

(33) アレー観測記録を用いた最大加速度の空間分布に関する研究

埼玉大学工学部 正会員 川上英二

埼玉大学工学部 学生員○西 一彦

埼玉大学工学部 正会員 茂木秀則

1. 研究の目的

1993年の釧路沖地震では、釧路気象台で0.7gを越える最大加速度を記録したのに対して、その近くの観測点では数割小さい最大加速度が観測されている。被災した構造物の解析に際しては近くの地震計による観測結果を用いることが多く、観測値が場所の違いに関してどの程度安定しているのかを検討することは重要であると考えられる。

本研究ではそのまず第一歩として、強震動のアレー観測記録を用いて地表の2観測点の最大加速度の比と2観測点間距離の関係を調べた。そして、震源距離の違いの影響が無視できるような非常に近い2観測点間で、最大加速度がどの程度安定しているかを調べた。本研究では、2観測点間距離を数十から数百メートルという比較的近い点に限定し、東京大学生産技術研究所片山・山崎研究室による千葉アレーの記録と、電力会社の共同プロジェクトによるいわきアレーの記録を用いて、同一のアレー内の2点の最大加速度比について検討した。

なお、千葉アレーでは地下1mに設置された15個の同一タイプの加速度計の記録を、いわきアレーでは地表に66m離れて設置された2個の同一タイプの加速度計の記録を使用した。千葉アレー観測点での地盤構造は、場所による違いが顕著でなくほぼ一様である¹⁾。

2. 地震による比の違い

2点間距離と水平最大加速度比の関係において地震による違いが明らかな例をFig. 1、Fig. 2に示す。これらの図では、横軸に2点間距離、縦軸に最大加速度比をとっている。ここで言う水平最大加速度とは水平二成分のベクトル和の最大値である。また、(最大加速度)比は2地点の最大加速度を大きい方で除して求めており、縦軸の値は常に1以下である。

Fig. 1は、1984年9月14日に観測されたマグニチュードM=6.8、震源深さD=2.0km、震央距離L=231km、千葉アレーでの水平最大加速度A_{max}=5galの地震に対する結果である。

本地震では次の特徴、

- 1) 2点間距離が0~40mの場合、最大加速度の比は0.9付近に集中している。
- 2) 2点間距離が100~160mの場合も、最大加速度の比は0.9付近に集中している。
- 3) 最大加速度比のばらつきが比較的小さい。

が挙げられ、近い2点の最大加速度がそれほど変化していない地震の例である。なお、図中には最小自乗法を用いた回帰直線も示しており、この直線の傾きが小さく、最大加速度比が2点間の距離によりそれほど変わらないことがわかる。

Fig. 2は、1987年6月30日に観測されたマグニチュードM=4.9、震源深さD=56km、震央距離L=62km、千葉アレーでの水平最大加速度46galの地震に対する結果である。本地震では、

- 1) 2点間距離が0~40mの場合でも、最大加速度比は0.7~1に分布する。
- 2) 2点間距離が100~160mの場合、最大加速度比は0.5~0.8に分布する。
- 3) Fig. 1の地震と比較すると最大加速度比のばらつきが大きい。

の3つが特徴として挙げられる。本地震では回帰直線の傾きが大きく、2点間の距離が百メートル程度の場合でも最大加速度が平均して約3割、場合によっては5割程度異なることがわかる。

3. 観測点間距離と最大加速度の比の関係

Fig. 3、Fig. 4は、千葉アレーといわきアレーで観測された87個の地震記録から求めた、2点間距離-最大加速度比の関係をFig. 1、Fig. 2と同様にプロットしたものである。図中、千葉アレーの記録を用いた結果を黒い点でプロットし、いわきアレーの記録を用いた結果を白丸で示している。Fig. 3とFig. 4を比較すると水平動より上下動の方が2点間の最大加速度の違いが大きいに思われる。

