

様々な歪速度における高温高压下での玄武岩の破壊・変形特性

Fracture and deformation properties of basaltic rocks under high temperature and pressure in various strain rates

大田 恭史[1], 林 為人[2], 高橋 学[3]

Yasufumi Ohta[1], Weiren Lin[2], Manabu Takahashi[3]

[1] 筑波大・地球, [2] 地調(ダイヤコンサルタント在籍), [3] 地質調査所

[1] Doctoral Program of Geoscience, Univ. Tsukuba, [2] Geological Survey of Japan (also at Dia Consultants Co. Ltd.), [3] GSJ

玄武岩の力学特性の把握と歪速度の違いによる破壊様式を明らかにすることを目的として、新しく高温高压三軸圧縮試験用の装置を組み立て、実験を行った。

本試験で行われた歪速度での範囲に限り、200 における強度、破壊歪、ヤング率、ポアソン比の歪速度依存性は室温状態のそれより弱い。また、観察された破壊形態は室温では高歪速度で剪断面がゾーン化、低歪速度では剪断面が凹凸化した。また、200 においては室温より塑性的に変形したことがうかがえた。よって本結果は中構造での岩石物性の指標となる。

岩石は鉱物粒子の集合体であるので力学的に不均質であり、相対的に柔らかい鉱物に変形が偏る。同じ岩石でも異なる条件により物理的性質が大きく異なる。また、岩種によりそれぞれ異なる変形メカニズムを有する。

実験岩石力学において、花崗岩は火成岩の例として試料によく用いられているが、玄武岩の研究例は非常に少ない。そのため、玄武岩の力学特性の把握と歪速度の違いによる破壊様式を明らかにすることを目的として、新しく高温高压三軸圧縮試験用の装置を組み立て、実験を行った。今回は主に、温度を最高200 まで加えられるように仕様を拡張した。圧力媒体は耐高温可能なシリコンオイルとし、被覆には熱収縮チューブを用いた。変位計は燐青銅板バネに4枚の歪ゲージを貼りつけた、LDT (Local Displacement Transducer)を用いて供試体の軸方向および横方向の歪を測定した。同装置は最大50 MPaの間隙圧において、トランジェントパルス法による透水係数の測定も可能である。本研究は、付加体にとりこまれる海洋地殻の変形条件を与えるなど、地球科学的応用をも目指すものである。

研究用試料は、四万十帯南帯の東方延長として房総半島南部に東西方向で帯状に分布している嶺岡帯(始新世~前期中新世)のうち、千葉県富山町平久里中に露出するシート状を呈するアルカリ玄武岩(WPB型)である。嶺岡帯にはオフィオライト的な構造岩塊が様々な規模で存在しているが、アルカリ玄武岩は比較的小規模であり、瀬戸川帯のWPB型玄武岩類の産出状況と類似する。実験は、直径30 mm、高さ60 mmの円柱形の供試体を風乾状態で用い、封圧50 MPa一定、温度を室温と200 との2条件で、歪速度を $4.0E-04$ /s~ $9.0E-08$ /sの範囲内の6段階で変化させて行った。なお、試験前に測定した全供試体の乾燥密度、湿潤密度、空隙率、P波速度、S波速度の平均値はそれぞれ2.77, 2.81, 4.23, 5.08, 3.18である。超音波速度は自然乾燥状態で測定した。

一般に、岩石の破壊強度(S)は歪速度($\dot{\epsilon}$)と $S = a \log(\dot{\epsilon}) + C$ という関係があることが知られており、aとCは水の存在、封圧など歪速度以外の条件によって決まる定数である。試験本数は16本とまだ十分とはいえないが、今までの結果からは上式がほぼあてはまることがわかった。定数は室温で $a = 14.8$ MPa, $C = 408$ MPa, 200 度で $a = 6.09$ MPa, $C = 330$ MPaとなる。このことは、両方の強度とも歪速度の増加に伴い増加するが、高温ほど強度は減少し、200 度の歪速度の増加による強度の増加率は室温のそれよりも少なくなることを示している。本試験で行われた歪速度での範囲に限り、200 における強度、破壊歪、ヤング率、ポアソン比の歪速度依存性は室温状態のそれより弱い。室温のみの、ほぼ同様な試験条件で行われた既往研究として、安山岩: $a=14.8$ MPa, $C=639$ MPa, 花崗岩: $a=16.3$ MPa, $C=850$ MPa などがある。これらの値の違いは、粒径や粒内および粒界マイクロクラックなどの微小領域での効果を反映している。

また、観察された破壊形態は室温では高歪速度で剪断面がゾーン化、低歪速度では剪断面が凹凸化した。これにより、低歪速度になるにつれて、マイクロクラックにかかる応力が局所化していることが推測される。また200 においては高歪速度ではシャープな剪断面、低歪速度ではわずかながら凹凸化していて、室温より塑性的に変形したことがうかがえた。このことも微小構造の変形メカニズムを反映していると思われる、よって本結果は中構造での岩石物性の指標となる。