

1.2. 四川地震の震源モデルの構築

倉橋奨

1. はじめに

2008年5月12日に中国四川省で Mw7.9 の地震が発生した。筆者らは、にてこの地震における強震動生成域をモデル化した特性化震源モデルの構築を実施している (Kurahashi and Irikura, 2010)。しかしながら、この論文では、主要な強震動が生成された南西セグメントのみのモデル化であった。また、破壊開始点の近傍地点で、明瞭な2つの波群を持つ Wolong 観測点 (WCW) の2つ目の波群の評価が芳しくなかった。既往論文では、アスペリティ内の破壊速度のばらつきや、背景領域を考慮するなどの方法で改善を図っているが、良い成果が得られていない。

ここでは、WCW 観測点の2つめ目の波群に注目して、南西セグメントにおける Kurahashi and Irikura(2010) の特性化震源モデルの改良を行った。また、北東セグメントの特性化震源モデルの構築も行った。

2. 震源モデルの構築手法

Kurahashi and Irikura(2010) では、震源モデルの構築として、まず経験的グリーン関数法により、アスペリティの場所、面積、応力降下量、各アスペリティの破壊開始点等のパラメータを決定し、その次に、低周波成分も評価するため、Discrete wavenumber 法 (DWNM) (Bouchon, 1981) による理論的手法により計算を実施している。しかしながら、今回のターゲットとなる WCW の2つ目の波群は、長周期成分が卓越しているため、経験的グリーン関数法で使用する小地震では、評価すべき低周波成分のパワーがない可能性が高い。そこで、今回は、最初に理論的手法によりアスペリティの面積や破壊開始点、応力降下量等を再評価し、その後、経験的グリーン関数法により高周波部分における観測記録と計算波形とのチェックを行った。

3. 長周期帯域の特性化震源モデルの構築

3.1 南西セグメントの震源モデルの改良

— 1 ~ 10 秒帯域の長周期地震動のための震源モデル —

図1に Kurahashi and Irikura(2010) で構築された震源モデルを示す。また、図2には、Kurahashi and Irikura(2010) で構築された震源モデルから理論的手法により計算された WCW、SFB 観測点の観測記録 (黒色) と計算波形 (灰色) の比較を示す。WCW は破壊開始点よりも南西側で破壊進行方向と逆方向、SFB 観測点は破壊開始点よりも北東にあたりフォワード方向にあたる。SFB や AXT の主要動部分、MZQ の NS 成分は、観測記録とよく一致から、震源モデルの妥当性を示している。一方で、WCW に関しては、1 波群目に関しては観測記録と調和的であるが、2 波群目に関してはかなり過小評価である。本報告では、この部分の改善を考える。

本報告では、2 波群目に寄与するアスペリティ 2 に関して、WCW 方向にも破壊が進行するモデルを考えた。この際、SFB や MZQ などの他の地点でも観測記録と整合性がつくようなモデルを観測記録と計算波形との比較から試行錯誤的にパラメータを変更し構築した。震源モデルの構築には、パルスの幅と振幅の大きさに注目して実施した。その結果のアスペリティ 2 の震源モデルを図3に、観測波形と計算波形の比較を図4に示す。

アスペリティの小断層を WCW 側にも追加することにより、WCW 側に破壊が進行し、WCW の計算波形も大きくなり、観測波形と調和てきであることがわかる。一方で、SFB や MZQ 観測点の変化も少なく、どの観測点に関しても観測記録と調和的であることがわかった。

