

Ⅲ-17 土の凍結における性状

東北学院大学工学部 正会員 新田 嬢
 東京コンサルタンツ(株) 河村 巖
 東京コンサルタンツ(株) ○吉田大輔

1. 序論

土は0℃以下になると、土中の水分が凍り凍上現象を起こす。そして、土は凍上が起こると、凍る前とは著しく異なった挙動を示す。体積の膨張、諸物性の変化で特に硬くなることが顕著である。これにより寒冷地では、地盤に大きな影響を及ぼす。例えば、道路舗道の舗装面の亀裂、鉄道レール面に生じる不整凍上などである。このような凍上現象をさけるため、凍上の抑制を行う必要がある。凍上の抑制には、いろいろな方法があるが、今回は、置換工法による凍上抑制実験を行う。

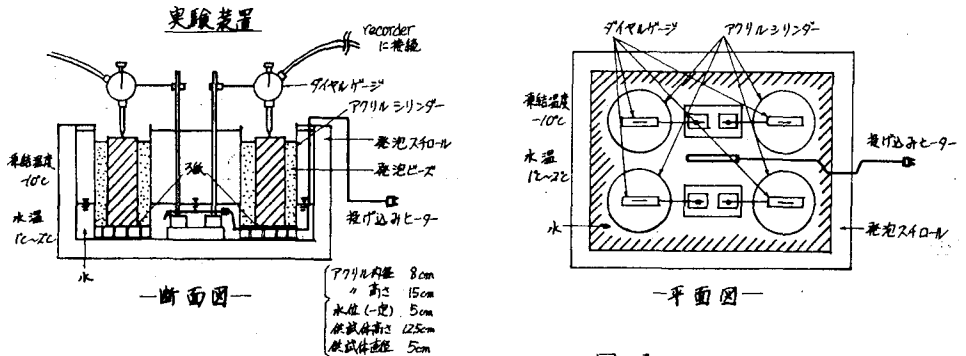
2. 実験装置と実験方法

実験は室内凍上試験装置（open-system）による。（図・1）

資料は粘土ロームを用い、これを攪乱し天日乾燥後粉碎し、炉乾燥状態で2.0mmフルイを通過するものを使用する。

この試料に初期含水比を与え、直径5cm・高さ12・5cmのモールドでつき固め、供試体を作る。この供試体を、底板に微孔がある内径8cm・高さ15cmの亚克力筒に入れ、周囲を発泡スチロールで覆い、上面からだけ冷気が入るようにする。凍結は冷凍庫で行い、供試体は常に5cm程水に浸かり底面から水が供給されるものとする。庫内温度は、-10℃とし、水温は12℃に調節する。凍上はFreeとし凍上が停止するまで、もしくは72時間まで計測を行う。凍上量は記録計により0.01mmまで計測する。

添加物として、普通ポルトランドセメント（以下セメント）と塩化ナトリウム（以下NaCl）を用意した。



図・1

3. 実験結果

生土（添加物を混入しない）の場合の凍上量は、24時間後で約40mmであり、72時間後まで計測を行うと約100mmにもなり以後も凍上を続けている。

これにより凍上量が多い土であることが確認されたため、以下の凍上抑制実験を行う。

- 1) セメント混合による凍上の抑制
- 2) NaCl混合による凍上の抑制

各々、層状に添加した場合と、均等に混合した場合について行う。

混合率は、体積比である。

セメント混合では図・2に示すとうり投入量が同じならば、混合させたものの方がわずかながら凍上抑制効果が大きいといえる。

セメントの混合が、凍上を抑制する理由として

- ①セメントの水和生成物により、未凍結土の透水性が落ち、凍上に必要な給水が妨げられる。
- ②引張り強度の増加により、アイスレンズが発生しにくくなる。
- ③土粒子どうしの結合力が大きくなり、凍結中の圧密や凍結による土粒子骨格の破壊に対する、抵抗力が増加する。

以上のことが考えられる

よって、セメント混合による抑制効果は、凍結面に引き寄せられる水が未凍結部分を、通る際に受ける動水抵抗が増加することや、土の給水能力自体が低下することによって、生じると考えられる。

NaCl混合の場合でも同様な結果(図・3)がみられるがこの場合の抑制効果は、セメントの場合より著しい。

NaCl混合が、凍上を抑制する理由として

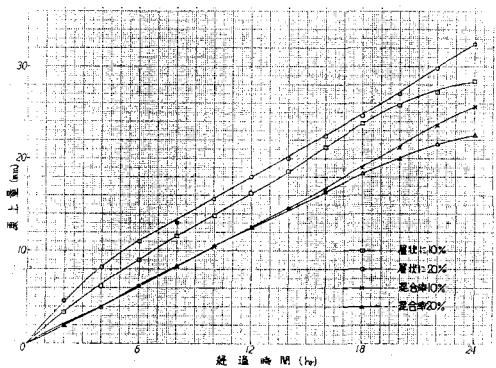
- ①凍結の臨界点を下げる。
- ②間隙水中の塩化ナトリウムのために、相互作用力の変化が生ずる。
- ③作用を受けた土の有効透水性が一般的には増加する
- ④土の水分保持力も一般的には変化する。

以上のことが考えられる。

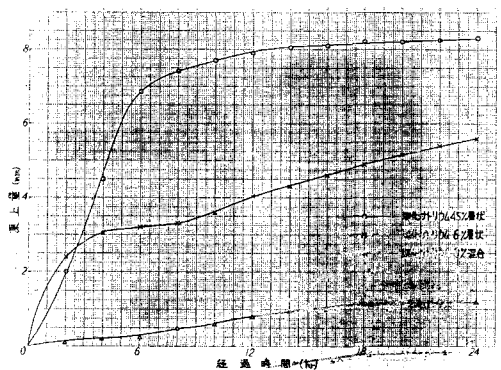
塩化ナトリウムには凍結の臨界点を下げる効果があるため、これを混合させた場合の供試体は、24時間の凍上試験後に、試験機から取り出しても、セメントのように表面が凍結せずに、軟らかいままの湿潤状態を保っていた。このように、凍結が起りにくくなっているため、アイスレンズが発生できず凍上量が抑えられていると考えられる。

4. あとがき

本研究は、道路等の凍上対策のために、置換工法により凍上の抑制を行うことを目的としている。凍上量は、NaClを添加した場合、かなり効果があるといえる。しかし、今回の添加物はどちらもアルカリ性であるので、(アルカリ性の添加物に対しては凍上抑制効果が確認されたが、) 今後は、酸性の添加物に対しても考察の余地があると思われる。



図・2



図・3