

2004年新潟県中越地震の震源近傍における強震動分布のアニメーション解析

東北工業大学 正会員 ○松川忠司
 々 藤原崇喜
 々 フェロー会員 神山 眞

1. はじめに

2004年新潟県中越地震(2004年10月23日17時56分頃発生, M6.8)はいわゆる活褶曲地帯を襲った直下地震であり, 甚大な土砂災害がもたらされた. この地震の特徴は被害様相の他に, 強震記録が非常に高密度で得られたことである. 気象庁直轄の震度計による強震加速度記録は本震直後速やかにデジタルデータが公開されたが, 新潟県震度情報ネットワークの震度計による加速度データは震源極く近傍の観測点である川口町, 山古志村を除き公開がなされていなかった. このような中, 新潟県, 福島県, 群馬県, 埼玉県各々の震度情報ネットワークによるデジタル記録が2006年度末に気象庁ホームページを通じてなされることになった¹⁾. これらの記録はトリガー時間が明確なため, 同一時間に同期するのが容易なことから強震動特性解析のための非常に貴重なデータである. ここでは, これらの気象庁, 各県震度情報ネットワークの記録に加えて, K-NET, KiK-netなどの同期可能な強震記録を総合したアニメーション解析を行い, 2004年新潟県中越地震における強震動の時空間分布を明らかにすることを試みた. なお, 同様な解析は2007年新潟県中越沖地震に対しても実施しているが, 本報告では紙面の関係から2004年新潟県中越地震のみについて述べる.

2. アニメーション作成法

2004年新潟県中越地震および2007年新潟県中越沖地震の震源近傍において明確なトリガー時間を有する強震記録が得られた観測点を取得機関別に図-1に示す. 両地震の取得加速度の大きさを考えると, このような高密度な観測点配置は世界的に見ても稀な事例といえよう. なお, 図-1では両地震の震央が星印で与えられているとともに, 観測点識別で新潟県震度情報ネットワーク観測点はデータ公表機関の気象庁(JMA)で統一されている. これらの記録は工学で問題となる範囲ではほぼ同じ周波数特性をもつ強震計で得られたものであり, トリガー時間が明確であることから極めて貴重なデータセットを提供している.

図-1の観測点における記録を用いて両地震に対する強震動の時空間変動を明らかにするためアニメーション作成を

行った. 強震動は加速度, 速度, 変位それぞれの震動次元で異なった工学的意味を有するので本研究では同一時間軸でこれら三つの震動の2次元空間変動が同時に観察できるものとした. ここでのアニメーション作成の大まかな流れを図-2に示す. この流れの各ステップについて簡単に記すと次の通りである.

ステップ①, ②では同期可能な強震記録をできるだけ多く収集して, これらを同時間軸で整理する. このとき, アニメーション作成領域での強震動の空間変動を内挿のみによってマッピングすることを目的として, 強震記録観測点はアニメーション作成領域よりも広範囲とした. ステップ③では, 原加速度記録から数値計算により速度, 変位記録を求める. ここでは, 速度記録, 変位記録の算定はベースラインを補正する Boore ら²⁾

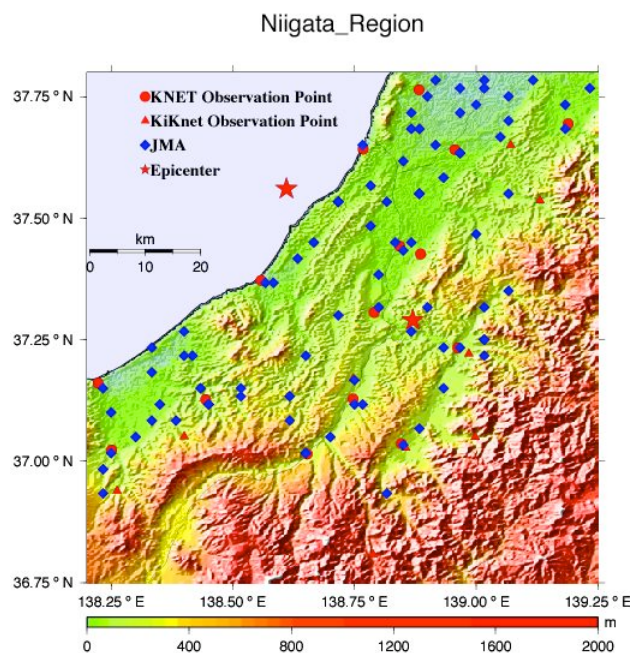


図-1 対象地震震源近傍における観測点の分布

キーワード 2004年新潟県中越地震, 強震動, 時空間変動, アニメーション, 震源破壊過程, ローカルサイト
 連絡先 〒982-8577 仙台市太白区八木山香澄町 35-1 東北工業大学工学部環境情報工学科 TEL 022-305-3930

の時間領域法によるとともに、機関による強震計の周波数特性の違いを避けるため、0.01 秒～5 秒のバンドパスフィルタを周波数領域で適用した。ステップ④では水平 2 成分、鉛直 1 成分の加速度、速度、変位記録のサンプリング時間（ここでは 0.01 秒に統一）毎のベクトル合成振幅値を算定する。ステップ⑤で、設定フレームレートに合わせて加速度、速度、変位ベクトル振幅値の分布をマッピング化する。ここでは、マッピング作成ソフト GMT³⁾ によってマッピンググラフを作成した。なお、フレームレートの設定はアニメーションの目的に沿って設定されるべきものであるが、ここでは初動、主要動、コーダ動を含む約 1 分間の時間にわたるアニメーションが標準の PC で負担なく観察できるものとして 0.1 秒毎のフレームで構成することとした。もちろん、それぞれのフレームのマッピングはこの時間間隔での各観測点の振幅最大値を対象とした。ステップ⑥では、マッピンググラフ化された各フレームを標高図、観測点図などとオーバーレイするとともに、タイムラインとして構成してアニメーション化する。ここでは、市販のアニメーションソフト Flash により実施した。

