

レシーバ関数から分離した全域通過関数を用いた地震基盤での PS 変換波検出法

Detection method of P-to-S converted waves from seismic bedrock using all-pass function deconvolved from receiver function

佐藤 智美[1]

Toshimi Satoh[1]

[1] 大崎総合研究所

[1] Ohsaki Research Institute, Inc.

1. はじめに

本研究では、堆積層上の地震動を理論的に評価するために必要なとなる S 波速度構造モデル構築に有効な情報である地震基盤での PS 変換波と P 波の時間差 (PS-P 時間) を、地震記録から精度よく推定する手法を提案し、その有効性を理論に基づく数値実験と観測記録の分析結果から示す (佐藤、2005)。

2. 手法

はじめに、地表で観測された P 波部の上下成分に対する Radial 成分の複素フーリエスペクトル比 (R/V) を算出する。遠地の長周期 P 波を用いた地殻やマントル上部の S 波速度構造推定に用いられている手法 (例えば、Langston et al., 1979) を堆積層に適用した小林・他 (1998) の手法では、R/V をフーリエ逆変換したレシーバ関数 (original RF と呼ぶ) を用いて、地震基盤での PS 変換波を検出している。一方、本研究の提案手法は、R/V を最小位相推移関数と全域通過関数に分離し、全域通過関数をフーリエ逆変換したレシーバ関数 (all-pass RF と呼ぶ) を用いることにより PS 変換波を検出する。最小位相推移関数と全域通過関数に分離には、和泉・他 (1988、1989) の方法を用いた。

3. 検討データ

検討データは 2 つの KiK-net 観測点 (GIFH09 と AICH04) で得られた 2003 年 9 月までの地震の地表記録のうち、水平 2 成分のいずれかの最大加速度が 1cm/s^2 以上で、震源距離 50km 以上 200km 以下の記録を全て対象とした。地震数は 66、観測点-地震ペア数は 101 である。P 波到達の 1 秒前から 3 秒後までの 4 秒間の radial 成分と上下成分の P 波部を用いた。両観測点では地震基盤まで PS 検層がなされており、GIFH09 と AICH04 の地震基盤深さはそれぞれ約 700m と約 400m である。

4. 検討結果

はじめに、1 次元波動理論に基づく理論波形を用いた数値実験から、R/V の全域通過関数のフーリエ位相はほぼ直線位相になり、したがって、そのフーリエ逆変換であるレシーバ関数 all-pass RF は、PS-P 時間に相当する時間にのみ明瞭なピークをもつことを示した。一方、R/V のフーリエ位相は直線位相ではなく、そのフーリエ逆変換であるレシーバ関数 original RF は、PS-P 時間に相当する時間にピークがあるものの複数のピークが存在していることを示した。

次に、GIFH09 と AICH04 の観測波形を用いた検討を行なった。上図には、AICH04 で得られた 5 つの地震の観測記録から計算した 1Hz でフィルターした original RF と all-pass RF の比較を示す。original RF では多くのピークがあり PS-P 時間が不明瞭であるのに対して、all-pass RF では最大ピークとなる時間が理論的な PS-P 時間である約 0.5 秒と整合することが確認できる。下図には、全記録から計算した original RF、all-pass RF をそれぞれ重合した結果を示す。重合した場合には original RF も all-pass RF も、理論的な PS-P 時間と整合する時間に最大ピークがみられるが、1 つのピークからなる all-pass RF の方が original RF より PS-P 時間がわかりやすい。all-pass RF を用いることにより、個々のデータから不適切な PS-P 時間が推定される割合が GIFH09 では 16% から 0% に減少し、AICH04 では 37% から 10% に減少した。この 10% も P 波部の最大加速度が 1cm/s^2 以下の SN 比の小さいデータであり、 1cm/s^2 以上のデータに対して all-pass RF を用いた場合、100% 適切な PS-P 時間が推定できることがわかった。

5. まとめ

本研究で提案した all-pass RF を用いた手法によれば、重合しなくても個々の地震の記録から精度よい PS-P 時間を求めることができることを示した。したがって、臨時観測による記録などで、観測波形が少なく十分な重合できないような場合に、特に本手法は有効となる考えられる。

6. 謝辞: 本研究は科学研究費補助金 (課題番号 14350304) によるものです。また、防災科学研究所の KiK-net の強震記録・地盤情報、気象庁の震源情報を用いました。

