

I-737

都市ライフラインの地震保険に関する提案

神戸大学大学院 正会員○李 騰雁

神戸大学大学院 学生員 李 燕

神戸大学工学部 正会員 森川英典

神戸大学工学部 正会員 高田至郎

1. はじめに 都市ライフラインの地震被害リスクは、多くの仮定を設けながらも、過去の地震データや被害データを利用して、統計的に予測することが可能となってきている。一方、現状の被害の復旧については、その都度災害査定、国庫補助金の申請を行っているが、その補助金決定額は復旧費の約6割にとどまっている現状にあり、管理機関においては予期せぬ歳出に財政面の混乱を招いている。そこで、このリスクを予測・評価し、合理的に処理する手段として、ライフライン地震保険を想定し、その可能性について検討した。

2. 水道管の被害率と復旧工事費の推定 図1に最大加速度と水道管の被害率との関係を示す。これらの図より、水道管の被害率においては、加速度の増大に伴って被害率が高くなる傾向が見られる。図2に水道配水管の口径と復旧工事費との関係を示す。これらの結果によると、図1と図2の回帰式はそれぞれ次式となる。 $y = \exp(5.55 + 0.005x) \dots (1)$ $\log(100 \cdot R_g) = 0.0037A + 0.9362 : A \geq 100(\text{gal}) \dots (2)$, $A < 100(\text{gal})$ の場合には $\log(100 \cdot R_g) = 0.0131A \dots (3)$ と仮定する。ここで、 x : 管路口径, A : 地盤加速度である。

3. 都市ライフライン地震保険の可能性の検討 まず釧路市を例として、最初に水道管被害リスク曲線を利用して、被害率 R_g の年間期待値は次式で求める。 $E(R_g) = \int R_g \cdot P(R_g) dR_g \dots (4)$ 。次に、被害額(ここで、復旧工事費)の年間期待値は次式で求める。 $E(Q_g) = E(R_g) \cdot L_g \cdot q_g \dots (5)$ 。ここで、 L_g : 管路の総延長(km), q_g : 被害箇所当たりの平均被害額(千円/箇所)。ライフライン地震保険の場合には、国が直接的に関与するか否かが問題となってくるが、いずれの場合でも、保険契約者(こ

