

第I部門

地震後応急給水業務の開始のための職員参集条件について

神戸大学工学部

学生員 ○池田 遼子

神戸大学大学院工学研究科

正会員 鋤田 泰子

1. はじめに

地震後に安定した水供給を行うためには、管路・施設の耐震化を継続的に進める一方で、地震後に迅速に応急給水をできるように準備することが重要である。地震後の応急対応策には、配水池や貯水槽による拠点給水の計画や給水車の配備など物的資源の整備が着目されてきた。しかし、事業継続においては、人的・物的資源の活用が必須である。本研究では緊急時の人的資源の確保に主眼を置き、兵庫県南部地震や他の地震における応急給水業務と他の業務との関係や、参集状況、施設被害状況などから応急給水業務を開始するための職員参集条件について分析を行った。

2. 地震後の応急給水業務の分析

地震後の水道事業体の活動記録は、一般的に記述形式のタイムラインが多く、地震後には応急給水業務の他に、様々な緊急対応が行われている。本研究では、事業継続計画ガイドラインを参照しながら、水道事業体の地震時緊急対応の重要業務を10項目に分類した。例えば、電話対応、所内整理・対策本部設置、職員安否確認などの事務業務の他に、応急給水準備、応急給水実施、拠点給水実施、などである。漏水対応は配水業務であるが、ここでは直後の対応として考えているため、復旧・修繕作業ではなく配水管のバルブ閉めや管路の目視パトロールなどの一時的な業務としている。これらの重要業務の優先順位と応急給水業務の開始時間について分析するため、兵庫県南部地震時における神戸市水道局の各事業所の活動記録¹⁾を記述形式のタイムライン(表-1 参照)から重要業務分類と地震からの時間によって記号化し(表-2 参照)、各業務の達成度を数的に分析した。下記に分析の一例として、西部センターにおけるタイムラインを示す。表-2の「Y」は業務が達成されたことを示している。分析には業務達成度の他、配水区ごとの管路被害率や職員参集状況についても比較している。

各事業所における業務達成状況について、東部センター(東部営業所・東部配水管理事務所)、中部センターでは管路被害率が非常に高く、地震当日の業務達成度も低いことが示された。応急給水については、午前10時頃応急給水が準備され、夕方頃には実施されていた。一方、西部センターでは管路被害率は東部・中部より低いにも関わらず、西部センター庁舎東隣のゴム工場の火災の二次災害対応に参集した多くの職員が充てられたため、応急給水開始時間は遅れた。垂水センター、北センターでは、管路被害率が他センターと比べて低く、午前8時には応急給水準備業務が行われていたことが分かった。

表-1 記述形式である活動記録の一例

事業所	地震発生からの時刻				
	5:46	6:00	7:00	8:00	9:00
西部センター	停電、断水状態		続々と職員が出勤	須磨区妙法寺でがけ崩れによる破裂のため、1班出勤	停電後、バッテリー切れによる電話不通

表-2 業務分類と時間によるタイムラインの記号化の一例

業務	ID	5:46	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
電話対応	1			Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
災害対応体制確立	2								Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
職員安否確認	3																					
応急給水準備	4																					Y
応急給水実施	5																					Y
拠点給水実施	6																					Y
漏水対応	7				Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
調達調整	8																					
外部応援	9																					Y
二次災害対応	10								Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y

さらに、地震後の時間ごとの業務達成頻度を、業務別、事業所別に整理して、確率モデルで業務達成度を推定した。ここでは、各業務の業務量については考慮せず、全ての業務の重みは等しいとした。図-1、図-2はガンマ分布を用いて業務達成度を推定した結果である。分析結果から、応急給水業務は、電話対応・対策本部設置などの所内業務ができた段階ですぐに実施されていることが確認できた。つまり、応急給

水業務は水道の重要業務の中でも優先されていることが本研究で定量的に示された。その一方で、事業所内の施設被害（ここでは、管路被害率で評価する）が大きくなると業務達成までの時間が遅くなれることも傾向として分かった。この理由として、地震の被害程度が大きくなり、それに対応するための業務量が増えるため、結果的にその影響が達成時間に反映されていると考えられる。また、火災対応が必要であった西部センターでは、業務達成度が最も低く、施設被害だけでなく、二次災害等への対応の有無を応急給水業務の開始には考慮すべきであることが明らかになった。