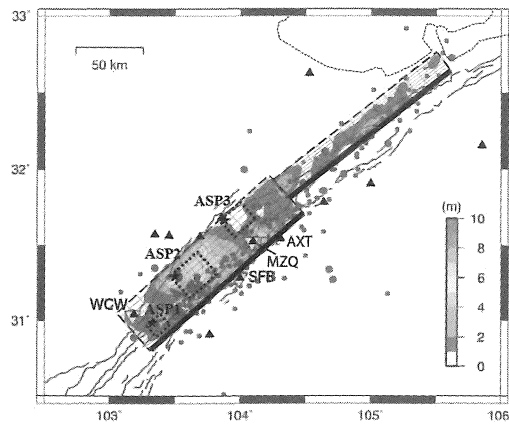


図1 Kurahashi and Irikura(2010)による南西セグメントの特性化震源モデル

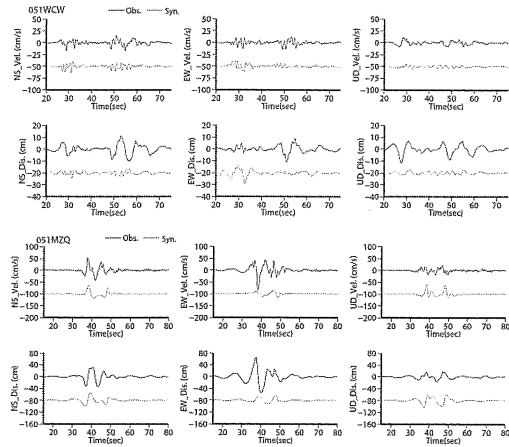


図2 Kurahashi and Irikura(2010)による南西セグメントの特性化震源モデル

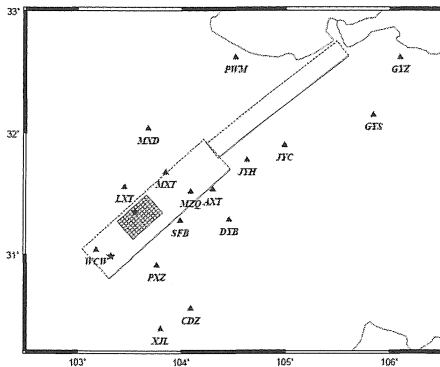


図3 改良された南西セグメントの特性化震源モデル (ASP 2のみを記載)

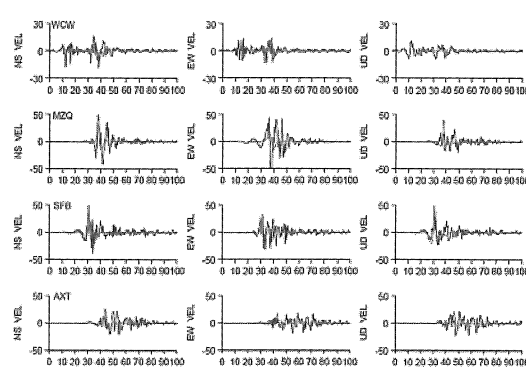


図4 改良された南西セグメントの特性化震源モデルから計算された合成波形と観測波形の比較 (ASP 2のみ)

3.2 北東セグメントの特性化震源モデルの構築

北東セグメント付近における観測点は、図3からもわかるように、南西セグメントよりも非常に少なく、また、断層からも遠い位置であるため、観測された記録には明瞭なパルスは見られない。また、いくつかの波群が重なっており、北東セグメントにあるアスペリティからとみられる波の立ち上がりは明瞭でない。このことから、北東セグメントでは、詳細な断層モデルの構築は難しいと考えられる。そこで、はじめに、Koketsu et.al(2009)による強震動と遠地実体波を用いたジョイントインバージョン結果から推定された、すべりの大きな場所にアスペリティを設定し、初期解析を実施した。そして、その計算波形と観測波形との比較から、アスペリティの場所や面積を試行錯誤的に変更して観測波形を満足する震源モデルの構築を試みた。図5に構築した震源モデルを、図6に北東セグメントに近い観測点の観測記録と計算波形の結果を示す。

3.1、3.2では、Kurahashi and Irikura(2010)による震源モデルより、アスペリティ2を南西側に面積を大きくし、また、北東セグメントのアスペリティモデルを構築した。これらの震源モデルを元に、観測波形と計算波形の合いを見て、震源モデルの微調整を行った。具体的には、Kurahashi and Irikura(2010)の震源モデルにおけるパラメータに対して、ライズタイム、すべり角、地震モーメントを変更して、観測波形と計算波形との

