

メッシュ状の地震活動域を用いた関東地方の地震危険度の試算（1）

建設省土木研究所 正会員 松本 俊輔
" 正会員 田村 敬一
" 正会員 中尾 吉宏

1. はじめに

最近の地震危険度解析では、従来から解析で考慮されてきた過去の地震情報とともに、活断層、プレート境界地震等の情報が別途考慮されるようになり^{1),2)}、地震の発生位置、発生確率、地震規模の分布特性等の評価を合理化し、危険度解析に組み込む試みがなされている。過去の地震情報を考慮する地震危険度解析では、一般に、地震の発生状況や地球物理学的データに基づき設定されるサブゾーン（地震活動域）ごとに地震の発生確率及び地震規模の分布特性を評価する方法がとられる^{3),4)}。それに対し、米国地質調査所（USGS）では、機械的に設定したメッシュごとに地震の発生確率を評価する方法を用いている⁵⁾。本研究では、USGSの手法により関東地方を対象とした地震危険度の試算を行い、地震の発生確率の評価方法が試算危険度及ぼす影響について検討した。

2. 解析方法

USGSでは、過去の地震の情報量、地震の発生頻度、地震動の距離減衰特性等の違いに基づき、全国を西部地域と東中部地域に大きく2分し、それぞれの地域に適した方法により、過去の地震及び断層の情報等を考慮した地震危険度解析を行っている。本研究は、地震の発生頻度が高い関東地方を対象とした危険度の試算を通して、過去の地震情報に基づく地震の発生確率の評価方法について検討することを目的とするため、地震の発生頻度が高い西部地域に対して用いられている方法のうち、過去の地震情報に基づく方法により地震危険度の試算を行う。西部地域に対して用いられている過去の地震情報を考慮した地震危険度解析では、地域を緯度経度0.1度間隔でメッシュ状に機械的に小分割した地震活動域と、西部地域を地震の発生特性等に基づき大分割したバックグラウンド地域が設定されている。USGSの過去の地震情報を考慮した地震危険度解析では、この2つの地震活動域を用いて個別に地震危険度を算出し、それぞれの危険度に重みを乗じて足し合わせることにより1つの地震危険度マップを作成している。地震規模の分布特性は、西部地域、東中部地域それぞれの全地震記録を用いてGutenberg-Richter式で評価しており、地震の発生特性が極端に異なる一部のエリアを除き、同じ地域内にあるバックグラウンド地域、メッシュ状の地震活動域に対して同一のb値が設定されている。バックグラウンド地域及びメッシュ状の地震活動域の地震発生確率については、それぞれの地域内の地震記録を用いて評価される。バックグラウンド地域は地震記録が少ないメッシュ状の地震活動域で算出される小さな地震発生確率を補う役割を持っていると考えられる。本研究では、関東地方を対象として、メッシュ状の地震活動域のみを考慮した方法により試算を行った。

（1）試算対象の地域と考慮した過去の地震情報

地震危険度の試算を行ったのは、図-1に示す評価地域であり、同図の対象地域内で過去に発生した気象庁マグニチュードMj 5、震源深さが100km以浅の地震情報を解析で考慮するものとした。解析に用いた地震記録は、1884年以前：宇佐美カタログ、1885-1925年：宇津カタログ、1926年以降：気象庁の記録である。米国西部地域の解析に用いられている過去の地震情報は、地震記録の年代ごとの信頼性を考慮して選定されているため、ここでも、地震記録の年代ごとの信頼性に配慮して地震記録の選定を行った。地震規模と地震の記録年代の関係を図-2に示す。Mj<6.5の地震が、気象庁が機械観測を開始した1926年以降に急激に増加していることから、Mj<6.5の地震については1926年以降の記録を用いた。6.5 Mj<7の地震については、江戸幕府の樹立により首都機能が江戸

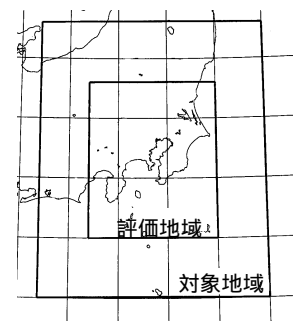


図-1 危険度の試算対象地域

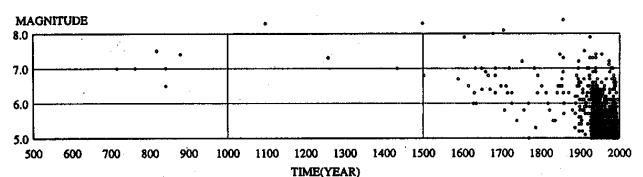


図-2 過去の地震記録の信頼性

に移った 1600 年以降において関東地方での地震資料の信頼性が高くなったと考えられることから、1600 年以降のデータを用いた。また、Mj 7 の規模の大きな地震について、600 年以降の地震は記録されているものと仮定した。実際に解析に考慮した過去の地震は 1290 個である。

