

強震動記録の相関解析（続き）－構造情報抽出の試みに向けて－

渡辺俊樹（名古屋大学）, 清水英彦（石油資源開発（株））

1 はじめに

Claerbout (1968) は「地表で観測された波形記録の自己相関関数は地下の反射波記録に等しい」という理論を導いた。Tsutsui (1992) は本手法を必ずしも人工震源を使用しない構造探査手法として着目した。2000 年代に入って本手法は地震波干渉法として理論的・実用的にめざましい展開を見せている。吉本ほか (2009, 2010) は、地震波干渉法（自己相関解析）を用い、関東平野の地震基盤構造の推定を行った。

渡辺ほか (2011) では、自己相関解析を濃尾平野周辺の強震波形記録に適用し、基盤構造の推定を行った。また、自己相関解析とレーシーバ関数解析の比較、および地下構造モデルとの比較を行った。ここでは、その続きとして、(1) 自己相関解析の反射波振幅の検討、(2) 3 成分記録のうち transverse 成分以外を用いた解析、(3) P 波を用いた解析、について検討を行った結果を示す。

2 データおよび解析

本研究では、愛知県と名古屋市の強震動観測点、および、(独) 防災科学技術研究所の K-net で記録された近地地震の強震加速度波形を用いた。解析手順は以下の通りである。

1. 加速度波形記録の水平 2 成分を、震源に対し radial, transverse 方向に座標回転する。
2. 加速度波形記録に積分およびハイパスフィルターを適用し、それぞれ変位速度、変位波形記録を作成する。
3. S 波の場合、各成分の S 波初動から 10 秒間の時間窓を適用して波形を切り出す。
4. P 波の場合、vertical 成分の P 波初動から S 波初動までの波形を切り出す。
5. それぞれ自己相関関数を求め、各観測点において多数の地震記録から作成した自己相関関数を重ねる。

一部を除き、震源波形の推定と震源特性を除去するデコンボリューション処理は省略した。

3 解析結果と考察

図 1、図 2、図 3、図 4 に、解析結果を濃尾平野を NNE-SSW 方向に横切る測線 (A-A') について示す。図 1 は自己相関解析とレーシーバ関数、図 2 は S 波 3 成分の比較、図 3、図 4 はそれぞれ S 波および P 波における加速度・速度・変位記録の比較である。

図 1 (左) に示した自己相関解析の記録から基盤からの反射波振幅を読み取った。一方で、速度構造モデルから基盤の反射係数を推定し、両者の比較を試みた。図 5 に反射波振幅と反射係数の比を示す。両者の違いを非弾性減衰のみによると見なした場合、Q 値は 3~10 程度と見積もられ、Q 値は深度方向へ増加する傾向を示した。振幅の絶対値（反射係数）を議論するにはまだ検討が必要であるが、同一反射面での相対的な振幅の比較が可能であれば、構造解釈上重要な情報を与えると考えられる。

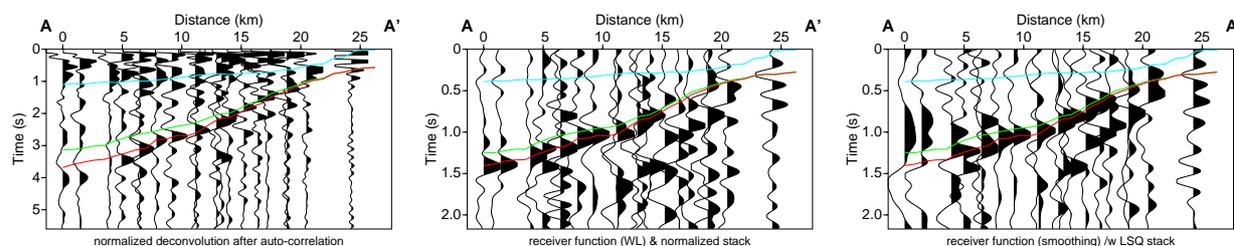


図 1: A-A' 測線における (左) 変位記録の transverse 成分の S 波部分の自己相関解析で求めた S 波反射断面 (震源関数を除去)、(中) レシーバ関数 (water level=0.1、単純スタック)、(右) レシーバ関数 (スペクトル平滑化、最小二乗重合 (宗田ほか, 2001))。堆積層内の平均 V_P , V_S を用いて、それぞれの図の縦軸をスケールした。図中の折線は構造モデルから見積もった走時を表す。

