

建築石材の物性が凍結融解作用による風化に与える影響について

Influence of rock properties of building stones on freeze-thaw weathering

大澤 祐子^{1*}, 小口千明²

Yuko Osawa^{1*}, Chiaki T.Oguchi²

¹埼玉大学大学院理工学研究科, ²埼玉大学地圏科学研究センター

¹Saitama University, ²GRIS, Saitama University

石造文化財などの建築物に用いられる石材は、長い年月における地球の活動で作り出された“地球資源”であり、各石材は、岩相や組織、強度特性など、固有の性質を持ち合わせている。しかし、岩石は長期間の風化により変質や劣化を起こすものであり、このような風化変質は石造建造物や遺跡などにも見られる現象である。本研究は、個々の石材がもつ岩石物性が、風化作用のひとつである凍結融解作用に与える影響について調査することを目的として実験を行った。使用した岩石は、建築石材として用いられる大谷凝灰岩、白浜砂岩、サヴォニエール石灰岩、結晶片岩（長瀬産緑泥石片岩）の4種である。それぞれの岩石物性と間隙径分布の測定を行った。これらの岩石の間隙率および引張強度は、それぞれ、38.69% / 1.85MPa, 14.56% / 3.28MPa, 39.97% / 1.41MPa, 0.47% / 10.53MPaである。凍結融解実験では、直径・高さともに5 cmの円筒形の供試体を用いた。溶液は、0°C硫酸ナトリウム飽和溶液とそれを10%に希釈したものと、比較のために蒸留水を使用した。20°Cの室内で6時間の浸漬と融解を行い、その後-10°Cの冷却器で18時間凍結をさせた。これを1サイクルとして、12サイクル繰り返した。また溶液の供給方法は、凍結時に供試体のみを溶液から取り出して冷却器に入れる一時的な供給方法（Type A）と、供試体底部が常に溶液に浸った状態で凍結-融解を繰り返す断続的な供給方法（Type B）の2種類を採用した。その結果、Type Aのすべての供試体には変化が見られなかったが、Type Bでは凝灰岩で破砕が確認できた。Type Bは毛管現象により間隙内が水で飽和された状態で冷却されたため、氷の体積膨張圧によって間隙組織は破壊されたと考えられる。一方、Type Aは供試体のみを取り出して冷却させたため、間隙内の水が排水されてしまい、内部圧力による影響が低減したと考えられる。一般的には、間隙率が高く、引張強度が小さい岩石ほど凍結破砕が起りやすいとされているため、砂岩と結晶片岩は凍結破砕に対する十分な抵抗力を持っていたといえるが、同じような岩石物性を持ち、それほど高い抵抗力を持たない凝灰岩と石灰岩では、凝灰岩でのみ破砕が発生した。この一因には、間隙径の分布の違いが考えられる。石灰岩は直径が10-0.5~100.5 (μm)の範囲の間隙を主に有しているのに対して、凝灰岩は10-1.5~10-0.5 (μm)の範囲の間隙を主に持つ。すなわち、石灰岩に比べて凝灰岩はより小さな間隙を有している。凍結融解実験前後で間隙径分布を比較してみると、両岩石試料とも間隙径が増加しているのがわかる。しかしながら、凍結融解実験前後で引張試験を行ったところ、凝灰岩では強度の低下があったものの、石灰岩では特に変化は見られてなかった。これは、凍結融解作用により間隙の大きさが増加傾向にあるものの、石灰岩でのその変化は岩石組織を破壊するまでには至っていなかったためと考えられる。このことから、凍結融解作用による風化には間隙率や引張強度だけではなく、大小の間隙の分布も破砕発生に大いに関係する間隙物性のひとつと考えられる。また今回の実験から、一時的な水分の供給より継続的な供給の方が破砕は発生しやすいこと、また、硫酸ナトリウムは岩石風化により大きな影響を与えることなども明らかになった。

キーワード:岩石風化,凍結融解,間隙率,引張強度,間隙径分布

Keywords: rock weathering, freeze-thaw weathering, porosity, tensile strength, pore size distribution