

水道管路の復旧支援と震災対策

ー 東日本大震災の復興に向けて ー

平成24年3月27日

株式会社 クボタ
パイプシステム営業ユニット
理事 岡部 洋

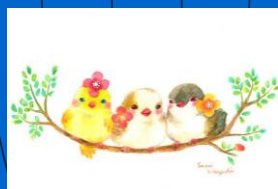


1

復旧活動ご苦労様です
これからが本当の復興です！

「東北に生きる」人たちへ
「絆」(Kizuna)は国際語になりました！

復興へ向けて第一歩
力を合わせて頑張りましょう！



引用: <http://mercerie.jp/blog/2011/09/39.html>

2

ご説明内容

- 復旧支援活動はうまくいったのか！
- 大きな地震はまた来るのか！
- 管路の被害はどうだったのか！
- どのような対策が必要か！

3

復旧支援活動はうまくいったのか！

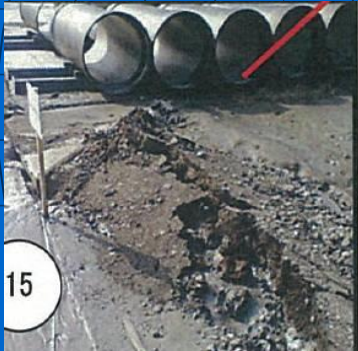


4

工場と置き場の被害

—すぐには出荷出来なかった—

<クボタ京葉工場流通加工センター>
液状化により出荷不可 (3/15より稼動)



<クボタ仙台塩竈置き場>
津波による土砂流入・油類の付着等により出荷不可
(5/20に稼動)



大阪の阪神工場から出荷

5

復旧支援体制

- 日本ダクタイル鉄管協会 (JDPA) の中にも対策本部を設置
- 鉄管メーカー3社の復旧資材在庫リストの作成
- 必要資材予測本数を算出し、在庫として製造
- 事業者⇒日本水道協会 (JWWA) ⇒JDPA⇒各メーカーの体制づくり



- 資材置き場の確保
 - ① 仙台市水道局より置き場を借用 (3/19より稼動)
 - ② 販売店の置き場を確保 (3/29より稼動)
- 復旧支援
 - 事業者技術支援、応急復旧資材の手配、被害調査
⇒ 3/17～4/6 (約220人・日) (現地の営業部隊除く)
 - 災害地への派遣のため2週間程度で交代

6

復旧支援の課題は何か

- 現地社員も被災者であり、すぐに動けなかった。
- 携帯電話も不通のため、緊急事対応の指揮命令が機能しなかった。
⇒被災地の組織は機能しないことを前提に本部から指揮する。
- 広域災害時は通信・救援支援・物流（ガソリン）の確保が難しかった。
⇒衛星電話、救援物資の備蓄、燃料の確保が必要。
- 復旧資材は価格や契約未決定のまま出荷を最優先した。
- 復旧資材の情報が混乱して、同じ注文が輻輳した。
⇒日頃からJDPA一本化など緊急時体制の周知が必要。
- 福島原発などの影響により復旧資機材の輸送が困難であった。
⇒現地情報の正確な入手が必要。（現地への派遣が有効）
（原発の事故、通行止め、ガソリン不足の状況など）
⇒海上輸送の準備が必要
- 復旧資材は水道事業体での備蓄が重要。
- 民間企業の活用方法の検討。（設計施工管理は可能）
- 各種規制の緩和。（水質基準、管理基準など）
- 民間企業が支援しやすいための支援制度の検討

7

大きな地震はまた来るのか



8

関東・東海地震は周期的にやってくる

＜関東大震災（70年周期）＞

1633年：寛永小田原地震（M7.0）

↓（70年後）

1703年：元禄地震（M7.9～8.2）

↓（79年後）

1782年：天明小田原地震（M7.0）

↓（71年後）

1853年：嘉永小田原地震（M6.7）

↓（70年後）

1923年：関東大震災（M7.9）

↓（80年後）

現在

＜東海大地震（100～150年周期）＞

1498年：明応地震（M8.2～8.4）

↓（107年後）

1605年：慶長地震（M7.9）

↓（102年後）

1707年：宝永地震（M8.4）

↓（147年後）

1854年：安政東海地震（M8.4）

↓（149年後）

現在

9

これだけ発生している大地震

（東日本大震災は1950年以降で世界4番目の大地震）



図1 1950年以降の世界で観測された巨大地震：東北地方太平洋沖地震はトップ5に入る大きさ（Mwはモーメントマグニチュード）

出典：土木学会誌 VOL.96 No.6 JUNE 2011 p.5

10

大きな被害が出た地震

(1900年以降の被災人数が多いもの)



