

### III-540 砂利遮水層の凍上抑制効果

北見工業大学 正員 劉 朝錆 鈴木輝之 沢田正剛

## 1. まえがき

寒冷地において、道路とそれに付帯する土木構造物、例えば、トンネルや擁壁などを建設する場合、凍上変形および凍結土圧による構造物の被害が大きな問題となっている。これまでの凍上対策としては、置換工法、断熱工法、安定処理工法、遮水工法などが用いられてきたが、この中、予想される凍結深さ以内の凍上性土を凍上しにくい材料で置き換える工法——置換工法がもっとも多用されている。一方、凍上に大きく寄与する下層水の毛管上昇を遮る工法——遮水工法がかつてビニール膜やアスファルトなど不透水材料を用いた結果、遮水層は不透水層となり、その上部に水が溜まってしまい、逆効果となるため、実用に至っていない<sup>1)</sup>。しかし、近年、良質な置換材料が次第に得難くなったりことから、置換工法以外の凍上対策工法の再検討が要望されている。例えば、ジオテキスタイルを遮水層として用いる遮水工法が試みられている<sup>2)</sup>。

本研究は、屋外凍上実験土槽を用いて、その中に砂利の遮水層を含む地盤を造成し、冬期間に発生した凍上量、凍結深さおよび凍上力を実測し、遮水層による凍上抑制効果を確認したものである。遮水層を設けない地盤（自然地盤と呼ぶ）に比べ、遮水工法を施した地盤では凍上量が半分程度になるが、凍上力にあまり差がないこと、凍結深さが逆に若干大きくなってしまうこと、などが明らかになった。

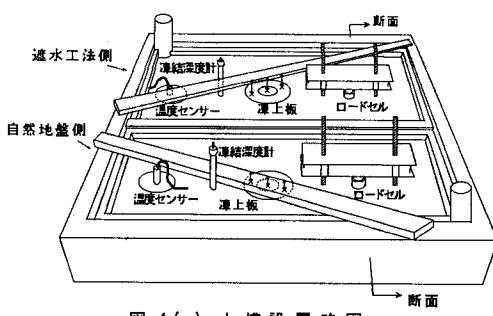


図-1(a) 土槽設置略図

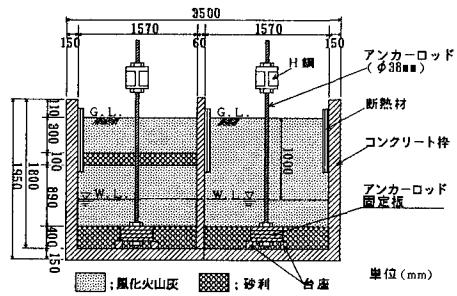


図-1(b) 土槽断面図

## 2. 実験施設と方法

用いた実験土槽の概要および断面寸法を図-1に示す。1つの土槽を2分し、片方に凍上性の土（風化火山灰）のみを詰めて、自然地盤を造成した。もう一方には同じ土からなる地盤の表面下30cm～40cmにかけて厚さ10cmの砂利層を設け、遮水層とした地盤を作った。砂利層は凍上の要因の1つである下部からの毛管上昇水を遮断することができ、しかも、上方からの浸透水を自由に通過させることができる。風化火山灰および砂利の粒径加積曲線を図-2に示す。

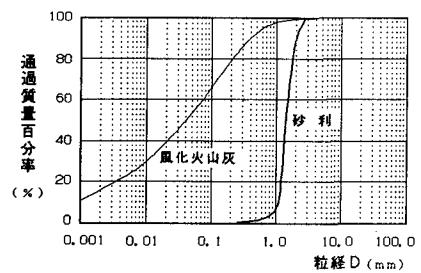


図-2 粒経加積曲線

地下水位は1mに設定した。土槽は地下水位調整槽とパイプで連絡しており、土槽内の土の凍上によって水が吸い上げられても、地下水位が常に一定に保たれるようになっている。

測定内容は、1日1回の凍上量と凍結深さ、および1時間ごとの気温と凍上力である。凍上量はある不動の基準点に対する地表面の隆起量をノギスを用いて測ったもので、凍結深度は地下深く固定されているメチレンブルー凍結計を用いて、凍結前の地表面に対する凍結面の深さを測定したものである。気温は熱電対を

