

清水建設(株) 大崎研究室 正員 ○ 奥村 俊彦
 同 技術研究所 正員 石川 裕
 同 大崎研究室 正員 石井 清

1. はじめに

従来行われてきた地震危険度解析は、その多くが歴史地震資料に基づくものであったが、最近になって、戸松・安田・片山¹⁾や奥村・亀田²⁾により活断層に基づく解析も行われている。活断層に基づく地震危険度解析では、いくつかのパラメータや関係式が用いられているが、それらの不確定性については、十分に検討されているとはいえず、特定サイトの地震危険度評価に上述の各手法を用いる場合には、これらのパラメータや関係式の有する不確定性の影響を把握しておくことは重要であると考えられる。本検討においては、簡単な活断層のモデルを設定した上で、いくつかのパラメータや関係式が、解析結果として得られる地震動確率曲線にどの程度の影響を与えるかについて考察を行った。

2. 解析手法および解析条件

解析手法は戸松ら¹⁾の提案した、活断層を震源と考える手法であり、地震発生はポアソン過程でモデル化している。ここでは、各パラメータや関係式が結果に及ぼす影響を検討することに主眼を置いているため、活断層のモデルは図-1に示すような1本の断層のみとした。断層の諸パラメータおよび関係式は、表-1、表-2に示すものを基本モデルとした。

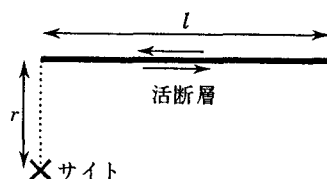


図-1 解析モデル

表-1 基本モデルの解析条件

断層の長さ l	45.6 km
断層までの最短距離 r	18.5 km
震源の深さ h	10 km
最大マグニチュード	7.6
最小マグニチュード	5.0
平均変位速度	5 m/1000年 (A級)
b 値	1.0
アテニュエーション式 のばらつき	対数標準偏差0.25の 対数正規分布

表-2 解析に用いた式

アテニュエーション式 (Donovanの式 ³⁾)	
$A = 1320 \times e^{0.58m} \times (R+25)^{-1.52} \quad (1)$ ($R^2 = r^2 + h^2$)	
$m-d$ 関係式 (基本モデルに $\pm\sigma$ の変動を考慮)	
$\log d = 0.6m - 4.0$ (基本モデル ⁴⁾)	(2)
$\log d = 0.6m - 3.78$	(3)
$\log d = 0.6m - 4.22$	(4)
$l-m$ 関係式 (基本モデルに $\pm\sigma$ の変動を考慮)	
$\log l = 0.6m - 2.9$ (基本モデル ⁴⁾)	(5)
$\log l = 0.6m - 2.63$	(6)
$\log l = 0.6m - 3.17$	(7)

3. 解析結果と考察

まず、断層の活動度を表わす平均変位速度の影響を検討する。「日本の活断層⁵⁾」には平均変位速度が与えられている断層もあるが、多くはA級・B級・C級というランクのみで区分されており、定量的な評価をするためには各ランクに対して平均変位速度を与える必要がある。図-2には、平均変位速度を2m/1000年、および8m/1000年とした場合の結果を示す。今回の解析手法では、平均変位速度と地震発生率の間に線形関係があるため、図-2に示した3本の曲線は、加速度レベルによらず一定の差を有している。

平均変位速度と同様に地震発生率に大きな影響及ぼす要因として、マグニチュード m と断層のすべり量 d の関係式がある。図-3には、式(2)から $\pm\sigma$ の隔りを持つ式(3)、式(4)を用いた結果を示すが、図-2と同様に加速度レベルによらず一定の影響が認められ、影響はさほど大きくない。

図-4は、断層の長さ l とマグニチュード m の関係式の影響を示しており、式(5)からの $\pm\sigma$ の隔りを式(6)、式(7)を用いて表している。 $l-m$ の関係式は、断層の長さが与えられた時にその断層から発生し得る地震の規模の上限値を与えるものであり、今回のケースではそれぞれ7.15、7.6、8.0となっている。したがって、低加

