

震源断層近傍の長周期地震動評価のための特性化震源モデルの拡張

—2016年熊本地震 (Mw 7.0)の断層近傍地震動による検証—

入倉孝次郎、倉橋奨 (愛知工業大学)

要約

2016年熊本地震の本震(Mj 7.3, Mw 7.0)による、日奈久断層帯北部および布田川断層帯に沿って出現した地表地震断層から約1kmの西原村役場や2km以内に位置する益城町役場の自治体震度観測点で観測された長周期地震動は、従来の強震動生成域(SMGA)に加えて地表近傍に長周期地震動生成域(LMGA)を想定する特性化震源モデルの拡張による強震動シミュレーションで再現可能なことが分かった。

拡張特性化震源モデルと長周期地震動のシミュレーション

地表地震断層近傍の長周期地震動の評価を検討する。地表付近の断層運動を評価することになるため、より地表地震断層に設定してモデル化されたKubo et al.(2016)を基に解析を実施した。

1. SMGA震源モデルの構築

- SMGAのすべり時間速度関数は観測波形と合成波形の比較から決定した。(すべり量3m、ライズタイム 1.6 s)
- 地表地震断層から離れている観測点を対象に、SMGAのみで観測波形が再現できるかを検討した結果、地表断層から約2km離れているKMMH16(益城)ではSMGAモデルからの合成波形で概ね再現されるが、より近い益城町役場や西原村役場の観測記録に見られる長周期地震動は再現できなかった。
- 益城町役場や西原村役場の観測記録に見られる永久変位を有する長周期地震動の再現のため、地表断層直下に長周期地震動生成域(Long-period Motion Generation Area : LMGA)の設定を考える必要がある。

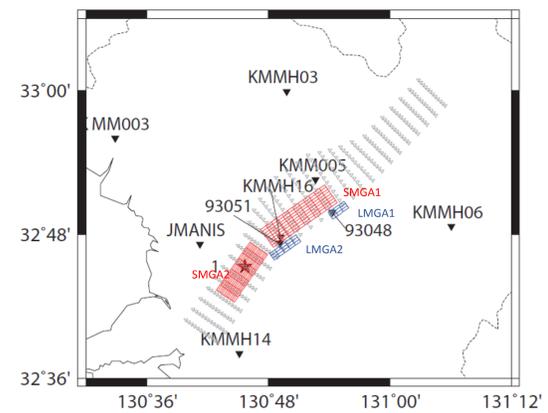


図1 SMGA震源モデル(赤矩形)とLMGA震源モデル(青矩形)。

2. LMGA震源モデルの構築

- 断層極近傍の3観測点[93048(西原村小森)、93051(益城町宮園)、KMMH16(KiK-net益城)]の永久変位を有する長周期地震動を再現するために2つのLMGAを設定した(図1、表1)。
- 短周期も含む広帯域の地震動の合成のためには、従来の強震動生成域(SMGAs)に加え、新しく定義された長周期地震動生成域(LMGAs)からの地震動の重ね合わせが必要である。図1の赤長方形で示される2つのSMGAと、青長方形で示される2つのLMGAを同時に考慮した広帯域の合成地震動は観測記録によく一致する(図3)。
- 93048(西原村小森)の観測記録をターゲットとして、LMGA1を北方向に長く設定した場合等を検討したが、本モデルが観測とよく一致することを確認している。
- LMGAに設定した断層すべり4 mは、地表地震断層の調査結果の最大断層すべり2.2 mに比べ大きすぎるが、LMGAの極表層(数百m)での断層すべりのみ約2 mと小さくして、合成波形への影響は極めてわずかでほぼ同じ永久変位が計算される。

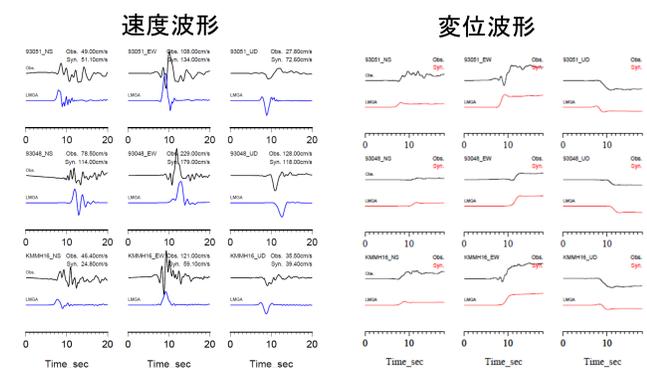


図2 観測波形(黒)とLMGAsからの合成波形(青、赤)

