

スペクトルインバージョン手法に基づく強震動特性の統計的性質に関する研究

Statistical Properties of Strong Ground Motions Based on the Spectral Inversion Method



仲野健一 Kenichi NAKANO*1・川瀬 博 Hiroshi KAWASE*2・松島信一 Shinichi MATSUSHIMA*2

研究の目的

スペクトルインバージョン手法に基づいて強震動波形のフーリエスペクトルから強震動特性を分離する研究が、川瀬・松尾（2004）等により試みられている。しかし応答スペクトルから同じように強震動特性を分離する研究はほとんど行われていない。これは応答スペクトルとフーリエスペクトルが異なると考えられているためであるが、両者に類似性があることが指摘されている。また彼らのデータは1996 - 2002年のものであり、それから約10年が経過している。2011年3月11日東北地方太平洋沖地震などの巨大地震時のサイト増幅特性の非線形化も指摘されている。そこで今回は1996 - 2011年までの弱震データを用いて、フーリエおよび応答スペクトルから強震動特性の分離・解析をおこない、得られた強震動の基本的特性について整理し、強震動予測の高度化に役立てることを目的とする。

研究の概要

地震動伝播は、震源で発生した地震波（震源特性）が基盤以深を伝播し（経路特性）、基盤以浅の堆積地盤において増幅され（サイト増幅特性）、建物に入力されるシステムとして考えることができる。その考えから、建物に入力される地震動に対して統計的な強震動特性（上記3つの特性を意味する）を抽出することを目的に、観測された地震記録の加速度フーリエスペクトルおよび加速度応答スペクトル（減衰定数 $h = 5\%$ ）を以下のようにモデル化した。ここで S_i は震源特性、 G_j はサイト増幅特性である。 $b_{l(i)k}$ は内部減衰+散乱減衰を表す減衰項であり、幾何減衰 n と併せて経路特性となる。

$$\log F_{ij} = \log S_i - n_{l(i)} \log X_{ij} + \sum_k b_{l(i)k} X_{ijk} + \log G_j \quad X_{ij} = \sum_k X_{ijk}$$

i : 地震, j : 観測点, k : 地域, $l(i)$: 地震

1996年8月から2011年12月までの期間で、気象庁マグニチュード $M_{JMA} \geq 4.5$ 、震源深さ ≤ 60 km、震源距離 ≤ 200 km、最大加速度 ≤ 200 gal、同一地震トリガー地点数 ≥ 3 の条件にあうK-NET 観測点、KiK-net 観測点、JMA95型震度計観測点のいずれかの観測点で観測された時刻歴加速度波形記録でデータセットを構築した。本研究で用いた観測点は、K-NETで972 地点、KiK-netで601 地点、JMAで532 地点の合計2105 地点である。データ数は、地震数で967イベント、地震 - 観測点ペアは77213 ペアである。このデータセットと上式から統計的な強震動特性を抽出した。

結論

フーリエスペクトル・応答スペクトルから分離して求めた強震動特性について新たな知見が得られた。その内容をまとめると以下の通りである：1) 分離した各強震動特性は、フーリエスペクトル・応答スペクトルとも1Hz - 10Hzにおいて、おおむね一致した；2) しかし、他の周波数範囲においては一致しないこと、特に1Hz以下の低振動数域では一般に一致しないことがわかった；3) 低振動数域において、観測フーリエスペクトルとそれの応答スペクトルの値の差が大きいことから、分離した各特性が異なっていると考えられる；4) 応答スペクトルの低振動数域では対応する入力レベルは小さいので、別の卓越する高振動数域の入力がインパルスとして1自由度系に入力され応答スペクトルの低振動数側の振幅を増大させていると考えられる（図を参照）。

今後、今回新たに得た強震動特性を用いて強震動予測の高精度化に寄与するように設定パラメータを提案すること、震源特性を M_{JMA} もしくは M_w で、サイト増幅特性をAVS30等で回帰することで、より簡便なスペクトル予測式を構築することが今後の展望・課題である。

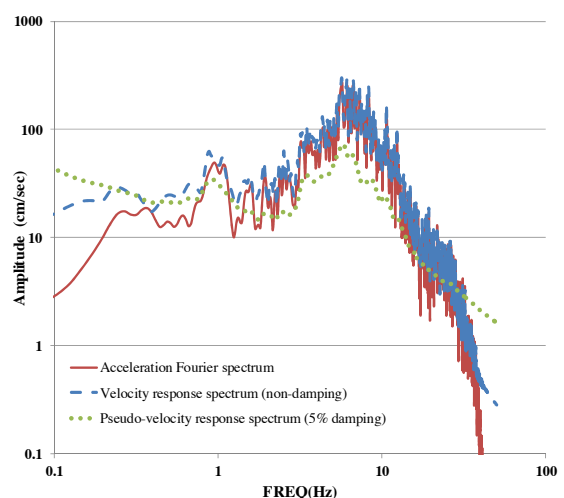


図 2005年宮城県沖地震において、MYG004で観測された加速度フーリエスペクトル、非減衰速度応答スペクトル、および擬似速度応答スペクトル ($h=5\%$) の比較