

5. 2008年岩手・宮城内陸地震の震源モデルの構築と波形シミュレーション

倉橋 奨

1. はじめに

2008年6月14日岩手宮城内陸地震(M_j 6.8)が発生し、岩手県奥州市と宮城県栗原市で震度6強が観測された。この地震では、建物の倒壊や大規模な土砂崩れにより人的被害が発生している。地震による被害の軽減のためには、多くの被害地震の震源モデルの評価を基に、将来発生する地震の強震動予測をすることが必要不可欠である。本研究では、強震動記録を用いた波形インバージョンでも含まれない震源極近傍の強震動記録を用いてフォワード・モデリングにより強震動が再現可能な震源モデルの構築を試みた。本地震では、震央距離約3kmに設置されていたIWTH25（一関西）観測点において強震動が観測された。震源極近傍の強震動は、震源と観測点の幾何学的位置関係で震源メカニズムによる放射特性の影響を強く受けている。経験的グリーン関数として用いる余震記録は、本震と同じ放射特性をもっている必要がある。ここでは、IWTH25（一関西）への余震の放射特性と本震の震源からの放射特性の比較により適切な余震を選択し、IWTH25（一関西）における観測記録の再現も試みた。

2. 経験的グリーン関数としての余震の選択およびメカニズム解

本震の走向と傾斜角は、地震発生直後から行われた余震観測記録の余震分布から、走向は210°、傾斜角は40°とした（地震調査委員会、2008）。この値は、F-netなど観測記録を用いて推定された震源メカニズム解と調和的である。経験的グリーン関数として用いる余震記録は、本震時のアスペリティで生成される強震動と同様の放射特性をもつものが適切である。本研究では、震源近傍で発生した2008年6月14日23時42分の余震(M_j4.8)（以下余震1と呼ぶ）を採用した。この余震の断層面積と応力降下量は、余震の変位震源スペクトルから読み取られたコーナー周波数とF-netによる地震モーメントから円形クラックモデルを仮定し計算した。表1に余震1の緒元を示す。

表1 経験的グリーン関数として採用した余震の緒元

	余震1(08/06/14 23:42)	余震2(08/06/16 23:14)
緯度, 経度	38.9950, 140.8900	38.9970, 140.8410
走向	213/23	348/249
傾斜角	46/45	80/48
すべり角	97/83	43/166
面積	1.7×1.7km	2.3×2.3km
応力降下量	4.7MPa	9.9MPa
地震モーメント	1.02E+16Nm	4.97E+16Nm

3. 震源モデルの構築

本震の破壊過程は、遠地実体波や強震動記録を用いた波形インバージョンにより推定されている（例えば、八木、2008；堀川、2008など）。これらの結果では、本震の破壊開始点（震源）の南側かつ浅い場所ですべり量が大きかったとされている。そこで、はじめにこの場所に強震動生成域（Asp1）を設定し、経験的グリーン関数法により波形合成を行った。この際、解析地点としてはフォワードディレクティビティとなるMYG005、MYG004、MYGH06、IWTH26とした。その結果、この震源モデルでは、震源より南側に位置する観測点の記録は再現できるが、北側にある観測点の観測記録は再現されなかった。これは、震源より北側にも、観測された強震動に影響を与える強震動生成域が存在していることを意味している。そこで、震源の北側にも強震動生成域（Asp2）を設定した。震源の北側の強震動生成域の評価には、震源の北側の観測点を対象とした。

図1上段に構築した強震動生成域と解析に使用した観測地点の一部を、下段に堀川（2008）におけるすべり量分布に本研究で構築した強震動生成域を加筆した図を示す。表2には震源モデルの緒元を示す。また、図2にMYG004（震源より南側の観測点）とIWT011（震源より北側の観測点）およびIWTH25（震源極近傍）の観測波形（灰色線）と合成波形（黒線）の速度波形の比較を示す。合成波形は、震源からの最近点のIWTH25を除いた点では振幅と位相ともに観測波形が再現できている。IWTH25については次節で詳細に検討する。構築さ

れた震源モデルは、震源の北側 (Asp2) よりも南側の強震動生成域 (Asp1) の方が、面積、応力降下量ともに若干大きめに評価された。Asp1 および Asp2 の強震動生成域の面積はそれぞれ約 60km²、約 35km²、応力降下量は 15MPa 程度となった。強震動生成域の場所は、堀川 (2008) によるすべり量分布の大きい場所と概ね調和的である (ただし、堀川 (2008) による断層面は走向 208° 傾斜角は 50° であり、本研究とは異なる。)

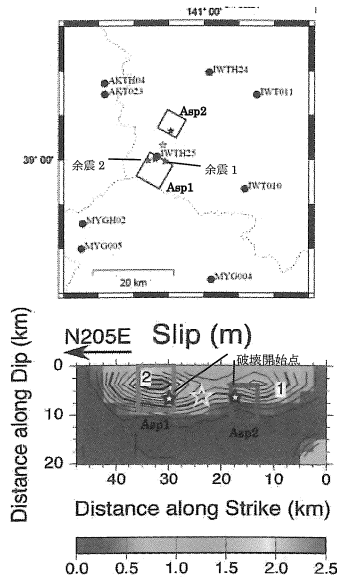


図1 上段：強震動生成域と解析に使用した観測地点の一部。下段：断層面における本研究で構築した強震動生成域。(堀川 (2008) によるすべり量分布図に加筆)

