

2016年熊本地震の弱震動および強震動ブラインド予測結果のGOF分析への適用  
Application of blind prediction results for weak and strong ground motions  
of the 2016 Kumamoto earthquake to goodness-of-fit analysis

○津野靖士・山中浩明・長嶋史明・川瀬博・松島信一

○Seiji Tsuno, Hiroaki Yamanaka, Fumiaki Nagashima, Hiroshi Kawase, Shinichi Matsushima

To understand the trends of predicted results of the weak and strong ground motions at the target site of the blind prediction exercise as Step-2 (BP 2) and Step-3 (BP 3) in detail, we applied the blind prediction results to GOF (Goodness-of-fit) analysis. It tends that the scores by the 2D and 3D methods in the frequency range of 0.5 to 1 and 1 to 2 Hz for the blind predictions seem to be higher than the scores by the other methods. This supports that the predictions by the 2D and the 3D methods could rather reproduce the basin-induced surface waves and/or basin-transduced surface waves than the 1D method using the earthquake record observed at the reference site.

### 1. はじめに

表層地質が地震動に及ぼす影響 (Effects of Surface Geology on Seismic Motion: ESG) に関する国際シンポジウム ESG6 が 2020 年 8 月に京都で開催された。その際には、リファレンスとして岩盤サイトで観測された地震データを提供し、熊本市熊本駅付近の堆積層テストサイトで観測された 2016 年熊本地震の余震 ( $M_j 5.9$ ) と前震 ( $M_j 6.5$ )、本震 ( $M_j 7.3$ ) の未公開の強震記録を予測する課題である、弱震動および強震動ブラインド予測が実施された。弱震動ブラインド予測 (BP2) では、5 カ国 15 チームから 18 の予測結果、強震動ブラインド予測 (BP3-前震&本震) では、5 カ国 14 チームから 16 の予測結果が提出された。予測結果に対する加速度・速度や継続時間、フーリエスペクトル、疑似速度応答スペクトル (減衰 5%)、サイト増幅特性等の検討結果については、Tsuno et al. (2021) で報告されている。その報告では、BP 2 および BP 3 について、提出された予測結果は概ね倍半以内の精度で観測値を予測できていることが MAPE (Mean absolute percentage errors) で示された。本研究では、予測結果に対して Anderson (2004) による GOF (Goodness-of-fit) 分析を適用し、より詳細な傾向を抽出することを試みた。

### 2. GOF 分析

Anderson (2004) による GOF (Goodness-of-fit) 分析のうち、Arias duration (C1), Energy duration (C2), Arias intensity (C3), Energy integral (C4), Peak

acceleration (C5), Peak velocity (C6), Peak displacement (C7), Response spectra (C8), Fourier spectra (C9) を採用した。Cross-correlation (C10) については、予測結果の出力タイミングが不明確な結果が多く除外した。また、0.1-0.5, 0.5-1, 1-2, 2-5, 5-10, 0.1-10 Hz の 6 つの周波数帯域の結果を平均した。図 1 に、本 GOF 分析で利用した堆積層テストサイトにおける BP 3 (本震) の加速度波形を示す。図 2 に、各強震動ブラインド予測結果に対する GOF 分析結果および各クライテリアに対する GOF 分析結果、各手法に対する GOF 分析結果を示す。BP 2 および BP 3 において、各手法に対する周波数 0.5-1, 1-2 Hz の GOF 分析結果では、2D および 3D 手法の予測結果が良い結果となっている。このことは、リファレンスとした岩盤サイトで観測されたデータを利用した 1D 手法よりも盆地生成表面波や盆地転換表面波 (Kawase [1996]) を考慮できることが要因である。

### 3. まとめ

2016 年熊本地震本震の強震動ブラインド予測結果に GOF (Goodness-of-fit) 分析を適用した結果、3D 手法による予測結果が最もスコアが高く、このことは 1D 手法よりも盆地生成表面波や盆地転換表面波を考慮できることが要因である。

謝辞: 本研究の一部は、令和 2, 3, 4 年度拠点間連携共同研究および JSPS 科研費 (20K05039, 19H00807) の支援を受けて実施された。記して、感謝致します。

