

極小微動アレイ探査法による相模平野の地盤構造の推定に関する研究

神奈川県工学部	正会員	○荏本 孝久
構造計画研究所	正会員	落合 努
防災科学技術研究所	正会員	先名 重樹
産業技術総合研究所	正会員	長 郁夫

1. 目的

地震動は、観測する場所の地盤特性や震源位置、地震波の伝播特性によって異なり、地震被害にも場所により差異が見られることが知られている。地震動の伝播特性から地盤の地下構造や表層の地盤構造を知ることが重要である。比較的簡便に地盤特性を推定する方法として、単点微動観測や微動アレイ観測がある。特にアレイ半径を変化させることにより目的とする深さの地盤構造を探索することができる方法が提案されている。

本研究では、極小微動アレイ（半径 0.6m）に任意の 2 点を付加した極小微動アレイ探査法を相模平野の広範囲の地域を対象（約 1km 間隔）として行い、各観測地点で推定される S 波速度構造から、短期間で広範囲の地盤構造を推定することを目的とした。

2. 相模平野の地形と地質

相模平野は神奈川県ほぼ中央に位置し、北から南に相模湾に流下する相模川を中心に発達した扇状地形を形成している。西は丹沢山地及び大磯丘陵に、北から東にかけては多摩丘陵に囲まれており、主に相模川の堆積作用によって形成された平野である。平野内は比較的発達した市街地が形成されている。相模川の河口付近では粘性土層と砂質土層が重なり複雑な互層状態になっている。特に、南部は 1923 年関東大地震の際に甚大な被害を受けている。

3. 観測方法

観測地点を図 1 に示す。既往の同様な研究では秦野市（秦野盆地）において約 200m 間隔で比較的狭い範囲の観測を行っている²⁾が、本研究では相模川を中心に東西方向に 10 km、南北方向に 35 km の地域において約 1km 間隔での観測を行った。微動観測には 3 成分地震計 JU-215（白山工業社製）を使用し、4 つの地震計を用いる極小アレイに任意の点 2 箇所地震計を加えたアレイ観測を行う。機材の配置図を図 2 に示す。

4. 解析方法

本研究では nc-CCA 法を用いて位相速度を算出する。測定波形か SPAC 法により測定波形間の相関解析を行って分散曲線を算定し、同時算定した H/V スペクトル比から推定した周期－波長の関係より S 波速度－深度の情報に変換して地盤の S 波速度構造を評価して理論分散曲線を算定する。最終的に観測結果による分散曲線と推定される理論分散曲線が一致するように S 波速度構造モデルを繰り返し修正することで地盤構造を確定する。そして、観測測線に沿って