出典 : The 10 Deadliest Earthquakes Of The Last 100 Years: Pics, Videos, Links, News

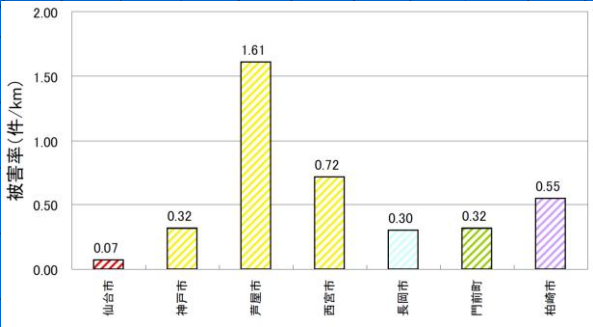
11

管路の被害はどうだったか



12

大規模地震では低い被害率(導・送・配水管)



地震名	事業体名	被害件数(件)	管路延長(km)	被害率(件/km)
東日本大震災	仙台市	264	3,761	0.07
阪神・淡路大震災	神戸市	1,264	4,002	0.32
	芦屋市	297	185	1.61
	西宮市	697	966	0.72
新潟中越地震	長岡市	328	1,080	0.30
能登半島地震	門前町	56	175	0.32
新潟中越沖地震	柏崎市	518	949	0.55

注1) 被害件数には、付属施設の被害を含んでいない。
注2) 仙台市の被害件数には、津波被害地区や警戒区域等の団地での被害は含まれていない。

引用: 平成23年) 東日本大震災水道施設被害等調査団報告書、厚生労働省健康局水道課・社団法人日本水道協会、平成23年9月

地盤変状が比較的少ない



引用: 土木学会東日本大震災被害調査団(地震工学委員会)緊急地震被害調査報告会(2011/4/11) 講演資料

津波で水道管路も剥き出しに



陸前高田町φ200ダクタイル鉄管の抜け



石巻市φ200NS形



女川町φ100石綿セメント管の破損



気仙沼市塩化ビニル管の破損

引用: 水道産業新聞社写真集



石巻市φ200NS形



新地町ポリエチレン管の破損

引用: 水道産業新聞社写真集

15

多くの水管橋も被災



石巻港付近 鋼管φ200 津波被害



鋼管φ100水管橋抜け(余震被害)



南三陸歌津駅付近 鋼管橋梁添架 津波被害

16

石油タンクの破壊と油の流出

—消防用水の確保も重要—

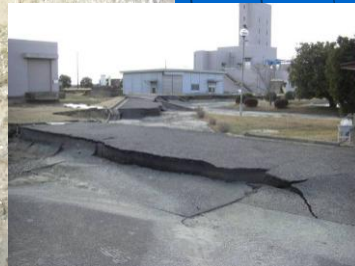
気仙沼、山田町、大船渡などで石油が付着した建物が数多く見られた。



http://www.dpri.kyoto-u.ac.jp/web_j/saigai/tohoku2011/sougou_20110811.pdf 17

浄水場内の液状化による被害

(φ 200 ダクタイル鉄管 T形継手の離脱)



注) 手前管路K形φ400は継手離脱部分の復旧に伴う解体状況である。

構造物の取合部の被害

—適切な変位量の確保—



(φ600 ダクタイル鉄管 K形継手の離脱)

