

等価加速度とその工学的意味について

京都大学工学部 正 員 亀田弘行
 前田建設工業(株) 正 員 河野一徳
 京都大学大学院 学生員 林 和生

1. 本研究の概要 一般の土木構造物に対する震度法あるいは修正震度法などの静的な耐震設計における地震荷重は経験的に定められた要素が強く、近年集積されてきている強震記録との関係は十分明確ではない。そこで、Kameda・Kohno²⁾は、それらの強震記録を有効に利用し、動的な地震動の有する破壊力をそれと等価な加速度値(等価加速度: EQA)に変換する手法を提案した。また、Kameda・Kohno¹⁾は、等価加速度を算出することはコンピュータを用いれば容易であるが、実用面を考慮し、数表と電卓のみで等価加速度を推定する統計モデルを開発した。本研究では、統計モデル(Model II)を用いて、等価加速度と実際の地震被害との対比を行なう。具体的には、震央域における過去の地震被害の調査報告から得た最大加速度と統計モデルを用いて算出された等価加速度とを比較することによ、て、地震動の継続時間と地震の破壊力(建築物の被害)との関係を考察する。そのことを踏まえて、1978年宮城県沖地震における仙台市の木造建築物の被害を例にとり、統計モデルより求められた等価加速度と建築物の被害との関係について考察する。

2. 等価加速度の定式化と統計的推定モデル¹⁾ 最大地動が A_p なる強震地動の等価加速度を次のように表わす。

$$A_e = C_e \cdot A_p \quad \dots (1)$$

ただし、 C_e は最大加速度から等価加速度への変換係数で等価加速度係数と呼ぶ。構造物の被害は、動的応答の過渡特性の問題と、くり返し荷重下での逐次破壊機構の問題という2つの要素で決まり、いずれも入力地動の継続時間 T_d の影響を受ける。 C_e を次のように示す。

$$C_e(T_d, T_0, \eta, \text{structural capacity}) = \gamma(T_d, T_0, \eta) \cdot \eta(T_d, T_0, \text{structural capacity}) \quad \dots (2)$$

ここに、 γ を最大応答係数、 η を有効応答係数と呼ぶ。

ただし、 T_d は地動の継続時間、 T_0 、 η はそれぞれ構造物の固有周期と減衰定数である。

Model IIは、地震動のアテニュエーションとマイクロゾーニングの技法を用いて、地震のマグニチュード、震央距離および N 値から等価加速度を推定する統計モデルである。

M 、 Δ による加速度推定値 $\hat{A}_0$ は次式で与えられる²⁾

$$\hat{A}_0 = \begin{cases} 349 \times 10^{0.232M} / (\Delta + 30)^{0.959} & \text{〈震央域外〉} \\ 330 & \text{〈震央域〉} \end{cases} \quad \dots (3)$$

マイクロゾーニングの手法を用いて地盤条件を考慮した最大加速度の推定値 $\hat{A}_p$ は、次式によ、て算定される。

$$\hat{A}_p = C_a(S_n) \hat{A}_0 \quad \dots (4)$$

ここで、 $C_a(S_n)$ は地盤条件を考慮するための補正係数、 S_n は地盤パラメータである。

継続時間 T_d の M - Δ に対する推定量 $\hat{A}_0$ は次式で与えられる。

$$\hat{A}_0 = 0.0325 \times 10^{0.168M} / (\Delta + 30)^{0.972} \quad \text{〈震央域外〉} \quad \dots (5.a)$$

HiroYuki KAMEDA Kazunori KOHNO Kazuo HAYASHI

$$\bar{a} = 0.0394 \times 10^{0.298M} \quad \langle \text{震央域} \rangle$$

... (5-b)

