

鳥取およびその隣接地域における地震危険度解析

鳥取大学工学部 正会員 高岡 宣善
 鳥取大学工学部 正会員 白木 渡
 鳥取大学工学部 正会員 松保 重之

鳥取大学大学院 学生員○奥山 善之
 鳥取大学大学院 学生員 有元 毅

1. まえがき

耐震設計を行う場合、対象とする地域における地震活動度などの地域特性を十分考慮する必要がある。現在の設計法における地震荷重の規定は、地域別、地盤種別、重要度別に定められているが、地域特性については必ずしも実態に合ったものにはなっていないと思われる。しかるに、地震の頻発地域や大都市周辺を除いては、この問題点に対する研究は数少なく、山陰地方も例外ではない。このような観点から、本研究では鳥取を中心とした山陰地方において地震危険度解析を行い、地域特性を考慮した地震荷重について検討することにする。

2. 地震の活動度

本研究では、まず鳥取を中心とした山陰地方における地震活動度の評価を行う。そのために、まず鳥取を中心とした山陰地方の歴史地震記録を整理し、地震の震源域を活断層区によって区分（ゾーニング）する。用いた地震記録は鳥取地方気象台の地震観測記録¹⁾より収集したもので、震央距離、マグニチュードが明らかであり、マグニチュードが5.0以上のものを用いた。図-1に鳥取を中心とした半径200kmの範囲についてゾーニングを行ったものを示す。ただし、被害を及ぼす地震の活動度が非常に低いと考えられる部分（例えば日本海）については震源がないものと考えた。震源域を

区分したあとに、各ゾーンにおける地震活動度を把握する必要がある。これについては、マグニチュードと地震の発生回数との関係によって表される改良Gutenberg-Richter式を用いて評価した。つぎに、地震の発生が確率過程によって与えられると仮定して、本研究では時間的・空間的にポアソン過程を用いてモデル化することにした。したがって、ゾーン*i*において地震 E_i が発生した場合に、地震のマグニチュード*M*が*m*以上となる確率は式(1)によって与えられる。式(1)中の m_0 は考慮した地震の最小マグニチュードで m_{ui} は各ゾーンの最大マグニチュードであり、 b_i は各ゾーンによって定まる定数である。いま、対象としている地点から距離*r*だけ離れたところにマグニチュード*m*の地震が発生したとすると、対象地点での地表加速度は、一般に距離減衰式によって推定できる。同様に応答スペクトルについても距離減衰式を適用することにより、対象地点での応答スペクトルを推定できる。本研究では、応答スペクトル $S_a(T)$ として、土研の提案する式(2)を用いることとした。式(2)中の*T*は建造物の固有周期、 $A(T)$ 、 $B(T)$ 、 $C(T)$ は各固有周期ごとに与えられる定数である²⁾。

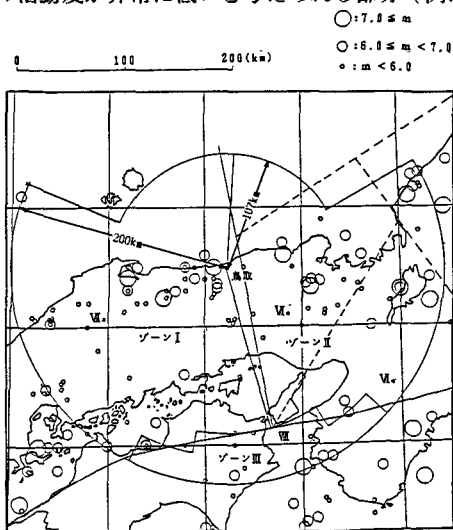


図-1

$$P\{M > m \mid E_i\} = \frac{1 - \exp\{-b_i \cdot \log_{10}(m/m_0)\}}{1 - \exp\{-b_i \cdot \log_{10}(m_{ui}/m_0)\}} \quad (1)$$

$$S_a(T) = A(T) \times 10^{B(T) \cdot m} \times (r+30)^{C(T)} \quad (2)$$

3. 応答スペクトルの推定とそのモデル化

前述のように、各震源域内ではポアソン過程に基づいて地震が発生すると考える。すると、対象地点における応答スペクトルの大きさを S_a とおくと、この地点で $S_a > s_a$ となる地震の年平均発生回数 $\lambda(s_a)$ は各ゾーンからの影響を合計することにより式(3)のように求められる。ここに ρ_i は各ゾーンごとの単位面積当り

