

立川断層南端部に於ける表層地盤構造調査 (その 1) 立川および国立でのアレー微動観測により推定された S 波速度構造

(公財)鉄道総合技術研究所 ○(正)津野靖士 (正)伊藤賀章 (正)岩田直泰 (正)宮腰寛之 (正)山本俊六

1. はじめに

活断層の位置や広がり把握することは、鉄道構造物の耐震安全性や列車の走行安全性を考える上で、非常に重要な課題である。東京都の立川 - 国立間は、関東山地東部の加治丘陵から武蔵野台地西部にかけて分布する立川断層帯¹⁾の南端部にあたる。本研究では、微動データの簡易な解析により、断層を挟んだ地点での表層地盤の相違を把握することを目的として、立川市と国分寺市の総長 4km の測線上でアレー微動観測と単点微動観測を実施した。(その 1)では、立川と国立の 2 地点に於いてアレー微動観測と SPAC 解析を実施し、表層 S 波速度構造の相違を把握する。

2. アレー微動観測

2013 年 1 月 8 日と 9 日に、立川市多摩川河川敷(TKW)と国分寺市鉄道総研の国立研究所(KNT)の 2 地点(図 1)に於いて、3 成分のアレー微動観測を実施した。使用した機材は、センサーが加速度計 JEP-6A3(2V/G, G:gravity)、収録器が AD 変換 24 bit の Datamark 8800 である。アレー観測は、正三角形の頂点と中心の計 4 つの地震計を配置し、異なる 4 つの大きさのアレー(L=10, 20, 40, 80 m, L:length of side)を展開した。測定はサンプリング周波数を 100 Hz とし、10 m と 20 m のアレーでは 10-20 分間、40 m と 80 m のアレーでは 20-30 分間とした。



図 1. 国立(KNT)・立川(TKW)での微動観測点

3. SPAC 解析とその結果

微動記録に SPAC 法²⁾を適用してレイリー波の位相速度を求める際、微動データのサンプル時間を 40.96 秒とし、全サンプル関数から求められた SPAC 係数を平均化した。アレー半径毎に得られる SPAC 係数を図 2 に示す。SPAC 解析から得られたレイリー波の位相速度を図 3 に示す。KNT と TKW では、周波数 10 Hz 付近の位相速度に違いが見られ、KNT では 350 m/sec、TKW では 500 m/sec 程度である。このことは、2 地点の表層速度構造に違いがあることを示唆している。また、TKW では、周波数 3 Hz 付近の位相速度が上昇しており、国立よりも中間層(V_s 800 m/sec 以上)が浅いことが指摘される。

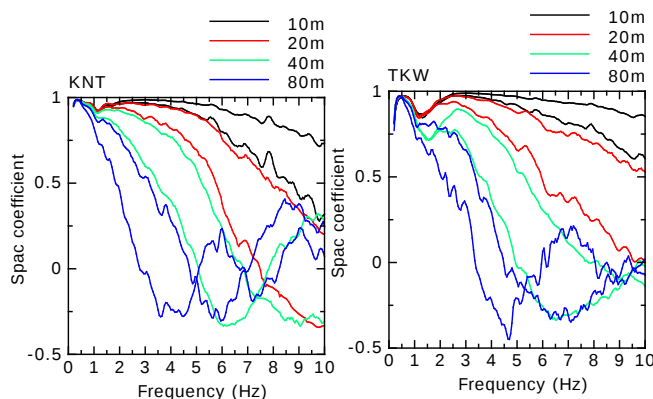


図 2. KNT・TKW で観測された SPAC 係数

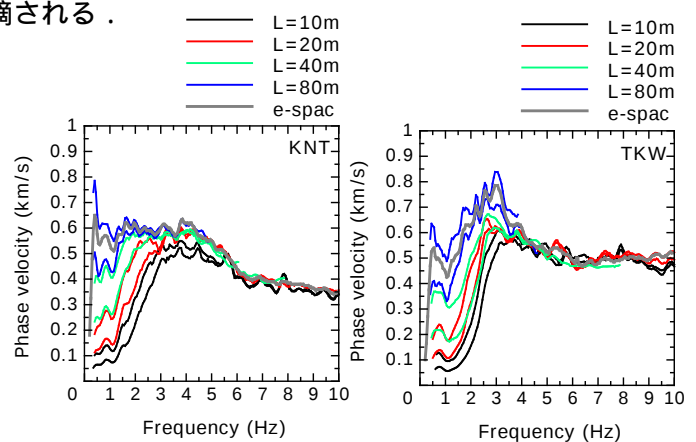


図 3. KNT・TKW で観測されたレイリー波位相速度

キーワード アレー微動観測, SPAC 法, H/V スペクトル比, S 波速度構造, 立川断層南端部

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (公財)鉄道総合技術研究所 地震防災 TEL042-573-7273

