

断熱材による切土斜面の凍上抑制に関する基礎的検討

八戸工業大学
マックストーン株式会社
株式会社丸治コンクリート工業所
八戸工業大学

学生会員
非会員
非会員
正会員

大川原翔
渡井忍
廣瀬貴
金子賢治・熊谷浩二

1. はじめに

寒冷地では、切土や盛土ののり面部の表層に凍上が発生し、グランドアンカー工などに被害をもたらしている。凍上の抑制には温度制御、地盤の置換、水の制御の3つの方法が有効な手段である¹⁾。しかし、特に切り土斜面においては、地盤の置換や水の制御はコスト面から困難な場合が多く、斜面の凍上抑制には温度の制御が最も効率的と考えられる。本研究では、そのような状況下において表面に断熱材を敷設することによる凍上抑制効果について室内凍上試験を行い検討する。また、斜面保護工の安定性向上のために用いられるアンカーの凍上に与える影響について検討する。

2. 試験方法

本研究では道路土工—排水工指針²⁾の凍上試験方法を参考に実験を行った。図-1 に凍上試験装置の概略を示す。実験には、十分に空気乾燥し、ときほぐしたのち4.75mmのふるいを通過した八戸ロームを使用した。含水比を35～40%に調節し、水をなじませるため気密にした状態で12時間以上放置した。高さ15cm、内径8.5cmの塩化ビニール管をモールドとし、試料を4層に分けて所定の密度になるように詰め、下から1, 2, 3層上部にそれぞれ熱電対を設置し土中の温度変化を測定した。完成した供試体は、ポラスストーン、ガーゼを入れたモールド架台とともに供試体の下面まで水に浸し、24時間以上吸水させ、吸水後供試体を凍上試験機に設置した。モールド周辺を発泡スチロールで囲うことで、1次元的に冷気が伝わるようにした。したがって、供試体上部からのみ冷やされる状態になり、杭を打ち込んだ時の凍上現象への作用を確認しやすい状態にした。温度条件は冷却室内温度を-8～-10、水槽庫内温度を3に設定した。冷却期間は3日間とし、供試体上部の変位を30分ごとに測定した。

本研究の試験ケースを表-1に示す。ケース1は断熱材、アンカーをととも用いない場合であり、ケース2は断熱材のみを設置した場合である。本研究では厚さ

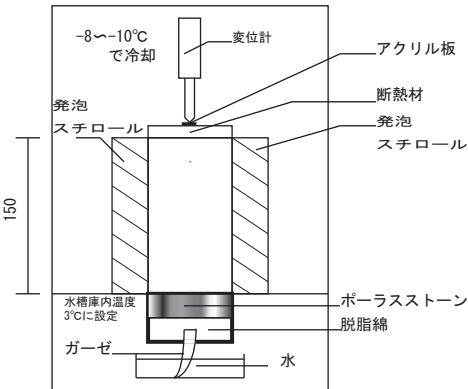


図-1 凍上試験装置概要

表-1 試験ケース

番号	断熱材名	アンカー材料
ケース 1	断熱材なし	-
ケース 2	発泡スチロール	なし
ケース 3	発泡スチロール	プラスチック
ケース 4	発泡スチロール	アクリル
ケース 5	発泡スチロール	鉄

5mm 発砲率 83%の発泡スチロールを断熱材として使用した。ケース3～5はケース2と同じ断熱材を用いてアンカーの効果を確認するためのケースであり、それぞれアンカーの材料を変えている。ケース3は直径3mm、長さ90mmのプラスチック製のアンカーとし、ケース4は直径3mm、長さ90mmのアクリル製のアンカー、ケース5は直径3.75mm、長さ90mmの鉄製のアンカーとした。アンカーを用いる場合には各供試体の上部中央に断熱材の上から打ち込んだ。

3. 凍上試験結果

各ケースの実験により得られた経過時間と凍上量の関係を図-2示す。断熱材を使用しないケース1と断熱材を使用したケース2を比較すると、凍上により供試体上部に変位が発生する時間が断熱材を使用した場合の方が遅いことがわかる。また、断熱材を使用していないケース1の場合には凍上発生直後の凍上量が急激に増加しているのに対して、断熱材を使用したケース

