

水理地質構造概念モデルを用いた概括的な数値解析 断層運動時の水理環境の変化の推定

Comprehensive numerical analysis using the hydrogeology structural concept model

野原 壯[1], 田中 秀実[2], 古屋 和夫[3], 児玉 敏雄[4], 石丸 恒存[5]

Tsuyoshi Nohara[1], Hidemi Tanaka[2], Kazuo Furuya[3], Toshio Kodama[4], Tsuneari Ishimaru[1]

[1] JNC・東濃地科学センター, [2] 東大・理・地球惑星, [3] 佐藤工業(株)佐藤総研, [4] 佐藤工業, [5] サイクル機構・東濃地科学センター

[1] Tono Geoscience Center, JNC, [2] Dept. of Earth and Planet Sci., Univ. Tokyo, [3] Sato Research Institute, Sato Kogyo, [4] Sato Kogyo

1. はじめに

兵庫県南部地震に伴い、野島断層では、井戸水の枯渇や湧水量の増加など、地下水の水理環境の変化が報告されている。それらの変化の原因として、断層周辺の帯水層の透水性の増加などが考えられている。一方、野島断層では大学や、産総研、防災科技研等によるボーリング調査が行われ、岩石の地質学的な観察等の結果が多数報告されている。地下の断層部の水理変化の可能性としては、断層部の透水係数の増加(石丸、1997)や、断層に沿った地表から地下深部への酸化的な地表水の流入(宇田ほか、1998)などが推定されている。

本報告では、岩石学、地下水学、岩盤力学等に関する情報を踏まえた概括的な水理地質構造概念モデルを作成し、そのモデルを使用した数値解析を行い、断層運動に伴う地下水流動の変化の原因等について推定した。

2. 目的

ボーリング調査(岩石の地質学的調査、透水試験等)や現地での地下水調査等により得られた様々な情報を踏まえて、断層およびその周辺岩盤の水理地質構造の概念モデルを作成する。断層ガウジおよびその周辺岩盤の水理地質構造と、断層運動に伴うそれらの変化に着目し、上記の概念モデルを用いて数値解析を行い、断層運動に伴う地下水流動の変化の原因等について推定する。

3. 方法

以下の手順により、野島断層を例に概念モデルの作成、数値解析を実施した。まず、野島断層ボーリングコアの観察(肉眼観察、薄片観察)の結果をもとに、断層ガウジおよび周辺岩盤を数種類のゾーンに区分した。さらに、ボーリング調査(透水試験等の原位置試験および室内試験、コアの肉眼観察および薄片観察)の結果をもとに、一般的な岩石の物性値を踏まえて、上記の各ゾーンごとに透水係数、弾性係数、ポアソン比等を推定し、概念モデルを作成した。透水係数、弾性係数等は、ボーリング調査(透水試験、コア観察)結果等をもとに推定した。

上記の概念モデルを用いて、数値解析を行った。解析では、断層に沿って、地下深部に地表水が流入する可能性を検討するため、条件として、地震断層周辺の岩盤の地殻応力が地震後に1割程度減少(例えば、シヨルツ、1993)して、岩盤が弾性的に伸張、透水性が増加することを仮定したケース(ケース1)と、地震時に地震断層のジョグ部等で透水性が増加すること(例えば、Sibson、1987)を仮定したケース(ケース2)を想定した。地震後の地殻応力は、ボーリング調査(応力測定)の結果等から推定した。また、兵庫県南部地震後に淡路島北部の山地部の地下水位が低下、低地部の湧水量が増加したという観測結果に対し、地震に伴い震央近傍の帯水層の透水係数が増加する(例えば、Rojstaczer S. et al., 1995)ことに着目し、上記ケース2の解析の条件に、風化花崗岩が緩み、透水係数が増加する仮定(酒井ほか、1998)を与えたケース(ケース3)を検討した。数値解析は、地下水流動場を多孔質媒体とし、ダルシー則を用いた有限要素法による2次元応力・浸透連成解析プログラム(UNICOUP)を用いた。

4. 結果および考察

野島断層のボーリング調査(岩石の地質学的調査、透水試験等)結果のデータをもとに、断層ガウジ及びその周辺岩盤の水理地質構造の概念モデルを作成した。

また、野島断層を例に、上記のケース1~3を仮定して数値解析を行い、走向ずれを伴う逆断層(地震断層)の運動に伴う地下深部の地下水流動の変化の原因と、それらに関連して地下で起こる可能性のある現象について推定した。予察的な結果と、それらをもとにした考察を以下に示す。

・いずれのケースにおいても、地震断層の運動に伴い、断層ガウジ近傍の水位が地下深部まで下がる結果が得られた。地震断層の運動に伴う地殻応力の減少や地震断層のズレは、地震断層近傍の地下深部の水理環境を変化させる可能性がある。

・地震に伴い地震断層の断層ガウジ及びその近傍で透水係数が増加する場合、地下深部に酸化的な水が流入して一時的に酸化的な状態が生じる可能性がある。

・ケース2において、複数の連続する断層ガウジが近接して分布し、それらに挟まれた部分で地表に達する大きなズレが生じた場合と、単独の断層ガウジと岩盤の境界でズレが生じた場合とを想定してそれらの解析結果を比

較すると、前者の方が影響範囲は狭いが水位変化は大きい傾向がある。

・風化した花崗岩等の地表付近の不安定な岩盤に、地震に伴う緩みが発生し透水係数が増加する条件を与えた数値解析の結果は、兵庫県南部地震後に淡路島北部の山地部の地下水位の低下および低地部の湧水量の増加等、現地で観測された結果と整合的である。

なお、現在のモデルの東西境界条件は固定値としており、それが原因と考えられる影響がみられる。この影響の除去については今後の課題である。