次に、南北成分と東西成分のそれぞれに対し、2観測点間距離と最大加速度比の関係を千葉アレーの記録を用いて求めた結果を、Fig. 5、Fig. 6に示す。これらの図から、比較的離れた(150m以上)2点では東西成分の方がばらつきが大きい傾向を読みとることができる。

4. 最大加速度の確率分布

次に、千葉アレーの記録を用いて、2点間距離をパラメータとして最大加速度比の確率分布について検討した。Fig. 7は水平最大加速度比、Fig. 8は上下最大加速度比、Fig. 9は南北方向の最大加速度比、Fig. 10は東西方向の最大加速度比をそれぞれ横軸にとり、最大加速度比の確率密度を縦軸に示したものである。

図中、2点間の距離を0～10m、10～20m、20～50m、50～150m、150m以上の5つに分けて、それぞれの最大加速度比の確率密度関数を●(0～10m)、■(10～20m)、▲(20～50m)、○(50～150m)、△(150m以上)で示している。

Fig. 7の水平最大加速度比、Fig. 8の上下最大加速度比を比べると、どちらも2点間距離が大きくなるほど最大加速度比の確率密度関数が緩やかな形状を示すようになり、最大加速度比がより小さい値になる確率が増加する傾向が見られる。

Fig. 9の南北成分の場合には2点間距離が増加するに従って、確率密度の形状は最大加速度比が1より小さい値でピークをとるように変化しており、最大加速度比の最頻値の変化が明瞭に現れている。これに対して、Fig. 10の東西成分では2点間距離が増加しても最大加速度比の分布形があまり変化しておらず、最大加速度の値が2点の位置によらずに、同じようにばらついているという結果が得られた。このことは、南北成分から得られた結果と相反するものであり、今後、詳細な観測波形の検討が必要であると考えられる。

5. まとめ

ほぼ一様な地盤において、2観測点間の距離が数十から数百メートルでも、最大加速度は数割異なる。一般にこの違いは2点間距離の増加にともない顕著になっていく。また、2点間距離がわずかに数メートルでも最大加速度の観測値は1～2割程度ばらつく可能性がある。今後、最大加速度比が地盤構造や震源に関するどのパラメータに影響を受けるのかを明確にする予定である。また、同様の検討を速度記録や変位記録についても行う予定である。

謝辞 本研究では、(財)震災予防協会、強震動アレー観測記録データベース(1992年10月、1993年12月)から東京大学生産技術研究所片山・山崎研究室、および、6電力会社により提供されたデータを使用した。

参考文献

(1) (財)震災予防協会 推進委員会/作業部会「強震動アレー観測記録データベース 解説資料集」1992、1993.