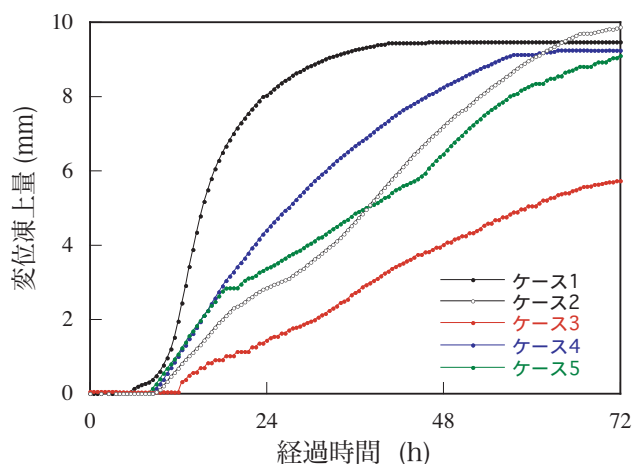


図-2 経過時間と凍上量の関係

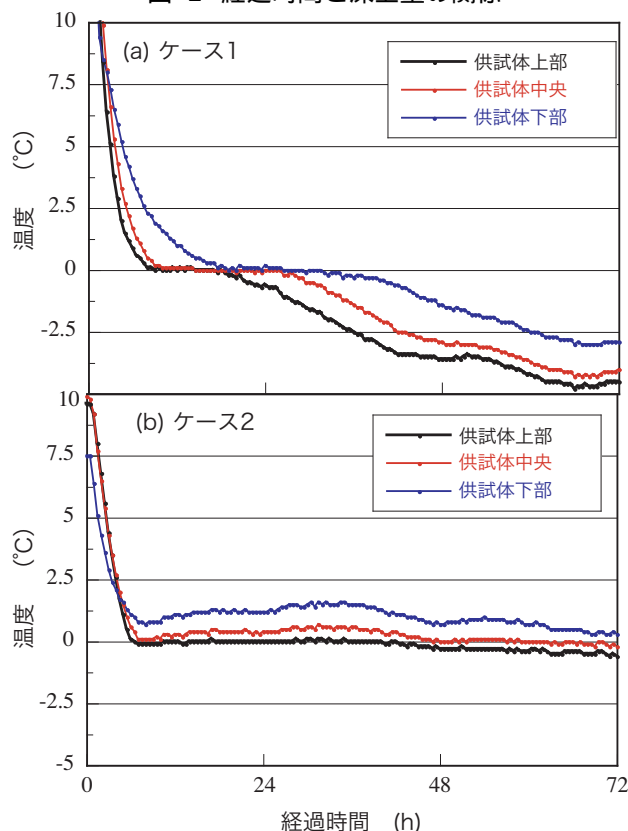


図-3 経過時間と供試体中の温度変化(ケース1, 2)

2の場合には比較的緩やかに増加している．このことから，断熱材を使用することで凍上を抑制する効果があるといえる．

アンカーを使用したケース3～5については，プラスチック製のアンカーを使用したケース3ではアンカーを使用した効果が現れており，凍上が発生し始める時間も他のケースに比べて遅く，発生後の勾配も最も小さい．72時間後の凍上量も他のケースの半分程度に押さえられており，アンカーを使用した効果が非常に高い．しかしながら，アクリルと鉄により作成したケース4, 5については，ケース2と比較して72時間後の凍上量は若干小さいものの，凍上発生時間およびその

表-2 変位と凍上率

断熱材名	変位 (mm)	凍上率 (%)
断熱材なし	9.47	63.1
ケース2	9.87	65.8
ケース3	5.73	38.2
ケース4	9.24	61.6
ケース5	9.10	60.7

勾配においても効果がほとんどみられない．

ケース1, 2の実験により得られた経過時間と供試体中の温度変化の関係を図-3示す．ケース1の断熱材を用いない場合には，供試体上部および中央部が8時間程度で0℃になっており，供試体下部も24時間程度で0℃になっている．一方，断熱材を使用したケース2の場合には，6時間程度で供試体上部は0℃となっているが，供試体中央は48時間後に0℃となり，供試体下部は72時間後にも0℃にはなっていない．断熱材を設置することで，地盤中を熱が伝わる速度が下がり，その結果として供試体表面の鉛直変位の増加速度が低く凍上が抑制されることが確認される．

各ケースの72時間後の変位と凍上率の結果を表-2に示す．断熱材なしのケース1に比べ，発泡スチロールを使用したケース2では，図-2に示すように凍上現象を遅らせる効果はあるといえるが，長時間の低温環境下においては凍上を抑制する効果はあまりないといえる．また，アンカーを使用した場合にもアンカーの材質により凍上量には大きく違いが生じており，凍上の可能性のある地域・地盤における切土斜面の保護工の材料選定には注意が必要である．

4. まとめ

本研究では，表面に断熱材を敷設することにより地盤中の熱伝導を遅らせ，急激な凍上量の増加を抑制し，凍上開始時間を遅らせることを確認した．さらに，杭の種類によって土中への冷気の伝わり方が異なり，プラスチックの杭がアクリル・鉄の杭に比べ温度を伝えにくいいため，凍上抑制に効果的なことを確認した．したがって，斜面保護工に用いるアンカー等については材料の選定が重要である．今後，現場を想定した実験を行い切土斜面に対する凍上現象の抑制方法を検討することが課題である．

参考文献

- 1) 川上房義：土質力学第7版，森北出版，2007.
- 2) 社団法人日本道路協会：道路土工・排水工指針，1987.