

北見工業大学 正会員 鈴木輝之  
同 上 沢田正剛  
同 上 正会員 末岡伯従

1. まえがき 自然の寒さによる地盤の凍上は地上の構造物に対してさまざまな被害を及ぼす。工学的立場からのこれまでの凍上研究は道路や鉄道の凍上被害対策に関するものに代表される。しかし構造物の凍上被害に関係する因子はきわめて多様であり、従来の研究成果が他の構造物の凍上被害対策にそのまま生かせるということには必ずしもならない。今後各種の構造物の凍上被害対策を検討していくためには、基礎的かつ定量的なデータの蓄積が急がれる。

本研究は、地下水位の制御が可能な屋外凍上実験土槽中に作製した人工地盤において、冬季間に除雪状態の下で凍上観測を行ったものである。実験の結果、地下水位が自然凍上に与える影響について2、3の知見が得られたので報告する。

2. 実験装置および実験内容 表-1に凍上実験土槽に詰めた土の性質を示す。この土は北見市近郊から採取した火山灰性粘性土であり、道路土工排水工指針に準拠した凍上試験結果によれば、明らかに凍上性と判定される土である。図-1に凍上実験土槽の概要を示す。この装置は連通パイプによってつながれたコンクリート製の屋外土槽と水槽（凍らない）からなり、土槽土の凍上によって水が吸い上げられても、水槽に設けられたボールタップ給水弁によって地下水位は常に一定に保たれるようになっている。土槽の大きさは、幅3.2m、奥行き3.2m、深さ1.8mである。この土槽は2セットあり、今年度は地下水位を1.0m（土槽A）と0.5m（土槽B）にそれぞれ設定した。また地下水位以外の土槽の条件はすべて同じとした。測定内容は次の通りである。

1) 土中温度の深さ方向分布：C-C熱電対温度センサーを10cm間隔で、1mの深さまで設置して測定。この測定値から0℃線を算定してそれを凍結深さとしている。

2) 層別凍上量：外径8cm、長さ5cmの円環を20個重ねて100cmの高さにしたものを土中に埋め込み、各円環の持ち上がり量から初期層厚5cm毎の凍上量を測定した。また層別の凍上量は地表面の持ち上がり量と凍結深さの関係から間接的に算定することも出来る。この両者の値はほぼ一致することが確認されているが、ここでは後者の算定値を用いている。

| 比 重         | 2.56                  |
|-------------|-----------------------|
| シルト以下含有率    | 59 %                  |
| 締固め試験 最適含水比 | 34.9 %                |
| 最大乾燥密度      | 1.30 t/m <sup>3</sup> |
| 凍上試験 凍上率    | 62.4 %                |
| 凍結様式        | 霜柱状凍結                 |

\*道路土工排水工指針による

表-1 土槽土の性質

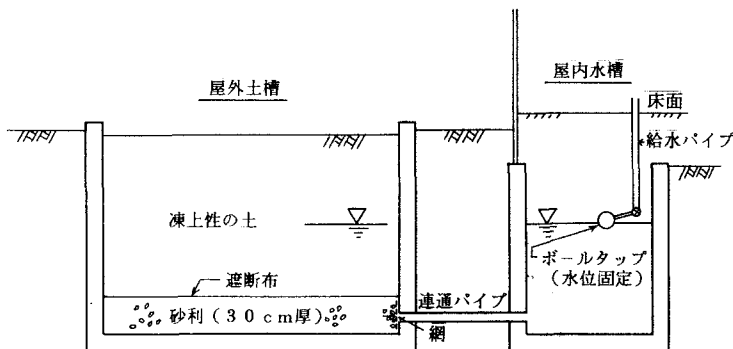


図-1 凍上実験土槽の概要

3. 実験結果 図-2に平成元年2月末現在までの積算寒度と両土槽における凍結深さ及び地表面の持ち上がり量の推移を示す。図から分かるように、11月10日頃から12月中旬にかけて、地表面から10 cmくらいまでのところで凍結（凍上）と融解（沈下）が何度か繰り返されている。このような時期においても地下水位が50 cmと高いところにある土槽Bでは、一時的にかなりの凍上が発生している。12月中旬以後は、凍結深さ、凍上ともにコンスタントに進行している。この時期における凍上量も地下水位の高い土槽Bで著しく、50 cmの地下水位の差が凍上発生に大きく影響していることが分かる。