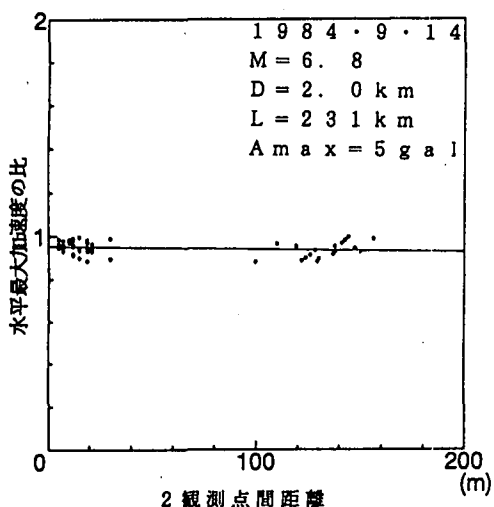


Fig.1 水平最大加速度のばらつきが少ない地震の例

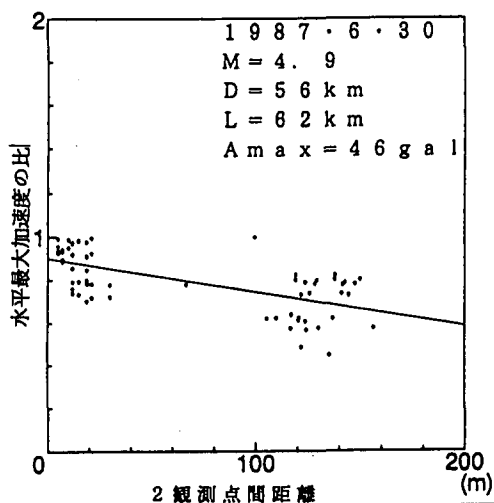


Fig.2 水平最大加速度のばらつきが大きい地震の例

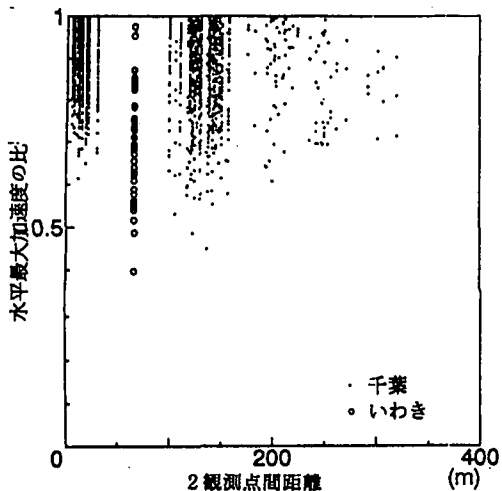


Fig.3 2観測点間距離と水平最大加速度の比との関係

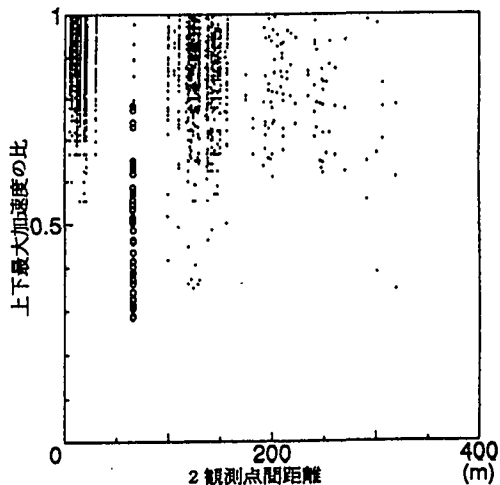


Fig.4 2観測点間距離と上下最大加速度の比との関係

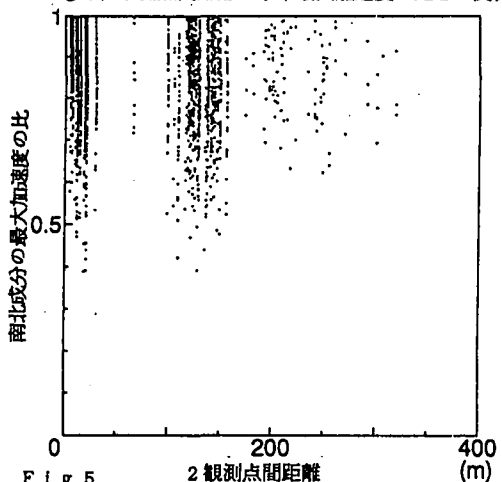


Fig.5 2観測点間距離と南北成分の最大加速度の比との関係

