

# ライフラインを対象とした各地域の潜在的地震リスクの評価

武蔵工業大学大学院 学生会員 深澤 洋祐  
武蔵工業大学工学部 正会員 星谷 勝  
攻玉社工科短期大学 正会員 山本 欣也

## 1. はじめに

1995年の兵庫県南部地震における都市機能の崩壊により、近年、住民の地震に対する危機意識は向上し、個人の所有する土地や建物が地震に対する危険度がどの程度であるかが将来重要になることが考えられる。ここで、地震災害によるライフライン施設の機能停止は地震の持つ不確定要因の他に、それぞれ地域が特有に持つ要素(ライフラインのネットワーク形状、供給・処理施設からの距離など)に依存しているため、災害によるライフライン機能停止期間は地域が持つ固有なものである事に注目する。このことより、各地域が保有するライフラインの潜在的地震リスクを工学的に算出する事が可能であると考え、ライフライン施設を対象とした各地域の地震に対する危険度の定量化及び評価を本研究の目的とする。

## 2. 地域別ライフライン地震危険度

解析対象を本研究では上水供給施設・都市ガス供給施設・電力供給施設・下水処理施設の各施設とする。

各ライフライン機能の特性、住民にとって各ライフライン機能の重要性の違い、各ライフライン機能停止期間の違いによる住民が受ける被害の大きさの違いなどを考慮し、各地域が潜在的にもつ地震による被害の大きさを地域別ライフライン地震危険度と定義し、対象都市を500m×500m メッシュに区切り、メッシュ単位で算出を行う。

## 3. 算出方法の概要

### 3-1. 地震災害時のライフライン重要度の算出

重要度の評価基準を「他のライフラインへの代替性」「機能上の相互関係」「機能停止による生命への影響」とし、階層化意思決定法<sup>1)</sup>により住民の観点から各ライフラインの重要度を算出する。ただし、本概要では方法を論じるため第1筆者の主観的判断により一対比較を行う。また、各ライフライン施設の機能上の重要度を表2に示す。

### 3-2. 主要ライフラインのモデル化と物理的被害状況の算出

ライフライン施設のうち地震による物理的被害発生事例が多く、ライフラインの機能に与える影響の大きい要素(上水供給施設の場合、送水・配水施設)をモデル化し、物理的被害の算出の対象とする。また、地震動による施設の物理的被害は最大加速度<sup>2)</sup>によるものとする。今回、最大加速度の入力を年超過確率<sup>3)</sup>(図2)の分布に従う地震発生条件付確率として対象地域に均一に行う。

### 3-3. 物理的被害状況から地域ごとのライフライン機能停止期間の算出

ライフライン施設の物理的損傷による地域別の各ライフラインの機能停止期間を復旧作業能力(補修件数/日)、最適復旧順序を考慮し、メッシュごとに算出する。

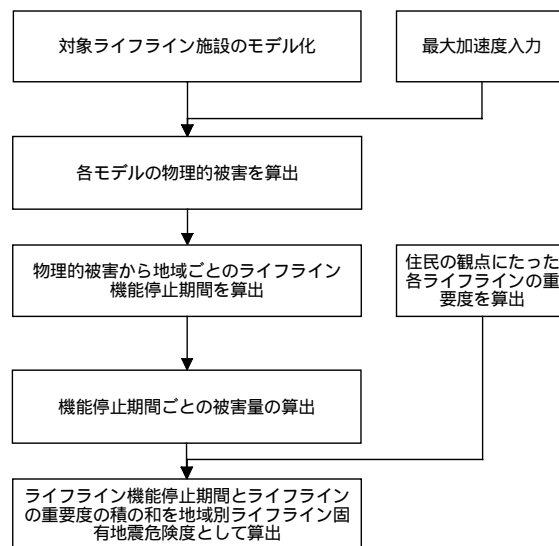


図1 算出方法の流れ

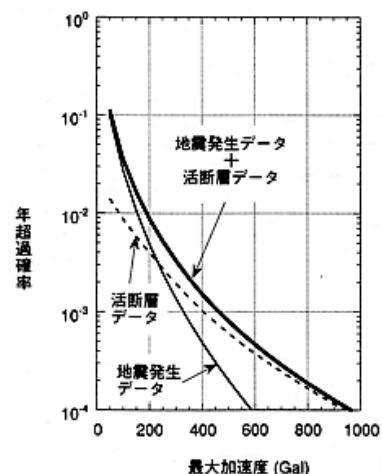


図2 年超過確率

キーワード : 潜在的, 地域別, ライフライン, 地震危険度, 定量化

連絡先 : 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 TEL 03-3703-3111 ex.6506 FAX 03-5707-2187

