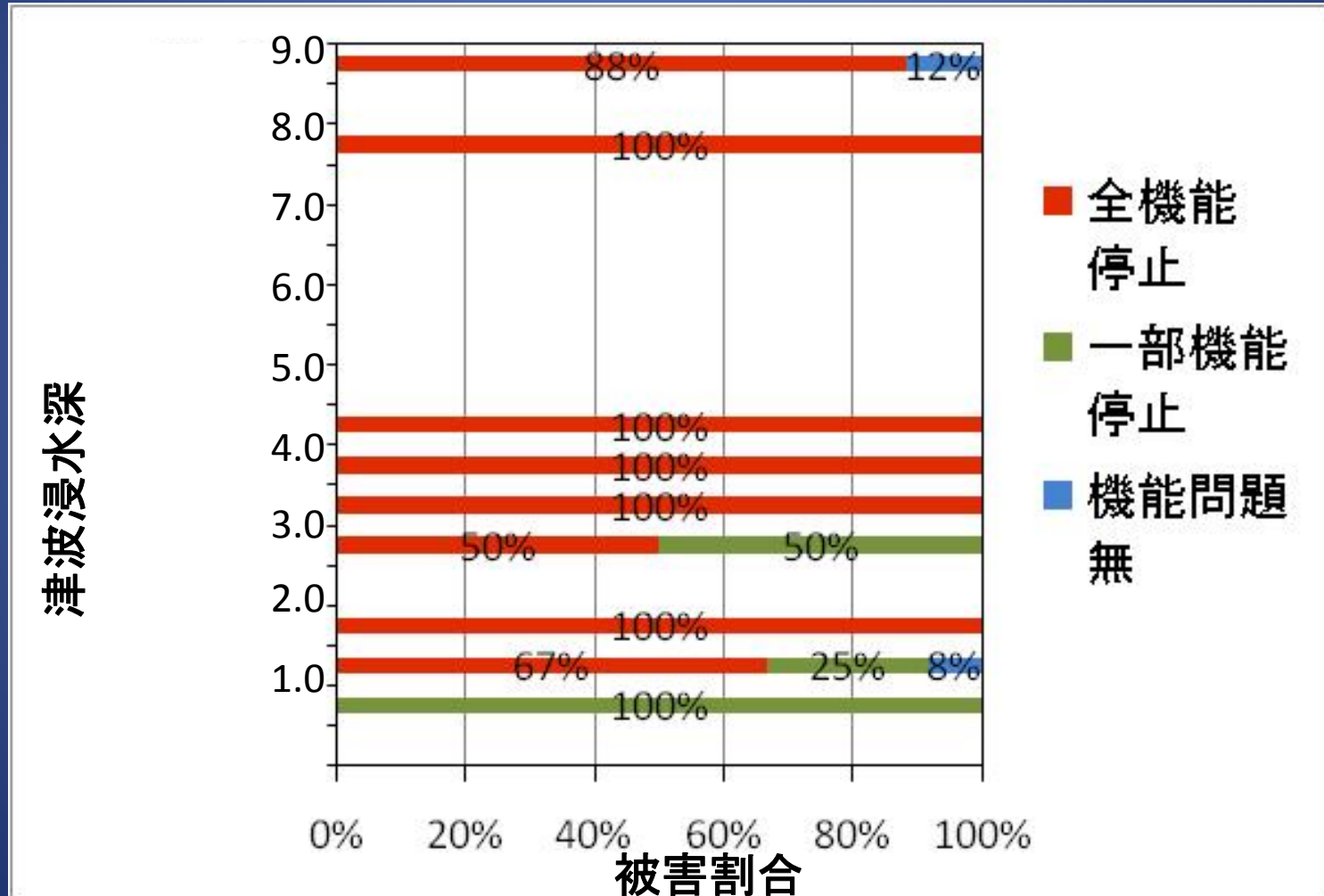
海岸からの距離による被害形態の相違

○ 海岸に近いほど「全機能停止」した処理場・ポンプ場内施設の割合は増加



浸水深による被害形態の相違①

