

地殻環境・エネルギー技術の新展開

Toward advanced environmental geomechanics and energy technology

教授 松木 浩二
Professor
Koji Matsuki



講師
坂口 清敏
Senior Assistant Professor
Kiyotoshi Sakaguchi



助教
木崎 彰久
Assistant Professor
Akihisa Kizaki



Members of the laboratory.

This laboratory aims to develop technologies utilizing the earth crust for the conservation of the global environment in fields of geological disposal of high-level radioactive waste and carbon dioxide and development of clean energy such as geothermal energy, natural gas and gas hydrates. For that purpose, we investigated mechanical and hydraulic properties of a fracture and developed methods both for measuring in situ stress at great depth with high precision and for evaluating groundwater by the inversion of tilt data. Moreover, we developed high-pressure waterjets systems to drill rock formation and to degrade toxic compounds contaminating soils. The main subjects in this year are as follows.

- 1) Experimental study on permeability of a tensile fracture during shear deformation and theoretical/experimental study of size effect on closure of a tensile fracture under normal stress.
- 2) Evaluation of groundwater flow during excavation of shafts by the inversion of tilt data and evaluation of the effect of surface topography and heterogeneity of rock mass on surface tilt.
- 3) Improvement of accuracy and practicability of in situ stress measurement method by Downward Compact Conical-ended Borehole Overcoring technique.
- 4) Development of air-coated waterjets system for perforation of a well into cementing.
- 5) Cleaning of contaminated soils by using cavitation induced by submerged waterjets.
- 6) Development of a rotary nozzle system and a cuttings-circulating nozzle system for production of natural gas from gas hydrates formations lying below deep sea bottom.

研究成果

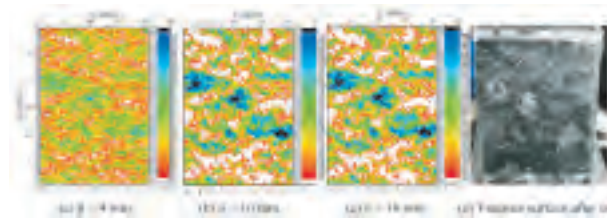
1) 高レベル放射性廃棄物の地層処分や二酸化炭素の地下貯留に関連し、き裂の透水性と力学特性に関する研究を行った。まず、せん断変形を伴うき裂の透水性を評価するための実験的研究を行い、せん断き裂の透水性が著しい不均一性を示すことを明らかにするとともに、透水性を低下させる主要因は接触域がせん断変位と垂直に形成されてかつせん断変形によって発生する岩石粉が透水経路をふさぐことにあることを明らかにした。さらに、垂直応力下における引張り裂の閉鎖過程に及ぼすき裂寸法の影響に関する実験的・理論的研究により、き裂の閉鎖過程の寸法効果が初期間隙の標準偏差の寸法効果に支配されていることを明らかにした(科学研究費補助金基盤研究(B)(一般)「き裂の力学的挙動とその寸法効果のメカニズムに関する研究」(代表:松木浩二))。

2) 高レベル放射性廃棄物の地層処分問題に関連し、地表傾斜データを用いて地下深部の水理構造を評価する解析コードを開発し、高精度傾斜計を用いて測定した実際の

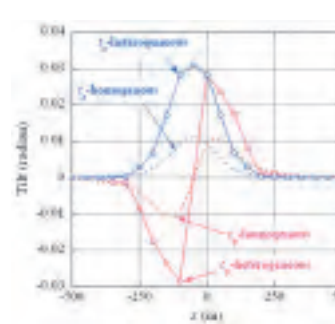
地表傾斜量を逆解析することにより、地下水体積変化の分布を評価した((独)日本原子力研究開発機構との共同研究(代表:松木浩二))。また、地表面形状と岩体の不均一性を考慮したFEMに基づく地表傾斜量の解析法を開発し、それらの影響を明らかにした(科学研究費補助金萌芽研究「高精度傾斜計を用いた広域地下水流動評価法の開発」(代表:松木浩二))。

