

微動 H/V 探査に基づく福井平野の 3 次元地盤構造の推定

早稲田大学理工研（元福井工業大学） 正会員 安井 譲，福井大学 同 小嶋啓介

鳥取大学 同 野口竜也，鳥取大学 同 香川敬生

朝日工業(株) 非会員 目代智滝，中央測量(株) 同 清水健博，丹羽広域事務組合水道部 同 前田聖拡

福井工業大学 同 堀川晋彦

1. はじめに

福井平野の地盤速度構造について幾つかの研究が^{1)~5)}がなされているが，地表面から深部の地震基盤に至る地盤の 3 次元構造を検討した例は見当たらない．一方，安井他⁵⁾は微動 H/V スペクトルのピーク振動数をレーリー波の基本モードスペクトルのピーク振動数に関連付けて当該地点の地盤構造を推定する方法を提案している．そこで，高密度の単点 3 成分微動観測を行い，安井他⁵⁾の方法を用いて，地表面から深部の地震基盤に至る福井平野の 3 次元地盤構造の推定を試みることにした．

2. 測定地点

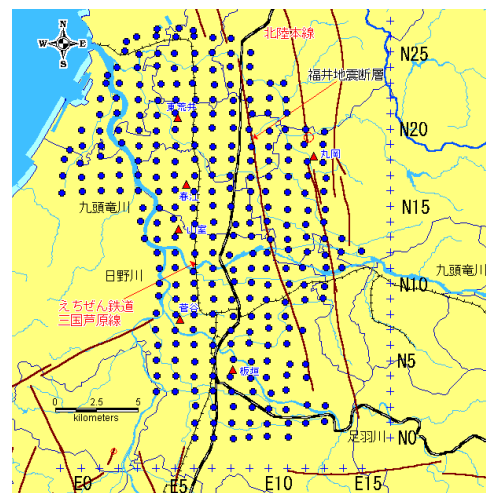
対象とした地域は，1 次メッシュコード⁶⁾5436 の地域に含まれる 2 次メッシュの図幅名が，三国 (MKN)，越前中川 (ENG)，越前森田 (EMT)，丸岡 (MRK)，福井 (FKI)，永平寺 (EHJ) の平野部と鮎川 (AYK) の一部である．測定地点は，3 次メッシュ (緯度差 30 秒，経度差 45 秒，1 辺の長さ約 1km) の中心付近とした．図-1 に測点位置を示したが，その総数は 284 地点である．

3. 観測とデータ解析の概要

地震計として Lennartz 社製 LE-3D-5s 型速度計 (5 秒 3 成分) を用い，これと白山工業の Ls8000 データロガーを組み合わせる微動観測を行った．観測は，6 月～10 月および 12 月の延べ 36 日間にわたって実施した．測定時間は 15～20 分で，サンプリング周波数は 100Hz，フィルターを 30Hz，アンプの倍率を 30 倍とした．データ解析は，雑音の少ない良好な区間 (20.48 秒) 20 組を目標として選定し，スペクトル解析を行い H/V スペクトルを求めた．図-2 に H/V スペクトルの例として [N10, E7] 地点 (EMT-07 測点に対応) のものを示した．同図に見られるごとく，多くの測点において 2 つのピークを有する複峰型のスペクトル形状を示した．ここに，Parzen ウィンドウの幅は 0.1Hz である．同図では，1.7Hz ($\bar{f}_1$) と 0.49Hz ($\bar{f}_2$) にピークが認められる．

