

強震波形記録の自己相関関数による地下速度不連続面解析
 Analysis of underground velocity discontinuity using autocorrelations of strong motion
 waveform data

○福留脩太・浅野公之・岩田知孝

○Shuta Fukutome, Kimiyuki Asano, Tomotaka Iwata

The Osaka and Kyoto basins in southwest Japan are mainly composed of sedimentary layers called “the Osaka Group”. The seismic interferometry is used to obtain a seismic response and it can be used to explore the underground structure. Pham and Tkalcic (2017) proposed that the autocorrelation function of the seismic waveform at a station shows the response of reflected waves from the velocity discontinuities (e.g. Moho discontinuity and ice-rock interface) and they suggested this method can be applied to more shallow construction (e. g. basin-bedrock boundary interface). This study uses autocorrelation functions of strong motion waveform data. Since the strongest velocity discontinuity above the crust is the basin basement, dominant signals emerging in the autocorrelation functions would be the reflected S-waves propagating between the ground surface and the basin basement (e. g. Yoshimoto et al. 2007; Watanabe et al. 2011). The observed waveform data from strong motion stations KiK-net are used in this study.

1. はじめに

大阪盆地や京都盆地は大阪層群と呼ばれる堆積層に覆われており、その構造は反射法探査、微動アレイ探査やボーリング調査結果によってモデル化されている。その地下速度構造モデルについて強震記録などの異なるデータを用いて評価することは重要である。

Pham and Tkalcic (2017)では地震波形記録の自己相関関数によってモホ面や氷床-岩盤境界などの地下の速度不連続面で生じた反射波の応答を検出しており、またその手法は堆積層などのより浅い構造にも応用可能であると述べている。

本研究では強震波形記録の自己相関関数を用いて大阪・京都盆地での盆地基盤面からの反射波を検出することで、堆積層構造を推定し、既存の速度構造モデルとの比較を行うことを目的とする。今回は京都及び大阪盆地内の数地点での解析を行い、その結果を考察する。

2. 自己相関関数による反射波検出

地下から伝播した地震波は地表で反射し下方に伝播し、地下の速度不連続面で再び反射し地表に戻ってくる。震源が十分遠いあるいは不連続面での速度のギャップが十分大きいと不連続面上部では、ほぼ鉛直に伝播するとみなせるため、直達波と反射波の時間差と波の速さから不連続面の深さを推定することが可能である。図1にその模式図を示す。例えば、Pham and Tkalcic (2017)では南極と南

アフリカでそれぞれ自己相関関数によって反射波の応答を検出し、それぞれ氷床-岩盤境界、モホ面の深さを推定している。こういった一定の時間差を持った波のペアが自己相関関数に表れて、反射波の応答として検出される。

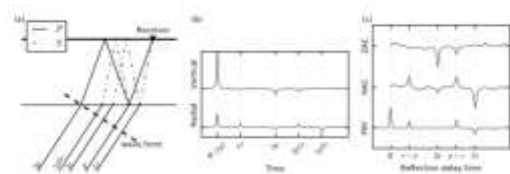


図1:地震波の地下の速度不連続面での反射波の伝播の模式図 (Pham and Tkalcic(2017)より)。反射波は直達波から波の種類によって一定の時間差をもって地表に達する。

3. 京都盆地及び大阪盆地での自己相関解析

本研究では京都及び大阪での観測点の強震記録からS波の到達が明瞭に見えているイベントを選び出し、SH波成分を計算、自己相関関数を計算しその記録をスタックした。スタックには解析信号を用いて位相のずれで重みをつける Phase Weighted Stack(PWS)を用いた。データはKiK-netの地表での強震記録を用いた。図2はそのうち京都の久御山観測点(KYTH07)の位置と強震記録を用いた地震の震央、及びこの観測点での自己相関関数の結果を示す。用いた周波数帯は1-5Hzとした。

