

水道施設の被害



神戸大学大学院工学研究科
摂南大学理工学部

鋤田 泰子
片桐 信

調査目的と行程

□ 調査目的

- 広域にわたる被災地の水道施設被害の特徴(マルチハザードに対する被害パターン)の整理とそれに関わる今後の課題抽出

□ 調査行程

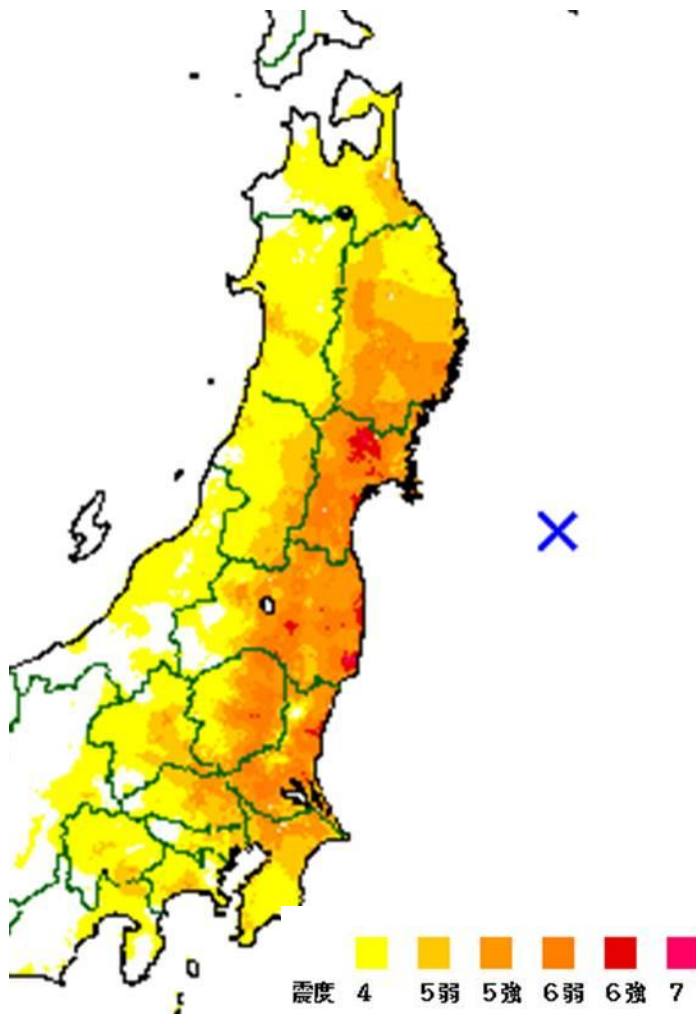
- 東北地方の被害調査(3月14,15日)
- 関東地方(千葉・茨城県)の水道被害調査(3月26～30日)
 - 千葉県旭市・銚子市・香取市、茨城県日立市・那珂市・ひたちなか市・潮来市・鹿嶋市・神栖市
- 東北地方(宮城県)の水道被害調査(4月6～10日) 4月7日の余震被災
 - 宮城県名取市・塩釜市・大崎市