4. 地盤構造の推定法について

地盤は図-3 に示すように，S 波速度 V_{Si} ($i=1, 4$) が既知の沖積層，洪積層，新第三紀層および地震基盤からなる 4 層構造を仮定して表



●：観測地点 ▲：既往のアレイ観測地点

図-1 測点位置

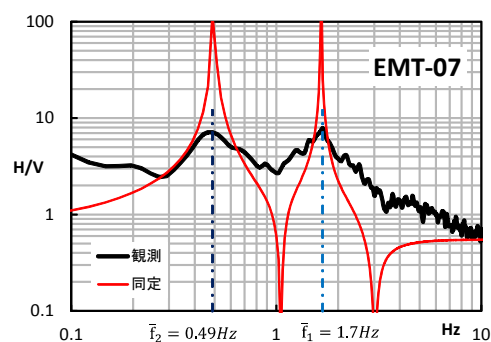


図-2 H/V スペクトルの例 ([N10, E7] 地点)

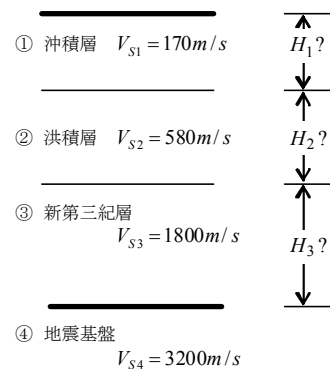


図-3 地盤モデル

キーワード 福井平野，3 次元地盤構造，H/V スペクトル，GA，レーリー波の基本モード，地震基盤

連絡先 〒204-0003 東京都清瀬市中里 1-721-27 T E L 042-493-6728

層3層の層厚 H_i ($i=1\sim3$)を推定するものとした。ここに、各層の地盤密度 ρ_i ($i=1\sim4$)は、それぞれ 1.7 g/cm^3 , 1.8 g/cm^3 , 2.0 g/cm^3 および 2.5 g/cm^3 とし、P波速度 V_{Pi} ($i=1\sim4$)はS波速度 V_{Si} との関係を表す狐崎らの経験公式⁷⁾により定めるものとした。沖積層の厚さ H_1 は、 $\bar{f}_1$ を抛り所にして定める。また、洪積層の厚さ H_2 と新第三紀層の厚さ H_3 は、レーリー波の基本モード⁸⁾のH/Vスペクトルのピーク振動数が観測による $\bar{f}_2$ に一致するようにGA探索⁹⁾で求める。例として掲げた図-2には同定結果も示してある。

5. 3次元地盤構造の特徴

284地点の微動H/Vスペクトルを同定した結果、福井平野の任意の3次元メッシュ地点の地表面から地震基盤に至る地盤構造を知ることが可能となった。以下に、得られた3次元地盤構造について地震基盤深さを例にとりその特徴について述べる。図-4に地震基盤深さの3次元鳥瞰図を示した。同図から福井平野の西縁側に主要な深部領域があることが分かる。また、中央よりやや東のE9ライン付近にも福井地震断層に対応すると考えられる深さ1000mを超える地点がある。図-5に地震基盤のすべての東西断面を重ね書きして示した。同図から、E6ライン(えちぜん鉄道三国芦原線にほぼ対応—図-1参照)を境にして東側にはゆるやかに浅くなり、西側は東側に比べて急激に浅くなる形状であることが分かる。図-6に地震基盤深さのすべての南北断面を重ね書きしたものを示した。同図から、菅谷町を通るN8ラインから坂井町下兵庫を通るN21ラインの13kmにわたる広い範囲で深さ1000mを超える地点が多いことが分かる。また、同図から足羽山の北側の足羽川付近を通るN7ラインとN8ラインとの間に段差があることが推察される。図-7に今回の検討で判明した地震基盤に関する特徴点をまとめて示した。同図には最深地点(★)、西縁の主要な谷(深部)地点(■)、東縁の谷地点(●)、西縁の崖(急峻な段差)地点(▼)、足羽山北の崖地点(▼)などを示している。

6. おわりに

福井平野の3次元メッシュごとに単点微動観測を行い、地表面から深部の地震基盤に至る3次元地盤構造を推定した。さらに、地震基盤を例にとってその特徴を明らかにした。最後になったが、本報告は文献10)を要約したものであることを付記しておきたい。

