

中国四川地震における特性化震源モデルの構築

愛知工業大学 正会員 ○倉橋 奨
 愛知工業大学 非会員 入倉 孝次郎
 愛知工業大学 正会員 正木 和明

1. はじめに

2008年5月14日に中国四川省で発生した四川地震では、建物の倒壊、土砂崩れにより非常に多くの死者および負傷者が発生した。この地震の断層長は余震分布などから200km以上あるといわれており、このような巨大地震における地震動の発生メカニズムを知ることは、将来発生する巨大地震における地震動発生メカニズムの解明に非常に有用である。本研究では、本地震による地震動の発生メカニズムを評価すべく、経験的グリーン関数法を用いて特性化震源モデルの構築を試みた。ただし、本震および余震のデジタルデータを持ち合わせていないため、今回は、合成波形を計算する対象地点の地盤条件とラディエーションが近似していることを条件とした、日本で発生した地震の震源近傍での観測記録を経験的グリーン関数として、波形合成を行った。

2. 既往の震源モデル

本震では、多くの研究者によって、遠地実体波を用いた波形インバージョンから、すべり量分布が推定されている(例えば、引間ほか、2008:山中、2008)。これらのインバージョン結果には共通する部分がある。一つは、すべり量の大きな部分であるアスペリティがいくつも存在すること、2つ目は、大きなすべりがあった場所は、震源の北側50km付近で、最大すべり量は10mを超えることである。

3. 波形シミュレーションの対象地点

特性化震源モデルを構築する場合、震源の情報を多く含む震源近傍の観測記録を用いることが望ましい。しかしながら、本地震における本震、余震のデジタルデータの入手は難しく、本震における紙による記録しか持ち合わせていない。今回は、波形シミュレーションとして適用する地点として、震源近傍で且つ加速度と速度が計算されているWolongとQingpingとした。Wolongは、本震の破壊開始点(震源)の西側約20kmに位置しており、最大加速度は、この地震で観測された記録の中で最も大きい985galであった。またこの地点の観測記録では、少なくとも2つの明瞭な波のかたまりがあり(図3上図)、これはアスペリティが少なくとも2個以上あることを意味している。一方Qingpingは、波形インバージョンにより推定されているすべり量が大きな部分に近い観測点であり、この地点の速度記録には明瞭なパルスが見られ、その振幅は150cm/s近くにまで達している(図3下図)。またその周期は5秒程度であり、長周期なパルスが見られる特徴がある。本研究では、これらの特徴を再現できるように解析を試みた。

4. 経験的グリーン関数の選定および緒元

今回は、日本で観測された地震を経験的グリーン関数として用いることを検討した。経験的グリーン関数を選定するための条件としては、対象地点と観測地点の地盤条件が近似していること、ラディエーションが近似していることがあげられる。これらの条件を満足する日本の地震としては、岩手・宮城内陸地震の余震があった。解析対象地点のWolongとQingpingの地盤条件は、中国地質図によれば、それぞれ山間部と盆地と考えられ、その条件を満足した観測点も存在した。ここでは、2008年6月16日23時14分の地震で、観測地点としてWolongはAKT023(椿台)、QingpingはIWITH19(花巻北)の記録を使用した。

経験的グリーン関数の面積と応力降下量は、硬質地盤に設置されているkik-netの地中記録から震源スペクトルを計算し、 ω^{-2} モデルとのフィッティングによりコーナー周波数を読み取り、円形クラックを仮定して計算した。経験的グリーン関数の緒元を表1に示す。

4. 特性化震源モデルの構築

本震の断層長は200km以上あるため、アスペリティは多く存在すると考えられる。しかし、ここでは、比較

的震源に近い2観測点の再現波形の推定を目的としているため、これらの観測点に最も寄与していると考えられる、破壊開始点(震源)付近のアスペリティ(Asp1)と、破壊開始点から北に50km程度離れた地点の大きなアスペリティ(Asp2)に注目した。解析では、初めに震源に近いWolongに大きく寄与する震源付近の強震動生成域を推定し、次にQingpingの速度波形をもとに大きなアスペリティ付近の強震動生成域を推定した。最後に、Wolongの2つの波の時間差から、強震動生成域の位置を微調整した。図1には、推定した断層の地表面投影の震源モデルと対象地点の図を、図2には引間(2008)によるすべり量分布に加筆した本研究による特性化震源モデルの図を示す。表2には特性化震源モデルの緒元を、図3には本震の観測記録と特性化震源モデルにより計算した再現波形を示す。