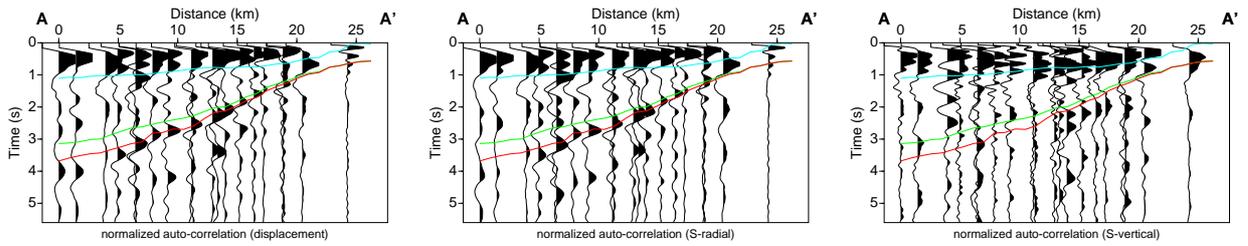


図 2: A-A' 測線における変位記録の S 波部分の自己相関解析で求めた S 波反射断面、(左) transverse 成分、(中) radial 成分、(右) vertical 成分。vertical 成分では基盤からの反射が検出できていない。

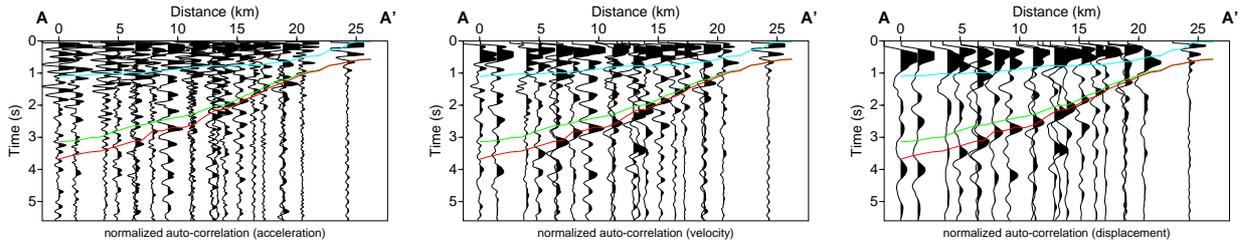


図 3: A-A' 測線における transverse 成分の S 波部分の自己相関解析で求めた S 波反射断面、(左) 加速度、(中) 速度、(右) 変位。周波数による分解能と検出能力の違いが見て取れる。

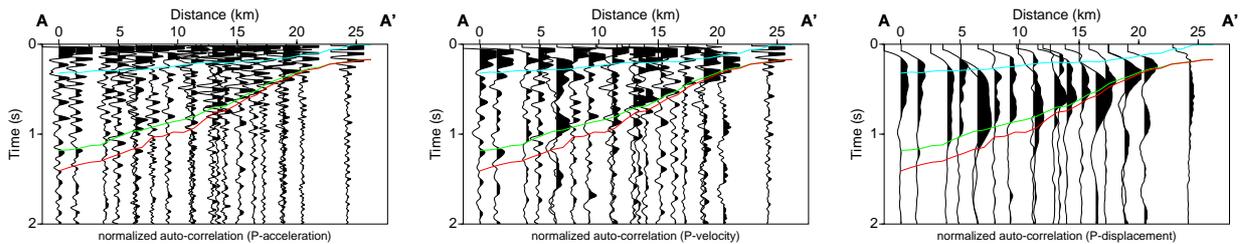


図 4: A-A' 測線における vertical 成分の P 波部分の自己相関解析で求めた P 波反射断面、(左) 加速度、(中) 速度、(右) 変位。積分の際のハイパスフィルタによる立ち上がり付近の波形の歪みが解析に悪影響を与えており、検討の余地が残る。

4 おわりに

単一観測点の記録の自己相関から構造の形状が得られる。2 観測点間の記録の相互相関を加えることにより、構造情報の空間密度が向上し、また、速度解析により速度情報を得ることも可能になる。

自己相関および相互相関、レーシーバ関数の振幅情報に信頼性があれば、さらに、物性値コントラストの情報が得られることが期待される。2 観測点間の記録の相互相関により AVO (Amplitude Variation with Offset) 的検討も可能になる。たとえ相対的であっても、反射面の物性値分布の連続性や側方変化について情報が得られると、構造解釈上その有用性は高いと考えられる。

謝辞：本研究では、愛知県と名古屋市、(独) 防災科学技術研究所 K-net の強震波形記録および愛知県の構造モデルを使用した。飛田潤 (名古屋大学)、阿部進、白石和也 ((株) 地球科学総合研究所) の諸氏の協力を得た。ここに記して謝意を表します。

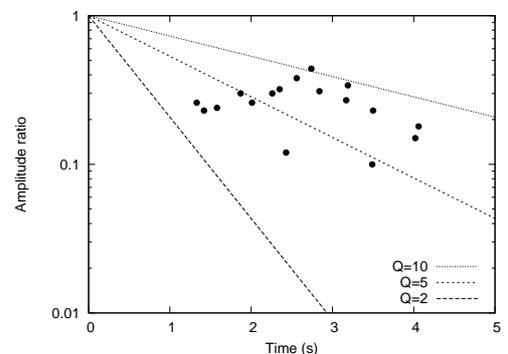


図 5: 自己相関解析によって作成した S 波反射記録から読み取った反射波振幅と速度モデルから求めた反射係数との比。