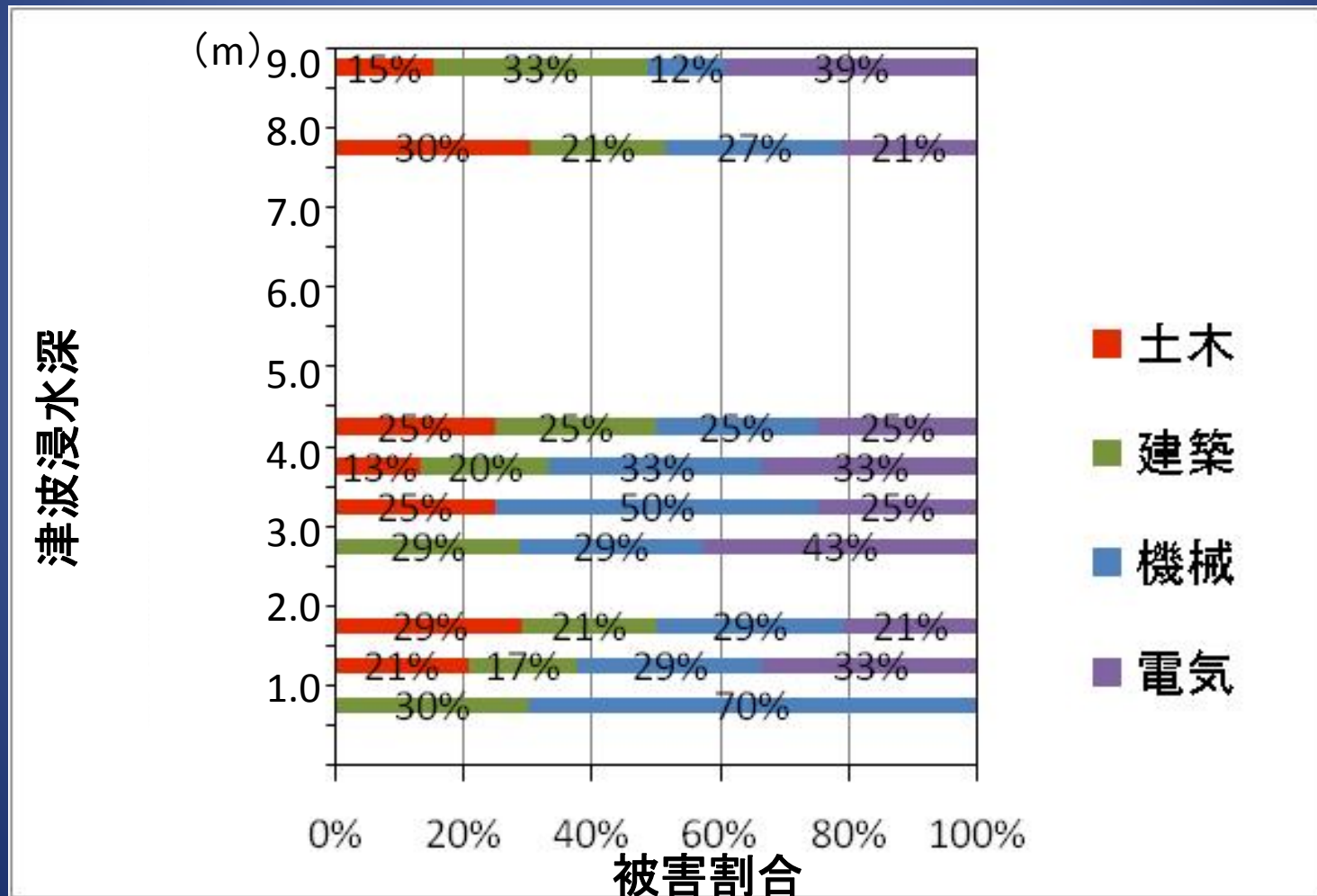
- 浸水深が1.0mを超えると全機能停止する施設が発生
- 浸水深が3.0mを超えるとほぼ全ての施設が全機能停止



