

地震波干渉法に基づく鉛直ボアホール記録の解析による 堆積層の S 波減衰特性の推定

福嶋林太郎・中原恒・西村太志（東北大）

1. はじめに

堆積層におけるS波減衰特性を推定することは、地震動予測にとって大変重要である。福嶋ほか(2013, 連合大会)は, Fukushima et al. (1992)の手法を改良し, KiK-net地中観測点(深さ 2000m)の記録のみを用いて地中-地表間を往復するS波の減衰特性を推定した。この手法は深井戸に対しては有効であるが, 孔井が浅い観測点になると, 震源継続時間が長いイベントの場合に入射・反射フェーズが時間的に分離できないため適用できない。そこで, 本研究では深さ数 100m程度のボアホールに対しても減衰特性を推定できる手法の開発を試みた。Snieder & Safak (2006)は, 地震波干渉法の原理を応用し, 建物における観測波形のデコンボリューション解析を行い, 建物内を上下方向に伝播する波を抽出することで減衰を求めた。本研究では, この手法をボアホール記録に適用し, KiK-netの地表, 地中記録のデコンボリューション波形から入射・反射フェーズを明瞭に抽出し, 堆積層のS波減衰特性(Q_S^{-1} 値)を推定した。

2. データ解析

日本全国のKiK-net観測点のうち深さが300m以深のものは79点ある。そのうち, 地中センサーが基盤に入っている点と理論往復走時が0.5秒以下の点を除いた48点でデコンボリューション解析を行った。近地地震のTransverse成分の速度波形に1-10Hzのバンドパスフィルタをかけ, S波初動の1秒前から20秒間のタイムウインドウをとって地中記録を地表記録でデコンボリューションした。そして, 各イベントのデコンボリューション波形の中から, 入射・反射フェーズが明瞭に見えるものを選び, コヒーレンスとS/N比を考慮して入射・反射フェーズのタイムウインドウを切り出し, 福嶋ほか(2013)の手法により Q_S^{-1} 値を求めた。

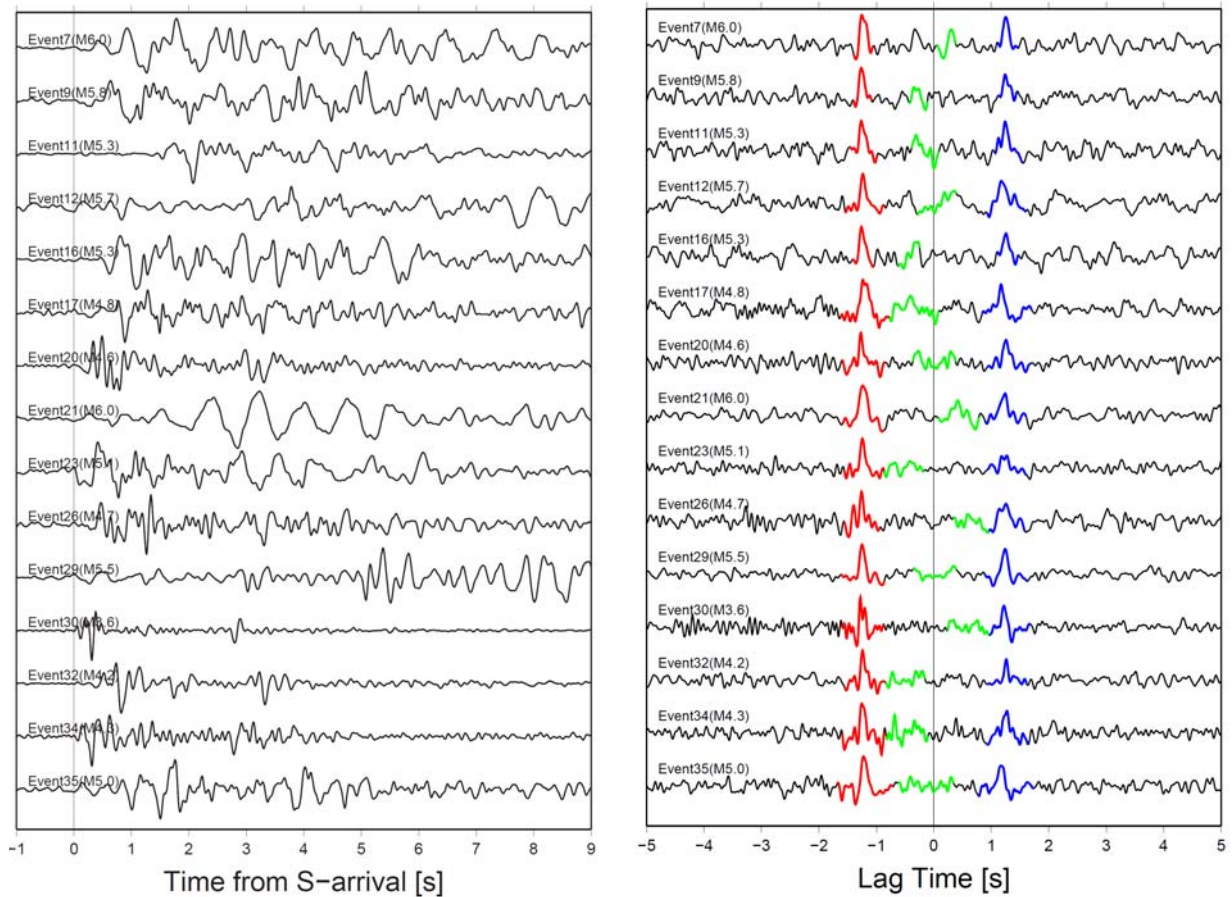
3. 結果

48観測点のうち, デコンボリューション波形に入射・反射フェーズが明瞭に現れたのは22観測点であった。例としてIBRH08観測点(深さ1200m)の地中観測波形とデコンボリューション波形を図に示す。観測波形では入射・反射フェーズが不明瞭な場合でも, デコンボリューションにより明瞭になっていることが分かる(Event16,17,21)。デコンボリューション波形において入射・反射フェーズが明瞭に見える割合は観測点によって異なり, 関東地方太平洋沿岸の観測点において明瞭なイベントが多かった。

1-10Hzの範囲で Q_S^{-1} 値を求めたところ, 結果にはばらつきがあるものの, 周波数の冪乗に従う傾向が見られた。既往の研究を参考に, 1-5HzでL1 ノルムにより冪型関数のフィッティングを行ったところ, 1Hzでの Q_S^{-1} 値は0.009~0.141, 周波数の冪は-1.27~0.04となった。観測点によって周波数依存性は異なり, 深い観測点ほど Q_S^{-1} 値が小さくなる傾向が見られた。

4. まとめ

Snieder & Safak(2006)と福嶋ほか(2013)の手法をボアホール記録に適用し、 Q_s^{-1} 値を推定した。この手法により、震源継続時間の影響を取り除くことができ、従来よりも浅いボアホールに対しても Q_s^{-1} 値の推定が可能になった。今後は Q_s^{-1} 値のばらつきの要因や、デコンボリューション波形の明瞭なイベントとそうでないイベントの違い等を調べていく予定である。



図：IBRH08 観測点における (左) 地中観測波形(直達 S 波部分, 1-10Hz), (右)デコンボリューション波形 (赤：入射フェーズ, 青：反射フェーズ, 緑：ノイズ)