

圧子圧入法を用いた氷物質の変形実験：局所的な変形強度を調べる新しい手法の確立

Deformation test of icy materials using the indentation method: New approach for the measurement of deformation strength

保井 みなみ^{1*}, 荒川 政彦¹

Minami Yasui^{1*}, Masahiko Arakawa¹

¹名古屋大学大学院環境学研究科

¹Nagoya University

氷・岩石混合物の塑性変形強度は、地球や火星氷河・氷床の流動や氷衛星のテクトニクスを知る上で非常に重要であり、その岩石含有率を変化させてその変形強度がYasui and Arakawa [2008]などで詳細に調べられてきた。氷・岩石混合物は岩石含有率が低いと純氷と強度がほぼ同じが小さくなり、岩石含有率が高いと純氷よりも強度が大きく、さらに岩石含有率の増加に伴いその強度も大きくなることが報告されている。しかし、実際に氷河の流動過程等にこの実験結果を応用するためには、実験室スケールで氷物質がこういった変形メカニズムで塑性変形するのかを知ることが必要となる。なぜなら、氷物質の変形は常に定常状態にあるわけではなく、変形時間の経過とともに徐々に変形メカニズムやその変形速度が変化すると考えられているからである。氷物質の変形メカニズムを知る第一歩の実験として、氷・岩石混合物の内部構造のどの部分が全体の変形強度を支配しているのかを知る必要がある。つまり、氷・岩石混合物の変形強度はその内部構造と関係しており、構造内のどの部分が変形に寄与しているのかを調べることは氷・岩石混合物の変形メカニズムを知る、すなわち変形を支配する要因を明らかにするための第一歩となる。また岩石含有率の変化に伴い強度が変化していることから、混合物の内部で変形を支配する領域が岩石含有率によって変化している可能性がある。しかし、この変形を支配する領域を明らかにするには、局所的な領域の変形強度を調べる必要がある。今までの変形試験機を用いた強度測定実験では、mmサイズからcmサイズの物質全体の平均的な強度を調べることはできたが、試料内の一部分の強度を調べるにはこの手法を用いることはできない。そこで本研究では、圧子圧入法（インデンテーション試験）を用いて氷・岩石混合物の局所的な変形強度を調べるという方法を提案する。

インデンテーション試験は工学的分野で特に、ナノサイズのセラミック膜の圧縮応力や破壊強度を調べるために用いられており、マイクロなスケールでの変形強度を調べるのには有効な方法である。更に、一定荷重下で試料を変形させてもインデーターと試料との接触面積が変化するため歪みと伴に応力が変化し、1回の実験で流動則を得られるという利点も持つ。今回は、氷・シリカビーズ混合物のインデンテーション試験を行い、今まで先行研究で得られている変形強度との比較から、インデンテーション試験法が氷物質の局所的な変形強度を調べる手法として適当かどうかの評価を行った。シリカビーズは直径1ミクロンのものを用いて、質量含有率を0, 30, 50wt.%と変化させた。実験は北海道大学低温研の大型低温室と名古屋大学に設置された小型冷凍庫内で行い、温度は大型低温室を用いた実験では-10℃、小型冷凍庫を用いた実験では-22から-25℃とした。

キーワード:氷・岩石混合物,変形強度,圧子圧入法,局所的

Keywords: ice-rock mixture, deformation strength, indentation method, local area