

地震波干渉法を用いた台湾新竹市の地盤構造の推定 Estimation of velocity structure using seismic interferometry at Hsinchu, Taiwan

松本 敬太郎^{1*}, 盛川 仁¹, 谷川 正真¹, 陳 慧慈², 曹 栄凱²

keitaro matsumoto^{1*}, Hitoshi Morikawa¹, Masachika Tanigawa¹, Huei-Tsyr Chen², Tsao Jung-Kai²

¹ 東京工業大学大学院総合理工学研究科, ² 台湾国立中央大学土木系

¹Tokyo Institute of Technology, ²National Central University

新竹市は、成長著しい台湾におけるハイテク産業の中心地であると同時に、周辺には大きな断層が複数存在する地震危険度の高い地域である。台湾史上最大の被害を出した1935年の新竹・台中地震では中心被災地であり、近年では1999年の集集地震でも被害が出たことが記憶に新しい。今後の地震防災の観点から、地震動予測を行う必要性が高く、そのための地盤モデルの構築は不可欠である。

過去の研究で既に、新竹市において重力探査に基づく基盤形状の三次元モデルの構築(正坂ほか, 2007)小アレイを用いた微動探査などが行われている(川連ほか, 2009; 岩堀ほか, 2009)。しかし、重力探査の結果からは市の北西臨海部から南東内陸部に向かって基盤面が深くなっていくような構造が示唆されたが、一方の微動観測においては深部構造を探査するために必要な微動の長周期成分が捉えられておらず、重力探査の結果との整合性がはっきりしていない。

そこで、本研究では新竹市内の複数の観測点で長期間の微動観測を実施し、地震波干渉法を用いた解析を通じて地盤構造の推定を試みた。地震波干渉法は、2つの観測点で同時記録された地震波の相互相関関数からインパルス応答関数(グリーン関数)を求めることができ、近年世界的に注目を集める地下探査法である。計算の特性上、より多く、より長期のデータを用いることによって関係のない信号を打ち消し、2点間のグリーン関数を表す波形を得ることができる。相似地震や人工震源のコーダ波などを用いることも多いが、上記のような性質があるため、長期間に渡って連続した大量のデータを集めることができる微動とは相性が良い解析手法であると言える。また、長期間の記録をスタックすることでノイズを抑えることができ、同じ微動を用いた地下探査法でも、過去に行われた微動アレイ探査より長周期成分を捉えることが期待できる。

これまでの微動観測で、微動の長周期成分のパワーが非常に小さく、深い構造を知るためには非常に高感度、低ノイズでの観測が必要であることが明らかとなっていた。そのため、新たに、超低ノイズのデータロガーを開発し、また、動コイル型の速度計および加速度計を用いて観測を行った。新竹市南東部に位置する基盤が深いと推定された地域を取り囲む点、また、もっとも基盤が深いと考えられる位置の直上にも観測点を設置した。基盤の深い地域を挟んで東西および南北に測線を設定し、5台の速度計、2台の加速度計を国民小学校内に設置した。観測はサイトによって異なるが8月末から10月下旬までの約50日間で、24時間の連続観測を行った。カットオフ周波数が40Hzの1次のベッセル型フィルタをアンチエイリアスフィルタとし256倍のゲインをかけて0.01秒間隔のサンプリングでローカルなSDカード上に記録した。時刻はGPSを用いて校正され、サンプリング間隔以上の精度で各地点のデータは同期されている。GPSの受信のエラーや電源環境の変動により、ごく一部の時間帯で数分間のデータが欠測したが、それ以外はほぼ完全な連続観測を行うことができた。また、速度計については設置状態でステップレスポンスを記録し、後処理で厳密な計器補正をすることで長周期領域での精度を確保している。

得られた記録の上下動成分から相互相関関数を計算し、各観測点間のグリーン関数を求めた。得られたグリーン関数がRayleigh波によるものであると云う仮定のもとで、マルチプルフィルタ解析を行い、表面波群の周期帯ごとの群速度を算出した。さらに、この周期と群速度の関係を満たすような地下構造モデルを逆解析によって求め、これを既往の研究結果と比較した。その結果、重力探査から求められる密度構造と微動から求められる速度構造が必ずしも整合しない場合のあることがわかった。現時点では、2地点間の地盤構造モデルは平均的な成層構造モデルであるため、複雑な三次元構造を反映したものではない。したがって、現時点での結果がそのまま結論となるわけではないことを考慮したうえで、今後は密度構造と速度構造の不整合性についてより詳細な検討を行っていく予定である。

キーワード: 地震波干渉法, 地盤構造解析, グリーン関数, 微動探査

Keywords: Seismic interferometry, Green's function, microtremor