

断層活動性評価手法の検討（断層の活動条件把握への新たな試み）その2 —塩ノ平断層とその南方延長におけるSIMFIP試験結果—

Study on fault activity evaluation method (A new attempt to understand fault activities) No.2

- Injection experiment using a SIMFIP probe at Shionohira Fault and southern fault-

*渡邊 貴央¹、田中 遊雲¹、青木 和弘¹、Guglielmi Yves²、Cook Paul²、Soom Florian²、若濱 洋³、能城 悠³、岩崎 悦夫³、亀高 正男³、瀬下 和芳¹

*Takahiro Watanabe¹, Yukumo Tanaka¹, Kazuhiro Aoki¹, Yves Guglielmi², Paul Cook², Florian Soom², Wakahama Hiroshi³, Noujou Haruka³, Etsuo Iwasaki³, Masao Kametaka³, Kazuyoshi Seshimo¹

1. 日本原子力研究開発機構、2. ローレンスバークレー国立研究所、3. ダイヤコンサルタント

1. Japan Atomic Energy Agency, 2. Laurence Berkley National Laboratory, 3. DIA CONSULTANTS

2011年4月11日に発生した福島県浜通りの地震（以下4.11地震と呼ぶ）によって、いわき市田人町石住綱木北西から旅人滑石に至る約14kmの区間に、北北西から南南東へ延びる地表地震断層が出現した。この地表地震断層は石山ほか（2011）によって塩ノ平断層と命名された。

4.11地震による地表地震断層は、井戸沢断層の一部（堤・遠田，2012の井戸沢断層西側トレース）にあたる。今泉ほか（2018）によれば、確認された地表地震断層以南において滑石から川部町佐倉西方まで、山玉町脇川から茨城県北茨城市関本町小吹まで活断層が識別されているが、この区間に地表変位は現れなかった。本報告では、塩ノ平地表地震断層が表出した区間を活動区間、塩ノ平地表断層以南の活断層を識別する区間を非活動区間と考える。

著者らは4.11地震による活動区間と非活動区間との違いに注目した調査・研究を進めており、これまで露頭調査結果（亀高ほか，2015）や破碎帯の摩擦特性（青木ほか，2015，2016、Seshimo, et. al., 2016）について報告している。活動区間及び非活動区間の破碎帯の水理特性に着目し、ボーリング孔内で行ったSIMFIP法（Guglielmi et al., 2013）による原位置試験の結果を比較する。

SIMFIP（The Step-Rate Injection Method for Fracture In-situ Properties）法は、破碎帯周囲の水圧を高め、断層の周囲をわずかに動かし、マイクロメータスケールで断層変位や孔内圧力、誘発された地震波を観測する手法である。圧力と変位データの結合解析により、断層帯の応力状態の推定が可能である。

調査地点は、活動区間としては地表変位が確認された塩ノ平地点、非活動区間としてはリニアメントが確認されているが地表変位が認められなかった水上北地点を選定した。

塩ノ平地点では、地表下30mまで鉛直ボーリング掘削を行い、深度15.11m～15.60mにおいて断層破碎部を確認した。SIMFIP試験は、健岩部の基礎データを取ることを目的とした地震断層上部に分布する第三紀堆積岩と断層破碎部を対象に2回試験を行った。試験深度の決定に際しては、コア観察、BHTV、孔径検層を実施し、不連続面等の地質状況や試験孔の孔壁の乱れを考慮している。堆積岩中の試験では、最大2.5～3 barの注水圧をかけることで、層理面に対応する方向への割れ目の開口が確認された。塩ノ平地震断層では、最大4.5～4.8 barの注水圧をかけることで、断層面に沿った開口とμm～mmスケールと地震波を伴うせん断によるマイクロスリップが確認された（Aoki et al., 2018）。

水上北地点では、地表下30mまで斜めボーリング掘削を行い、深度20.40 m～23.10 mに断層を確認した。投稿時現在、水上北地点ではSIMFIP法による原位置試験を行っている最中であり、本報告では塩ノ平地点の結果と水上北地点の測定結果の比較を報告する予定である。

〈引用文献〉

青木和弘ほか, 2015, 塩ノ平断層における断層ガウジの摩擦特性. 日本地球惑星科学連合大会2015年大会講演要旨, SCG57-25.

青木和弘ほか, 2016, 塩ノ平断層における断層ガウジの摩擦特性(その2). 日本地球惑星科学連合大会2016年大会講演要旨, SCG63-P23.