等価加速度は、 $\bar{a}$ 、 $\bar{a}$ の値を式(1)、式(2)に導入することによ、て求められる。

3. 震央域における過去の地震被害の調査報告による最大加速度と等価加速度との比較

図1の実線は、 $5.0 \leq M \leq 8.5$ の範囲において、Model IIを用いて等価加速度 A_e を求めて、震央域におけるマグニチュード M と A_e との関係を表わしたものである。図1における破線は、震央域における被害状況から判断された最大加速度の推定値の範囲を示している。図1において、固有周期 $T_0 = 0.5 \sim 1.0$ (sec) の実線の M に関する傾向と、破線の放物線の M に関する右上がりの傾向とはよく一致している。木造建築物の固有周期は $0.5 \sim 1.0$ (sec) 程度である。したがって、想定地震のマグニチュードの値を与えて、対象を震央域における木造建築物とした場合に、Model IIを用いて求められる等価加速度の M に関する傾向は、震央域における過去の地震被害の調査報告による最大加速度の M に関する傾向とよく合うといえる。この事実から、継続時間と被害との相関が高いといえる。

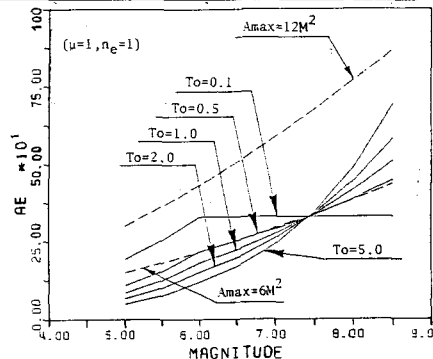


図1 震央域における等価加速度の推定値とマグニチュードとの関係

4. 1978年宮城県沖地震における仙台市の建築物の被害^{*)}と等価加速度との対比 『1メッシュ当りの全壊家屋数』は『被害率』と等価な表現である。したがって、図2の1978年宮城県沖地震における被害集中地域①～⑬の等価加速度と被害率との関係を図3に示した。これより、次のことがいえる。

①等価加速度と被害率との間には高い相関がある。

②震央距離は、116～124kmの狭い範囲にあるから、この結果は、被害率が地盤条件に強く依存あることを示している。

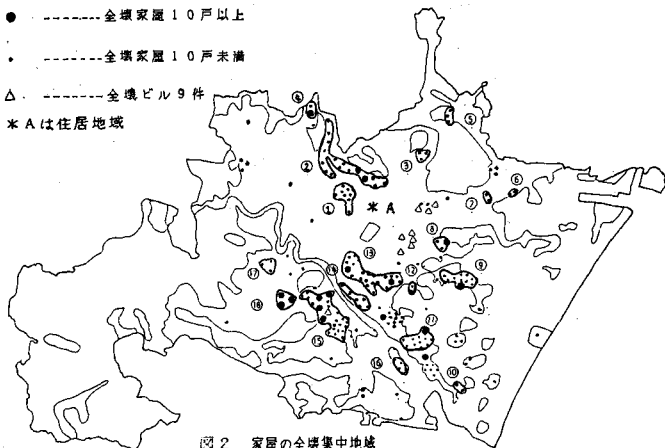


図2 家屋の全壊集中地域

③ 1978年宮城県沖地震における仙台市の木造建築物の被害集中地域の1メッシュ当りの全壊家屋数と等価加速度との関係

④ 参考文献 1) Kameda, H. and Kohno, K., "Effect of Ground Motion Duration, Seismic Design Load for Civil Engineering Structures, Development of Equivalent Ground Acceleration (EGA)-", to appear in the Mem. Fac. Eng., Kyoto Univ., Vol. 45, 1982.

2) Kameda, H., Sugito, M., and Goto, H., "Microzonation and Simulation of Spatially Correlated Earthquake Motion, "Third International Earthquake Microzonation Conference Seattle, June 28-July 1, 1982.

3) 岡本賢三：地震力をもつて構造物設計法，オム社，昭54.10，pp.22-24.

4) 仙台市：'78宮城県沖地震①被害の記録，昭54.6.

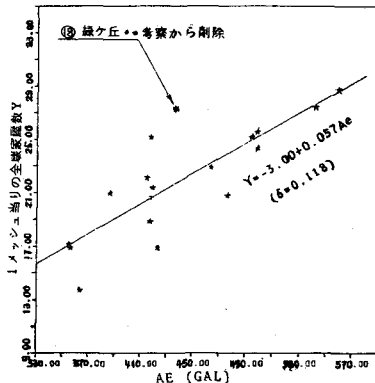


図3 1978年宮城県沖地震における仙台市の木造建築物の被害集中地域の1メッシュ当りの全壊家屋数と等価加速度との関係