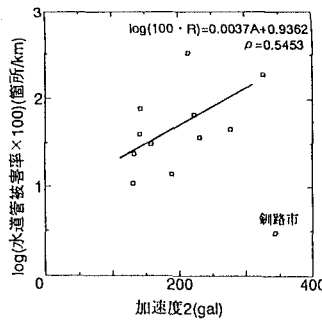


図1 加速度と被害率の関係

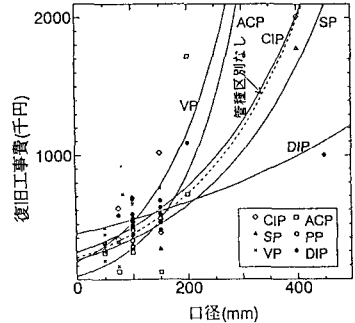


図2 管路口径と復旧工事費の関係

の場合、地方自治体など)に対する保険料は、一部保険の考え方で決定することが妥当であると考えられる。つまり、定められた付保割合に応じて決定された保険料を保険契約者から収集するものとし、国が直接的に関与しない場合には、実際の損害額の内、付保割合に相当する額が保険金として支払われ、国が直接的に関与する場合には、個々の保険契約者の被害額の年間期待値の内、付保されない割合分を、国の負担として危険準備金に繰り込み、実際の損害額全額が保険金として支払われることになる。つまり、前者の場合には、実際の損害額のうち、保険金支払を受けられない分については、従来通りの国庫補助申請をその都度行うことになる。ここで、(4)式により、釧路市の配水管被害率の年間期待値を計算すると $q_g = 494.5$ (箇所/km) $\dots (6)$ となる。一方、釧路市の配水管の平均口径は128.4mmであるので、被害一箇所当たりの平均被害額は $q_g = 494.5$ (千円/箇所) $\dots (7)$ となる。釧路市の配水管総延長は659kmであるから、 $E(Q_g) = 26982.5$ (千円) $\dots (7)$ となる。次に、「リスクの処理」としての保険について検討するために、日本全国の市町村の上水道配水管を対象とした地震保険の構築をシミュレートし、地震保険成立の可能性を検討する。そこで、日本全国の市町村における配水管総延長、配水管平均口径、地震被害率等を統計データに基づく乱数発生により想定し、保険料(被害額期待値)を算定することとする。釧路沖地震による被害地域¹⁾について、市町村人口^{2), 3)}と配水管総延長との関係を調べた結果を図3に示す。これら両者の間には相関が認められ、回帰式は次式となる。 $L_g = 67.86 + 12.206N$ (L_g : 配水管総延長(km), N : 市町村人口(万人)) $\dots (7)$ 。また、配水管の平均口径を推定するため、宮城県沖地震、日本海中部地震、釧路沖地震において被害を受けた地域の市町村人口と配水管平均口径を調べた結果を図4に示

す。回帰式は次式となる。 $D_0 = 92.5N^{0.104}$ (D_0 : 配水管平均口径(mm), N : 市町村人口(万人))…(8)。市町村平均人口の分布を利用して、配水管平均口径の分布を推定すると、平均値105.7mm, 標準偏差19.1mmとなった。次に、配水管の地震被害率の期待値の分布を推定する。

