

## 確率論的想定地震の京阪神地域への適用

京都大学防災研究所 正会員 亀田 弘行 (株)清水建設技術研究所 正会員 石川 裕  
京都大学防災研究所 学生員 中島 正人 (株)奥村組 正会員 ○福知 克美

**1.はじめに** 本研究は、想定地震の工学的設定法<sup>1</sup>を用いることにより、この手法の妥当性の検討と京阪神地域の高速道路・その他の重要構造物の耐震設計に役立つ情報、近畿圏での地域の地震防災対策やライフライン施設の地震対策に役立つ情報を提供することを目的とする。

**2.解析手法** 解析手法としては確率論的想定地震による工学的設定法<sup>1</sup>を用いた。用いた地震危険度解析はポアソン型による。解析地点周辺を地震域に分割した上で、地震発生の時系列はポアソン過程に、規模別発生頻度は *Gutenberg-Richter* 式に従う (*b* 値モデル) ものとし、地震発生位置は各地震域内で一様ランダムであると仮定することで地震発生をモデル化する。ただし、マグニチュードが8クラスのプレート境界地震については他の地震とは別にモデル化 (最大モーメントモデル) する。計算プログラムは文献 [1] で用いられたものを使用した。

### 3.解析条件

(a)解析地点 解析の対象としたのは京阪神地域の5地点 (奈良県庁・りんくうタウン・大阪本町・明石・堀川御池) である。

(b)地震域モデル及び地震パラメータ 解析では文献 [1] で用いられた12分割の地震域モデル及び地震パラメータを用いる (図-1)。

(c)地震動指標とアテニュエーション式 地震動強度の指標としては最大加速度・最大速度・最大変位の3つを用いた。アテニュエーション式は最大加速度・最大速度に関しては亀田・杉戸の式<sup>2</sup>、最大変位に関しては篠・片山の式<sup>3</sup>を用いた。

### 4.5 地点の解析結果と考察

京阪神の5地点を対象として想定地震を算出した結果

を示す。ここでは、リスクレベルが年超過確率が0.01 (再現期間100年) の場合の想定地震を算出した。また、想定地震の設定にあたっては年超過確率が0.01で貢献度が10%以上となる地震域を対象とした。

#### (1) 結果の比較

(a)最大加速度による想定地震 全ての注目地点で南海地震が貢献度10-17%で選ばれている。南海地震の規模はM8.2程度である。すべての地点でM6.5程度の直下型の地震の影響が大きく出ている。その他、奈良県庁・大阪本町・堀川御池の3地点で琵琶湖東部の地震域NO.4が共通して選ばれていることが注目される。このことから近畿の東部は滋賀県から岐阜県南部で発生する地震の影響を受ける。この地震の規模はM7.0-7.5である。

(b)最大速度による想定地震 全ての注目地点で南海地震が貢献度20-30%で選ばれている。南海地震の規模は全てM8.2である。最大加速度に比べ最大速度の場合の南海地震の貢献度は倍程度になっている。最大速度の場合もM6.6程度の直下型の地震の影響が大きくなっており、奈良県庁・大阪本町・堀川御池の3地点で琵琶湖東部の地震域NO.4が共通して選ばれている。この地震の規模はM7.5程度である。

(c)最大変位による想定地震 全ての注目地点で南海地震が貢献度59-62%で選ばれている。最大変位の場合の南海地震の貢献度は最大加速度の場合のその貢献度の数倍になっている。南海地震の規模はM8.2程度である。(a)(b)とは違い、全ての注目地点で琵琶湖東部の地震域NO.4が共通して選ばれていることが注目

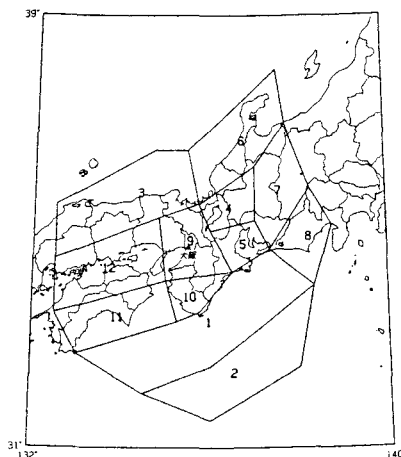


図-1 地震域モデル

される。この地震の規模はM7.6程度である。このことより最大変位の場合は全ての注目地点で同じ想定地震を設定した言える。

**(2) 結果から見られる傾向とその考察** 各注目

地点に言えることだが、地震動指標が最大加速度・最大速度の場合、ほぼ同じ地震域が抽出される。最大加速度の場合、選ばれた地震域の貢献度の大きさを見ると直下型の地震を発生する地震域の貢献度が集中的に大きい。最大速度の場合も直下型の地震を発生する地震域の貢献度が最も大きい、最大加速度の場合ほど抽出された地震域の間で貢献度に格差はなかった。最大変位の場合は最大加速度・最大速度の場合と異なり、比較的遠方の地震域の貢献度が大きくなり近隣の地震域の貢献度は減少している。また、最大加速度・最大速度に比べ全地震域において貢献度の大きさが均一になっている。これらにはアテニュエーション式の特性が大きく関係していると考えられる。

