

## 観測強震記録のスペクトルインバージョンで分離した統計的地震動特性に含まれる予測誤差

### Statistical variation characteristics of ground motion derived from spectral inversion of strong motion records

祢占 雄介 [1]; # 川瀬 博 [2]

Yusuke Nejime[1]; # Hiroshi Kawase[2]

[1] 九大・人環・都市共生; [2] 九大・人間環境

[1] Human-Environment, Kyushu Univ.; [2] Faculty of Human-Env. Studies, Kyushu Univ.

<http://seis.arch.kyushu-u.ac.jp>

強震動予測において重要な震源特性、伝播経路特性、サイト特性を同一精度で評価できる手法の代表例としてスペクトルインバージョンが挙げられる。しかし、スペクトルインバージョンにより分離する際にどのような誤差が含まれ、分離した値から推定される予測値がどれくらいばらつきがあるのかを把握することは、強震動予測を行う上では重要なことであり、スペクトルインバージョンの精度向上の手がかりとして必要なことである。そこで、本研究では K-NET、KiK-net、JMA、関西地震観測研究協議会の地震記録、KKNetChiba、sk-net の強震観測記録のうち Mj 4.5、震源深さ 60km、震源距離 200km、最大加速度加速 200gal の観測記録を用いてスペクトル分離解析を行い、そのばらつきについて検討を行った。

フーリエスペクトルの統計的地震動特性の抽出には 0.3 から 20Hz の範囲で行い、NS,EW 成分の rms 値とし、フーリエスペクトルは 0.1Hz の Parzen window により平滑化している。また最大値指標として PGA,PGV については NS,EW 成分のベクトル和の時刻歴最大値を用いた。さらに計測震度を求めるフィルター加速度 A0 についても分析した。スペクトルインバージョンの拘束条件としては YMGH01(防府) を基準観測点とし、その地点の表層風化岩層の地盤を剥ぎ取り露頭基盤波を求めた。この基準観測点に対する比として他地点のサイト特性は求まるが、YMGH01 の地中観測点の岩盤のせん断波速度は 3,400m/s に達しているため、地震基盤として考えてもよい。つまり、得られた他地点でのサイト特性は絶対的な値と考えられる。

得られた統計的地震動特性を用いて、推定フーリエスペクトル、PGA,PGV,A0 を逆算する。まず、全地震波の観測スペクトルと推定スペクトルの周波数成分ごとの対数残差平均を求めると 3Hz で最大の 0.28、0.1Hz で最小の 0.23 となっており、平均的に 0.26 程度となった。なお推定スペクトルの誤差が非常に大きいものは記録に問題があると思われるため除外した。

同様に PGA,PGV,A0 について観測値と推定値のばらつきを検討する。全ばらつきを震源距離の関数として求めるといずれも震源距離が 100km 程度までは距離が増加するとばらつきが減少し、それ以降ではおよそ一定のばらつきであることがわかった。これは翠川・大竹 (2003) の距離減衰式による推定値と距離のばらつきとの関係とは対照的な傾向となっている。また、対数値を震源距離 15km ごと範囲で相加平均した場合、いずれも近距離では正の値となっている。これは観測値が推定値を上回っているということであり、PGA では 40gal から 100gal の間で、PGV では 1cm/s から 6cm/s の間でこの傾向が見られる。これは内陸地震のディレクティブティ効果により観測値が大きな値をとり、本研究ではこの効果を考慮していないことが原因として考えられる。

振幅レベルと全ばらつきに関しては小振幅領域では多少の変動が見られるが、振幅が増えればばらつきは一定の値に落ち着くことがわかった。ある振幅レベルごとの範囲における対数値の相加平均は PGA,PGV とともに振幅レベルがある程度増加すると負の値となっている。これは観測値よりも推定値が上回っていることを意味し、地盤の非線形性の影響と思われる。

次に、分離で得られたフーリエスペクトルのサイト特性を用いて、地盤構造のより深い構造をその層厚と S 波速度を未知数に、サイト特性と 1 次元重複反射理論より求まる増幅特性が適合するように、PS 検層の情報がある K-NET・KiK-Net について遺伝的アルゴリズム (GA) で同定した。このとき得られている PS 検層値はそのまま用いた。得られた地盤構造で観測サイト特性がよく再現できた地点は 668 地点であった。この同定速度構造を用いて 30m までの平均 S 波速度 VS30 を求めサイト特性の分類を行った。VS30 を 0~200m/s、200~400m/s、400~800m/s、800m/s 以上の 4 つの区分に分け、それぞれの平均サイト特性を求めた。平均サイト特性は VS30 が大きくなるにつれてピークが高周側に移行する特性を示した。各区分の個別サイト特性を用いてスペクトル推定を行い残差を比較したところ、図に示すように VS30 で区分したサイト全体の残差は VS30=0~200m/s の区分が一番大きく 4Hz で 0.3 となった。一方、平均サイト特性を用いてスペクトル推定を行い残差を求めた場合には図に示すように低振動数では 0.1 程度、高振動数では 0.2 程度個別サイト特性を用いた推定スペクトルの残差より大きくなった。その差は思ったよりも小さく、VS30 区分ごとの平均サイト特性にこの図の残差を加えたものを各 VS30 の平均サイト特性の安全側の評価値として用いることができると考えられる。

