

I - B 423

観測記録にもとづく兵庫県南部地震時の地域最大加速度・速度分布とアンケート震度

神戸大学大学院 学生会員 尾崎 竜三 神戸大学工学部 フェロー 高田 至郎
東日本旅客鉄道 正会員 嘉嶋 崇志 パ ス コ 正会員 川村雄一朗

1. はじめに

本文では、震後の復旧・復興活動を効率的に行うための防災システムの構築に際して重要となる地震動の推定を 1995 年兵庫県南部地震を対象として、震源に近く、被害の甚大だった神戸市を中心とした地域で実施した。

さらに兵庫県南部地震においては、気象庁震度階の明確な境界線は公表されておらず、定量的に扱えるほど地震動強さの分布が計測されていない。そこで、本研究室で行ったアンケート調査に太田ら¹⁾が作成した地震動強さの評価手法を適用して兵庫県南部地震による阪神地域の詳細な地震動強さ分布を把握した。

2. 形状補間関数を用いた広域地震動推定

本文では、高田ら²⁾によって提案されている手法を用いて地震動の推定を行う。この手法では、有限要素法などで使用されている形状補間関数³⁾を用いて、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の地震動強度を推定する。本手法による推定値をもとに Geographical Information System (以後 GIS) を用いて町丁目別の分布図を作成した。

推定した加速度分布図を図-1 に、速度分布図を図-2 にそれぞれ示す。各エリアはそれぞれ町丁目別に分割されており、地震動はその代表点での値とした。図の白い部分は GIS にデータが入力されていない地域である。

図より加速度については地震による被害の大きかった神戸市、芦屋市、西宮市などで加速度がほぼ 600gal 以上という大きな値を示している。また気象庁の震度 7 の分布と比較すると、須磨区、長田区、中央区、灘区、東灘区などでは加速度が大きくなっており、妥当な結果が得られていると考えられる。速度についても、須磨区、明石市付近を除いて、推定速度が 60kine 以上で気象庁による震度 7 の分布とよい一致を示しており、妥当な結果が得られていると言える。

3. アンケート調査による震度⁴⁾とその特性

本研究室で行ったアンケート調査は詳細な地震動強さ分布を求めることを一義的な目的としているために高密度に調査票を配布することが必要である。そのために対象地域の兵庫県、各市町教育委員会・公立中学校・公立小学校の校長会の協力のもとに、全 189 校の公立小・中学校に直接配布した。配布枚数は 20000 枚を超えるものであったが、回収率も 80 % を越える高いものとなった。

本調査の以前に予備調査を実施して太田らの手法の適用の妥当性を検証した後、町毎にアンケート震度を算出した(図-3)。本図は気象庁震度 7 の分布と良い整合性を見せており、気象庁震度 6 以上の地震において

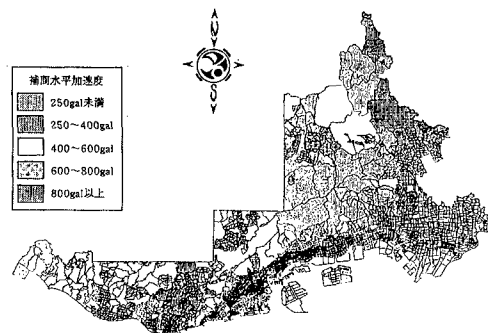


図-1 補間水平最大加速度分布

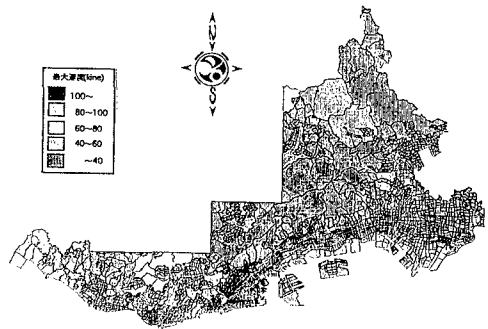


図-2 補間水平最大速度分布

ても、本手法は十分適用可能であると考えらる。

気象庁震度階では、ほぼ神戸市南東部、芦屋市、西宮市の南部と宝塚市の一部が震度7であり、それ以外の地域は震度6である。一方アンケート震度は震度5弱から7程度までかなりの地域差がある。震度6強、7分布はほぼ気象庁震度階との整合性を見せているが、明石市南東部に震度6強が見られる。断層からの距離が5km以内では、地震動強さはほぼ同様であると考えると局所的な地震動増幅によるものか、地盤の不整形性によるものと考えられる。