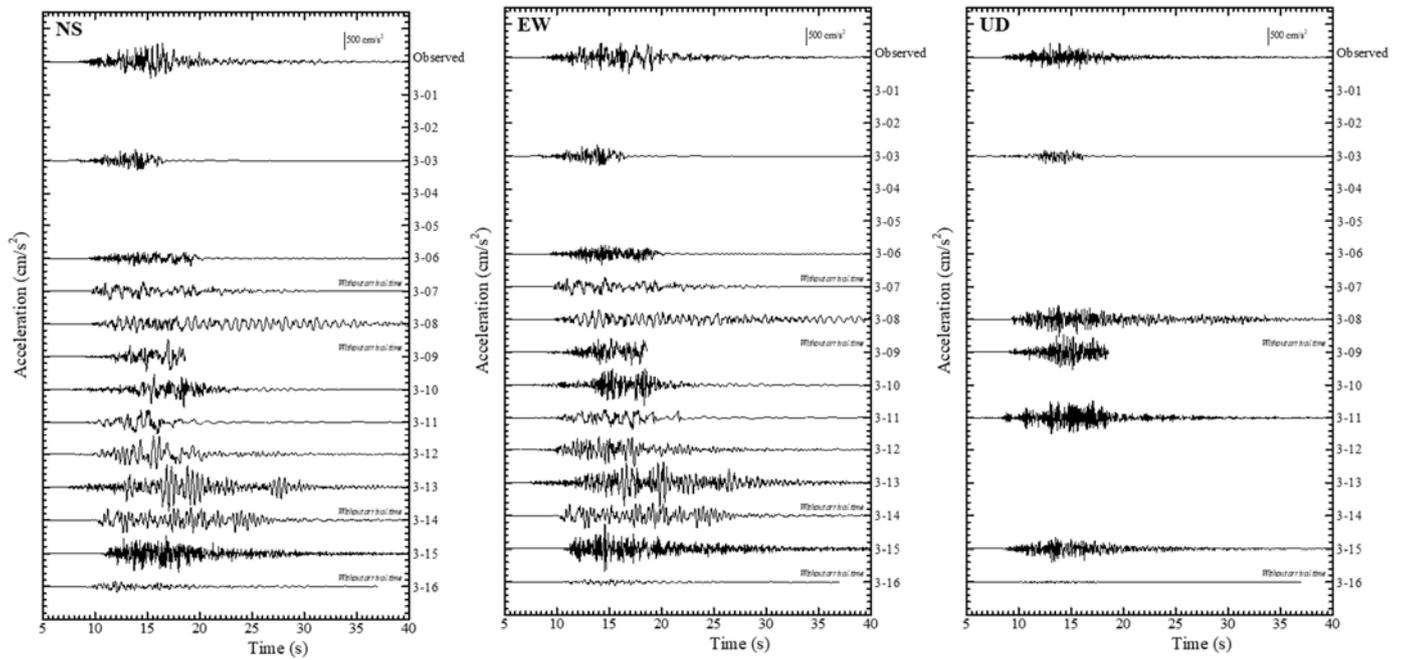


図 1 堆積層テストサイトにおける 2016 年熊本地震本震の強震動ブラインド予測結果と観測データ (加速度波形)

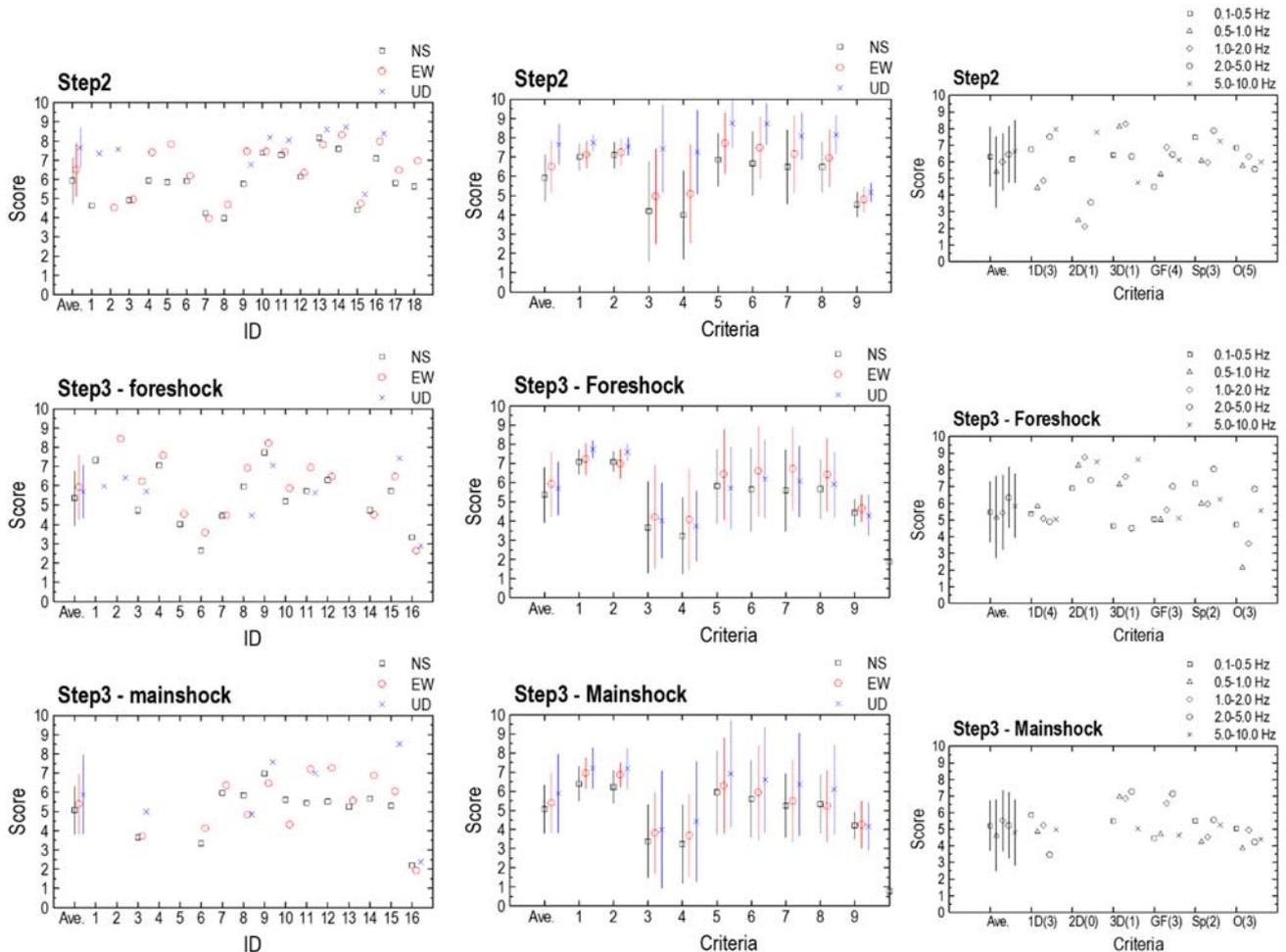


図 2 各種 GOF 分析結果

(左図: 各強震動ブラインド予測結果に対する GOF 分析結果, 中図: 各クライテリアに対する GOF 分析結果, 右図: 各手法に対する GOF 分析結果)