

## 継続時間の長い強震動の作成に関する検討

正会員 高橋広人\*1 同 福和伸夫\*2  
同 護 雅史\*3 同 飛田 潤\*4

地震観測記録 長周期地震動 スケーリング則  
伝達関数 経験的グリーン関数法

## 1. はじめに

長周期建築物の固有周期が地震動の卓越周期と近接する場合、小振幅でも揺れが長く継続することで、共振振幅が育ち、建築物の応答が大きくなる。このため設計においては震源及び堆積盆地の影響を考慮した長く継続する強震動の策定が重要である。

筆者らはシミュレーション波形を用いた 2 地点間の伝達関数と一方の地点の地震観測記録より他方の任意地点の地震動を推定し、経験的グリーン関数法に適用する強震動予測手法を提案した<sup>1)</sup>。しかしながら、地震計の機種により収録時間が異なり、プレトリガー時間やポストトリガー時間が不十分な加速度計の場合には、十分な継続時間のない記録しか利用できないことがある。また長周期域の表面波が主体である長く継続する地震動の経験的グリーン関数法への適用性の確認、継続時間の短い観測記録の活用が課題である。

本論文は、他地点の地震観測記録を活用した継続時間の長い強震動波形の作成に関して検討した結果を示す。

## 2. スケーリング則の適用性

震源が遠方にあり点震源と見なせる場合に、スケーリング則に基づき、能登半島地震の余震から約 16 分間の本震の推定を関東平野における記録で行われている<sup>2)</sup>。本研究ではこれに倣い、実体波と表面波を含む長い地震記録に対するスケーリング則の適用性の確認を行った。

検討に用いた地震は図 1 に示す 2004 年 9 月 5 日の紀伊半島南東沖地震の前震 (Evt.1) と余震 (Evt.2) である。観測記録は震源から約 200km 離れた名古屋市域の 3 地点の記録 (図 2) を用いた。スケーリング則については、Suzuki et. al. (2005) による Evt.1 及び Evt.2 の震源過程の推定結果<sup>3)</sup>を用いて、図 3 に示すスペクトル補正係数を設定し、Evt.1 の波形から Evt.2 の波形を推定した。

図 4 にスペクトル補正係数に基づく Evt.2 の推定波形を観測波形と重ねて示す。波形には 0.4Hz のハイカットフィルターを施している。図 4 より、A4115E 地点の推定波形の振幅は観測記録より大きめであるが、スペクトル形状は対応がよく、他の 2 地点については波形振幅、ス

ペクトル形状ともによく対応している。これより、距離減衰補正については検討の必要があるが、継続時間が長い地震波形に対してスケーリング則の適用は概ね可能と考えられる。

## 3. 理論波形の伝達関数に基づく推定

理論波形を用いた 2 地点間の伝達関数を用いて、収録時間の長い地点から短い地点の波形の推定を試みた。推定は筆者らの提案手法<sup>1)</sup>に基づき、図 5 に示す三次元有限差分法による Evt.2 の理論波形を用いて、図 6 に示す 2 地点間の伝達関数を求め、NGYC11 地点の波形を推定した。

図 7 に、伝達関数に基づく NGYC11 地点の推定波形を観測波形と重ねて示す。図 7 より、推定波形は観測波形と対応がよいことが分かる。本手法は地盤モデルの精度が高いほど波形の推定精度が向上する。収録時間の長い地震観測地点は研究目的に設置された地点に限定されることから、広域への適用には地盤モデルの精度を向上する必要がある、今後の課題である。

## 4. 経験的グリーン関数法の適用

NGYC11 地点の Evt.2 の推定波形を用いて、想定東南海地震 (図 1) による地震動を経験的グリーン関数法<sup>4)</sup>により求めた (図 8)。参考にスペクトル補正係数に基づく Evt.2 の推定波形 Syn.1c も適用した。短周期の地震動については、NGYC11 地点の観測波形を用いることで収録時間の短い記録を活用し、接続周期 2 秒でハイブリッド合成した。図 8 より、推定波形を用いる場合、観測波形を用いる場合よりも継続時間が長い強震動が得られた。スペクトル形状を見ると、推定波形を用いた合成波は観測波形を用いた合成波と対応が良く、長い継続時間の強震