□ 本報告に関する水道施設の被害調査は、鋤田(神戸大学)・片桐(摂南大学)、神戸大学院生の渡部龍正君とともに実施したものである。

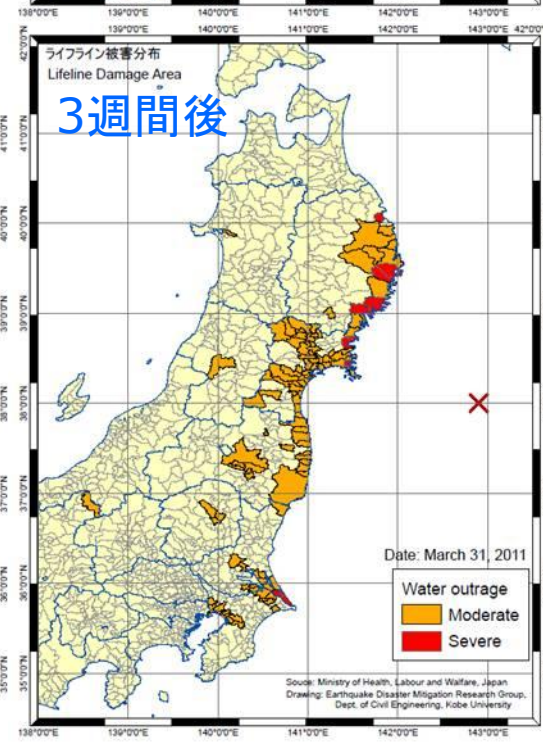
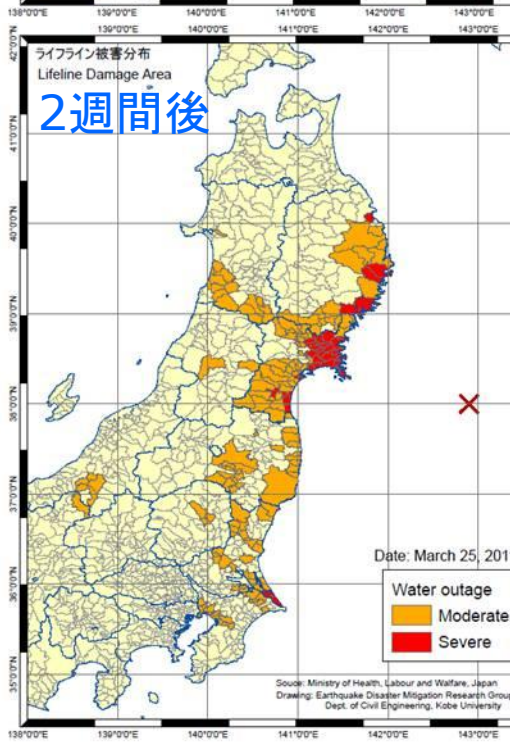
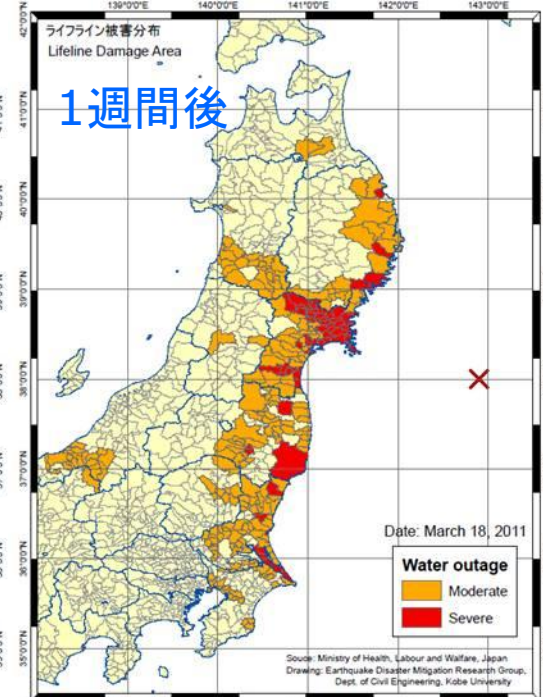
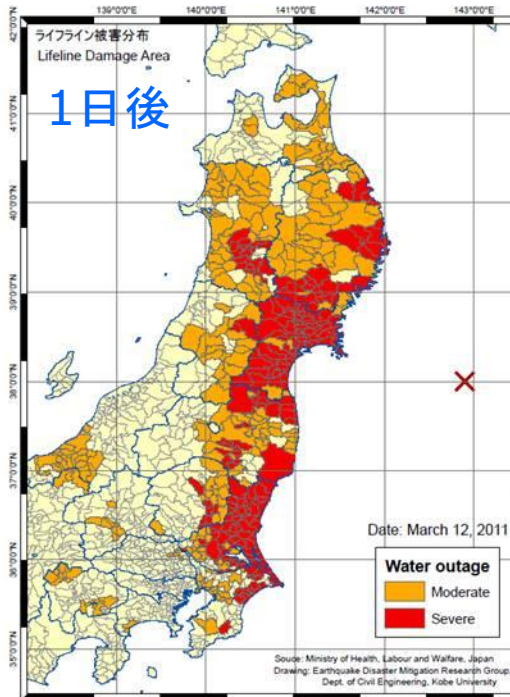
□ 謝辞

