

強震動の最大値分布と地震被害—2つの内陸地震の比較—

東北工業大学 学生会員 ○工藤正幸
々 フェロー会員 神山 眞
々 正会員 松川忠司

1. はじめに

2008年岩手・宮城内陸地震（M7.2）は土砂災害を中心に甚大な被害をもたらしたが、地震の規模や得られた強震記録の加速度値の大きさの割には木造家屋などの構造造物の被害が比較的少ないことで注目を集めた。一方、同じ内陸型地震の2004年新潟県中越地震（M6.8）は甚大な土砂災害とともに構造物被害も多くもたらされた。この二つの地震は共に山間地から中山間地に生じたほぼ同じ規模の内陸直下の地震であるという共通点を有するが、その被害の様相には大きな差があるようにみられる。さらに、両地震は震源域から遠地にわたり広範囲に良好な強震記録が得られた地震としても特筆される。このように、二つの地震は豊富な強震記録が得られとともに被害程度に差がみられることから、被害と地震動の関係を考察する格好の材料を提供しているものと考えられる。本稿は地震被害と地震動との関係を解明する一環として、二つの内陸被害地震を対象に強震動の各種の最大値分布を距離減衰に焦点を合わせて比較考察したものである。

2. 強震記録の処理

両地震ではほぼ同じ性能による強震計（震度計）により震源域から遠地にわたり加速度強震記録が得られている。これらの観測は（独）防災科学研究所の強震観測システム K-NET, KiK-net, 気象庁管轄の震度観測システム, 各県の震度情報ネットワークシステムの震度計によるものである。これらの記録はそれぞれの機関のウェブサイトを通してデジタルデータとして公開されている。本研究では最初にこれらの強震加速度記録から各種の地震動パラメータを求めた。最近の研究から、地震被害は単に加速度の大きさのみによって決せられることなく、速度など多様なパラメータの複合的な関与が重要であることが指摘されている。ここで求めたパラメータは最大加速度(PGA), 最大速度(PGV), 最大変位(PGD), 計測震度, SI値(スペクトル強度)である。速度, 変位は加速度記録をBooreら³⁾の基線補正をする方式で数値積分して, さらに0.02s-10秒のバンドパスフィルター(両端でコサインテーパーを付与)を通して求めた。計測震度は気象庁方式により, SI値は減衰定数 $h=0.02$ として算定した。2004年新潟県中越地震の震源域における代表的な記録の例として震源に最も近い新潟県震度情報ネットワークの川口町観測点のNS成分の加速度, 速度, 変位記録を, また2008年岩手・宮城内陸地震の代表的な記録として震源直上で最大加速度を記録したKiK-netの一ノ関西観測点のUD成分における加速度, 速度, 変位記録をそれぞれ図-1に示す。

3. 地震動パラメータの距離減衰特性における比較

両地震に対して求められた前記の地震動パラメータの空間分布特性, 距離減衰特性を比較考察した。前者については余震域との関係から考察した別論文に譲る

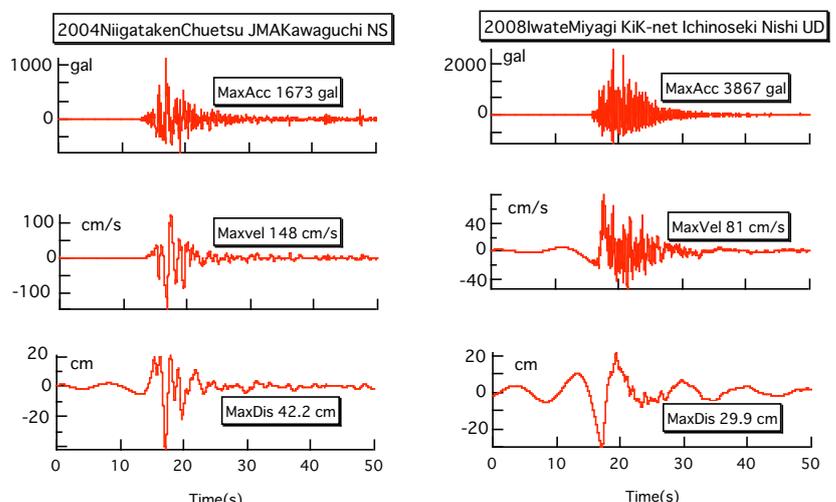


図-1 代表的観測点の加速度, 速度, 変位記録

として、ここでは距離減衰特性について論じる。図-2 は上から順に両地震の計測震度、PGA、PGV、PGD、SI 値の距離減衰をプロットしたものである。ここでは各観測点の PGA、PGV、PGD、SI 値については水平 2 成分、鉛直 1 成分の最大を採用している。また、距離については単純に震央距離を用いている。観測点によるバラつきがあるものの、両地震の距離減衰特性には計測震度、PGA、PGV、PGD、SI 値に応じた明らかな違いがみられる。2008 年岩手・宮城内陸地震は最大加速度 (PGA) については震央距離に無関係に 2004 年新潟県中越地震よりも大きい傾向が観察され、逆に最大速度 (PGV) については、震源近傍においては 2004 年新潟県中越地震よりも小さい傾向を示している。そこでこの傾向を定量的に把握するため両地震の地震動パラメータを対象に回帰分析を行った。

