

氏 名	チン 陳 ユウ 友 セイ 晴
学位(専攻分野)	博 士 (エネルギー科学)
学 位 記 番 号	論エネ博第 21 号
学位授与の日付	平成 14 年 1 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	Observation and analysis on features of microcracks and pore spaces in rocks (岩石中に存在するマイクロクラックおよび間隙の観察と解析)

論文調査委員 (主 査) 教授 西 山 孝 教授 石 井 隆 次 教授 青 木 謙 治

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、まず、顕微鏡下でこれまで同定が困難とされてきた微小クラックと間隙を識別し、画像処理する方法を論じている。次に、この手法を用いて岩石中の微小クラックと間隙を解析、評価したものであり、7章から構成されている。

第1章は序論であり、微小クラックと間隙の解析、評価の工学的重要性に関して、これまでの知見を整理することにより、本研究の背景と目的を述べている。また、本論文の内容について総括的に説明している。

第2章では、本研究全般に対して基本的手法となる微小クラックと粒子についての画像解析法について述べている。まず、画像処理システムの全般について解説し、微小クラックと粒子の抽出法の問題点を指摘している。次に、蛍光法ならびに偏光顕微鏡の特性を活用することによってこれらの欠点が解消され、微小クラックと粒子が個々に抽出可能となり、定量的評価ができることを明らかにしている。さらに岩石中の微小クラックが3つに分類され、それぞれの方向と大きさを算出する方法を確立している。

第3章では、3方向の力学的弱面をもつ花崗岩と弱面をもたない花崗閃緑岩とを対比し、微小クラックの特性と異方性について述べている。まず、種々の潜在クラックを蛍光法で可視化、抽出し、粒間クラック、粒内クラック、粒界クラックに分類するとともに、方向と大きさを解析することによって、花崗岩では最も割れやすい弱面は粒間クラックの卓越方向に、2番目に割れやすい弱面は粒内クラックの卓越方向に一致しており、さらに、多数存在する粒界クラックはいずれの弱面にも関連していないことを明らかにしている。次に、花崗閃緑岩では粒間クラック、粒界クラックには顕著な卓越方向は認められないが、粒内クラックには弱い異方性があり、微小ではあるが弱面が潜在していることを見いだしている。

第4章では、花崗岩について三軸圧縮試験を行い、弾性限界内、破壊点近傍、破壊点通過後に区分し、発生するクラックを顕微鏡下で系統的に解析し、破壊点に至るまでの領域における載荷軸に平行な微小クラックの増加状況、破壊点通過後に発生する載荷軸に傾斜した破断面の発生など破壊の進行過程を鮮明に描き出している。また、Eshelbyの式から推測される数値解析結果ともよく一致することを確認している。

第5章では、砂岩を構成する粒子の粒径あるいは形状と層面との関係を解析したもので、一定の大きさを越える粒子では層面に平行して堆積しているが、粒径の小さいものにはその傾向は認められないことを明らかにしている。

第6章では、わが国の油田、天然ガス田および地熱地帯の貯留槽について、生産性を決定する最大の要素となっているクラックと間隙について検討したもので、石油および天然ガス田はおもにマトリックス中の間隙に石油や天然ガスが貯留されているのに対し、地熱地帯では熱水の多くはクラックに貯留されていることを明らかにしている。また、これらの間隙および微小クラックと透水係数との関係を明らかにしている。

第7章は、岩石中に潜在する微小クラックと間隙に関する研究について、本論文で得られた成果をまとめている。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は、蛍光剤を添加した樹脂を用い、岩石中の潜在マイクロクラックと間隙を可視化し、マイクロクラックと間隙の

解析，評価についての研究成果をまとめたものであり，得られた主な成果は次のとおりである。

(1)蛍光法を用いることにより，紫外線照射のもとで，これまで顕微鏡下で識別の困難であった岩石中の潜在マイクロクラックおよび間隙を可視化，識別し，さらに，画像処理法を組み合わせることによって，マイクロクラックおよび間隙の抽出，解析，評価が可能になることを明らかにした。

(2)3方向の力学的弱面をもつ稲田花崗岩と弱面をもたない栗橋花崗閃緑岩に潜在するマイクロクラックを蛍光法と画像処理法を用い，クラックを3種に分類し，その方向を解析した結果，最も割れやすい弱面は粒間クラックに，2番目に割れやすい弱面は粒内クラックに依存し，多数存在する粒界クラックは弱面に関与していないことを見出した。また，弱面をもたないとされる栗橋花崗岩にも粒内クラックによる微小な弱面が存在することを明らかにした。

(3)三軸圧縮試験において，発生するマイクロクラックを顕微鏡下で系統的に解析することにより，破壊進展の状況，とくに引張破壊から剪断破壊に至る過程を鮮明に描き出すことに成功した。また，得られた結果は，数値解析により推察される結果ともよく一致することを明らかにした。

(4)砂岩を構成する粒子について，画像処理法と統計処理法を組み合わせ，一定以上の大きさをもった粒子のアスペクト比を測定すると，堆積層面が判定できることを明らかにした。

(5)わが国の東北地方に存在する油田，天然ガス田および地熱地帯における貯留槽中のクラックと間隙との関係を解析し，石油および天然ガスはおもにマトリックス中の間隙に貯留されているのに対し，地熱地帯では熱水はおもにクラックに貯留されることを明らかにした。

以上要するに本論文は，岩石中の潜在マイクロクラックと間隙を可視化，解析，評価する方法を確立し，その手法に基づいて，岩石の力学的弱面，三軸圧縮破壊機構，堆積面および貯留槽を解析ならびに評価したもので，学術上，實際上寄与するところが少なくない。よって，本論文は博士（エネルギー科学）の学位論文として価値あるものと認める。また，平成13年11月15日実施した論文内容とそれに関連した試問の結果合格と認めた。