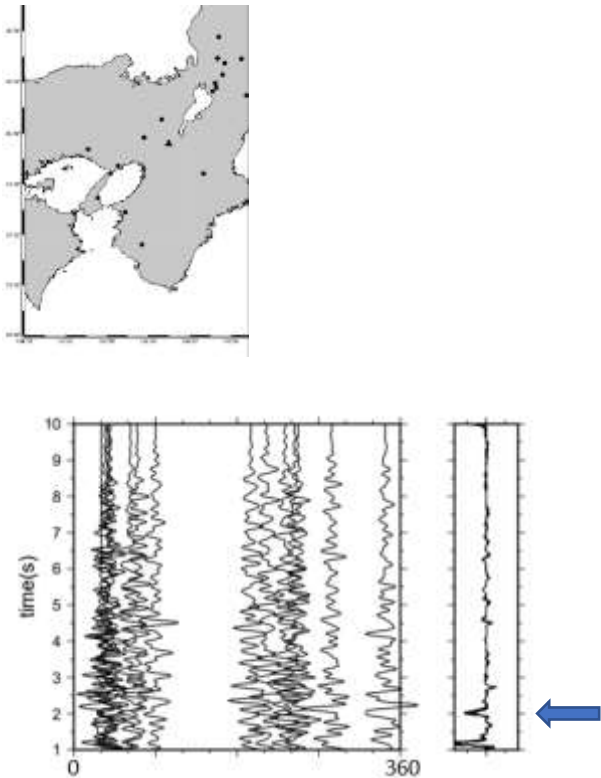


図 2: 上:KiK-net 久御山観測点(三角), 用いた地震の震央(丸). 下:個々の自己相関関数を方位角で並べたものとそれらのスタックの結果(自己相関関数はラグタイム 0s で強くピークが出るため, 1s からの部分を図示している). スタックの 2s に反射波と思われる応答が出ていることがわかる.

久御山観測点ではボーリング掘削及び速度検層が行われており堆積層の厚さが約 800m, 堆積層部分の平均 S 波速度約 0.8km/s と推定されている(図 3). これらの結果から S 波反射波は直達波と比べて約 2s 遅れて到達すると期待される. 図 3 の結果から自己相関関数のスタックでは約 2s のところに応答が検出されていて, これが反射波の応答と推定される. また個々の自己相関関数ではノイズも大きく, 複雑な様相を呈しているため明瞭な応答を検出することができなかつたが, 多数のイベント記録の解析結果をスタックすることで, 適切な信号を抽出できたと考えている. 大阪の観測点(KiK-net OSKH02)でも同様の解析を行った結果, 同じく個々の自己相関関数はノイズが大きく反射波と思われる応答を読み取ることはできなかつたが, スタックによって反射波による応答とおもわれる応答が検出された.

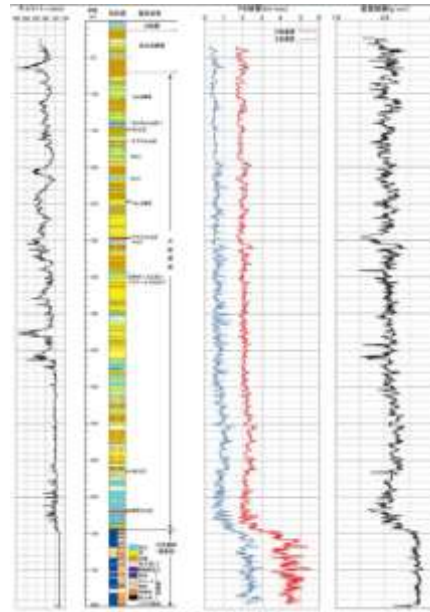


図 3:京都市久御山の観測点(KiK-net KYTH07)での地下構造(京都市(2013)より)

4. まとめ

本研究では, 自己相関関数によって京都盆地, 大阪平野での強震観測点で反射波の検出を行った. 結果は個々の記録では見られなかつた反射波によるものと考えられる応答がスタックによって明瞭に検出され, 直達波と反射波の到着時間差から地下の速度不連続面の深さを推定することができた.

今後はより応答を明瞭に得るために周波数帯域やデータの処理方法について検証する必要があると考えられる. またより多くの点で同様の解析を行うことで堆積層の構造の推定を行うことができると考えられる.

謝辞: 国立研究開発法人防災科学技術研究所 KiK-net の強震波形記録を使用しました. 記して感謝いたします.