

凍結融解後の凍上性を考慮した岩石試験とその判定

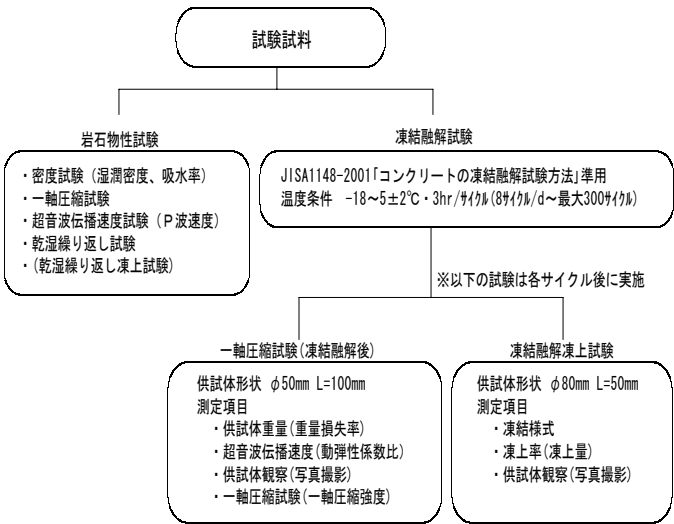
北海道開発土木研究所* 正会員 ○岡崎 健治
同 上 伊東 佳彦
同 上 正会員 日下部祐基
北海道開発局釧路開発建設部** 高橋 克也

1. まえがき

寒冷地において路床が岩盤とする場合、岩盤路床の凍上性と風化に対する判定が必要¹⁾である。しかし、これらを簡易に判定する指標はなく、個々の現場で凍上試験等を行い対処するか、安全側の施工として路盤材に置き換えるのが現状である。ここでは、北海道内の道路現場から採取した岩石の凍結融解試験とその試験後の試料を用いた凍上試験等を行い、凍上や風化に関する簡易な判定指標等を検討したので報告する。

2. 供試体と試験概要

試験に供した岩石は、釧路市東部の丘陵地における古第三紀春採層の砂岩、礫質泥岩および雄別層の砂岩、泥岩（層理構造が発達していたため水平と垂直方向に区分）の5種類である。今回の試験概要を図－1に示す。



図－1 試験概要図

3. 試験結果

3.1 初期物性値による判定

岩盤路床としての適否を判定するため、まず磯田ら²⁾が報告した岩石の初期物性値と、凍結融解作用後の凍

上試験と一軸圧縮試験の試験結果による判定条件にあてはめた（表－1および2）。

表－1 初期物性値による判定条件²⁾（凍上し難い岩石）

凍上	湿潤密度 $\rho_s \geq 2.1\text{t/m}^3$
	吸水率 $a_b \leq 15\%$
	P波速度 $V_p \geq 2\text{km/sec}$
風化	一軸圧縮強度 $q_u \geq 49\text{Mpa}$

表－2 凍結融解後の凍上率と一軸圧縮強度による判定条件

凍上	凍結様式 $\geq$ コンクリート状凍結
	凍上率 $< 20\%$
風化 ⁵⁾	○合格 : 最終サイクル(300)で強度が1Mpa以上の岩石
	△要検討 : 100サイクル以上で強度が1Mpa以上の岩石
	×不合格 : 100サイクル未満で強度が1Mpa未満の岩石

岩石の初期物性値の関係を図－2に示す。全試料で湿潤密度が2.1t/m³以上、吸水率は15%以下を示し⁵⁾、湿潤密度と吸水率は条件をクリアしたが、P波速度は春採層砂岩の一部と雄別層砂岩で2km/sec以下を示し、一部の岩盤については、凍上性に対して問題があると考えられる。また、風化については、全ての試料で一軸圧縮強度が49Mpa未満となり、問題があると判定された。すなわち、全体としては、全試料で岩盤路床として不適であるという結果となった。ただし、これらの評価は安全側の判定と考えられ、より精度の高い評価方法によって岩盤路床としての適否を判別する必要があると考えられる。以上の観点から、より現場条件を反映した新しい試験である凍結融解後の凍上試験及び一軸圧縮試験を実施した。

凍結融解凍上試験による凍上性の判定は、道路土工排水工指針³⁾の「土の凍上試験方法」に準拠した。また、一軸圧縮試験による風化の判定では、凍結融解のサイクル数や試験中の試料状態、一軸圧縮強度を考慮⁴⁾して、その判定条件を3区分した。

キーワード：凍上，風化，凍結融解試験，岩石物性値，岩盤路床

連絡先：* 〒062-8602 札幌市豊平区平岸1条3丁目1番34号 TEL(011)841-1775 FAX(011)842-9173
** 〒085-8551 釧路市幸町10丁目3番地 TEL(0154)24-7000 FAX(0154)24-6791