- 現地調査の一部は、澤田純男教授、高橋良和准教授、後藤浩之助教(以上、京都大学防災研)、古川愛子准教授(京都大学)との共同調査によるものである。
- 被災地の水道事業体、土木学会、日本水道協会の皆様には、貴重な資料や情報提供をいただきました。

地震動と水道復旧



震度分布(気象庁HPより引用)
→断水範囲(厚生労働省の資料に基づき、神戸大で作図)



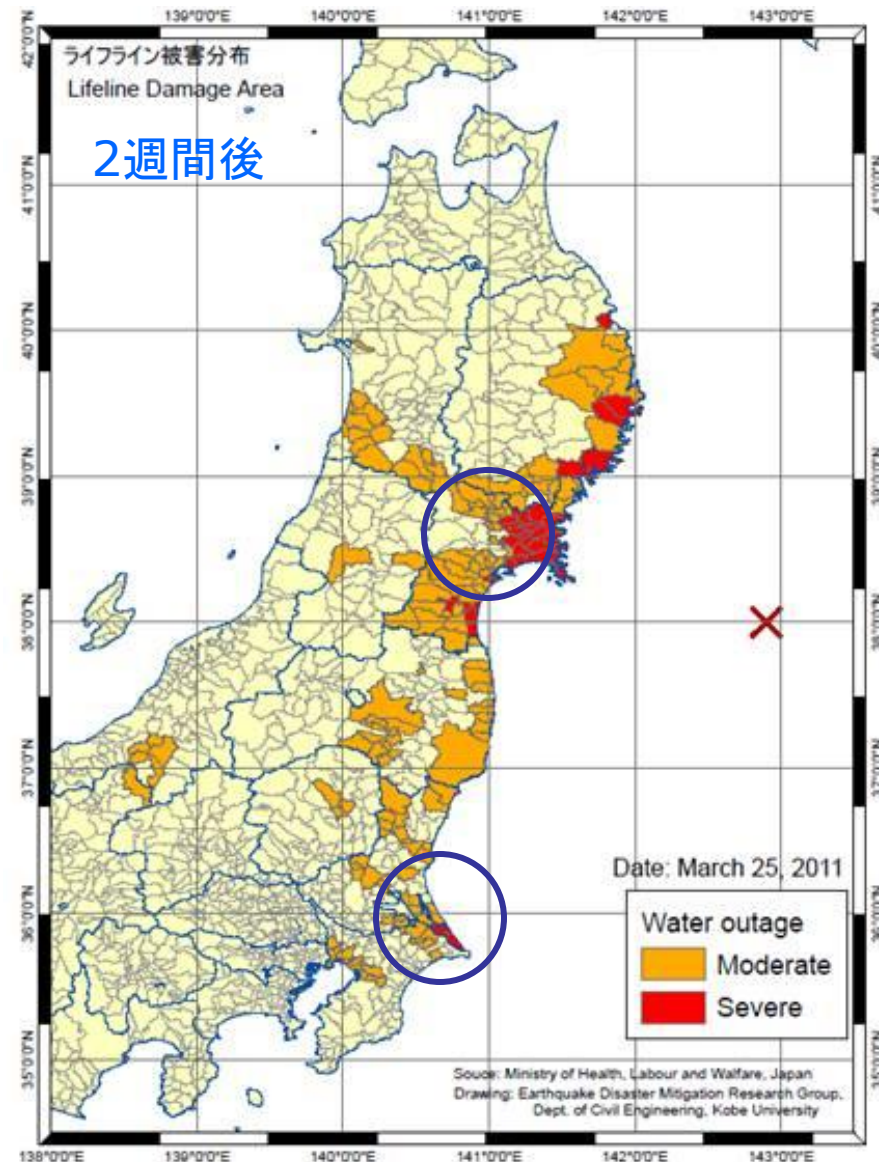
被害パターンと地域性

□ 東北地方(宮城)