### 3-4. ライフライン機能停止期間から住民が受ける被害量の算出

ライフラインの機能停止により住民が受ける1日の被害量は地震発生からの日数経過により大きく異なる。そのため、日数経過による被害量の違いを表す重み関数を(1)式により定義し、ライフライン機能停止期間ごとの住民が受ける被害量の算出を行う。

$$R_D = \sum_{d=0}^D \exp\left\{\frac{d}{S}\right\} \quad (1)$$

$R_D$ : 住民が受ける累積被害量  
 $D$ : 各ライフラインの機能停止期間  
 $S$ : 兵庫県南部地震における各ライフラインの仮復旧期間<sup>2)</sup>

### 3-5. 地域別ライフライン地震危険度の算出

各地域のライフライン機能停止による住民が受ける被害量と各ライフラインの重要度及び最大加速度の発生確率より、地域別ライフライン地震危険度の算出を(2)式により行う。

$$PR = \sum_a P_{(a)} \sum_{j=1}^4 I_j R_{D,j} \quad (2)$$

$PR$ : 地域別ライフライン地震危険度  
 $a$ : 最大加速度 (gal)  
 $P$ : 最大加速度の発生確率  
 $j$ : ライフライン番号

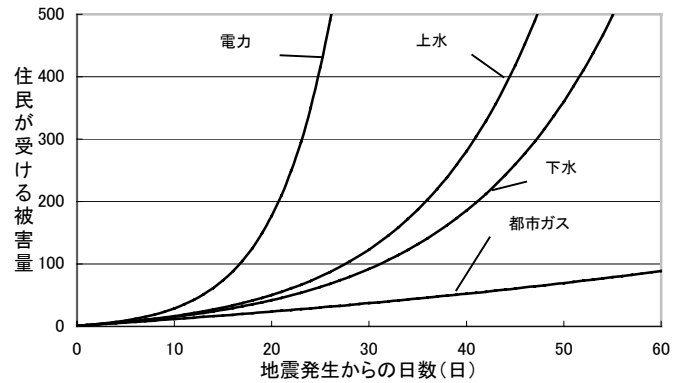


図3 ライフライン施設による累積被害量の違い

表2 算出結果の例

	上水	下水	都市ガス	電力	PR
重要度 I	0.463	0.204	0.176	0.157	
Case1	13	17	85	6	61.892
Case2	7	10	30	3	13.297
Case3	3	4	14	1	5.969
Case4	2	3	7	1	3.390
Case5	1	2	1	0	1.723
Case6	0	0	0	0	1.000

単位(日)

### 3-6. 算出結果の例

表2の Case1~6は、それぞれ兵庫県南部地震により被災した地域の中で、大規模被災地域から中規模、小規模、無被害へと順に抽出した機能停止期間を示す。また、 $PR$ は Case ごとのライフライン機能停止による住民が受けた被害量を表す。

## 4. 本研究の特徴

住民が受けるライフライン機能停止による被害量を地震発生からの日数の違いによって変化を持たせることができること。各ライフラインの重要度の決定により、住民が受ける各ライフライン機能停止による被害量を均一に扱えること。想定地震を設定することなく、各地域がもつ住民が受けるであろう潜在的被害量を定量的に表すことができること。以上が特徴としてあげられる。

想定地震を設定することなく、各地域がもつ住民が受けるであろう潜在的被害量を定量的に表すことができること。以上が特徴としてあげられる。

## 5. 展望

地震被害によるライフライン機能停止期間の算出にはネットワーク解析による精度の向上は必至である。現段階では各ライフラインの重要度を1つの定数として与えているが、地震発生からの時間の関数とすることにより利用者にとっての困窮の度合いが明確に表現できると考える。また、実際の都市(川崎市を予定)に適用することより、都市の地域別土地評価指標の1つとして示す。また、地域別ライフライン地震危険度と対象地域の人口の積の総和は都市の持つライフライン地震危険度となる。よって、都市の持つライフライン地震危険度の低減により地震に強い都市再構築及びネットワーク強化などライフライン地震被害低減法の評価のための手段の1つとなると考えられる。

〈参考文献〉

1) T.L.Saaty : Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill, 1980

2) 久保慶三郎・篠塚正宣 : 地震と都市ライフライン, 京都大学学術出版会, 1998

3) 土木学会 HP 耐震性能照査で考慮すべき地震および地震動 <http://www.soc.nacsis.ac.jp/jsce2/committee/earth/chap2.html>