

時間周波数特性及び非線形応答特性に基づく地震波形の類似性評価指標

Seismic wave similarity estimation based on the time-frequency characteristics and non-linear response characteristics

本田 利器 [1]; 澤田 純男 [2]; 岡元 良輔 [3]
Riki Honda[1]; Sumio Sawada[2]; Ryosuke Okamoto[3]

[1] 東大; [2] 京大・防災研; [3] 京大・防災研
[1] none; [2] DPRI, Kyoto Univ.; [3] DPIR, Kyoto Univ.

1. はじめに

近年の地震観測網の充実および強震動シミュレーション技術の高度化により、ターゲットとする波形や、数値計算により得られる波形の精度は高まっている。その結果、学術的な観点からのみならず、実用的な観点からも、精度の評価を高い精度で行うことが求められるようになってきている。従来から、振幅やピーク値、継続時間、波形（見た目）など様々な観点により比較がなされてきた。いずれも、それなりの意味はあるが、本質的な意味は十分に定義されていない。本研究では、強震動予測を対象として、実用性もかんがみの上で、波形を比較する手法について検討し、地震波形の類似性を定量的に評価する指標を提案する。

2. 地震波形の比較手法

大きく2つの観点から検討を行う。一つめは時間周波数特性の観点である。地震波形を時系列信号の性質に注意を払い、その数理的な整合性を検証するものである。二つ目は、強震動シミュレーションの工学的な意味合いを考慮し、地震動の構造物への影響の度合いに基づいて判定するものである。

2.1 時間周波数特性に基づく評価指標

時系列信号としての波形の差異を比較する差異にもっとも広く使われている指標の一つは、差の二乗和 (RMS) であろう。RMS は差のパワーの差も示すものであり数学的な意味付けも明確である。しかし、RMS は周波数特性を表現するのに適していない。

近年、時間周波数特性の重要性が認識され、ウェーブレット等の解析手法も広く使われるようになり、たとえば、Kristekova et al. (BSSA, 2006) は、Morlet wavelet にもとづき、波形の “envelope misfit” and “phase misfit” を表現する方法を提案している。しかし、提案された指標は、RMS との関係がないなど、数学的な意味合いが明らかでない。そこで、ここでは、“amplitude” and “phase” が、誤差のパワーのおよぼす影響を明確にした指標を提案する。これらはその和が RMS と一致し、その数学的な意味は明確である。

2.2 非線形システムへの影響度合いに基づく評価指標

地震動の性質は、波形だけがすべてではなく、様々な観点からの比較が可能である。強震動シミュレーションの目的を考えれば、指標の一つとして、構造物への影響が考えられる。

従来より、最大加速度やエネルギー、SI 値、応答スペクトルなど様々な指標にもとづいて比較されてきた。しかし、これらの値が同じ地震動であっても、全く異なる特性を示すことがある。例えば、最大加速度が同一の地震動であっても、その周波数特性が異なれば構造物に与える影響は大きく異なるなど、単独の指標で表現することは難しく、現在のところ決定的な指標は存在しない。

そこで、本研究では地震動の特性を表す指標を単独ではなく、複数の指標を用いることで、地震動の類似性を定量的に評価する手法を提案する。ただし、ここでは、それらの指標の確率的な分布が持つ情報量に着目することで、複数の指標を合理的に扱うことを提案する。

3. 数値解析例

提案する手法を、アレイ記録に適用し、その妥当性について検証する。