※浸水深8.5m～9.0mの「機能問題なし」は土木施設（流入きよ、放流きよ、吐口）

浸水深による被害形態の相違②

- 浸水深が4.0m程度までは機械・電気施設の被害が主体
- それより浸水深が大きくなると土木・建築の比率が増加



下水道地震・津波対策技術検討(1)

委員会による提言

第1次提言：「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15日)

災害の拡大と再発の防止、段階的機能回復等の観点より
復旧にあたっての技術的留意事項

- 1) 公衆衛生の確保の考え方
- 2) 出水期に向けた緊急浸水対策の考え方
- 3) 下水道施設復旧の考え方
「緊急措置」→「応急復旧」→「本復旧」

第2次提言：「段階的応急復旧のあり方」(平成23年6月23日)
放流水質の向上を目標として、緊急措置から本復旧までに要する
期間に応じて段階的な応急復旧の過程を示した。

下水道地震・津波対策技術検討(2)

委員会による提言

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」 (平成23年8月11日)

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。このような教訓のもと、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出来る。
- 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。

今後の津波対策の方向性 ～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」①

1. 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

2. 耐津波設計において考慮すべき外的条件

津波の波圧外力、浸水による浮上・漂流、漂流物の衝突

3. 下水道施設において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」は
「逆流防止」、「揚水」、「消毒」の3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」は
「沈殿処理」、「汚泥脱水」の2機能

