広域ライフラインの地震リスク評価のためのシナリオ地震選定

岐阜大学大学院　　学生会員　○加古　涼介
岐阜大学工学部　　正会員　　能島　暢呂

1.　研究の背景

広域ライフラインにおいては，考慮すべきシナリオ地震は多数存在すると考えられる．しかし，代表的なシナリオ地震のみを対象として地震リスク評価が行われているのが現状であり，影響を及ぼし得る全ての地震を考慮した検討を行い，シナリオ地震を選定していく必要がある．我が国では地震調査研究推進本部により「確率論的地震動予測地図」が公開されている．この地図は想定されるすべての地震を考慮した地震動予測地図である．基礎データである全地震活動モデルは地震ハザードステーション(J-SHIS)[1)]で公開されており，地震ハザード・リスク評価に活用できる状況が整っている．

本研究ではこのデータを用いて網羅的な地震リスク評価を行うことでシナリオ地震を選定することを目的とする．その際，多数の地震活動モデルが存在する震源不特定地震については，空間的・規模的に集約することで，網羅的な地震リスク評価と等価な結果を与えるシナリオ地震を選定する．具体的な対象としては，岐阜東部地域における大規模ライフライン（管路延長約 180km，南北約 25km，東西約 50km の広がりを持つ図 1 の青線）を対象とする．

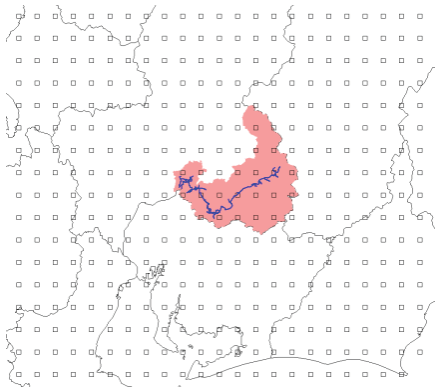

図 1　抽出した震源不特定地震の震源位置

2.　用いる地震活動モデル

本研究では，　2014 年版の全地震活動モデルから対象システムに震度 5 弱以上の影響を及ぼす地震を抽出して検討を行う．表 1 に抽出した地震活動モデルを示す．内陸活断層の震源不特定地震については，図 1 のように緯度経度 0.1 度刻みの震源位置 390 地点が選別され，M=5.0～7.3 を考慮するため，9360 モデルが抽出された．

表 1　抽出した地震活動モデル

地震の種類		震源の個数	地域区分やマグニチュードの種類を考慮した震源の個数
内陸活断層地震	主要活断層帯による地震	17	17
	痕跡を認めにくい地震	16	90
	その他の活断層による地震	14	14
	震源不特定地震	390	9360
海溝型地震	震源断層を予め特定した地震	15	15
	震源不特定地震(M=5.0～7.5)	1374	71448
	震源不特定地震(M=7.6～8.0)	40	400

3.　P-PEX 関係・リスクカーブによるリスク評価

J-SHIS[1)]により公開される 2014 年版のデータを用いて岐阜東部地域を対象に震度レベルごとに人口を集計した震度曝露人口(PEX)を推計する．そして，影響度として横軸に PEX を，切迫度として縦軸に発生確率をとり，各地震をプロットした P-PEX 関係と，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う．図 2 に抽出した地震を用いた震度 6 弱以上の P-PEX 関係を示す．南海トラフ地震が右上に位置し，リスク水準が高い．断層を特定した地震は具体的なリスクの位置づけが明確であり，シナリオ地震の選定は容易である．これに対して，震源不特定地震は多数のモデルで形成され発生確率が低いため，その設定は容易ではない．

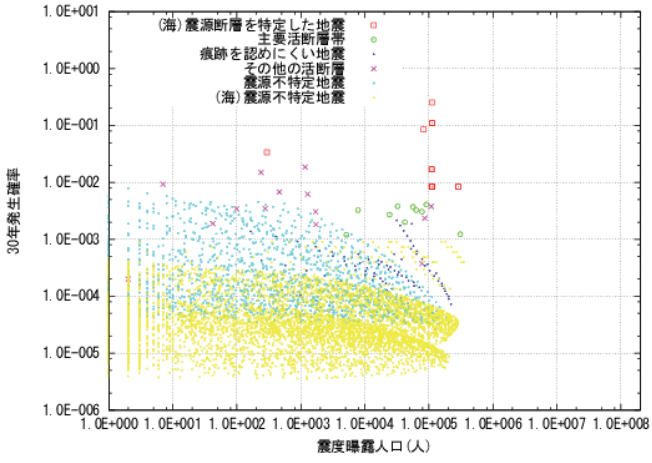

図 2　震度 6 弱以上の P-PEX 関係　(トータル)

キーワード　広域ライフライン，全地震活動モデル，シナリオ地震，空間的集約，規模的集約
連絡先　　〒501-1193　岐阜県岐阜市柳戸 1-1　　岐阜大学工学部社会基盤工学科　TEL058-293-2416

しかし，図 3 に示す内陸活断層地震のリスクカーブをみると，震源不特定地震は地震群としてとらえた場合，総合的にはリスクが高く，適切なシナリオ地震の設定の必要性が示される．