表2 構築震源モデルの緒元

ランク	木造延べ面積率 (%)	木造割合 (%)
1	$0 \leq X < 4$	$0 \leq X < 20$
2	$4 \leq X < 8$	$20 \leq X < 40$
3	$8 \leq X < 12$	$40 \leq X < 60$
4	$12 \leq X < 16$	$60 \leq X < 80$
5	$16 \leq X < 20$	$80 \leq X \leq 100$

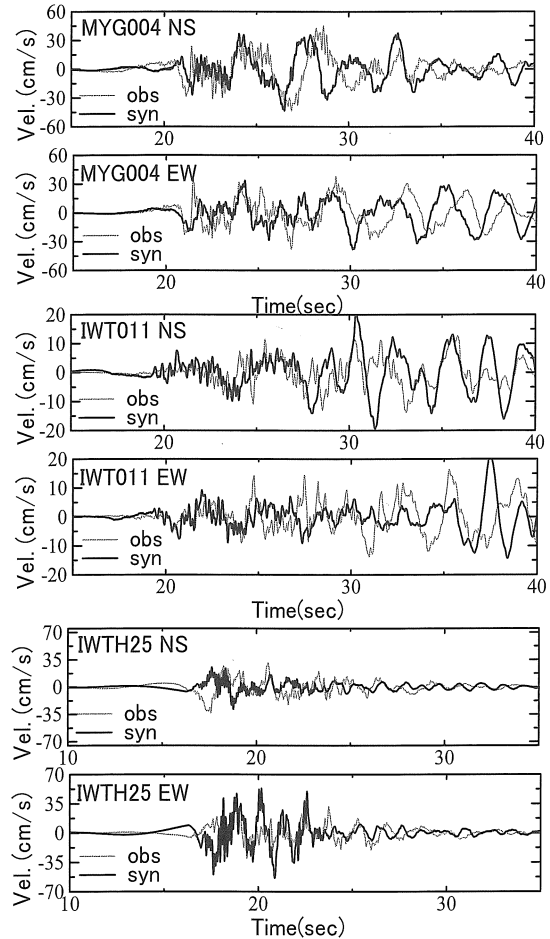


図2 合成波形と観測波形の比較。上段：震源よりも南側の観測点，中段：震源よりも北側の観測点，下段：震源極近傍の観測点。経験的グリーン関数として余震1の記録を用いている。

4. IWTH25 (一関西) における波形シミュレーション

本研究で構築した震源モデルは、震源から距離の離れた観測点における強震動の再現は可能であった。しかしながら、震源極近傍である IWTH25 (一関西) では再現性が悪い。これは、経験的グリーン関数としての余震が不適切であったためと考えられる。震源極近傍の観測記録には、震源メカニズムによる放射特性の影響が大きいいため、より適切な余震を選択する必要がある。ここでは、本震時の各アスペリティから IWTH25 への放射特性とそれぞれの余震の放射特性との比較から解析に使用する余震を選択した。その結果、IWTH25 への本震のアスペリティからの放射特性のセンスが同じであった 2008 年 6 月 16 日 23 時 14 分の余震 (以下余震 2 と呼ぶ) を採用した。表 1 に余震 2 の緒元を、図 3 に観測波形と合成波形の速度波形の比較を示す。余震 2 を採用することにより、S 波震動の立ち上がり部分のセンスをはじめ、振幅、位相ともに観測波形をより再現できている。

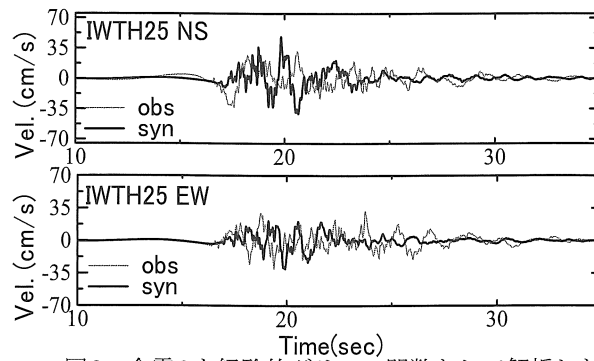


図3 余震2を経験的グリーン関数として解析した合成波形と観測波形の比較。

5. 結論

本研究では、経験的グリーン関数法により岩手・宮城内陸地震の震源モデルの構築を行った。その結果、本震のアスぺリティは、震源の北側と南側に合計2個の強震動生成域が推定された。その位置は、(堀川、2008)における波形インバージョンによるすべり量の大きい場所と概ね調和的であった。また、震源極近傍のIWTH25(一関西)の観測波形を再現するために、本震におけるIWTH25への放射特性の立ち上がり方向と同じ余震2を採用したことにより、再現性を高めることができた。ただし、放射特性の影響に関しては、余震の放射特性とアスぺリティからの放射特性との関係の比較など、さらなる詳細な検証が必要と考えられるため、今後解析を進めていく予定である。