

既設ライフライン施設の維持管理投資

武蔵工業大学 学生会員 ○直井 千明

武蔵工業大学 正会員 小池 武

1. はじめに

近年、恒常化している渇水や 1995 年兵庫県南部地震を教訓に水道のライフラインとしての役割が再認識され渇水や災害に強い施設整備の重要性が高まっている。

わが国の既設水道システムは、幹線管路の耐震化が概ね整備されているが、配水・給水管網の耐震化はまだ不十分な状態にあり、今後は耐震性が脆弱な老朽化施設の更新事業が重要な課題となってくる。

しかし、配水管網内の耐震化整備対象箇所数は膨大であり、最も必要な箇所の特定が急がれる。また、幹線管網でも、配水池やバルブステーションなどノード部分の施設の耐震化については未整備のところもあり、水道システム全体としてどの部分からどの規模で耐震化整備をするのが最適なのかに関する判断資料が望まれている。

本研究は、最適な地震防災投資戦略を構築するために、事業価値評価基準を用いて耐震化整備の優先箇所について検討したものである。

2. 地震防災投資

2.1 事業体の事業費分析

川崎市上水道システムを対象事例として、水道事業体の収支内容を分析する。水道事業全体の事業価値を次式で評価する。

$$V = B + I - E - C_D - C_M - C_S - E(C_R + \Delta B + \Delta I) \quad (1)$$

ここで、 $V, B, I, E, C_D, C_M, C_S, C_R, \Delta B, \Delta I$ はそれぞれ、事業価値、社会的便益、収益、一般管理費、減価償却費、維持管理費、地震防災投資額、震災復旧費、震災時便益損失、収益損失である。とくに、地震時復旧費と損失額は、地震発生確率による期待値として推定する必要がある。

実際に、2004 年度の川崎市水道局の事業費から推測すると、上記の各費用は以下のように推定できる。すなわち、単年度収入 477 億円、支出 402 億円、減価償却費 54 億円、維持管理費 38 億円、耐震投資 25 億円。いま、初期建設費が別途資料により $C_0=1290$ 億円と推定されることから、事業体運営期間を 30 年とすると上水道システムのもたらす社会的便益は 43 億円となる。上記数値より、式(1)の単年度事業価値は

$$\begin{aligned} v &= b + i - e - c_D - c_M - c_S \\ &= 43 + 477 - 402 - 38 - 25 - 54 \\ &= 1 \end{aligned} \quad (2)$$

ここで、災害費支出をゼロと仮定している。

2.2 維持管理・地震防災投資

当該事業体の長期維持管理・地震防災投資計画では、浄水場、配水池、地上貯槽タンク、バルブステーションなどのノード施設の整備事業の整備計画はあるものの、その進捗率は低い現状にある。一方、管路の耐震化率は、図 1 に示すようにダクタイル鋳鉄管・鋼管以外の耐震性能の脆弱な管路が未だ 12%程度存在し、ダクタイル鋳鉄管全体の約 90%が耐震性に弱い継手を有していることを示唆している。これらのダクタイル管は主として配水管網に設置されていると、管路の耐震化は配水管が対象となり、ノード施設の耐震化は幹線管網が対象となることがわかる。

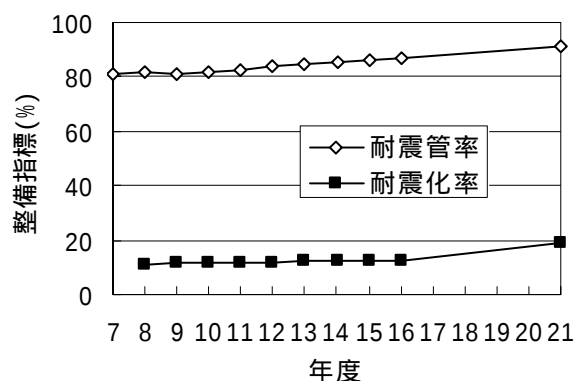


図 1. 管路整備の傾向



図 2. 幹線管網のリンクモデル



図 3. 幹線管網のノードモデル

キーワード ライフライン、耐震補強、劣化

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1 - 2 8 - 1 武蔵工業大学工学部都市基盤工学科 TEL 03-3703-3111

