

横ずれ断層変位に伴う上部岩盤の破壊形態に関する岩石模型試験 (その2)

電力中央研究所 正会員 ○澤田 昌孝 正会員 上田 圭一
正会員 金谷 守 正会員 小早川博亮

1. はじめに

近年,地下空間を利用したエネルギー貯蔵システムや高レベル放射性廃棄物の地層処分などが検討されている。これらの重要な地下構造物を岩盤内に建設する際には,貯蔵物の漏洩を防ぐため,高透水の変形帯を回避する必要がある。基盤の断層変位に伴う表層未固結層におけるせん断帯に関する研究は砂箱を用いた模型試験など多数実施されている¹⁾のに対して,地盤の固結度が高い場合を想定した研究は少ない。本報は,岩盤内での横ずれ断層系の3次元発達過程および変形帯の形成過程に関しての知見を得るために実施した自然岩を用いた断層模型試験²⁾の続報である。

2. 岩石断層模型試験の概要

基盤断層を模擬した真鍮製の载荷用ブロック3枚(24mm x 80mm, 厚さ10mm:2枚, 13.5mm:1枚)を図1のように5mmずらした状態で重ね合わせたものを,2枚の岩石板(河津凝灰岩, 33.5mm x 80mm x 5mm)で挟み,岩石板と真鍮ブロックの境界を塩化ビニル系接着剤によって接着することで模型を作成した。三軸圧縮試験装置において,拘束圧を作用させた後,図1のように载荷することで,载荷用ブロック境界にずれ変位を発生させ(基盤の断層変位を模擬),岩石板に合計4箇所の破壊ゾーンを形成する²⁾。

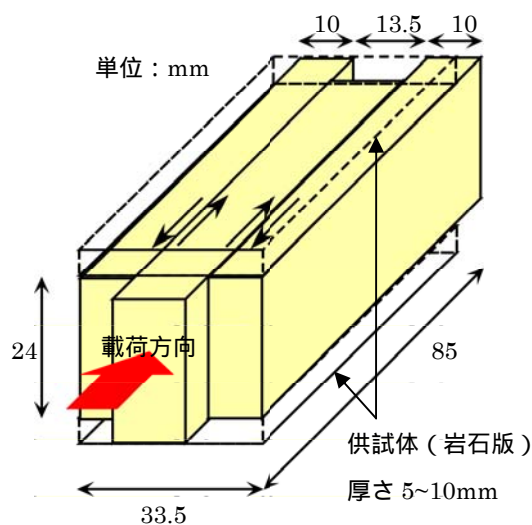
3. 岩石の破壊形態の観察と砂箱を用いた模型試験との比較

载荷終了後,供試体の表面に形成された破壊ゾーンを顕微鏡により観察した。また,マイクロフォーカスX線CTスキャンにより供試体内部の観察を行った。

破壊ゾーンは,拘束圧の大きさによらずリーデルせん断,Pせん断,白色化した破砕領域からなる(図2)。リーデルせん断は,基盤の断層線上にずれ変位の回転方向に正の角度を持って雁行状に形成される1次モードのクラックであり,Pせん断はリーデルせん断を繋ぐように負の角度を持って形成される2次モードのクラックである。Pせん断の周囲には,圧縮応力の集中により白色化した破砕領域が形成される。

砂箱を用いた実験では,リーデルせん断が発達し,それに囲まれる領域の内部にPせん断等の2次モードの破壊領域が形成される¹⁾。X線CTスキャンにより形成された破壊ゾーンの断面を観察した例を図3に示す。基盤の断層の直上からリーデルせん断を最外縁とする複数のせん断帯が花弁状の構造(フラワー構造)を形成している。

一方,本研究の自然岩を用いた模型試験では,リーデルせん断が十分に発達する前にその先端を繋ぐようにPせん断が発達する場合がほとんどである。そのため,マイクロフォーカスX線CTスキャンで観察すると,リーデルせん断が形成された位置での横断面では1本のクラックのみが見られる。また,Pせん断およびその周辺の破砕領域の横断面では,基盤の断層から1本のクラックが伸び,それが途中で分岐し,表面に到達するY字型の構造が見られる。これは,砂箱を用いた実験では見られない特徴的な構造である。