一致度から、最適なモデルを構築した。ただし、一致度は波形の目視で確認した。

その結果により構築された特性化震源モデルを図7に、観測波形と計算波形との比較図を図8に示す。

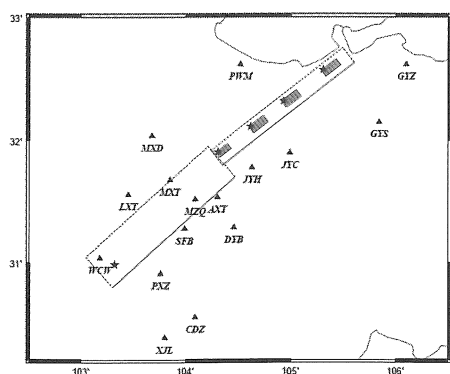


図5 北東セグメントの特性化震源モデル

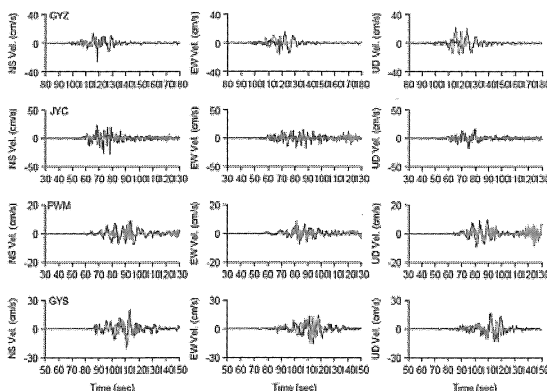


図6 北東セグメントの特性化震源モデルより計算された合成波形と観測波形の比較

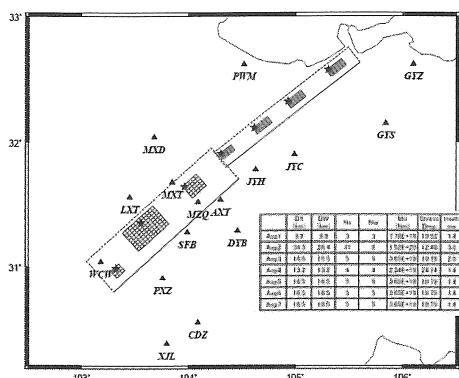


図7 改良された南西セグメントと北東セグメントの特性化震源モデル

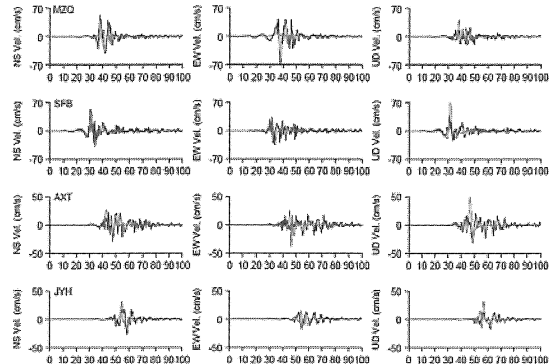


図8 改良された南西セグメントと北東セグメントの特性化震源モデルから計算された合成波形と観測波形の比較

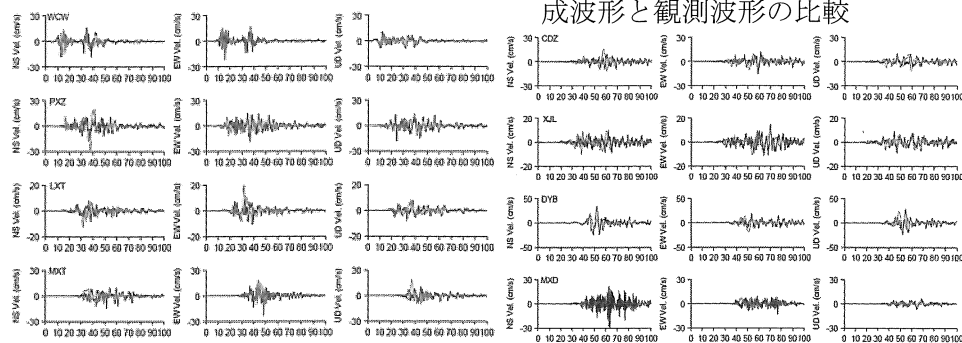


図8の続き

4. 特性化震源モデルの高周波帯域の強震動

