

2022 年度
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	緒方 奨
研究機関名	大阪大学
所属部署名	大学院工学研究科 附属フューチャーイノベーションセンター・若手卓越教員
役職名	助教
研究課題名	ミクロ空間から紐解く亀裂岩体のふるまいと長期性能
研究実施期間	2022 年 4 月 1 日～2023 年 3 月 31 日

研究成果の概要

本年度は、フェーズ 1 で実施予定の 3 つのサブ課題の内の一つである、「亀裂の造成とそのミクロ構造を予測するミクロスケール亀裂造成解析手法の構築」に関する研究に注力した。

具体的には、まず、高精度かつ高効率なミクロスケール亀裂造成解析を確立すべく、亀裂造成過程を高度に表現し得る解析手法 FDEM（有限要素法 FEM と個別要素法 DEM の混合手法）の高精度化と高速化を図った。現在一般的に用いられている FDEM（Intrinsic Cohesive Zone Model に基づく FDEM：ICZM-FDEM）では、本来破壊後の亀裂の動きを表現するために用いる境界要素（Cohesive 要素）を破壊前の計算開始段階から全有限要素（メッシュ）の境界部に挿入してしまっているため、応力変形計算における著しい精度劣化が生じ得ることが報告されている。これを回避するためには、破壊した要素にのみ Cohesive 要素を挿入するタイプの FDEM（Extrinsic Cohesive Zone Model に基づく FDEM：ECZM-FDEM）が望ましいが、Cohesive 要素の挿入工程には極めて煩雑なりメッシュ処理が必要であり、計算が非効率かつ逐次性が高く、並列計算による高速化が不可能であった。本研究では、このような煩雑なりメッシュ処理を完全に回避するアルゴリズムを適用し、これまで不可能であった、並列計算型の ECZM-FDEM コードの開発に世界ではじめて成功した。その結果、200 倍以上の超高速化を悠に達成でき、メッシュ数が増大するほど速度向上率が上昇するため、大規模な高解像数値解析に対し高い適用性を有することが確認された。

続いて、 μ フォーカス X 線 CT 撮影と画像解析より対象岩石のミクロな構成鉱物分布を抽出し、それを忠実に反映した岩石モデル（GBM：Grain-Based Model）を構築し、開発した並列型 ECZM-FDEM コードに導入することで、高解像なミクロスケール岩石亀裂造成解析を可能とした。この解析を岩石破壊実験（花崗岩を用いた圧裂試験）の再現計算に適用した結果、対象岩石中のミクロな鉱物分布に依存した亀裂造成形態を的確に再現可能であることが確認された。