Aoki, et. al., 2018, Shionohira fault characterization using SIMFIP protocol, AGU Fall Meeting, Abstract H21P-1927.

Guglielmi, et. al., 2013, Rock Mechanics and Rock Engineering, DOI 10.1007/s00603-013-0517-1.

今泉俊文ほか, 2018, 活断層詳細デジタルマップ (新編) .

石山達也ほか, 2012, 2011年4月11日の福島県浜通りの地震に伴う地表地震断層のトレンチ掘削調査 (速報), 日本地震学会ニュースレター, vol.23, no.5, 36-38.

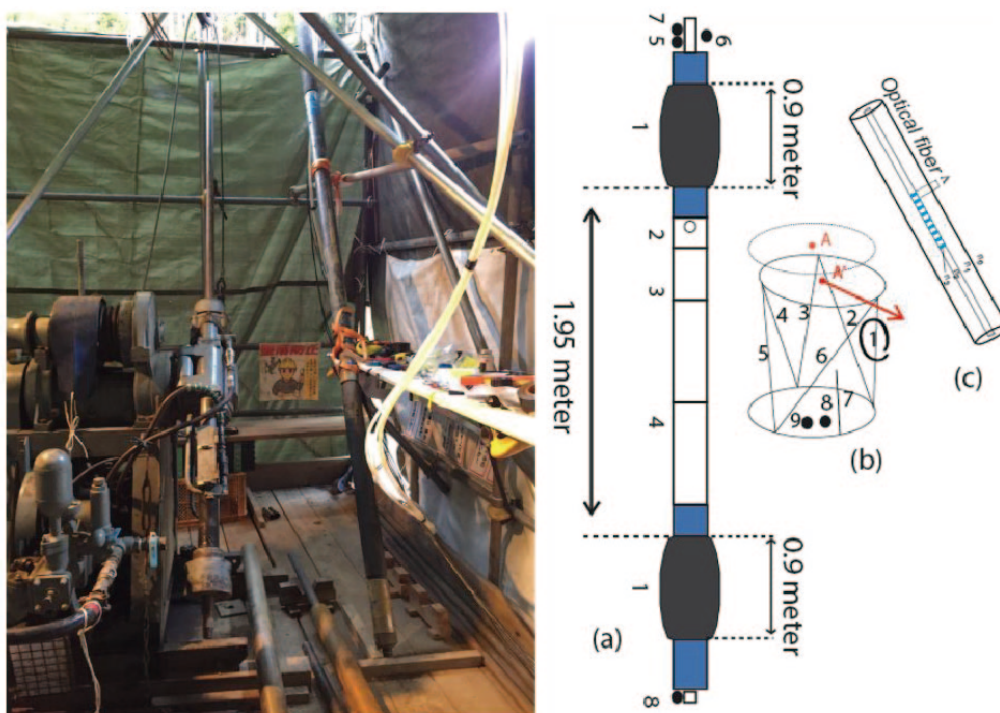
亀高正男ほか, 2015, 塩ノ平断層の破碎部性状と断層活動性. 日本地球惑星科学連合大会2015年大会講演要旨, SCG57-P32.

Seshimo, et.al., 2016, Frictional properties of Shionohira Fault Gouge of Fukushima, Japan (Part 2) –A comparison with Kuruma Fault Gouge at the Southern Extension of Shionohira Fault. AGU Fall Meeting, Abstract MR41D-2717.

堤 浩之・遠田晋次, 2012, 2011年4月11日に発生した福島県浜通りの地震の地震断層と活動履歴, 地質学雑誌, vol.118, no.9, 559-570.

キーワード : SIMFIP法、活断層、塩ノ平断層、福島県浜通りの地震、破碎部性状、注水試験

Keywords: SIMFIP method, active fault, Shionohira Fault, Fukushima-ken Hamadori Earthquake, fracture zone characterizatn, injection test



-SIMFIP probe used in Minakami-Kita tests – Left is a photo of the drill rig with the assembled SIMFIP probe set on the right -

(a) SIMFIP plan (1 packers, 2 injection sub, 3 SIMFIP cage, 4 extension subs, 5 Inclinator, 6 Accelerometer, 7 Top pressure, 8 Bottom pressure)

(b) Principles of the sensor which is a deforming cage in 6 different directions + 1 reference (7) + 1 interval pressure (8)

(c) We build all our sensors using Bragg gages all connected on the same optical fiber.