- 沿岸部の津波による壊滅状態
- 大口径送水管路の漏水被害
- 局所的な宅地被害・液状化被害
- 小口径配水管路の被害は比較的軽微

□ 関東地方(千葉・茨城)

- 震度5弱から6弱
 - 中震度階地域の断水長期化
- 広域液状化による水道施設ならびに配水区の被害



大口径送水管路の被害(白石市)



(3/28の衛星写真:Google earthから引用)

曲がり部の河川伏せ越しコンクリート基礎の両端で可とう継手の抜け(仙南・仙塩広域水道:白河市IC横、仙台市などの高区送水管SPφ2400)



大口径送水管路の被害(白石市)



曲がり部の河川伏せ越しコンクリート基礎の両端で可とう継手の抜け(仙南・仙塩広域水道: 白河市IC横、仙台市などの高区送水管SPφ2400)



復旧後

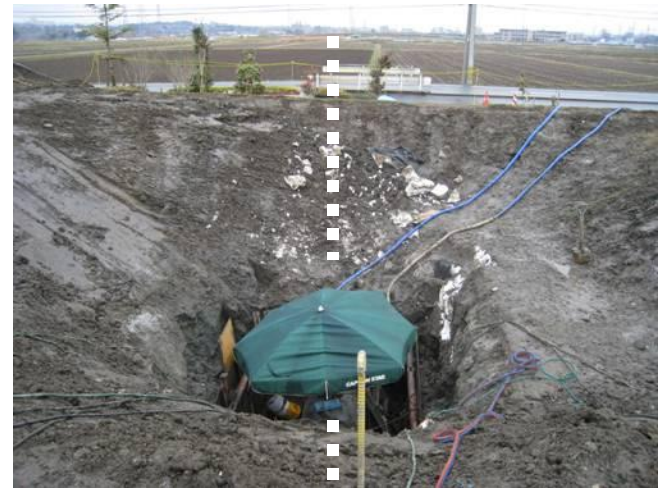
管中心のずれ、水平50cm程度

余震による管路被害再び(白石市)



コンクリート固定部の間の可とう性継手からの漏水(仙南・仙塩広域水道:白石市国道4号横。名取市などへの低区送水管SPφ800)

余震による管路被害再び(仙台市)



盛土内での鋼管溶接部(リペアバンド被覆部)
からの漏水(仙南・仙塩広域水道:仙台から塩釜へ
の分岐単独送水管、仙台市泉区、SPφ700_)