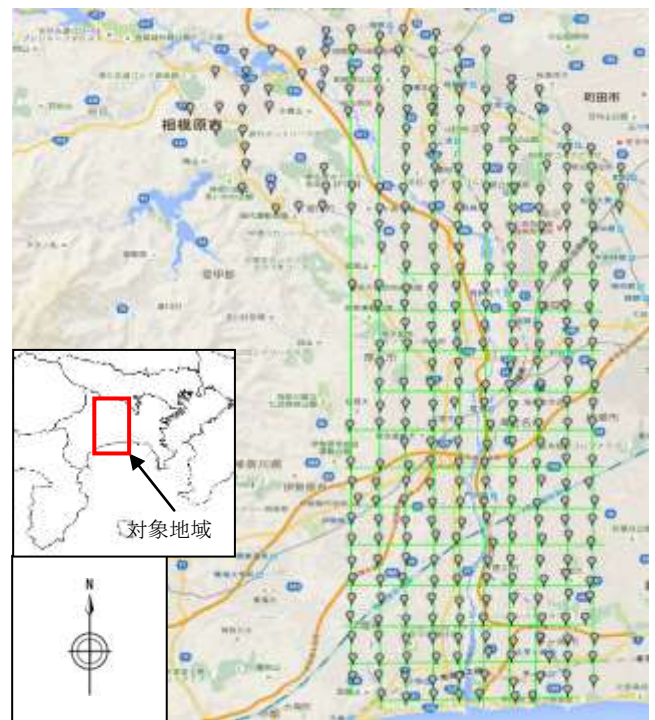


図 1 相模平野における観測地点の位置図

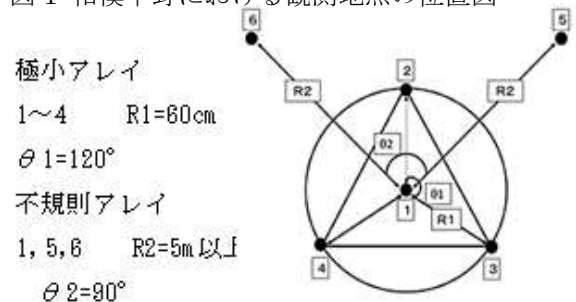


図 2 機材配置図

キーワード 地盤構造 極小微動アレイ探査 S 波速度構造 相模平野

連絡先 〒221-8686 横浜市神奈川区六角橋 3-27-1 神奈川大学工学部 TEL 045-481-5661

連続的に探査を実施し、各測点での一次元速度構造を連ねることで2次元的な地盤構造を算出する。

5. 解析結果

観測地点のH/Vスペクトル比から算出した卓越周期の分布図を図3に示す。分布図では平野の北部は卓越周期が比較的短く南部では卓越周期が長い箇所が多い。特に南西部では卓越周期が1.0s以上である地点が多くみられた。ここでは一例として幾つかの観測測線に沿った2次元S波速度構造を図4に示す。LINE1～3は相模平野の東西方向に設定した測線である。LINE1は相模平野の北部に設定した観測測線であり地表から深さ30m地点でS波速度は $V_s=400\text{m/s}$ に達しており地盤は比較的良好であると言える。一方LINE2, 3は相模平野の中心からやや南部に設定した測線でありLINE2とLINE3を境に地盤構造が大きく変わっていることが分かる。このLINE3以南のS波速度構造では地表から深さ30m地点でS波速度が $V_s=200\text{m/s}$ 程度にしか達しておらず、特に平野の南西部は軟弱な地盤が広がる地域であることが分かる。LINEA, Bは相模平野の南北方向に設定した観測測線でありLINEAは相模川の西側、LINEBは相模川の東側である。まずLINEAを見ると平野のほぼ中応部に段差が見受けられる。この段差を境に相模平野の南部はかなり軟弱な地盤になっていることが分かる。次にLINEBを見ると先程の段差がやや北寄りにずれていることからこの断差は相模平野の南西から北東に渡って存在していることが推測される。このことは既往の地質調査による地盤構造とも整合し、既往の高密度単点微動観測による卓越周期分布³⁾でも同じような傾向が報告されている。

6. まとめ

本研究では相模平野の全体的な地盤構造を推定することを目的として極小微動アレイ探査を行った。その結果、相模平野の地盤構造はやや複雑であるが平野の北部は比較的地盤は堅固であり、南部、特に相模川の西側にあたる地域では、軟弱な地盤が広がっていることが明らかとなった。極小微動アレイ探査法による地盤構造の推定は短期間で広範囲の地盤構造を推定することが可能であり、特に地震防災などの調査に有効な方法であると考えられる。

〔謝辞〕

本研究を進めるにあたって、観測およびデータ処理に協力頂いた馬赫氏、望月健太氏に心より感謝致します。

〔参考文献〕

1)地盤工学会関東支部神奈川グループ、大いなる神奈川の地盤-その生い立ちと街づくり-, 2)国土交通省国土政策局国土情報課、土地履歴調査GISデータ, 3)先名他(2013)、浅部速度断面を得るための簡便な微動探査 - 関東地方の低地・台地への適用-, 物理探査学会第129回学術講演会, 4)Ikuro Cho, Shigeki Senna, and Hiroyuki Fujiwara (2013), Miniature array analysis of microtremors, GEOPHYSICS, VOL.78, NO.1: KS13-KS23. 5)落合他(2003)、高密度微動観測を用いた相模平野の表層地盤震動特性のゾーニングに関する研究、地域安全学会論文集、No.5

