

凍上災の防止について

(1) 凍上災の三要素

地盤の凍上に影響を与える主な因子は、**温度、土質、水**である。これは凍上の三要素と呼ばれ、この三つの条件が同時に揃った時に発生する。これらの条件のうち**一つ以上を除去**または改善することによって、凍上現象を抑止または抑制することができる。

(2) 凍上対策に関する調査

凍上対策に関する調査は、凍結深さの推定及び凍上対策を立案するために実施するものであり、気温、土質、地下水位及び凍結深さからなる。これらを各項目別に調査し、凍結深さの推定まで定量的に求めるとなると膨大なコストと時間的なロスが大き過ぎる。費用対効果の観点より、また**複雑な土質条件を個々に調査することは容易ではない**。したがって本試験施工に於いては、物理的に凍上災の三要素の一つ以上を抑止することが現実的な選択であり、コストの縮減化を図れる。

(3) 凍結深さの理論

凍結深さの推定法には以下の二つがある。

ア) 実測による方法

掘削が必要

イ) 計算による方法

各種の調査が必要、積雪も含む

実測による方法は比較的容易にできる。が、計算による方法は上記三要素の調査を必要とするため時間を要し、喫緊のニーズに答えられなくなる。推定法としてはアルドリッチ (Aldrich) による修正ベルグレン (Berggren) 式があるがここでは省く。

(4) 凍上性の判定

以下の2つの方法がある。

ア) 凍上性判定試験による方法

イ) 土質による方法

凍上性判定試験方法

i) 「土の凍上性判定のための凍上試験方法 (JGS 0172-2003)」

ii) 土の凍上試験方法」

(5) 土質による判定方法

土の粒度分布や細粒分含有率を用いて、凍上性の大略を判定する方法が一般的である。ただし、**土の凍上機構は複雑**であり、土粒子径だけに依存

するわけではなく、密度や含水比等の状態量、拘束応力や凍結速度等の条件が異なれば**同じ土質でも凍上性が異なる**ことを忘れてはならない。

一般的な粗粒度であれば細粒含有率によって概略の凍上性を判断でき、凍上を起こしにくい材料として、次の①～③を目安にする。

- ① 砂：0.075 mmふるいを通過するものが全試料の6%以下となるもの。
- ② 切込砂利：全試料について0.075 mmふるいを通過する量が4.75 mmふるいを通過する量に対して9%以下となるもの。
- ③ 切込碎石：全試料について0.075 mmふるいを通過する量が4.75 mmふるいを通過する量に対して15%以下となるもの。

火山灰土については、細粒分含有率のみで凍上性を判断することは難しいため、凍上が問題となる箇所で火山灰土を利用する場合には、凍上試験により判定する。

(6) 道路路床の凍上対策工法

ア) 置換工法

置換工法は、連結深さまで凍上を起こしにくい材料に置き換える工法である。コストがかかり過ぎ、理論的には完成度が高くとも現実的ではない。

旧日本道路公団では切土、盛土で置換深さを変えたりする理論があるが自治体レベルでここまで研究を重ねる訳にはいかない。

イ) 断熱工法

断熱工法は、断熱材を路床上部等に設けて凍上性路床土への凍結の侵入を抑え、路面に凍上が発生しないようにする工法である。断熱工法には板状の押し出し発砲ポリスチレン等の断熱材を路盤と路床の境界付近に設置する方法や、発砲ビーズ、セメント、砂等を混合した気泡コンクリートを断熱層に利用する方法等がある。

押し出し発砲ポリスチレン板（XPS）については、一般に材料自体も高額であるので、経済性等を比較検討して採用しなければならない。さらに、路盤下等の比較的浅い位置に埋設されたものについては、輪荷重による応力度の検討結果よりそれに耐えうる規格のものを選定する必要がある。

ウ) 遮水工法

遮水工法は、凍結面に水分を供給させないようにすることでアイスレンズの成長を抑制し、路面に凍上が発生しないようにする工法である。遮水工法には従来、毛管作用が生じない礫質材料等で地下からの毛管給水を遮断する方法と、金属、ビニール、アスファルト等で水分を遮断する方法があったが現場施工の困難さや長期的な遮水効果の不確定さなどから実施工に実施された例は少ない。

エ) その他の対策工法

i) 安定処理工法

セメント系や石灰系等の安定処理剤を土に添加することにより、凍上を抑制できる場合がある。一般に砂質土に対してはセメント系が良く、粘性土には石灰系が効果的である。

ii) 薬剤処理工法

電解質の添加によってコロイド表面のイオン化が防げ、その結果、土の粒子相互間の凝固、間隙水の氷点降下、土粒子の吸着水の増大、透水性の低下をもたらすものであるが、水溶性であるため流れたりし、その効果は希薄である、また環境等への問題もある。

(7) 何故、防水シート（テフオンドドレイン）なのか

土の凍上現象は、土中の温度勾配により重力に逆らった下方から上方への水分移動により、凍結面にアイスレンズが形成されることによって生じる。上記の理由及び素材の効果性を鑑み、この度の滝沢市での試験施工ではテフオンドドレインを敷設することにより、高い効果が期待できる。

素材の特徴

i) 完全防水

完全防水を確立。面積は問わない

ii) 効果

防水シートの下に付設されているヒュラメント状の素材が、毛管現象により水分を拡散させるため、凍上が発生しにくくなり出来たとしても素材に吸収される。また空気層があるため保温効果もあり日中の太陽熱も利用することが出来る

iii) 施工

施工は容易であり、敷設には工程が確実に読める。

iv) 補強シート

補強シートは主に軟弱地盤に使用し、凍上でアイスレンズが持ち上げようとする力を抑える効果がある。

v) 耐震

日本大学工学部地盤防災工学研究室で遠心載荷試験を行い、耐震性は立証されている。

以上の理由により本現場に於いては、防水シート（テフオンドドレイン）補強シート（エックスグリッド 200/20 以上）を使用することにより、その効果は大きく期待できる。

2014・5・29

(参考 道路土工要綱 21 年度版)

ジオダブルサンド工法研究会