

拡散波動場理論に基づく 2018 年大阪地震の地震基盤入射波の推定  
 Estimation of Incident Wave to Seismic Bedrock During 2018 Osaka Earthquake Based on Diffuse Field Concept

○長嶋史明・川瀬博

○Fumiaki NAGASHIMA, Hiroshi KAWASE

To estimate strong ground motions in detail we need detailed subsurface structures (i.e. site amplification factor) and reasonable input motions. We developed a method to estimate the input motion at seismic bedrock from the observed ground motion on the surface based on Diffuse Field Concept for earthquake, which does not require to set nonlinear parameters. We applied the method to a strong motion observed at OSKH05 during 2018 Osaka earthquake. We obtained reasonable bedrock motions which corresponded to the bedrock motions estimated by using equivalent linear analysis.

### 1. はじめに

局所的な強振動予測を詳細に行うためにはその地域の詳細な地盤構造（つまりは震動増幅特性）のほかに妥当性の高い入力地震動が必要となる。入力地震動の作成には震源の破壊過程をシミュレートし対象地域に伝わってくる地震動を理論的に求める方法や観測記録から観測地点特有の震動特性を除去し他観測点に流用する方法などがある。それらを用いた強震動の解析では浅部地盤の非線形挙動をうまく設定する必要があるが、非線形パラメータの測定は高コストであり、強振動予測を行うすべての地点で実測値を用いることは現実的ではなく、多くの場合まったく別の場所でのサンプル結果を土質が同じならば特性も同じであると仮定して利用している。

我々は地震動の拡散波動場理論 (DFCe; Kawase et al., 2011) に基づき地震基盤での入射地震動を経験的に予測する手法を開発し、現在色々な地震動に同手法を適用してその有用性や適用限界の把握を行っている。本報では 2018 年に発生した大阪県北部地震の OSKH05 (KiK-net 大阪) での本震記録を対象に同手法を適用する。

### 2. 観測記録

OSKH05 で観測された  $4.5 \leq M_{JMA} \leq 7.0$ 、 $PGA \leq 50\text{gal}$  の地震から 6 地震を選択し S 波立ち上がり以降 40 秒を用いて水平上下スペクトル比 (EHVR) を計算し平均をとった。また本観測点は地表のみでなく地下 982m にも地震計が設置されており、EHVR と同じ記録を用いて地表地中スペクトル比

(SBR) も同様に計算した。EHVR や水平動の SBR のどちらも 0.3Hz 強にピークを持ち大阪盆地の深い堆積層による震動増幅特性が表れたものと考えられる。またこのピークは NS 方向と EW 方向で振幅に差があり、大阪盆地の複雑な形状によってこの差が生じたものと考えられる。

### 3. 地盤構造同定

DFCe では EHVR を増幅特性の水平上下比と解釈しているため、観測記録から強振動予測に必要な増幅特性を比としてではあるが直接的に同定することができる。よって図 1 の EHVR を再現するような  $V_s \cdot V_p \cdot \text{層厚}$  を DFCe に基づいて同定し、水平増幅特性および上下増幅特性を推定する。

同定結果を図 2 に示す。本地点は深さ 1000m まで PS 検層が行われているので、その速度構造を用いた理論解も併記する。PS 検層では 0.3Hz にピークが生じるものの振幅がやや過大であり、それより高振動数では観測 EHVR と整合していない。一方同定構造は 0.1Hz から 20Hz まで幅広い周波数で観測 EHVR をよく再現できており、より現実に近い増幅特性を求めることができている。

### 4. 地震基盤波推定

DFCe が成立するならば地震基盤での水平動と上下動のスペクトル振幅は比例関係になる。上下方向は水平方向と比べて地盤の非線形化は起こりづらいという報告もあり、そう仮定すれば強震時でも上下方向は線形計算の範囲に収まるので、上下動の線形計算により水平動の地震基盤スペクト

ルを推定することができ、非線形解析に必要なパラメータ設定の必要がなくなる。同様に強震時の非線形化した水平増幅特性を観測記録と上下増幅特性の線形計算で推定することができる。

OSKH05 での 2018 年大阪北部地震本震記録について、まず S 波以降 40 秒の記録に対し同定構造から求めた上下増幅特性を用いて水平増幅特性を推定し、その後 P 波以降の本震全波から推定した増幅特性を除去することで地震基盤での入射動を推定する。

