

修士論文

浅部地盤におけるコーダ波・常時微動の波動場に関する研究

-オフセット鉛直アレイ観測記録を用いた地震波干渉法解析-

東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻

南 廣太郎

(指導教員 西村 太志 教授)

平成 25 年

要旨

近年、地震波干渉法の登場によって、従来ノイズと考えられてきたコーダ波や常時微動が、地下構造に関する情報を豊富に含んでいることが明らかになった。特に、鉛直地震計アレイを用いた干渉法は、浅部地盤構造やその地震波速度変化を推定する有力な手法であることが多くの先行研究によって示されてきた。しかし、鉛直アレイを用いた干渉法解析では、波源が地中側に非等方的に偏在することや地表面が存在していること等、その適用性に議論の余地がある。また、コーダ波・常時微動の波動場の性質についても明らかでない点も多い。そこで、本研究では、防災科学技術研究所・岩沼観測点において臨時観測を行い、コーダ波と常時微動の波動場の違いを調べ、地震波干渉法から推定される地震波速度への影響などを検討した。臨時観測では、波動場の鉛直面内での角度分布等を明らかにするために、深さ 101 m の既設ボアホール地震計 (Hi-net) の直上の地表と、そこから 67 m 離れた地表に 3 成分地震計を臨時に設置して、鉛直及び水平方向にオフセットを持つアレイを形成した。この観測によって得られたコーダ波と常時微動の記録に対して、鉛直ペア、斜めペア、地表ペアの 3 つの地震計ペアで相互相関関数 (CCF) の計算を行った。解析に用いた周波数帯域は、2-4, 4-8, 8-16 Hz とし、上下動成分同士と水平動成分同士の CCF について干渉法解析を行った。

コーダ波の干渉法解析の結果、全ての周波数帯において鉛直ペアと斜めペアの水平動成

分の CCF から観測点間を伝播する S 波を抽出することができた。それらのピーク時間は、鉛直ペア、斜めペアともに全ての周波数帯で検層記録から計算した鉛直ペアの S 波走時とほぼ一致した。また、地表ペアでは 0 ラグ時間付近に CCF のピークが認められた。これらの結果から、この観測点で観測されるコーダ波の波動場は鉛直伝播成分が卓越していると考えられる。常時微動の干渉法の結果においても、鉛直ペアと斜めペアともに水平動成分の CCF から S 波の伝播が抽出できた。しかしながら、コーダ波の結果とは異なり、斜めペアの CCF ピークは、全ての周波数帯で鉛直ペアのものより遅く現れた。また、地表ペアではピークは 0 ラグ時間から離れて現れた。これらのことから、常時微動の波動場は、水平方向に伝播する成分も十分含み、コーダ波の波動場よりも等方的になっていると考えられる。さらに、コーダ波と常時微動の H/V 比を検討した結果、常時微動の H/V 比は波動場が等方的な場合の値 ($\sqrt{2}$) に近い値となった。一方、コーダ波の H/V 比は、より大きな値をとることがわかった。この結果も、常時微動の波動場はコーダ波よりも等方的であることを支持する。

干渉法解析で得られた CCF のピーク時間の特徴を波動場の違いで解釈するために、地表面での波の反射、変換を考慮して、P-SV 波の干渉法の数値実験を行った。その結果、観測データの干渉法解析で得られたピーク時間の特徴と調和的な特徴を再現することができた。さらに、地表からの反射波の伝播を示す負のラグタイムでは、地表面の影響により CCF のピーク振幅の減少や位相ずれが起きるなど、これまで指摘されていない現象が明らかになった。また、解析解との比較を通じて、観測点間距離と地震波波長の関係を検討した結果、波源が一様に分布する場合においても、干渉法解析で得られる CCF では低周波数ほどピーク時間が早くなることが明らかになった。

本研究では、独自観測による観測データの干渉法解析および数値実験を通じて、コーダ波および常時微動の波動場特性の違いを明らかにすることができた。さらに数値実験から、鉛直アレイデータの干渉法解析における問題点を提起し、留意すべき点を整理した。今後、これらの得られた知見を干渉法解析に反映させることにより、浅部地盤の構造推定、そのモニタリングを精緻化できることが期待される。