

VI-48

異なった確率統計論手法による短期地震荷重の評価

清水建設(株) 大崎研究室 正員 ○ 石井 清

清水建設(株) 技術研究所 正員 石川 裕

1. はじめに

最近の土木工事の大規模化・高度化に伴い、施工条件はますます厳しさを増し、従来に例を見ない施工計画も数多く試みられるようになってきている。施工計画の中で、特に構造安全性・安定性が問題となるものは、個別に、その安全性を照査・検討する必要がある。この検討では、数ヶ月から4,5年といった施工期間に応じた短期の荷重評価が大切になる^{1),2)}。また、既存構造物の耐震診断では、その健全度を評価するために、今後予定されている施設の利用期間を考慮した荷重条件を、施設ごとにやはり適切に評価してやる必要がある。

本研究では、地震荷重を例に、短期の荷重評価手法について検討を行った。

2. 地震荷重評価手法

本研究では、その目的から、過去の地震活動が将来も継続するものとして、所定の期間内における地震荷重を確率統計論的に推定する手法として、以下に示す2通りの手法を検討した。

(1) 地震の活動様式を考慮したモデルによる方法

図-1には、モデルサイトとした八戸を中心とする地震の震央分布を示す。地震は、時間的、空間的、また規模についても非常に不規則な現象である。しかしながら、図-1からも明らかなように、太平洋側では地震の発生頻度が高いことなど、地震の発生様式にいくつかの特徴が見いだせる。そこで、このような地震の活動様式を考慮して、地震の発生頻度、発生位置、地震規模(マグニチュード)等をモデル化し、そのモデルを用いてサイトにおける将来の地震荷重を評価することができる³⁾(図-2)。解析では、まずサイト周辺において地震の活動様式が一様とみなせる領域を設定し、過去の地震資料から、各領域毎に活動度を算定する。地震の活動度は、地震の年発生回数および地震の規模と発生個数との関係を表す Gutenberg-Richter 式によって表わされる。さらに、地震の規模と震央距離から、最大加速度を推定する距離減衰式を設定する。以上の条件のもとで、地震の発生はポアソン過程に従うとして、さらに地震の発生位置は各領域内では一様ランダムであるとして、サイトにおける地震荷重が確率論的に算定される。

(2) 極値統計学に基づく方法

地震のように離散的に生じる荷重作用については、その対象とする期間中の最大荷重の大きさが問題となる。このような場合、単位とする期間毎に最大値を求め、その確率・統計的性質を論ずる分野を極値統計学という。本研究では、地震資料からサイトにおいて生じた最大加速度を計算し、年最大加速度のデータを求め、年最大加速度が第1種極値分布に従うと仮定することにより、将来の最大地震荷重を評価した。

3. モデルサイトと解析条件(1) 地震の活動様式を考慮したモデルによる方法

- サイト周辺の地震領域：図-1に示す4つの領域とした。
- 地震資料：宇佐美カタログ(1600~1884年,地震の規模(マグニチュード) $M \geq 7.5$), 宇津カタログ(1885~1925年,地震の規模 $M \geq 6.0$), 気象庁カタログ(1926~1983年,地震の規模 $M \geq 4.5$)。
- 最大・最小マグニチュード：領域1~4の最大マグニチュードは、過去の地震を参考に、それぞれ5.8, 8.0, 7.2, 8.0と設定。最小マグニチュードは、領域によらず4.5とした。
- 最大加速度の距離減衰式：新耐震設計法に記載されている式(第2種地盤)。次式で Δ は震央距離である。

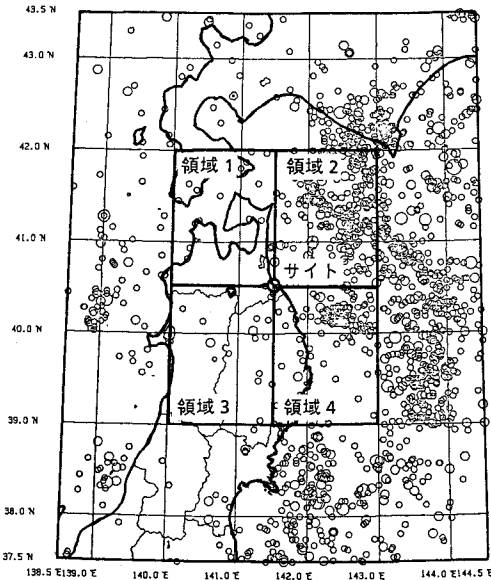
$$a_{max} = 13.2 \times 10^{0.330M} \times \Delta^{-0.806}$$