の地震の年平均発生回数である。ただし、 t 年間に $S_a > s_a$ となる確率と $\lambda(s_a)$ とは式(4)のような関係にある。従って $S_a > s_a$ に対する地震動の再現期間 $Tr(s_a)$ は式(5)により求められる²⁾。つぎに、このようにして求めた応答スペクトルと再現期間との関係より、応答スペクトル S_a に対して $S_a > s_a$ となる累積確率分布を式(6)より求めて、それを理論確率分布関数に当てはめることにより S_a の確率分布形を推定する。式(6)中の s_{aL} は応答スペクトルの下限値で、2年に1回発生するような応答スペクトルのレベルを採用した。当てはめる理論確率分布関数として式(7)の極値Ⅲ型分布を選んだ。

$$\lambda(s_a) = \sum_{i=1}^3 \int_{\theta} \int_{r} P[M > m | E_i] \bar{p}_i \cdot r \cdot dr \cdot d\theta \quad (3)$$

$$P[S_a > s_a, t] = 1 - \exp\{-\lambda(s_a) \cdot t\} \quad (4)$$

$$Tr(S_a) = \frac{1}{P[S_a > s_a, t=1年]} = \frac{1}{1 - \exp\{-\lambda(s_a)\}} \quad (5)$$

$$F(s_a) = \frac{\lambda(s_{aL}) - \lambda(s_a)}{\lambda(s_{aL})} \quad (6)$$

$$F(s_a) = 1 - \exp \left[- \left(\frac{s_a - s_{aL}}{W_1 - s_{aL}} \right)^{k_1} \right] \quad (7)$$

4. 数値計算例および考察

2種地盤について応答スペクトル S_a と構造物の固有周期 T との関係を図-2に示す。参考のために、現行の設計法における設計水平震度³⁾より求めた応答スペクトルを図-2中に示した。これを見ると、現行の設計法における応答スペクトルと本研究において計算した応答スペクトルのピーク部の固有周期にズレが見られる。このために、固有周期が小さい部分では本研究で得られた計算値の方が現行設計応答スペクトルよりも大きな値となり、逆に固有周期が大きい部分ではかなり小さな値となっている。ここに示した現行の設計法における修正震度法により求めた応答スペクトルは、構造物の非線形性を考慮して小さめに規定されているため、図-2に示すような線形応答スペクトルとは直ちに比較できない。しかし、応答スペクトルのピーク部のズレについては明らかになったものと思われる。

また、応答スペクトル S_a と再現期間 $Tr(s_a)$ との関係より、式(5)および式(6)を用いて構造物の任意の固有周期に対して、平均2年に1回発生するような地震についての応答スペクトルの確率分布を推定することができる。一例として、2種地盤の固有周期0.5秒に対する確率分布を図-3に示す。図-3のような任意の地盤、任意の固有周期に対する応答スペクトルの確率分布は、地震荷重と他の荷重との組合せ荷重の検討をする上で有用である。

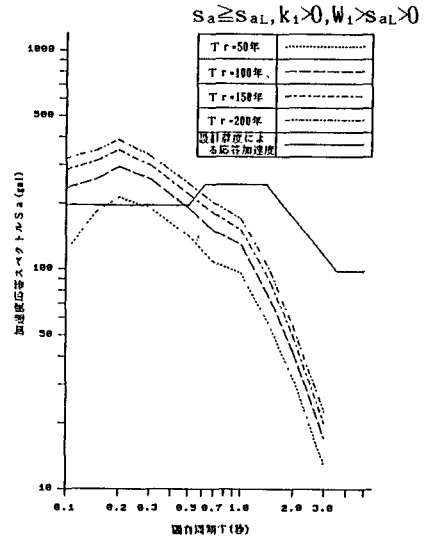


図-2

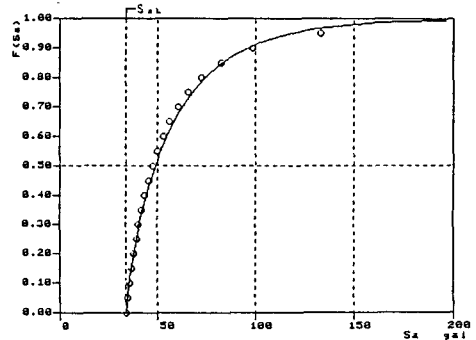


図-3

参考文献

- 1) 鳥取地方気象台：地震観測記録，府県別・年代別一覧表，1962-1985.
- 2) 阪神高速道路公団，(財)阪神高速道路管理技術センター：阪神高速道路公団設計荷重(HLD)委員会報告書 阪神高速道路の設計荷重体系に関する調査研究，PP.158~188，PP.264~266，1986-12.
- 3) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V耐震設計編 丸善，1980-5.