

I - 11 歴史地震による四国の危険度解析

高知高専建設システム工学科 正員 吉川正昭
大旺建設(株) 正員 益岡雅也

1 はじめに

危険度解析を高知市、松山市、高松市、徳島市について比較・検討する。危険度解析とはある注目地点に将来の一定期に襲来すると考えられる地震動の特性を予測する手法^{1),2)}である。地震危険度は、いつ地震が生じるかという難しい問題で50年とか100年間を考え、場所と大きさを統計確率的に処理したものである。この方法を用いて、4県県庁所在地にどの程度の地震動(加速度、速度、変位)が生じるかを再現期間と地震動強さの期待値から予測する。

2 危険度解析方法

周辺地域の地震発生のようなすを表す何らかの情報が必要であり、その主なものは、①過去にその地域に発生した地震のデータ、②活断層の位置や活動度に関するデータ、③周辺地域のより巨視的な地体構造に関するデータなどである。①の情報は、いつ、どこに、どのくらいの規模の地震が起こったかという地震発生カタログに代表され、ここではこれについて解析をするものとし、カタログには宇津カタログ(1885年～1986年)と、宇佐美カタログ(1855年以前)を使用する³⁾。最古の679年から1987年の地震を対象とし、高知市をはじめ、各都市を中心とする半径100 kmの地域を対象地範囲とする。地震規模はマグニチュード4.5から8.5とする。建造物の耐用年数は100年で求めた。距離減衰式は、多くの方法が提案されているので、ここでは、表-1に示す建設省土木研究所の式、道路橋示方書の式、後藤・亀田の式などを用いて比較した。対象は高知市を中心に半径300 kmとして、同じ条件⁵⁾で応答加速度、速度、変位と距離の関係を図-1で求めた。金井、田村・岡本の式は岩盤で、道路橋示方書、建設省土木研究所、後藤・亀田の式は沖積地盤で求められている。

3 解析結果と考察

注目地点から100 km以内に発生した歴史地震をピックアップし、活断層と共に地図上の図-2に示す。同図と加速度最大振幅の各都市からの距離別に示した図-3から都市の近くで地震が生じているのは松山で都市から60 km程度離れて80 gal～120 galが多く生じているのは徳島である。高知よりも高松は地震が少ないことが分かる。加速度最大振幅の年代順の分布において松山では1600年代から320 gal程度の地震が数回生じている。徳島では120 gal程度の地震が500年に1回ぐらいの割合で生じている。高知では150 km程度離れて南海トラフ沿いの大地震で約100年に1回⁵⁾程度生じているが、100 km以内には入らない。加速度応答値の頻度を4 cm/s²きざみで整理した頻度分布(棒グラフ)と累積頻度分布(折線グラフ)において一番多い地震動の強さは徳島で応答加速度が約80 gal、松山では約260 galで4回生じている。高知は約30 gal、高松は約50 galで他県に比べて小さい。加速度応答期待値100 cm/s²が生じる年平均発生率(R)を図-4より判断すると高知では約30年に1回、高松では約60年に1回、松山では約20年に1回、徳島では約25年に1回発生する。耐用年数を100年とした場合、非超過確率0.9に対する加速度期待値は高知では約300 gal、高松では約200 gal、松山では約700 gal、徳島では約250 galとなる。同様に非超過確率0.1ではそれぞれ約20 gal、40 gal、50 gal、30 galとなる。応答スペクトルにおいて高知は0.2秒～0.5秒時に最大約250 gal、高松は0.2～1.0秒時に約370 gal、松山は0.2～0.5秒時に約450 gal、徳島は0.2～0.5秒時に約230 galとなる。従って100 km以内に生じた地震による危険度解析を判断すると松山が最も大きな地震が生じやすいと考えられる。

表-1 距離減衰式

加速距離減衰式の種類	
名称	減衰式
道路標示方書	$A=59.0 \times 10^{0.261M} \times (\Delta+10)^{-0.015}$
建設省土木研究所	$A=227.3 \times 10^{0.309M} \times (\Delta+10)^{-1.201}$
後藤・亀田	$A=202 \times 10^{0.178M} \times (\Delta+10)^{-0.466}$
金井	$\log A=0.6M - (1.66+60/X) \log X + (0.468-1.83/X)$
田村・岡本	$\log(A/1000) = (\Delta+50)/100 \times (-4.93+0.89M-0.043M^2)$

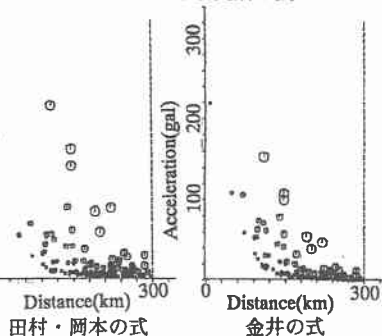
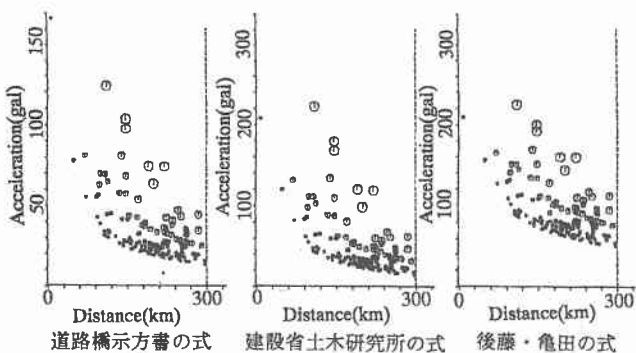