DFCe での推定地震動と既往手法である等価線形解析での推定結果を図 3 に示す。等価線形解析には OSKH05 のボーリング記録に基づいて土質別

に既往の非線形パラメータ(今津・福武、1986)を適用し、減衰には周波数の逆数の重みを考慮している。解析結果を比較すると、両者は 2Hz 程度まではよく一致しているが、減衰の影響により高振動数において等価線形解析の方が増幅特性が大きく、結果として推定基盤波の高振動数成分が DFCe よりも小さくなり加速度も小さい値となっている。

謝辞

本研究では防災科学技術研究所が公開する地震記録を使用しました。記して謝意を表します。

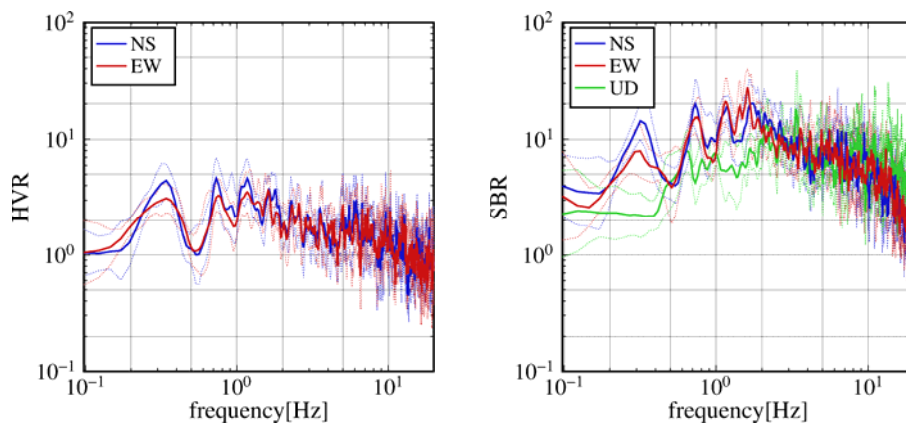


図 1 観測 EHVR と SBR

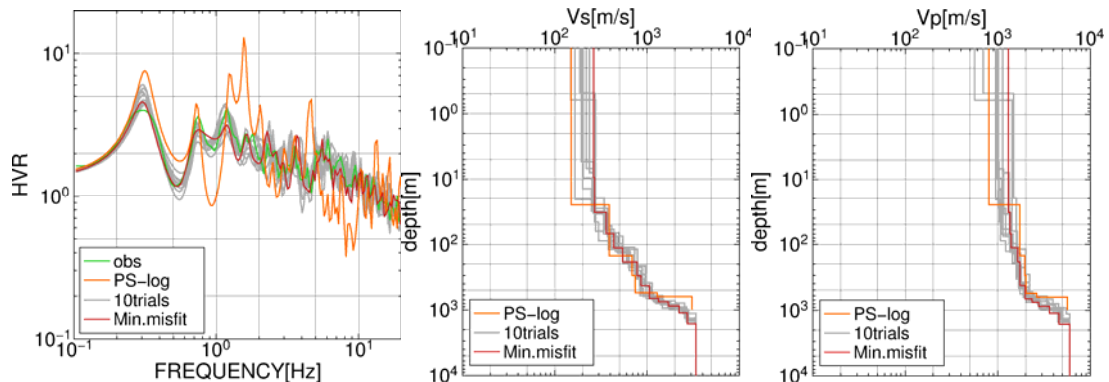


図 2 観測 EHVR に対する同定結果

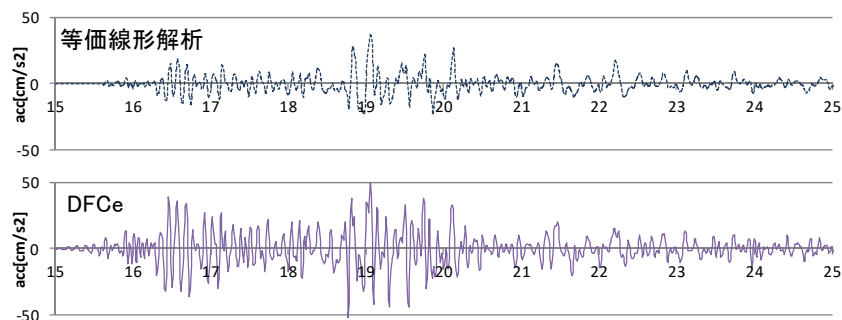


図 3 推定地震基盤入射波