以上は全凍上量を見たものであるが、深さ方向への層別凍上率と2月末現在の含水（氷）比分布を示したのが図-3～4である。ここで層別凍上率は、凍結前の層厚を5 cm間隔に分けて、各層毎の凍上量を初期層厚5 cmで割った値である。凍上率分布と含水比分布とは良く対応している。土槽Aでは深さ方向に凍上率は減少するが、凍結深さが30 cmくらいになると増加に転じている。一方、地下水位が50 cmと高い土槽Bでは地表面付近で大きな凍上が発生し、その後は深さとともに凍上率は低下の一途をたどっている。自然の凍上発生は多くの因子の組み合わせで決まるが、地下水からの水分補給の面から見れば、凍結線と地下水位との距離が40～50 cmとなるあたりで、凍上がより発生し易くなるようである。

本報告中のデータは、測定中のものである。この先の融解とそれに伴う沈下への移行の状態などについては発表当日に示したい。また今後は凍上力も含めた測定を継続する予定である。

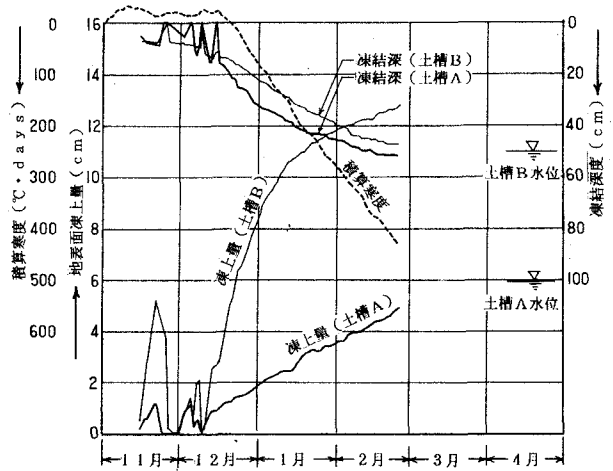


図-2 積算寒度、凍結深さ、地表面凍上量の推移

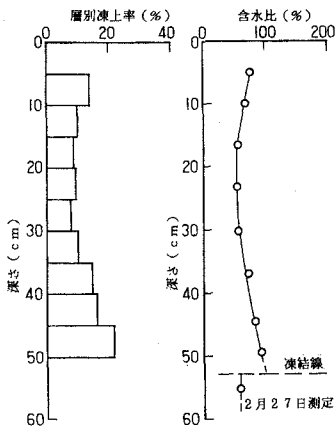


図-3 層別凍上率、含水比の分布（土槽A）

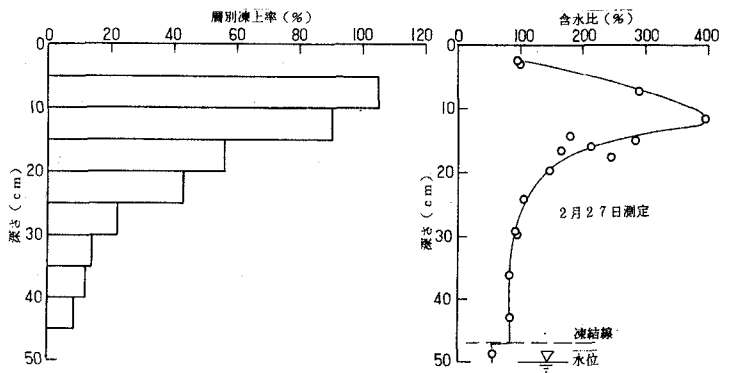


図-4 層別凍上率、含水比の分布（土槽B）