※「迅速」：施設の規模等によるが、概ね1週間を想定

今後の津波対策の方向性 ～第4次提言～

「耐津波対策を考慮した下水道施設設計の考え方」②

下水道施設において要求される耐津波性能

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」

逆流防止機能：樋門施設（ゲート設備等）

揚水機能：揚水施設

（汚水・雨水・放流ポンプ設備、受変電設備、自家発電設備等）

消毒機能：消毒施設

今後の津波対策の方向性 ～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」③

3. 下水道施設における対策の考え方

○ 「必ず確保すべき」機能の防護レベルは「リスク回避」

⇒ 浸水しない構造

○ 「迅速に復旧すべき」機能の防護レベルは「リスク低減」

⇒ 強固な防水構造

○ その他の機能は「リスク保有」

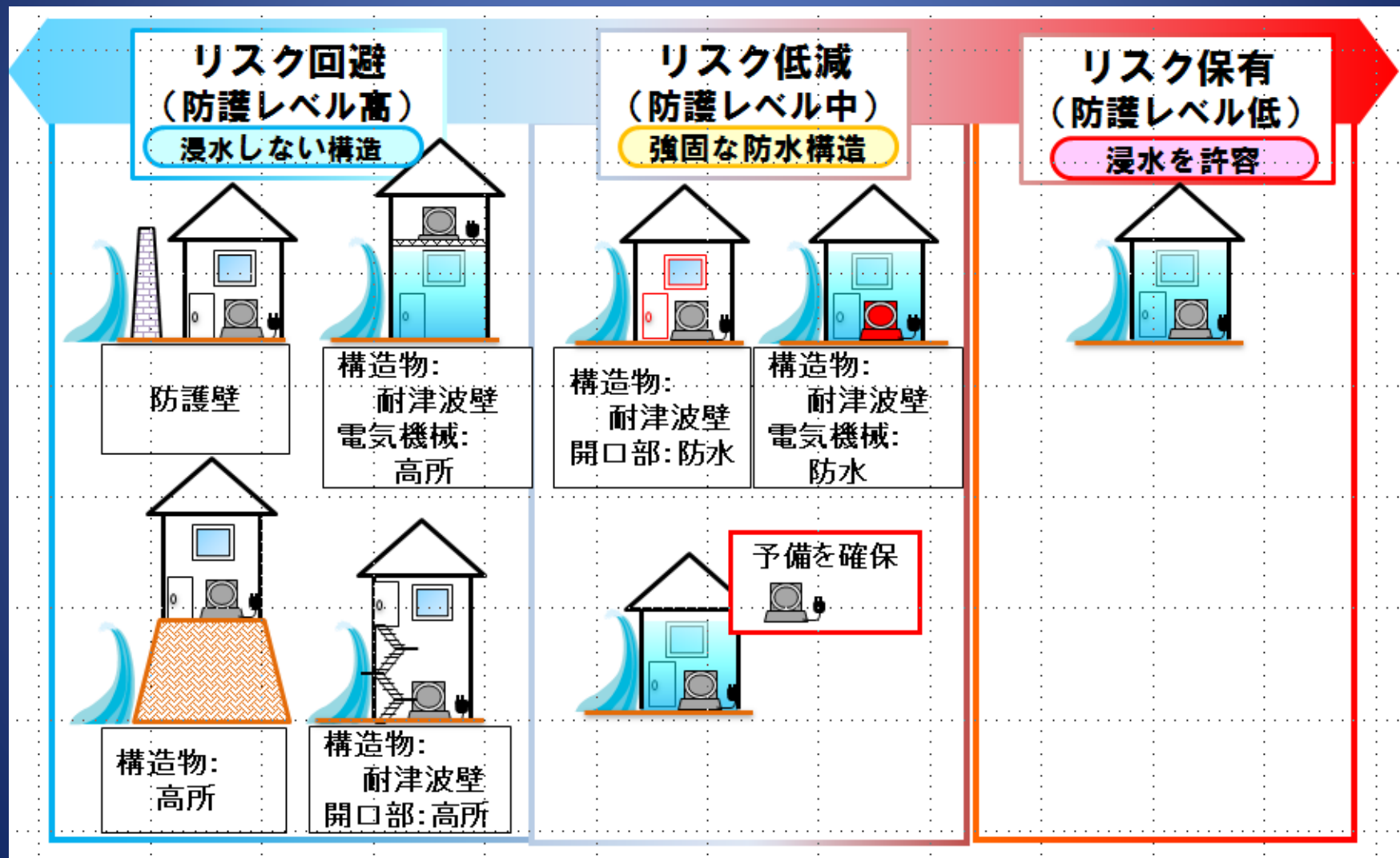
⇒ 浸水を許容

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)	強固な防水構造 (防水扉 又は 設備等の防 水化)	浸水を許容

今後の津波対策の方向性 ～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」④

下水道施設における耐津波対策のイメージ



今後の課題

津波対策

- 1) 設計用の津波高さの設定 ← 想定すべき海域の震源
- 2) 遡上した津波による外力・浸水高・遡上域推定の信頼性
(シミュレーション手法)

液状化対策

- 1) 周辺地盤全体の液状化への対応(マンホール躯体のずれ止、土砂流入防止、管の抜け防止)
- 2) マンホールの浮上に対する既存工法の有効性の確認

その他

従業員の安全確保、被災状況の早期確認、応急・本格復旧用資機材の備蓄と人材の確保、下水道施設の耐震・耐津波施策促進のための制度設計、財政処置

下水道施設における津波高さ、遡上高・浸水高の設定

津波防災地域づくりに関する法律（平成23年）第8条1項：
都道府県知事は、「津波浸水想定」（津波があった場合に
想定される浸水の区域および水深」を規定する。

被害津波を発生する海域
の地震の設定
（震源域・マグニチュード・
海底変動量）

- ・全国規模で設定が必要
- ・海域の地震活動度調査、
地質学的調査
- ・調査結果を踏えた地震
規模と震源域の設定
“最大クラス”の意味：
既往最大？

各地域（都道府県）の
沿岸域における津波高さ、
遡上域、浸水高さの設定

- ・自治体毎に実施
- ・信頼性の高いシミュレー
ション手法の確立
（学協会等の役割大）

津波浸水想定の手引き

国土交通省（平成24年2
月）

選択された「最大津波」へ
の対応

- ・想定される施設被害の
推定
- ・住民・従業員の安全確
保策（緊急避難）
- ・被害軽減のためのハー
ド対策・ソフト対策（BCP）
の整備点検
- ・目標復旧過程の策定
- ・必要資機材・人員の確
保、広域連合ネットワー
クの整備