3) 1000m以深における地圧計測を可能にする下向き円錐孔底ひずみ法(DCCBO)の実用化と適用範囲の拡大を目指した研究を行い、測定装置の小型化を実現して釜石鉱山における原位置適用試験からその実用性を確認するとともに、理論的研究により同方法を直交異方性岩盤に適用するための方法を提案した(科学研究費補助金基盤研究(B)「オールマイティー地圧計測・評価システムの開発」(代表:坂口清敏))。

4) 水溶性天然ガス用生産井および還元井の再生およびその廃坑時の上ガス対策としての原位置パーフォーレーション



Aperture distributions when a fracture is sheared by δ and closed to have a mean aperture of 3 mm.



Effect of mechanical heterogeneity on surface tilt (t_x and t_y).



In-situ stress measurement by means of DCCBO technique.

技術の性能向上を目的に、水中アプレシブウォータージェット周囲に高圧ガスを被覆した気層被覆アプレシブウォータージェットの開発に関する実験的研究を行い、高い環境圧力のセメンチングに対する基礎的な穿孔能力を明らかにした(関東天然瓦斯開発(株)との共同研究(代表:松木浩二))。

5) 20m以深における汚染物質の原位置無害化技術を開発することを目的として、高圧水中ウォータージェットにより生ずるキャビテーションを利用した有機汚染物質の無害化に関する実験的研究を行い、超音波発生装置による方法よりもエネルギー効率が高いことを明らかにするとともに、分解能におよぼす吐出圧力、環境圧力およびノズル先端部の開き角度の影響を明らかにした(担当:木崎彰久)。

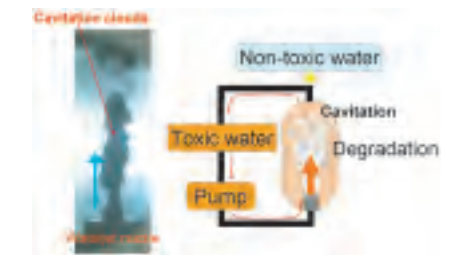
6) 水のみウォータージェットによる海底下メタンハイドレート層の簡易掘削法を開発することを目的として、自転型ノズル装置を開発して高圧水中における模擬メタンハイドレート層に対する掘削試験を行い基礎的な掘削能力を明らかにした。また、掘削性能の向上を目的として、掘削の際に生ずる岩石屑をノズル近傍で循環させて研磨材として用いるカッティングス循環型ノズルシステムを設計・開発し、水深1,000mの水圧下での掘削実験を行って基礎的な特性を



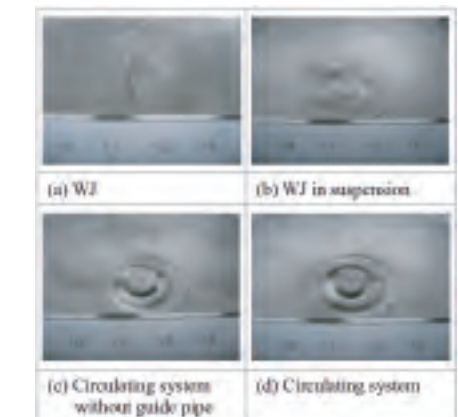
Multiple nozzle system for perforation at field.



Perforated casing obtained by multiple nozzle system.



Schematic diagram of degradation of toxic compounds with cavitation induced by submerged waterjets.



Eroded metal plates ((a) WJ, (b) WJ in suspension, (c) circulating system without guide pipe and (d) circulating system).

明らかにした((財)新井科学技術振興財団研究助成金(代表:木崎彰久))。

受賞

- 1) 平成19年3月26日、坂口清敏講師、木崎彰久助教が、工学研究科長教育賞を受賞した。
- 2) 平成19年10月19日、木崎彰久助教、松木浩二教授が、「水中ウォータージェットにより生ずるキャビテーションを用いた汚染物質の分解に関する基礎的研究」で平成十九年度建設施工と建設機械シンポジウムにおいて優秀ポスター賞を受賞した。