距離 x を独立変数として地震動パラメータを目的変数とする回帰モデルとして、一般に x とその対数を合成した非線形回帰モデルが用いられる。そこで、本研究でも以下のような回帰関数を用いて回帰分析を行った。

$$I = a - \log_{10}(x + b) - c \times x \quad (1)$$

$$\log_{10} v = a - \log_{10}(x + b) - c \times x \quad (2)$$

ここに、 I : 計測震度、 v : PGA, PGV, PGD, SI 値、 x : 震央距離、 a, b, c : 回帰係数。

式(1), (2)を用いてそれぞれの地震を対象に各パラメータについて求められた回帰係数と回帰式および回帰曲線は図-2 に上書きされて与えられている。

求められた回帰曲線や回帰係数から両地震の極めて特徴的な様相があぶり出されていると考えられる。すなわち、遠方の震央距離の範囲では地震規模 M の違いを反映して 2008 年岩手・宮城内陸地震がいずれのパラメータでも大きい、震源近傍では計測震度、PGA、PGV、PGD、SI 値でその大小関係が両地震で複雑に変動していることがわかる。これには、両地震の震源特性と震源近傍のサイトにおけるサイト効果の違いの両者が関与していると推定されるが、とりわけ、両地震の震源近傍の被害の差は PGA と PGV および SI 値の差異で明瞭に説明されると考えられる。このような PGA、PGV の挙動の違いは地震動の周期特性に関係していると推定される。それぞれの地震の加速度、速度地震動の中心周期の違いについての解析結果は発表時に譲るとして、ここでは紙数の関係から省略する。

謝辞

K-NET, KiK-net, および気象庁提供の強震記録を利用させて頂いた。記して、関係機関に感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 気象庁ホームページ。2) 防災科研 K-NET, KiK-net ホームページ,
- 3) Boore ら ; Soil Dynamics and earthquake Engineering, Vol.25, pp.93-115, 2005.

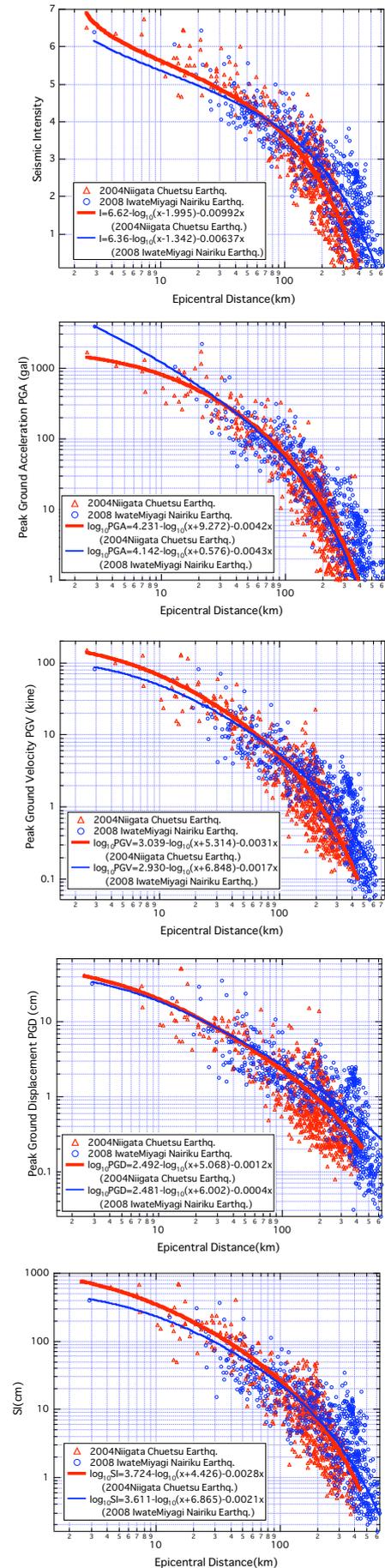


図-2 2004 年新潟県中越地震, 2008 年岩手・宮城内陸地震の計測震度, PGA, PGV, PGD, SI 値の距離減衰, 回帰曲線の比較 (最上図から順)