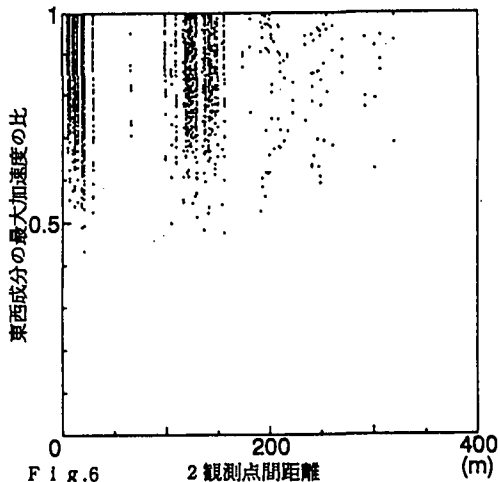


Fig.6 2観測点間距離と東西成分の最大加速度の比との関係

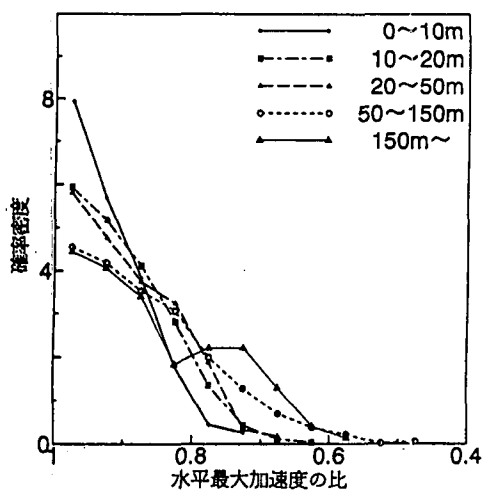


Fig. 7 水平最大加速度の比の確率密度関数

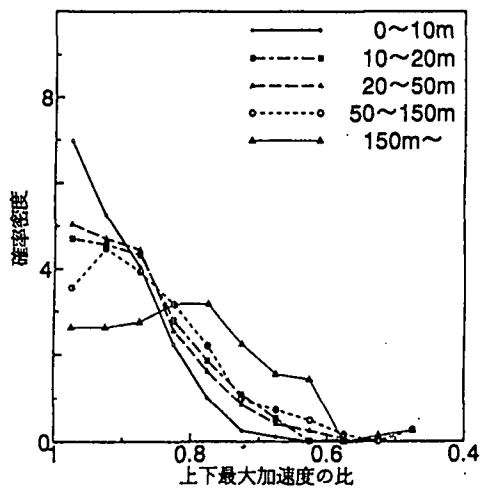


Fig. 8 上下最大加速度の比の確率密度関数

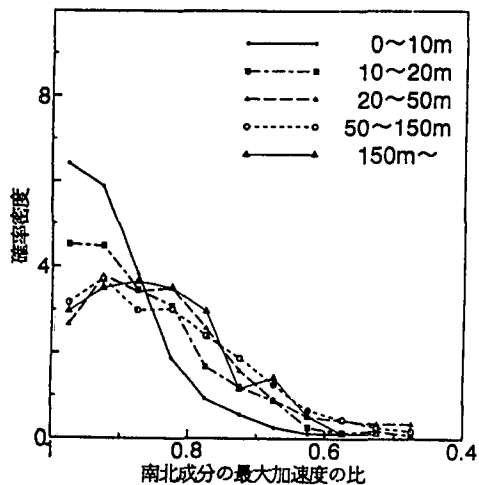


Fig. 9 南北成分の最大加速度の比の確率密度関数

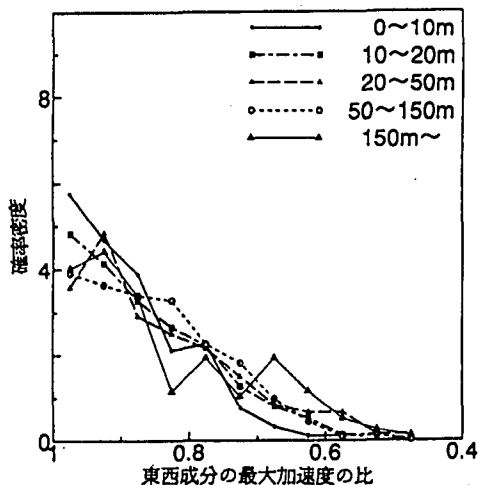


Fig. 10 東西成分の最大加速度の比の確率密度関数