参考文献

- 1) 若松他: AIJ大会, pp. 227-228, 1998.
- 2) 山中他: 地震, 第2輯, 第53巻, pp. 37-43, 2000.
- 3) 前田他: 地域安全学会論文集, No. 3, pp. 147-156, 2001.
- 4) 小嶋他: 応用地質, 第46巻, 第1号, pp. 9-19, 2005.
- 5) 安井他: JSCE地震工学論文集, 第30巻, pp. 75-81, 2009.
- 6) 総務省: <http://www.stat.go.jp/data/mesh/pdf/gaiyo1.pdf#page=1>.
- 7) 狐崎他: 自然災害科学, 9(3), pp. 1-17, 1990.
- 8) 久田: AIJ構造系論文集, 第501号, pp. 49-56, 1997.
- 9) 山中他: AIJ構造系論文集, 第468号, pp. 9-17, 1995.
- 10) 安井他: 福井工業大学研究紀要, 第42号, 2012(掲載予定).

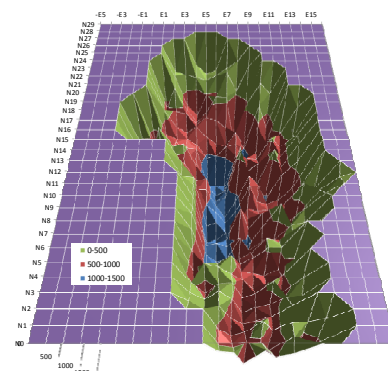


図-4 地震基盤深さの3次元鳥瞰図

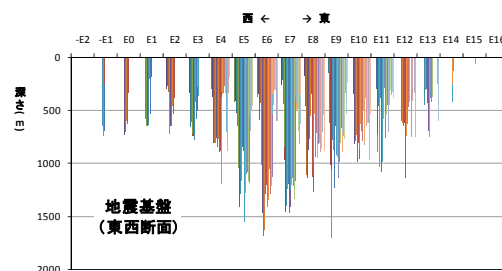


図-5 東西断面

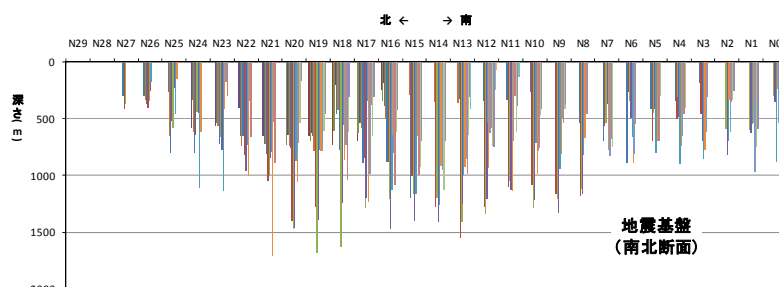


図-6 南北断面

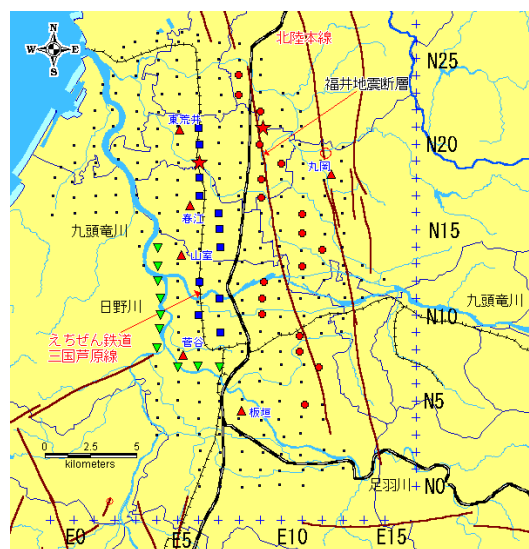


図-7 地震基盤の谷地点と崖地点