

I-B 174

地盤情報を取り入れた1995年兵庫県南部地震の最大加速度の推定

山口大学工学部 正員 清野 純史
 五洋建設㈱ 正員 ○本村 貴則

1. はじめに

1995年1月17日未明に明石海峡付近を震源として発生したM7.2の地震は、淡路島北部から神戸市、芦屋市、西宮市、宝塚市など阪神地域に破滅的な打撃を与えた。この兵庫県南部地震による被害は、神戸市須磨区から西宮市にかけて長さ約20km、幅約1kmの帯状に分布している。この帯状の被害集中地域は傾斜した沖積地盤上にあり、沖積層の厚い海岸近くよりも沖積層厚数メートルから十数メートルの内陸部分で被害が大きくなっている。本研究では、まず神戸の地盤モデルを作成して地盤震動解析を行い、この帯状地域と地盤の不整形性との関わりを考察した後、1次元地盤震動解析に基づく地盤の卓越振動数を補間理論に取り入れて最大加速度を推定することにより、より精度の高い地震動強度の推定を行った。

2. 神戸地盤のモデル化

「神戸の地盤」¹⁾ に収録された約1,500本のボーリングデータと「海底地盤—大阪湾を例として—」²⁾ をもとに、神戸市の長田区、兵庫区、中央区、灘区、東灘区について地盤モデルを作成した。このうち、灘区と中央区における地盤断面のモデルの例を図-1に示す。

3. 不整形地盤の震動解析

図-2は、図-1の2つの地盤モデルに1.0Hzから5.0Hzまで1.0Hz刻みでSH波が入射すると考えた場合の、地表面におけるそれぞれの応答倍率である。第4層の境界形状が著しく変化するようなどころでは、この境界面で生成された散乱波によって、特に3.0Hz以上で重複反射では現れないような応答の違いが現れている。計算の制約上、本研究におけるAL法の上限が5.0Hzであるので、5.0Hz以上の振動数の影響を見るために、重複反射法を用いて応答倍率曲線を求めた。この卓越振動数の分布を示したものが図-3である。地盤別に卓越振動数を見てみると、埋立地帯では4.0Hz以下、海岸低地帯では4.0~6.0Hz、丘陵・台地帯では4.0~8.0Hz、山地帯では10Hz以上となっている。一方、今回の地震で被害の大きかった地域の卓越振動数は、長田区では8.0~10.0Hz、兵庫区では4.0~8.0Hz、中央区では4.0~6.0Hz、灘区・東灘区では4.0~8.0Hzであり、長田区を除く低地帯では卓越振動数がほぼ4.0~6.0Hzで被害が集中していることが分かる。

4. 地震動強度の推定

本研究では、cokriging³⁾ と呼ばれる推定法を適用して、最も有用な情報である実際の観測値を与え、これに地盤震動解析から得られた卓越振動数の影響を加味することにより、神戸地盤における地震動強度の推定を試みた。重複反射法で計算された地盤応答倍率とポートアイランド基盤層で得られた波形を用いて最大加速度を計算すると、観測値と比べて全体的に大きな最大加速度の値が算出される。特に、埋立地ではその差が顕著になる。これらの影響を考慮するためには非線形応答解析を行わなければならないが、まだ確固たる解析手法が存在しないのが現状である。従って、この地域の地震動強度を推定するためには、観測値は実観測としてその情報を最大限に生かした上で、地盤の情報を最大限に取り入れた推定を行う必要がある。本研究では、まず実観測値を用い、解析から求められる推定誤差分散を最小にする規範に従って最大加速度の分布を算出した。そして、複数の確率場の考慮が可能なcokrigingを適用し、卓越振動数の分布を用いてこれを補正した。1つの確率場における推定にはkrigingがよく用いられるが、複数の確率場を考慮する場合にはcokrigingが有用である。この手法はkriging同様、観測値（ここでは最大加速度と地盤の卓越振動数）の線形結合で未観測点の値を推定するものである。この手法に従って最大加速度の分布を求めたものが図-4である。図-4より、cokrigingを用いた最大加速度の推定値の分布は、被害の大きかった海岸低地帯においては、各研究機関の調査・研究結果とほぼ同じ様な傾向が得られた。

