

Ⅲ－B 351

ロームの室内凍上試験結果の考察

日本鉄道建設公団	正	米澤 豊司	青木 一二三
(財)鉄道総合技術研究所	正	蔣 関魯	館山 勝
日本鉄道建設公団	正	野口 守	
(株)複合技術研究所	正	堀井 克己	

1. はじめに

岩手ロームの地山に切取土留めが計画されている。ロームは凍結・融解の懸念があるため、凍上性の判定、ロックボルトによる拘束効果、吸水の影響を把握するために凍上試験を実施した。試験は、ロックボルトと壁体とが一体化して凍上変位を抑制すると考えられるため、上載圧を変えて実施し、凍上量を経時的に測定し、凍上変位と凍結時間、上載圧などとの関係を求めた¹⁾。ここでは、室内凍上試験結果について考察する。

2. 試験方法と試験条件

凍上試験に用いた装置・方法・結果は、文献¹⁾に述べられている。凍上試験に用いた供試体は、2種類あり、岩手ロームを突固めたものと、現地でブロックサンプリングしたものを整形して作成したものである。上載圧は0.2, 0.4, 0.8kgf/cm²の3種類である。試験は冷却面および恒温面の温度を制御して実施した。

表1に供試体の物性値を示す。

表1 供試体の物性値

項目	物性値
土粒子密度	$\rho_s = 2.7 \text{ g/cm}^3$
湿潤密度	$\rho_t = 1.48 \text{ g/cm}^3$
乾燥密度	$\rho_d = 0.74 \text{ g/cm}^3$
含水比	w = 100 %
間隙比	e = 2.65
飽和度	$S_r = 100 \text{ %}$

3. 凍上率と積算寒度の関係

凍上率と積算寒度の関係を調べた。凍上率は凍上変位を初期供試体高さで除したもので定義している。積算寒度は冷却面温度を時間について積分したものである。ただし、積算寒度は冷却面温度が零度以下で算定している。

図1に供試体高さが50mmの場合の凍上率と積算寒度の関係を示す。凍上率は積算寒度が大きくなるにつれて漸増し、最大値に達している。また、上載圧が小さいほど低い積算寒度で凍上率が最大に達するのに対して、上載圧が大きいほど高い積算寒度で最大になっている。上載圧が大きいほど凍上率が小さいのは、吸水に伴う凍結が抑制されるからである。なお、凍上率と積算寒度の関係が蛇行している傾向(T8)を示すのは、恒温冷凍室の安定性に起因している。

図2は供試体高さが100mmの場合であり、50mmの場合と類似の傾向を示している。しかし、凍上率が最大値に達するまでの積算寒度はやや高くなっている。すなわち、供試体が大きくなる分、供試体全体を凍らせるのに時間がかかることによる。

図3は供試体高さが100mm、上載圧が0.2kgf/cm²の場合で、供試体作製方法が突固めとブロックサンプリングしたもので、後者は吸水と無吸水の2つを比較している。凍上率と積算寒度の関係の初期の立ち上りは概ね同じ曲線をたどるが、最大凍上率は大きく異なり、小さいものから順に、ブロックサンプリング供試体で無吸水のケース、同じく吸水のケース、突固めた供試体で吸水したケースになっている。これより、吸水の影響は大きく、突固めた場合がブロックサンプリングより大きいことが特徴である。

