

地震活動モデルに基づくライフライン機能停止リスク評価

岐阜大学工学部 学生会員 ○野田智也
岐阜大学大学院 学生会員 王 棟
岐阜大学工学部 正会員 能島暢呂

1. 研究の背景

地震ハザードステーション(J-SHIS)¹⁾により公開されるデータに基づいて、原²⁾は 2013 年版で用いられたすべての地震活動モデル(内陸活断層地震 約 27.8 万モデル・海溝型地震 約 66.2 万モデル)を対象として、震度レベル(震度 5 弱以上, 5 強以上, 6 弱以上, 震度 6 強以上, 震度 7)ごとに人口を集計した震度曝露人口(PEX: Population Exposure)を推計し、各地震の発生確率(P)をプロットした P-PEX 関係や、各地震の累積確率と震度曝露人口の関係を示したリスクカーブによる地震リスク評価を行った。本研究ではこの成果を用いて供給系ライフラインの機能停止確率と関連付けてライフライン機能停止リスク評価を行い、地震防災の基礎情報とすることを目的としている。

2. ライフライン機能停止リスクの評価方法

原²⁾が行った震度曝人口評価に関する成果を用いて、ライフライン機能停止リスクの評価を行う方法を示す。まず想定される地震の震度分布とライフライン供給人口を重ね合わせ、震度レベル(上記と同様)ごとにライフライン供給人口に関する震度曝露人口を推計する。ただし電気・水道に関しては普及率を 100%とし、都市ガスについては 250m メッシュで推計された都市ガス供給人口を用いることにより普及率を考慮した。なお水道の脆弱性は考慮していない。

これに震度階ごとの停止確率を表す機能的フラジリティ関数(図-1)を乗じて合計することにより、期待停電人口 N_E 、期待断水人口 N_W 、期待ガス停止人口 N_G を算出する。これらと地震の 30 年発生確率(P)との関係を表す P- N_E 関係、P- N_W 関係、P- N_G 関係を求める。さらに停止人口の超過確率を与えるリスクカーブを算出して地震リスク評価を行った。

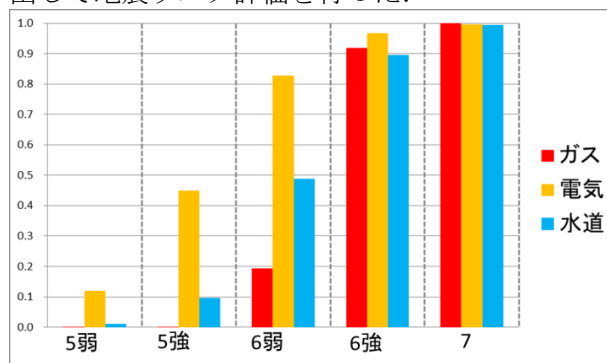


図-1 ライフライン別震度階ごとの機能的フラジリティ関数

3. 用いる地震活動モデル

表-1 は、本研究で用いた地震活動モデルをまとめたものである。内陸活断層地震に関しては、主要活断層帯による地震 194 ケース、主要活断層帯に発生する地震の連動地震 8 ケース、痕跡を認めにくい地震 989 ケース、その他の活断層帯による地震 163 ケースを対象としている。海溝型地震に関しては、震源断層を特定した地震 37 地震、震源断層を予め特定しにくい地震 3509 ケースを対象としている。両者をあわせると 7859 ケースとなる。南海トラフの地震については、全体を一つの領域として 30 年発生確率を 66.5%と評価し 15 パターンの地震に重みづけして配分している。相模トラフの地震については、より大規模な地震の発生可能性に配慮し、10 パターンの地震を対象としている。

表-1 用いた地震活動モデルの種類と地震数

地震の種類		震源の個数	
内陸活断層地震	主要活断層帯による地震	194	○
	連動地震	8	+
	痕跡を認めにくい地震	989	-
	その他の活断層による地震	163	○
	小計	1354	
海溝型地震	震源特定地震 TYPE1	6	△
	震源特定地震 TYPE2	31	×
	震源不特定地震 TYPE3	118	★
	震源不特定地震 TYPE4	6354	-
	小計	3509	
合計		7859	

4. 30 年発生確率と曝露人口によるリスク評価

ここでは紙面制約のため、電気に関する結果を中心に示す。図-2 は P- N_E 関係図であり、図上で右上に位置するほど地震リスクが高いことを表す。紫色×が圧倒的に高く、これらは相模トラフ、南海トラフを含む海溝型地震によるものである。中でも南海トラフ地震で 30 年発生確率 24.9%、期待停電人口約 3,800 万人のシナリオが最大となっている。30 年発生確率は少し下がるが期待停電人口が 5000 万人にも及び最も多いのは首都直下型地震の相模トラフによるものである。

紫色×に次いでリスク水準が高いのは、主要活断層帯による地震(赤色○)である。30 年発生確率 14.4%、期待停電人口約 530 万人のシナリオが最も高いリスクとなっている。震源断層を

予め特定しにくい地震については、規模が小さいものの地震の数が圧倒的に多いため、地震リスクを過小評価してはならない。図示は省略するが水道および都市ガスのグラフは電気のグラフを左にずらしたようになっている。これは図-1 に示したそれぞれの停止確率および都市ガスの普及率の差が顕著に表れた結果である。