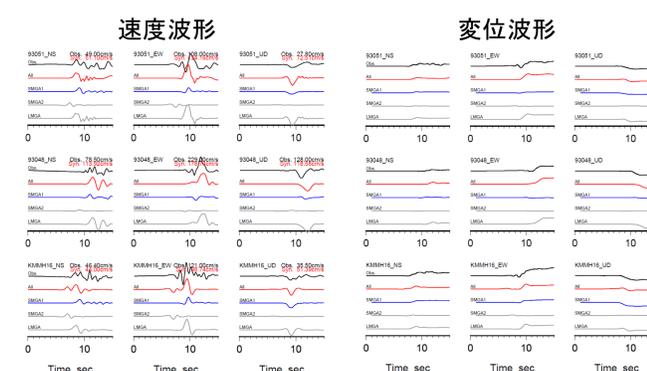


図3 観測波形(黒)とSMGAとLMGAからの合成波形(青、赤、灰色)

解析緒元

対象観測点: 93048(西原村小森)、93051(益城町宮園)、KMMH16(KiK-net益城)
解析手法: 波数積分法(Hisada and Bielak, 2003)
地下構造モデル: J-SHS V2モデル
すべり速度時間関数: Smoothed ramp関数
周波数範囲: 0.05-1.0Hz
LMGAの位置、面積、最大すべり、すべり継続時間:
観測記録と合成波形の一致するよう決定
断層面のすべり量: LMGA1、LMGA2ともに4m

表1 対象周波数: 0.05~1.0Hz
におけるLMGA震源モデルの緒元

	LMGA1	LMGA2
走向/傾斜/すべり角	235° / 65° / -150°	235° / 65° / -150°
地震モーメント	$1.12 \times 10^{18} \text{Nm}$	$1.87 \times 10^{18} \text{Nm}$
Lx×Lw	3km×3km	5km×3km
ライズタイム	2.5sec	2.5sec
ラグタイム	5.5sec	3.0sec
破壊速度	2.8km/s	2.8km/s

3. 背景領域の寄与の検討

- 地表地震断層から約5km離れたKMM005(大津)観測点でも、EW成分で約100cmの永久変位が観測されている。この永久変位は、SMGAおよびLMGAでも再現できない。そこで、背景領域における寄与について検討した。
- KMM005[大津]では、背景領域からの寄与も少なからずある。結果的に、SMGA+LMGAのみならず、背景領域の寄与を考えることで永久変位の再現性はよくなる(図4)。背景領域のすべり量は $Db = Mb / (\mu(S - Sa)) = 1.0\text{m}$ 、ここで $Mb = M0 - M0a$ とする。
- ただし、背景領域を考慮することにより、[93048(西原村小森)、93051(益城町宮園)、KMMH16(KiK-net益城)]は合成波形が過大評価となった。今後、これらからの地震動の放出量は、慎重に検討が必要である。

解析緒元

解析手法: 離散化波数法(Bouchon, 1981)
すべり速度時間関数: Smoothed ramp関数
周波数範囲: 0.05-1.0Hz
ライズタイム: 4sec
背景領域のすべり量: 1m

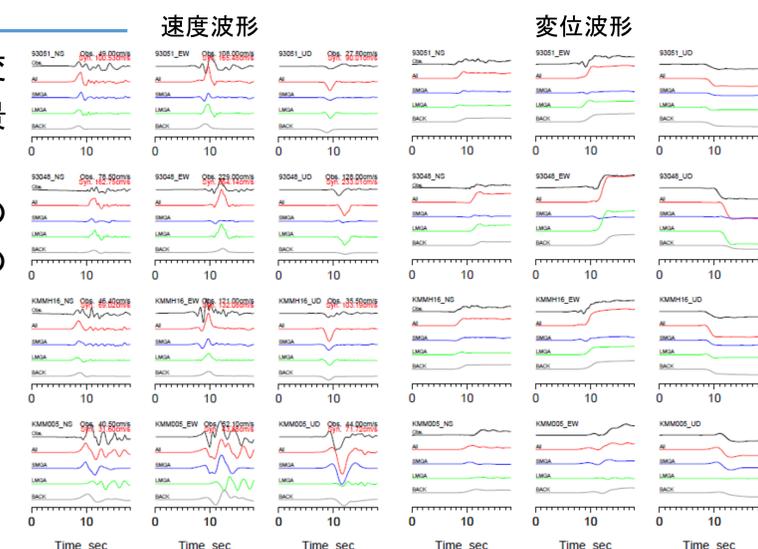


図4 観測波形(黒)とSMGA, LMGA, 背景領域およびそれらを足し合わせた合成波形(それぞれ青、緑、灰色、赤)

まとめ

- 地表地震断層が出現する地震では、永久変位を有する長周期地震動が生成される可能性が高い。
- このような長周期地震動は、地震発生層以浅に長周期地震動生成域(LMGA)を設定してHisada and Bielak (2003)で開発された理論的地震動評価法を用いて評価可能なことが明らかになった。今後地表断層の生じる可能性のある活断層地震に対して断層近傍域の強震動予測を行うには、本研究で提案された拡張特性化震源モデルを用いて永久変位を含む長周期地震動の計算が必要である。