

地下深部で活断層の破砕帯を同定する調査手法の検討

Examination of the investigation technique which identifies the crush zone of an active fault in the deep underground.

野原 壯 [1]; 丹羽 正和 [1]; 安江 健一 [1]; 島田 耕史 [1]

Tsuyoshi Nohara[1]; Masakazu Niwa[1]; Ken-ichi Yasue[1]; Koji Shimada[1]

[1] 原子力機構

[1] JAEA

1. はじめに

トンネル等の地下構造物の建設における地下深部の地質情報は、施設の設計を大きく左右することから、事前の調査は重要である。特に、活断層が地表付近に認められる場合には、より詳細な把握が必要である。そのためには、地下深部で活断層の破砕帯の位置を特定できるかどうかが最初の問題となる。これについて、本研究では、地下深部の断層の破砕帯の特徴を推定し、活断層調査トンネルの情報を踏まえてその特徴を用いた調査手法を検討した。

2. 累積変位量と破砕帯の幅の関係

顕著な地表地震断層が繰り返し現れる活断層について、地下深部で観察される変位の累積と破砕帯の幅の関係を検討した。断層の累積変位量と破砕帯の幅との相関が知られているので、この関係を用いて、地下の活断層の破砕帯の規模を推定する。

Otsuki (1978) は、国内外の24の断層の累積変位量 (D km) と破砕帯の幅 (W km) の間に、 $\log D = \log W + 1.78$ の関係があることを示した。例えば、累積変位量約3kmとされる跡津川断層と大原断層の破砕帯の幅は、それぞれ0.01~0.05kmと0.1~0.2kmとなる。この関係をもとに地表の累積変位量に対し、地下深部で変位が集中した破砕帯の規模を比較した場合、その幅がこの関係から推定した値と一致すれば、活断層の破砕帯を特定できる可能性がある。そこで、この調査の有効性を現地調査の結果から検討した。破砕帯の幅の調査は、形成年代が明らかな硬岩中の破砕帯での適用が有利と考えられる。本研究では、堆積岩を変位させる活断層について、それを貫くトンネルの情報から、破砕帯の特定手法の適用性を検討した。

3. 調査手法の検討

茂住-祐延断層(跡津川断層帯)は、空中写真判読の結果からは位置不明瞭の活断層とされるが、その東半分では河川屈曲などの変位地形が確認できる推定活断層である。この活断層を貫いて、地下深部に活断層調査専用のトンネルが設けられている。トンネルの直上付近では顕著な変位地形は認められない。

トンネル内部の詳細な地質調査の結果、地層の変位、断層粘土や断層角レキの分布、条線の方向などが明らかにされ、変位が累積する断層の位置が絞り込まれている(伊藤ほか, 1998; Nohara et al., 2006)。トンネルで行われたボーリングのデータを踏まえて、変位の累積が集中する活断層の位置を特定した。この断層はほぼ垂直の傾斜をもち、断層粘土の幅約2m、断層粘土と断層角レキを含めた断層破砕帯の幅は約20mである。この断層破砕帯の地上への延長方向と、地表の推定活断層の位置はほぼ一致する。この推定活断層の累積変位量は、横山衝上断層の右横ずれから約500mと推定される。この累積変位量に対し、Otsuki (1978) の断層の累積変位量と破砕帯の幅の関係から求められる破砕帯の幅は、約2~20mである。観察された破砕帯の幅は約20mであり、累積変位量から推定したとほぼ一致する。このように、地層の変位、断層粘土の発達状況および条線の方向から、活断層の破砕帯を特定できる可能性が示された。

本研究では、さらに活断層の破砕帯周辺の岩盤の特徴を調べた。トンネル内の活断層の破砕帯近傍約50mの範囲内に、高角の小断層が分布する。トンネル壁面の観察と、トンネルから実施したボーリング調査の結果、活断層の破砕帯とその近傍の小断層との交差部付近の岩盤で、砂岩の割れ目を充填した石英脈の破壊とその破壊面に形成されたカルサイトが認められた。また、活断層の破砕帯から約100~150mの範囲と、0~50mの範囲を比較すると、後者の範囲の石英脈の破壊が顕著で、割れ目ネットワークが長く発達し、割れ目の開口幅が拡大している傾向が認められた。この石英脈の破壊は、活断層の活動に伴う周辺岩盤中の小断層の破断によるもので、割れ目ネットワークが発達していると推定され、主要な帯水層の存在が確認されている(Nohara et al., 2006)。これらの石英脈の破壊や帯水層の分布が活断層周辺岩盤の特徴のひとつだとすれば、地下深部での活断層の破砕帯の位置の特定には、地層の変位、断層粘土等の発達状況、条線の方向の調査に加えて、地下深部の断層周辺岩盤の割れ目等の開口幅の拡大や、その痕跡に関する地質学的調査や水理地質学的調査が有効である。

伊藤ほか(1998) 活断層地下観測場: 茂住祐延断層調査坑道(速報), 月刊地球.

Nohara et al. (2006) In situ hydraulic test in the active fault survey tunnel, Kamioka Mine, excavated through the active Mozumi-Sukenobu Fault zone and their hydrogeological significance, Island Arc.

Otsuki (1978) On the relationship between the width of shear zone and the displacement along fault, Jour. Geol. Soc. Japan.