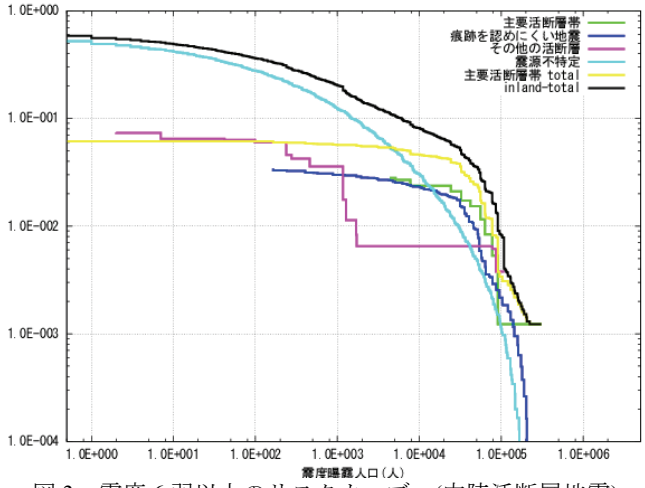

図 3　震度 6 弱以上のリスクカーブ　(内陸活断層地震)

4.　シナリオ地震の選定

地震リスクカーブにより，震源不特定地震を累積した多数の地震モデルとして評価することができた．この地震リスク水準と等価な結果を与えるシナリオ地震を選定することで，具体性のある少数の地震に絞り込む方法を考える．この目的で，多数のモデルを空間的・規模的に集約することでシナリオ地震を選定する．

まず，空間的集約については，図 4 に示すように，岐阜東部地域は東西に広く分布するため，東西 2 つにシナリオ地震を設定することとした．具体的には，震源不特定地震の震源位置の中から，東西それぞれ 9 点を 1 つのグループにまとめ，中央の点を代表震源位置に設定した．発生確率については，9 点の年平均地震発生率を合計して領域内での発生率を求めてから，ポアソン分布を適用して 30 年発生確率を求めた．また，震度曝露人口については，9 点の各マグニチュードにおける震度レベルごとの曝露人口の平均値とした．

続いて規模的集約にあたっては，対象システムに影響を及ぼし得る規模として，考慮するマグニチュードを M=6.0～7.3 とした．震度曝露人口の評価を行った結果，この範囲内でも大きな違いが認められたため，マグニチュードの集約範囲を，中頻度中規模地震(M=6.0～6.6)と低頻度大規模地震(M=6.7～7.3)に分割した．範囲ごとに規模的集約を行う．発生確率については，b 値 0.9 のグーテンベルク・リヒター式を適用して 30 年発生確率を求めた．確率密度関数による加重平均で震度曝露人口を求め，その値が整合するようなマグニチュードを探索して，シナリオ地震のマグニチュードとした．以上のように空間的・規模的集約を行い，4 つのシナリオ地震を選定した．

・可茂地域(緯度 35.4 経度 137.1)　M=6.26
・可茂地域(緯度 35.4 経度 137.1)　M=6.94
・東濃地域(緯度 35.4 経度 137.4)　M=6.27
・東濃地域(緯度 35.4 経度 137.4)　M=6.95

図 5 に震源不特定地震と，選定したシナリオ地震のリスクカーブを示す．各震度レベルにおいて，震源不特定地震とシナリオ地震のリスクカーブは近い結果が与えられた．以上より，多数の地震モデルで形成されるリスクカーブを，代表する 4 つの地震で等価な結果を与えることができた．

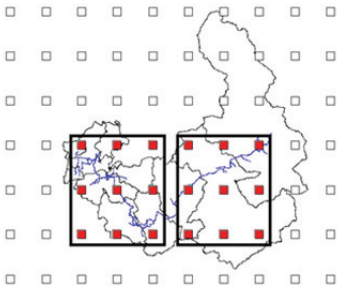

図 4　空間的集約を行う 2 つのグループ

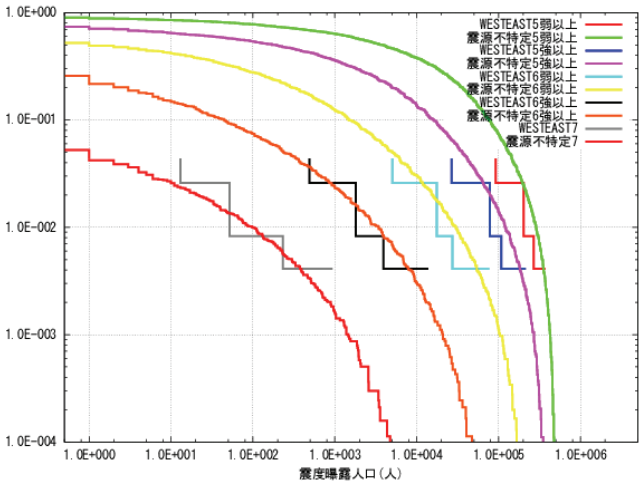

図 5　選定した 4 つのシナリオ地震と震源不特定地震によるリスクカーブの比較

5.　まとめ

対象システムに影響を及ぼす全ての地震を用いて地震リスク評価を行うことで，網羅的にシナリオ地震を選定した．内陸活断層地震の震源不特定地震については，空間的・規模的集約によるシナリオ地震の選定を行い，地震リスク評価結果を適切に反映したシナリオ地震を選定することができた．

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/