

○ 建設省土木研究所 正員 川島一彦
 岩崎敏男

1. まえがき

新しく構造物を設計したり、既存施設の耐震性評価等各種防災上の措置を講じるに際しては、当該地点で想定すべき地震動の強度を正しく定めることが必要とされる。本小文は、地域ごとの既往の地震活動度に基づき確率論に従い東京湾地区の地震動加速度の強度期待値を試算した結果について示すものである。

2. 解析手法

図1は、我が国周辺で1931年～1980年間に発生した震源深さが100km以下の地震の分布であり、地震発生状況は地域によりかなり異なることがわかる。いま、地域ごとの地震発生状況の違いを、i)同一規模の地震の平均発生回数が異なる、ii)生じ得る最大の地震の規模が異なる、ことにより表わすものとする。このような点を解析に考慮するため、ここでは図2に示すように、着目地点周辺の解析対象範囲を多数のサブゾーンに分割し、年平均発生回数および最大地震の規模は各サブゾーンごとに評価するものとした。

いま、サブゾーンの個数を N 、第 i サブゾーンの単位面積当りの年平均地震発生回数を m_i 、最大地震のマグニチュードを m_{ui} とすれば、第 i サブゾーンで Y が y を超える確率は $P\{Y>y | E_i\} = P\{M>m | E_i\}$ となる。ここで、 $m = g(y, r)$: 震央距離 r の所で発生した地震による着目点での地震動強度が y となるような地震のマグニチュード、であり、切りつめた Gutenberg-Richter 式の場合には

$$P\{M>m | E_i\} = 1 - \frac{1 - \exp[-\beta_i(g(y, r) - m_0)]}{1 - \exp[-\beta_i(m_{ui} - m_0)]} \quad (1)$$

となる。したがって、第 i サブゾーンの範囲を $r_i = r_{1i} \sim r_{2i}$ 、 $\theta_i = \theta_{1i} \sim \theta_{2i}$ とすれば、全サブゾーンで $Y>y$ となる地震発生回数 $\lambda(y)$ は次式となる。

$$\lambda(y) = \sum_{i=1}^N \frac{1}{r_{1i}} \int_{\theta_{1i}}^{\theta_{2i}} \int_{r_{1i}}^{r_{2i}} P\{M>m | E_i\} d\theta dr \quad (2)$$

ここで、ポアソン分布を仮定すれば、再現期間 T_R は次式となる。

$$T_R = 1 / \{1 - \exp(-\lambda(y))\} \quad (3)$$

3. 試算例

式(3)により東京湾湾央部での地震動強度期待値を試算した。東京湾周辺地区は図1に示したように、a)房総沖から北の日本海溝～太平洋にはさまれる地域、(b)相模トラフ～南海トラフを含む房総沖から南の地域、(c)その他の内陸地域、の3地域に大別される。ここでは東京湾湾央を中心とする半径 $R = 300$ kmの範囲を取りあげ、 $\theta = 333 \sim 70$ 度、 $70 \sim 215$ 度、 $215 \sim 333$ 度 (θ は東西方向の東を起点とし、半時計まわりにとる) の3サブゾーンに分割することとした。解析には、宇津(1885～1925)および気象庁(1926～1979)の地震資料を用いた。

サブゾーンごとの地震発生回数 λ とマグニチュードの関係を図3に示す。これより、Gutenberg-Richter 式の b 値を定めると表1のようになる。また、サブゾーンごとに1885年以後発生した最大の地震のマグニチュードは表2の通りである。

b 値に関しては、地域により異なるとする考え方も、地域ごとに有意な差はないとする考え方もある。これに基づき、i)3つのサブゾーンごとに b 値を定めた場合、ii)3つのサブゾーンに同一の b 値を用いることとし、 $R = 0 \sim 300$ kmの全範囲から求めた b 値を3サブゾーンに共通に用いた場合、の2ケースに対し、最大加速度 A_{max} と再現期間 T_R (年)の関係を求めた。ここで、 A_{max} は道路橋示方書に基づき、同一種地盤の A_{max} を与える次

式とした。

$$A_{max} = 46 \times 10^{0.208M} \times (\Delta + 10)^{-0.686} \quad (4)$$

結果は表3および図4のようになる。これによれば、上記i)およびii)のb値の定め方による差異は著しくない。また、再現期間100年および200年に対する A_{max} は、それぞれ110gal, 125galとなる。図4では M_{ui} として表2の既応最大地震を用いているが、これを3サブゾーンとも7.5および7.0とすると $A_{max} \sim T_R$ の関係は図5のようになる。 $M_{ui}=7.0$ の場合を例にとれば、再現期間100年および200年に対する A_{max} はそれぞれ100gal, 115galとなる。

参考文献：既往地震活動に基づく地震動強度の期待値推定法、土研資料第1696号, S56.7.

