

第Ⅳ部門 兵庫県南部地震における水供給システムの経済的損失

東日本旅客鉄道（株）正会員 ○嘉嶋 崇志
神戸大学工学部 フェロー 高田 至郎
神戸大学大学院 学生員 田中 良英

1.はじめに

大都市はライフライン施設に深く依存しているために、地震時にそれら施設が被害を受けると資産の損失にとどまらず広く社会的影響をうける。そのために、施設を耐震的に建設したり、耐震補強を行うといった事前対策が十分に行われることが求められる。しかし、非耐震的な既存施設が多数存在することや地震発生頻度が極めて低いために必ずしも有効な対策となりえない。従って、物理的な対策のみならずリスクマネジメントや地震リスク分析法といった経営学や信頼性工学の知見を取り入れ、対象とする地震リスクを合理的に処理する工夫が必要である。

リスクマネジメントでは対象とするリスク処理をコントロールとファイナンスの両側面から検討することで合理的な対策を決定するものである[1]。リスク処理を行うためには被害の発生頻度と損失強度を求め、リスクを推定する必要がある。被害の発生頻度は過去の地震被害資料から統計的に求めることが可能になりつつある。例えば、管路であれば対象地域のハザード曲線[2]を求めることで地震発生頻度を評価でき、管路被害は任意の地震動強さに対する平均被害率が求まれば被害発生をポアソン過程と仮定することで被害発生確率が統計的に推定できるので対象管路の被害発生頻度が確率論的に求まる。しかしながら、従来の地震対策は物理的なものにとどまっていたために、損失強度を推定できるほど資料が蓄積されていない。そこで、本稿では神戸市を事例として兵庫県南部地震における水供給システムの経済的損失の基礎資料を提供する。

表-1 上水道総被害金額の比較

地震	釧路沖 (釧路市)	兵庫県南部 (神戸市)	総被害金額比 [千円]
人口 [人]	210,000	1,500,000	0.37 21.07
敷設距離 [km]	660	4,000	116.67 7,900.00
マグニチュード	7.8	7.2	
全壊・半壊家屋* [棟]	84	200,000	916.67 158.00
上水道総被害金額 [千円]	77,000	31,600,000	— —

*全壊・半壊家屋数はそれぞれの地震における総被害数である。

表-2 施設別経済的損失

修復費	平均額 [千円]	標準偏差 [千円]
貯水 施設	194,213	*
導水 施設	1,919	2,350
	9,836	11,624
管路	51,397	*
	761,453	1,286,094
浄水 施設	1,309	1,180
	105,574	5,217
管路	354	308
	2,295	3,833
送水 施設	1,378	*
	10,239	38,102
管路	6,142	10,047
	6,271	16,228
配水 施設	299	*
	2,556	2,036
管路	422	*
給水 施設	—	—
装置	—	—

上段：応急仮工事 下段：本工事

—はデータなし

*はデータ数の不足により算出できない

2.施設別損失

表-1 に釧路沖地震における釧路市と兵庫県南部地震における神戸市の上水道総被害金額を比して示す。人口比においても敷設距離比でも神戸市は釧路市の約 70 倍程度の損失を受けており、兵庫県南部地震における経済的損失が極めて大きかったものと考えられる。全壊・半壊家屋数比では釧路市の損失が大きい。これは神戸市の水道管路は耐震化が進められており、住家屋等の被害の割には被害が低かったものを示しているものと考えられる。表-2 に国庫補助対象工事に関する経済的損失を施設別に示す。とくに、貯水池などの基幹施設での損失が大きく、これら施設に対する効果的な防災対策が望まれる。なお、空白は工事が行われなかったか資料が得られなかったものである。このような経済的損失の平均値と標準偏差を評価することはリスクマネジメントにおけるリスク推定を経済的損失の期待値として評価することで可能とするものである。今後は GIS などの面的な評価が可能なシステムと対応づけることによって地震動強さ別の経済的損失を評価する必要がある。

Takashi KASHIMA, Shiro TAKADA, Yoshihide, TANAKA

3.被害特性と経済的損失

配水管路の経済的損失について被害特性との関係について分析を行う。図-1 に口径別経済的損失を示す。ここでは平均値を実線で、平均値±標準偏差を点線で示している。図-2 に修理内容別、図-3 に被害箇所別経済的損失を示す。図に示すように管路の経済的損失は口径に大きく依存しており、修理内容や被害箇所による損失にさほど変動はない。これは、管路の経済的損失はその掘削体積に依存しているためと考えられ、経済的損失軽減には埋設管を地表面近傍に敷設しておくことも対策の一つと考えられる。とくに、700[mm]以上の大口径管は100[mm]以下の小口径管に比して10倍程度の損失があることから大口径管に対する効果的な対策が求められる。

