

平成 30 年大阪府北部の地震による大阪平野における P, SV, SH 波動場  
P-, SV-, and SH-wavefields in the Osaka Plain during  
the 2018 Northern Osaka Prefecture Earthquake

○上林宏敏・関口春子

○Hiroto UEBAYASHI, Haruko SEKIGUCHI

In order to evaluate spatial and temporal variations of the strong ground motions in the Osaka Plain during the 2018 northern Osaka prefecture earthquake, we separated the velocity waveforms reproduced by FDM simulation into P-, SV-, and SH-waveforms, and then determined propagation azimuths and phase velocities by applying the semblance analysis to the separated waveforms. The wave types such as P-, SV-, and SH-waves of regional characteristic phases generated by an irregular subsurface structure in the Osaka basin could be identified. Furthermore, propagation properties of each of the phases could be investigated.

### 1. はじめに

2018 年に発生した大阪府北部を震源とする地震では、北摂地域を中心に大阪平野中・北部において計測震度 5.0 以上を観測し、速度波形において時空間的に大きな変動が見られた<sup>1)~3)</sup>など。この原因として、震源<sup>4)</sup>からの放射特性に加えて、複雑な 3 次元速度構造の影響が考えられる。本報告では大阪平野を対象に行われた波形モデリングの結果<sup>5)</sup>を用いて、地震動を構成する波動種別に着目し、上述の時空間変動特性について示す。

### 2. シミュレーション波形の P,SV,SH 波への分離

差分法による 2Hz 以下を対象とした波形モデリングが行われ、観測波形に比べて振幅がやや過小評価となった地点が見られたものの、総じて明瞭な波群や相が再現された。そこで、3 次元グリッド上の 3 成分波形データを用いて、P,SV,SH 各波動種別への速度波形の分離<sup>6)</sup>を行った。P 波ポテンシャルは 3 次元ポアソン方程式を、SH 波ポテンシャルは 2 次元ポアソン方程式をそれぞれ解くことにより求めた。ポテンシャルの空間微分から P 波と SH 波の速度波形を求めた。SV 波速度波形は全波動場（差分法による計算速度波形）から P 波と SH 波の速度波形を差し引いて求めた。これらの計算に必要な空間微分は水平方向 50m、鉛直方向 25m の格子間隔から求めた。

分離した波形の例を観測記録が得られた 3 地点について、図 1 に示す。震央に近く、その南西に位置する 77120 において、振幅が大きな部分は SV

波と SH 波が同程度の振幅の割合で占められている。有馬高槻断層帯に沿って分布する地溝帯上に位置する IMM では、直達 S 波より後続波群の振幅が大きく、SV 波に比べて SH 波の振幅がやや大きい。上町断層帯の西側に位置する AMA では直達 S 波以降、4-5 秒の間隔でパルス的な相が見られ、これらは SH 波によって占められている。

図 2 はある時刻  $t_0$  での速度振幅分布を示す。振幅は 3 成分(SH 波は 2 成分)のベクトル合成値とした。震源域を含む平野中・北部では速度応答スペクトルにおいて 1s 付近が卓越する観測地点が多かったので<sup>3)</sup>、ここでは 0.5~1.0Hz 帯域のバンドパスフィルターを施した波形に対する分布を示す。白線のコンターは基盤面深度を表す。相対的に大きな振幅を有する暖色系の部分は、①SV 波及び SH 波の  $t_0=6s$  において前述の地溝帯やその南側の生駒断層帯と上町断層帯に挟まれた領域に、②SH 波の  $t_0=8s$  以降において上町断層帯の西側の領域に見られる。

### 3. センブランス解析による伝播方向と位相速度

各波動種別に分離した相の伝播方向と位相速度の時空間的な変化を調べるため、センブランス解析<sup>7)</sup>を前節と同じ帯域の波形に対して行った。遅度（位相速度の逆数）に比例する長さを持ち、伝播方向の向きを持つ遅度ベクトル分布を図 2 の各時刻の振幅分布上に重ねて示す。センブランスは 1km 四方内側の 6×6 の等間隔の格子点で求めた波形に 2s の時間窓を適用して計算した。これを東

西 45km、南北 40km の範囲について、1km 間隔で区切った 1km<sup>2</sup> の領域毎に求めた。P 波の遅度ベクトルは伝播方向に直交する鉛直成分から求め、SV 波と SH 波の同ベクトルは伝播方向に平行する水平成分と直交する水平成分から、それぞれ求めた。

前節後半に述べた①の部分のうち地溝帯の領域を除き、SV 波は南へ SH 波は南～西の方向へそれぞれ伝播し、それらの位相速度は約 5km/s 以上となる。同じく②で述べた部分は南或いは南西の方向へ伝播し、このうち to=8s では約 3.5km/s、その後続位相部となる to=12s や to=22s では約 1.5km/s の位相速度となる。to=22s の全ての波動種別に着目すると、平野部ではその時刻より前に比べて振幅及び伝播方向の空間変動が大きく、位相速度も小さくなる。また、位相速度は SH 波の方が SV 波より小さい。さらに、伝播方向は基盤面深度のコンター線に対して直交する傾向が見られる。

#### 4. むすび

差分法による波形モデリングの結果を P 波、SV 波及び SH 波へ分離することで、2018 年大阪府北部の地震による大阪堆積盆地の 3 次元速度構造に

起因する強震動波形の特徴的な波群や相を構成する波動種別及びそれらの伝播特性を確認した。

参考文献) 1) 気象庁 HP(大阪府震度情報ネットワーク含) 2) 関西地震観測研究協議会 HP, 3) 上林, 地震工学会論文集, 2019, 4) Asano et al., AGU 2019 Fall Meeting, S43C-0602, 5) 関口ほか, 平成 30 年度京都大学防災研究所研究発表講演会, A18, 6) 上林, 建築学会構造系論文集, 2019, 7) Neidell & Taner, Geophysics, 1971.

