

断熱材による土の凍上抑制に関する基礎的研究

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

正会員 矢澤一樹
学生会員 松倉卓也
渡井忍
廣瀬貴
正会員 金子賢治
フェロー会員 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、のり砕工やグラウ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い。したがって、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で凍上を抑制する手法について、幾つかの断熱材料を用いて凍上試験を行い検討・考察する。

2. 試験方法の概要

本研究では道路土工一排水工指針²⁾の凍上試験方法を参考に実験を行った。本研究で使用した試料は、群馬県吾妻郡草津町において昨冬に凍上が発生した現場の試料を採取し用いた。

図-1に凍上試験装置の概略を示す。実験には、採取した試料を十分に空気乾燥し、ときほぐしたのち4.75mmのふるいを通したものを使用した。その後、含水比を自然含水比(20%)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、φ8.5cmの塩化ビニール管をモールドとし、それに試料を4層に分けて詰め、1,2,3層上部にそれぞれ熱電対を設置し土中の温度を測定した。完成した供試体は、ポーラストーン、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時間以上吸水させた。吸水後供試体を凍上試験機に設置した。本研究では供試体に冷気を1次元的に伝えるためにモールド周辺を発泡スチロールで囲った。したがって、供試体上部からのみ冷やされる。温度条件は冷却室内温度を-4℃、水槽庫内温度を3℃に設定した。冷却期間中は4日間とし、供試体内温度および供試体の変位を30分ごとに測定した。1度の実験で3つの供試体を同時に測定した。凍上が止まった後、供試体を取り出し、モールドから抜き割って

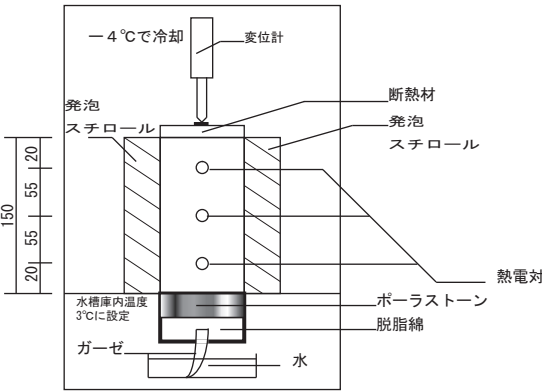


図-1 凍上試験装置概要

表-1 試験ケース

番号	断熱材名	厚さ (mm)	発泡率 (%)
ケース 1	断熱材なし	-	-
ケース 2	発泡ポリエチレン	3	20
ケース 3	ゴムシート	3	-

表-2 試料の状態

番号	初期含水比 (%)	突固め密度 (g/cm ³)
ケース 1	20.219	1.312
ケース 2	19.885	1.261
ケース 3	21.405	1.285

凍上の様子を観察した。本研究の試験ケースを表-1に示す。本研究では、凍上現象を抑制することが目的であるので、モールド上部に断熱材を載せた場合の試験を行った。

試料の粒径加積曲線を図-2、試料の状態を表-2に示す。

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-3、図-4、図-5にそれぞれ示す。断熱材を使用しないケース1では試験開始後数時間で凍上が生じ