引用:土木学会東日本大震災被害調査団(地震工学委員会)
緊急地震被害調査報告会(2011/4/11) 講演資料



いわき市 海岸部 水管橋
津波により破損、橋台部の
鋼管との取り合いで抜け

19

液状化による貯水槽の浮上

—液状化対策が必要—



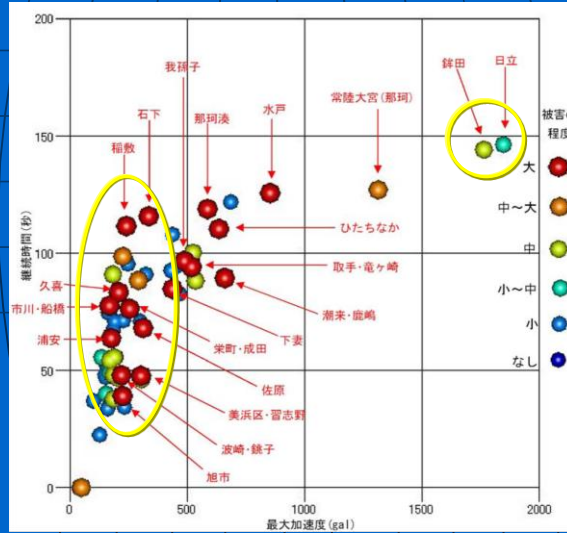
耐震貯水槽φ 2600 100t 鋼製



20

液状化は小さな加速度でも発生

(大きな加速度でも発生していない場合もある)



出典：国土交通省関東地方整備局 東北地方太平洋沖地震による関東地方の地盤液状化現象の実態説明

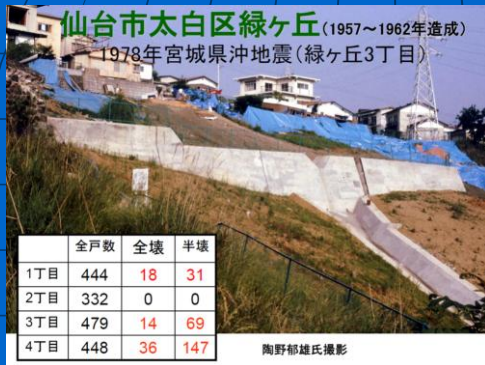
21

河川近傍など地盤が悪い所が危ない



22

造成地、切土盛土部が危ない



引用:土木学会東日本大震災被害調査団(地震工学委員会)緊急地震被害調査報告会(2011/4/11) 講演資料



注)造成年代、設計基準により被害状況が異なる。

引用: <http://blog.goo.ne.jp/takanoharatown/e/e7e2fe2d3b6715d18cc9b2d7e3b25556>

23

路肩、歩道部の崩壊が危ない

—盛土部が要注意—



φ900 ダクタイル鉄管 S形埋設部



24

可とう管部が危ない

ー再チェックが重要ー



可とう管の破損



φ2400 鋼管 可とう継手の離脱



可とう管が機能した例(石巻市φ600)

25

老朽管が危ない



いわき市 φ1100 ダクタイル鉄管の腐食



宮城県仙台市内 φ700 鋼管 継手部漏水

引用: 水道産業新聞社写真集

26

基幹管路の被害が大きな影響



φ1500 ダクタイル鉄管 K形継手の離脱

27

付属設備の被害が多く発生



破損した空気弁

28

管路被害の特徴

— 津波を除いては過去の地震被害と同様の傾向 —

- 地震の被害は小さめである
- 水管橋
- 火災・油の流出
- 液状化地盤、埋立地盤
- 構造物取合部
- 護岸近傍付近
- 切土盛土部、地盤急変部
- 軟弱地盤
- 道路路肩部
- 傾斜地（坂道など）
- 可とう管部
- 老朽管部分
- 基幹管路の影響大
- 付帯設備（空気弁など）

