

ガイドウェーブ観測による茂住・祐延断層、跡津川断層深部構造の推定

Subsurface structure of the Mozumi-Sukenobu and Atotsugawa fault by trapped wave analysis

伊藤 久男[1], 西上 欽也[2], 桑原 保人[3]
Hisao Ito[1], Kin'ya Nishigami[2], Yasuto Kuwahara[3]

[1] 地質調査所, [2] 京大・防災研, [3] 地調
[1] Geological Survey of Japan, [2] Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., [3] GSJ

日本で唯一クリープが観測されている跡津川断層とそれとほぼ平行な茂住・祐延断層を対象にトラップ波の観測を行い、断層の深部構造を推定した。茂住・祐延断層の浅部では確認された2つの破砕帯を含む幅200mで低速度帯が存在するが、地震発生域の深度では幅30m程度の破砕帯が存在しているものと考えられる。

1. はじめに

ガイドウェーブは断層破砕帯内を伝播する境界波であり、トラップ波とも呼ばれる。トラップ波は観測点と震源の両方が同じ断層破砕帯内にある場合のみ観測され、その波形解析により断層深部構造を推定することが出来る。具体的には、断層を横切る地震計アレイ観測により、トラップ波を検出し、その波形モデリングにより断層破砕帯の幅、速度、Q等を推定する。さらに、トラップ波の観測される観測点・震源の組み合わせから、断層破砕帯の3次元構造およびセグメント構造を推定することが出来る。

トラップ波の観測は、1980年代後半から主としてサンアンドレアス断層に適用された。日本では1995年兵庫県南部地震の直後の余震観測により、初めてトラップ波が観測された。野島断層でのその後の研究から、ポアホール地震観測の重要性、および地表での観測波形から断層構造を推定する際には注意が必要であること等が分かりつつある。

2. 研究の目的・意義

本研究の対象地域では茂住・祐延断層および跡津川断層がほぼ平行に位置する。跡津川断層ではその一部でクリープ運動の発生が報告されており、地震活動との対応が議論されている。また、茂住・祐延断層においても地質学的研究からクリープ運動の可能性が指摘されている。本研究では、茂住観測坑道内で高密度地震アレイ観測を行うことにより、地上観測では得られない良質の波形データを取得し、両断層の深部破砕帯構造を推定することを目的とする。特に、断層破砕帯が深部まで存在するのか、2つの断層が深部でどのような形態で存在するか(つながっているのか)、クリープ領域と破砕帯構造との関係などに焦点を当てる。坑内観測による良好な波形データに基づき、複雑な現実的な地下構造モデルによる観測波形との比較検討は世界的にも行われておらず、本研究の進展により、断層の深部構造研究の飛躍的進展が期待される。

3. 研究の経過

平成8年度に跡津川断層では、跡津通洞坑に地震計アレイ設置し観測を開始した。茂住・祐延断層では、観測坑道掘削に伴う発破に対し地表断層上で臨時アレイ観測を行った。平成9年度に茂住・祐延断層では、茂住観測坑道内に32点の地震計アレイを設置し観測を開始した。

4. 観測概要及び観測波形の特徴

調査坑道内では茂住・祐延断層に関係した2つの破砕帯(A, B)が認められ、これらをまたいで約15m間隔で2Hz, 3成分地震計を32点設置した。データはイベントトリガ方式で24ビット, 500Hzサンプリングで収録されている。破砕帯に起因する以下のような特異な波形が得られた。

a. 震央位置が茂住断層近傍の地震については直達S波の直後に見かけ速度が直達S波に比較して非常に大きく、卓越周波数10Hz程度の波群がA, B破砕帯の近傍に存在する。一方、震源が茂住断層から遠い地震ではこのような波群は存在しておらず、特徴的波群がトラップ波と考えられる。

b. 震源位置によらず直達P波, S波の見かけ速度は茂住断層のA, B破砕帯を含む幅約200mで低速度である。この約200m幅の中でさらにA, B破砕帯部では直達P波, S波の見かけ速度は低速度である。この構造は少なくとも深度500m程度までは続いている。またS波後続波部で茂住断層のA, B破砕帯を含む幅約200mで反射を繰り返す。

5. 破砕帯の深部構造

幅 200m の低速度帯が地下深部まで連続的に続くモデルを仮定すると卓越周波数 3Hz 程度のトラップ波の発生が期待される。また、震源が破砕帯から 2 km 程度以上離れると、トラップ波に比較して破砕帯内での多重反射が卓越する事が期待される。実際の観測では 3Hz 程度の低周波の波群はこれまで 1 度も観測されて居らず、また低速度帯内での多重反射が明瞭に見て取れる。これらのことから浅部で確認された幅 200m の低速度帯は深度数 km 以上の地震発生域までは達していないといえる。一方、幅 30m の低速度帯のモデルでは卓越周波数 10Hz 程度のトラップ波の発生が期待される。これらのことから、地震発生域の深度まで幅 30m 程度の破砕帯が存在しているものと考えられる。

6 . 今後の展開

これまでの解析により、断層破砕帯に伴う低速度帯の存在およびその幅が推定された。今後さらに解析を進め、より詳細な断層深部構造の解明を目指す。具体的には、茂住・祐延断層、跡津川断層が深部でつながっているか、低速度層はどれくらいの深部まで存在するか、クリーブ領域との対応はあるか、等に焦点を当てる。解析においては、より複雑なモデリングが可能となるような改善が必要である。また、推定される破砕帯構造モデルの検証のため、震源を断層破砕帯内外に配置した人工地震実験を行うことも必要である。