5. まとめ

神戸地盤はいわゆる地形あるいは地層構成の著しい不整形地盤帯であり、特に被害の大きかった海岸低地帯では応答倍率が大きくなった。また、cokriging によれば、液状化などの地盤の非線形現象によって加速度値が押さえられるような場合でも、観測値、および観測値を支配するような地盤の特性値（本研究では卓越振動数）によって、推定誤差最小の意味で最適な値が算出されることが分かった。

【参考文献】

- 1) 神戸市企画局総合調査課：神戸の地盤、1980.
- 2) (社)土質工学会関西支部：海底地盤—大阪湾を例として—、1995.1.
- 3) A. G. JOURNAL and CH. J. HUIJBREGTS : MINING GEOSTATISTICS , ACADEMIC PRESS , pp.303-326 , 1993.

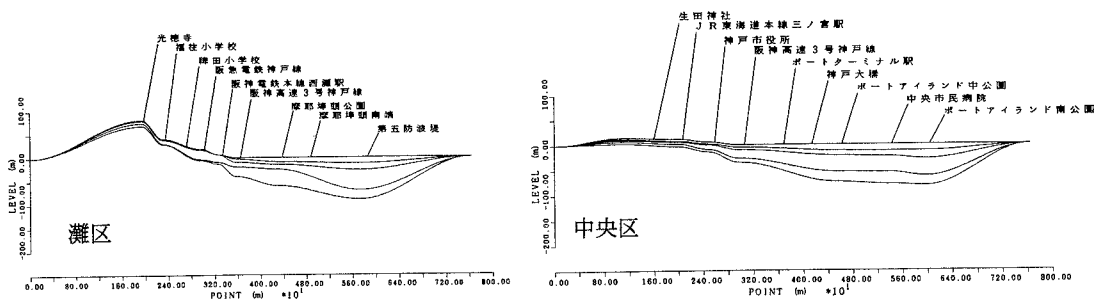


図-1 不整形地盤震動解析のための灘区と中央区の地盤モデル

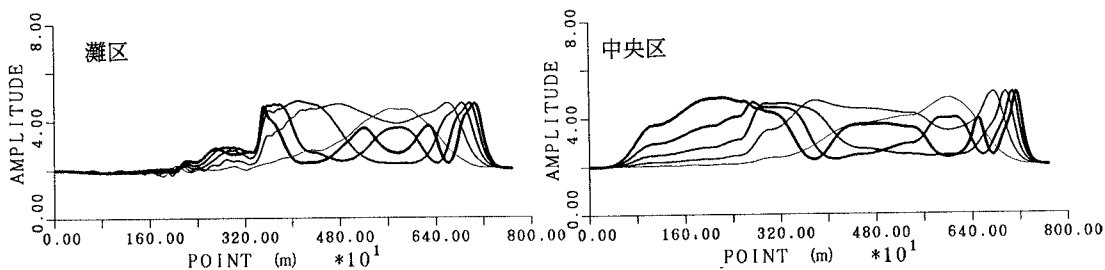


図-2 周波数ごとの応答倍率の比較

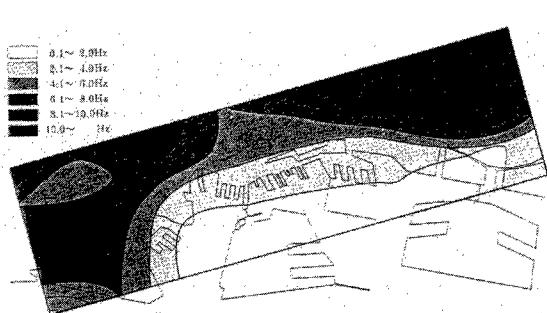


図-3 応答倍率曲線から得られた卓越振動数の分布

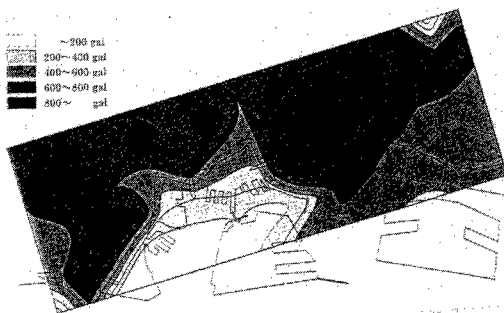


図-4 観測情報と地盤情報を取り入れて推定された最大加速度の分布