29

どのような対策が必要か



30

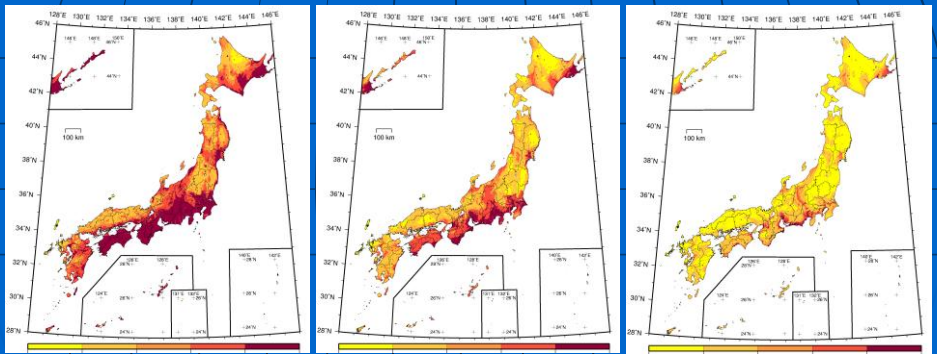
管路の弱い部分から改良

—想定被害率の大きな所から耐震化—

震度5強以上の確率

震度6弱以上の確率

震度6強以上の確率

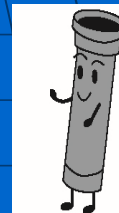
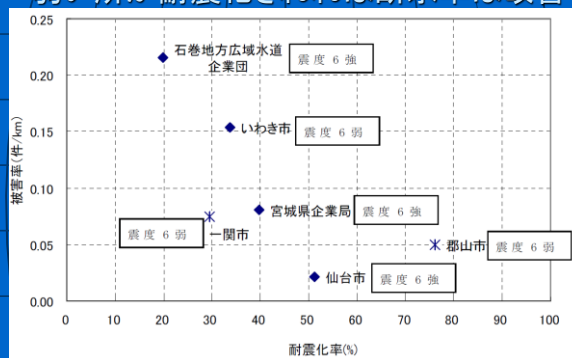


今後30年間に発生する確率(最大ケース・全地震)(基準日:2010年1月1日)

31

耐震化率を50%以上に

—弱い所が耐震化されれば断水率は改善—

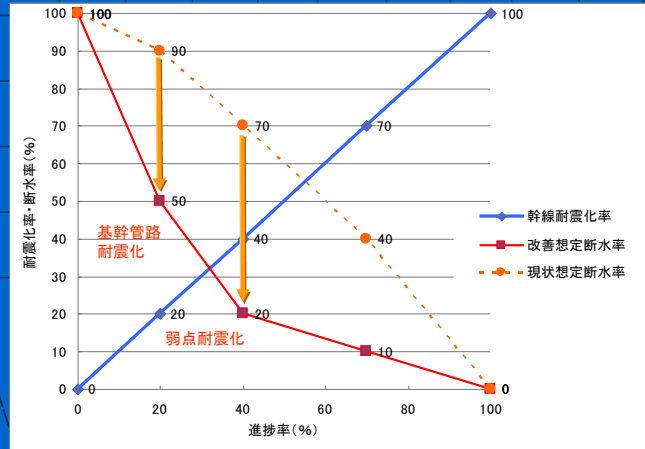


- 耐震化率が50%以上だと被害率も小さい
- 被害率が0.05件/km以下なら、管路延長1000Kmでも被害件数は50件程度

32

想定断水率を下げる

—基幹管路・弱い所をまず耐震化—



- 耐震化の仕方では被害を小さくできる

33

埋設する管路のほとんどは耐震管

—まだ約25%が一般管を使用—

平成22年度 耐震管(GX・NS・S II・S・US形)の出荷比率
(上水道、簡易水道)

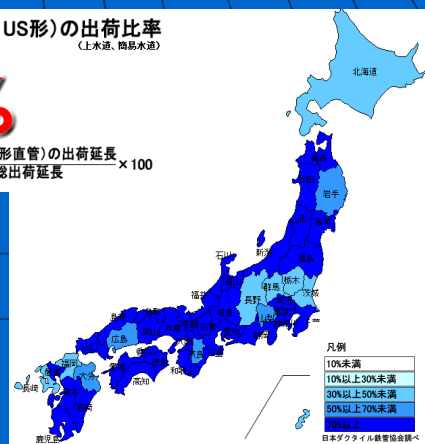
全国平均

75.8%

耐震管出荷延長比率 = $\frac{\text{耐震管(GX・NS・S II・S・US形直管)の出荷延長}}{\text{ダクタイル直管の総出荷延長}} \times 100$



