

断層運動に伴う周辺岩盤の長期挙動解析 - 解析手法の確証方法に関する一考察 -

（財）原子力環境整備促進・資金管理センター 正会員 石橋 勝彦、正会員 安藤 賢一
 鹿島建設（株） 正会員 ○田部井 和人、正会員 森川 誠司
 住鉱コンサルタント（株） 水落 幸広
 京都大学大学院 正会員 大西 有三

1. はじめに

高レベル放射性廃棄物地層処分事業（以下、HLW 地層処分事業）において地質環境の長期安定性を確認する事は重要であり、特に、断層運動を評価する技術の基盤整備が肝要と判断される。筆者らは、HLW 地層処分事業の既存情報による調査段階で、長期間にわたる断層運動が周辺岩盤に与える力学的影響を概略評価するための解析手法の検討を行ってきた。具体的には、平面二次元有限要素法により断層運動に伴う応力・ひずみ変動が相対的に低い領域を推定する手法（以下、本解析手法）を検討

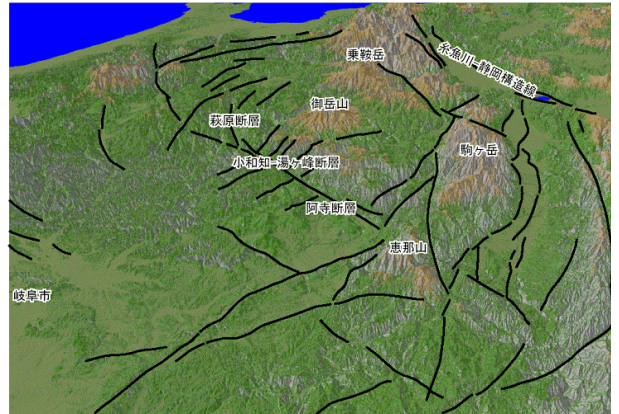


図-1 飯田地域の活断層群

した。わが国で過去に明瞭な断層活動があり、地質学的な観測データが比較的揃っている飯田地域（図-1 参照）を事例地域として、阿寺断層系（萩原、小和知-湯ヶ峰、阿寺）の 8,000 年間の断層活動を模擬した解析¹⁾や飯田地域に存在する活動度 A,B 級の活断層群の 10 万年間にわたる断層活動を模擬した解析²⁾をこれまでに実施してきた。今回は、本解析手法の確証方法に関して考察を行い、その結果について以下に報告する。

2. 本解析手法の確証に関する基本的考え方

確証とは、「モデルがその対象とした挙動・現象を正しく表現できているか示す事」³⁾である。すなわち、本解析手法の確証を行うには、モデル化と解析結果の各々について妥当性を確認することが望ましい。モデル化の妥当性に関しては、地質学的観点と数値解析的観点の両面から検討した。解析結果の妥当性に関しては、本来実測値と解析結果を直接比較することが望ましいが、地質環境の解析に対応する長期的実測値が存在しないため、長期的な断層活動により生じたと地質学的に類推される事象と解析結果の整合性を検討した。

3. モデル化の妥当性について

モデル化の妥当性に関しては、表-1 に示す根拠に基づいて入力パラメータの設定をしており、地質学的観点での問題は少ないと判断できる。また、数値解析的モデル化に関して表-2 に示すように、断層端部に与える変位分布の設定方法に関する比較検討や他手法による数値解析結果との比較検討を行って整合性を確認できたことから、数値解析的観点での妥当性にも問題は少ないと判断できる。以上のように、地質学的観点と数値解析的観点の両面から解析モデルの妥当性を確認した。

表-1 入力パラメータの設定方法

項目	設定方法
岩盤物性	飯田地域に広く分布している濃飛流紋岩相当の岩盤として、岩盤分類から B ~ C _H 級の物性を設定
初期応力	竹内ら ⁴⁾ による広域応力場の考え方等を参考に、南北方向:25MPa(土被り相当)東西方向 37.5MPa の一様初期応力を設定
活断層区分	セグメント区分により各活断層を区分
活断層の活動特性	活断層の断層変位は「新編 日本の活断層」の活動度から仮定 阿寺断層系の 8,000 年間の活動順序はトレンチ結果から設定 飯田地域の全活断層の 10 万年間の活動順序は金折 ⁵⁾ の仮説に基づいて設定

表-2 数値解析的モデル化の検討

項目	内容
断層端部の変位分布の妥当性	クラック先端の理論解から設定する方法と台形分布で設定する方法との比較による確認
解析結果全体の妥当性	半無限弾性体の理論解との比較による確認

