

IV-27 薬剤を混入した土の凍上実験について

北海道開発局土木試験所

正員 小山道義

同

正員 河野文弘

同

正員 高橋 毅

同

正員 〇川井 優

現在北海道の道路の凍上対策には、凍上性の土を切込砂利、砂あるいは火山灰などの凍上しにくい材料で置き換えるいわゆる置換工法が広く採用されている。しかし舗装道路の伸長に伴って、これらの置換材料を入手することが困難な現場も生じ、また凍結深度の大きな地方では置き換える深さも大きくなるが、なお凍上抑制の効果があがらないところもある。このような諸事情から置換工法に代るもしくは補助工法としての薬液による凍上対策に関する研究が望まれている。薬液処理工法について必要なことは、先ず凍上を抑制すること、持続性があること、経済的であることおよび施工が容易であることなどがあげられるが、特に持続性および経済性について問題がある。ここでは凍上抑制の効果があがる添加剤を見出し、添加された土の物理的性質を勘案して、それら添加剤の有効最小添加量および経済性について検討を加えた。

極めて凍上性の大きな土（錦岡産）に次の6種の添加剤を土の乾燥重量に対して1, 2, …, 5%の割合で添加し、それらの凍上抑制の効果と物理的性質について考察を行なった。

添加剤：塩化カルシウム，食塩，ポルトランドセメント，土壤改良剤1，土壤改良剤2，土壤改良剤3

注）土壤改良剤1および2はビニール系高分子化合物である。土壤改良剤3は石油系高分子化合物である。

図-1は上の各添加剤を添加したとき、その添加量と凍上量の関係を示すものである。ここで供試体は高さ3cm、直径8cmのモールドに入れ、冷却温度（空中） -4°C 、地下水温度（水中） $+3^{\circ}\text{C}$ とし、その装置は開式として実験を行なった。これによるとポルトランドセメントおよび土壤改良剤3は大して凍上抑制の効果が認められない。土壤改良剤2は添加量が5%で、また他は2%程度でその効果が認められる。次に添加された土の物理的性質について検討してみる。図-2はそれらの液性限界および塑性指数の関係をA. Casagrandeの塑性図表に書きあらわしたものである。A. Casagrandeの分類によると、無添加土は高圧縮性の無残有シルトである。これに各添加剤を加えたとき、塩化カルシウム、食塩およびポルトランドセメントは塑性度が低くなっている。これに反し、土壤改良剤1, 2および3は添加量を増すにしたがって塑性度も高くなる傾向を示している。特に土壤改良剤1および2はそれが顕著で、高塑性・無残有粘土の分野へ移動している。図-3は添加量と遠心含水

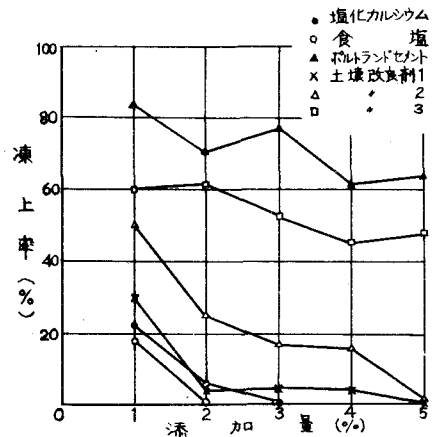


図-1 凍上率は無添加土の平均凍上量に対する添加土の平均凍上量の割合である

当量の関係を示すものである。これによると土壌改良剤1および2はその添加量を増すにいたがって著しく遠心含水当量も大きくなっている。

以上を総合的に考えると、一般に添加剤には溶解塩として土粒子の間隙水中に存在し、氷点降下その他土の化学的性質を変えることによって凍上抑制の効果もあげるものと、土粒子を凝固させ、透水性その他の物理的性質を変えることによってその効果をあげるものとがある。ここでは塩化カルシウムおよび食塩が前者に属し、他は後者に属する。図-2および図-3でわかるように前者は土の物理的性質には大して影響を与えないが、微量でも凍上抑制の効果

が大きい。しかしこれは可溶性であるため、その持続性が問題となる。一方後者は土の物理的性質を相当に変化させている。特に土壌改良剤1および2が凍上抑制に効果があるのは、その物理的性質を著しく変化させることによるものと考えられる。またこれらは難溶性であるから、持続性も期待される。次に図-1に示す凍上実験の結果から凍上抑制に効果のある各添加剤の最小量について経済的な比較をしてみると表-1のようになる。これによると土壌改良剤1および2は、塩化カルシウムおよび食塩に比べて非常に高価である。現在まで北海道では試験的に現場で塩化カルシウムを用いたことがあるが、このときの添加量は1㎡あたり3kgであった。これは切込砂利に換算すると約3.5cmの厚さに相当する。これで凍上抑制の効果が確実であるとすれば

経済的に十分成り立つはずである。この現場試験の結果はまだ十分な考察が行なわれていなく、前にも述べたように持続性、面で不安がある。したがって添加剤としては不溶性で凍上抑制の効果のある土壌改良剤1のようなものが安価であれば最も有望である。

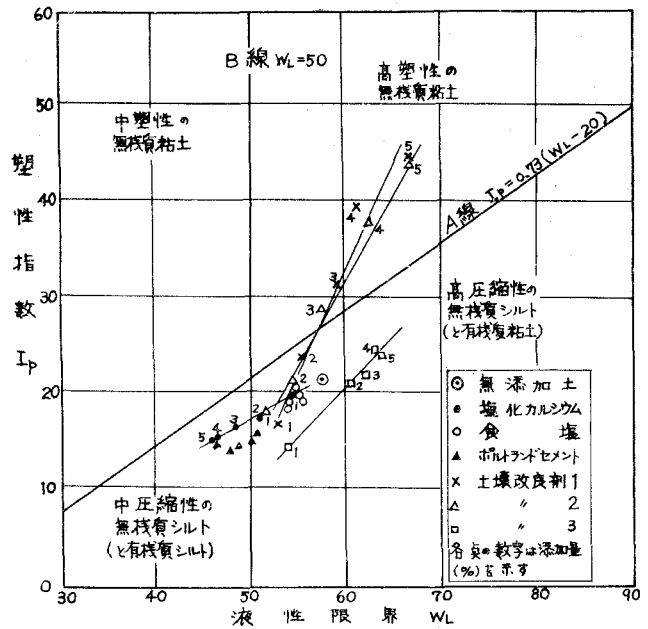


図-2

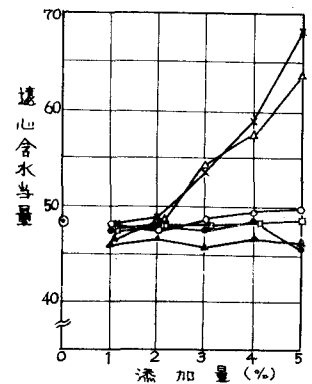


図-3 各記号は図-2と同じである

添加剤	添加量(%)	添加剤1kgあたりの価格(円)	土1m³に対する添加価格(円)	切込砂利の相当量(m³)
塩化カルシウム	2	23	515	0.26
食塩	2	15	336	0.17
土壌改良剤1	2	700	15680	7.84
土壌改良剤2	5	550	30800	15.40

表-1