

福井地震断層周辺における常時微動観測

福井大学大学院 正会員 ○小嶋 啓介
(株)アイワホーム 越野 智博

1. まえがき

1948 年福井地震(M7.1)では、福井平野周辺で建物の倒壊率が 100%に迫る未曾有の被害が発生した。地震に伴う断層は厚い堆積層のため地表面に露出せず、地震直後に実施された測量で確認されたにすぎない。近年では重力、弾性波探査、ボーリングならびにトレンチ調査なども実施されているが、断層活動に伴う明確な地下構造の特定と活動履歴の解明には至っていない。本論では、弾性波探査の調査履歴がある測線に沿って、常時微動のアレイならびに三成分観測を実施し、Rayleigh 波の位相速度およびH/Vスペクトル特性から、観測点ごとのS波速度構造を推定することにより、断層活動に伴う地下構造推定の可能性を検討する。

2. 常時微動観測

図 - 1 は、福井平野中央部の地形図上に、想定される福井地震断層と常時微動の観測位置を示したものである。図に示す3つの測線において、田島川測線では天池、竹内らのPおよびS波探査実施地点、春江測線では福井県による福井平野東縁断層帯調査に際して実施されたP波探査地点、九頭竜川測線では井上らによるP波探査法の実施地点を含む線上にそれぞれ配置した。各測線とも、想定されている福井地震断層に直交する方向で、常時微動のアレイ観測▲と、一点三成分観測○を実施した。アレイ観測は正三角形配置とし、重心と頂点との距離を半径が5,15,40mの3種に設定し、サンプリング間隔0.01秒で約250秒間を観測した。アレイ中央の観測点ならびに周辺で実施した三成分観測からは、フーリエスペクトルとH/Vスペクトルを求めた。

3. S波速度構造の推定結果

鉛直動を対象としたアレイ観測で得られたデータに空間自己相関法(SPAC法)を適用してRayleigh波位相速度を求めた。得られた位相速度曲線とH/Vスペクトルをターゲットとし、遺伝的アルゴリズムを用いてS波速度と層厚を探索することで、観測点直下のS波速度と堆積層深度の逆解析を行なった。図 - 2 および3の○印は、田島川測線の断層の東西で実施したアレイ観測から求められた位相速度およびH/Vスペクトルを示している。H/Vスペクトルについては、0.6秒前後の明瞭なピークと、1.5秒付近の不明瞭なピークが確認できる。福井平野における多数

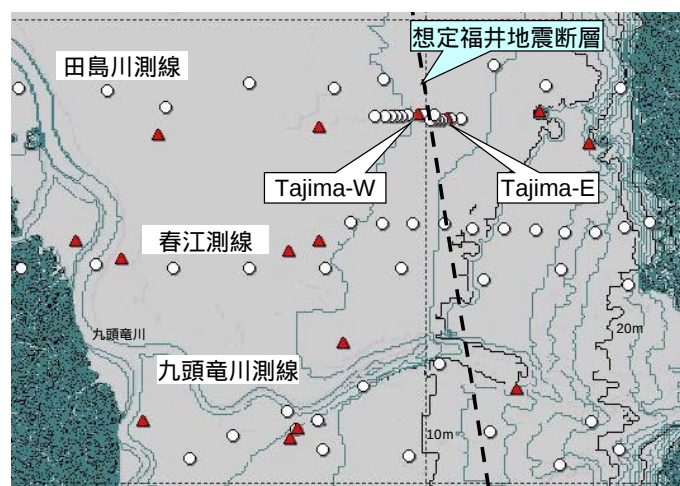


図 - 1 常時微動観測地点

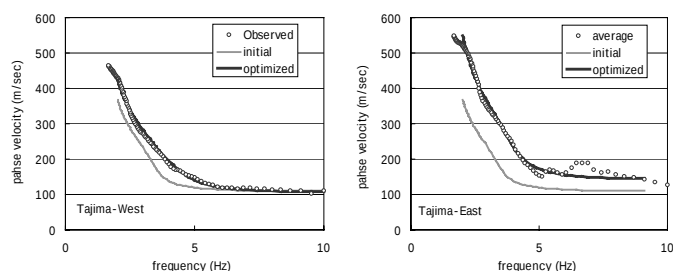


図 - 2 観測位相速度と理論位相速度の比較

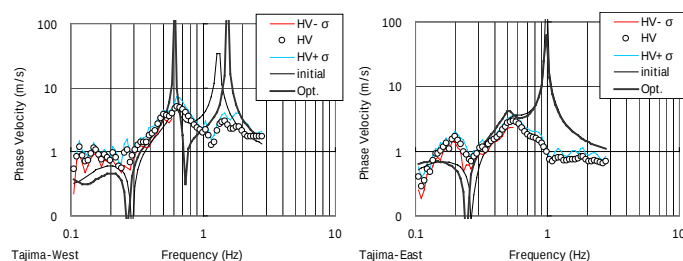


図 - 3 観測 H/V と Rayleigh 波の理論 H/V の比較

キーワード 福井地震断層, 地下構造の推定, 常時微動, アレイ観測, 位相速度

連絡先 〒910-8507 福井市文京 3-9-1 福井大学工学研究科 TEL 0776-27-8592

の微動観測結果から、これらのピークは沖積層および第四紀層最下面に起因した卓越周期と判断でき、本研究ではそれぞれ T_a と T_q と表記する。図 - 2, 3 の実線は、最適化された S 波速度構造による理論値であり、位相速度ならびに H/V スペクトルとともに、観測結果を良好に再現していると考えられる。図 - 4 は S 波速度構造の初期値および最適値であるが、断層の西側では東側に比較して、沖積層最下面で 2m、洪積層最下面で 16m 程度低く推定されている。