7. 参考文献

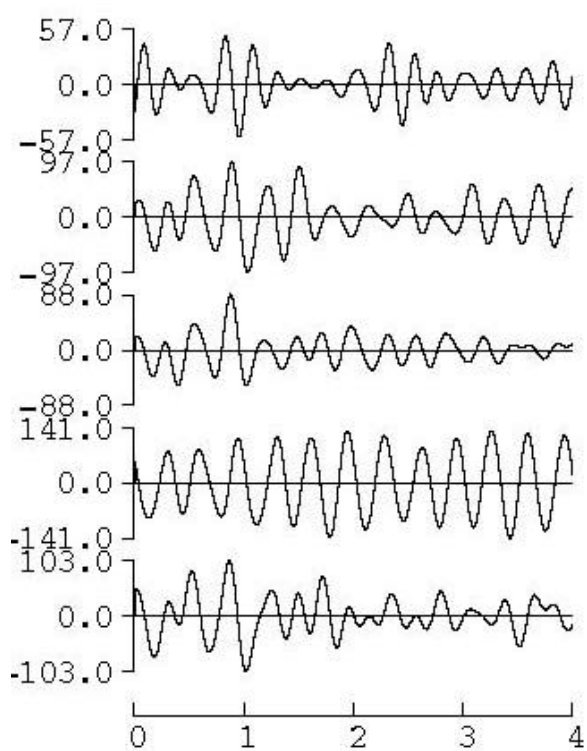
和泉正哲・他: 日本建築学会構造系論文報告集, 412, 31-41, 1990.

和泉正哲・他: 日本建築学会構造系論文報告集, 390, 27-33, 1988.

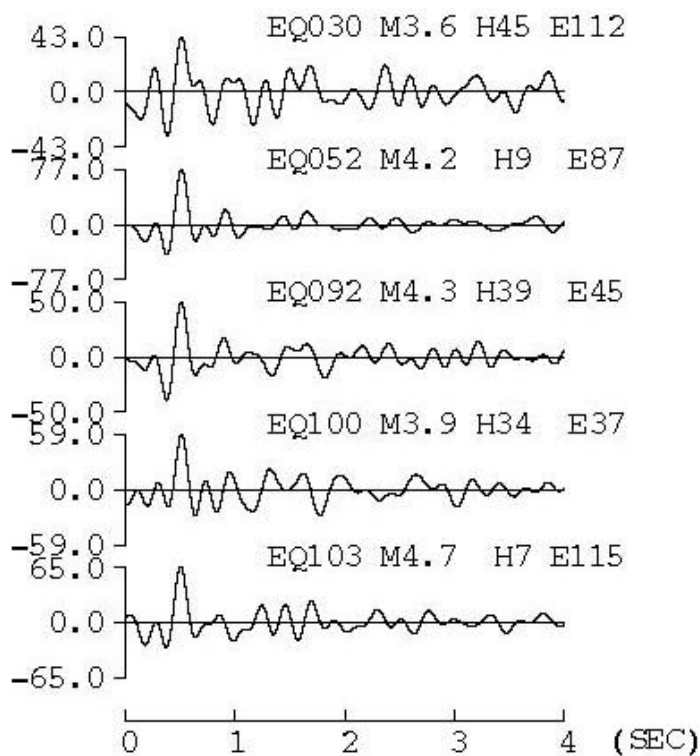
小林喜久二・他: 日本建築学会構造系論文集, 505, 45-52, 1998.

Langston, C. A.: J. Geophys. Res., 84, 4749-4762, 1979.

佐藤智美：日本建築学会構造系論文集，2005(投稿中)。

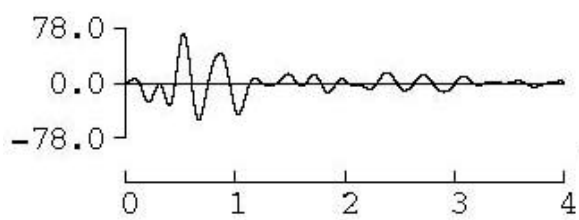


(a) original RF

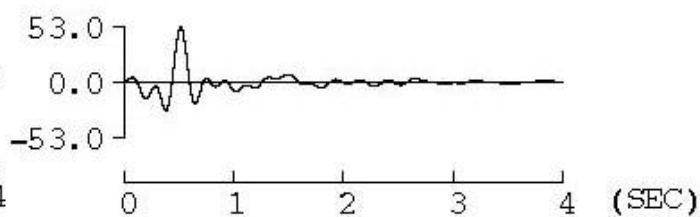


(b) all-pass RF

AICH04 での RF の例 (1~5Hz のフィルター波)



(a) original RF



(b) all-pass RF

AICH04 での全データの RF のスタッキング結果