

## のり尻排水溝の凍結融解による変状測定例

土木研究所寒地土木研究所 正会員 ○佐藤厚子 正会員 林 宏親 正会員 山木正彦  
北見工業大学 正会員 中村 大

### 1. はじめに

道路のり尻部には、雨水による流水を流末に導入させるために排水溝を設置する。この排水溝は、鉄筋コンクリート製の U 型排水溝が設置されることが多い。U 型排水溝の周辺地盤は、地表面だけでなく側壁面からも寒気が侵入するため、凍上性の地盤では、排水溝の持ち上がりや側壁面に作用する凍上力により排水溝が損傷する可能性がある<sup>1)</sup>。写真-1 は、のり尻排水溝周辺に非対称に発生した凍結面により、不均一な凍上力が排水溝に作用<sup>2)</sup>して変状した事例である。このような排水溝の凍上による変状を抑制するための十分な対策が確立されていないことから、凍上対策を検討するにあたって、いくつかの排水溝を試験的に施工して周辺地盤の凍結状況を確認するとともに排水溝の変状を計測した。



写真-1 のり尻排水溝変状例

### 2. 試験施工方法および調査方法

2016年11月に、北海道の中でも寒冷地である足寄で、図-1に示す4種類の排水溝を施工した。排水溝を設置した地盤は粒度による凍上性判定法<sup>3)</sup>で比較的凍上しやすいと判定される土質である。U型排水溝は、北海道内の国道および道道に広く設置されている。V型排水溝と特殊V型排水溝は、農業用水路および道道の一部に設置されている。特殊V型排水溝は、V型排水溝よりも強度を高くしており排水溝が厚い構造となっている。これらの排水溝はコンクリート製である。ジオシンセティクス排水溝は、ポリプロピレン製で網状構造を有する素材を組み合わせており、凍上による地盤の変状に追従可能である<sup>4)</sup>。それぞれの排水溝は、厚さ3cmの敷砂と厚さ10cmの基盤材(0~80mm切込砕石)の上に設置し、凍上による変状の影響を受けずに排水機能を確保するため、各排水溝同士は雨水柵により接続した。

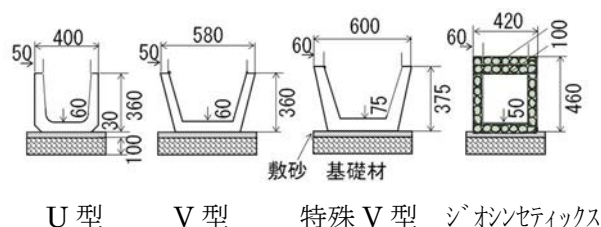


図-1 施工した排水溝の種類

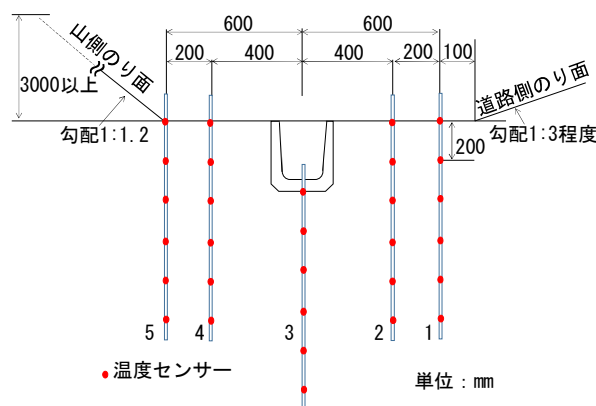


図-2 U型排水溝温度計測概略図

図-2に示すように、各排水溝の中心と中心からそれぞれ40cm、60cmの箇所(道路側から順に1、2、3、4、5)で地表からの深さ100cmまで20cmごとと、気温測定のため地表面から150cmに温度センサーを設置し、1時間ごとに自動計測した。また、図-3に示すように各排水溝の中心付近の上端部で道路側(a、c)と山側(b、d)のそれぞれ2箇所で高さを測定し、道路側と山側の鉛直変位をその平均により算出した。測定は、施工から2年目までは2週間に1回、その後は秋から春先にかけて1か月に1回程度5シーズン行った。

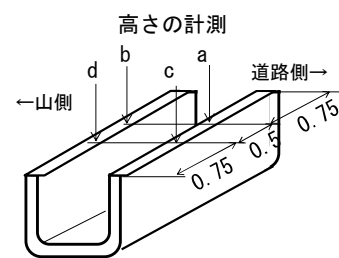


図-3 U型排水溝計測概略図

キーワード 排水溝、凍上、変状

連絡先 〒062-8602 札幌市豊平区平岸1条3丁目 土木研究所 寒地土木研究所 寒地地盤チーム TEL011-841-1709

### 3. 試験結果

U型排水溝について表面または排水溝の下面から20cmの深さの地盤の温度を図-4に示す。図中の1~5は図-2の1~5に対応している。排水溝に近い側(2, 4)の温度はその外側(1, 5)の温度よりも低くなっている。これは、U型排水溝の内空と地盤からの2方向からの冷却りとなったためと考えられる。他の排水溝でも類似した傾向が見られた。