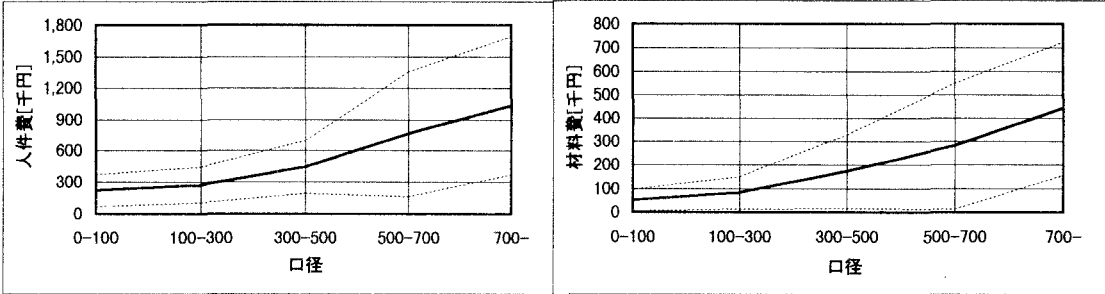


図-1 口径別経済的損失

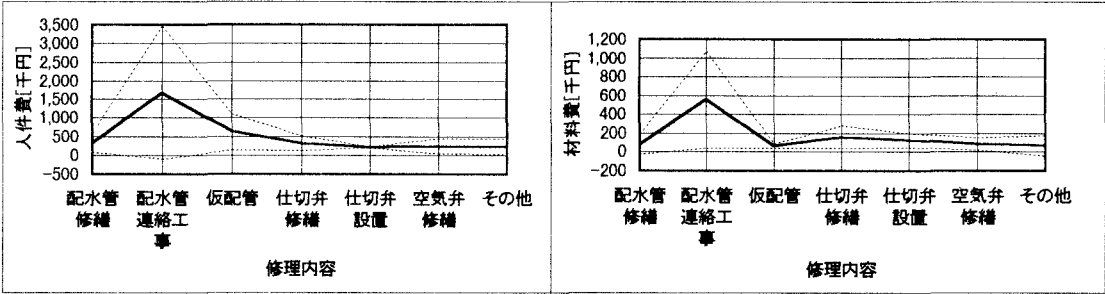


図-2 修理内容別経済的損失

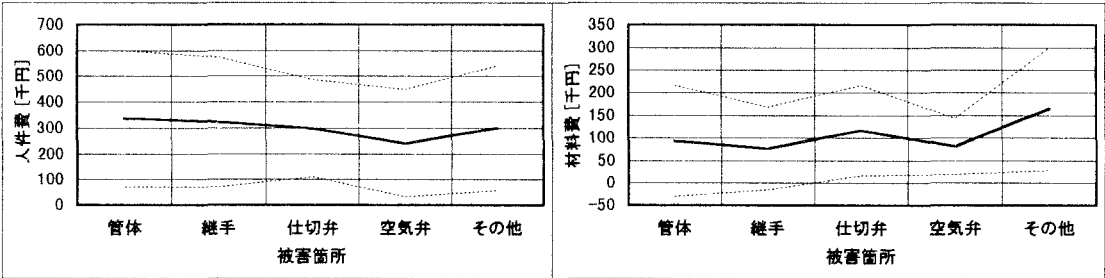


図-3 被害箇所別経済的損失

4.まとめ

兵庫県南部地震における水供給システムの経済的損失を明らかにすることを目的に実証的な分析を行った。その結果、神戸市の上水道施設の経済的損失は釧路沖地震における釧路市に比して極めて大きかったこと、上水道管路の経済的損失は口径に依存していることなどが知られた。今後、本稿で示したような経済的な損失に関する地震被害基礎資料を記録し、リスク評価を実証的に行うことが必要である。

参考文献 [1]南方哲也：リスクマネジメントの基礎理論，晃洋書房，pp.41-104，1993.4 [2]石川 裕ほか：レベル2地震動の評価のための活断層を顧慮した確率論的想定地震，土木学会年次学術講演会講演概要集，pp.500-501，1996.8