

建設省土木研究所 正員 荒川直士  
 建設省土木研究所 正員 川島一彦  
 ○ 富士通エフ・アイ・ピー(株) 正員 浅田博司

1. はじめに 地域ごとの既存の地震活動度に基づいて、Gutenberg-Richter 式より確率的に地震動強度を求めるには、最小マグニチュード ( $m_0$ ) を設定する必要がある。基本的には、 $m_0$  はなるべく小さい値とすることが望ましいが、観測資料より定めるには、通常の観測網により検知できる  $m_0$  の範囲に限界があるため  $m_0$  をあまり小さくできない。本小文では、地震動強度を求める際の  $m_0$  の設定根拠を述べ、 $m_0$  を変化させた場合の影響を、東京湾地区を例に検討した結果を報告するものである。

2. 最小マグニチュードの設定<sup>(1)</sup> 浜松、宇津は、日本列島付近(沿岸から約 200 km 以内)の浅い地震では  $M$  6 以上でないともれなく震源、 $M$  等が求められたいとしている。また、勝又、地震の規模別頻度の分布が直線で表わされる範囲を検討し、図-1 のように、1951 年以後については、関東、近畿地方等の内陸や近海の、観測網の条件のよい地域では、 $M$  が  $4\frac{1}{2} \sim 4\frac{3}{4}$  以上の地震がもれなくとらえられているとしている。また、沿岸から 200 km 付近の地域では  $M$  が  $5\frac{1}{2}$  以上の地震がほぼもれなく、震源、 $M$  等が求められているとしている。

一方、 $M$  6 以下の地震では、耐震設計された土木構造物に被害を生じたい例はほとんどない。従って、仮に、 $M$  6 以下の地震が解析対象とする最大加速度もしくは応答スペクトル値に寄与したとしても、この寄与分は耐震設計上あまり重要性のないものである。これらの理由より、最小マグニチュードは  $m_0=6$  程度に設定するのが妥当としよう。

3. 期待値推定法 図-2 は 1885 年～1979 年間に東京湾央を中心とする半径 300 km の範囲に発生した地震の分布を示したものである。東京湾周辺は、日本海溝、相模トラフ、南海トラフ、火山フロント、根尾谷断層により区切られ、それぞれ地震発生状況が異なっていることがわかる。このような点を解析に反映させるために着目地域を図-2 のように 7 つの小領域(サブゾーン)に分割し、サブゾーンごとに年平均発生回数および起こり得る最大地震の規模を評価するものとした。解析手法の詳細を参考文献(2)に示す。

4. 最小マグニチュードの影響 上記手法により、東京湾中央部の地震動最大加速度～再現期間および最大加速度～耐用年数～非超過確率の関係を  $m_0=6$  とした場合と  $m_0=4$  とした場合にて比較検討した。表-1 に  $m_0=6$  とした場合のサブゾーン特性を示す。解析には、1885 年～1925 年は宇津による資料を、また、1926 年～1979 年は気象庁による地震資料を用いた。Gutenberg-Richter 式の  $b$  値は、宇津の方法より求めた。  $b$  値に関しては、地域により異なるとする考え方と地域ごとに有意な差はないとする考え方がある。ここでは、いずれを用いても解析結果に大差がないこと<sup>(2)</sup>から後者を用いた。なお、上記 2. に示した理由により、地震資料をもとに  $b$  値を定めると、 $m_0=4$  とした場合に、 $m_0=6$  とした場合と結果が異なってくる。基本的には、 $m_0=6$  とした場合の方が正しいと考えられることから、 $b$  値は  $m_0=6$  の場合と同一とする。また、単位面積当たりの年平均発生回数  $\bar{N}_i$  は Gutenberg-Richter 式より外挿で求める。すなわち、 $\log N(m) = a - b \cdot m$  より、

$$\frac{N(m_0)}{N(m'_0)} = \frac{(10^a \times 10^{-b \cdot m_0})}{(10^a \times 10^{-b \cdot m'_0})} = 10^{-b(m_0 - m'_0)} \quad (1)$$

となり、(2)式にて求めることができる。

$$\bar{N}_i(m'_0) = \bar{N}_i \times 10^{b(m_0 - m'_0)} \quad (2)$$

以上の値を用いて、 $A_{max} \sim T_R$  および耐用年数 50 年の場合の  $A_{max} \sim$  非超過確率  $P$  の関係を  $m_0=4$  と 6 の