(2) 地震の発生確率及び地震規模の分布特性の評価

USGS では、地震の発生特性が極端に異なる一部のエリアを除き、西部地域内に設定される全てのメッシュ状の地震活動域に対して同一の b 値を与えている。本研究では、米国西部地域にならひ、図-1 の対象地域に同一の b 値を与えることとし、対象地域内の地震記録を回帰することにより b 値=1.0 を得た。なお、対象地域内の最大地震規模は、1854 年安政東海地震の地震規模を参考に $M_j=8.4$ とした。メッシュごとの一年あたりの地震発生確率は、各メッシュ内の地震記録を用いて評価するものとし、(1) に示した地震規模グループごとの収録期間でそれぞれの記録数を除して総和をとることにより一年あたりの地震発生確率を算出した。メッシュごとの地震の発生確率は、メッシュ内の地震記録が少ない場合には、著しく小さくなるのが考えられるため、USGS の方法と同様に、ガウス型自己相関関数により平滑化した上で地震危険度解析に用いた。メッシュ内の地震発生確率をガウス型自己相関関数により平滑化する際、メッシュごとの地震発生確率のばらつきに応じて、相関距離⁶⁾を設定する必要がある。図-2 にメッシュごとに評価された地震発生確率を、図-3 に平滑化したメッシュごとの地震発生確率を示す。ここでは、米国西部地域で用いられている相関距離を参考に、相関距離を 50km とした。なお、地震の発生確率は一年あたりの地震発生確率を用いて、定常ポアソン過程で評価した。

(3) 距離減衰式

発生した地震による着目地点の地震動は、距離減衰式により評価した。USGS では数種類の距離減衰式を用いて地震ハザードの評価を行い、単純平均を取ることにより最終的なハザード曲線を算出している。本研究における試算は地震の発生確率の評価方法に関する検討を目的としており、距離減衰式としては安中らの式⁶⁾のみを用いることとした。また、距離減衰式のばらつきを対数標準偏差 0.5 の対数正規分布により考慮した。距離減衰式で考慮する震源深さは、対象地域内の地震記録の平均的な震源深さを考慮して 15km とした。

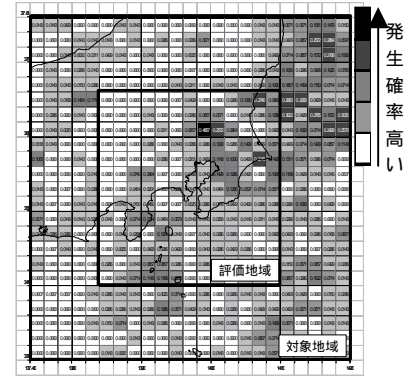
3. 試算結果

図-4 に 50 年間の超過確率が 5% の最大加速度の期待値を示す。図-4 では、茨城県東部及び千葉県北東部の地震動期待値が大きく、図-3 に示す地震の発生確率が大きな地域と概ね一致する。これは、対象地域の b 値を同一に設定したためであり、例えば、地域によっては地震の発生確率が低くても地震が発生すれば大きな規模になりやすい、といった地震の発生確率以外の要因が危険度解析に考慮されていないためであると考えられる。

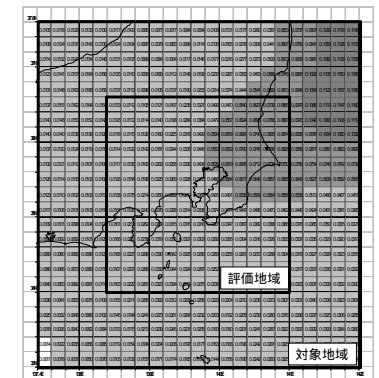
4. まとめ

関東地方を対象に、メッシュ状の地震活動域を用いた地震危険度解析を行った。その結果、広い範囲に同一の b 値を与えたことにより、地震の発生確率の地域的な変動が、期待値の分布に支配的な要因となっていることがわかった。

【参考文献】1)奥村俊彦ほか：活動履歴に関する情報量...、土木学会第 51 回年次学術講演会概要集、平成 8 年 9 月、2)安中正ほか：大地震の発生サイクル...、第 10 回日本地震工学シンポジウム、1998、3)Cornell, C. A. : Engineering Seismic Risk Analysis, Bull. Seism. Soc. Am. Vol.58, 1968、4)荒川直士ほか：確率手法に基づく動的解析...、土研資料第 1992 号、昭和 58 年 3 月、5) <http://geohazards.cr.usgs.gov/eq/hazmapdoc/junecover.shtml>、6) Annaka, T. et al : A Probabilistic Model for Seismic Hazard Estimation..., Proc. of 9th World Conference on Earthquake Engineering Vol. , 1988



(a)平滑化なし



(b)平滑化あり (相関距離 50km)
図-3 メッシュごとの地震発生確率

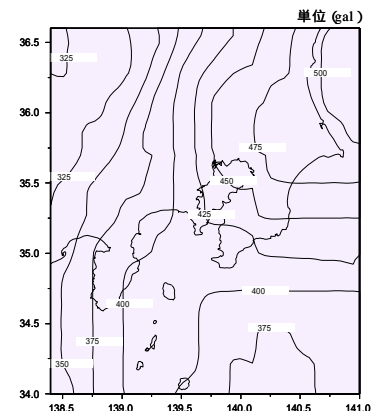


図-4 関東地方の地震危険度