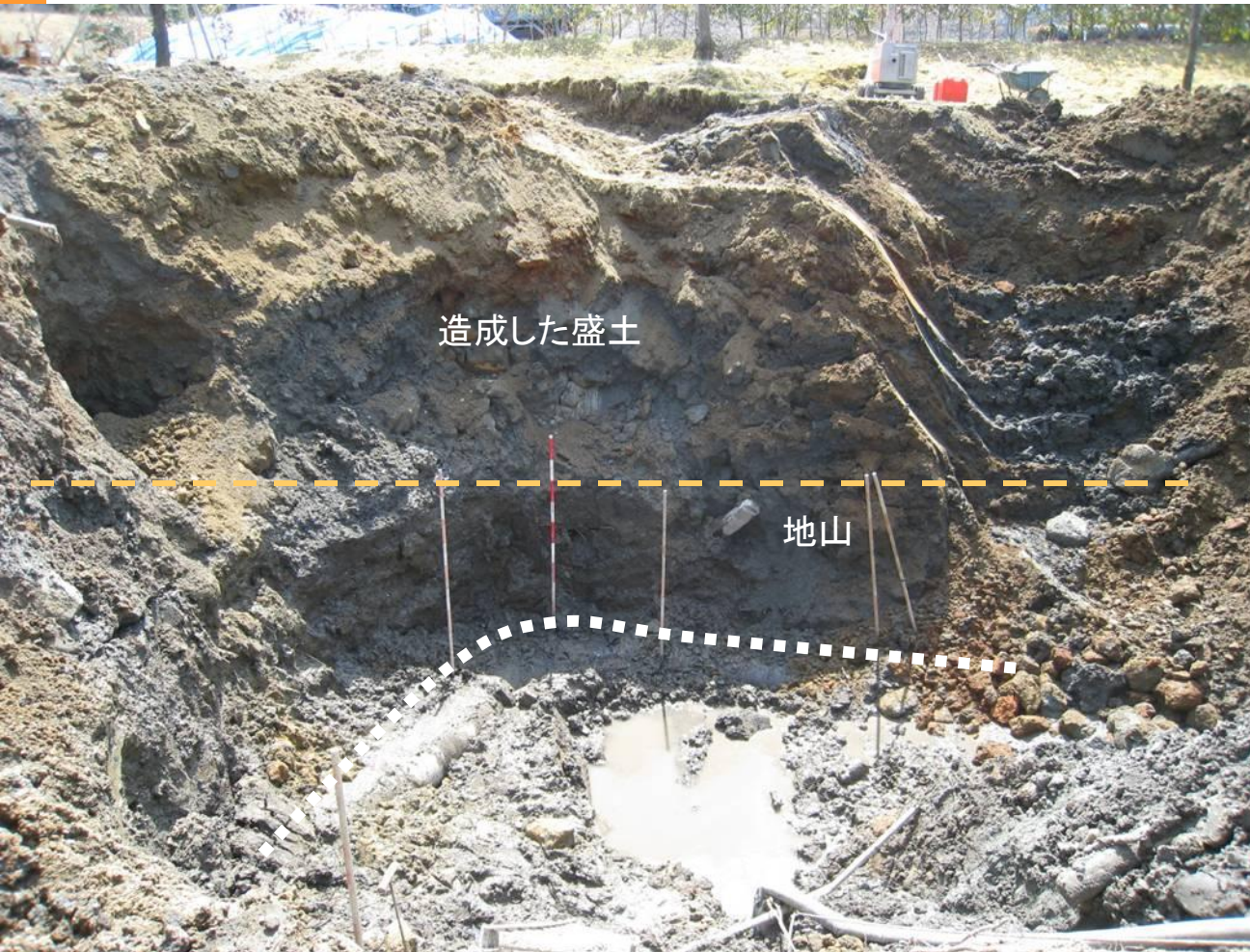
余震による管路被害再び(仙台市)

農業用水の下で交差する箇所で漏水。



盛土内での鋼管溶接部からの漏水(仙南・仙塩広域水道:仙台から塩釜への分岐単独送水管、仙台市宮城野区、SPφ700)

余震(4/7)による管路被害再び(大崎市田尻)



盛土下の管路曲がり部での漏水(大崎広域水道:田尻地区への送水管路DIPφ500)

余震による管路被害再び(美里町遠田橋横)



橋脚の河川側への移動

江合川右岸 橋脚傾斜



橋脚自体の沈下・傾斜は見られない

江合川左岸



継手部からの漏水

水管橋の橋脚周辺の地盤すべりによる継手からの漏水(大崎広域水道:田尻地区への送水管路φ500)

余震による管路被害再び(名取市)



コンクリート固定部と異形管との間の管体被害
(名取市配水管DIPφ300)