キーワード : 二次元 FEM 解析、長期地質変動、飯田地域、活断層

連絡先 : 〒105-0001 東京都港区虎ノ門 2-8-10, TEL (03) 3504-1081, FAX (03) 3504-1297

4．解析結果の妥当性について（地質学的に類推される事象との比較）

事例地域においては、阿寺断層系周辺の低密度領域の分布と阿寺山塊の安定した岩帯の存在に関して地質学的観点から以下のように類推される。まず、重力探査などから推定される阿寺断層周辺の低密度領域は、熱水変質や火成活動が成因である可能性は低いと考えられており⁶⁾、断層活動による破碎帯の存在を反映しているものと見なせる。次に、断層に囲まれた阿寺山塊内の火山噴出物の分布には、断層活動などに起因する不連続性が見られないという既存の研究⁷⁾から、周辺での断層活動は阿寺山塊部分に及ぼしている影響が小さいと考えられる。阿寺断層系の 8,000 年間の断層活動を模擬した解析から得られた増分の最大せん断ひずみ分布（図-2 参照）と飯田地域の重力基盤面等高線図（図-3 参照）から推定される阿寺断層系周辺の低密度領域（薄灰色部）を比較すると、ともに阿寺断層系に沿った分布形状を示しており、その分布傾向はおおむね整合している。また、飯田地域に存在する活断層群の 10 万年間の断層活動を模擬した解析から得られた阿寺山塊付近の増分の最大せん断ひずみ分布（図-4 参照）は、図-5 に示す阿寺山塊内（図の灰色部）では周辺での断層活動による影響が小さいという知見と整合する。

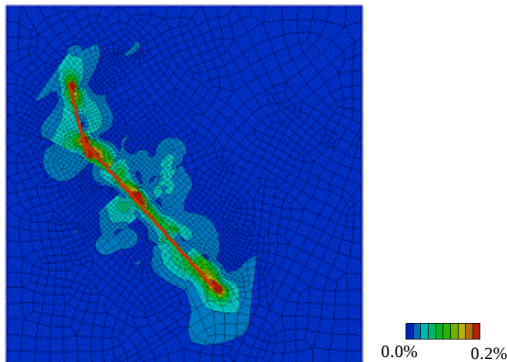


図-2 最大せん断ひずみ分布図

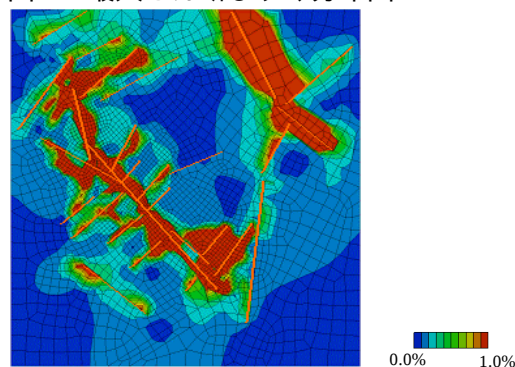


図-4 最大せん断ひずみ分布図

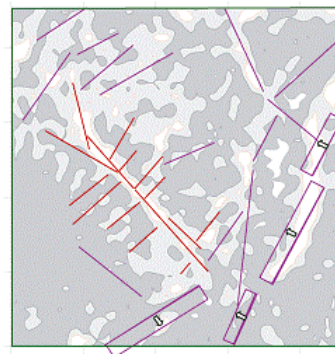


図-3 飯田地域の重力基盤面等高線図

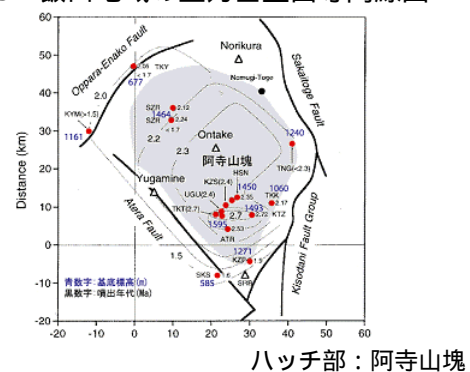


図-5 阿寺山塊の分布⁷⁾

5．おわりに

今回行った確認方法の検討により、本解析手法を飯田地域に適用した事例検討の結果は妥当であると判断された。断層運動による影響を概略評価する手法として本解析手法を HLW 地層処分事業に適用するためには、本解析手法の一般性・信頼性を高める必要があり、今後は他地域での検討を行って事例を増やすとともに、既往地震時の地表変位観測データや地盤模型による断層活動実験結果との比較を行っていきたい。なお、本報告は経済産業省からの委託による「放射性廃棄物地層処分経済性向上調査」の成果の一部である。

参考文献

- 1) 田部井他, 長期的な断層運動が周辺岩盤に与える力学的影響, 第 36 回地盤工学研究発表会講演集, pp.1211-1212, 2001
- 2) 田部井他, 断層運動に伴う周辺岩盤の長期挙動予測, 土木学会第 56 回年次学術講演会, -A-284, pp.568-569, 2001
- 3) 電気事業連合会, 高レベル放射性廃棄物地層処分の事業化技術, 1999
- 4) 竹内章, 中部日本内帯における新規応力場, 月刊地球, Vol.1, No.9, p.574-580, 1988
- 5) 金折祐司, 甦る断層, 近未来社, 1993
- 6) Ikeda, Central Japan's Atera Active Fault's Wide-Fracture Zone: An Examination of the Structure and In-situ Crustal Stress, AGU '01 Fall Meeting, 2001
- 7) Kimura and Yoshida, Mantle diapir-induced arc volcanism: The Ueno Basalts, Nomugi-Toge and Hida volcanic suites, central Japan, The Island Arc, Vol.8, p.304-322, 1999