

氏 名 片岡 みなみ

主論文審査の要旨

本学位論文は、岩石の破壊靱性の基本特性を明らかにするために、種々の試験条件下において破壊靱性試験を実施し、供試体の形状や寸法、載荷速度、封圧、水蒸気圧といった因子が岩石のモード I 破壊靱性に与える影響について検討するとともに、これらの実験結果をもとに、岩石の微小構造が破壊靱性および破壊挙動に与える影響について研究した成果をまとめたものである。

本論文は、8つの章で構成されており、第1章の諸言に続いて、第2章では、岩石の破壊力学や破壊靱性に関する基礎知識および種々の岩石の破壊靱性評価法についてまとめるとともに、本研究に関する従来の研究についてレビューしている。

第3章では、破壊靱性試験法、供試体の形状および寸法が岩石のモード I 破壊靱性に与える影響について論じている。まず、来待砂岩を用いた3種類の破壊靱性試験、すなわち Semi-circular bend (SCB)試験、Chevron bend (CB)試験および Straight notched disk bending (SNDB)試験を実施し、それぞれの試験から評価された岩石の破壊靱性について比較検討を行っている。つぎに、この砂岩を用いた様々な供試体寸法における SCB 試験を実施し、岩石の破壊靱性は供試体寸法が増加するとともに増加し、供試体直径がある値以上になると一定の値に収束することを明らかにしている。これらの結果をもとに、供試体の形状および寸法が岩石の破壊靱性に与える影響について考察している。

第4章では、種々の載荷速度条件下において来待砂岩を用いた SCB 試験を実施し、載荷速度が岩石のモード I 破壊靱性に与える影響について論じている。静的載荷である $10^{-3} \sim 10^3$ mm/min の載荷速度における試験ではサーボコントロール材料試験機を、動的載荷である $10^5 \sim 10^6$ mm/min の載荷速度での試験では Split Hopkinson pressure bar を、それぞれ載荷システムとして採用することで、広範囲な載荷速度条件下での SCB 試験を実施している。この試験結果より、動的載荷において評価された岩石の破壊靱性は、静的載荷におけるそれよりも大きい値を示すとともに、動的・静的それぞれの破壊靱性は、載荷速度が増加するとともに増加することを明らかにしている。

第5章では、封圧が岩石のモード I 破壊靱性に与える影響について論じている。10 MPa までの封圧下において来待砂岩を用いた SCB 試験を実施するとともに、封圧を考慮した SCB 試験の有限要素解析を行っている。これらの結果を総合して、封圧下での岩石の破壊靱性を評価し、岩石の破壊靱性は封圧が増加するとともに増加することを明らかにしている。

第6章では、水蒸気圧が岩石のモード I 破壊靱性に与える影響について論じている。来待砂岩、アフリカ産花崗閃緑岩、韓国産花崗岩を用いて、 $10^{-2} \sim 10^3$ Pa での水蒸気圧下での SCB 試験を実施するとともに、これらの岩石の微小構造の観察および定量化を行っている。その結果、来待砂岩の破壊靱性は水蒸気圧にほとんど影響を受けないこと、アフリカ産花

崗閃緑岩および韓国産花崗岩の破壊靱性は水蒸気圧に依存して水蒸気圧が増加するとともに減少することを明らかにしている。また、その依存の程度は、岩石の微小き裂の方向と密度に影響を受けると論じている。

第7章では、岩石の微小構造の異方性がモードI破壊靱性に与える影響について論じている。第6章で用いた岩石において、これらの岩石の微小構造の異方性を考慮した上で、異なる方向を持つ2種類の供試体を用意してSCB試験を実施している。この試験により、これらの岩石には破壊靱性の異方性が存在し、来待砂岩の破壊靱性の異方性の程度は小さいのに対し、アフリカ産花崗閃緑岩および韓国産花崗岩においては、微小き裂が卓越する方向における破壊靱性の方が大きいという結果を得ている。試験後には、X線CT法による破断面の観察を実施し、この結果と個別要素法を用いて実施したSCB試験の数値シミュレーション結果を総合して、岩石の粒子配列が破壊挙動および破壊靱性に与える影響について論じている。

最後に、第8章において、各章で得られた成果を総括している。

以上の論文の内容は、国際論文誌1編、国内論文誌1編、査読付き国際会議論文誌11編および国内外の学術会議16件において公表されており、学術的に十分価値あるものと認められる。

本審査委員会は、学位申請者が高度の理解力、英語力の発表能力および自主的に研究を遂行するのに十分な能力を有し、環境共生工学専攻広域環境保全工学講座の学位審査基準を満たしていると判断した。また、英語で書かれている本論文は、全般的な構成および内容も十分であり、学位を授与するにあたりと判定した。

最終試験の結果の要旨

本審査委員会は、論文提出者に対して当該論文の内容および関連の専門分野についての試問を行った。その結果、該当する研究分野において十分な知識と理解力および研究遂行能力を有していると判断した。また、英語による論文作成能力および口頭発表能力についても、研究者として十分なレベルの能力を備えていると認めた。

以上の結果に基づき、論文提出者は博士（工学）の最終試験に合格したと判定した。

なお、本学位論文の本学学術リポジトリでのインターネット公表は、雑誌への投稿に支障をきたすため、全文に替えて内容を要約したものとする。

審査委員	環境共生工学専攻広域環境保全工学講座	教授	尾原	祐三
審査委員	環境共生工学専攻広域環境保全工学講座	教授	大谷	順
審査委員	環境共生工学専攻広域環境保全工学講座	准教授	佐藤	晃
審査委員	(公)北海道科学技術総合振興センター幌延地圏環境研究所	所長	金子	勝比古
審査委員	環境共生工学専攻社会環境マネジメント講座	教授	重石	光弘