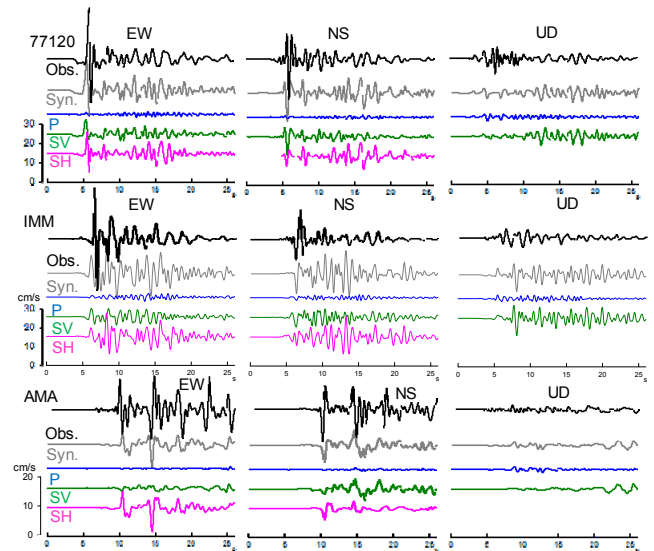


図 1 観測波と再現波の比較及び再現波の P,SV,SH 波への分離波

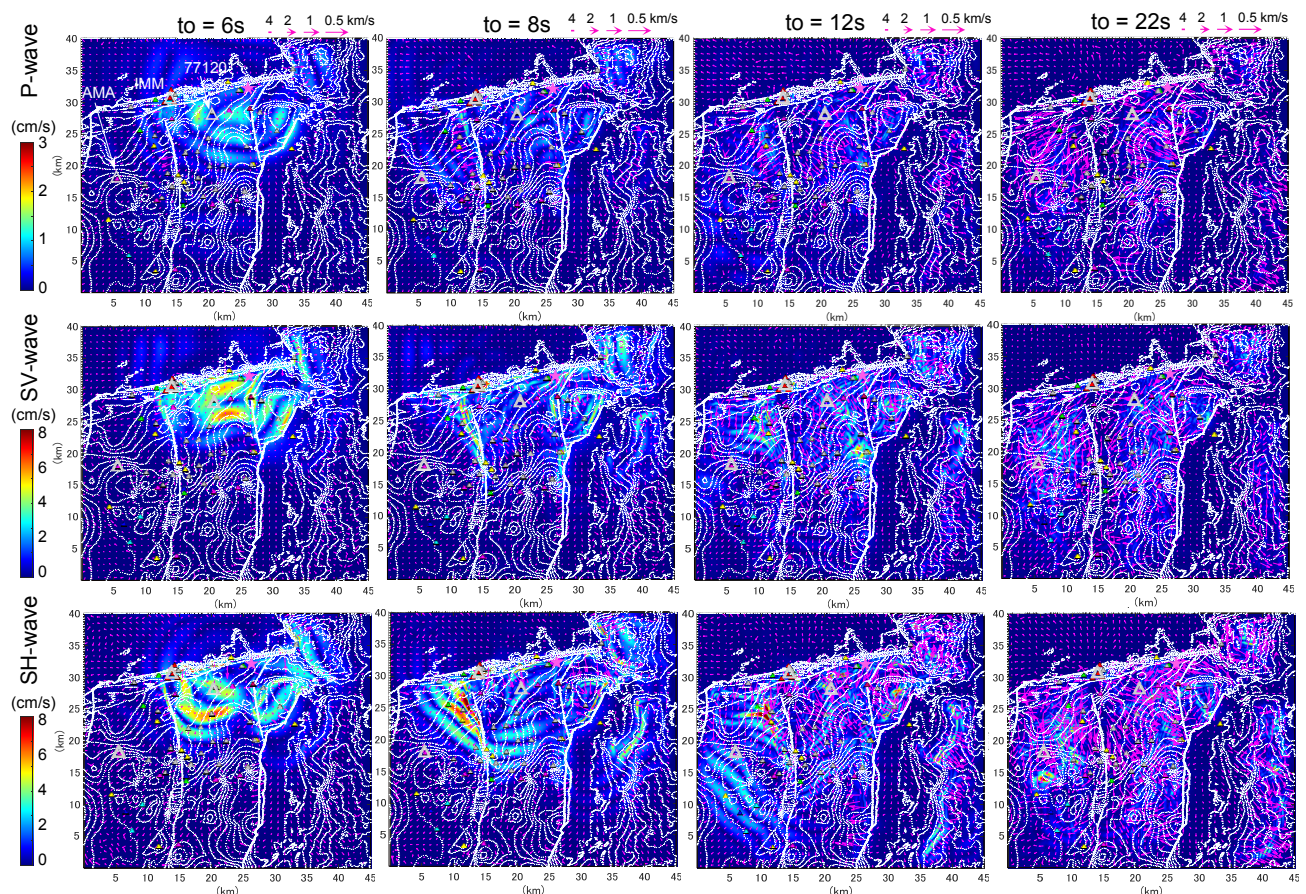


図 2 バンドパス(0.5-1.0Hz)波形から求めた P,SV,SH 波速度振幅と伝播方向・位相速度の時空間分布