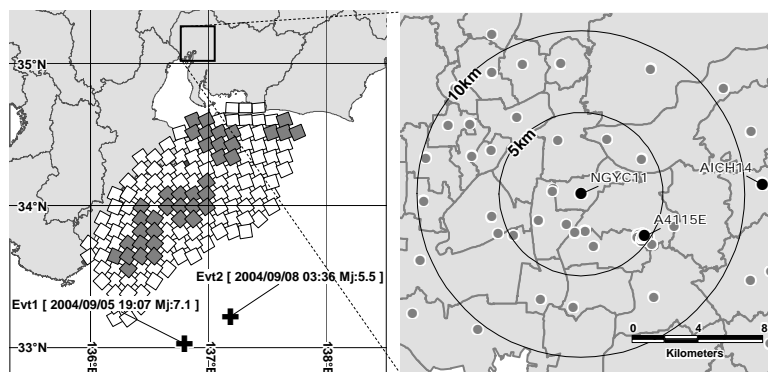


図 1 検討に用いた地震の震央分布 (左) と地震観測点の分布 (右)

動波形作成の試みは妥当と考えられる。

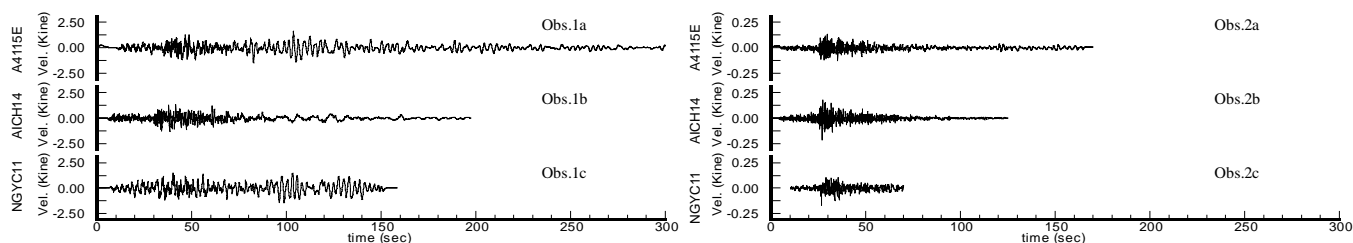
## 5. まとめ

本論文では、継続時間の長い強震動波形の作成に関して検討した。今後、本論で挙げた課題を解決するとともに任意地点への適用について検討する予定である。

## 参考文献

1) 高橋広人・福和伸夫・林宏一・飛田潤：地盤モデルに基づく2地点間の伝達関数と地震

観測記録を用いた任意地点における地震動の推定, 日本建築学会構造系論文集, No.609, pp.81-88, 2006. 2) 田中清和・野畑有秀：2007 年能登半島地震の東京都清瀬市における観測記録と長周期地震動評価, 日本建築学会大会学術講演梗概集, B-2, pp.191-192, 2007. 3) Suzuki, W., T. Iwata, K. Asano, and N. Yamada: Estimation of the source model for the foreshock of the 2004 off Kii peninsula earthquakes and strong ground motion simulation of the hypothetical Tonankai earthquake using the empirical Green's function method, Earth Planets Space, Vol.57, pp.345-350, 2005. 4) 塩一男, 佐藤俊明: 断層の非一様すべり破壊を考慮した半経験的波形合成法による強震動予測, 日本建築学会構造系論文集, No.509, pp.49-60, 1998.



(1) Evt.1 (2004.09.05 19:07 Mj:7.1)

(2) Evt.2 (2004.09.08 03:36 Mj:5.5)

図2 観測された地震波形 (速度波形, NS 成分)

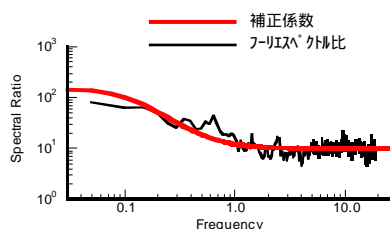


図3 フーリエスペクトル比と  
スペクトル補正係数 (Evt.1/Evt.2)

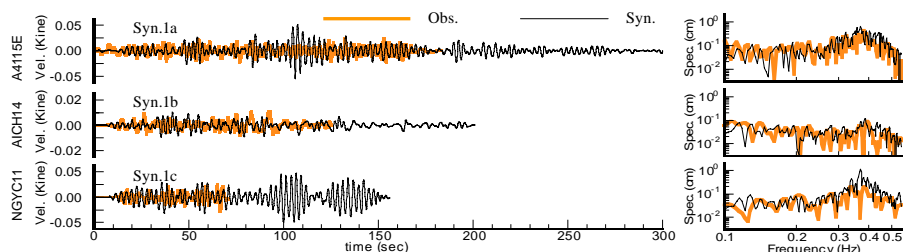


図4 スペクトル補正係数による Evt.2 の推定波形 (NS 成分)