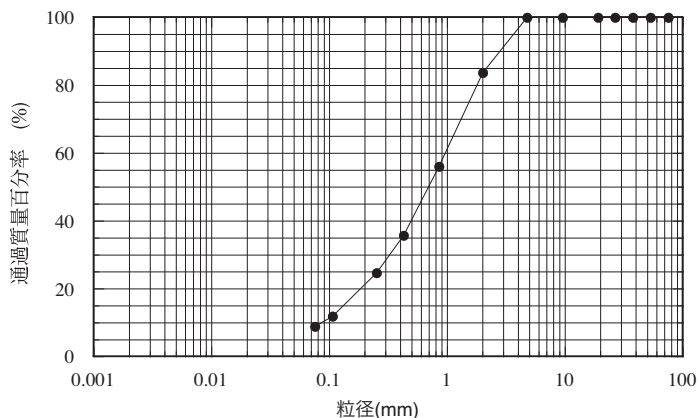


図-2 粒径加積曲線

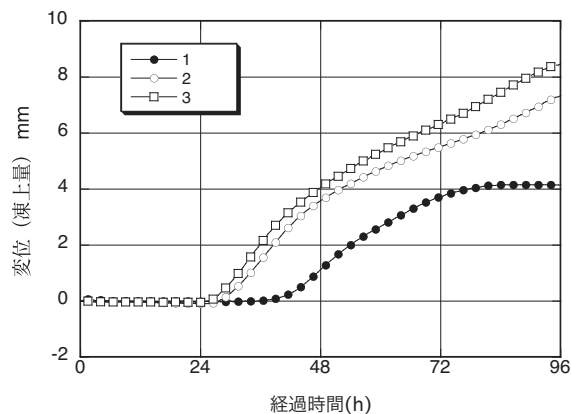


図-4 経過時間と凍上量の関係 (発泡ポリエチレン)

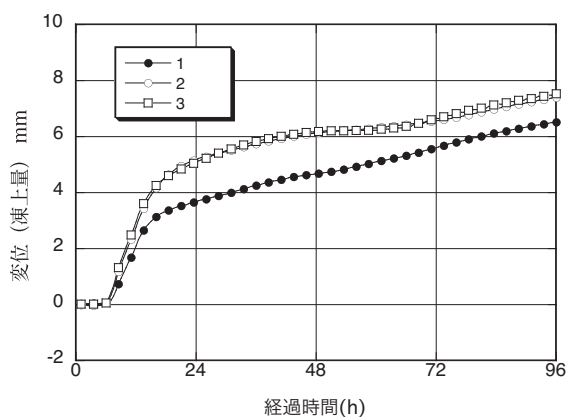


図-3 経過時間と凍上量の関係 (断熱材なし)

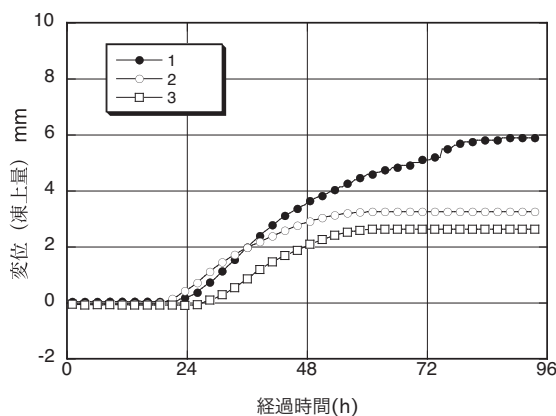


図-5 経過時間と凍上量の関係 (ゴムシート)

表-3 変位と凍上率

断熱材名	変位 (mm)	凍上率 (%)
断熱材なし	7.15	4.78
発泡ポリエチレン	6.65	4.44
ゴムシート	3.93	2.62

始めるが、断熱材を敷いたケース 2, 3 は 24 時間を超えたあたりから凍上が発生している。また、凍上が発生し始めた後の勾配が断熱材なしのケースでは急なのに対し、断熱材を敷いたケースは比較的なだらかな勾配となった。このことにより短時間での急激な冷えこみで起こる凍上被害をある程度抑制できると考えられる。

試験終了時点での変位は各ケースの最大のもので断熱材なしが 7.53mm、発泡ポリエチレンが 8.47mm、ゴムシートが 5.90mm という結果になった。各ケースの変位と凍上率の平均結果を表-3 に示す。ゴムシートは凍上率を約 50% 低減することがわかる。断熱材なしと

発泡ポリエチレンに大きな差は見られなかった。しかしながら、図-4 より凍上現象を遅らせる効果はあるといえる。

各図からわかるように結果にばらつきがあり精度に不安はあるが、各ケースごとの変位の上がり始めた時間や勾配角度がほぼ等しいことから今回行った実験結果は今後の凍上現象の抑制に参考になると考えられる。

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急激な凍上量の増加、凍上開始時間を遅らせることができることを確認した。

今回測定結果にばらつきが出たのは、断熱材と試料の隙間などから熱が供試体に 1 次元的に伝わらなかったことが考えられる。今後は実験の精度をあげると共に断熱材の厚さや、アンカーの影響などを検討していく。

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：道路土木-排水工指針，1987。