# 福井大学アレイ記録に基づく動的地盤構造の推定

### 福井大学工学部 正会員 小 嶋 啓 介

## 1. まえがき

強震アレイ観測記録に基づいて、S波速度や減衰定数などの動的地盤特性を推定しようとする研究が普及し つつあるが、その適用性および解の信頼性などについては未解明な点も多い.本研究では重複反射法とGA に基づく動的地盤物性定数逆解析手法を、福井大学鉛直アレイで観測された多数の地震に適用し、観測点直 下の堆積層深さ、減衰定数などの動的物性定数の構造およびそのばらつきなどを検討した結果を報告する.

## 2. 堆積構造推定手法定式化

動的物性定数の逆解析法としては、基本的には辻原・沢田と同様に、観測地震動と重複反射法による計算値 を周波数領域で比較し、両者の誤差自乗和 Jを最小とするパラメータを探索する方法を採用する.推定対象 となる物性定数としては、層ごとの層厚H、S波速度 V<sub>s</sub>、Q値および密度 ρ であるが、ここでは福井平野の 堆積構造の推定を前提としているため、層厚とQ値を推定対象とし、S波速度と密度については、周辺で行 われた P S検層などの結果に基づく値に固定した.層厚とQ値の初期値を P<sub>o</sub>とし、最適値 PがP=C×P<sub>o</sub> で表されるとし、修正係数 Cを探索対象とする.最適パラメータの探索には、標準的なGA(Genetic Algorithm) を利用した.すなわち、適合度関数としては Jの逆数を用い、選択にはルーレット方式を、交叉には 1 点交 叉を採用し、突然変異とエリート戦略を加えたものであり.交叉率および突然変位確率は 0.4 および 0.01 を、 個体数およびエリート個体数は、100 および 4 に固定して推定を行った.以下の適用例においては、福井大学 アレイ地点の堆積モデルとしては、既存地盤情報を参考に、沖積層を 2 層、洪積層を 3 層に分割した 5 層モデル を仮定し、5 つの層の厚さと、沖積層で 1 個、洪積層中で 2 個の値を持つと仮定した Q 値を推定対象とした.

#### 3. 適用結果

図-1は2001年中に観測された13の地震の,地表面のNS成分および基盤であるGL-175mのNS成分のフー リエスペクトルを示している.この中には、3月24日の芸予地震(M=6.4)、4月3日の静岡県中部の地震(M=5.5) などの比較的規模の大きな地震も含まれているが、福井大学アレイで観測された水平動の最大加速度は、1.4~ 9.9galと比較的小さい範囲に分布している.図-2は地表面のNS成分を、GL-175mのNS成分で除した伝達関数 を示しており、図-3は地表面のH/Vスペクトルを示している.図中の細線は個々の地震、太線は平均を示して いる.伝達関数において、0.9、1.8、4.3ならびに8.3Hz付近で認められる卓越周波数は、レベルは異なるものの、 H/Vスペクトルにおいても確認できる.ここで、図-2と3の平均値の比をとることにより、地表面のUD成分か ら、基盤の水平動を推定する補正係数が得られると仮定する.この補正スペクトルは、当然その地点の堆積構造

に依存するが,その依存性が小さい場 合には,地表面の記録のみから堆積構 造を推定できる可能性がある.

図-4は2001年1月12日と、6月 22 日の地震の地表面の NS 成分と, GL-175m の NS 成分を入力して逆解析 を行い、推定された堆積モデルによる 計算フーリエスペクトルと観測地震 動のフーリエスペクトルを示したも のである. 図中の灰色太線は観測値, 細線は初期モデルによる計算値,黒太 線は最適値による計算値を示してい る.2 つの地震はスペクトル特性が大 きく異なるが、どちらの地震に対して も,最適化を行うことにより,表層の 観測地震動の再現性が格段に向上す ることが確認できる.次に、先述した 補正スペクトルを利用することによ り, 地表面の記録のみから堆積層モデ ルの推定を行った結果を示す. 図-5 は図-4と同じ地震の地表面の NS 成 分と,基盤記録の代用として,地表面



アレイ観測,堆積構造,逆解析,GA 910-8507 福井市文京 3-9-1 福井大学工学部 建築建設工学科 0776-27-8592,0776-27-8746 のUD成分を与えて逆解析を行った同様のグラフを示している.地表面のUD成分(図中にはV.で標記)から推定 されたモデルは、図-4の基盤の水平動(図中にはBaseで標記)を与えた場合と遜色のない結果であることが確 認できる.図-6から8は、13個の地震各々について、地表面と基盤の記録を与えて逆解析を行った結果をまと めたものであり、図-6は堆積層厚さ、図-7はQ値、図-8は両者の推定値の平均と分散を示している.推定 された堆積層の全厚さは、アレイ観測点で求められている175mに比較的近いが、第1層の軟弱層と、第5層の洪 積層第3層の推定値は若干ばらつきが大きい.また、Q値の推定は困難であるといわれているが、ここでも推定値 はかなり大きな分散を伴うことが確認された.図-9から11は、地表面の記録のみを与えて逆解析を行った同様 の結果をまとめたものである.基盤地震動を与えた場合に比較して、層厚については、ばらつきは大きいが、平

均値はほぼ等しい値に推定されていること、Q値については、いずれの地震でも小さめに推定される傾向が顕著であることなどが認められる.

# 4. あとがき

本研究では重複反射法とGAに基 づく動的地盤構造逆解析手法を,福 井大学鉛直アレイで観測された多数 の地震データに適用した結果を報告 した. 推定された堆積構造は, 既存 地盤情報と矛盾のないこと, 補正ス ペクトルを利用することにより、地 表面の観測地震動のみから, 堆積構 造を推定できる可能性があることな どを指摘した.しかしながら,ここ では1地点でしか適用しておらず, 今後,福井平野に展開している多く の地震観測地点で同様の計算を蓄積 し, 逆解析手法の信頼性などを向上 させる必要があると考えられる. 参考文献:強震観測に基づく福井平 野の堆積構造の推定,第37回地盤工 学研究発表会概要集, 2002, 投稿中.