配水地区目標ノード

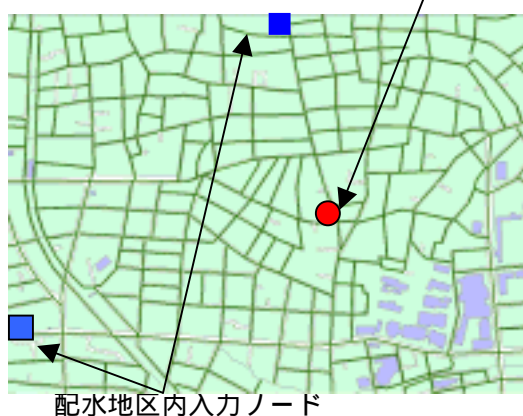


図4．配水管路網の例

図2、3は対象水道システムの幹線管路網のリンクおよびノードの配置図であり、図4は幹線管路網に連結されている配水管網の一部を示す。

3. 水道システムの地震時被害推定

3.1 地震危険度

当該水道システムにとって潜在的脅威のひとつである立川断層上で地震が発生する場合について検討した結果を図5に示す。

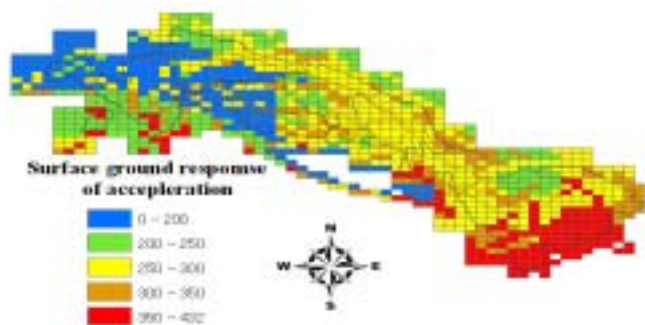


図5．地表面加速度応答

3.2 水道システムの経年劣化と耐震化補強の効果

既設水道システムは現状の施設体系になって概ね30年が経過しているとして、今後5年間に集中的に耐震化投資を実施した場合の完成年度における水道システムの耐震性能の推移を検討する。

耐震性向上の評価指標として、上流側水源から配水管網の需要端までの通水性能を管路の連結性能によって評価する。

3.3 耐震化整備箇所の効果

(1) 配水管網の耐震化整備の効果

5年間の耐震化投資125億円を配水管路網の中の非耐震化継手を耐震化継手に変更する費用に充当する。この耐震化によるシステムの通水性能算定結果を図6に示す。同図は、耐震化前配水管網のそれぞれのノード

ドへの通水性能が耐震化後どう変化するかを示したものである。管路を耐震化することで、通水性能が大幅に向上することがわかる。

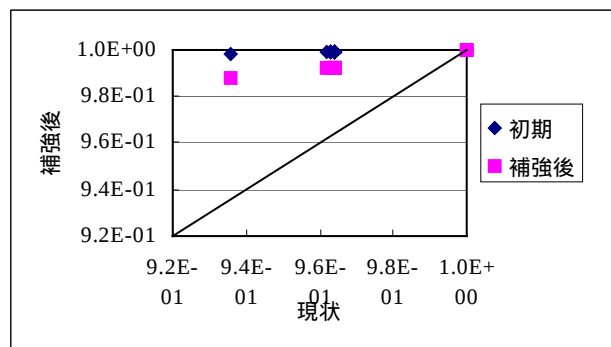


図6．配水管網の耐震化整備の効果

(2) 幹線管路網ノードの耐震化整備

上記と同様に、ノード施設の耐震化投資を行った場合のシステムの通水性能算定結果を図7に示す。ここで、ノードの耐震化はそれぞれの施設の Fragility curve が耐震補強により更新されるものとして評価する。

同図は、耐震化前配水管網のそれぞれのノードへの通水性能が耐震化後どう変化するかを示したものである。管路を耐震化しても、通水性能が大幅に向上するのはごく一部であることがわかる。

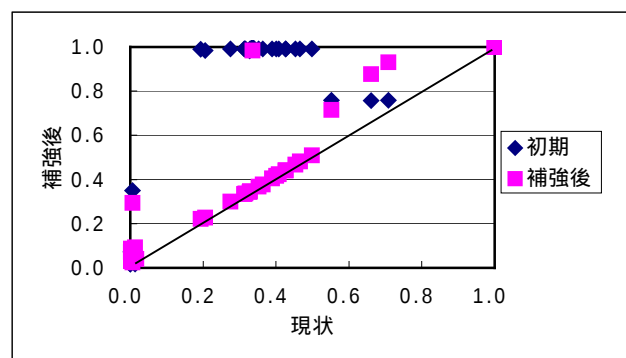


図7．幹線管路網ノードの耐震化整備効果

4. 結論

本研究では、既設ライフラインの耐震対策を実施する際に、どの箇所を補強すれば有効な耐震性能の向上が見られるかを検討した。数値計算結果によれば、配水管網の耐震化整備によって通水性能が大幅に向上することがわかった。

参考文献

- 1) 鈴木喜朝「配水管網の正味現在価値指標による耐震投資効果評価手法の開発」,武蔵工業大学修士論文,2005.
- 2) 川崎市; 川崎市水道局H P,2006.