アメリカでも耐震管の採用を検討中



日本ダクタイル鉄管のHPより引用

34

基幹管路の更新が遅れている

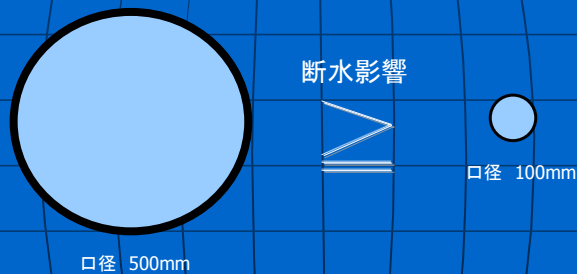


2020年には大口径の65%が老朽管

35

基幹管路の被害率を小さく

—弱点を早急に補強—



- 口径500mmと100mmでは輸送能力が25倍
- 断水時の影響人口も25倍

36

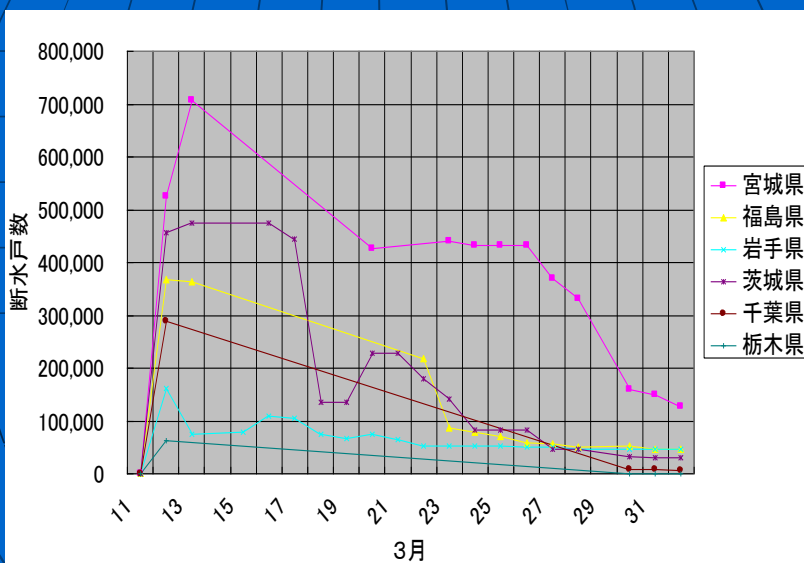
用水供給管路の被害とその影響 ーバックアップが重要ー



出典: 宮城県企業局ホームページ掲載情報にヒアリング情報を加筆

37

基幹管路の復旧がポイント ー小口径は量産資材ー

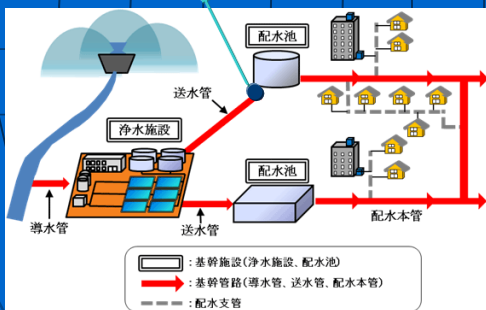


38

基幹管路の耐震化が急がれる —環境にやさしく経済的—



小水力発電



厚生労働省のHPより引用
<http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/kenkou/suido/taishin/index.html>



