

I-B 175 兵庫県南部地震の地震動観測記録の補間に基づく広域加速度分布の推定

神戸大学大学院 学生員 尾崎竜三
 神戸大学工学部 フェロー 高田正郎

1. はじめに

ライフライン事業者は、供給地域に独自の地震観測網をめぐらし、観測データを蓄積して、ライフライン施設の地震時挙動解析や被害予測などに適用している。しかしライフラインネットワークの広がっているあらゆる地点に地震観測機器を設置することは経済的に不可能であるため、限られた地点に設置された観測機器の実測データを用いて、供給地域全体における地震動を推定する必要がある。高田らは、文献1)で、地域に分散して存在する観測機器の実測データから、任意地点における加速度を推定する手法を提案している。

1995年兵庫県南部地震による地表面最大加速度が、関西地震観測研究協議会をはじめとする数多くの機関によって観測され、公表された。そこで本研究では、これらの実測データに上記の手法を適用し、観測機器の設置されていない広域の加速度分布を推定するものである。

2. 推定手法

本研究で用いるのは、有限要素法などで使用されている形状補間関数²⁾で、離散的な形で与えられた関数の離散点の間を補って連続関数として扱うための技法である。いま図-1に示すような4地点に地震計が存在し、その4地点で最大加速度値が得られた場合、式(1)を用いれば容易に4角形内の任意地点における最大加速度 A_{max} が求められる。

$$A_{max}(\xi, \eta) = N_1(\xi, \eta)A_1 + N_2(\xi, \eta)A_2 + N_3(\xi, \eta)A_3 + N_4(\xi, \eta)A_4 \quad (1)$$

ここで、 $N_i(\xi, \eta)$ ($i=1\sim 4$)は、形状関数、 A_i は、地点 i の観測加速度

ところが実際の観測地点が図-1のように正方形の4頂点上に設置されているとは限らないために、アイソパラメトリック要素を用いて全体座標系における観測機器の設置位置を局所座標系での4節点に写像する。またこの推定法は、4ヶ所の観測地点および推定地点が同一の地盤に対してのみ使用可能であるため、観測機器のある表層地盤から基盤にいったん戻し、基盤において補間した加速度値を表層地盤の増幅率を用いることにより、推定地点での加速度を式(2)により求めることになる(図-2)。

$$A_{max} = \sum_{i=1}^4 N_i(\xi, \eta) A_i \frac{c_c}{c_{Gi}} \quad (2)$$

ここで、 c_c 、 c_{Gi} は、増幅率に相当する補正係数(I種地盤:0.8, II種地盤:1.0, III種地盤:1.2)

本研究では、4節点、6節点、あるいは8節点要素の形状関数を用いて推定を行った。

3. 兵庫県南部地震における広域加速度分布の推定

兵庫県南部地震において数多くの機関で観測され、発表された地表面最大加速度で観測位置(東経、北緯)が明らかなものを収集し、地震動モニタリングシステム¹⁾のエリア内のもの(水平方向で、85箇所、鉛直方向で56箇所)を用いて加速度推定のためのネットワークを作成した(図-3)。地震計の位置を節点とし、サブ・ネットワークに分割された地域毎に上述した手法により地震動の推定が行われることになる。

まず推定結果を図-4に示す。エリアは、1つが約400m×300mのメッシュで分割されており、加速度はその中心の値として求めている。表示のない部分は、モニタリングシステムにデータが存在しない部分である。た

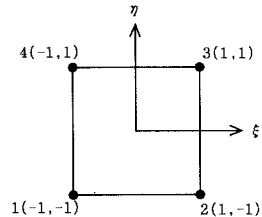


図-1 4ヶ所の加速度観測地点

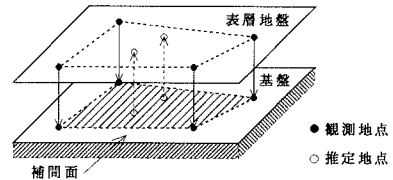


図-2 空間的広がりを考慮した加速度推定

だし液状化の発生により地盤剛性が低下し、加速度が増幅せずに地表面に達したと考えられるポートアイランド、六甲アイランドは推定より除いた。

これより地震による被害の大きかった神戸市、芦屋市、西宮市など阪神間では激震地域で600gal以上、その他ではほぼ400gal以上の加速度であることが分かる。それに比べて大阪市に入ると概ね250gal未満の推定結果になった。断層の破壊方向の影響が出ているものと推定できる。つぎに家屋被害の大きかった阪神地域のみを拡大して図-5に示す。

