

高速道路に適する路面融雪対策に関する一検討

(一財) 首都高速道路技術センター 正会員 ○張 広鋒 村上 可論
首都高速道路株式会社 正会員 山本 一貴 染谷 厚徳 引地 宏陽

1. はじめに

高速道路の入口やジャンクションの連結路など縦断勾配が大きい箇所では、降雪時の路面積雪および凍結によって車両の立ち往生が発生する恐れがある。路面積雪による車両立ち往生の防止対策として、舗装体に電熱線や温水配管を埋込む融雪工法は実用化されている事例があるが、いずれの方法でも大面積での舗装の打替えが必要となり、供用路線で施工する場合は長時間の通行規制が不可避となる。そこで、本研究では、舗装の打替えを行う必要がなく、短時間で設置作業を完了することが可能な路面融雪装置を検討することとした。本稿は、提案した路面融雪装置の概要および検証実験の結果を報告するものである。

2. 路面融雪装置に対する要求性能の検討

施工性および耐久性において路面融雪装置に対する要求性能を検討した。1) 路面融雪装置が必要と思われる箇所は、入口やジャンクションの連結路など1車線の箇所が多い。このような箇所に設置する場合は通行止めが必要となる。設置作業に伴う通行止め回数を最小限にするため、短時間で路面上の設置作業を完了することが望ましい。2) 高速道路では交通量が多く、舗装に対して高い走行性と安全性を求めている。そのため、路面融雪装置を設置することによる舗装への影響が少なく、舗装としての性能が確保できることが重要である。さらに、路面融雪装置自体も高い耐久性を有することが必要となる。

3. 路面融雪装置の提案

以上の要求性能を踏まえ、本研究では、大型車の輪位置の舗装内に発熱シートを1本ずつ設置する融雪装置を提案することとした。図-1に発熱シートによる融雪の仕組みを示す。図-2に提案した路面融雪装置の設置概要を示す。発熱シートは、カーボン繊維を含んだ和紙に銅製の電極を取付けたもので、通電すると瞬時に均一な発熱を生じ、さらに、柔軟性があるため舗装の変形に追従することができる特徴がある。図-3に発熱シートの写真を示す。現場に使用するため、ゴム等の材料を用いて和紙を被覆する。舗装内の配置については、舗装への影響を最小限に抑えるために、輪位置に幅9mmの溝を切削し、発熱シートを縦方向で溝に配置する。橋軸方向には、設置範囲に応じて数ブロックに分けて設置する。このような路面融雪装置は、輪位置だけに設置するため、切削面積が少なく、短時間で設置作業を完了することができる。

提案した路面融雪装置では、より大きな発熱量を得るために、溝を深く切削してより大きな幅の発熱シートを設置することが有効である。ただし、鋼床版の場合は添接部ボルトがあるため、溝を深く切削することが困難である。本研究キーワード 高速道路、車両立ち往生、融雪、発熱シート

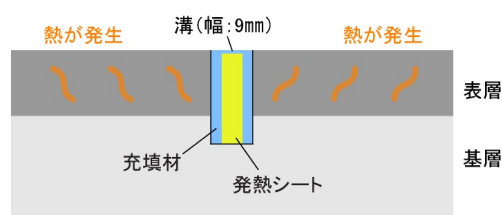
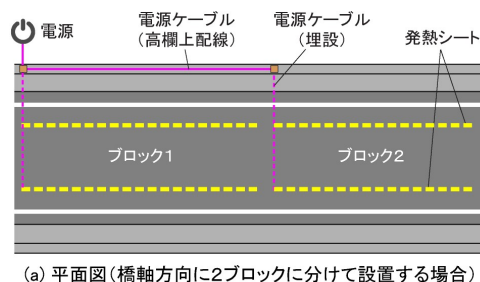
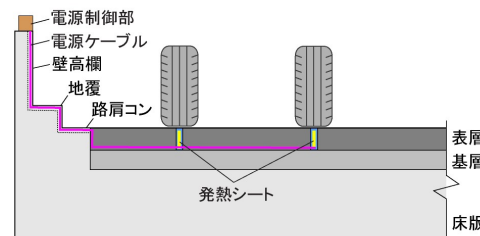


図-1 融雪の仕組み

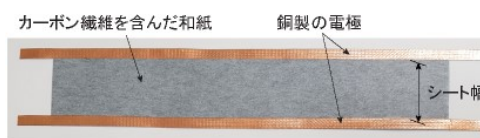


(a) 平面図(橋軸方向に2ブロックに分けて設置する場合)



(b) 断面図(橋軸直角方向)