急曲線にも対応



経済的な幹線布設工法 DXR工法

39

老朽化した基幹管路の耐震化



- 液状化地盤: φ 500 ダクタイル鉄管 K形継手の離脱



- 印籠継手の鋳鉄管は被害率が高い
- 管体やボルト腐食している
- 老朽管は早急に更新
- 30年以上の管路はポリエチレンスリーブ無し



- 老朽度は現地調査が有効



- 優先度の高いものから更新・耐震化

蛇田浄水場新下沼 φ500印籠継手の漏水

40

初期ダクティル鉄管の耐震化



- 外面腐食が発生しているA形継手

- 異形管の内面は無ライニング
- 継手もA形など耐震性が低い
- ポリエチレンスリーブも無し



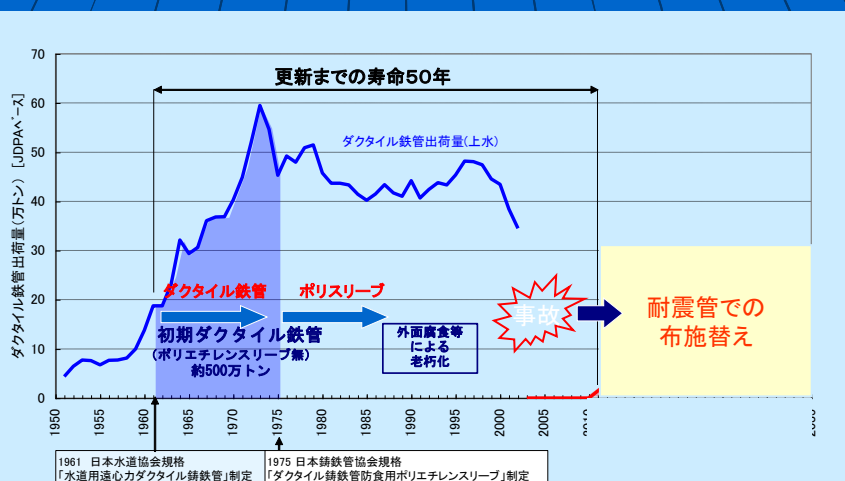
- 計画的な更新が必要



- 無ライニング管の錆こぶ

41

初期ダクティル管は50歳



- 注) グラフのトン数は埋設されているトン数ではない。

42

重要拠点までの管路耐震化が重要 ーバックアップも大切ー



- ガソリンがないと給水車も動けない
- 道路も寸断されると水が運べない
- 給水拠点、避難所、病院までの耐震化が必要

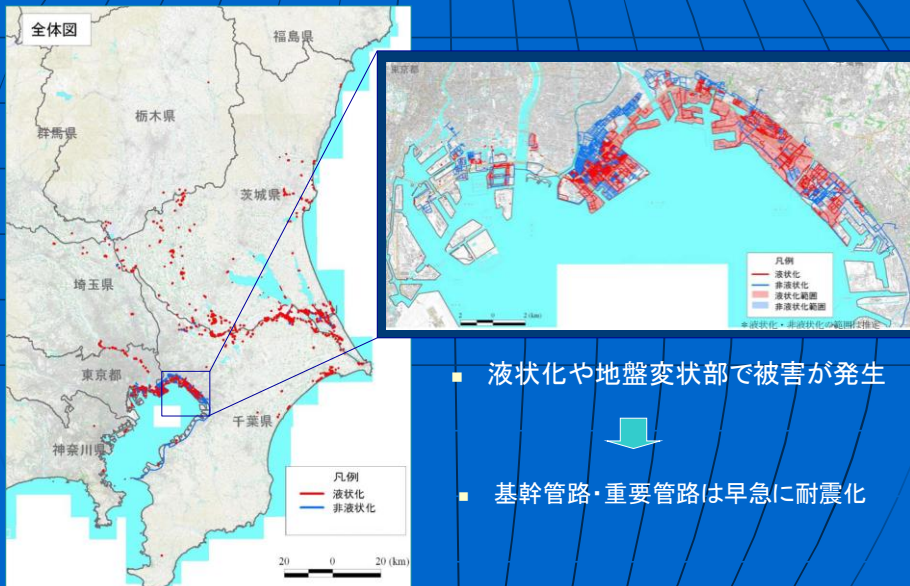


被災後1週間後では生活用水が必要

引用: 土木学会東日本大震災特別委員会総合調査団 調査報告会報告(2011/4/8) 講演資料

43

液状化部を優先して耐震化



- 液状化や地盤変状部で被害が発生



- 基幹管路・重要管路は早急に耐震化

出典: 国土交通省関東地方整備局 東北地方太平洋沖地震による関東地方の地盤液状化現象の実態解明

44

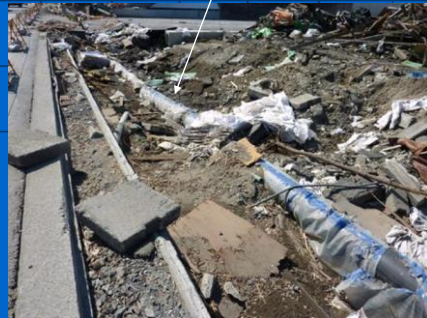
地盤変状部を優先して耐震化

ー路盤崩壊部、河川近傍、軟弱地盤などー

路肩崩壊部



φ300 ダクタイル鉄管 NS形



引用:土木学会東日本大震災被害調査団(地震工学委員会)緊急
地震被害調査報告会(2011/4/11) 講演資料



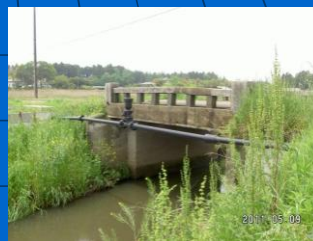
45

沿岸部水管橋の改修

ー津波想定エリアの伏越化ー



DIP 水管橋 (被害なし)



DIP 水管橋 (被害なし:線形に変化あり)

