強震観測情報に基づく福井平野の第四紀および第三紀層構造の推定

畐井大学工学研究科	学生員	松島	祐介

- 福井大学工学研究科 正会員 小嶋 啓介
- 清水建設(元福井大学工学部) 池田 一樹

1.まえがき

福井平野周辺の三次元動的地盤構造の解明を目的とし,強震動ならびに常時微動観測情報などから,S波速 度と減衰特性の推定を試み,第四紀層以浅については,動的地盤構造の情報が蓄積されつつある.一方,第三 紀層以深の構造については,鳥海・大場による人工地震探査,山中らによる大規模アレイ観測,小林らによる 重力異常観測などを用いた推定結果があるが,地震学的基盤に至るS波速度構造については不明な部分が多い. 本論では,福井平野各地に展開した強震観測点での地表面記録を用いて,重複反射法とレシーバ関数を組み合 わせて,観測点直下の第三紀層までのS波速度構造の推定を試みた結果を検討している.

2. 強震観測

図 - 1は,福井平野周辺の地形図上に,強震観測点の位置を示したものである.図中の は福井大学観測地点であり,地表面とGL-175mの第三紀層上面において勝島のDatol-100で観測を行なっている. はK-net95型, はJEP6A3とDATAMARKを組合わせた地表面三成分観測点を示している.これらの地震計は,東大地震研ならびに東京工業大学との共同研究の一環として運用されている.3.第三紀層までの動的地盤構造の推定

第三紀層にいたるS波速度構造を、次のように第四紀層 と第三紀層それぞれを対象とし2段階に分けて推定した. ステップ1(第四紀層以浅): 距離補正を行なった福井 大学の基盤記録を、表層のみの観測を行なっている被推定 点の第四紀層への入力地震動とする. 地表面の水平動の フーリエスペクトルと,対応する重複反射法による理論値 の誤差二乗和の逆数を適応度関数とする. 遺伝的アルゴ リズムを用いて,適応度を最大化する被推定点の堆積層厚 とQ値を探索する.この時,層厚およびQ値について, 初期値からの修正率を決定変数とした.なお,沖積層は2 層,洪積層も2層からなるとし,S波速度は周辺で行なわ れた微動のアレイ観測などから求められた値に固定した. <u>ステップ2(第三紀層)</u>:小林らの方法¹⁾にならいレシー バ関数を求め、P波と第三紀層最下面で発生すると仮定し たPS変換波の到達時間差を求め,第三紀層厚を推定する. 図 - 2の は図 - 1 に示す 4 地点の NS 成分の観測地震 動のフーリエスペクトルであり,灰色および実線は第四紀 層のS波速度構造の初期値と最適値を用いた理論スペク



図 - 1 福井平野周辺の強震観測地点



キーワード 強震観測,S波速度構造,第三紀層,重複反射法,レシーバ関数 連絡先 〒910-8507 福井市文京 3-9-1 福井大学工学研究科 TEL0776-27-8592 トルである. INS 地点の 4Hz 付近, FEC 地点の 6Hz 以 上の帯域など一部再現されていない部分も見受けられる が,第四紀層の層厚およびQ値の最適化により,観測スペ クトルを総合的に再現されていることが確認できる.図-3,4は,推定された第四紀層およびQ値の深さ方向の深 度分布を示している.Q値の初期値は一律に沖積層で10, 洪積層で20に設定した.層厚については,初期値からの 修正程度は比較的小さく安定的であるといえるが,Q値は, 沖積層で最適値が5~14,洪積層では10~25 程度と,初 期値から大きく修正され,ばらつきも大きいといえる.

図 - 5の上の図は, HTH 地点における 2002 年 9 月 8 日の観測地震のレシーバ関数を示しており、下の図は 2002 年から 2006 年までに観測された 10 個の地震のレシ ーバ関数を重ね合わせたものである いずれのレシーバ関 数においても 約0.6秒付近に明瞭なピークが認められる. 第四紀層下面,および第三紀層下面に入射した P 波が,上 部に P 波として直接伝播する場合と, P S 変換波として伝 播する場合の,地表面への到達時間差と,レシーバ関数の ピーク時間を比較し,図-5に見られる0.6秒付近のピー クは,第三紀層下層でのPS変換波によるものである可能 性が高いことを確認した.基盤層と第三紀層のP波速度は |鳥海²⁾による 5500 および 3300m/s,第三紀層のS波速度 はPS検層による1800m/sと仮定し,地震ごとの0.6秒 付近のピーク時間から第三紀層の厚さを推定した.図-6 の棒グラフは、ステップ1の方法で求めた第四紀層厚さと、 ステップ2の方法で求めた第三紀層厚さを,概ね福井平野 の北から順に左から右に配置し,7つの観測地点ごとに示 したものである .第四紀層厚は平野の中央で厚くなる傾向 にあり、最大厚さは250~300mと推定されている.一方, 第三紀層の厚さは,平野北部の加越台地に近い SES 地点 で約 250mである他は,700~1200mと算出されている. 同図中の は,山中ら³⁾が実施した半径 300~1000mの アレイ観測にFK法を適用し, Rayleigh 波の位相速度を ターゲットとする逆解析によって推定した第三紀層最下



面深度を示している.ただし観測地点によっては,やや離れた地点も同一地点として示している. 4. あとがき

本研究と山中らによる基盤深度は,概ね 700~1400m程度であるのに対し,小林⁴⁾らは,ブーゲー重力異 常から 2000~3000mという値を得ており,今後,多様な情報に基づいた詳細な検証を行なう予定である. 参考文献:1)小林喜久二,植竹富一,真下貢,小林啓美,深い地盤構造評価のための PS 変換波の検出方法に関する検 討,日本建築学会構造系論文集,第505号,45-52,1998.2)鳥海勲,大場新太郎,福井平野の地下構造,地震,第2輯, 第46巻,45-47,1993.3)山中浩明他,微動アレイ観測による福井平野のS波速度構造の推定,地震,第2輯,第53巻, 37-43,2000.4)小林直城他,重力異常による福井平野の三次元基盤構造の推定,地震,第2輯,第54巻,1-8,2001.