

神戸における地震危険度評価

清水建設(株) 技術研究所 正会員 石川 裕
同 和泉研究室 同 奥村俊彦

1. はじめに

本報では神戸周辺で過去に発生した地震を整理した上で、既存の標準的な方法を用いて神戸における地震危険度解析を行なった。その結果に基づき、兵庫県南部地震で記録された最大加速度の再現期間について検討した。

2. 神戸周辺で過去に発生した地震

表-1に神戸周辺で過去に発生した地震のうち、道路橋示方書の2種地盤の式により推定される最大加速度が大きい順に5個の地震を示す。この表によれば、有史以来記録されている地震の範囲内では、兵庫県南部地震は神戸に最も大きな地震動をもたらした地震であると考えられる。また、理科年表に基づき、神戸における最近50年間（1944～1993年）の有感地震の回数を整理したものを表-2に示す。比較のために、大阪、東京、釧路における回数についても併記しているが、神戸や大阪における有感地震の回数は東京や釧路におけるその1/7～1/9ときわめて少ない。理科年表に記載されている1916年以降において、神戸では震度5以上の記録はない。

3. 神戸における地震危険度解析

(1) 地震発生データに基づく地震危険度解析

地震発生データに基づく地震危険度解析の方法はポアソン型モデルによる標準的なもの¹⁾で、地震域モデル、地震発生頻度の算定に用いる地震カタログ、プレート境界地震のモデル化などについては文献1)の大阪における解析で使用したものと同一条件とした。そこでは神戸が含まれる地震域（直下地震）の最大マグニチュードは7.5と仮定している。最大加速度のアテニュエーション式は道路橋示方書の2種地盤の式を用い、式に含まれるばらつきは対数標準偏差が0.5の対数正規分布と仮定している。

(2) 活断層データに基づく地震危険度解析

活断層データを用いた地震危険度解析は、地震は活断層の活動のみによって発生すると仮定するもので、活断層データは原則として「日本の活断層」に記載されているものを直線でモデル化している。モデル化においては1km以内に位置する活断層は1本の断層に集約している。解析では個々の活断層による地震は独立であるとの前提にたっており、1km以上離れた複数の活断層が同時に動くような仮定は含まれていない。また、地震の発生は定常ポアソン過程に従うとし、個々の活断層で発生する地震の規模は、断層長さに応じた固有の規模のみが生じると仮定している（最大モーメントモデル）。地震の平均発生頻度は、活断層の活動度に基づく平均変位速度と地震規模に基づく地震時ずれ変位量との比から算定している。最大加速度のアテニュエーション式の条件は（1）と同様である。

(3) 解析結果

表-3に今回の解析で用いた活断層モデルのうち、もし活動すれば神戸に大きな加速度（300Gal以上）

表-1 神戸周辺で発生した過去の主な地震

	発生年月日	M	Δ (km)	Amax (Gal)	備考
	1995. 1.17	7.2	15	400	兵庫県南部地震
1	1596. 9. 5	7.5	38	301	慶長伏見地震
2	868. 8. 3	7.0	37	214	播磨/山城
3	1185. 8.13	7.4	67	184	近江/山城/大和
4	1510. 9.21	6.8	39	179	摂津/河内
5	1916.11.26	6.1	19	164	神戸

* Amax は道路橋示方書の2種地盤の式による

表-2 神戸における有感地震の回数
(1944年～1993年の50年間)

	震度 1	震度 2	震度 3	震度 4	震度 5	震度 6	合計
神戸	176	67	21	5	0	0	269
大阪	243	69	26	6	0	0	344
東京	1,204	529	193	36	2	0	1,964
釧路	1,500	627	173	39	6	1	2,346

をもたらす活断層の諸元を示す。上述したモデル化の関係で、この表に記された活断層の諸元は「日本の活断層」に記載されているものとは異なっている。表-3によれば、神戸に最も大きな加速度をもたらす得る活断層は大月断層(周辺の複数の活断層が集約されたもの)であり、この断層が活動した場合の最大加速度(中央値)は708Galとなる。ただし、この活断層の平均活動間隔は約5,100年である。