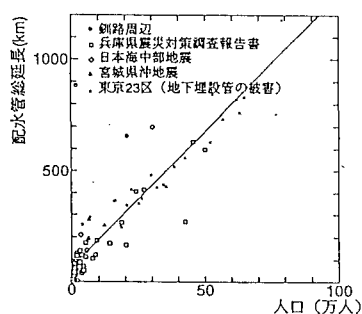


図3 市町村人口と配水管総延長の関係

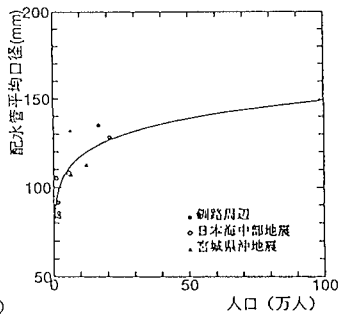


図4 市町村人口と配水管平均口径の関係

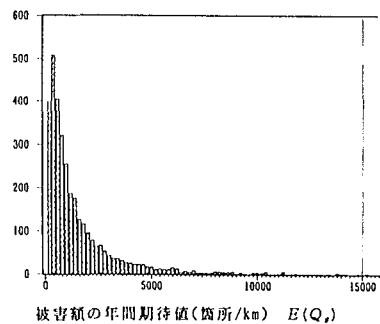


図5 被害額年間期待値の頻度分布

被害率の年間期待値 $E(R_s)$ 、配水管総延長 L_s 、被害箇所当たりの平均被害額 q_s の対数正規乱数を全国市町村数だけ発生させ、(5)式を用いることにより被害額の年間期待値頻度分布が図5のように得られた。実際の保険料は、被害額の年間期待値に対して、付保割合を考慮して算定される。ちなみに、過去の災害補助の実績から付保割合0.45と仮定すると、年間保険料の総額は25億1411万円となる。国の直接的援助を仮定すると、全額保険の保険料総額55億8690万円が年間危険準備金として蓄積されることになる。釧路沖地震における実際の上水道被害額は、11市町村で1億7千万円程度であり、地震保険の年間危険準備金（55億8690万円）に対して1.6%程度とかなり小さくなっている。釧路市だけの被害額は7737万円であり、釧路市の年間保険料1218万円の約6.4倍となる。実際の被害額は年間保険料の総額で十分処理できる範囲ものである。しかし、大都市部において大規模な地震が発生した場合、この範囲を大きく超過することになるから十分な危険準備金が必要となる。そのために純保険料の他に付加保険料として安全割増を考慮した額を定期的に積み立てていく必要がある。地震保険場合、利潤は認められず、その代わりに安全割増料に考慮することが必要であると思われる。一般の保険の場合、安全割増料については、純保険料に含めるという考え方もあるが、ライフライン地震保険の場合、各保険契約者毎に被害リスク評価を詳細に行うために、真のリスク処理に要する費用を純保険料として、費用の根拠を明確化しておいた方が保険運営上望ましいと思われる。したがって、付加保険料の内、この安全割増分をどのような評価・決定するかが保険運営上、最大問題となる。本研究では、効用理論に導入されている効用関数を用いて、付加保険料を求めることを試みた。表1は主要都市における保険料の推定計算結果を示す。ここで、地震保険においては都道府県単位の4段階の地震危険度区分を設けている²⁾。

表1 主要都市における上水道配水管地震保険料の推定値

地名	地震危険度区分	年間保険料(千円)	地方税収入相当額の0.1%(千円)	保険料正規化値	付加保険料(千円)	付加保険料比(%)
東京都	4等地	403128	977175	0.41	119311	29.5
横浜市	4等地	124952	328788	0.38	39495	31.6
川崎市	4等地	42423	120936	0.35	14171	33.4
大阪市	3等地	28383	255777	0.11	14014	49.4
名古屋市	3等地	23501	214831	0.11	11770	50.1
神戸市	3等地	16032	150700	0.11	8257	51.5
京都市	3等地	15344	144698	0.11	7928	51.7
静岡市	4等地	17122	51542	0.33	5910	34.5
釧路市	1等地	5758	52940	0.11	600	50.4
金沢市	2等地	3381	47513	0.07	1756	51.9
A町	4等地	1691	5335	0.32	604	35.7
B町	1等地	225	5335	0.04	118	52.2

55億8690万円が年間危険準備金として蓄積されることになる。釧路沖地震における実際の上水道被害額は、11市町村で1億7千万円程度であり、地震保険の年間危険準備金（55億8690万円）に対して1.6%程度とかなり小さくなっている。釧路市だけの被害額は7737万円であり、釧路市の年間保険料1218万円の約6.4倍となる。実際の被害額は年間保険料の総額で十分処理できる範囲ものである。しかし、大都市部において大規模な地震が発生した場合、この範囲を大きく超過することになるから十分な危険準備金が必要となる。そのために純保険料の他に付加保険料として安全割増を考慮した額を定期的に積み立てていく必要がある。地震保険場合、利潤は認められず、その代わりに安全割増料に考慮することが必要であると思われる。一般の保険の場合、安全割増料については、純保険料に含めるという考え方もあるが、ライフライン地震保険の場合、各保険契約者毎に被害リスク評価を詳細に行うために、真のリスク処理に要する費用を純保険料として、費用の根拠を明確化しておいた方が保険運営上望ましいと思われる。したがって、付加保険料の内、この安全割増分をどのような評価・決定するかが保険運営上、最大問題となる。本研究では、効用理論に導入されている効用関数を用いて、付加保険料を求めることを試みた。表1は主要都市における保険料の推定計算結果を示す。ここで、地震保険においては都道府県単位の4段階の地震危険度区分を設けている²⁾。

4. まとめ 以上、日本全国における上水道配水管について保険シミュレーションを行い、その可能性を示した。実際への適用に際しては、各地方自治体毎にハザード曲線→リスク曲線→被害額推定という手順に従って算定していくことである。

【参考文献】 1) 釧路市水道部：釧路地震災害復旧関係資料(工事発注伺)，1993。 2) 亀井利明：保険総論，同文館。 3) (財)矢野恒太記念会：'93日本国勢図会，第51版，1993。