場合を比較して図-3, 4に示す。なお、距離減衰方程式は、短周期補正とした第1種地盤の推定式(3)式を用いた。

$$A_{max} = 1073 \times 10^{0.221M} \times (\Delta r + 30)^{-1.251} \quad (3)$$

$M_0$ により、小々の加速度は変化するが、再現期間が50年以上になると両者はほとんど一致する。耐用年数50年とした場合の最大加速度と非超過確率の関係も2~3 gal程度の差しか表われていない。これらの結果より、 $M_0=6$ 以下の地震は小々の加速度の期待値には影響するが、耐震設計上重要な領域の加速度にはほとんど影響しないことがわかる。

- 参考文献
- (1) 勝又：日本列島およびその周辺における... 験震時報, 第35巻, 第3, 4号 1970
  - (2) 岩崎, 川島他：既往地震活動に基づく... 工研資料 第1696号 1981年
  - (3) 岩崎, 川島, 相次：地震動強度期待値に及ぼす... 土木技術資料 Vol.24-2 1982年

表-1 東京湾周辺サゲジン特性

サゲジンNo.	サゲジンの特性	b値	
		期待値	全体値
I	日本海溝へプレート境界へ向かって	0.99	
II	相模トラフ-南海トラフ	0.99	
III	7.1-境界へ火山フロント	1.31	1.012
IV	火山フロント以西	2.00	
V	根元谷断層	0.67	

サゲジンNo.	平均規模(マグニチュード)	既往最大地震(発生日)	地震名	27年間の最大地震 $M_0$	解断作用(最大)
I	$2.11 \times 10^5$	1923.9.1	関東地震	7.9	8.0
II	$0.39 \times 10^5$	1972.12.7	八丈島東沖	7.2	8.5
III	$0.35 \times 10^5$	1945.1.13	—	7.1	7.25
IV	$0.22 \times 10^5$	1918.11.11	—	6.5	7.5
V	$0.17 \times 10^5$	1981.10.28	浅見地震	8.0	8.0

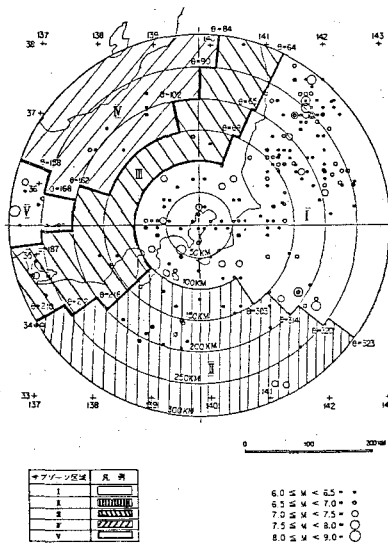


図-2 東京湾周辺サゲジン分割

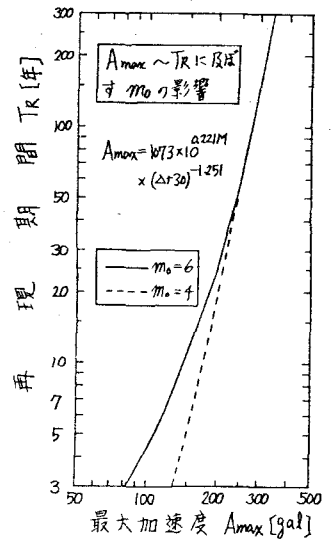


図-3 最大加速度~再現期間

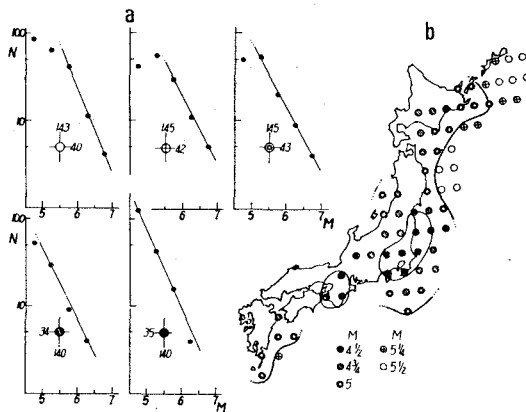


図-4 気象庁の観測(1951年以後)により求めらる最小の地震(勝又による)と示されている

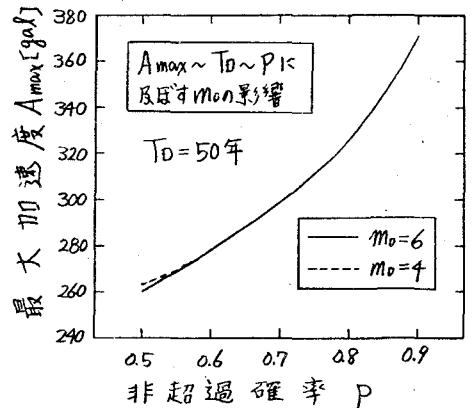


図-5 最大加速度~耐用年数~非超過確率