【最大加速度】  $[p = 10^{-2} \quad y(p) = 167gal \quad \bar{M}(p) = 6.85 \quad \bar{\Delta}(p) = 60km]$

地震域	貢献度 (%)	マグニチュード	震央距離 (km)	震央方位 (deg)
NO.4	17	7.53	80	33
NO.9	64	6.48	29	200
南海地震	12	8.25	198	198

【最大速度】  $[p = 10^{-2} \quad y(p) = 11.9cm/s \quad \bar{M}(p) = 7.2 \quad \bar{\Delta}(p) = 82km]$

地震域	貢献度 (%)	マグニチュード	震央距離 (km)	震央方位 (deg)
NO.4	19.5	7.51	88	33
NO.9	49	6.62	30	187
南海地震	23	8.22	198	197

【最大変位】  $[p = 10^{-2} \quad y(p) = 6.3cm \quad \bar{M}(p) = 7.8 \quad \bar{\Delta}(p) = 178km]$

地震域	貢献度 (%)	マグニチュード	震央距離 (km)	震央方位 (deg)
NO.4	22	7.59	108	16
南海地震	60	8.2	200	196

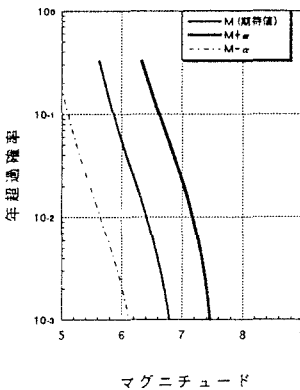
表-1 奈良県庁での想定地震

その特性とは、最大加速度の式に比べ最大速度の式の方が、最大速度の式に比べ最大変位の式の方が距離による強度の減衰が小さいことである。例として表-1に奈良県庁での解析結果を示す。

**5. 本研究の結果をふまえた兵庫県南部地震に対する見解**

今回の地震はM7.2の直下型地震であり、震源位置をみると地震域NO.9で発生した地震であることが分かる。本研究の結果でも地震動指標が最大加速度・最大速度の2つ場合において、明石地点で地震域NO.9の地震が想定されている。その地震の規模は最大加速度の場合がM6.4、最大速度の場合がM6.55である。図-2に明石での地震域NO.9の標準偏差 ( $\alpha$ ) も含めたマグニチュードのグラフを示す。この図では年超過確率が0.01の場合のM+ $\alpha$ は最大加速度の場合がM7.15、最大速度の場合がM7.2である。

最大加速度の場合



最大速度の場合

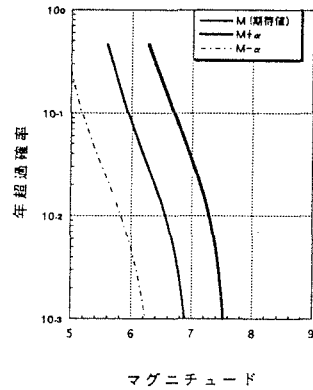


図-2 明石での地震域NO.9のマグニチュードのばらつき

今回の地震を考えると、確率論的想定地震<sup>1</sup>で設定される地震の規模を固定的なものとするのではなく、幅を持つものであることに注意する必要があるだろう。

【参考文献】

- [1] 亀田弘行・石川裕・中島正人：想定地震の工学的設定法に関する研究，都市耐震センター研究報告，京都大学防災研究所都市施設耐震システム研究センター，1994年。
- [2] Kamada, H. and Sugito, M.: Earthquake Motion Uncertainties as Compared Between Ground Surface Motions and Bedrock Input Motion-Characterization Using Evolutionary Process Models, Transactions of the 8th International Conference, on Structural Mechanics in Reactor Technology, Vol. M1K 1/3, 1965, pp.297-302.
- [3] 篠泉・片山恒雄：気象庁1倍強震計記録による長周期地震動特性の検討，土木学会第19回地震工学研究発表会講演概要，1987年，pp.37-40.