

清水建設 大崎研究室 正員 ○奥村俊彦
同 技術研究所 正員 石川 裕

1. はじめに

筆者ら¹⁾²⁾は地震危険度解析の考え方に基づき、複数の地震動パラメータを評価する手法を提案している。この手法では、ハザード曲線により設定される地震動強度に基づき地震群（ M, Δ の確率分布）を規定し、その地震群の特徴を反映した形で他の地震動パラメータを算定する。このとき、地震動強度に基づき規定される地震群は、その強度レベルにより変化することはもとより、注目地点周辺における地震環境や地震動強度を推定する距離減衰式の特性によっても影響を受ける。本研究ではこのうち、注目地点周辺における地震環境の違いによる地震群の変化を明確にするため、東京、大阪、仙台、福岡の4地点における地震群を図示し、比較・検討した。

2. ハザード曲線に基づき規定される地震群の算定法

ある地点において、地震動強度と年超過確率の関係（ハザード曲線）が得られているとき、その地点での地震動強度が a を超えるという条件下での地震群（ M, Δ の確率分布）は次のように算定される。

$$P(m_i, \delta_j | A \geq a) = \frac{P(A \geq a | m_i, \delta_j) \cdot P(m_i, \delta_j)}{P(A \geq a)}$$

$$= \frac{P(A \geq a | m_i, \delta_j) \cdot \sum_k v_k \cdot s_k \cdot P_k(m_i) \cdot P_k(\delta_j)}{\sum_k v_k \cdot s_k \cdot \sum_i \sum_j P(A \geq a | m_i, \delta_j) \cdot P_k(m_i) \cdot P_k(\delta_j)}$$

ただし、 v_k, s_k はそれぞれ、ある地震発生域 k における単位面積当たりの地震発生率、および面積である。また、 $P_k(m_i), P_k(\delta_j)$ はそれぞれ、地震発生域 k で発生する地震のマグニチュード、震央距離の確率関数である。

3. ハザード曲線に基づき規定される地震群の地域的な特徴

上式より明らかなように、ハザード曲線に基づき規定される地震群は、同一の強度レベルを対象とした場合でも、 b 値や地震発生率など、注目地点周辺における地震活動度によって変化する。さらに、同一の期間（もしくは年超過確率）を設定すれば、地点によって期待される強度レベルそのものも異なる。そこで、ここでは東京、大阪、仙台、福岡の4地点における地震群（ $P(m_i, \delta_j | A \geq a)$ ）を図示することにより、その地域的な特徴を検討した。表-1に解析に用いた諸条件を、図-1に各地点におけるハザード曲線を示す¹⁾。

図-2はこのような条件下で算定された各地点での地震群のうち、最大加速度が100galおよび300galの場合について示したものである。図より、最大加速度が大きくなるに伴い、マグニチュードが大きく、震央距離が短い方向に地震群のピークが動いていく傾向は各地点とも同じものの、その分布には地点によって特徴的な差異が見られることがわかる。すなわち、100galを考慮した場合には、東京ではマグニチュードが6前後で震央距離が30km内外の地震をピークに、広い範囲の地震の影響を受けるのに対し、他の3地点ではマグニチュードは5程

表-1 解析条件

◆地震発生域のモデル
・文献 1) 参照
◆歴史地震資料
・宇津 1885~1925 ($M \geq 6$)
・気象庁 1926~1983 ($M \geq 5$)
◆最小マグニチュード
・5.0
◆最大マグニチュード
・各地震発生域ごとに過去の最大値
◆地震動（最大加速度）の距離減衰式
・道路橋示方書の4種地盤の式
$A = 12.8 \times 10^{0.432M} \times (\Delta + 10)^{-1.112}$
◆距離減衰式のばらつき
・対数標準偏差0.5の対数正規分布
◆距離減衰式の頭打ち
・特に考慮しないが、式の形により自動的に設定される

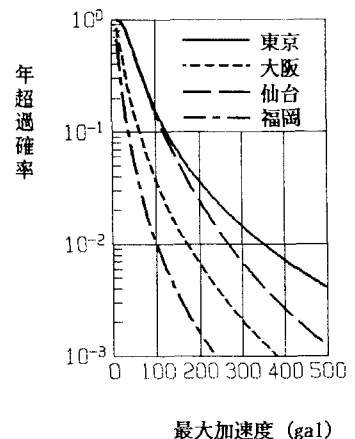


図-1 各地点のハザード曲線

度であるものの、震央距離がきわめて短い地震の寄与が相対的に大きい。一方、300galを考慮した場合には、東京ではマグニチュードが6～7、福岡ではマグニチュードが6前後で、ともに震央距離が50km以下の地震が支配的となる。これに対し、大阪、仙台では近距離の地震に加えて、マグニチュードが8クラスで、震央距離が100km内外の地震の寄与も比較的大きく、東京や福岡と比べれば、広い範囲の地震に影響されると言える。このような地震は、大阪では南海道沖の地震と根尾谷断層付近の地震。また、仙台では三陸沖の地震に対応している。