余震前(4/7)にも復旧の跡が？



ダクタイル鋳鉄管φ300の管体亀裂

東北地方におけるその他の管路被害の特徴



仙台市・緑丘



仙台市・折立



大崎市古川

斜面の宅地造成地域での地盤変状

局所的液状化による地盤変状



多賀城市



名取市・閑上

津波による供給停止地域



大崎市

水管橋支持部の被害(本震後の復旧の様子)

なぜ宮城で長期断水が生じたのか？

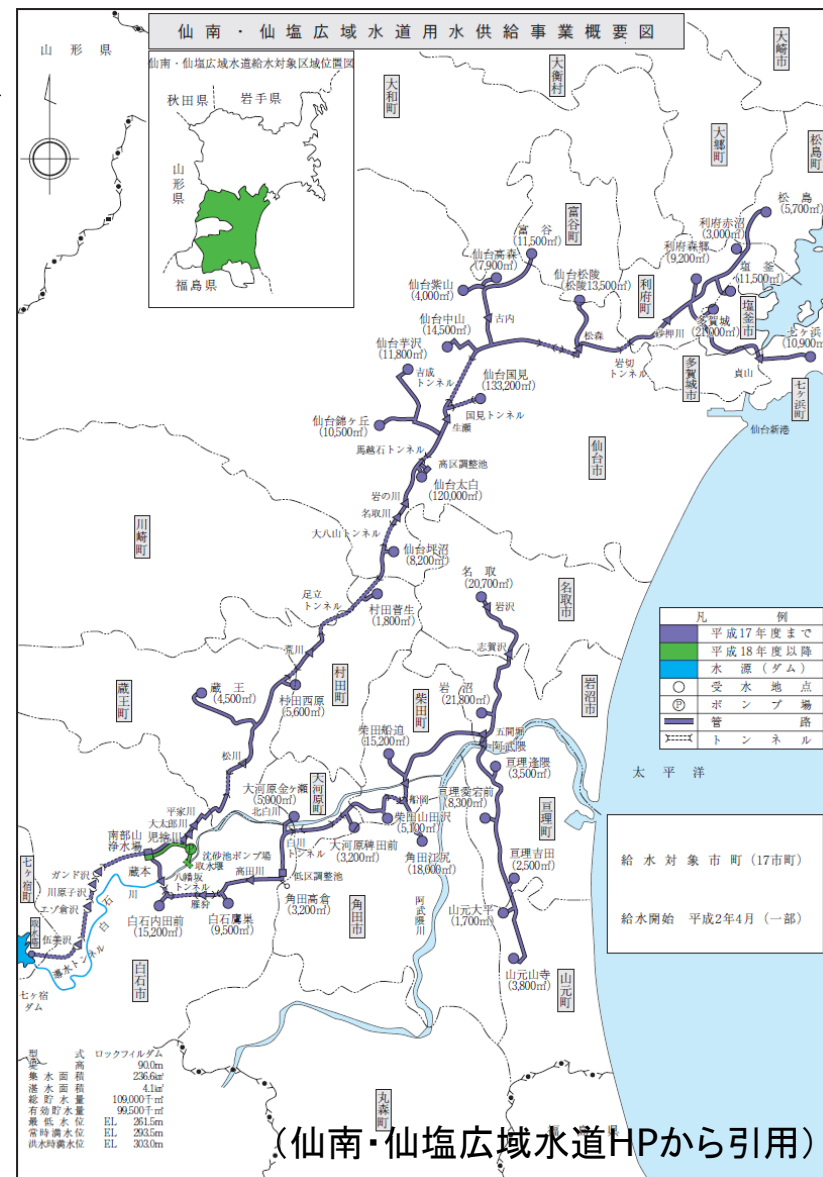
- 浄水場・配水場での施設被害は軽微
- 広域水道用水供給からの受水市町村が多い
 - 仙南・仙塩広域水道(17市町村)
 - 大崎広域水道
- 冗長性のない大口径送水管の被害による各市町村の受水日の遅れ
- 自己水源がない、または少ない市町村は断水が続く

(大崎広域水道HPから引用)