3. アニメーションの様相例

アニメーションの上映は発表時に譲るとして、主要動における代表的なスナップショットを図-3 に示す。この例のように、加速度、速度、変位の時々刻々の特徴的な空間変動が観察できる。図-4 はアニメーション応用の一例として関口⁴⁾ による震源断層破壊過程モデルとここでの加速度アニメーションスナップショットとを対応時刻で比較して示した例である。アスペリティの位置とその破壊時間が特定でき、非常に良い対応がみられる。

4. むすび

ここで作成したアニメーションから強震動に影響を及ぼす震源断層の破壊過程と観測点のローカルサイト効果が時刻を特定して把握できる。

参考文献

1) 気象庁ホームページ。 2) Boore ら; Soil Dynamics and earthquake Engineering, Vol.25, pp.93-115, 2005. 3) Wessel and Smith, New, improved version of Generic Mapping Tools released, *EOS Trans. Amer. Geophys. U.*, vol. 79 (47), pp. 579, 1998. 4) 関口春子; 地盤工学会 2004 年新潟県中越地震災害調査委員会報告書 DVD-ROM, 第 2 章地震動。

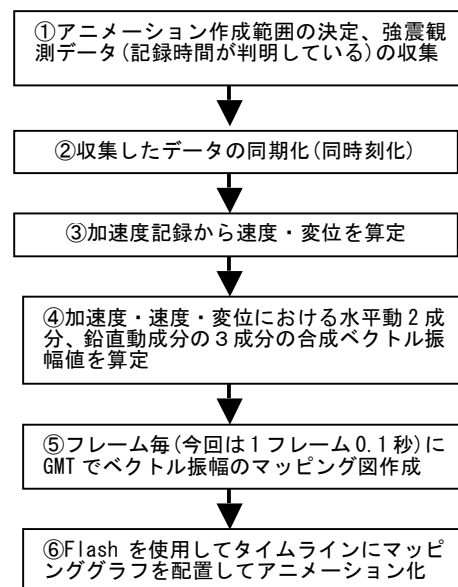


図-2 アニメーション解析のフローチャート

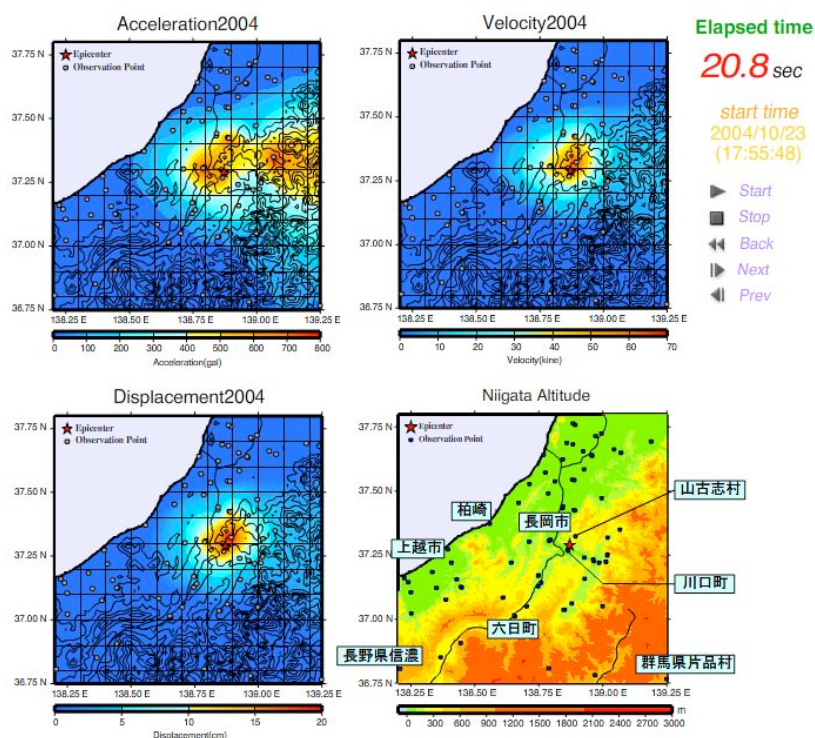


図-3 アニメーションのスナップショット例 (時刻 20.8 秒)

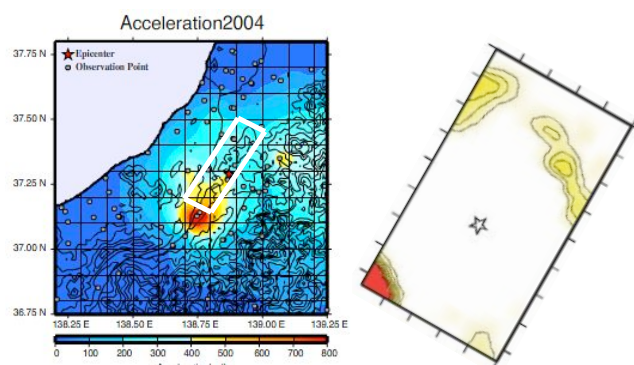


図-4 加速度アニメーションと関口モデルの比較