表1 b値の比較

対象領域	b値
全体を一樣とした場合	1.012
$\theta = 333 \sim 70$ 度	1.078
$\theta = 70 \sim 215$ 度	1.163
$\theta = 215 \sim 333$ 度	0.762

表2 サブゾーンごとの既応最大地震

サブゾーン	地震発生年月日	地震名	M	震源	
				東経	北緯
1	1938.11.5.17:43	福島県東方地震	7.7	141度42分	37度6分
2	1891.10.28.6:38	露尾地震	8.0	136度36分	35度36分
3	1923.9.1.11:58	関東地震	7.9	139度30分	35度6分

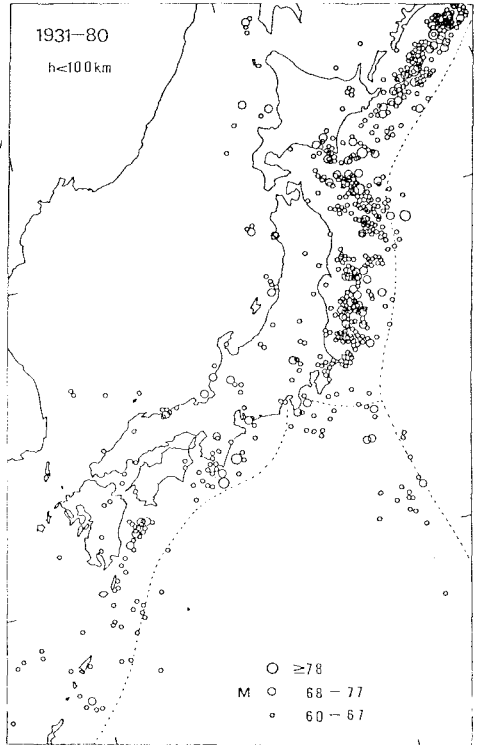


図1 1931~1980の100km以内の地震分布(勝又による)

表3 3サブゾーンのb値を独立に定める場合と3サブゾーンに同一のb値を用いた場合の再現期間 T_R (年)の比較

	最大加速度 A_{max} [gal]								
	100	110	120	130	140	150	170	180	
3領域で個別にb値を定めた場合	69.6	104.4	154.9	228.5	336.0	493.5	723.8	1056.3	1526.6
3領域ともb値を同一にした場合	69.5	104.3	154.9	228.6	336.3	494.4	725.9	1061.3	1537.5

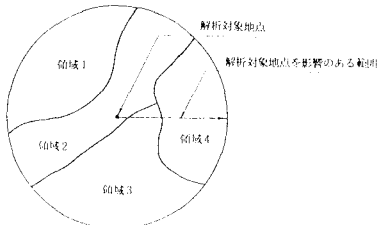


図2 対象地域とサブゾーンの分割(模式図)

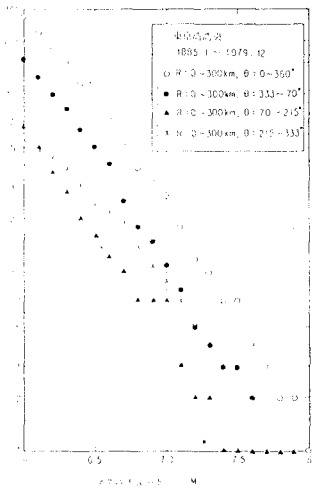


図3 発生回数~Mの関係

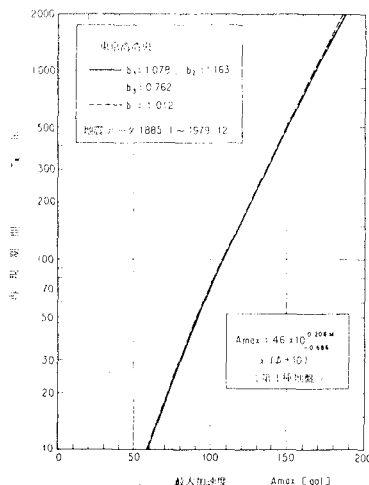


図4 東京湾湾域における地震動最大加速度の期待値(第1種地震上)

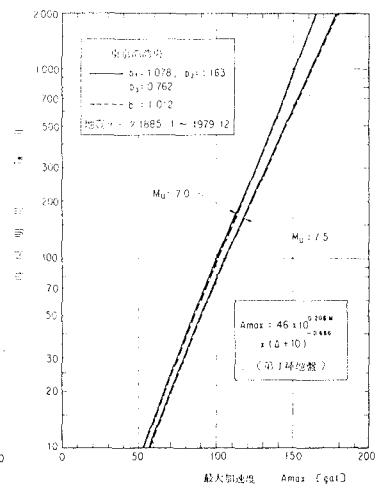


図5 巨大地震を除いた場合の地震動最大加速度の期待値(第1種地震上)