(2) 極値統計学に基づく方法

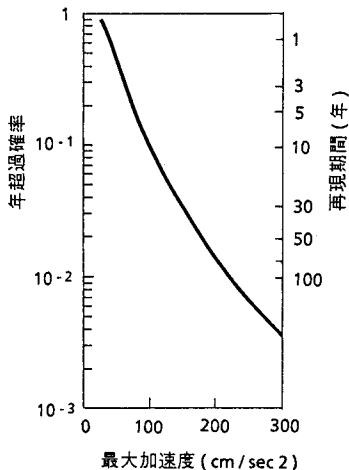
- 地震資料：気象庁カタログ(1926~1983年,地震の規模 $M \geq 4.5$)のみを使用。
- 最大加速度の距離減衰式：地震の活動様式を考慮したモデルによる方法と同じ。

4. 解析結果

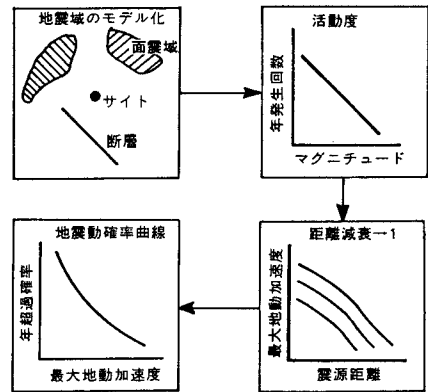
図－3に地震の活動様式を考慮した方法による解析結果を、図－4には、極値統計学に基づく方法による解析結果を示す。また、表－1は、再現期間3, 5, 10, 30年に対応する最大加速度の値を示している（ポアソン過程とすれば期間内の生起確率は0.632となる）。結果として、地震の活動様式を考慮したモデルによる結果は、極値統計学による結果と比べて、10年, 30年ではほとんど変わらず、3年, 5年では2割程度安全側の値となっている。地震の活動様式を考慮した方法では、ポアソン過程の設定など基本的な問題点が指摘されるものの4)、領域分割や最大マグニチュードなどの解析条件を適切に評価することができれば、極値統計学による方法とはほぼ同様な結果が得られるものと考えられる。



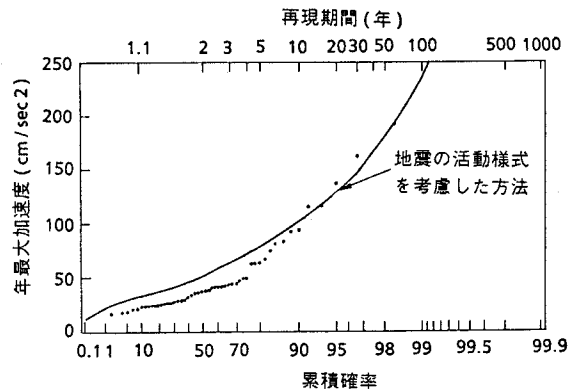
図－1 モデルサイト周辺で発生した地震の震央分布（1926年以降）と領域分割



図－3 再現期間に対する最大加速度値
（地震の活動様式を考慮した方法）



図－2 地震の活動様式を考慮した方法の概念図



図－4 年最大加速度の2重確率紙へのプロット結果

表－1 両手法による評価結果

評価手法	再現期間(年)			
	3	5	10	30
地震の活動様式を考慮した方法	65	85	100	150
極値統計学に基づく方法	45	65	100	160

(単位: cm/sec²)

参考文献(1) 石井：施工中構造物の地震危険度, 土木論報, 第281号, 1979.1. (2) 隈元, 石井, 星谷：施工中構造物の設計代替案の確率論的評価法, 土木論報, 第385号, 1987.9. (3) 石川, 奥村, 石井：歴史地震資料に基づく地震動確率曲線に影響する要因, 第18回土木学会地震工学研究発表会, 1985.7. (4) 石川：巨大地震の周期性を考慮した地震危険度解析, 本大会 第1部門投稿, 1988.