

福岡地域における最大地震加速度分布の作成に関する一考察

九州大学工学部 学生会員 ○阿南 智秋 九州大学大学院 正会員 梶田 幸秀
九州大学大学院 フェロー 大塚 久哲

1. 序論

確率の考え方に基づいた実用的な設計法の一つである部分安全係数設計法では、部分安全係数を決定することが重要であり、筆者らも、許容破壊確率、強度・荷重の確率分布、構造物の形状データを利用して部分安全係数を求める手法を提案した¹⁾。本研究では、荷重(最大地震加速度)の確率分布は建設地点ごとに異なるため、建設予定地点の最大地震加速度分布の作成方法について検討を行った。

2. 最大地震加速度分布の作成方法

2.1 地震のマグニチュードの確率分布の作成

地震危険度解析の最も基本的なモデルとして、点震源、グーテンベルク - リヒター式、および単純ポアソン過程を仮定し、 t 年最大マグニチュードの確率分布を作成する²⁾。

ここで、グーテンベルク - リヒター式とは

$$\lambda_m = \lambda_0 e^{-b \ln 10 (m - m_0)}$$

ここに、 λ_m はマグニチュード m 以上の地震の年平均発生回数、 λ_0 は下限値 m_0 以上の地震の年平均発生回数、 b は地域によって変わる定数であり、地震のマグニチュードの規模と年平均発生回数の関係を表した式である。

また、単純ポアソン仮定とは、

$$P(k) = \frac{e^{-\lambda_0 t} (\lambda_0 t)^k}{k!}$$

となる、 t 年間に k 個地震の発生する確率 $P(k)$ を表す式である。

これらの仮定を元に、例として福岡地方でのマグニチュードの確率分布を作成する。図-1 に示す四角形の範囲において $M5$ 以上の地震の発生回数は年平均 2.8 回であり、観測値などからグーテンベルク - リヒター式における b 値を 0.93 とし、図-2 に示すマグニチュードの確率分布を作成した³⁾。

2.2 距離減衰式

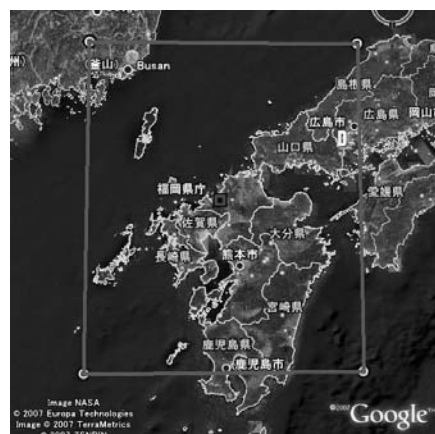
作成したマグニチュードの確率分布と、マグニチュードと震源断層からの最短距離から地震の最大加速度を求める距離減衰式を用いて、地震の最大加速度の確率分布を作成する。距離減衰式は以下のものを用いる。

- 司・翠川の距離減衰式(1999)⁴⁾: $\log_{10} A = 0.50M + 0.0043D + d_i + 0.61 - \log_{10} (R + 0.0055 \times 10^{0.50M}) - 0.003R$
- 福島・田中の距離減衰式(1992)⁵⁾: $\log_{10} A = 0.51M - \log_{10} (R + 0.006 \times 10^{0.51M}) - 0.0034R + 0.59$

ここに、 A : 地震の最大加速度、 M : 地震のマグニチュード、 R : 震源断層からの最短距離、 D : 震源深さ、 d_i : 断層タイプに関する係数、である。

2.3 最大地震加速度分布の作成

距離減衰式を用いて地震のマグニチュードを最大地震加速度に変換するには、震源断層からの最短距離や震源深さの項が必要であるため、震源断層からの最短距離(震源距離)を 30km、震源深さを 10km と仮定して最大地震加速度分布を図-3 に示すとおり作成した。



Google Earth 提供

図-1 地震観測の範囲

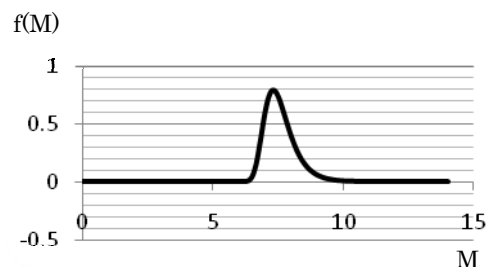


図-2 福岡におけるマグニチュードの
50 年最大値分布

2.4 対数正規分布でのフィッティング

作成した最大地震加速度分布は、そのままでは部分安全係数の計算に用いることはできない。そこで、作成した2つの分布に近い対数正規分布をそれぞれ作成し、部分安全係数の計算に必要なパラメータ(平均値, 変動係数)を得る作業を行った結果、司・翠川の式では平均値が 336.74gal, 変動係数は 0.2861 となり、福島・田中の式では平均値が 290.94gal, 変動係数は 0.2616 という値が得られた。