図-3は期間100年（年超過確率 10^{-2} ）に期待される最大加速度を考慮した場合の各地点での地震群を示したものである。年超過確率と最大加速度の関係は図-1のハザード曲線より読み取れる。同じ期間を設定した場合でも、注目する地点によって、期待される加速度レベルが異なることから、それに基づき規定される地震群は図のように大きく異なることがわかる。例えば、ここで示した期間100年の場合では、東京ではマグニチュードが7前後で近距離の地震の寄与がきわめて高いのに対し、他の3地点では相対的に広範囲の地震の影響を受けると言うことができる。

4. おわりに

本研究ではハザード曲線に基づき規定される地震群の地域的な特徴を明らかにした。構造物の耐震安全性を照査する場合には、最大地動に加えて、周波数特性や継続時間などについても評価する必要がある。ここで示したような地震群の特徴を反映した形でそれらのパラメータを評価するのが合理的であると考えられる。

5. 謝辞

本研究をまとめるにあたり、貴重な助言をいただいた、京都大学防災研究所教授・亀田弘行先生に深謝の意を表します。

参考文献

- 1) 石川裕：地盤工学におけるリスク評価手法に関するシンポジウム講演集、1987。
- 2) 石川裕・亀田弘行：土木学会第42回年次学術講演会、第1部、1987。

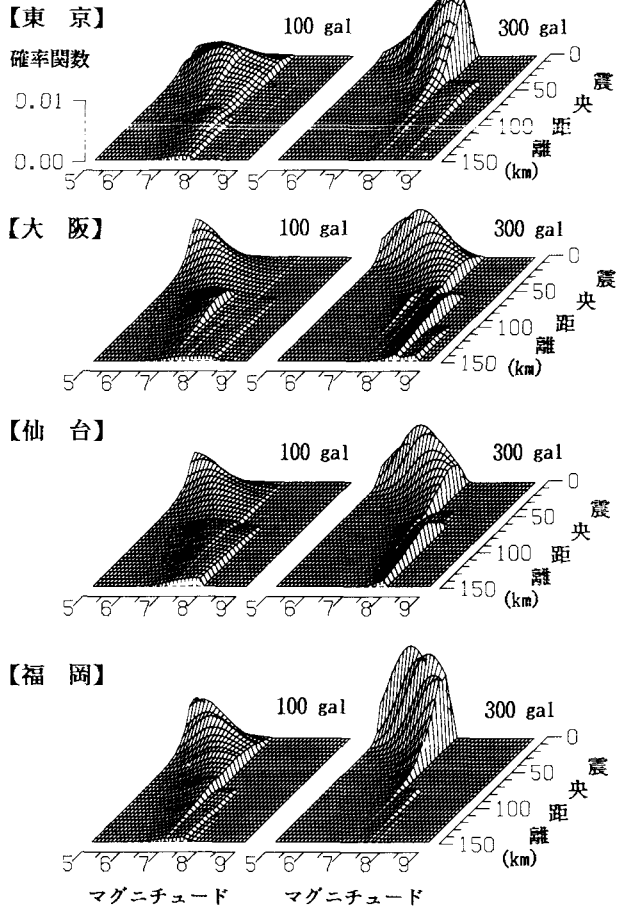


図-2 最大加速度が100gal, 300galを超える条件下での地震群

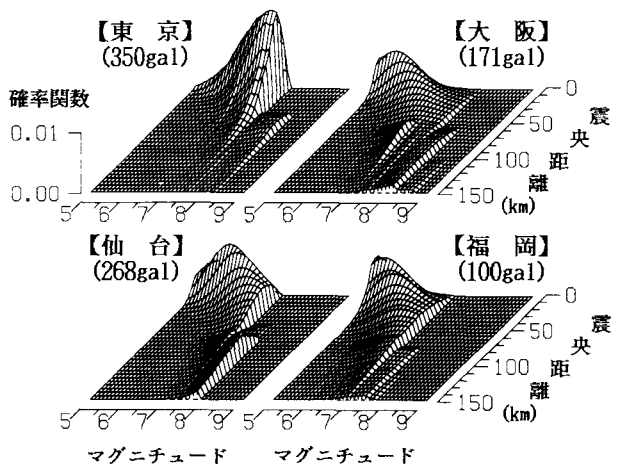


図-3 期間100年を設定した場合の地震群