

道路閉塞を考慮した水道管路の広域復旧に関する基礎的検討

豊橋技術科学大学 正会員 O 河邑 眞
豊橋技術科学大学大学院 大橋 俊夫

1. はじめに

広域で大規模な地震被害が発生した場合には、地域内で防災体制の連携を深め、応援が必要な地区に積極的に応援人員や物資の提供を行うことが、住民の生命、生活を守る上で重要となると考えられる。

本研究では、東三河地域に甚大な被害を及ぼすとされる想定東海地震・想定東南海地震連動(以下、「連動地震」)を対象として、建物、上水道管路の被害予測を行い、上水道管路の復旧時間を算定する。また、東三河地域において協働が必要な事項の一つとして、水道管路の復旧を取り上げ、協働の方策について検討した。

2. 広域地震被害予測

本研究では、想定東海地震・想定東南海連動地震を対象として、東三河地域の建物、上水道管路の被害予測を行った。

2-1. 建物被害

既往地震の建物被害の調査結果による被害率曲線(式(1))を用いて、4次メッシュ内での地震動による被害を算定した。

$$P(I) = \Phi\left(\frac{I - \lambda}{\zeta}\right) \quad (1)$$

P は建物被害率であり、 I は計測震度である。パラメータ λ 、 ζ は既往地震の被害事例を用いて設定した。地震動による建物被害数は、建物被害率と構造・年代別の建物分布を用いて、次式により算定した。

$$\begin{aligned} & \text{地震動による建物被害} = \text{建物数} \\ & \times \text{地震動による建物被害率} \end{aligned} \quad (2)$$

また、液状化危険度の高さに応じて、液状化発生地域の面積率を設定し、その発生地域内での被害率から液状化による建物被害数を算定した。

連動地震による東三河全体での全壊数は20638棟であり、他の市と比べ震度が大きいB市やA市では全壊数がそれぞれ5,491棟、12,347棟となり、それぞれ

市内の建物の17%、8%程度の被害が生じることがわかった。また、震度が大きく、市内の人口が集中し、住家数が多い地域で被害が大きくなる傾向がみられた。

2-2. 上水道管路被害

既往地震の被害事例によって得られた地震動と管路被害率の関係から標準被害率を設定し、これに管種、管径による耐震性の差や液状化危険度を考慮した統計的手法(式(3)、(4))により、4次メッシュ内での上水道管路の被害件数を算定した。

$$R_m(v) = C_p C_d C_l R(v) \quad (3)$$

$$R(v) = 6.33 \times 10^{-5} \times v^{2.10} \quad (4)$$

ここで、 $R_m(v)$ は管路の被害率(件数/km)、 $R(v)$ は地表最大速度 v に対する管路の標準被害率(件数/km)であり、 C_p 、 C_d 、 C_l はそれぞれ管種、管径、液状化に関する

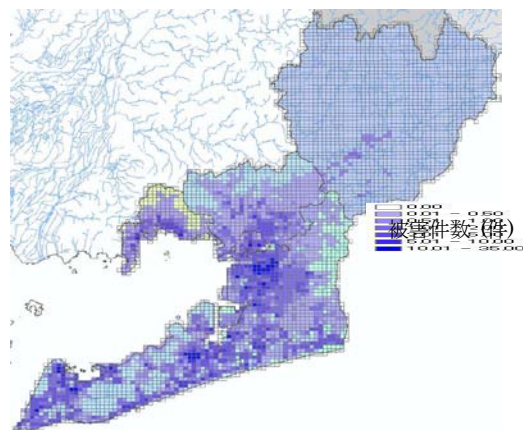


図1 東三河地域における上水道管路の被害件数の補正係数である。

連動地震による東三河地域の上水道管路被害箇所数の分布を図1に示す。上水道管路の被害は、震度の大小

キーワード 水道管路、地震被害、復旧、道路閉塞、広域防災体制

連絡先 〒441-8580 豊橋市天伯町1-1 豊橋技術科学大学 TEL:0532-44-6847

きいB市やA市で比較的大きくなった。また、液状化の程度の大きい地域、特に埋立地となっている地域で被害件数が多くなる傾向がみられた。これは、上水道管路などの埋設管の地震時の挙動は、地震による周辺地盤の地盤変位や地盤ひずみに支配されることから、液状化の程度が大きい地域や埋立地では、上水道管路の被害が大きくなるためであると考えられた。

