

地殻環境・エネルギー技術の新展開

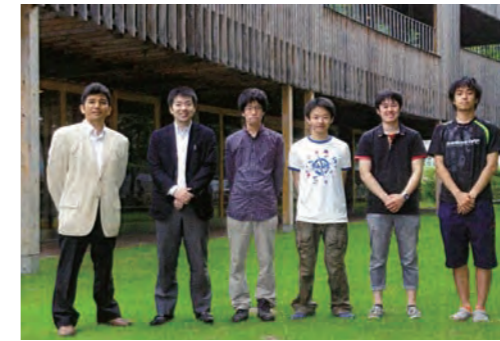
Toward Advanced Environmental Geomechanics and Energy Technology

准教授 坂口 清敏

Associate Professor
Kiyotoshi Sakaguchi



助教
渡邊 則昭
Assistant Professor
Noriaki Watanabe



Our laboratory members worked for the 6th International Symposium on In-situ Rock Stress (ISRM specialized conference), and we made substantial contributions to the successes of the workshop. For research activities, we further promoted the existing researches such as the research on crustal stress fields in Kamaishi area of northeast Japan, before and after the 2011 Tohoku-Oki earthquake. Additionally, we started a new challenging research to obtain insights into mechanical and hydraulic characteristics of a new concept geothermal reservoir (Japan Beyond Brittle Project reservoir), which will be created in a deeper and hotter part in the Earth's crust (frontier of the geothermal energy).

1. The 6th International Symposium on In-situ Rock Stress

The 6th International Symposium on In-situ Rock Stress は地殻応力をメインテーマとする ISRM specialized conference であり、2013年8月20日～22日の会期で仙台国際センターにおいて開催された (Fig. 1)。本会議の開催において、当研究室の坂口 (組織委員会 幹事長) は中心的役割を担い、渡邊 (実行委員) と学生もそれをサポートした。本会議は成功裏に終了し、23ヶ国から248名の参加があり、7件の Keynote lecture、11件の Invited lecture、121件の一般発表があった。



Fig. 1: Unique Program & Abstract book having a USB flash memory of the proceedings.

2. 東北地方太平洋沖地震前後における岩手県釜石地域の地殻応力場

地震前後の応力場の経年履歴を明らかにするために、岩手県釜石鉱山において地圧計測を行った。今回は地震発生後ほぼ2年となる時期に実施した。その結果、地震前の地圧に比較して、1年後は主応力値が2倍～4倍、鉛直応力は被り圧の約2.5倍と大きくなっていったのに対し、2年後の主応力値は、地震前に比べると依然として大きいものの、1年後との比較では小さくなっていった。また、鉛直応力は被り圧程度になっていた。この応力値の増減は地殻の隆起現象、特にその隆起速度に起因しているのではないかと考えた。さらに、平均応力に対するせん断応力の比の経年変

化が、地震前に限界値に向かって増加傾向にあったのが、発生1年後に激減し、2年後に再び上昇傾向にあること、最大水平応力の方向の経年変化と宮城県沖での地震の発生タイミングに周期性あることなどを見出した (Fig. 2)。

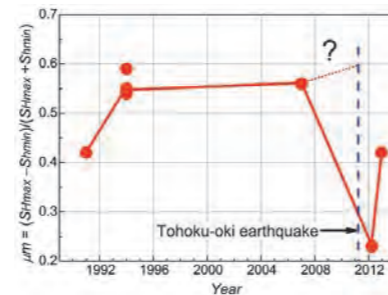


Fig. 2: Annual trend of the ratio of shear stress to the mean stress.

3. CO₂貯留環境下における砂岩の多孔質弾性パラメータ

CO₂地中貯留への応用を念頭に砂岩の多孔質弾性パラメータの解明に取り組んでいる。本年は主に膨潤性粘土鉱物を含有する来待砂岩と含有しないBerea砂岩を用いた室内実験を実施した。その結果、膨潤性粘土鉱物存在下では有効応力係数が1を超えることが明らかになった (Fig. 3)。

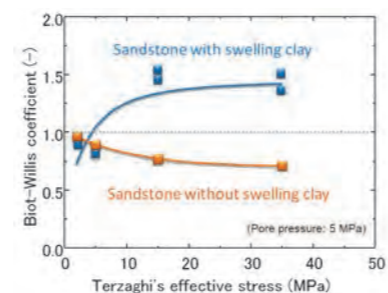


Fig. 3: Biot-Willis (effective stress) coefficients exceeding unity due to the presence of swelling clay.

