

緑色凝灰岩の凍結融解試験とその考察

東北大学工学部 学生員 ○泉山 陵
東北大学工学部 学生員 Baek Yong
東北大学工学部 正会員 京谷 孝史

1. はじめに

本研究は、東北日本に分布する種々の凝灰岩のリファレンスデータを得ることを目的に、緑色凝灰岩（グリーンタフ）に対して凍結－融解試験を行ってその力学特性の変化を調べた結果を報告するものである。

2. 実験装置及び実験方法

新潟県東蒲原郡津川町において採取した緑色凝灰岩の岩塊から、直径5 cm×高さ10 cmおよび直径3 cm×高さ6 cmの2種類の円柱形供試体を作成した。

それらの平坦度を1/100mm以内に、また、中心部から周辺部の高低差が5/100mm以内になるように端面整形した。

凍結－融解試験に際しては、次の2種類の試料を準備した。

- ①乾燥試料：室内で1週間以上自然乾燥させる。
- ②含水試料：真空ポンプで脱気させながら24時間水中に浸す。

また、次のような環境設定を行った。

- ①凍結-融解の温度差は、実際の自然環境に合わせて $-15^{\circ}\text{C} \sim +20^{\circ}\text{C}$ までとする。
- ② -15°C で24時間、 $+20^{\circ}\text{C}$ で24時間、計48時間を1サイクルとして凍結-融解を行う。
- ③凍結-融解の繰り返し回数は、乾燥試料に対しては、0回、9回とし、含水試料に対しては、0回、1回、3回、6回、9回とする。

このような設定条件下で凍結-融解の繰り返しを行った後、超音波パルス法による縦波弾性波速度 V_p の測定を行い、その後一軸圧縮試験を実施して静的弾性係数（ヤング率）と一軸圧縮強度を測定した。

3. 実験結果と考察

3-1 縦波弾性波速度とサイクル数の関係

弾性波パルスの伝播速度は、材料中の空隙の増加と共に減少することが知られている。大きさの異なるそれぞれの供試体について観察された弾性波伝播速度の変化の様子を図1、2に示す。

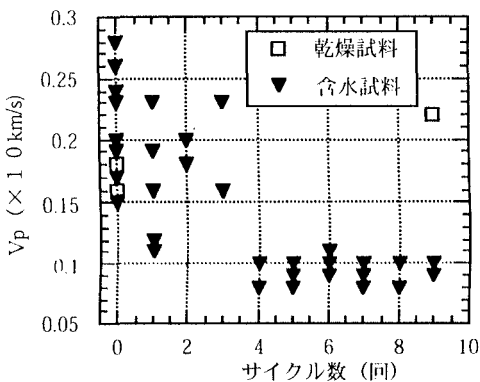


図1 サイクル数の増加による V_p の変化
(直径5cmの供試体)

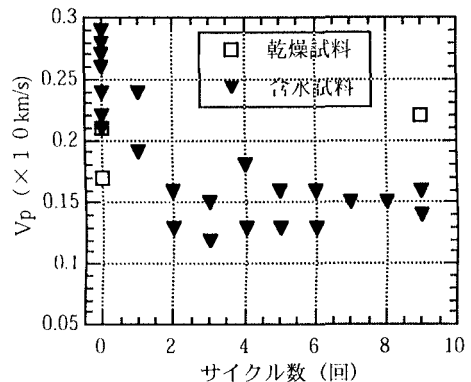


図2 サイクル数の増加による V_p の変化
(直径3cmの供試体)

弾性波伝播速度の変化については、大きさが異なる2種類の円柱形供試体に共通した傾向が見られた。

1) 凍結時はサイクル数に関係なく3.5～4.0 (km/s) とほぼ一定で値をとる。これは氷の存在を反映した伝播速度が得られているものと考えられる。

2) 融解時は図1, 2に見るように、3～4サイクルまでは V_p の値が減少している。しかし、3～4サイクル以降は、大きな変化は見られず、ほぼ一定の値をとっている。