地盤内の温度がマイナスからプラスに変わる上下の温度から比例配分した0°Cの深さを凍結深さとして、凍結面を求めた。図-5は、施工2年目の各排水溝周辺の凍結面の推移である。地盤が凍結を始めた時期(11/16)では、道路側も山側もほぼ同じ凍結面の深さであったが、凍結が進むにしたがい凍結面は山側より道路側で深くなった。道路側は、除雪のために地盤への寒気の侵入があり、山側では積雪のため地盤への寒気が抑制されたと考えられる。他のシーズンでも同様な傾向が見られた。

排水溝の上端部の変位量の推移を図-6に示す。排水溝の山側では、1シーズン目に隆起しその後融解後に元の高さに戻った。特殊V排水溝では3シーズン目までは融解後期に元の高さに戻ったが、他の排水溝では元の高さに戻ることなく累積して隆起と沈下を繰り返した。排水溝の道路側では各シーズンで隆起し、融解後に沈下するが元の高さまで戻ることなく隆起量が累積した。程度の差はあるが、どの排水溝において山側よりも道路側の変位が大きく、排水溝が山側に回転していることを示している。

今回の測定結果では、冬期間排水溝の山側の地中の温度が道路側よりも高くなり、排水溝周辺地盤の凍結面が非対称となった。また、排水溝が地盤の凍結により隆起し、山側と道路側で隆起量が異なり、排水溝の回転を確認

した。この変状は、これまで報告されてきた小段排水溝周辺地盤の非対称な凍上による変状と同様なメカニズム<sup>2)</sup>であると考えられる。なお、5シーズン経過後、いずれの排水溝においても十分な排水機能を確保していることを確認している。

#### 参考文献

- 1) 社団法人地盤工学会北海道支部：斜面の凍上対策の調査・設計マニュアル(案)、2016.9.
- 2) 安達隆征、中村大、川口貴之、川尻峻三、渡邊達也、山下聡、佐藤厚子：積雪寒冷地における小段排水溝の変状メカニズムの解明、土木学会論文集C(地圏工学)、Vol.76、No.1、pp.77-87、2020.
- 3) 土質工学会：土の凍結-その理論と実際-、土質基礎工学ライブラリー23、pp.117、1994.
- 4) 佐藤厚子、中村大、畠山乃：様々な凍上対策を施した小段排水溝の凍結融解挙動、令和元年度土木学会北海道支部論文報告集第76号、2020.2.

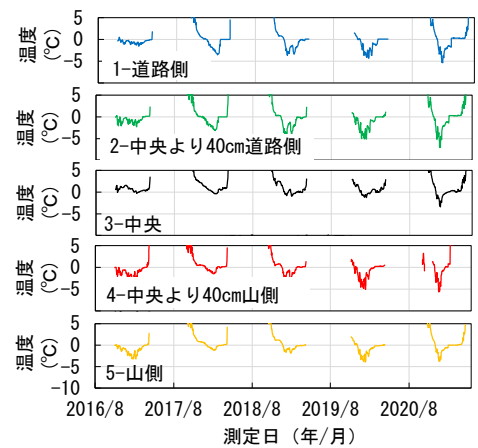


図-4 U型排水溝周囲(各位置における20cm深度)の温度の推移

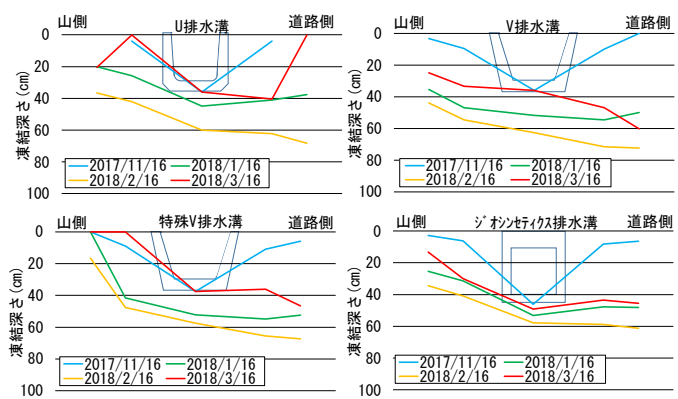


図-5 排水溝周囲の凍結面の推移(2017-2018)

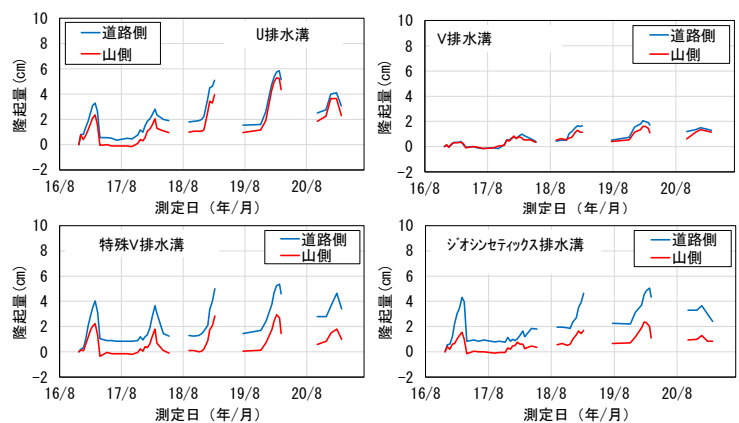


図-6 各排水溝の変位量の推移