

2016年熊本地震の特性化震源モデル－震源近傍強震動の事後推定のために

A simplified source model to explain damaging near-source ground motions during the 2016 Kumamoto earthquake

*野津 厚¹、長坂 陽介¹

*Atsushi Nozu¹, Yosuke Nagasaka¹

1. 港湾空港技術研究所

1. Port and Airport Research Institute

本研究では、2016年4月16日1時25分ごろに発生した熊本地震の本震 ($M_j 7.3$) を対象とし、震源周辺で被害の発生した箇所での地震動を推定することなどを目的として特性化震源モデルを作成した。その際、橋梁などに甚大な被害が生じている益城町～南阿蘇村にかけての地域での地震動を適切に再現できる震源モデルとすることを第一の優先事項とした。波形の計算には修正経験的グリーン関数法 (古和田他, 1998; 野津・菅野, 2008; 野津他, 2009) を用いた。詳しい計算条件は以下のサイトに記載されている

(http://www.pari.go.jp/bsh/jbn-kzo/jbn-bsi/taisin/sourcemodel/somodel_2016kumamoto.html)。作成した震源モデルの数値データは上記サイトから入手できる。

この地震の震源域周辺を右上の図に示す。図中の長方形は波形インバージョン (野津・長坂, 2017) で用いた断層面 (長さ40km, 幅20km, 走向 52° , 傾斜角 96°) を地表面に投影したものである。波形インバージョンの結果 (右下の図) によると、気象庁発表の震源 (破壊開始点, 図の★印) よりも15kmほど北東側に特にすべりとすべり速度の大きい領域 (本稿ではアスペリティ3と呼ぶ) が存在していたと考えられる。この地震の際、震源近傍の益城町 (図のKMMH16など) では周期1秒程度の成分の著しく卓越した地震動が観測され、甚大な被害をもたらした。しかしながら、破壊開始点と益城町および上記のアスペリティ3との位置関係から判断すると、益城町での地震動に対して最も支配的となったのがアスペリティ3の破壊であるとは考えにくい。一方、より北東側の地域ではアスペリティ3の破壊の影響が大きかったと考えられる。すなわち、震源付近の地震動は震源断層との位置関係に応じて大きく異なっていたと考えられる。

本検討の対象地域においては、既往の研究 (野津・長尾, 2005) でスペクトルインバージョンによるサイト増幅特性の評価が行われており、今回はこれを用いた。ただし、KMM006については、サイト増幅特性の評価が行われた時期の後に移設されているため、再評価を行ったサイト増幅特性

(http://www.pari.go.jp/bsh/jbn-kzo/jbn-bsi/taisin/research_jpn/research_jpn_2016/jr_48.html) を用いた。また、KMMH16についても、新しいデータに基づいて再評価を行ったサイト増幅特性を用いた。ただし、いずれの場合も新旧のサイト増幅特性には決定的な違いは見られなかった。西原村小森と南阿蘇村河陽では、大阪大学のグループが観測点の近傍で取得した中小地震観測記録に基づいてサイト増幅特性を評価した。

位相特性の評価には、対象地点に対して最も影響を与えたと考えられるアスペリティ (例えばKMM005に対してはアスペリティ3) の近くで発生した中小地震を選択し、その位相特性が本震の位相特性と類似していることを確認した上で用いている。

作成した特性化震源モデルを右下の図に示す。アスペリティは、波形インバージョンの結果を参考に、破壊開始点よりも5kmほど北東側にアスペリティ1とアスペリティ2を、破壊開始点よりも15kmほど北東側にアスペリティ3をそれぞれ置いた。各アスペリティの破壊は図に示すアスペリティ毎の破壊開始点 (☆) から同心円状に拡大するものとした。ライズタイムについては、基本的にアスペリティの幅と破壊伝播速度から片岡他 (2003) の式で算定される値としたが、アスペリティ3については、西原村小森での波形の再現性を考慮し、それよりも大きい値とした。なお、 Q_s 値は既往の研究 (加藤, 2001) に基づき $Q_s = 104 \times f^{0.63}$ とした。地震動を計算するにあたり、多重非線形効果を考慮する方法 (野津・盛川, 2003; 野津・菅野, 2008) を用いた。その際必要となるパラメタである二つのパラメタのうち、 ν_1 はサイト増幅特性のピーク周波数と観測スペクトルのピーク周波数とのずれに基づいて設定し、 ν_2 は地震動の振幅、特に後続位相の振幅が妥当なものとな

るように設定した。左の図に各地点での速度波形（0.2-2Hz）の再現結果を示す。KMMH16での周期1s前後のパルスをはじめとして、各地点における速度波形は概ね良好に再現されている。紙数の関係で示していないがフーリエスペクトルの再現性も概ね良好である。

謝辞：本研究では防災科学技術研究所、熊本県、気象庁、大阪大学秦吉弥博士による地震観測記録を用いました。記して謝意を表します。

キーワード：2016年熊本地震、強震動、震源モデル、修正経験的グリーン関数法、サイト増幅特性

Keywords: The 2016 Kumamoto earthquake, strong ground motion, source model, Corrested EGF method, site amplification factor