用いて、凍上力は地表面に置いた直径10cmの円形鉄板と、アンカーロッドに固定されているH鋼の梁との間に設置したロードセルを用いて自動計測されている。

### 3. 結果と考察

図-3は実験地点での日平均気温とその累計の推移を示す。同図から求めた3月下旬現在までの凍結指数は588°C・日である。

図-4は遮水工法を施した地盤と自然地盤における地表面の凍上量および凍結深度をそれぞれ比較して示したものである。寒さが本格的になる12月7日あたりから、自然地盤は凍上がどんどん進むのに対して、遮水工法地盤は凍上量が約半分で推移していることが分かる。凍上量を減らすことに関して言えば、砂利を用いた遮水工法はかなり有効であると思われる。しかし、凍結深度の推移を見ると、遮水工法地盤の方が自然地盤よりも多少速く進んでいることが分かる。これは遮水層によって下部からの水分補給が断たれた結果、上部の土の含水比が小さくて、水分の凍結による潜熱の発生が少なくなったことなどによると考えられる。

図-5は遮水工法地盤と自然地盤における地表面を拘束した場合の凍上力の推移を示す。凍上力は気温の変動に敏感に反応し、特に自然地盤の場合その傾向は顕著である。ここで、注目すべきなのは12月後半、自然地盤と遮水工法地盤の凍上力は大きく異なる挙動を示すことである。自然地盤の凍上力は著しく増大しているにもかかわらず、遮水工法地盤の凍上力は横ばいになり、ほとんど変化していない。図-4によれば、この時期にはちょうど遮水工法地盤内で凍結前線が遮水層を通過している途中であることが分かる。同じ時期に遮水工法地盤の凍上もほとんど進行していないことが同図から窺われる。したがって、凍結前線が遮水層内にある間には、凍上が起こらず、凍上力も新たに発生しないことが言える。しかし、その後、凍結線が遮水層を通過してから、凍上量も凍上力も自然地盤とほぼ同じ速度で増加の道を辿っている。これは、凍結線が遮水層を通過してしまえば、遮水層の役割が終わり、遮水工法地盤も自然地盤もほぼ同じ条件になっているためと思われる。今回、遮水層を深さ30cmに設置したが、遮水層の厚さとともに、設置位置も今後の検討が必要である

### 参考文献

- 1) 土質工学会編;「土の凍結 — その制御と応用 —」, 1982
- 2) 土屋富士夫, 三嶋信雄; ジオテキスタイルを使用した遮水工法による凍上抑制試験, 第6回寒地技術シンポジウム講演論文集, p.65-68, 1990

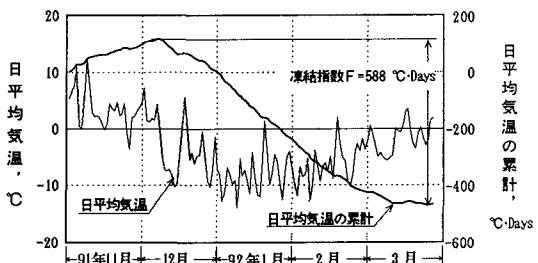


図-3 日平均気温の累計とその推移

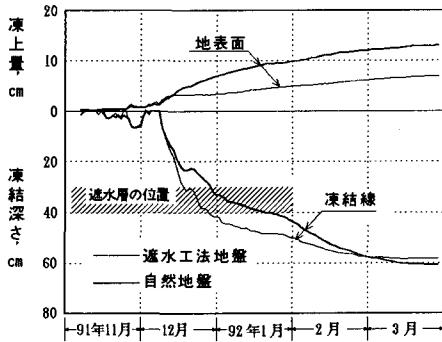


図-4 凍結深さと地表面凍上量の推移

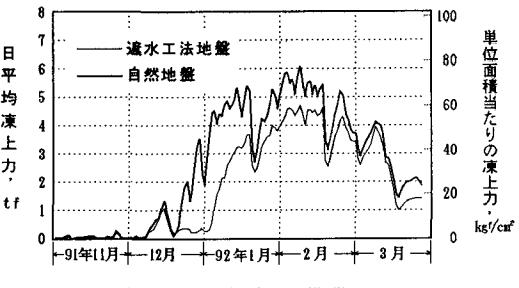


図-5 凍上力の推移