速度レベルではほとんど差が見られないが、 m の大きい地震が影響を及ぼすような高い加速度レベルで、その影響が顕著に現れることになる。

次に、発生地震の規模の分布を規定するGutenberg-Richter式の b 値の影響を調べたものが図-5である。一般に、日本付近の b 値は1.0程度と言われているが、特定の断層から発生する地震の規模が断層長に対して一義的に決まるとする考え⁶⁾もあり、この場合、 b 値は0になる。図-5(a)によれば、低い加速度レベルにおいては b 値の影響が非常に顕著であるが、加速度の大きい範囲ではさほどでもない。これは、 b 値が小さくなると規模の小さい地震の発生率はかなり減少するのに対し、規模の大きい地震の発生率があまり変化しないためと考えられる。このことを確かめるために、図-5(b)には、断層長を5.5kmとした場合の解析結果を示す。断層長を短くすると発生する地震の最大マグニチュードは小さくなり、 b 値の影響は(a)の場合と比較して少なくなっている。

最後に、アテニュエーション式のばらつきを表わす対数標準偏差 δ の影響を調べた。図-6には δ を0.5および0とした場合の地震動確率曲線を示す。低加速度レベルの範囲では、 $\delta=0$ の場合と基本モデルとは大差ないが、 $\delta=0.5$ の場合には、特に高い加速度レベルで基本モデルとの差が著しくなることがわかる。また、 $\delta=0$ の場合には、アテニュエーションの定義式から加速度の上限値が存在する。

4. まとめ

以上の検討の結果、活断層に基づく地震動確率曲線は種々のパラメータに支配されており、その影響の度合は加速度レベルによっても変化することが明らかとなった。

特に、この結果を構造物の確率論的地震リスク評価に適用する場合には、高い加速度レベルの地震動の発生確率が問題となるが、ここで得られた結果からは、各断層で発生し得る地震のマグニチュードの最大値の評価、およびアテニュエーションモデルに含まれるばらつきの評価が非常に強く影響するであろうことが示唆された。

<参考文献>

- 1) 戸松 他 (1983): 地震工学研究発表会, pp. 21-24.
- 2) 奥村 他 (1984): 土木学会年講(I), pp. 857-858.
- 3) Donovan (1974): 5WCEE(I), pp. 1252-1261.
- 4) 松田 (1975): 地震, 28, pp. 269-283.
- 5) 活断層研究会 (1980): 日本の活断層.
- 6) Wesnousky, et al (1983): JGR, 88, pp. 9331-9340.

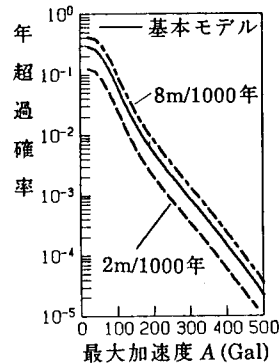


図-2 平均変位速度の影響

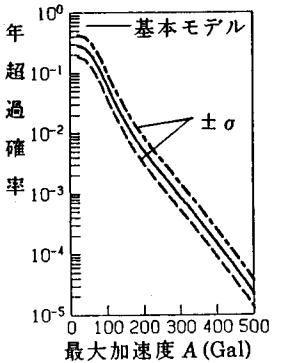


図-3 $m-d$ 式の影響

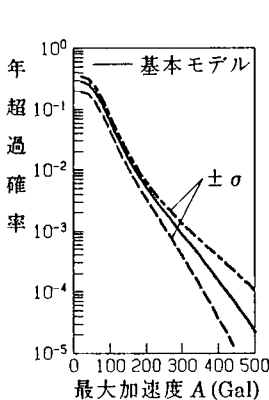


図-4 $l-m$ 式の影響

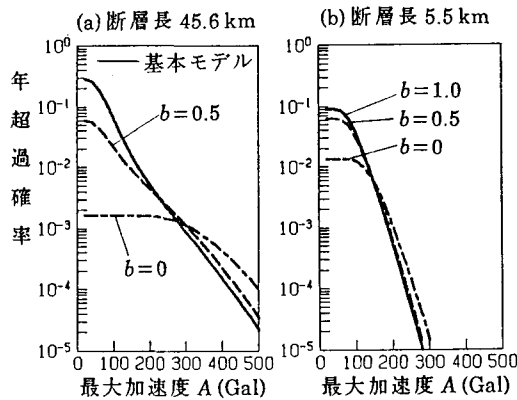


図-5 Gutenberg-Richter 式の b 値の影響

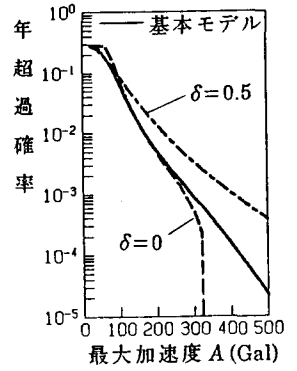


図-6 アテニュエーション式のばらつきの影響