

断層運動に伴う周辺岩盤の長期挙動予測 - 解析モデル化に関する検討 -

鹿島建設（株） 正会員 ○田部井 和人、森川 誠司

（財）原子力環境整備促進・資金管理センター 藤原 愛、石橋 勝彦、安達 哲也

住友金属鉱山（株） 水落 幸広

京都大学大学院 正会員 大西 有三

1. はじめに

本研究は、長期的な断層運動による周辺岩盤への影響を解析的手法により検討することを目的としている。ここでは解析手法を検討するため、わが国で地質学的な観測データが比較的揃っている阿寺断層系（萩原断層、小和知-湯ヶ峰断層、阿寺断層）周辺を中心とした百数十 km 範囲を事例地域としてモデル化し、断層運動を静的に模擬した二次元 FEM 解析を行い、各種パラメータ（岩盤の非線形性、滑動順序、岩盤物性）が周辺岩盤に与える影響について比較検討を行った結果について報告する。

2. 解析モデル

飯田地域は中部山岳地域の南端に位置し、阿寺断層系を含む多くの活断層が集中する地域である。阿寺断層系の周辺では歴史地震により活動した活断層が多く存在し、断層の力学的な相互作用を検討する上では資料が多い。このような理由から、阿寺断層系をほぼ中心として、東西 150km、南北 150km の領域を解析領域とした。図 1 に解析領域のうち断層をモデル化した 90km×90km の領域における解析メッシュを示す。境界条件は解析領域外周を固定条件とし、阿寺断層を含む全ての断層をジョイント要素、周辺岩盤をソリッド要素としてモデル化した。中部山岳地域を右回転するブロック構造という仮定¹⁾や断層の滑動開始時期、断層の平均変位速度などの地質学的な考察に基づいて、図 2 に示すような各活断層の 100,000 年間の滑動順序並びに滑動量を設定し、その滑動量を強制変位量としてジョイント要素に直接与えた。ただし、断層端部の過大な応力集中を避けるため、断層端部に与える変位分布は線形破壊力学に基づくクラック先端付近の変位分布の理論解（モードⅡ）²⁾を参考に設定した。岩盤の物性は飯田地域の健全な岩盤を想定して、岩盤分類で B～C_H 級の物性を設定した（表 1 参照）。初期地圧は、深度 1,000m 地点の応力状態を評価する事として、南北方向に土被り相当の 25MPa、東西圧縮優勢³⁾であることから、東西方向に 37.5MPa

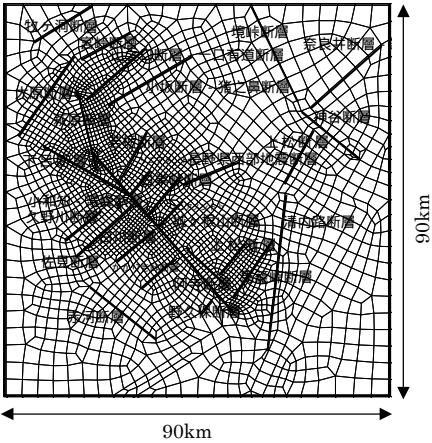
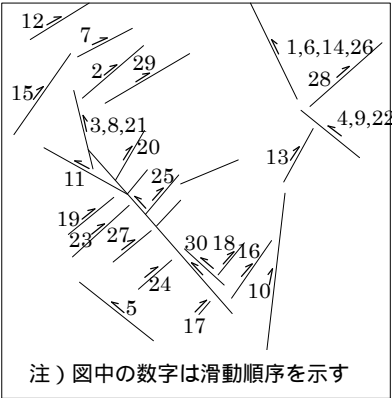


図 1 解析メッシュ図（拡大図）



滑動量は阿寺断層系、境峠断層、神谷断層は 90m
それ以外は 50m

図 2 地質学的な考察に基づいて
設定した滑動順序

表 1 岩盤物性（健全な岩盤を仮定）

弾性係数	25,000MPa
ポアソン比	0.18
粘着力	2.5MPa
内部摩擦角	58°

表 2 岩盤物性（破碎した岩盤を仮定）

弾性係数	2,500MPa
ポアソン比	0.38
粘着力	0.4MPa
内部摩擦角	38°

（南北方向の 1.5 倍）と仮定した。以上を解析の基本ケースとした。さらにパラメータスタディとして、岩盤の非線形性、滑動順序、岩盤物性が各々解析結果に与える影響を検討することを目的に、岩盤を線形弾性とした解析、ランダムな滑動順序による解析、岩盤の物性を破碎した岩盤相当（岩盤分類で C_L 級、表 2 参照）にした解析を行った。

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 : 〒107-8502 東京都港区赤坂 6-5-30, 鹿島建設(株), TEL(03)5561-2402, FAX(03)5561-2109