図-1 応答加速度と距離

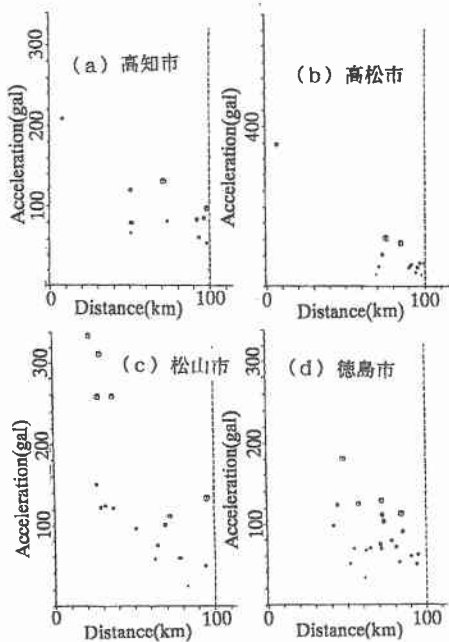


図-3 最大加速度の予測

速度の距離減衰式の種類	
名称	減衰式
建設省土木研究所	$V=2.666 \times 10^{0.421M} \times (\Delta+30)^{-1.183}$
後藤・亀田	$V=1.17 \times 10^{0.232M} \times (\Delta+30)^{-0.200}$
金井	$\log V=0.61M - (1.66+60/X) \log X - (0.631-1.83/X)$

変位の距離減衰式の種類	
名称	減衰式
建設省土木研究所	$D=0.056 \times 10^{0.549M} \times (\Delta+30)^{-1.175}$
後藤・亀田	$D=0.0288 \times 10^{0.356M} \times (\Delta+30)^{-0.219}$
金井	$\log D=0.61M - (1.66+60/X) \log X - (0.730-1.83/X)$

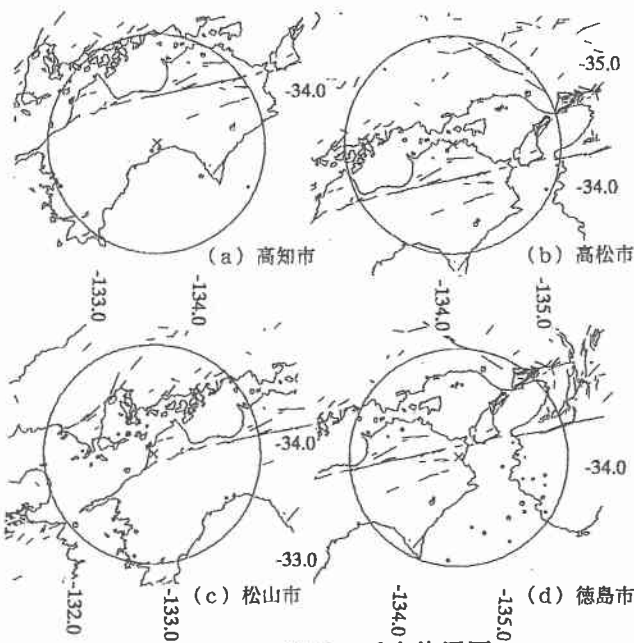


図-2 歴史地震の震央位置図

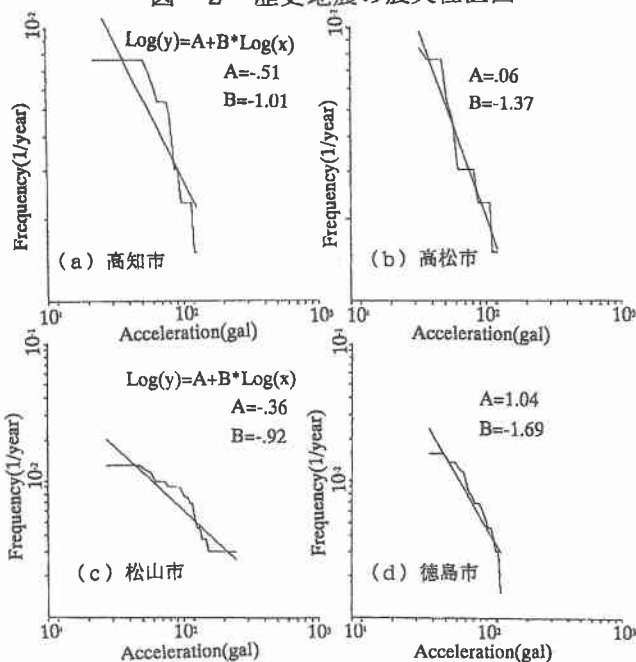


図-4 応答加速度の頻度の回帰

参考文献

- 1) 荒野政信・吉川正昭:危険度解析(ERISA - P)手法の検討, (株)奥村組-技報 No.149, PP.2~5, 1991
- 2) 戸松征夫・片山恒夫:地震危険度解析グラフィックシステム(ERISA - G)-システム開発の概要と解析プログラム-, 東大生産技術研究所報告, Vol.32, No.1, 1986
- 3) 活断層研究会:日本の活断層-分布図と資料, 東大出版会, 1980
- 4) 荒川直士・川島一彦・相沢興・高橋和之:最大時振動および地震応答スペクトルの推定法(その3), 土木研究所資料, No.1864, 1982
- 5) 吉川正昭, 川村祥一:高知市の地震危険度解析, 土木学会四国支部 技術研究会発表会講演概要集(第3回), pp.72~73, 1997