【課題】

- 鋼管可とう部・溶接部の耐震性検証
- 基幹送水管路の冗長性の確保
- 受水市町村での複数水源の確保



神栖市の液状化被害地域



(3/12衛星写真: Google earthから引用)

鰐川浄水場の液状化による施設被害



(3/12衛星写真: Google earthから引用)

鰐川浄水場の液状化による施設被害



鹿行広域水道用水供給事業の鰐川浄水場一帯の液状化による地表面の沈下(沈下50cm程度、共同溝50cm程度浮上)

取水棟の取り付け管



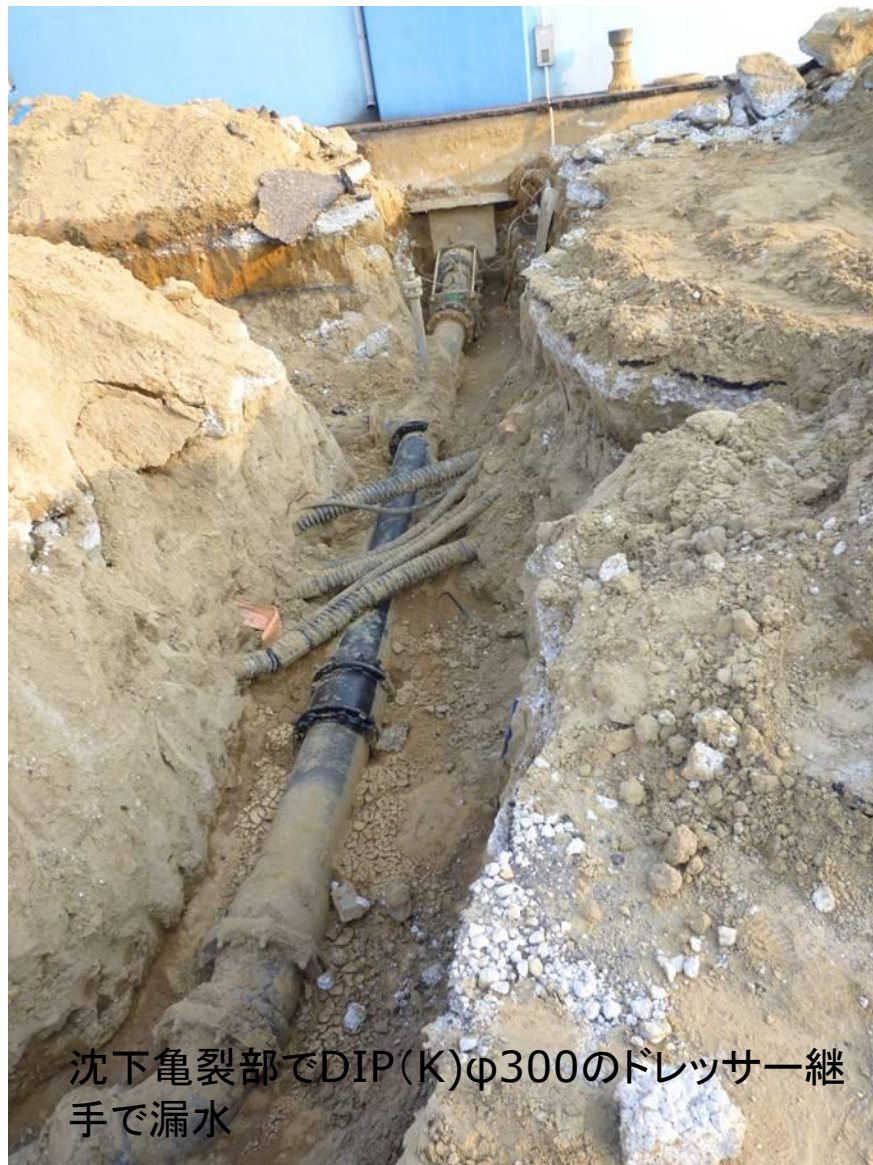
鹿行広域水道用水供給事業の取水棟への取り付け部の可とう管。周辺小口径管路が地盤と共に沈下したため、継手部で漏水