図1 载荷ブロック²⁾

キーワード 横ずれ断層, 模型試験, 岩盤, X線CTスキャン, 破壊

連絡先 〒270-1194 千葉県我孫子市我孫子 1646 (財)電力中央研究所 地球工学研究所 TEL 04-7182-1181

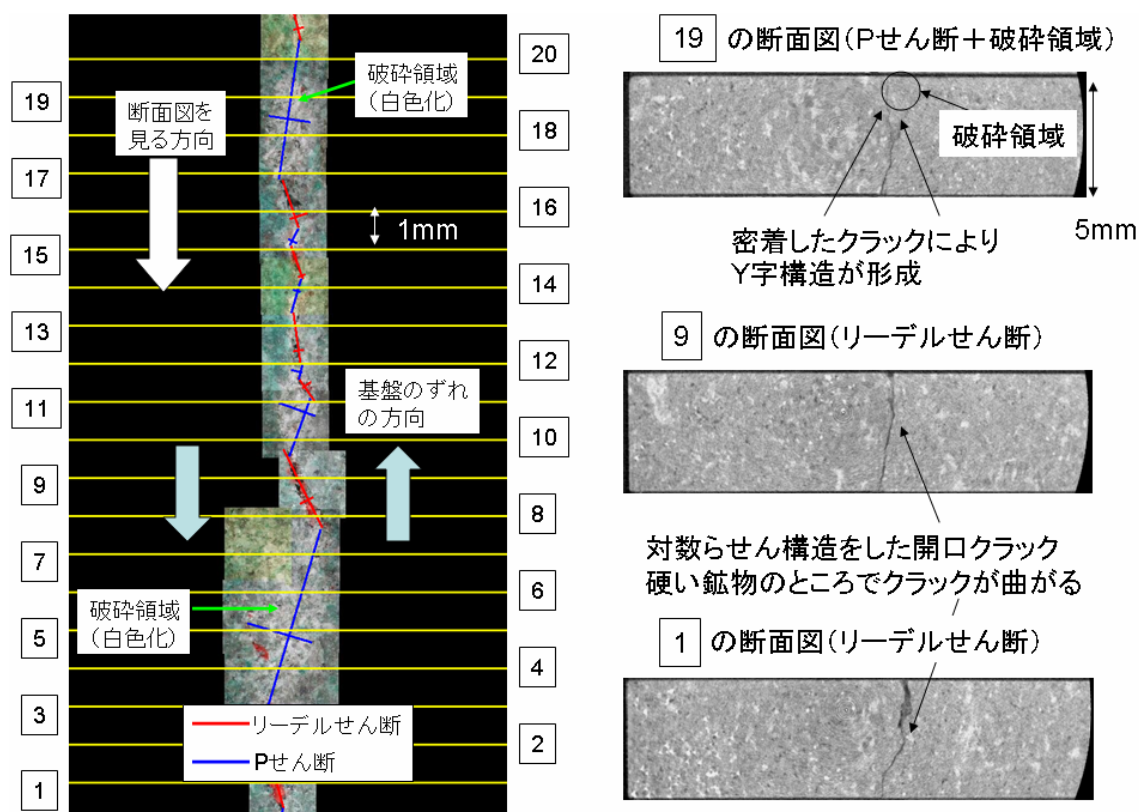


図2 岩石板に形成された破壊ゾーンの観察 (左: 実体顕微鏡, 右: マイクロフォーカス X 線 CT スキャン)

4. 破壊ゾーンの分布範囲に関する考察

リーデルせん断の長さは、基盤のずれ変位の増加に対して収束する傾向にあり²⁾、リーデルせん断の分布幅は概ね 2mm に収まる。一方、図 4 に示すように、破碎領域の幅は、2mm 以内に収まっているものの基盤の断層変位の増大に伴って大きくなり、収束する傾向は見られていない。したがって、横ずれ断層変位に伴う上部岩盤の破壊範囲を評価するにあたり、破碎領域の分布・サイズが重要となると考えられる。

5. おわりに

人工岩を用いたよりスケールの大きい模型試験および断層変形帯の現地調査結果との比較検討を行い、横ずれ断層の上部岩盤の変形破壊について統一的に評価する予定である。なお、本報告は科学研究費補助金 (基盤研究 B、課題番号 16360241) の成果の一部である。

参考文献

- 1) 上田圭一：横ずれ断層系の発達過程ならびに変形地形の形成過程—断層模型実験による検討—，電力中央研究所 研究報告 U03021，2003。
- 2) 澤田昌孝，上田圭一，小早川博亮，金谷守：横ずれ断層変位に伴う上部岩盤の破壊形態に関する岩石模型試験，第 61 回土木学会年次学術講演会予稿集，pp.631-632，2006。

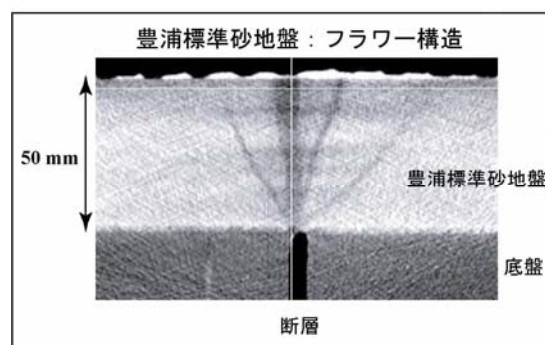


図3 砂箱の断層模型試験におけるせん断帯の構造¹⁾

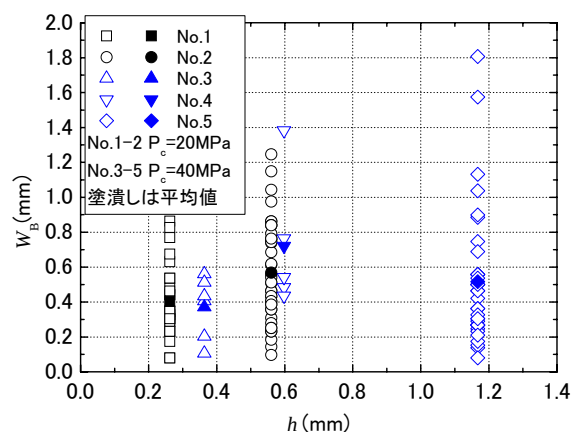


図4 基盤の断層変位 h と破碎領域の幅 W_B の関係