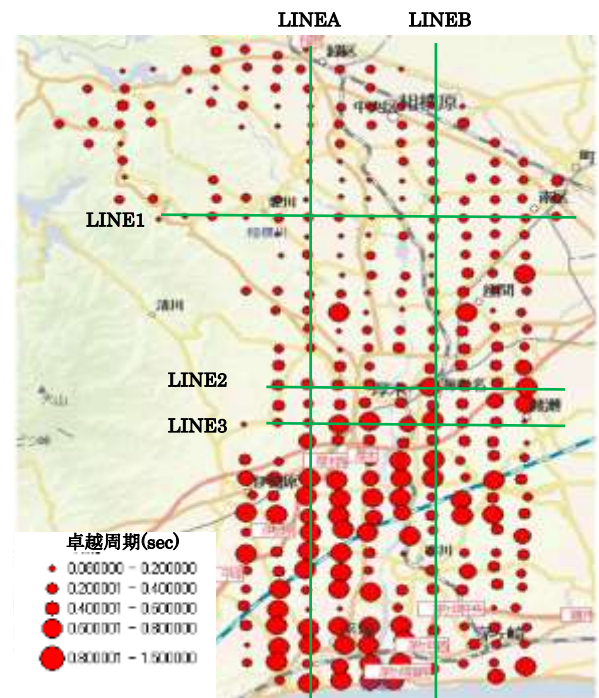


図3 卓越周期の分布図と測線位置

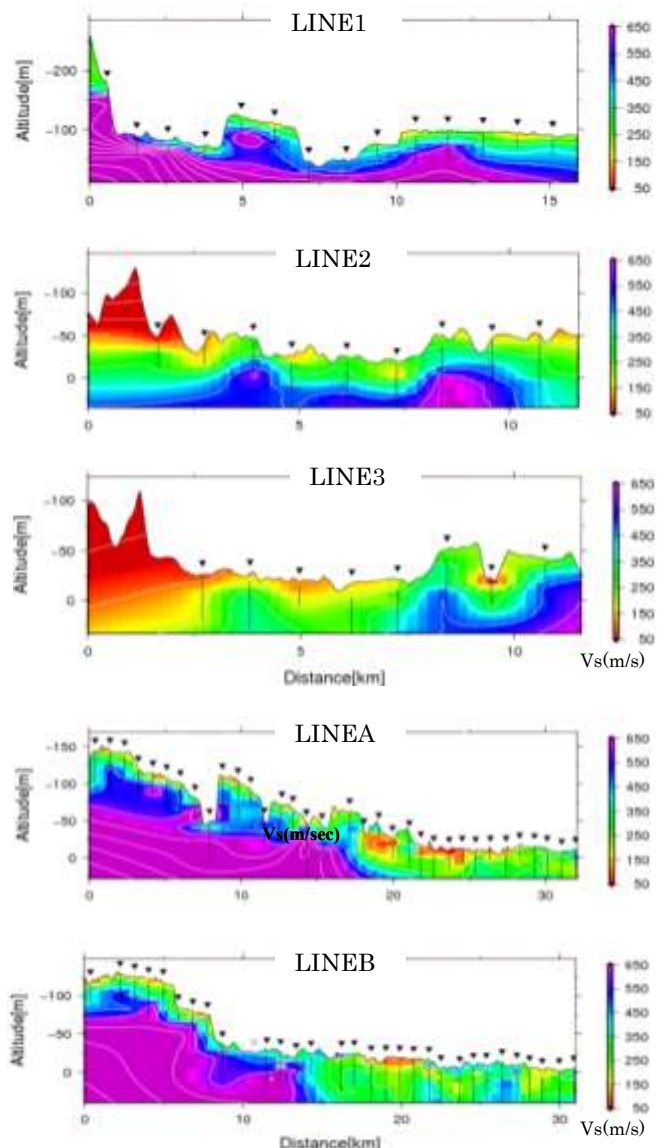


図4 測線上の2次元S波速度構造の例示