また図-1の形状補間関数により推定した加速度分布と比較すると、垂水区、明石市南東部を除いて、良く調和していると考えられる。特に被害の大きかった神戸市南東部については、観測記録に基づく最大加速度、速度、物理的な反応だけでなく人々の感覚的反応も含むアンケート震度および家屋の倒壊などから判断される気象庁震度階の4つの地震動強さの指標に整合性が見られる結果となった。

次に実際に得られた強震記録（計器観測値）とアンケート震度との関係の評価する。図-4に最大地盤加速度（以後PGA[gal]）とアンケート震度の関係を、図-5に最大地盤速度（以後PGV[kine]）とアンケート震度の関係をそれぞれ示す。PGAは計器観測された数値であり、PGVは得られた強震記録を積分して求めたものである（一部計器観測を含む）。図-5の神戸港第8突堤のPGVがアンケート震度に比べて極めて高い。これは地盤の非線形性によって地震波が長周期化したためと考えられる。これらよりアンケート震度はPGAよりもPGVと高い相関性を示すことが分かる。アンケート震度が家屋を媒体とした地震動計測手法であることによるものと考えられる。神戸港第8突堤のデータを除いて最小二乗法により回帰したアンケート震度 I_0 とPGVの変換式を式(1)に示す。

$$PGV = 239.36 \cdot \ln(I_0) - 357.49 \quad (1)$$

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。さらにアンケートによる震度分布も気象庁震度階、推定した地表面最大加速度分布とかなりより整合性を見せている。強震記録との関係を調べることによりアンケート震度は、PGAよりもPGVとの相関が高いことが知られ、アンケート震度とPGVの関係を新たに提案することができた。

参考文献

- 1) 太田裕ほか：アンケートによる地震時の震度推定，北海道大学工学部研究報告第92号，pp.117-129，1979.3.
- 2) 高田至郎ほか：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.
- 3) 鷲津久一郎ほか：有限要素法ハンドブックⅠ基礎編，培風館，1981.
- 4) 神戸大学工学部建設学科土木系教室耐震工学研究室：兵庫県南部地震に関するアンケート調査，1996.11.

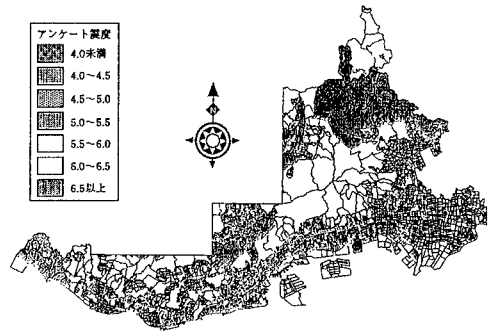


図-3 アンケート震度分布図

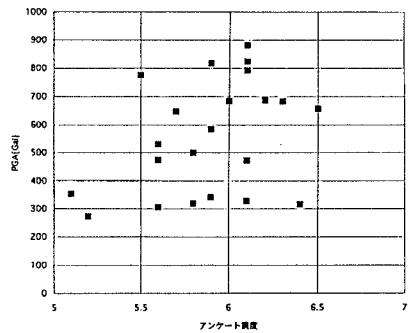


図-4 最大地盤加速度とアンケート震度

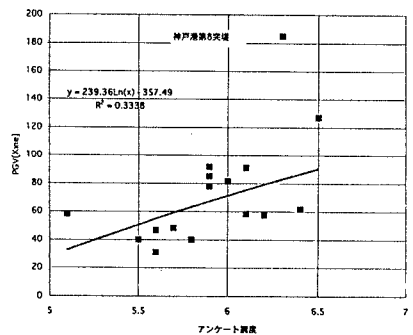


図-5 最大地盤速度とアンケート震度