

大阪における低中層建物の震害推定法に関する研究

京都大学工学部 正員 山田善一 同 正員 家村浩和
 京都大学大学院 学生員 C.Scawthorn 住友建設 正員 佐藤仁康

1. はじめに

都市域における耐震防災計画を推進するにあたって、地震動の期待値評価はもちろん、諸構造物の被害の程度の予測が基礎的な重要事項である。こうした考えより、著者らは、1978年官城県沖地震などによる震害の調査より、加速度応答スペクトルあるいは変位応答スペクトルと低中層建物の被害率との関係を、統計的手法を用いて解析して来た。¹⁾ さらに大阪地方に関しては、歴史地震資料等の調査より、応答スペクトルの期待値を算出している。²⁾ ここでは、これらの結果を大阪市域に適用した場合の結果を報告する。

2. 解析手法

まず地震危険度を定義する。ここでの地震危険度とは、注目する地点における地震動そのものを確率的に評価した値を指している。すなわち、地震動強度(ここでは、加速度または変位応答スペクトル S_a, S_d を採用する)の確率分布関数は次式で与えられる。

$$P[S_a] = \int P[S_a | m] p(m) dm \quad (1)$$

ただし、 $p(m)$: マグニテュード m の地震の確率密度関数、 $P[S_a | m]$: マグニテュード m の地震による地震動強度 S_a の確率分布関数である。本研究においては、 $p(m)$ として極値分布を用いた関数を採用し、 $P[S_a | m]$ として Trifunac の提案式を利用した。³⁾ 同提案式は、 m 、震源距離および地盤条件を手元で S_a を確率的に評価するものである。

次に、木造建物の地震被害率 DR と加速度応答スペクトル S_a の関係については、種々の解析より、次の回帰式が最適であるとの結論を得ている。¹⁾

$$\log DR = \log A + B \log(S_a) \quad (2)$$

これより、加速度応答スペクトルが S_a である時、被害率 DR が dr 以下である確率 $P[DR < dr | S_a]$ は次式により与えられる。

$$P[DR < dr | S_a] = \Phi \left[\frac{\log dr - \log A - B \log S_a}{\sigma_{\log DR} \log S_a} \right] \quad (3)$$

ただし、 Φ は正規確率分布関数である。式(4)および(3)を組み合わせると、全てのレベルでの S_a による被害率の確率分布関数が次のように与えられる。

$$P[DR < dr] = \int_{S_{a, \min}}^{S_{a, \max}} P[DR < dr | S_a] dP[S_a] \quad (4)$$

木造建物の損害率(現存価値に対する被害額の比)も上記と同様の回帰分析により評価されている。

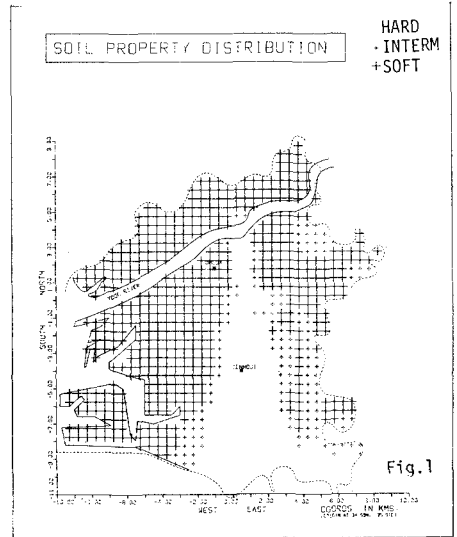


Fig. 1

さて木造であり中層建物の被害の推定に関しては、1978年宮城県沖地震時に得られたデータの分析より、建物の被害度 DMG (被害の程度に応じて0~4までの値を取る) と最大層間変位 D_r (cm) との間に次の関係式を得ている。⁴⁾

$$DMG = 1.95 [D_r - 0.14]^{.4} \quad \text{ここに } D_r = 1.33 S_d / \sqrt{N} \quad (5)$$