図 - 5 は、P 波測線における三成分観測から読み取られた卓越周期の分布である。 T_a 、 T_q ともに西側で大きくなる傾向が読み取れる。図 - 1 に示すとおり、測線の東側は標高が高く、扇状地地形、西側は氾濫原と三角州性地形が分布しており、西に向かって堆積層は厚く、S 波速度は小さくなるため、卓越周期が大きくなっているものと思われる。アレイ観測によって推定された S 波速度構造を基に、アレイ観測地点からの距離の 2 乗の逆比例する重み付け平均により S 波速度を補間し、三成分観測地点の T_a 、 T_q を拘束条件として、地点ごとの S 波速度構造を推定した。図 - 6 の $\square$ は、補間推定された三成分観測地点の第四紀層厚さを示している。図 - 5 に示した卓越周期 T_q の傾向に比較して、東西方向の深度の変化が小さくなっている。これは、測線の東側ほどアレイ観測から求められた S 波速度が大きくなることによるものである。同図の $\circ$ は、地質調査総合センターによる日本重力 CD-ROM のブーゲー異常データを用い、第四紀層の密度を 2.1、密度差を 0.57 として、駒澤の手法を適用して求めた第四紀層深度分布である。さらに、灰色線は福井県の地震被害予測調査で設定されている基盤深度、実線は P 波探査による第四紀層深度と解釈されている反射面を示している。いずれの手法による推定基盤構造とも、平野中央部で厚くなる傾向は同じであるが、微動から推定された基盤深度は、福井県の設定地盤と同様に、重力異常および P 波探査によるものと比較して、特に平野中央部で小さく求められていることが判る。図 - 7 は、田島川測線における沖積層に関する推定結果であり、実線は、天池らによる S 波探査の表層 3 層 ($V_s = 85, 140$ および 176 m/s) の境界と、ボーリングから求められた沖積層最下面を示している。図中の H1, H2 は、沖積層が 2 層からなると仮定して、微動から推定した構造を示している。微動による推定結果とボーリングによる結果は比較的近く、いずれも西側下がであるが、S 波探査に見られる不連続は確認できない。

4. あとがき

常時微動観測に基づいて S 波速度構造を推定する方法の、福井地震断層に伴う地下構造地盤変状探査への適用を試みた。推定された地盤構造は、福井平野の広域的な構造を反映しており、既存データと概ね一致する傾向を示したが、断層による明確な食違い構造の評価に応用するには更なる改良が必要と考えられる。

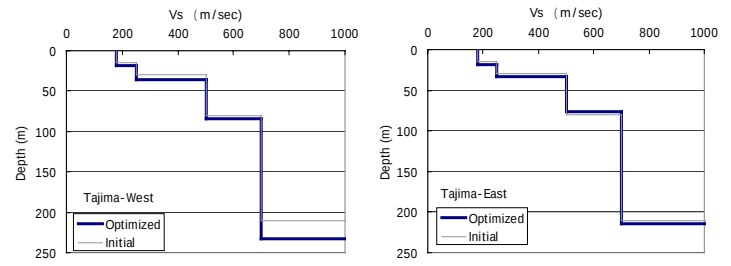


図 - 4 田島川アレイ観測地点の推定 S 波速度構造

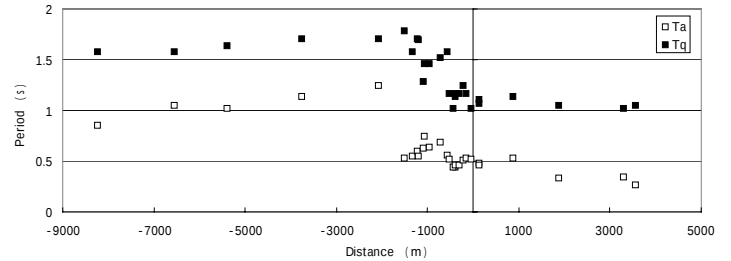


図 - 5 P 波測線の三成分観測から判定された卓越周期分布

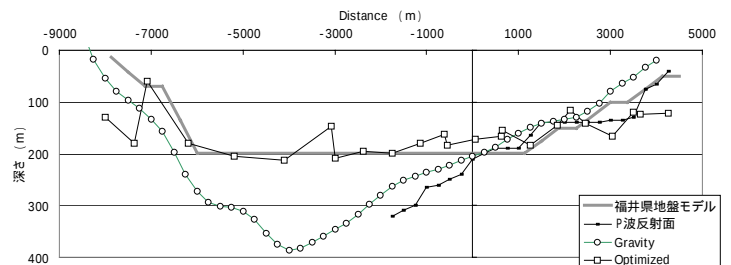


図 - 6 P 波測線の第四紀層厚分布の比較

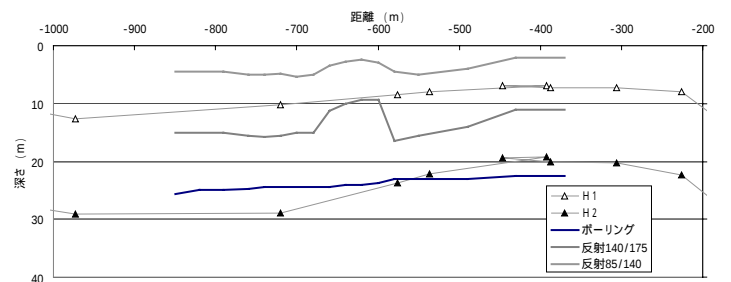


図 - 7 田島川測線の沖積層構造の比較