

(9-2) 目標による管理に基づく災害対応に向けた応急復旧目標の設定手法に関する研究

○平山 修久(ひょうご震災記念21世紀研究機構) 河田 恵昭(京都大学)
伊藤 禎彦(京都大学大学院)

1. はじめに

災害時の水道事業者による情報提供には、上水道施設の被害状況、応急給水箇所、復旧完了地区を情報提供していることが多くみられる。しかしながら、被害状況や復旧状況に関する情報提供のみでは、被災地の住民等の適切な判断と行動を助け、水道施設の被災による地震リスクを低減する、あるいは、住民に都市インフラとして安全・安心を供与することは困難であるといえよう。

本研究では、今後の状況予測や対応方針に焦点をあて、水道事業者における応急復旧目標の設定手法について検討する。その上で、水道事業者における目標による管理に基づく災害対応のあり方について検討する。

2. 上水道の応急復旧目標の設定手法の構築

(1) 災害初動時における水道管路被害件数予測

限られた被害情報しか得られない災害初動時において、応急復旧目標を的確かつ合理的に策定するためには、水道施設の被害予測が必要となる。これまでも水道施設の被害予測に関する検討はなされてきている^{1),2)}。

水道管路の被害は、入力地震動、最大加速度、地盤変位、地形、地質、管種、管径等さまざまな要因が考えられ、水道管路被害件数推定結果の精度向上には、これらの詳細なデータが必要となる。しかしながら、災害初動時において、被害状況の把握を実施しながら、これらの詳細なデータを収集することは困難である。本研究では、災害初動時に水道事業者の対応方針としての応急復旧目標の設定に資する水道施設の被害予測を行うことを目的としていることから、水道事業者毎に水道統計データを用いて水道施設の被害予測を行うものとした。ここでは、水道施設として配水管路をとりあげ、水道事業者の給水区域を算定単位として、水道統計データの管種別延長と既往地震災害における管種別管路被害率を用いて、次式(1)により水道管路被害件数を推定するものとした。

$$D = \sum R_i \times L_i \tag{1}$$

ここに、 D は水道管路被害件数(件)、 R_i は管種 i の管路被害率(件/km)、 L_i は管種 i の管路延長(km)である。なお、管種として、水道統計データの施設の概要の管種別延長において区分されている、鋳鉄管(CIP)、耐震型継手を有するダクタイル鋳鉄管(DIP with mechanical joint)、ダクタイル鋳鉄管(DIP)、鋼管(SP)、石綿セメント管(ACP)、硬質塩化ビニル管(VP)を取り上げる。

(2) 管種別管路被害率

管種別管路被害率を既往地震被害より算出する。既往地震における水道管路被害として、震度6以上を記録した1993年釧路沖地震での釧路市、1995年阪神・淡路大震災での神戸市(市街地)、芦屋市、西宮市、2004年新潟県中越地震での長岡市、小千谷市、2007年能登半島沖地震での輪島市(旧門前町)、輪島市(旧輪島市)、七尾市、穴水町を取り上げる。表-1に水道事業者別の平均管路被害率、管路延長と被害件数の集計により算出した管路被害率、回帰分析により算出した管路被害率、ならびに阪神・淡路大震災における管路被害率を示す。図-1に管路被害件数推定結果を示す。

表-1 水道事業者における管種別の配水管被害件数

管種	市町村別 平均 被害率	集計による 被害率	回帰分析 による 被害率	阪神・淡 路大震災
鋳鉄管	0.737	0.919	0.873	1.701
耐震継手ダクタイル鋳鉄管	0.000	0.000	0.000	0.000
ダクタイル鋳鉄管	0.314	0.235	0.220	0.487
鋼管	0.969	0.886	0.906	0.473
石綿セメント管	0.551	0.169	0.136	1.751
硬質塩化ビニル管	0.648	0.500	0.449	-

(3) 応急復旧日数の推定手法

本研究では、応急復旧目標として応急復旧日数を示すことを目的としていることから、応急復旧日数を管路被害件数にのみ着目して求める。推定した水道管路被害件数、水道事業者職員数、外部復旧応援人数、応急復旧作業歩掛りを用いて、次式(2)により応急復旧日