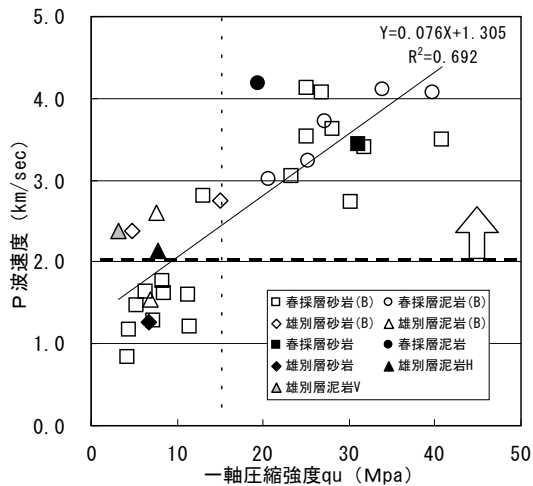


図-2 P波速度と一軸圧縮強度

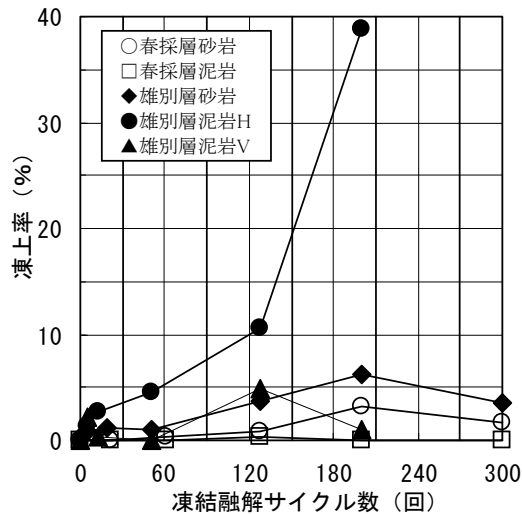


図-3 凍結融解後の凍上率

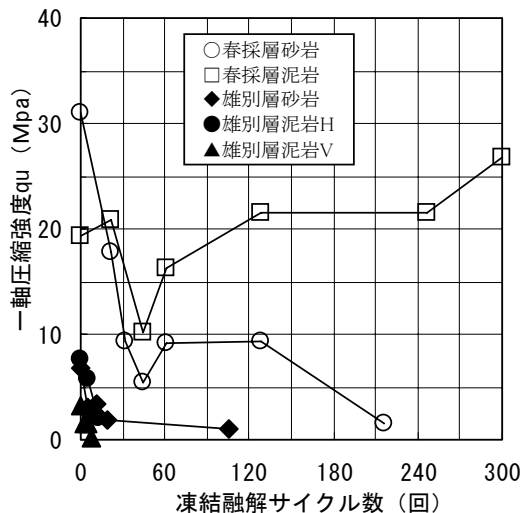


図-4 凍結融解後の一軸圧縮強度

3.2 凍結融解後の各試験結果による判定

凍結融解作用後の凍上試験結果を図-3に示す。また、一軸圧縮試験の結果を図-4に示す。凍結融解後の凍上率は、雄別層泥岩(H)を除き、最大でも6%程度である。また、凍結融解後の一軸圧縮強さは、雄別層泥岩を除き100サイクル以上で強度が確認できる。このことから

ある程度の強度（1Mpa程度）を有する岩石は、凍上に対して影響が少ない場合があることが判明した。また、初期P波速度に着目した場合(図-2)、2km/sec以下でも凍結融解後の凍上率が20%未満のものが確認できた。また、初期一軸圧縮強度が15Mpa以上を示す岩石は、凍結融解100サイクル以上でも強度を有し、これら49Mpa未満の岩石のうち、初期一軸圧縮強度が15Mpa以上の岩石は、長期安定性が確保できる可能性があると考えられる。また、図-2では、一軸圧縮強度は、P波速度と正の相関があり、一軸圧縮強度が15MpaにはP波速度約2.4km/secが対応するが、P波速度により凍上と風化の両方の指標となるかは、今後の課題である。

3.3 総合判定

試験結果の総合判定を表-3に示す。なお、雄別層砂岩は、初期一軸圧縮強度が10Mpa未満であり、軟岩に該当するため×としたが、長期安定性が確認できる岩が分布する可能性があるため(△)を付加した。また、風化の判定は凍結融解後の一軸圧縮強度を重視したが、初期サイクルで崩壊する試料は総合判定で×とした。

表-3 総合判定表

岩種	初期物性値		今回の試験結果による判定		総合判定
	凍上	風化	凍上	風化	
春採層砂岩	△	×	○	△	△
春採層泥岩	○	×	○	○	○
雄別層砂岩	△	×	○	△	×(△)
雄別層泥岩H	○	×	×	×	×
雄別層泥岩V	○	×	○	×	×

○：合格 △：要検討 ×：不合格

4. まとめ

以上をまとめると、次のとおりである。

- 1)凍上性岩盤の判定を行う試験法として、新たに考案した凍結融解凍上試験を実施した。
- 2)判定結果は合格岩石を春採層泥岩、不合格岩石を雄別層砂岩及び泥岩、要検討岩石を春採層砂岩とした。
- 3)一軸圧縮強度が49Mpa未満のうち15Mpa以上は、長期安定性が確保できる可能性が確認された。

参考文献

1) 北海道開発局：道路工事設計施工要領，pp8-41～42，1999.9
2) 磯田・鈴木・疋田：路床の凍上性と上載荷重の影響，開発土木研究所月報，No.515，pp2～9，1996.4
3) 日本道路協会：道路土工－排水工指針，pp238～243，1987.6
4) 日本道路協会：アスファルト舗装要綱，pp33，1992.12
5) 岡崎・伊東・日下部ほか：凍上性岩盤の判定法に関する研究，土木学会北海道支部論文報告集第59号，pp538～541，2003.1