施設周辺の地盤沈下有り・無し



鰐川配水池



広域液状化による配水管被害(潮来市)



広域液状化による配水管被害(神栖市)



広域液状化による配水管被害(香取市)



千葉・茨城におけるその他の施設・管路被害の特徴



地下水槽類の浮上



水管橋の管路の津波波力による可動支承側管路の暗渠への衝突

千葉・茨城におけるその他の管路被害の特徴



地滑りによる管路(DIPφ150)流出の被害



高速道路下のボックスカルバート周辺の地盤隆起による管路(DIP(A)φ350)被害

- 利根川流域の沿岸部の浄水場・配水場で液状化被害による機能停止
- 広域水道用水供給からの受水市町村が多い
 - 企業局鹿行広域水道用水供給事業
- 自己水源がない、又は少ない市町村は断水が続く
- 沿岸部の宅地造成地では広域な液状化で本管復旧が難しい



- 沿岸部にある施設の液状化対策の再検討
- 宅地造成地一帯への可とう材質の管路の積極的採用

(茨城県企業局HPから引用)

構造面での今後の課題

- 大口径管路の耐震対策への再検証
 - 大口径鋼管の溶接部・可とう管の耐震性検証
 - 伏せ越し、曲がり部、固定部管の管路挙動の解明
 - 水管橋支承基礎の継手機構
- 広域液状化に対する被害メカニズム解明と対策実施
 - 最大地震動に併せて、継続時間の考慮
 - 長周期地震動に対する河川沿岸の重要施設への対策
 - 取水口の堤体被害への対策
 - 施設周辺の液状化地盤沈下
 - 地下共同溝・雨水枡の浮上対策
 - 取り付け管路への可とう継手の余裕
 - 液状化の可能性が高い宅地造成地への可とう材質管路の優先採用
 - 地下貯水槽類への液状化浮上検証とその対策
- 高レベルな余震地震動への配慮
 - 本震で弱化した地盤の被害進行
 - 応急的に復旧した構造物・管路の被害拡大

機能面での今後の課題

□ 停電対策

- 2,3日の停電は、初動の被害確認、その後の配水池や大口径管路への充水(少なくとも1,2日)、管路漏水確認のための水張りなどの復旧対応に遅延をもたらす

□ 送水・配水幹線の冗長化

- 単純構造の広域水道システム化への課題
- 県水と市水の二重システムのバランス
- 用水供給と自己水源の水源分散化
- 簡易水道の連結によって脆弱・経年管路を含んだシステムの拡張化がもたらすシステム全体の耐震性低下

□ 緊急遮断弁による水確保

- 自動・手動はあるものの水確保した事業者が多い

□ 緊急連絡管

- 周辺市町村も被災し、水融通がそれほど図られなかった

広域地震災害における復旧対策の課題

- 水道職員自身の津波被害
 - 塩釜市職員の半数は市役所屋上に一日半孤立
- 応急給水応援の早期開始
 - 日本水道協会の県支部・地方支部代表自治体の被災による情報集約・災害応援機能の喪失
 - 災害時の広域連携化へ（遠方の姉妹都市応援は機能した）
- 災害復旧は地元被災業者が主
- 資機材調達のサプライチェーンの確保
 - 管路・機材・ガソリン・車・運搬ルート of 事前確認必要
- 広域液状化地区の応急復旧方針の意思決定支援
 - 本管復旧・本管間の地上仮設配管設置・地上配管ならびに給水管への直接結合の選択
- 復旧にあたる職員不足の課題
 - 市町村合併による水道技術職員の削減、他部署に異動した水道経験者の応援。

ご清聴ありがとうございます。



被災事業体と災害復旧に関わられている皆様の休みない復旧活動に敬意をあらわすとともに、地震で罹災した皆様の生活の一日でも早い復旧・復興をお祈り申し上げます。