

I-504 統計確率論的手法による地震危険度解析

東北大学 学生員 工藤光弘
 東北大学 正員 鈴木基行
 東北大学 正員 尾坂芳夫

1. はじめに

従来の確率論的手法による地震危険度解析では、地震の時間的な発生を定常と考えているために、任意の時間間隔に関する地震の生起確率はすべて等しくなる。しかし、現実には大地震が発生した直後に、同じ地域では大地震は発生しにくく、ある時間間隔において発生すると考えるのが妥当である。そこで本解析では、地震の時間的な発生における非定常性を考慮に入れ、それを基にして日本の主要都市に影響を及ぼすと予想される最大地震動を推定する手法を提案することを目的とする。

2. 地震危険度の解析方法

(1) 震源範囲: 日本に影響を及ぼすと予想される地震震源域を北緯25度~50度かつ東経125度~150度と限定し、現在の相対的な歪エネルギー蓄積状況を調べるために、この範囲を0.5度角のメッシュで区切った。

(2) 地震データ: 日本付近に発生した地震のうち1885年から1988年3月までの気象庁の資料を用いた。ただし、1885年から1925年までのデータは建設省の提案によるマグニチュードの補正(-0.5 or -0.6)を行った。また、地震のデータに震源深さが付加された1926年以降は、震源深さ100km以内の地震のみを取り扱うことにした。

(3) 断層モデル: 地震が発生すると、震央を中心として、長辺と短辺の比が2:1で、断層面と水平面とのなす角が45度の長方形断層ができるとし、震央位置が北緯35度以上41度以下では断層の長辺は経線と平行となり、それ以外では長辺は緯線と平行となると仮定した。その長方形断層を水平面に投影し、それがああるメッシュにかかった面積分だけ、歪エネルギーが一樣に解放されると仮定した。断層面の面積とマグニチュードとの関係は、佐藤による提案式¹⁾を用い、断層の長辺の長さは次式で与えることにした。

$$\log L = 0.5M - 1.88 \quad \dots \dots (1) \quad L: \text{断層の長辺の長さ [km]} \quad M: \text{マグニチュード}$$

歪エネルギー解放量は次式で示されるGutenberg and Richterの式を使用した。

$$\log E = 1.5M + 11.8 \quad \dots \dots (2) \quad E: \text{歪エネルギー解放量 [erg]} \quad M: \text{マグニチュード}$$

(4) 各メッシュのクラスター分け: 1つのメッシュ内では歪エネルギー蓄積進行率は、時間に関して一定であると仮定し、1885年から1988年3月までの間に、あるメッシュで解放されたエネルギーの総和量により、各メッシュを3つのクラスターに分類した。

(5) 現在の歪エネルギー蓄積状態を考慮したマグニチュードの最大値の評価: 図-1に模式的に示したように、メッシュ(i, j)において約100年間に、少なくとも一度は歪エネルギーが全て解放されたものとして、歪エネルギー-時間曲線上における最小の歪エネルギー蓄積量 $\min E_{ij}$ を相対的歪エネルギー量0とみなし、これを基準にして歪エネルギー-時間曲線を平行移動させることにより、現在の相対的な歪エネルギー蓄積量 E_{ij} を各メッシュ毎に求める。次に、各メッシュのマグニチュードの最大値分布を求めるにあたり、同一クラスター内の各メッシュに対してエルゴード性を仮定して、現在の歪エネルギー状態 E_{ij} と等しい歪エネ

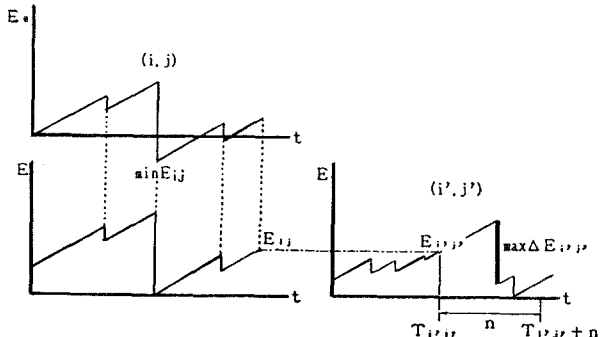


図-1 相対的な歪エネルギー蓄積量を求めるための模式図

ルギー状態 E_{ij}' を、同一クラスター内の他のメッシュ (i', j') の歪エネルギー時間曲線上から探し出す。このときの時刻を T_{ij}' とし、その時点から n 年間の間に低下した歪エネルギーのうちで最大のもの、すなわち $\max \Delta E_{ij}'$ を見つけ、これを(2)式によりマグニチュードに変換する。このようなサンプルが各メッシュ (i, j) に対して何個か取れ、分布型を推定するために、そのサンプルをGumbel確率紙上にプロットする。

