

## 野島断層破砕帯の物理特性 - 平林 NIED 井における孔内検層 -

## Physical properties of the Nojima fault fracture zone -Well logging in the Hirabayashi NIED borehole-

# 小村 健太朗[1], 池田 隆司[2], 飯尾 能久[3], 新井 崇史[4], 小林 健太[5], 島田 耕史[6], 田中 秀実[7], 富田 倫明[8], 平野 聡[9], 松田 達生[2]

# Kentaro Omura[1], Ryuji Ikeda[1], Yoshihisa Iio[2], Takashi Arai[3], Kenta Kobayashi[4], Koji Shimada[5], Hidemi Tanaka[6], Tomoaki TOMITA[7], Satoshi Hirano[8], Tatsuo Matsuda[1]

[1] 防災科研, [2] 防災科技研, [3] 東大・地震研, [4] 信州大・理・地球システム, [5] 新潟大・自然科学, [6] 早稲田大・教育・地球科学, [7] 愛媛大・理・生物地球圏科学, [8] 筑波大・地球, [9] 海洋科学技術センター・地震フロンティア

[1] NIED, [2] ERI, [3] Fac. of Sci., Sinshu Univ, [4] Grad. Sch. Sci. & Tech., Niigata Univ., [5] Inst. Earth Sci., Waseda Univ., [6] Dept. of Geo/Biospheric Sci., Ehime Univ, [7] Geoscience Inst., Univ. of Tsukuba, [8] Front. Res. Prog. Subduct. Dynam., JAMSTEC

1995年兵庫県南部地震地震の後の断層面を貫く掘削により、孔内物理検層を実施した。検層結果、特にノルマル検層、マイクロ検層、音波検層、密度検層、中性子（間隙率）検層においては採取コアにみられる破砕帯に対応して顕著な変化がみられ、検層項目間に相関がみられた。花崗岩質の母岩部と破砕帯部を比較すると、ノルマル比抵抗は数百～数千 m が数十 m に、マイクロ比抵抗は数十 m が数 m に、P波速度は5～6km/sec が2～4 km/sec に、密度は2.6g/cm<sup>3</sup> が1.5～2.0g/cm<sup>3</sup> に、中性子間隙率は数%が数十%に減少、ないし増加していた。

1995年兵庫県南部地震に伴い淡路島北部に位置する野島断層が活動し、地表に地震断層が現れた。防災科学技術研究所では、地震直後の断層浅部の物理、化学、地質学的な状態を把握するために、地表断層面から南東約302mの位置から断層面を貫くように掘削長1838mの孔井を掘削し、1000m以深で連続コアを採取するとともに孔内物理検層を実施した。採取コアは大部分が花崗岩質（一部で貫入岩を含む）であったが、1140m、1300m、1800m付近では断層運動に伴った激しい破砕や変形、変質作用を被った断層破砕帯が確認された。検層結果にも破砕帯に対応するように顕著な変化が見られた。本研究では破砕帯部に対応する検層データを検討し、検層データからみた破砕帯部の特性を見いだすことを試みた。

その前に、採取コアと検層結果を比較する際、コア採取深度と検層深度とは必ずしも一致対応しているわけではないことに注意しなければならない。コアの採取深度（今後、コア深度と呼ぶ）は、岩石コアを採取する際、地上でつなぎ合わせていくドリルパイプの総延長をもって深度としている。一方、検層深度は、孔内検層の際、検層ツールを降下していく検層ケーブルを地上で測った総延長をもって深度としている。ドリルパイプをつないでいくにつれ、また検層ケーブルを降ろしていくにつれ自重によりおのおの引き伸ばされていくが、その伸びかたが両者で異なる。そのため、採取コアと検層結果を比較しようとして、ある深度のコアをそのまま同じ深度の検層結果にあてはめてみることはできない。本孔井では貫入岩の線検層の結果、つまり自然線強度が周囲の花崗岩部とは系統的に異なっていることを利用して、採取コアに見られる貫入岩境界のコア深度と検層結果にみられる境界の検層深度を比較し、コア深度と検層深度とのずれの補正を行った。ちなみに正確には「深度」ではなく「掘削長」あるいは「ケーブル長」と呼ぶべきだが、平林 NIED 井の傾斜は鉛直に近いので、「深度」といってさしつかえない。

実施された検層種目のうち、ノルマル検層、マイクロ検層、音波検層、密度検層、中性子（間隙率）検層においては破砕帯に対応して顕著な変化がみられた。破砕されていない花崗岩質の母岩部ではおおそノルマル比抵抗が数百から数千 m、マイクロ比抵抗が数十 m、P波速度が5～6km/sec、密度が2.6g/cm<sup>3</sup>、中性子間隙率が数%であるのに対して、破砕帯部ではそれぞれ、ノルマル比抵抗が数十 m、マイクロ比抵抗が数 m、P波速度が2～4 km/sec、密度が1.5～2.0g/cm<sup>3</sup>、中性子間隙率が数十%に減少、ないし増加していた。

つづいて中性子間隙率が10%を越え、P波速度が5km/secを下回っている3カ所の破砕帯部それぞれにおいて、検層種目のあいだの相関を調べた。中性子間隙率の増加に比例して密度は減少するが、減少の割合が母岩部に比べて大きい。また、P波速度と見掛け比抵抗の対数とは比例関係を示しているが、比例直線の傾きが母岩部に比べて小さくなっている。さらに、P波速度と中性子間隙率との比例関係からのずれが大きいこと、見掛け比抵抗と中性子間隙率あいだで Archie の関係式からのずれが大きいこと、が特徴づけられた。いっぽうで3カ所の破砕帯部同士を比べてみると、もっとも深い位置にある破砕帯部1780～1830mは他の破砕帯部に比べて、見掛け比抵抗の低下が大きい割にはP波速度、密度、中性子間隙率の変化が小さくなっていた。破砕履歴などの性格が他の深度の破砕帯とは異なっている可能性がある。

このように今回の平林 NIED 井の孔内検層からは、破砕帯部と母岩部との違い、複数の破砕帯部の相互の違いについて定性的な評価が有効であった。コア観察でも破砕の影響を受けた部分と、破砕の影響のほとんどない、新鮮

な母岩との見分けが明瞭であったことが検層結果にもあらわれている。

本研究では母岩に対して破碎帯部をまとめたものとして扱い母岩部 vs 破碎帯部という構図で議論してきた。しかし、実際には破碎帯内でも検層結果は複雑に変化している。それに対応するように採取コアの詳細観察による断層岩分布も単純ではない。また、検層結果にみられる破碎帯部と母岩部との違いは、破碎の程度（あるいは亀裂密度）、粘土鉱物の多寡、化学組成などの違いに関係するものと予想されるが、その定量的な議論は現状では困難である。これら問題を明確にするために、今後、破碎帯内の断層岩の変形・破碎/変質分布と検層結果との詳細な対比が有効と考えられる。