

速度データから推定した野島断層のクラックパラメータ

Estimate of crack parameter of the Nojima fault by using velocity data

木口 努[1], 伊藤 久男[2]

Tsutomu Kiguchi[1], Hisao Ito[2]

[1] 産総研, [2] 地質調査所

[1] AIST, [2] Geological Survey of Japan

野島断層を貫く坑井の検層データから得られたP波速度と理論計算により求めた亀裂を含む媒質のP波速度との比較を行い、検層データと整合する野島断層のクラックパラメータの推定を行った。孔隙率とP波速度が共に変化する360m付近では、検層データの変化は配向する亀裂によるものとする、傾斜角40°の亀裂が分布する亀裂モデルにより検層データの変化を説明することが出来る。また、断層破碎帯内でP波速度は変化するが孔隙率が変化しない深度区間については、亀裂の傾斜角が30°から60°に変化する亀裂モデル、あるいは亀裂のアスペクト比が0.025から0.3に変化する亀裂モデルにより検層データを説明することが出来る。

1995年兵庫県南部地震の後、地質調査所は淡路島平林地区に野島断層を貫く深度747mの坑井を掘削した。コア観察により、深度426mから747mまでの範囲を断層活動の影響を受けて変質・変形した断層破碎帯と定義し、野島断層の中軸帯は深度623mから625mの断層ガウジと判断した。掘削後、DSI、FMI検層を含む各種検層を行った。断層破碎帯の内側の深度500m付近から、低比抵抗、低密度、高孔隙率、低速度が示され、深度623m~625mの断層ガウジ部分では特に著しい低比抵抗、低密度、高孔隙率、低速度の特徴がある。

本発表では、坑井周辺に分布する亀裂をモデル化するために、検層から得られたP波速度と理論計算により求めた亀裂を含む媒質のP波速度との比較を行い、検層データと整合するクラックパラメータの推定を行った。

理論計算としてNishizawa(1981)の方法を用いて、扁平な回転楕円体の亀裂を含む媒質の有効弾性定数を求め、この定数からP波速度を計算した。今回の計算では、等方な媒質に回転楕円体の短軸方向が互いに平行である亀裂を含むモデルを用いた。亀裂は大気圧下、20℃の水で飽和されているとした。

検層データから、孔隙率とP波速度が共に変化する深度区間と、P波速度は変化するが孔隙率は一定である深度区間を選び、それぞれの深度区間について亀裂モデルを作成した。深度360m付近では、検層データから、孔隙率が0.02から0.13に増加し、P波速度が5.4 km/sから4.2 km/sに減少している。孔隙率とP波速度の両方が変化することを説明できる亀裂モデルを検討するために、孔隙率に対するP波速度を理論計算から求めた。このとき、配向する亀裂の傾斜角を0°から90°まで変化させた。亀裂の傾斜角が40°の場合の計算結果に注目すると、孔隙率が0.02から0.13に変化するとP波速度は5.4 km/sから4.2 km/sに変化し、検層データの変化と一致する。従って、深度360m付近のP波速度と孔隙率の変化が配向した亀裂によるものとするならば、傾斜角40°の亀裂が分布するという亀裂モデルにより、P波速度と孔隙率の変化を説明することが出来る。FMI検層による亀裂解析から、深度360mを含む浅部花崗閃緑岩では傾斜角40°の亀裂が卓越している。

断層破碎帯に含まれる深度720mから740mの区間では、P波速度は4.0 km/sから5.2 km/sに増加しているが孔隙率は0.08でほぼ一定である。孔隙率が一定であり速度が変化することを説明できる亀裂モデルを検討するために、亀裂の傾斜角に対するP波速度、及び亀裂のアスペクト比に対するP波速度を理論計算から求めた。両者とも孔隙率は0.08で一定としている。計算したP波速度について、それぞれ、亀裂の傾斜角が30°から60°に変化したとき、亀裂のアスペクト比が0.025から0.3に変化したときにP波速度は4.0 km/sから5.2 km/sに増加する。従って、深度720mから740mの区間のP波速度の変化が配向した亀裂によるものとするならば、傾斜角が30°から60°に変化する亀裂モデル、あるいは、アスペクト比が0.025から0.3に変化する亀裂モデルにより、孔隙率が一定でP波速度が変化することを説明出来る。ここでは、検層データのP波速度と孔隙率の変化を説明できるクラックパラメータの例を2つ示したが、今後も各種の検層データを用いて野島断層破碎帯の内外の亀裂モデルの作成を進める。

また、O'Connell and Budiansky (1974)による亀裂モデルに、速度検層から得たP波速度とS波速度を適用することから、断層破碎帯の内外の亀裂密度 (crack density)、亀裂の飽和度などを推定した。断層破碎帯外の浅部はP波速度が概ね5 km/s以上であるが、いくつかの深度区間では4.5 km/s以下の低速度を示す。これらの低速度区間は、O'Connell and Budiansky (1974)の亀裂モデルによると、亀裂の飽和度が0.8以上と大きく、またP波速度が5 km/s以上であるの深度に比べると亀裂密度は大きく0.6~1.0を示す。断層破碎帯内の変形・変質を受けた花崗閃緑岩の深度区間では、断層中軸帯に近づくに従い亀裂密度が大きくなり、アスペクト比が小さくなる。亀裂の飽和度は0.8以上と大きい。

以上のように、検層データを用いて野島断層を貫く坑井の周辺に分布する亀裂の特性について解析を行った。今後は検層データにコアの室内実験の結果を加えて、野島断層の亀裂をより定量的にモデル化するために検討を行

う.