2.5 距離減衰式の有用性の検討

図-3, 4 に示すとおり同じマグニチュード分布を用いても、使用する距離減衰式の違いにより作成される最大地震加速度の分布は異なっている。そこで、2005 年 3 月 20 日に発生した福岡県西方沖地震の観測結果から、それぞれの距離減衰式の有用性を検討した。図-5 より、司・翠川の距離減衰式、福島・田中の距離減衰式はいずれも福岡地方での最大地震加速度の作成に適していると考えられる。

3. 結論と今後の課題

本研究では、ある地点での荷重(最大地震加速度)の確率分布を作成することに関して考察を行った。その結果、地震の観測データがある程度揃っている場合に、地震のマグニチュードの確率分布と距離減衰式と組み合わせることにより、ある地点での荷重(最大地震加速度)の分布を作成することができた。しかし、図-1 に示した領域では年平均 2.8 回の地震が発生しているが、本手法では震源断層からの最短距離を一意に決めているため全ての地震が福岡県から 30km のところで発生していることになっており、最大地震加速度の平均値が約 340gal と比較的大きな値となっているため震源断層からの最短距離に関しても確率量として取り扱う必要がある。

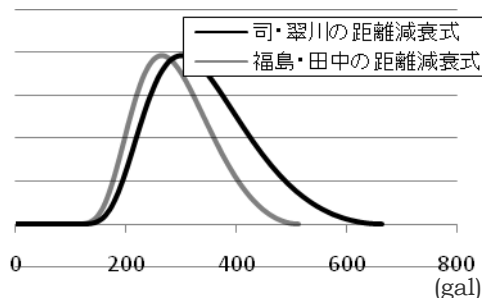


図-3 福岡における 50 年間での
最大地震加速度の分布形

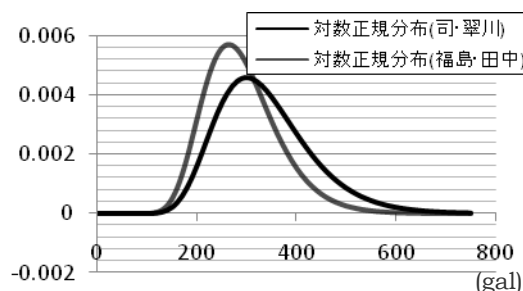


図-4 福岡における 50 年間の
才代地震加速度分布
(対数正規分布で近似)

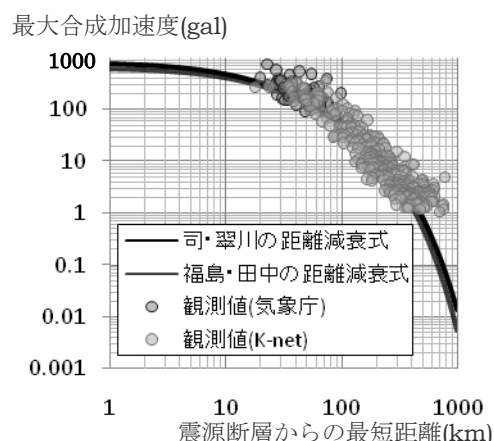


図-5 福岡県西方沖地震の観測値と距離の

【謝辞】

図-5 の作成にあたり、(独)防災科学技術研究所の K-Net で収録された強震記録、また、気象庁から公開されている強震記録を使用しました。ここに記して深く感謝致します。

【参考文献】

- 1) 梶田幸秀, 高橋拓大, 園田佳巨, 香月智: 大地震時における鋼製橋脚の部分安全係数決定法の一提案, 構造物の安全性および信頼性(JCOSSAR2007)論文集 Vol.6, pp.771 - 778, 2007.6
- 2) 柴田明徳: 確率的手法による構造安全性の解析, 森北出版, 2005
- 3) 松村和雄, 牧野稔: ポアソン確率モデルから求められる最大地動の極値分布(その 1), 日本建築学会論文報告集 第 273 号, pp.55 - 62, 1978
- 4) 司宏俊, 翠川三郎: 断層タイプ及び地盤条件を考慮した最大加速度大速度の距離減衰式, 日本建築学会構造系論文集 第 523 号, pp.63 - 70, 1999
- 5) 福島美光, 田中貞二: 新しいデータベースを用いた最大加速度の距離減衰式の改訂, 地震学会 1992 年秋季大会講演予稿集, p.116, 1992