4. 地殻流体流動

地熱や油ガスのき裂型貯留層における流体流動を予測するため実施してきたフィールドスケール精密貯留層モデリング (Fig. 4) に関する成果を取りまとめ、一部を石油技術

協会の招待講演および招待論文で発表した。また、き裂の相対浸透率曲線に関して、ギリシャ文字の ν に似た形状の ν (new) タイプの相対浸透率曲線が存在することを見出した。

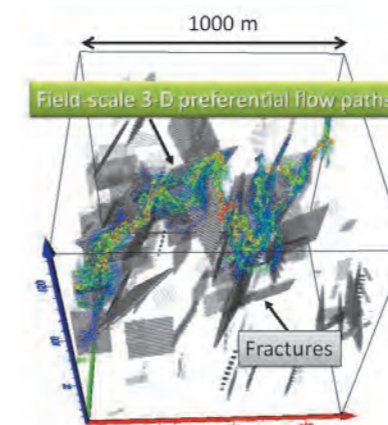


Fig. 4: Field-scale 3-D preferential flow paths predicted by the novel model simulator, GeoFlow.

5. 低速自転型ウォータージェットによる地熱スケールの除去

低速自転型ノズルシステムを用いた高圧水中ウォータージェットによる地熱井内のスケール除去に関する室内実験を実施した (Fig. 5)。その結果、スケール除去性能に及ぼすノズル回転速度および環境圧力の影響が明らかになった。

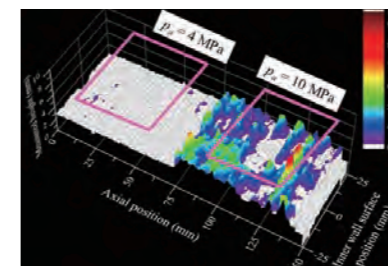


Fig. 5: Removal of a simulated scale by the low speed self-rotating water jetting.

6. 地熱や工場排熱を用いた新・水素製造プロセス

硫黄の酸化還元サイクルを通じたバイオマスからの水素製造プロセスに関する基礎研究を完成させ、その成果を Int. J. Hydrogen Energy において発表した。また本成果により、NPO 法人環境エネルギー技術研究所第4回研究奨励賞を受賞した。

7. Japan Beyond-Brittle Project (JBBP)

誘発地震の懸念など従来型地熱発電に存在する問題の解

決と、より高温の流体を用いた発電の実現を目指し、Japan Beyond-Brittle Project (JBBP) が進行している。当研究室は JBBP 基礎研究 (科研費・特別推進研究) の一部を担い、脆性-延性遷移～延性領域に形成したき裂システムの力学・水理学特性に関する研究を開始した。

【外部資金の獲得】

科研費：特別推進研究 (坂口 & 渡邊 (代表：東北大・土屋))、基盤研究 (A) (坂口 (代表：北大・金子))、基盤研究 (B) (坂口)
受託・共同研究：応用地質 (株) (坂口)、鹿島建設 (株) (坂口)、3D 地科学研究所 (坂口)、JAPEX (渡邊)、JST 復興促進プログラム (A-STEP) (渡邊)
財団等：(公財) 新井科学技術振興財団 (渡邊)、(一財) 前川報恩会 (渡邊)、NPO 法人環境エネルギー技術研究所 (渡邊)

【学会等での講演】

- 第13回 岩の力学国内シンポジウム (2013年1月@沖縄; 坂口)
- 2012年度ウォータージェット技術年次報告会 (2013年1月@仙台; 院生1名)
- 10th International Workshop on WATER DYNAMICS and ICDP-Japan Beyond Brittle (JBBP) Workshop (2013年3月@仙台; 渡邊、院生1名)
- 平成25年度資源・素材学会春季大会 (2013年3月@千葉; 修士課程学生1名、学部生1名)
- 10th Pacific International conference on Water Jetting Technology (2013年4月@韓国済州島; 院生1名)
- NPO 法人環境エネルギー技術研究所第30回環境フォーラム (2013年5月@仙台; 渡邊)
- 石油技術協会平成25年度春季講演会 (招待講演) 2013年6月@東京; 渡邊)
- The 6th International Workshop on In-Situ Rock Stress, Sendai, Japan (2013年8月@仙台; 坂口、渡邊、院生1名)
- EUROCK 2013 (2013年9月@Wroclaw, Poland; 坂口)
- The 19th Formation Evaluation Symposium of Japan (2013年9月@千葉; 院生1名)
- 日本地熱学会平成25年学術講演会 (2013年11月@千葉; 院生1名)
- 国際学術交流会 (2013年11月@中国重慶大学; 坂口)