これらの結果から、凍結過程においては供試体中の水が凍結して体積が膨張し、内部の空隙を増大させることによって内部構造を徐々に破壊し、供試体を劣化させていくことが判る。

しかし、3～4サイクル以降に大きな変化が現れないのは、ある程度以上、空隙が大きくなるとともに存在していた水だけでは、凍結して体積が膨張しても空隙内に収まってしまい内部構造が劣化されずにいると推測される。

3-2 応力と軸ひずみの関係

一軸圧縮試験から求めたヤング率とサイクル数の関係を図3に示す。

図に見るように、含水試料についてはサイクル数に関係なくばらつきを見せ、顕著な剛性の低下は読みとれなかった。また、乾燥試料についても顕著な変化は見られなかった。

これらの大きなばらつきの原因を探るために、一軸圧縮試験後の供試体を用いて各サイクル終了時の間隙率を測定してみた。その結果を図5に示す。この図から判るように、供試体によって間隙率が大きく異なっていることが判った。この間隙率の違いは凍結-融解の影響により発生したものではなく、初期の間隙率が大きく違っていたものと考えられる。

3-3 破壊応力とサイクル数の関係

破壊応力とサイクル数の関係を図4に示す。図から判るように、ヤング率と同様、サイクル数の増加による破壊応力の低下は明瞭には見られない。弾性波伝播速度の変化からは、サイクルを重ねるごとに微視的クラックが増大しているものと思われるが、しかし、破壊応力の低下が読みとれないのは、やはり初期の間隙率のばらつきの影響が大きいと思われる。

4. おわりに

今回の実験から、凍結過程で水の影響により内部構造が徐々に破壊されていくことが判った。また、ヤング率と破壊応力については供試体数を増やして実験することが今後の課題であるといえる。

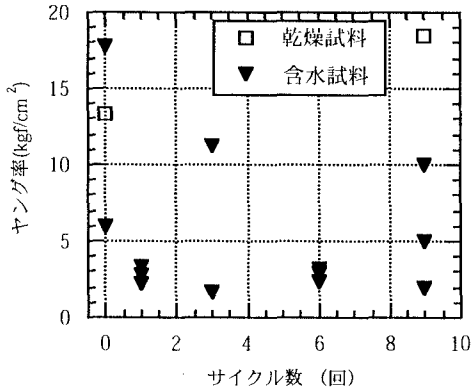


図3 サイクル数の増加によるヤング率の変化

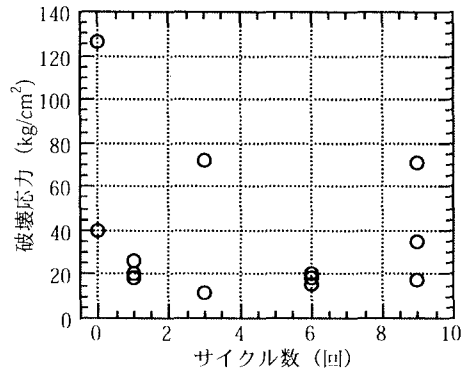


図4 サイクル数の増加による強度変化

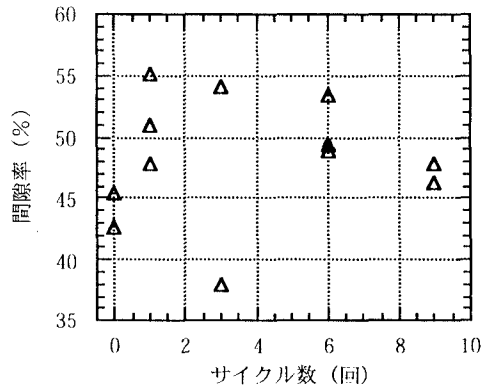


図5 サイクル数の増加による間隙率の変化