

観測記録を用いたサイトの平均的な位相特性の評価

国土交通省 国土技術政策総合研究所 正会員○松本 俊輔
 独立行政法人 土木研究所 正会員 日下部 毅明
 国土交通省 国土技術政策総合研究所 正会員 片岡 正次郎

1. 目的

現在、道路橋示方書等の耐震設計基準においては、構造物の建設地点における想定地震による地震動を適切に評価すれば、建設地点ごとに設計地震動を設定することが可能である。これら構造物を合理的に設計するには、地震動を精度良く評価するための強震動予測手法が必要である。強震動予測手法には、経験的グリーン関数を用いた方法も用いられるが、必ずしも想定する大規模地震の断層面で発生した地震の記録が得られるとは限らず、精度の良い強震動予測が難しい場合がある。

本研究では、構造物の建設予定サイトで得られる観測記録を用いて、サイトの振幅と位相特性の双方の影響を考慮できる統計的グリーン関数法¹⁾²⁾に倣った波形合成を実施するとともに、複数の観測記録を用いたサイトの平均的な位相特性評価による波形合成を実施した。

2. 検討方法

小規模地震による近距離記録の位相特性は、震源と伝播経路の影響が小さく、主にサイトの位相特性が支配的であることから、これを経験的サイト位相特性と見なし統計的グリーン関数を作成し、大規模な地震による地震動を波形合成により算出する。

2.1 小規模記録の位相特性を用いた波形合成

サイトの位相特性として観測記録の位相特性をそのまま用いて、小規模地震の地震動を作成し、波形合成を実施した。波形合成の対象は兵庫県南部地震とし、山田ほか(1999)³⁾の断層モデルを用いた。本震の合成波形を求める観測点と断層モデルの位置関係を図-1に示す。

位相特性を用いる観測記録としては a) マグニチュード 5.0 未満、b) 震源距離 30km 未満 c) 到来方向が本震の地震動に近い事を条件として選択した。

ここでは手法の違いによる位相特性の再現性の比較を主な目的としているため、合成地震動の振幅については、本震の観測波のフーリエ振幅を用いた。

2.2 複数の小規模記録の位相特性を用いた波形合成

2.1 で実施した波形合成と同一の手法を用いて波形合成を実施する。ただし、サイトの位相特性として、観測記録ではなく、同一地点で観測された小規模地震による複数の観測記録を用いた平均的な位相特性を用いる。

平均的な位相特性を持った地震動の作成にあたっては、10程度の観測記録の群遅延時間の平均と標準偏差を周期ごとに算出し、これらの平均により位相特性を求める。ただし、群遅延時間の平均と標準偏差を求める際に、観測記録のフーリエ振幅スペクトルの2乗を用いて、振幅に応じた重みを考慮した。

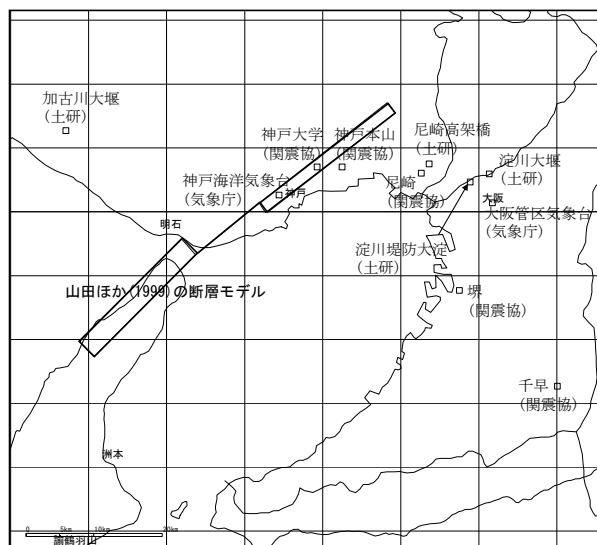


図-1 兵庫県南部地震の断層モデルと観測点位置

3. 波形合成の結果

各手法により兵庫県南部地震の地震動を合成した結果のうち、神戸大学と神戸海洋気象台の例をそれぞれ図-2 と図-3 に示す。図は速度時刻歴であり観測波は本震の観測波、合成波 1 は小規模記録の位相特性を用いた合成波形、合成波 2 は加重平均による位相特性を用いた合成波形である。また、各波形の計測震度の算出結果を表-1 に示す。