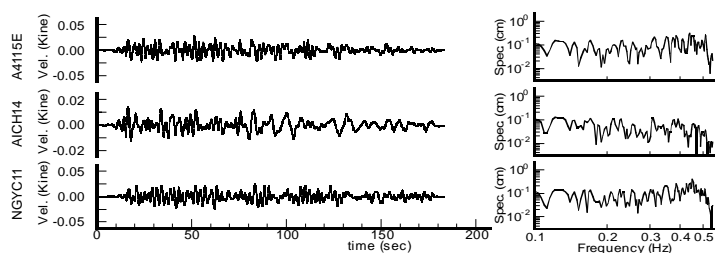
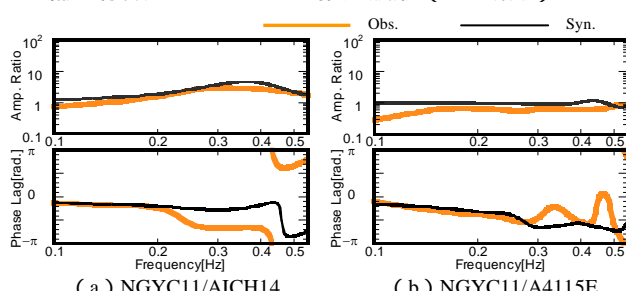
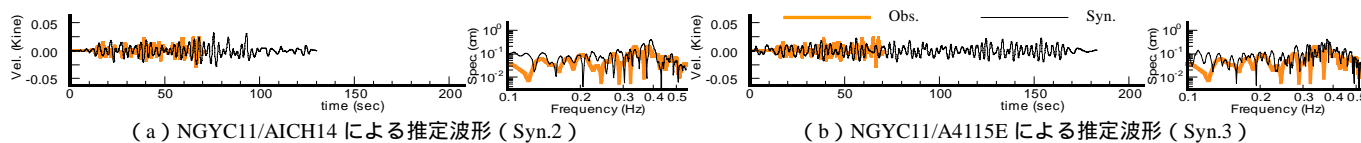


図5 3D-F.D.M.による Evt.2 の理論波形 (NS 成分)



(a) NGYC11/AICH14 (b) NGYC11/A4115E

図6 2地点間の伝達関数 (NS 成分)



(a) NGYC11/AICH14 による推定波形 (Syn.2)

(b) NGYC11/A4115E による推定波形 (Syn.3)

図7 理論波形の伝達関数を用いた NGYC11 地点における Evt.2 の推定波形 (NS 成分)

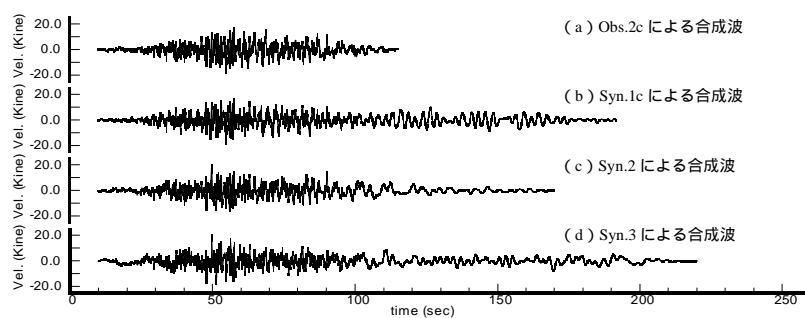
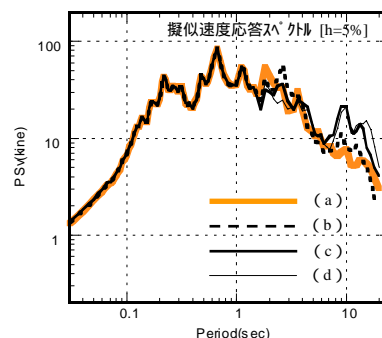


図8 要素地震による想定東南海地震の合成結果の比較 (速度波形, NS 成分)



\*1 応用地質株式会社・博士 (工学)

\*2 名古屋大学大学院環境学研究科・教授・工博

\*3 名古屋大学大学院環境学研究科・准教授・博士 (工学)

\*4 名古屋大学大学院環境学研究科・准教授・工博

\*1 OYO Corporation, Dr. Eng.

\*2 Prof., Graduate, School of Environmental Studies, Nagoya Univ., Dr. Eng.

\*3 Assoc. Prof., Graduate, School of Environmental Studies, Nagoya Univ., Dr. Eng.

\*4 Assoc. Prof., Graduate, School of Environmental Studies, Nagoya Univ., Dr. Eng.