3. 上水道管路の復旧

第2章で求めた建物被害の想定結果をもとに道路機能支障を予測し、その予測結果を用いて作業効率悪化を考慮した上水道管路の復旧時間を算定した。

1) 道路閉塞による道路機能支障の想定

上水道管路の復旧活動の作業効率悪化の要因として道路閉塞を考え、既往地震の被害事例を用いて、建物被害による道路閉塞率を算定し、東三河地域内の幅員別道路延長に乗じることで、道路閉塞延長を推定した。

2) 上水道管路の復旧時間の想定

道路機能支障の想定結果を用いて、復旧作業を効率的に行うことができる経路を選択し、その経路で復旧作業を行った場合での上水道管路の復旧時間を算出した。復旧経路は、メッシュごとの瓦礫除去に要する時間を用いて、復旧に要する日数が最小限にとどめることができる経路を選択した。上水道管路の復旧効率は管径に応じて以下のように設定した。

- ・ $\phi 600 \text{ mm}$ 以上 : 0.3 (箇所/班・日)
- ・ $\phi 550 \text{ mm}$ 以下 : 1.0 (箇所/班・日)

また、各市の投入班数は、既往地震での事例から各市の上下水道工事業協同組合の1社あたり1班が作業が可能であるとして、その25%が応急復旧を行うものと仮定した。

経過時間ごとの上水道管路の上水道管路復旧率を図2に示す。東三河地域全体で管路の復旧が完了するまで約60日要し、特にB市では他の市比べ多くの時間を要している。これは、B市における復旧班が被害に対して少ないためである。

4. 広域復旧計画の検討

上水道管路の広域復旧計画として、人員や資機材に余剰がある市はそれらを近隣の市へ提供することを想定して、応急復旧時間を算定した。

市内の上水道管路の復旧が完了した作業グループが他の市の復旧作業を行った場合の復旧率を図2に示す。C市、D市、E市の復旧班がA市およびB市へ応援を行うことで、復旧に要する時間はA市では約2日、B市では約20日短縮された。このことから、上水道管路の復旧においても、市のみで復旧作業を行った場合よりも東三河地域全体で復旧に関する対策を立て、作業人員や資機材の確保、配置を共同して行った場合のほうが早期に復旧が完了し、住民の生活も早期に回復することができると考えられた。

5. まとめ

本研究では、連動地震による建物、上水道管路の被害予測を行い、水道管路の復旧時間を広域で求めることにより、東三河地域における協働の方策について検討した。その結果、被害の大きいA市およびB市では、市のみの単独の市民への対応では水道のようなライフラインの早期復旧は困難であると考えられ、東三河全体で大規模地震に対する防災体制を協働により築くことで、復旧計画がより円滑に実施することが可能となった。地域での協働体制の重要性が認識された。

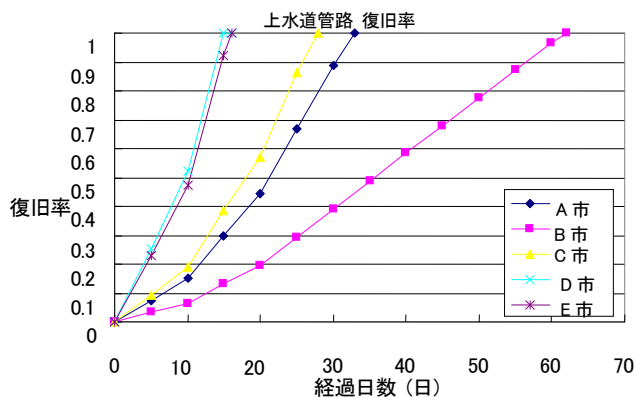


図2 経過時間ごとの上水道管路復旧率

(謝辞)

本研究の実施にあたっては、東三河の自治体の方々から資料提供などの支援をいただきました。ここに記して謝意を表します。