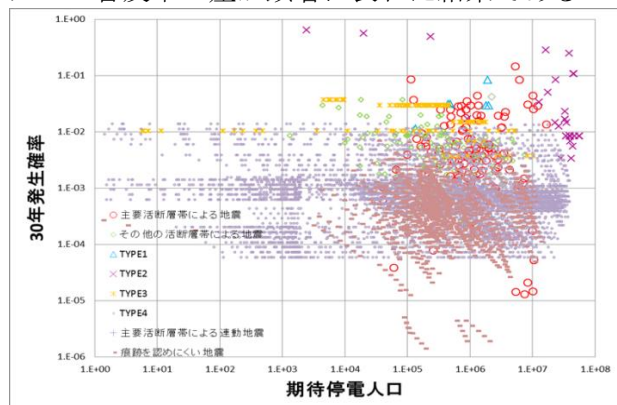


図-2 内陸型地震と海溝型地震の $P-N_E$ 関係

5. リスクカーブによるリスク評価

表1の全対象地震について震度階ごとに求めた震度曝露人口によるリスクカーブを図-3に示す。震度曝露人口が多い領域については、5強が支配的である。次に震度曝露人口に電気の停止確率を乗じて期待停電人口のリスクカーブを求めた結果を図-4に示す。停止確率がほぼ100%である震度7の変化はなく、他の震度は確率の分だけ被害人口が少なくなる。全体的な傾向としては6弱が支配的であることがわかる。

また表-1の区分に従って内陸型と海溝型ごとに求めたカーブとそれらを合わせたトータルのカーブを図-5に示す。相模トラフ・南海トラフを含む海溝型を示す赤色のラインがトータルの黒とほとんど一致する形となり海溝型が支配的になるのがわかる。ガス・水道でも同様な傾向が得られた。

最後にライフライン別のリスクカーブを図-6に示す。電気・水道・ガスの順で機能停止リスクが大きくなる結果となり、停止確率および普及率の差が表れる形になった。

6. まとめ

日本周辺では、陸域と海域において、発生確率、地震規模、その影響度といった面で異なった特徴を持つ多数の地震のリスクに曝されている。本研究では、一部の震源不特定地震を対象外としたが、地震リスクの総合的な検討を目指し、今後はすべての地震を対象にすることが課題である。

参考文献

- 1) 独)防災科学技術研究所:地震ハザードステーション(J-SHIS)

<http://www.j-shis.bosai.go.jp/>

- 2) 原健也:2013年度版確率論的地震動予測地図で用いられる地震ハザード情報を利用したリスク評価, 2013年度岐阜大学卒業論文, 2014.3.

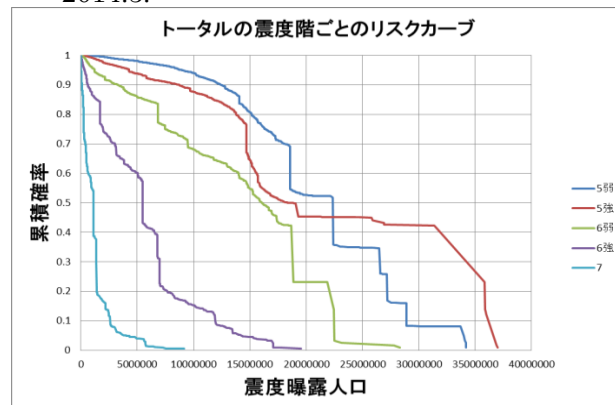


図-3 震度階ごとの曝露人口リスクカーブ

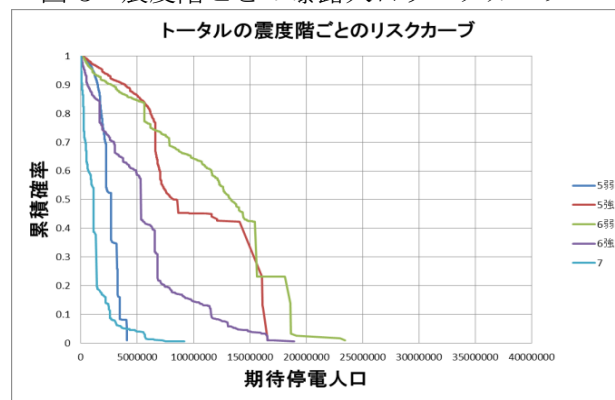


図-4 震度階ごとの停電リスクカーブ

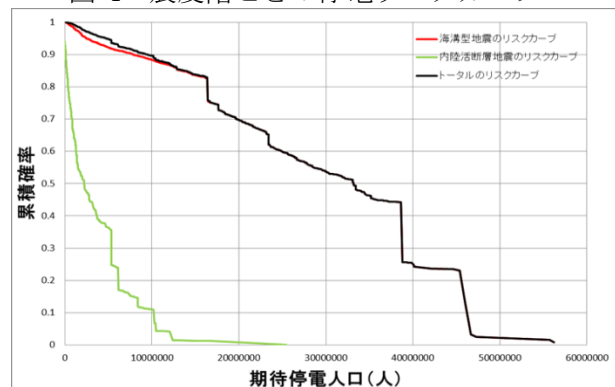


図-5 地震タイプごとの停電リスクカーブ

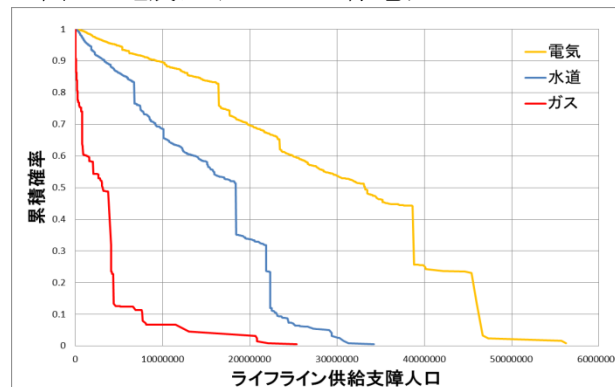


図-6 ライフライン別リスクカーブの比較