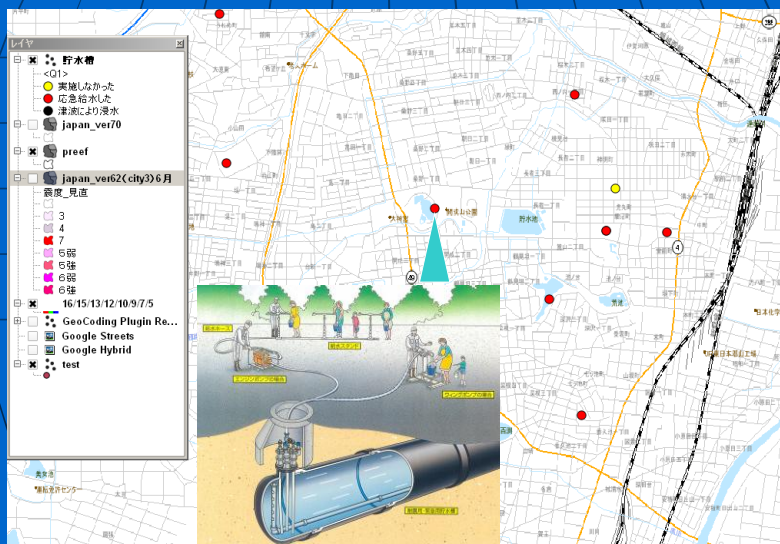


DIP NS形φ350 橋梁添架管 (被害なし)



46

耐震貯水槽が有効に活用された (郡山市の例)



47

防災訓練が大切 (鎌倉市の例)

耐震貯水槽を使用した給水訓練



48

キャンバス水槽も有効

—給水車の効率活用—

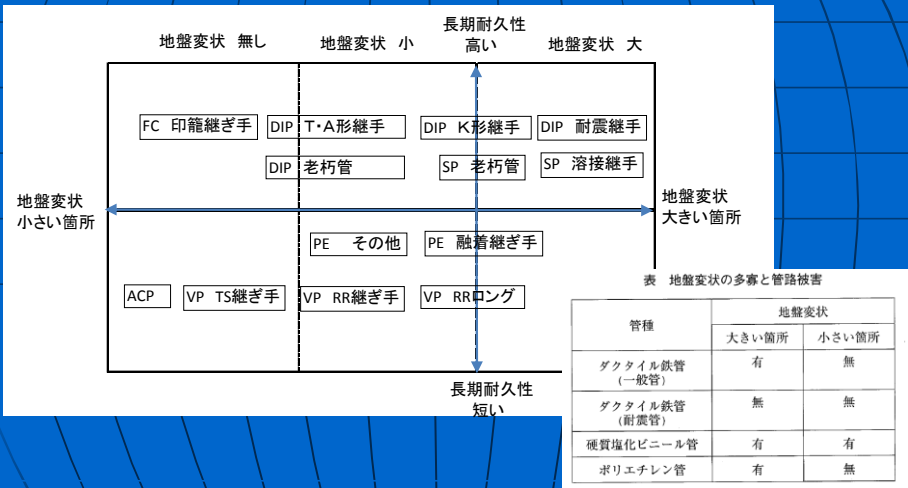


新潟市水道局が支援



長期的視点で耐震化

—管体強度の強さも有効—



引用: 日本水道新聞社第48巻 第二号P28 表

管路の地震対策

- 阪神淡路大震災よりはるかに大きい最大加速度を観測したにも関わらず、管路の被害が少ない。
- 管路被害の傾向は過去の地震と同様。
- 管路の弱点部、地盤変状部（液状化、軟弱地盤、路肩、沿岸部、河川近傍など）に被害が発生。
- 基幹管路の老朽管更新が耐震化の強化につながる。
- 津波被害も減災（舗装の補強、バイパス）が必要。
- 長期耐久性（LCC）も視野に入れて耐震化

51

これからが本格的な復興

- 住民とのリスクコミュニケーション
- 復興計画（水源調査含む）への補助支援
- 重要管路（耐震化すべき管路）の明確化
- 既設管の弱点の調査、診断
- バックアップなど安全率の増加
- ライフサイクルコストを考えた復興



「命の水 未来につなごう市民の水道管路」

52

これからの復興
みんなで頑張りましょう！

ご清聴ありがとうございました。