数を算出する。

$$P = \frac{D}{(N_o + N_s) / K} \quad (2)$$

ここに、 P は応急復旧日数(日)、 D は水道管路被害件数(件)、 N_o は被災水道事業体の職員数(人)、 N_s は外部復旧応援人数(人)、 K は応急復旧作業の歩掛り(人・日/件)である。

(4)2007年新潟県中越沖地震における応急復旧目標の設定

上述の推定手法を用いて、水道統計データより、2007年新潟県中越沖地震で震度6強を記録した柏崎市(柏崎地区)における応急復旧日数を算出した。表-2に推定結果を示す。これより、管路被害件数は最小で191件、最大で273件と推定され、外部応援復旧人数を200人体制で応急復旧を実施した場合、応急復旧日数は23.5日～33.1日と推定された。

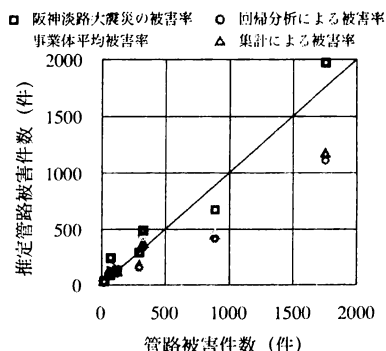


図-1 管路被害件数推定結果

表-2 2007年新潟県中越沖地震での柏崎市(柏崎地区)における応急復旧日数推定結果

管路被害率	管路被害件数	職員数	外部応援人数	応急復旧日数
阪神・淡路大震災での被害率	191	31	0	172.5
			200	23.5
集計による被害率	212	31	0	191.5
			200	25.7
回帰分析による被害率	195	31	0	16.0
			200	23.6
事業体別の平均被害率	273	31	0	246.6
			200	33.1

3. 目標による管理に基づく災害対応の構築

上述の手法により、応急復旧日数 P と外部復旧応援人数 N_s との関係が求められる。

2007年新潟県中越沖地震における柏崎市(柏崎地区)では、外部復旧応援を技術職員の10倍の310人の体制を構築した場合には、応急復旧日数は15.7日となり、応急復旧目標を発災から16日後の8月1日までに応急復旧を完了することと設定することができよう。一方、外部復旧応援人数は政策変数であることから、応急復旧目標を1ヵ月以内での応急復旧完了とするならば、147人の外部復旧応援を要請し構築することが必要となり、10日以内での応急復旧の完了を復旧目標と定めた場合には、500人の外部復旧応援人数を確保することが求められる。

図-2に目標による管理に基づく災害対応を示す。これより、被害状況、対応状況や状況予測を考慮した上で、対応方針のひとつとしての応急復旧日数による目標を設定し、その目標を達成するための応急復旧や外部応援要請等の対応を示すことが可能となる。つまり、本研究での手法により推定される応急復旧目標は、水道事業体として何を目標として、いかに災害対応を実施していくのかを意思決定するためのものである。したがって、被害状況把握や応急復旧完了等の状況変化に応じて対応方針や目標を更新していくことが重要である。

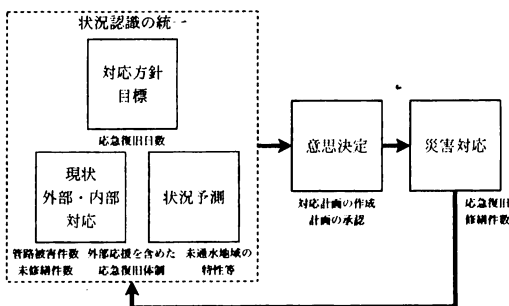


図-2 目標による管理に基づく災害対応

4. まとめ

本研究では、応急復旧目標の設定手法を構築し、そのうえで、目標による管理に着目して、対応方針のひとつとしての応急復旧日数による目標に基づき外部応援を考慮した応急復旧体制を構築する等の災害対応が可能となることを示した。今後は、本研究での手法を検証するとともに、目標による管理に基づく災害対応が必要者である市民にとってどのような震災リスク低減の効果があるのか明らかにすることが必要である。

参考文献

- 1) 社団法人日本水道協会：1995年兵庫県南部地震による水道管路の被害と分析，1996。
- 2) 小松良光，山野一弥，宮崎博明：水道管路の被害予測に関する研究，第58回全国水道研究発表会講演集，pp.688-689，2007。