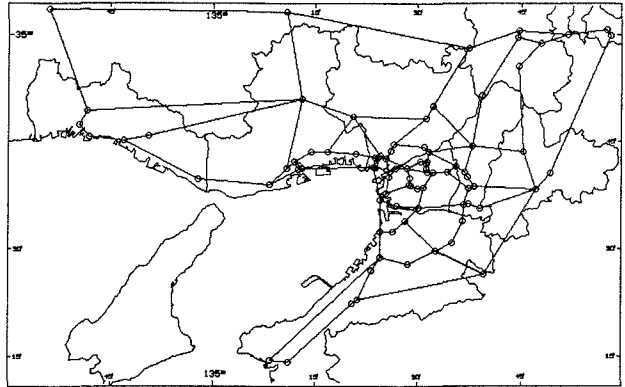


図-3 地震動モニタリングネットワーク

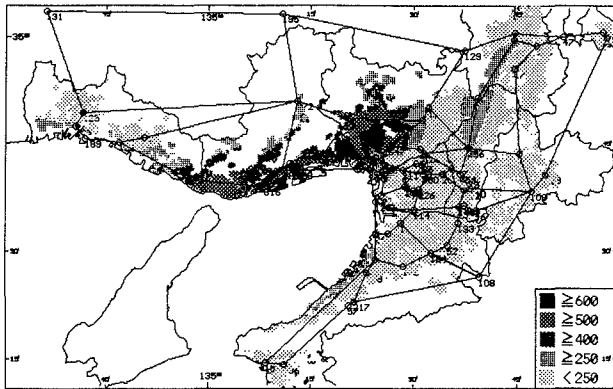


図-4 推定した広域加速度分布

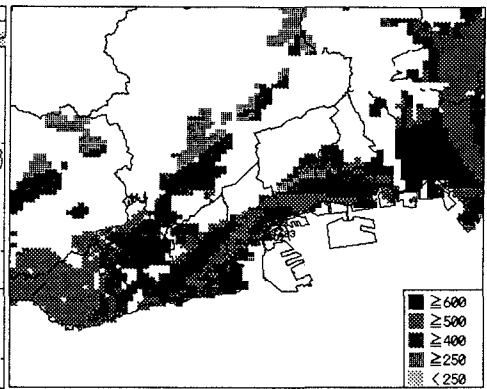


図-5 阪神地域の加速度分布

図-6に示す気象庁震度7の分布³⁾と比較すると、須磨区から兵庫区では、概ね600gal以上、また中央区から西宮市にかけては、400galから600gal以上といった分布が見え、またその他の地域でも500gal以上と推定されていることが分かる。気象庁の震度階と対応した加速度でいうと、400gal以上で一応震度7と考えれば、家屋被害状況をもとに発表された震度7の分布を内包していると考えられる。

4. まとめ

形状補間関数により推定された地表面最大加速度は気象庁震度7の分布と比較してみても、かなり妥当な値が推定されたことから、本手法の有効性が明らかになったと考えられる。しかし、より精度良い地震動を把握するためには、数多くの地震計による情報を用いた方が良いため、さらに密な地震観測機器の設置が望まれる。また、非線形効果も考慮して今後本手法の適用を考える必要がある。

【参考文献】

- 1)高田至郎, 高谷富也, 小川安雄, 福井真二: モニタリングシステムにおける地震動補間法と精度の検証, 構造工学論文集, Vol. 40A, 1994. 3.
- 2)鷲津久一郎, 宮本博, 山田嘉昭, 山本善之, 川井忠彦: 有限要素法ハンドブック I 基礎編, 培風館, 1981.
- 3)株式会社大林組技術研究所: 平成7年(1995年)兵庫県南部地震被害調査報告書, pp. 11, 1995. 3.

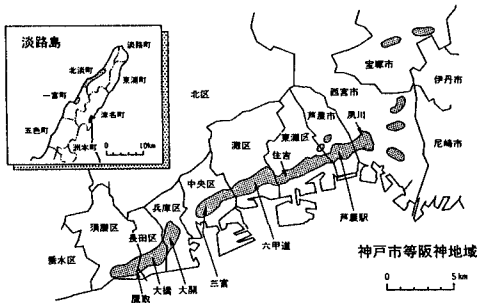


図-6 気象庁震度7の分布