

## KiK-net 地中観測点記録を用いた関東地方南部の堆積層における S 波減衰特性の推定 Estimation of S-wave attenuation in the sedimentary layer beneath southern Kanto by using KiK-net borehole records

福嶋 林太郎<sup>1\*</sup>, 中原 恒<sup>1</sup>, 西村 太志<sup>1</sup>  
Rintaro Fukushima<sup>1\*</sup>, Hisashi Nakahara<sup>1</sup>, Takeshi Nishimura<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東北大学大学院理学研究科

<sup>1</sup> Graduate School of Science, Tohoku Univ.

### 1. はじめに

日本の大都市圏は、厚い堆積層の上に位置しており、地震動が増幅されやすい環境にある。地震防災を考える上では、堆積層における地震波（特に S 波）の増幅特性に加えて、減衰特性（ $Q_s^{-1}$  値）を正しく評価することが重要である。現在では、日本全国に展開された観測網のデータを利用できるため、多くの観測点において S 波の減衰特性を推定できることが期待される。本研究では、防災科学技術研究所基盤強震観測網 KiK-net の関東地方南部における観測点の地中地震記録を使用し、 $Q_s^{-1}$  値を推定したので、その結果について報告する。

### 2. データ

使用した観測点は千葉 (CHBH10)、横浜 (KNGH10)、所沢 (SITH04) の 3 点であり、設置期間が長く、観測されたイベント数も比較的多い。設置深度はすべて 2000m である。土質は観測点によって異なるが、いずれの観測点もセンサーが基盤に入っていないため、地中観測点から地表までを均質と仮定することにより堆積層の  $Q_s^{-1}$  値を推定できる。2003 年 5 月から 2011 年 2 月の期間に観測された全イベントのうち、震央距離 150km 以内、最大加速度  $100\text{cm/s}^2$  以下、そして入射 S 波と反射 S 波が時間的に明瞭に分離して観測されているものを選択すると、解析イベント数は千葉、横浜、所沢でそれぞれ 89、38、20 個となった。マグニチュードは 2.7 から 6.1 である。解析には 1-10Hz のバンドパスフィルタを掛けた速度波形のトランスバース成分を用いた。サンプリング周波数は時期により 200Hz と 100Hz と異なっている。

### 3. 手法

Fukushima et al. (1992) は千葉県千倉において、地中観測点の地震波形から、入射 S 波と地表からの反射 S 波を切り出し、その伝達特性から泥岩質堆積層の 1-5Hz における  $Q_s^{-1}$  値を求めた。本研究では Fukushima et al. (1992) の手法を少し変更して用いる。解析では、入射波の始点 ( $t1[s]$ )、終点 ( $t2[s]$ )、入射波と反射波とのラグタイムを決める必要がある。まずは波形からこれらを目視で読み取り初期値とする。次に  $t1$  を固定したまま  $t2$  を 1 サンプル間隔ずつ変える。ここで  $t2-t1$  が入射波と反射波の時間長に対応する。 $t1$ ,  $t2$  を与えると、ラグタイムは入射波と反射波の共分散を最大にするように自動的に決まる。そこで結局  $t2$  を決めればよいことになり、その決定のために入射波と反射波に対して係数  $C$  を計算する。係数  $C$  は、入射波パワースペクトルの平方根と入射波と反射波とのコヒーレンスの積を 1-10Hz で積分したものであり、入射波のパワーの大きさと、入射波と反射波の波形の相関の高さを表す指標である。この係数を用いることにより、波形の相関が高く、かつ他のフェーズよりも振幅の大きい入射波と反射波を自動的に切り出すことができる。入射波の始点の読み取りを信じて  $t1$  を固定する点、ラグタイムの推定に共分散を用いた点、そして係数  $C$  においてコヒーレンスの絶対値を用いた点が本研究の変更点である。最後に、入射波と反射波のクロススペクトルを入射波パワースペクトルで割ったものを地盤浅部の応答関数（システム関数）として求め、 $Q_s^{-1}$  値を計算する。この手順は Fukushima et al. (1992) に従う。

### 4. 結果

$Q_s^{-1}$  値が負になったり、3 点以上の周波数で  $Q_s^{-1}$  値が求められなかったりしたイベントを除き、最終的に千葉、横浜、所沢でそれぞれ 42、20、14 個のイベントに対し  $Q_s^{-1}$  値を求めることができた。 $Q_s^{-1}$  値が周波数のべき乗に従うと仮定し、各観測点で得られた結果を 1-5Hz の周波数帯において  $L1$  ノルムを用いてフィッティングしたところ、千葉と横浜ではべきがそれぞれ -0.76、-0.50 となり、1Hz での  $Q_s^{-1}$  値は 0.020、0.032 となった。一方所沢では、べきが -0.04 と小さく、周波数依存性はほとんど見られなかった。また、 $Q_s^{-1}$  の値は Fukushima et al. (1992) による千葉県千倉の結果と比べて小さくなった。千倉の設置深度が 732m であるのに対して、本研究で用いた観測点の設置深度は 2000m である。そのため、 $Q_s^{-1}$  値の深さ依存性によるものと考えられる。現在のところ、求められた  $Q_s^{-1}$  値のばらつきは  $\pm 1$  桁程度とやや大きいため、今後この要因について検証する必要がある。また、より多くの観測点で同様の解析を行い、 $Q_s^{-1}$  値と土質や S 波速度、深さなどとの関係を調べる予定である。

### 謝辞

本研究では防災科学技術研究所の基盤強震観測網のデータを利用させていただきました。記して感謝いたします。

# Japan Geoscience Union Meeting 2013

(May 19-24 2013 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2013. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



SSS33-P15

会場:コンベンションホール

時間:5月19日 18:15-19:30

キーワード: 地震波減衰, 堆積層

Keywords: seismic wave attenuation, sedimentary layer