

マイクロクラックの3次元定量解析による花崗岩質岩石の脆性破壊

Brittle Failure in Granitic Rocks for 3-D Quantitative Microcracks Analysis

竹村 貴人[1], 小田 匡寛[2]

Takato Takemura[1], Masanobu Oda[2]

[1] 埼玉大・院・理工, [2] 埼玉大・工・建設

[1] Integrated Basic Sci., Nihon Univ., [2] Civil and Environmental Engineering, Saitama Univ.

破壊核の形成条件は地震（岩盤の破壊）がどこで発生する考える上で重要であると考えられる。また形成条件をクラックの幾何の変化量、すなわち進展則として考えることは岩石の脆性破壊の構成式を構築する上で重要である。本研究ではクラック密度の臨界値近傍におけるマイクロクラックの3次元幾何構造を岩盤分野で勢力的に研究されているクラックテンソル理論およびステレオロジーを用いて議論する。その結果、稲田花崗岩のクラック密度は破壊の進行に伴い増加する、特に石英内のクラック密度が増加することが分かった。また全体のクラック密度が臨界値を超えた試料の観察から試料内部はブロック状になっていることが予想される。

地震は地殻を構成する岩盤は破壊によって発生する。その破壊のメカニズムを様々な条件のもとで詳細に調べるため岩石破壊実験は有力な方法であり1960年代以降、多く実験が勢力的に行われている。岩石の破壊は破壊核が形成されその核形成領域のクラック密度がある値に達するとクラック-クラック間の相互作用が始まり最終破壊に至ることが知られている。したがって岩盤の破壊である地震は破壊核の形成・成長により発生すると言えるため、破壊核の形成条件は地震（岩盤の破壊）がどこで発生する考える上で重要であると考えられる。また形成条件をクラックの幾何の変化量、すなわち進展則として考えることは岩石の脆性破壊の構成式を構築する上で重要である。我々はすでに0-140MPaの拘束圧のもとで脆性破壊に伴うクラックの進展則を提案している(Oda et al. (投稿中))。その結果、全体のクラック密度が臨界値を超えると破壊核を形成し始めることが明らかにされた。本研究ではクラック密度の臨界値近傍におけるマイクロクラックの3次元幾何構造を岩盤分野で勢力的に研究されているクラックテンソル理論およびステレオロジーを用いて議論する。

実験には室温乾燥した直径50mm,高さ150mmの円柱に成形した稲田花崗岩を用いた。実験は拘束圧を80MPa,周変位速度0.0005mm/secの条件のもとで行った。解析には最大応力に達した時(HA-1)と軸応力が2%低下した時(HB-41)に除荷を行った2つの供試体をおよび比較のためのインタクトな状態の供試体(Intact)1つの合計3つの供試体も用いた。解析用試料は以上の条件で実験した供試体の中心から高さ50mmの円柱を切り取り載荷軸に平行、垂直な面およびその2面に互いに垂直な面、合計3つの面を出し薄片を作成した。薄片観察により抽出されたマイクロクラックは鉱物内、粒界に分類した。また同時にトレスマップを作成し、ステレオロジーとクラックテンソル理論によりマイクロクラックの3次元幾何構造をテンソル量として求めた。マイクロクラックの幾何をテンソル量で表現することは同様にテンソル量である応力や歪みとの関係を議論する上で有力である。

実験および解析の結果、稲田花崗岩を構成する鉱物、石英・斜長石・正長石のうち石英内のマイクロクラックの密度が破壊の進行に伴い増加し、同時に異方性も変化することがわかった。したがって、稲田花崗岩の脆性破壊に伴い形成されるマイクロクラックの多くは石英内に形成されることが分かった。また全体のクラック密度が臨界値を超えた試料におけるマイクロクラックは粒内だけでなく鉱物と鉱物の境界である粒界割れが増加していることがわかった。これはクラック密度が臨界値を超えることによりマイクロクラックのネットワークが発達することでブロックを形成しモーメントが発生しているためと考えられる。したがって、岩盤・岩石内の破壊核の形成を考える際クラック密度はその指標と成り得るであろう。