解析の結果、破壊開始点(震源)付近の強震動生成域(ASP1)の面積は11.4m×11.4m、ASP2は大きく約30m×26m程度と推定された。また、応力降下量は、15MPa程度であった。ASP2の破壊開始点については、浅い位置よりもやや深い位置に設定することで観測記録をより再現することができた。再現波形に関しては、Wolongに見られる2つの波の時間関係はよく合っている。ただし、Wolongによる波の時間差については、強震動生成域の位置と破壊伝播速度などの関係で決まるため、相対的な評価となる。一方で、Qingpingで見られた、速度記録のパルスについてもよく再現されている。これは、ASP2におけるディレクティビティーの影響であると考えられる。しかしながら、Wolongにおける2つ目の波は、観測よりも継続時間が非常に長いなど、改善の余地があるため、今後より精度のよい震源モデルを構築するよう解析を進めていく予定である。

参考文献

- ・東京大学地震研究所 2008年四川地震の速報webページ 引間和人 2008年
<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/topics/china2008/source.html>
- ・NGY地震学ノート No.8a webページ 山中佳子 2008年
http://www.seis.nagoya-u.ac.jp/sanchu/Seismo_Note/2008/NGY8a.html
- ・Introduction and preliminary analysis of strong motion recordings from the 12 May 2005 Ms8.0 Wenchuan earthquake of China Li Xiaojun et.al. The 14th WCEE 2008

表1 経験的グリーン関数として用いた地震の緒元

| オリジンタイム | 面積 | 応力降下量 | Mw |
|---------------|-----------|--------|-----|
| 08/6/16 23:41 | 3.8×3.8km | 2.2MPa | 5.1 |

表2 特性化震源モデルの緒元

| | 面積 | 応力降下量 |
|------|-------------|-------|
| ASP1 | 11.4×11.4km | 15MPa |
| ASP2 | 30.4×26.6km | 15MPa |

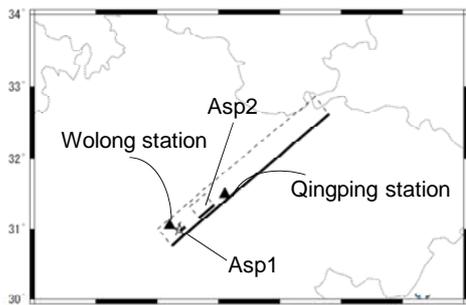


図1 断層の地表面投影図と解析対象地点

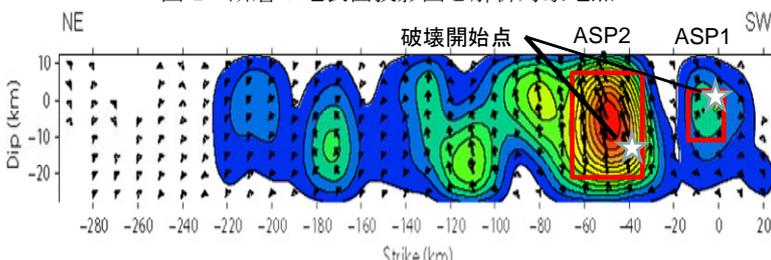


図2 すべり量分布(コンター)と本研究で推定した特性化震源モデルの比較(引間、2008に加筆)

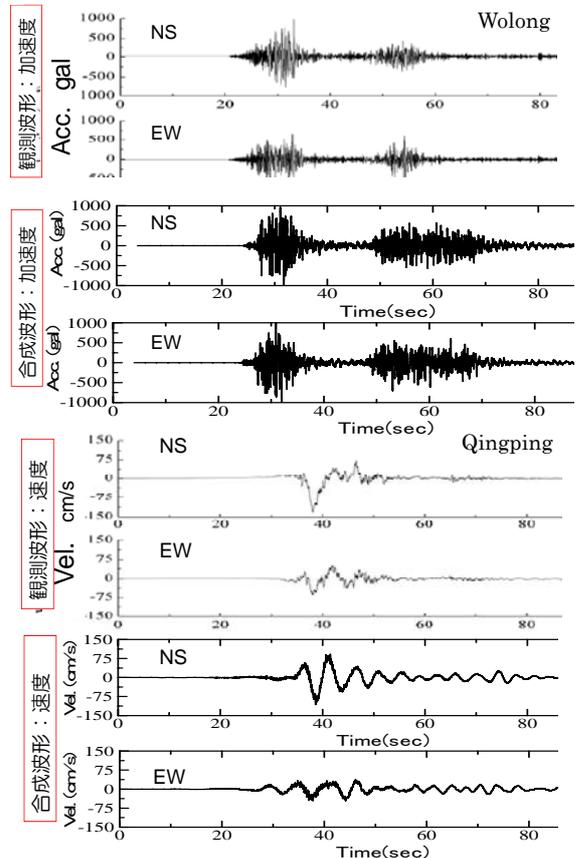


図3 Wolong(上図)およびQingping(下図)における観測波形と合成波形の比較