3. 解析結果

解析結果として、各解析の最大せん断ひずみ分布図を図 3(1)～(4)に示す。各解析で共通する傾向として、阿寺断層系、神谷断層、境峠断層の周辺で最大せん断ひずみが集中している事が分かる。図 3(1)に示す基本ケースの非線形弾性解析と図 3(2)に示す線形弾性解析の結果を比較すると、線形解析に比べ、非線形解析の結果は最大せん断ひずみが断層近傍に集中し、逆に断層から少し離れた周辺岩盤では最大せん断ひずみが 0.1%ほど小さくなっている。これは、周辺岩盤の非線形性を考慮することにより、断層近傍の岩盤の剛性が低下し、ここにひずみが集中したためと考えられる。したがって、実際には断層近傍に破碎帯が存在する事を考えると非線形解析による結果の方が、より実際の状態に近いものを表していると考えられる。次に、断層の滑動順序を地質学的な考察に基づく順番で滑動させた結果(図 3(1)参照)と全くランダムな順番で滑動させた結果(図 3(3)参照)を比較すると、断層近傍でひずみの集中域の形状がわずかに異なっているが、定性的な傾向は一致している事が分かる。非線形解析を行っている以上、滑動の順序によって解析結果は異なるはずであるが、今回の解析条件では、最大せん断ひずみの定性的な傾向に大きな影響を与えていないと言える。最後に、岩盤の物性を健全な岩盤相当にしている基本ケース(図 3(1)参照)と破碎した岩盤相当にしている解析(図 3(4)参照)を比較すると、断層近傍における最大せん断ひずみの集中域の分布傾向に大きな違いはないが、断層から少し離れた領域では、破碎した岩盤相当の物性を用いた解析の方が 0.1%ほど大きい結果であり、図 3(2)の線形弾性解析結果に近い傾向を示す。これは、破碎した岩盤相当の物性を用いた解析では、岩盤の剛性が相対的に小さいので、発生する応力も小さく、断層近傍の岩盤がほとんど非線形領域に達していないためと推定される。

4. おわりに

比較検討解析から、今回実施した解析条件では、線形解析よりも非線形解析の方が断層近傍にひずみの集中域が顕著に表れる様子を再現できること、断層の滑動順序は解析結果に対して大きく影響を与えないこと、岩盤物性の違いによっては断層近傍における岩盤の最大せん断ひずみの分布傾向に大きな差異が生じないことなどが知見として得られた。今後は、解析結果と実測データを比較し、解析結果の妥当性を検討するとともに、他の断層データによる検討も実施したい。

参考文献

- 1) 金折祐司, 蘇る断層, 近未来社
- 2) 岡村弘之, 線形破壊力学入門, 培風館, 1976
- 3) 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

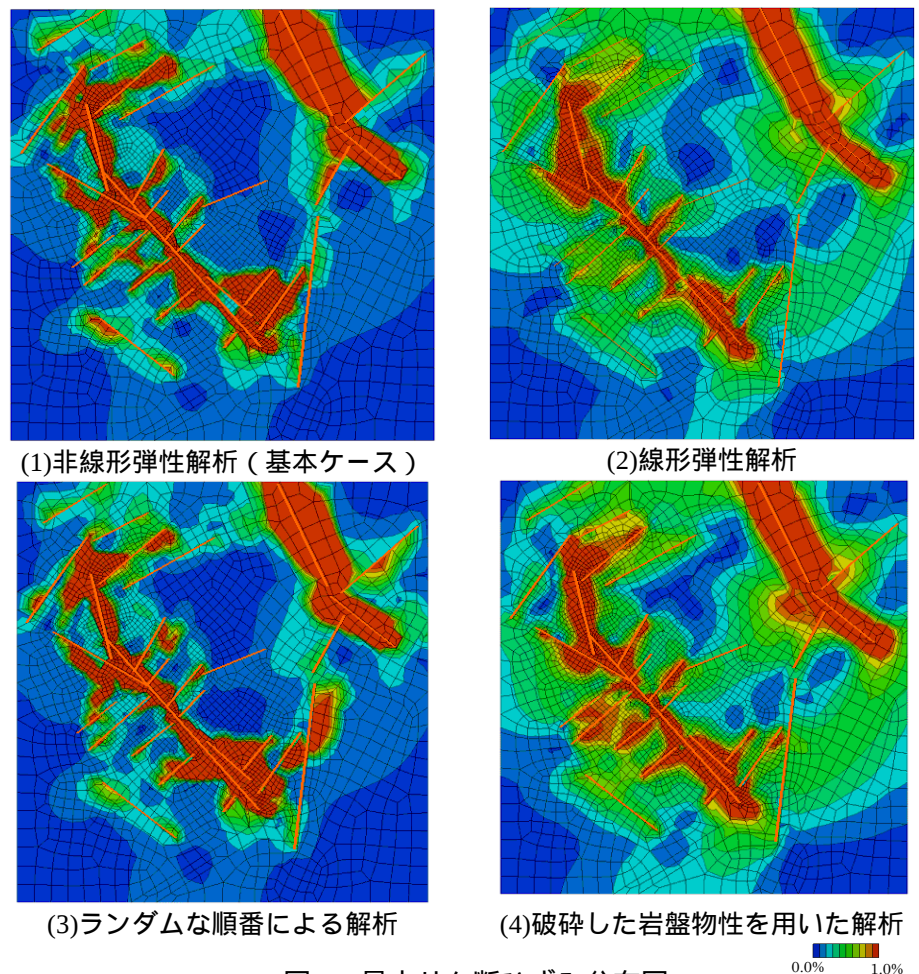


図3 最大せん断ひずみ分布図