4. 推定された S 波速度構造

得られたレイリー波の位相速度から S 波速度構造を求める逆解析には、遺伝的アルゴリズム³⁾を用いた。観測と理論位相速度の残差を評価関数とし、乱数を変えて行った 3 回の逆解析の中で、適応度が一番高い解を最終解として採用した。観測と理論位相速度の適応状況を図 4(左)に示す。KNT と TKW とともに、観測と理論位相速度が良く調和していることが分かる。推定された KNT と TKW の S 波速度構造(図 4 右)において、KNT は表層の V_s が約 400 m/sec であるのに対して、TKW では表層の V_s が約 600 m/sec であることが分かる。本観測結果では、KNT において 30 m 程度の深さまでの S 波速度構造しか得られていないが、TKW においては深さ 90 m 程度で約 1 km/sec の層が存在することが分かる。立川断層を挟んだ KNT と TKW はおよそ 5 km しか離れていないが、100 m 程度以浅の表層地盤構造が異なることが分かった。ただし、本観測地点から北側での反射法探査結果⁴⁾では、深さ 300 m 付近で断層運動による地下構造の不連続面が確認されており、2 地点のみの本観測結果ではその相違が断層運動に起因したものであるかどうかを判断することは出来ない。

5. H/V スペクトル比

3 成分の微動観測データを用いて、H/V スペクトル比を計算した。水平動スペクトルの相乗平均を上下動スペクトルで除することにより、H/V スペクトル比を算出した。スペクトルの算出には、40.96 秒のウィンドウ幅でサンプルしたデータを使用し、0.4Hz の Parzen ウィンドウによりスペクトルを平滑化した。図 5 に、観測の微動 H/V スペクトル比と理論 H/V スペクトル比を示す。周波数 10Hz 以下のピークは明瞭ではないものの、観測と理論の H/V スペクトル比が調和していることが分かる。このことから、本アレー微動探査により推定された S 波速度構造の妥当性が分かる。また、TKW の方が周波数 2Hz 付近で H/V スペクトル比が卓越しているが、図 4(右)の速度構造を見ても、TKW では若干ながらも中間層の速度コントラストがあることが分かる。

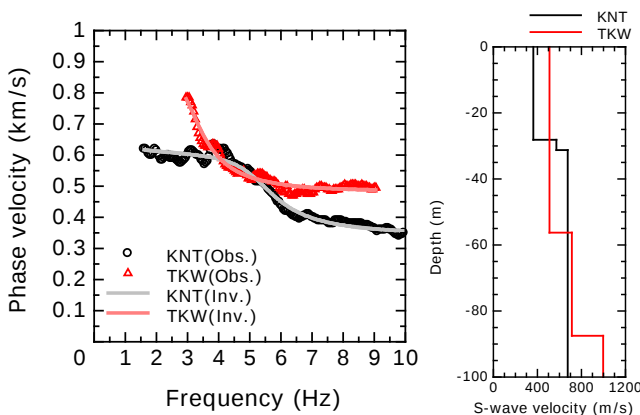


図 4. KNT・TKW でのレイリー波位相速度(左図)と表層 S 波速度構造(右図)

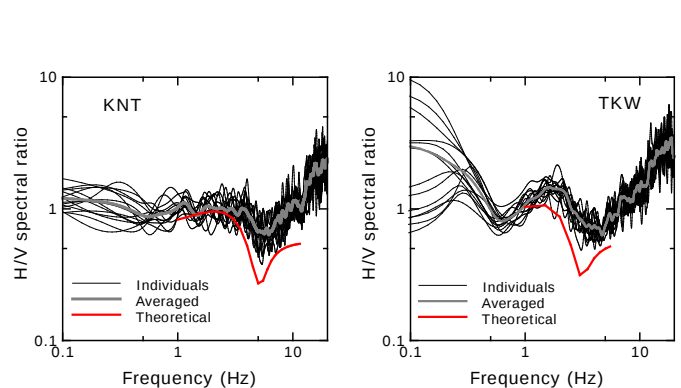


図 5. KNT・TKW での観測と理論 H/V スペクトル比の比較

6. まとめ

立川断層南端部を挟んだ立川と国立の 2 地点に於いて、表層の S 波速度構造を明らかにすることを目的に、アレー微動観測を実施した。微動データに SPAC 法を適用し、表面波であるレイリー波の位相速度を求めた後、逆解析手法である遺伝的アルゴリズムを用いて表層の S 波速度構造を推定した。2 地点のレイリー波位相速度には明瞭な違いが見られ、立川市多摩川河川敷(TKW)の表層 S 波速度は 600 m/sec、国分寺市鉄道総研の国立研究所(KNT)の表層 S 波速度は 400 m/sec であった。立川断層を挟んだ KNT と TKW はおよそ 5 km しか離れていないが、100m 程度以浅の表層地盤構造が異なることが分かった。

参考文献

- 1) 松田ほか, 1975, 東京直下型地震に関する調査(その 2), 東京都防災会議, 75-108.
- 2) Okada, H., 2003, The Microtremor Survey Method, Society of Exploration Geophysicists.
- 3) 山中, 石田, 1995, 遺伝的アルゴリズムによる位相速度の逆解析, 日本建築学会構造系論文集, 468, 9-17.
- 4) 山口ほか, 1998, 反射法による立川断層の地下構造, 活断層研究, 54-64.