

2016年熊本地震本震時の地表近傍すべりと浅部地盤が震源近傍のパルス性地震動に与える影響

Influence of Surface Rupturing and Shallow Subsurface Structure on Near-Fault Pulse-Type Motions during the 2016 Kumamoto Earthquake

*永野 正行¹、引間 和人²

*Masayuki Nagano¹, Kazuhito Hikima²

1. 東京理科大学、2. 東京電力ホールディングス

1. Tokyo University of Science, 2. Tokyo Electric Power Company

1. はじめに

2016年4月16日深夜に熊本地方で発生したM7.3の地震(以降、熊本地震本震)時には益城町で震度7の揺れを観測した。益城町中心部では、震度計、KiK-net, Hata et al.(2016)により本震時の強震記録が得られた。その特徴は、以下のようにまとめられる。①周期1秒を中心とする大振幅のパルス性地震動が得られた。②神戸・鷹取波を上回る振幅レベルとなっている。③主軸方向が断層平行方向となっている。④わずかな距離差で、振幅の差異が大きい。震源近傍で得られた大振幅パルスの生成要因として、地中断層、地表断層の寄与、深部、浅部地盤での地震動増幅等の影響が指摘されている。これらの影響を定量的に把握することは、震源断層近傍における構造物への入力地震動評価を策定する上で重要となる。本研究では、波形インバージョン解析によって得られた震源断層モデル[引間(2016)]を参照して、益城町中心部における理論地震動を評価し、各種パラメータの影響を評価する。

2. 評価方法、計算モデル

地盤構造は水平成層を仮定し、理論地震動の計算法として薄層法[永野・小山(2011)]を用いる。薄層法では、S波速度が数10m/sの浅部地盤から3km/s以上の地震基盤までの速度変化の大きい地盤構造を対象とした理論地震動評価が可能であり、地表断層を含めた水平成層地盤の地震動評価は理論計算手法のベンチマークテスト[久田・永野・他(2012)]で十分に検証されている。

地盤構造はKiK-net益城(KMMH16)でのPS検層結果を参照した。地震基盤より深部の構造については「長周期地震動予測地図」2012年試作版の全国1次地下構造モデルを参照した。震源断層の破壊過程は引間(2016)の結果(以下、破壊過程モデル)を参照した。破壊過程モデルでは2km×2kmのサブフォルト中心で1点のグリーン関数を評価している。震源近傍の地震動評価に際しては、グリーン関数の評価ポイントが影響する可能性もある。このため図1に示すように、2km×2kmのサブフォルトを10×10分割(0.2kmピッチ)とし、サブフォルト内の破壊伝播効果を考慮した。破壊過程モデルのサブフォルト内点震源で得られたすべり時間関数を、この分割モデルでそのまま利用すると算定される地震動が過小評価される。ここでは、破壊過程モデルのすべり速度関数はそのまま利用し、振幅についてはKMMH16の速度レベルと整合するように、全体を2.5倍に調整した。また破壊過程モデルの検討対象周期は0.05~0.8Hzである。ただし波形計算では、建物被害に影響を与える1秒パルスの重要性を鑑み、外挿とはなるが2Hzまでを評価した。

3. 地表近傍すべりと地盤構造がパルス性地震動に与える影響

本震時に得られたKMMH16の地震動を観測記録と比較した。地表記録で最大速度を生成するパルス位相は十分には再現できていないが、全体的な速度波形の傾向は地表、地中ともに捉えられている。ただし、KMMH16での計算波形の1秒前後の応答スペクトルは、観測記録に比べ過小評価となっている。

震源断層と観測地点の関係による振幅の違いを調べる。先に示したKMMH16と、町役場に近しいTMP1、被害甚大地域にあるTMP3で評価した地震動を比較した。KMMH16→TMP1→TMP3で最大速度やPSVの振幅レベ

ルが大きくなっており、特に1秒弱のPSV振幅はKMMH16とTMP3で1.5倍以上の違いが見られる。

次に浅部の断層破壊がKMMH16地点の地震動評価に与える影響を検討する。破壊過程モデルの最も浅い幅2kmのサブフォールト列を削除したケースをCASE-1、4kmのサブフォールト列を削除したケースをCASE-2とする。オリジナルモデルでの北面の最も浅い破壊点は深さ121m、CASE-1、CASE-2はそれぞれ深さ2053m、3984mである。

浅部の破壊領域がなくなると、最大速度は徐々に小さくなる。一方、1秒弱のPSV振幅は3ケースで大きく変化せず、周期2秒以上の長周期成分が低減する。すなわち、浅部のすべり破壊領域は、周期2秒以上の長周期成分に寄与していることが分かる。この原因の1つとして、浅部の最終すべり量は大きいものの、最大すべり速度が比較的小さくなっていることが挙げられる。

表2のKMMH16の地盤構造で、最小 V_s をNo.12の2.7m/sとし、No.1~11の地層をNo.12に置き換え、表層地盤の影響を取り除いた検討を行った。最大速度は大きく変化しないが、1秒弱のPSV振幅は大きく低減する。

4. まとめ

本震時のKMMH16等の地震動で周期1秒弱の成分が大きくなった原因は、深部のすべり破壊により生成された地震動+表層地盤の増幅による影響が大きく、浅部でのすべり破壊はより長周期の地震動成分の増幅に寄与したものと推定される。

キーワード：2016年熊本地震、震源近傍、パルス性地震動

Keywords: The 2016 Kumamoto earthquake, Near-Fault, Pulse-Type Motions