特性化震源モデルの高周波帯域の検討のために、経験的グリーン関数法にて波形合成を行った。しかしながら、本地震の余震記録は公開されていないため、Kurahashi and Irikura(2010)と同じ考えにより、岩手宮城内陸地震の小地震記録を経験的グリーン関数とみなし解析を行った。ここで、経験的グリーン関数としては、震源距離と観測点のサイト特性が近似している必要がある。ここでは、震源距離は、四川地震本震の記録とほぼ同じ震源

距離の記録を用いることとした。また、サイト特性に関しては、詳細はほとんどわからないため、山地か盆地程度の判断ではあるが、本震観測点と近似した観測点の記録を選択した。

断層モデルは、3.1と3.2で構築したモデルを適用する。図8に観測波形（黒）と計算波形（赤）との比較を示す。地点によっては、加速度が非常に卓越する場所がある。これは、経験的グリーン関数として利用した観測点のサイト特性の影響と考えられる。

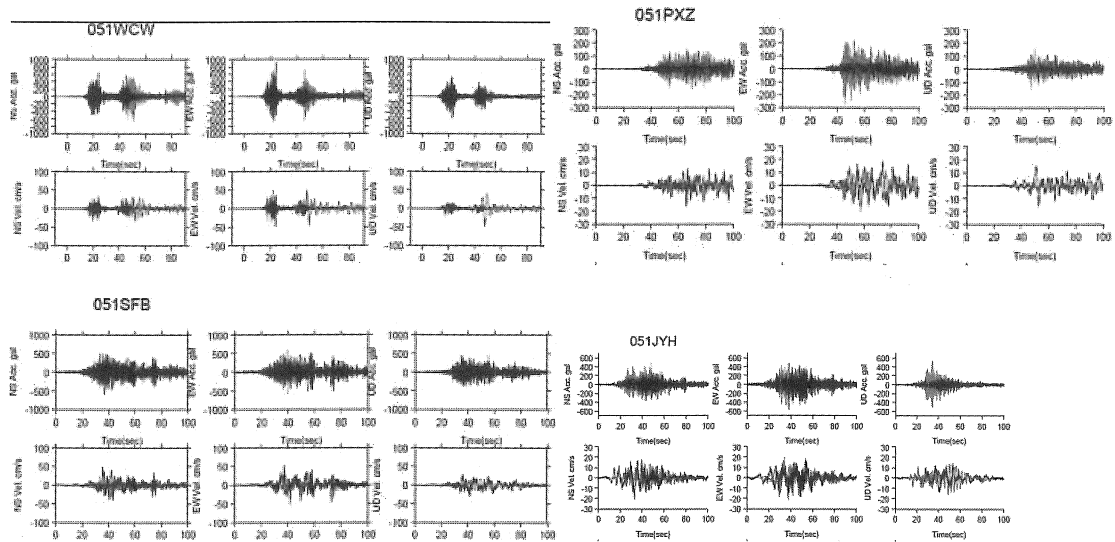


図9 経験的グリーン関数法による合成波形と計算波形の比較

5. まとめ

本研究では、2008年四川地震の特性化震源モデルの改良を実施した。その結果、主要な強震動を生成した南西セグメントのASP2を南側に大きくし、WCW側にも破壊が進行するように改良した。また、北西セグメントは、4つのアスペリティにより観測波形が再現可能であることを示した。