図より、神戸大学の例では、小規模記録の位相特性を用いた波形合成により、合成波 1 のように特徴的な幅を持つパルス列を再現できた。一方、神戸海洋気象台の例のように、ひとつの観測記録の位相を用いたときには波形の再現性があまり良くない場合でも、複数の小規模記録の位相特性を用いることにより、特徴的なパルス幅をある程度再現できているケースもある。

表より、複数の小規模記録の位相特性を用いた合成波 2 の計測震度は観測波に近いものが多く、比較的安定した結果が得られた事がわかる。

このように、本研究では想定地震の断層モデルに基づき、サイトの位相特性等を考慮したうえで比較的簡易に精度よく地震動を推定する事ができた。

4. まとめ

本研究では、設計地震動の設定にあたり、建設予定サイトで観測された小規模地震による地震動から平均的なサイトの位相特性を評価し、想定地震による地震動を比較的簡易な手法により精度よく地震動を推定する事ができた。

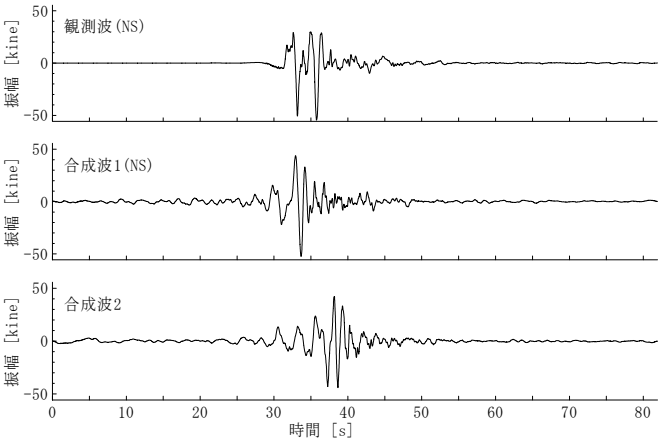


図-2 神戸大学における観測波と合成波の比較

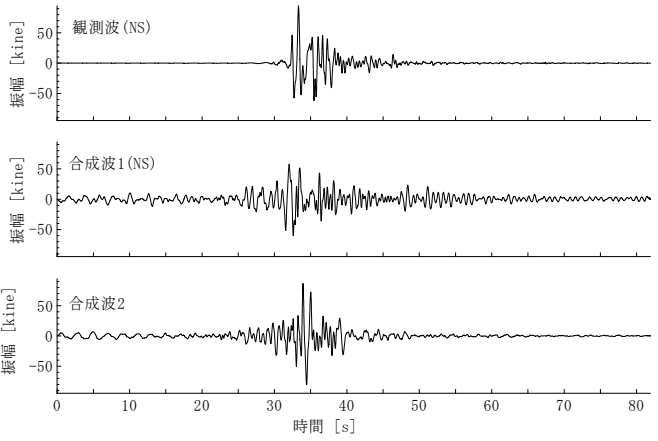


図-3 神戸海洋気象台における観測波と合成波の比較

表-1 計測震度の比較（太字は観測波に最も近い値）

観測点(機関)	計測震度		
	観測波	合成波1	合成波2
神戸大学(関震協)	5.66	5.66	5.81
神戸本山(関震協)	6.06	5.55	5.73
尼崎(関震協)	5.78	5.71	5.73
堺(関震協)	4.75	4.41	4.78
千早(関震協)	4.08	3.89	4.03
加古川大堰(土研)	4.85	4.70	4.70
尼崎高架橋(土研)	5.65	5.47	5.58
淀川堤防大淀(土研)	5.25	5.35	5.49
淀川大堰(土研)	4.67	4.46	4.46
神戸海洋気象台(気象庁)	6.41	6.15	6.44
大阪管区気象台(気象庁)	4.47	4.20	4.76

謝辞：本研究では、関西地震観測研究協議会、気象庁、並びに旧建設省 土木研究所が観測・収集した観測記録を使用した。記して謝意を表する次第である。本研究の一部は、原子力委員会の評価に基づき、文部科学省原子力試験研究費により実施された。

参考文献

1) 小和田明ほか：経験的サイト増幅・位相特性を用いた水平動および上下動の強震動評価、日本建築学会構造系論文集、第 514 号、pp.97-104、1998
2) 野津 厚：経験的サイト増幅・位相特性を用いた東海地方における強震動評価事例、海溝型巨大地震を考える（-広帯域強震動の予測-シンポジウム論文集）、pp.99-106、2005
3) 山田雅行ほか：兵庫県南部地震の震源モデルの再検討、日本地震学術講演予稿集、春季大会、A74、1999