キーワード 凍上、土留壁、ローム

連絡先 〒100-0014 東京都千代田区永田町2-14-2、山王グランドビル6F TEL 03-3506-1860

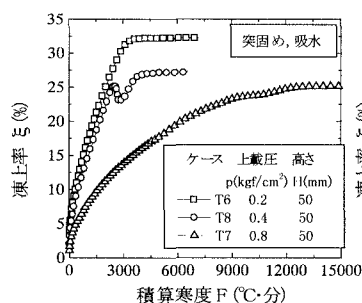


図1 凍上率と積算寒度の関係

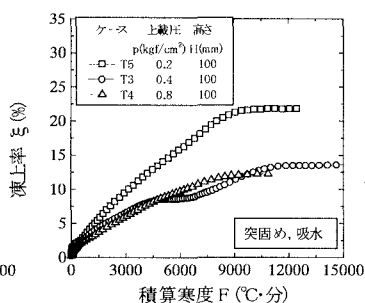


図2 凍上率と積算寒度の関係

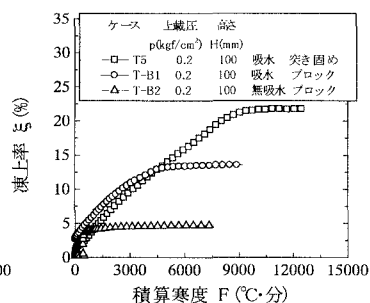


図3 凍上率と積算寒度の関係

4. 凍上率と上載圧の関係

凍上率と上載圧の関係を図4に示す。この凍上率は試験終了時点のものである。これより、①凍上率は上載圧が大きくなるほど小さくなること、②供試体高さが小さい方が大きいこと、③供試体を突固めて作成したものよりブロックサンプリングした方が小さいこと、④吸水と無吸水では無吸水が小さくなることなど、前項の傾向と同じ結果になっていることがわかる。

①の結果は既往の実験結果²⁾と同じである。②は供試体高さが小さい方が凍結面の吸水駆動力³⁾の恒温面までの距離に対する比（動水勾配）が大きいために、吸水量が多くなりこのため凍上も大きくなったこと、③は突固めた場合は土構造の破壊、吸着水が自由水に変化するなどによるため、凍上が増大したと考えられること、④は無吸水の場合の凍上率は、供試体が有している水が凍結膨張するとして算定される凍上率⁴⁾ $\xi_s = 6.5\%$ に概ね等しいことがわかる。ただし、 $\xi_s = 0.09 \cdot e / (1+e)$ 。ここに、 e ：間隙比、 0.09 ：水が氷に凝固したときの体積膨張率である。

5. まとめ

岩手ロームに対して室内凍上試験を実施した結果、凍上性が著しいことが判明した。供試体は突固めたものとブロックサンプリングしたものの2とおりで実施したが、前者は後者の約1.6倍の凍上率になることがわかった。

従って、切取土留壁の凍上対策に、突固めた供試体の結果を適用すると、過大な対策になることになる。次に、吸水を許すものと許さないものを比較すると、凍上率は前者は後者の約3倍になり、吸水の影響が大きいことが認識された。このことより、断熱工法その他、地下水の補給を断つ方法も凍上対策に大変有効であるといえる。また、上載圧と凍上率の関係からロックボルトと壁体による拘束効果が凍上対策工の補助工法としても有効であると考えられる。

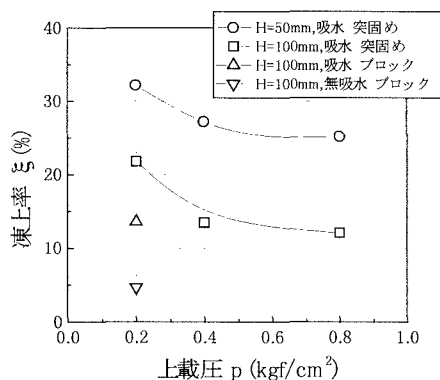


図4 凍上率と上載圧の関係

今後の課題としては、冷却および恒温の温度を一定に制御して、供試体内での凍結面の進行、温度分布や含水分布の変化等の詳細な測定により、さらに明確になるものと思われる。今後これらの結果を用いて、切取土留壁の設計に反映してゆく予定である。

<参考文献>

- 1) 貝瀬・蔭・館山・青木・米澤：ロームの室内凍上試験、土木学会第54回年次学術講演会、1999。
- 2) 土質工学会編：土の凍結、1994、p. 97。
- 3) 同、p. 106。
- 4) 山口柏樹：土質力学（全改訂）、技報堂、pp. 45-46。