3. 応急給水業務開始のための条件

応急給水業務を開始するための条件を明らかにするため、各事業所における応急給水準備・実施の各業務達成時の職員参集率と各区の管路被害率の関係について分析を行い、その結果を図-3, 4 に示す。二次災害等への対応の必要がなかった事業所については、応急給水準備・実施のそれぞれについて近似曲線を与えた。被害率が高くなるにつれて業務開始時の参集率が増加する傾向にある。これは、上述したように地震の被害程度が大きくなれば、それに対応するための業務量が増え、多くの人的資源を必要であることを示した結果といえる。兵庫県南部地震時の事例の他に、参考として新潟県中越沖地震時の柏崎市も分析に含めた。柏崎市では火災は発生しなかったが、浄水場施設内の被害が大きかったために、その対応で応急給水業務開始までに時間を要した。柏崎市も西部センターと同様に二次災害等への対応の必要がある場合として考慮すると、神戸と同じ傾向を示している。以上より、二次災害等への対応の職員需要を考慮に入れて、応急給水業務開始のための職員参集率の条件式として下式を与える。式(1)は応急給水準備業務開始のための条件式で、式(2)は応急給水実施業務開始のための条件式である。

$$Y \geq (0.496x^{0.45} + a \cdot \delta) \cdot B \quad (1)$$

$$Y \geq (0.641x^{0.57} + a \cdot \delta) \cdot B \quad (2)$$

ここで、 Y ：参集人数、 x ：各事業所の管路被害率（件/km）、 a ：二次災害対応に必要な職員比（ $0 \leq a \leq 1$ 、神戸市の場合 $a=0.38$ ）、 B ：各事業所の職員数、 δ ：二次災害対応の有無（1, 0）

4. まとめ

本研究では、兵庫県南部地震時の神戸市水道局の活動記録から応急給水業務を開始するための参集条件について分析を行った。定性的に記述された活動記録から重要業務の業務達成度として定量的に分析した結果、応急給水業務よりも電話対応や所内の整理など事業所内で体制を整えることが、地震後に優先される業務があることが分かった。応急給水業務の開始条件として、被災程度を表す管路被害率と職員参集率を用いて条件式を示すことができた。本研究成果は、神戸市の事例に基づくもので、大都市のような多くの職員がいる事業体では事業継続計画策定のための参考値として利用できる。しかし、数名の職員しかいない水道事業体については、他都市からの応援を含めた緊急対応の分析が必要である。

【謝辞】本研究の遂行にあたり、神戸市水道局の皆様には貴重なご意見を頂いた。ここに感謝の意を表す。

【参考文献】1) 神戸市水道局：阪神淡路大震災 水道復旧の記録, pp.28, pp.36-40, 1996

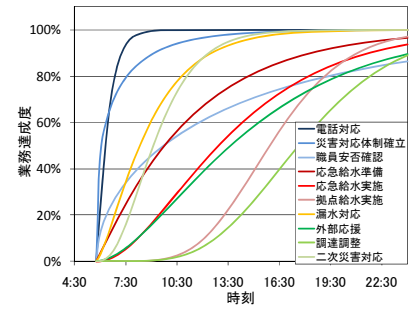


図-1 水道重要業務ごとの業務達成度

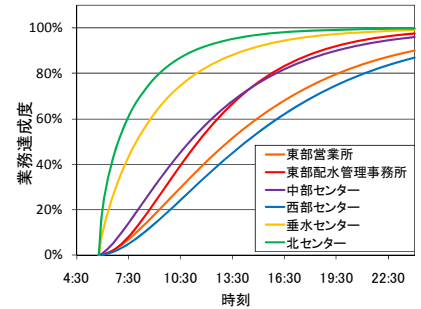


図-2 業務所ごとの業務達成度

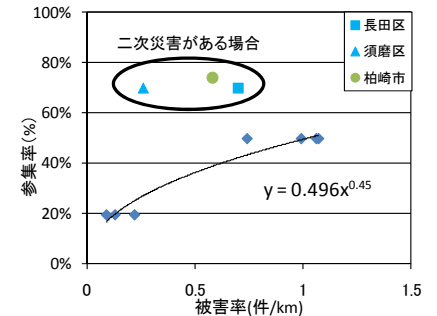


図-3 応急給水準備業務開始時の各配水区の職員参集と被害率の関係

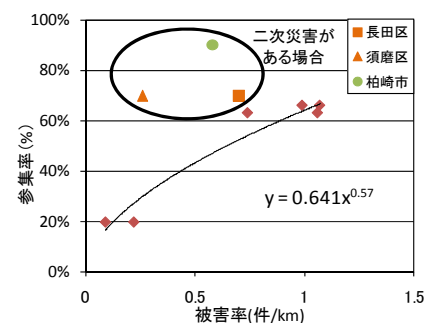


図-4 応急給水実施業務開始時の各配水区の職員参集と被害率の関係