

近接観測点ペアの地震記録に基づく地盤の平均S波速度の推定

Estimation of Average Shear-Wave Velocity at Strong-Motion Station by Using Peak Ground Motions Recorded at Nearby Station Pair

藤本 一雄 [1]; 翠川 三郎 [2]

Kazuo Fujimoto[1]; Saburoh Midorikawa[2]

[1] 千葉科学大・危機管理システム; [2] 東工大・総理工・人間環境システム

[1] Dept. of Risk and Crisis Management System, Chiba Institute of Science; [2] Dept. of Built Environment, Tokyo Institute of Technology

<http://www.cis.ac.jp/~rcms/kfujimoto/>

1. はじめに

現在、全国規模の強震計ネットワークの記録として、防災科技研の K-NET・KiK-net や気象庁のネットワークのものがある。気象庁の観測点は地盤条件が不明であるため、従来、地盤条件を考慮した解析が困難であった。地盤条件の違いを表現する簡便な指標として地盤の平均S波速度が有効であることが指摘されている。各地の地盤の平均S波速度を知る方法として、1) 速度検層やボーリング柱状図などの地盤調査結果に基づく方法、2) レイリー波の位相速度から推定する方法 [文献 1]、3) 国土数値情報の地形分類・標高データ等から推定する方法 [文献 2、3]、などがある。1) および 2) の方法では現地での調査・測定が必要であり、3) の方法は国土数値情報の基本単位が 1km メッシュであるため空間分解能が低い。本研究では、地震観測点での地盤の平均S波速度をジャストポイントでかつ簡便に推定する方法を提案する。

2. 推定手法と使用したデータ

2.1 推定手法

相互に距離が近い2つの観測点(以下、観測点ペア)のうち、一方の観測点において地盤のS波速度データが得られており、この地点での地表から深さ $d(m)$ までの地盤の平均S波速度が $V_s(d)_k$ であるとする。この観測点ペアで同一の地震による記録が得られているとき、地盤データがある方の観測点での最大振幅値および震源距離を PGM_k および X_k とし、もう一方の地盤データがない観測点での最大振幅値および震源距離を PGM_u および X_u とおく。このとき、幾何減衰の補正をした観測点ペア間の相対的な地盤増幅度 (AF') は式 (1) で表される。

$$AF' = (PGM_u / PGM_k) \times (X_u / X_k) \quad \dots (1)$$

観測点ペア間で地盤増幅度と地盤の平均S波速度が比例関係 ($\log(AF') = b \times \log(V_s(d))$ 、 b : 比例定数) にあるとすれば、地盤データのない観測点での地盤の平均S波速度 ($V_s(d)_u$) は、式 (2) で表される。

$$\log(V_s(d)_u) = \log(V_s(d)_k) + \log(AF') / b \quad \dots (2)$$

著者らは全国の K-NET・KiK-net 観測点を対象とした観測点ペアの記録に基づく検討から平均的な b の値を求めているため [文献 4]、観測点ペア毎に $V_s(d)_k$ 、 AF' 、 b を式 (2) に代入することにより、地盤データが得られていない観測点での $V_s(d)_u$ を概略推定できる。

2.2 使用したデータ

地盤データが得られている K-NET・KiK-net 観測点を対象として、深さ 30m までの地盤の平均S波速度 ($V_s(30)_k$) を計算した。一方、地盤データが得られていない観測点としては、気象庁の 95 型震度計観測点 (以下、JMA 観測点) のうち今回は関東地方の 49 観測点を対象とした。各 JMA 観測点から K-NET・KiK-net 観測点までの距離を計算し、その中で最も距離に近い観測点と当該の JMA 観測点を観測点ペアとした。観測点ペアでの地震記録については、各機関の観測開始から 2003 年 12 月までの記録を収集した。

3. 解析結果

各観測点ペアについて、式 (1) から地震ごとの AF' を計算したところ、多くの観測点ペアにおいて比較的安定した AF' が求められた。ただし、M5.0 程度以下の記録に基づく AF' には大きなばらつきがみられる場合があった。推定された AF' を式 (2) に代入して、各 JMA 観測点での $V_s(30)_u$ を推定した。推定された $V_s(30)_u$ の妥当性を検証するため、JMA 観測点から半径 500m 以内のボーリング柱状図 (千葉県: 4 地点、東京都: 2 地点、神奈川県: 1 地点) を収集した。太田・後藤の経験式 [文献 5] を用いて N 値・深度を S 波速度に換算し、これに基づいて平均S波速度を計算したところ、JMA 観測点での $V_s(30)_u$ を比較的良好的な精度 ($\pm 50m/s$ 程度) で推定できていることを確認した。

4. まとめ

近接観測点ペアでの地震記録に基づいて地震観測点での地盤の平均S波速度を推定する手法を提案した。今後は、その他の JMA 観測点周辺のボーリング柱状図を収集し、本手法の妥当性についてさらに検証を進めていく予定である。

謝辞

気象庁地震火山部・石垣祐三氏、各地方気象台の関係各位には JMA 観測点の所在に関する情報をご提供いただきました。記して謝意を表す次第である。

参考文献

1) 紺野・片岡：土木学会論文集、647(I-51)、2000. 2) 藤本・翠川：日本地震工学会論文集、3(3)、2003. 3) 松岡・若松・藤本・翠川：土木学会論文集、794(I-72)、2005. 4) 藤本・翠川：日本地震工学会論文集、6(1)、2006. 5) 太田・後藤：物理探鉱、31(1)、1978.