(6) 最大加速度の最大値分布の評価：全国から10都市を選び、その都市における気象庁の地震観測所の設置位置を最大加速度計算地点とした。そして、各メッシュを点震源と仮定し、そのメッシュのマグニチュードの最大値分布の形状パラメータ、最頻値および特性最大値と次式で示される建設省が提案する標準的な地盤に対応する距離減衰式²⁾を用いることにより、最大加速度の最大値分布を推定した。

$$Acc_{max.} = 18.4 \cdot 10^{0.302M} \cdot \Delta^{-0.8} \dots \dots (3)$$

$Acc_{max.}$ ：最大加速度(gal)， M ：マグニチュード，

Δ ：震央距離(km)

3. 解析結果および考察

図-2には仙台における最大加速度の50年最大値分布を示したが、極値Ⅲ型の理論曲線から判断して、相対的な歪エネルギー蓄積状態を考慮した最大加速度の50年最大値分布は、明らかに極値Ⅲ型漸近分布に適合することが分かる。また、各主要都市についても同様に極値Ⅲ型漸近分布に適合した結果が得られた。表-1には本解析で得られた各主要都市における最大加速度の50年最大値の期待値と変動係数とを示したが、それらの値は、その都市を含むメッシュの現在の歪エネルギー蓄積状態を反映した値となったため、京都や大阪の値が、図-3に示した後藤、亀田の古文書等で推定した歴史地震をも考慮に入れて解析した加速度に関する地震危険度マップ³⁾に比べて極端に低い値となった。

4. むすび

本研究では、各地域の現在の歪エネルギー蓄積状態を考慮し、さらに、地震発生の際の時間的な非定常性を考慮に入れた地震危険度解析手法を提案した。したがって、時間と共に変化する任意地点の最大加速度の最大値分布および期待値を求めることができ、耐震基準の基礎資料に活用できるものと思われる。ただし、本解析で用いた距離減衰式は標準的な地盤に対応した減衰式であり、より正確な資料を得るためには、各地域に適した距離減衰式を算定して解析に用いなければならない。

参考文献

- 1) 佐藤良輔 編：日本の地震断層パラメーター・ハンドブック，鹿島出版会，1989。
- 2) 土岐憲三：構造物の耐震解析，新体系土木工学 11，技報堂出版株式会社，pp. 33-34，1981。
- 3) 日本建築学会：地震荷重—その現状と将来の展望，丸善株式会社，pp. 85-87，1987。

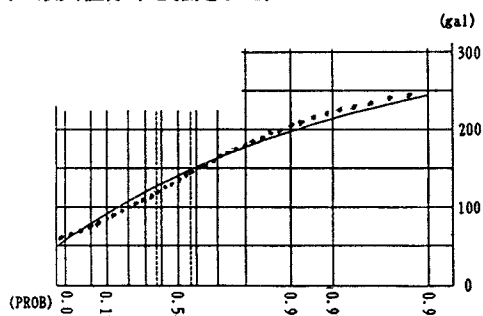


図-2. 仙台における最大加速度の50年最大値分布

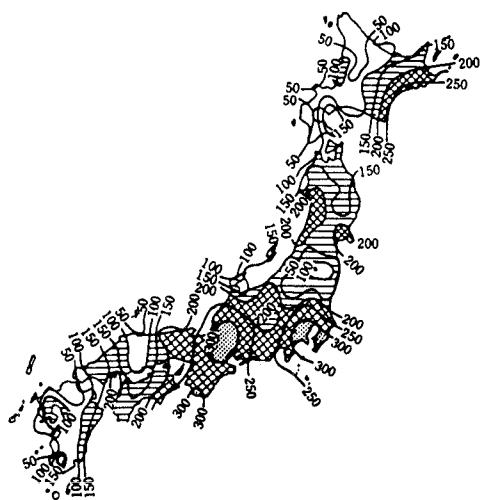


図-3. 後藤・亀田の地震危険度マップ（加速度）

表-1. 最大加速度の50年最大値分布の期待値および変動係数

都市名	加速度(gal)	変動係数(%)
札幌	4.6	14.6
仙台	14.3	28.8
東京	22.9	30.0
新潟	5.9	19.4
名古屋	26.3	3.8
京都	9.4	13.4
大阪	10.0	28.1
広島	10.8	25.2
高松	12.9	27.0
福岡	13.7	22.0