ただし、 N は建物の階数である。DMG と建物の損害率との関係については、DMG の定義にもとづいた推定値を用いた。

3. 計算結果と考察

Fig. 1には、大阪の地盤条件を示した。本研究では、地盤の種類を Soft, Intermediate, Hard の3種に大別して応答スペクトルに値の予測を行っている。Fig. 2には、固有周期0.75秒、減衰定数0.05の加速度応答スペクトルの1年当りの確率分布をプロットした。この図によると Soft な地盤の期待値は Hard な地盤のその約2倍となっている。Fig. 3, 4には、木造建物と中層建物の1年当りの損害額の期待値(単位億円)を示した。この計算では、建物の単位床面積(1 m^2)当りの単位を1万円としている。当然のことながら、建物の被害額の地域的な大小は、建物の分布状況と地盤条件とによる。木造建物の被害は、市周辺部とくに東部に集中して見られる。また、中層建物の被害は、市中心部に集中している。しかしながら、

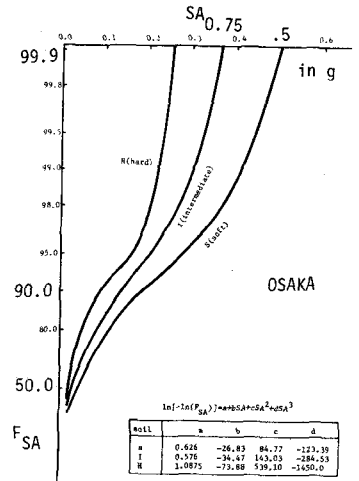


Fig.2 Expected Absolute Acceleration Response Spectra in OSAKA

市中心部において、地盤が良好な東南部では、その値がかなり小さくなる事がある。

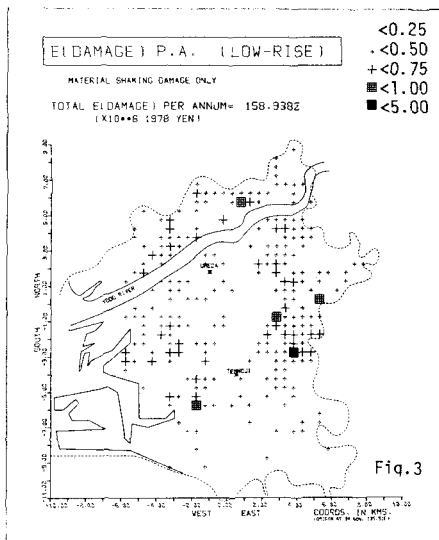


Fig.3

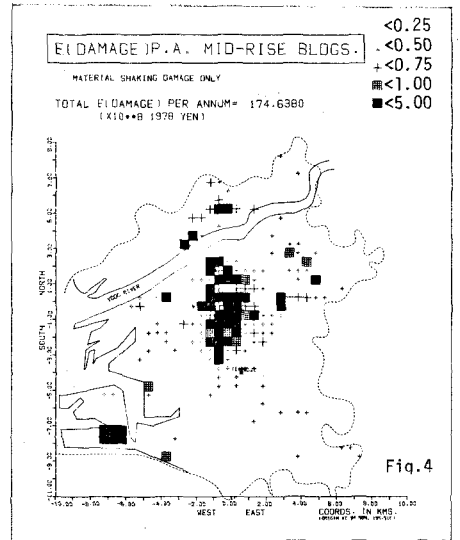


Fig.4

参考文献 1) C. Sawthorn, Y. Yamada and H. Iemura, "Statistical Studies of Low-Rise Japanese Buildings", Proc. of 2nd U.S. National Conf. on Earthquake Eng., pp. 373~382, 1978. 2) C. Sawthorn, et al., "Seismic Risk Analysis of Urban Regions", 第5回日本地震工学シンポジウム, pp. 1399~1406. 3) M. D. Trifunac and J. G. Anderson, "Preliminary Empirical Models for Scaling Absolute Acceleration Spectra", U.S.C., CE 77-03, 1977. 4) Sawthorn, et al., "Seismic Damage Estimation for Low and Mid-Rise Building in Japan", EESD 投稿中.