図-1に地震発生データに基づく地震危険度解析結果と活断層データに基づく結果を比較して示す。最大加速度が500Gal以下の範囲では地震発生データに基づく結果の方がやや大きめの年超過確率を与えるが、500Galより大きな地震動レベルでは両者の結果はほぼ同じである。表-3より明らかのように、神戸では至近距離の活断層が動けば非常に大きな地震動を被る可能性があるが、そのような断層の平均活動間隔はいずれも数千年以上ときわめて長い。したがって、今回用いた活断層モデルに基づく地震危険度解析では、結果としてハザード曲線に現れてくる地震動の年超過確率はそれほど大きなものとはなっていない。

いずれの解析においても、兵庫県南部地震で経験した600~800Galという最大加速度の年超過確率は 10^{-3} 以下、すなわち、再現期間で見ると1,000年以上ということになる。

上記の結果を既往の地震危険度評価結果と比較したものを表-4に示す。使用したアテニュエーション式などの条件が異なるため単純には比較できないが、今回行なった解析結果は、地震発生データに基づくものは既往の研究とほぼ同じであるが、活断層データに基づく結果に関しては既往の研究に比べて地震危険度をやや低めに見積っている。

4. むすび

兵庫県南部地震の発生を見た今、今後の地震危険度解析においては、活断層の情報を何らかの形で取り入れていく必要性が指摘できる。しかしながら、活断層データには地震源としてのモデル化や発生頻度の評価などに工学的に扱いにくい大きな不確実性が含まれることから、アテニュエーション式をはじめとする他の不確実性の評価と合わせて、今後総合的に検討を加えていきたい。

<参考文献>

- 1) 亀田・石川・中島：想定地震の工学的設定法に関する研究，京大防災研 都市耐震センター研究報告，別冊第14号，1994。
- 2) Kameda, H. and Takagi, H.: Seismic Hazard Estimation Based on Non-Poisson Earthquake Occurrences, Memoirs of the Faculty of Engineering, Kyoto Univ., Vol.43, Part3, pp.397-433, 1981.
- 3) 力武常次著：日本の危険地帯—地震と津波—，新潮選書，1988。
- 4) 亀田・奥村：活断層データと歴史地震データを組み合わせた地震危険度解析，土木学会論文集，362号，pp.407-415，1985。

表-3 神戸に大きな地震動をもたらす可能性のある主な活断層

	活断層名	活動度	平均活動間隔(年)	断層長(km)	推定M	最短距離(km)	Amax(Gal)
1	大月断層	B	約5,100	31.8	7.3	1	708
2	六甲断層	B	約4,500	28.4	7.3	14	428
3	十万辻断層	C	約53,000	33.4	7.4	23	373
4	高塚山断層	C	約23,000	14.4	6.8	10	345
5	千股断層	[C]	約86,000	54.1	7.7	47	304

* モデル化の関係で、この表の諸元は「日本の活断層」に記載されている値とは異なる。Amaxは道路橋示方書の式による。

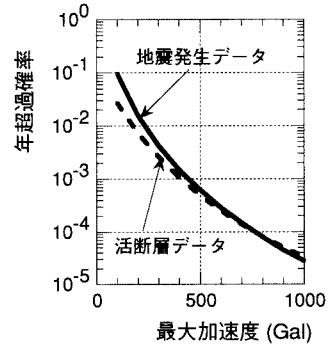


図-1 神戸における地震危険度解析結果

表-4 本解析結果と既往の研究との比較

	基礎データ	解析結果	比較
亀田・高木 ²⁾	地震発生データ	75年期待値で220Gal	≒本解析
力武 ³⁾	活断層データ	300Galの10年超過確率が0.3	>本解析
亀田・奥村 ⁴⁾	両データの組み合わせ	100年期待値で300Gal	>本解析