図-2 路面融雪装置の設置概要



(a) 被覆前



(b) ゴム被覆

図-3 発熱シート

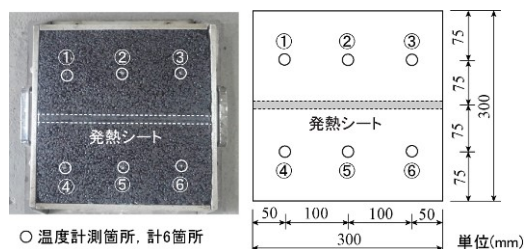


図-4 供試体の概要

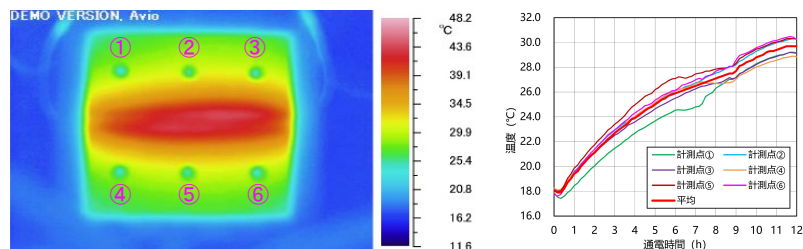


図-5 12時間通电後の発熱状況

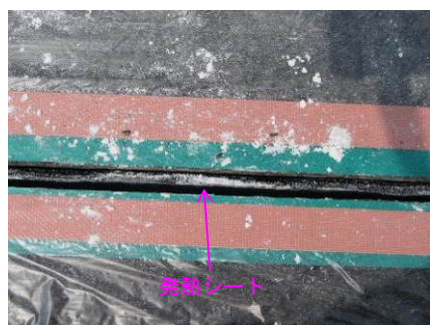


図-6 溝の状況

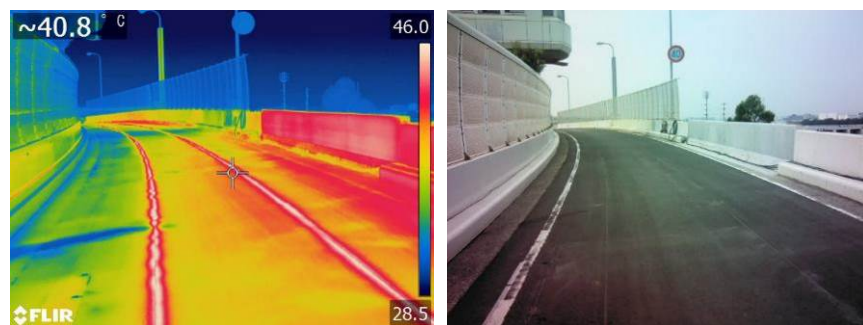


図-7 2時間通电後の発熱状況

究では、深く設置できる場合（例えば、RC床版）と深く設置することが困難な場合（例えば、鋼床版）を想定して、溝の深さを60mmと30mmの2ケースを検討した。溝の深さが60mmの場合は発熱シートの幅を40mmとした。溝の深さが30mmの場合は発熱シートの幅を20mmとした。なお、首都高速道路の高架橋およびトンネルにおける舗装の一般的な厚さは、基層50mmと表層30mmの80mmである。

4. 検証実験

提案した路面融雪装置に用いる充填材は、発熱シートを舗装体に接着するとともに、発熱シートの熱を効率よく周囲の舗装に伝達する役割も担っている。本研究では、より適切な充填材を選定するために、室内実験に基づき、充填材の施工性、熱伝導性、発熱シートを設置した後の舗装の動的安定度および据切り抵抗性を検討した。実験では、インフラ構造物での使用実績がある材料として、ブチルゴム系、セメント系、アスファルト系およびエポキシ樹脂系の計7種類を対象とした。図-4に供試体の概要を示す。実験結果に基づいた検討の結果、提案した路面融雪装置の充填材として、エポキシ樹脂系材料が最も適することが分かった。図-5に、一例として、選定した充填材を用いた供試体の温度計測結果を示す。左側は室温において12時間通电後のサーモグラフィー写真、右側は各計測箇所の温度上昇グラフである。図-5より、12時間通电後、供試体の表面温度が全体的上昇していることが分かる。6つの計測点の温度上昇の平均値は12°C程度である。なお、本試験に用いた供試体は、溝の深さが30mm、発熱シートの幅が20mmであった。

実構造物における施工性や発熱特性を検証するため、現在供用されていない区間の橋梁において試験施工を行った。施工箇所はRC床版である。施工では、溝の深さと発熱シートの幅をそれぞれ60mmと40mmとし、総延長96m（48m×2本）を設置した。施工時間は概ね4時間であった。図-6に、一例として発熱シートを設置した後の溝の状況を示す。図-7に、2時間通电後の全体の発熱状況を示す。2時間通电によって、発熱シート設置位置の温度上昇は最大8°C程度、温度が上昇した範囲は300mm程度（発熱シートの両側150mm程度ずつ）であることを確認した。

4. まとめ

本研究では、降雪時の車両の立ち往生を防止するための対策として、短時間で設置作業を完了することが可能な路面融雪装置を提案した。室内実験および試験施工を行い、提案した路面融雪装置の施工性と発熱効果を確認した。今後、供用路線における試験施工を実施し、提案した路面融雪装置の耐久性や融雪効果などを検討していく予定である。なお、本研究を進めるに当たって、大成ロテック株式会社と株式会社太陽から多大なご協力を頂いた。ここに記して感謝の意を表す。