

I-A 338 蓄熱材封入による鋼床版路面凍結抑制の研究

福井県雪対策・建設技術研究所 正会員 宮本重信
同 室田正雄

1. はじめに

コンクリート床版橋に比べ熱容量が小さな鋼床版橋は、結露凍結しやすく雪も積もりやすい。そこで、例えば1995年4月3日鋼床版橋区間のみが圧雪となって13台玉突きの事故が福井県内で起こったりする。橋面の結露凍結に雪国では消雪装置で散水するが、今度は、その水が散水装置のない周囲で凍結し事故となる。

当該研究は、橋面近くに数℃で凝固する蓄熱材を封入することで、数℃での熱容量を大きくし、昼間の日射を蓄え、鋼床版橋の結露凍結・積雪の状態を地盤部なみに改善しようと試験施工したものである。

2. 実験の方法

福井市内の鋼床版橋の一車線で、蓄熱材を封入した鋼管を鋼床版上に設置し、それを熱伝導のよい珪石骨材の鋼繊維補強コンクリート(SFRC, Fe_3O_4 で黒着色)で覆い、これを舗装とした(図1)。蓄熱材は、蓄熱材1(パラフィン系, 凝固融解温度: 3.1°C , 潜熱容量: $131\text{J}/\text{cm}^3$)と蓄熱材4(芒硝系, 凝固温度: $3.3\sim 5.5^\circ\text{C}$, 融解温度 $7.5\sim 10^\circ\text{C}$: 潜熱容量: $254\text{J}/\text{cm}^3$)の2種類を用いた。計測は、表面より1cmの深さの舗装(以下舗装表面という)と蓄熱材の温度(図1), 積雪深, 結露凍結時の滑り抵抗(BPN, ボーダブル・スケッド・レジスタンス・テスト)等で行った。

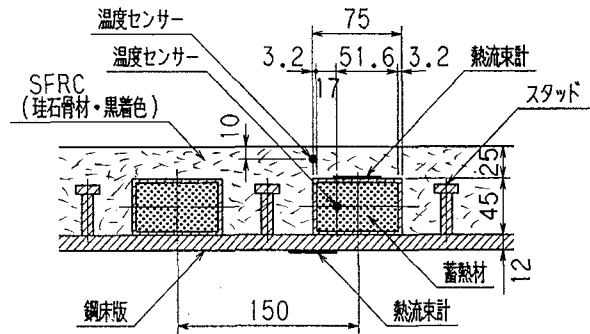


図1 鋼床版橋への蓄熱材封入

3. 降雪時の効果

表1 比較のためのタイプ

type	type 1	type 3	type 4	type 5	type 11
蓄熱材	なし	なし	蓄熱材 1	蓄熱材 4	なし
舗装 厚cm	アスファルト 7	熱伝導SFRC 7	熱伝導SFRC 7	熱伝導SFRC 7	アスファルト 15
下面	鋼床版	鋼床版	鋼床版	鋼床版	地盤部路盤

朝雪が積もり
日中には雪が自然に溶ける日が
数日続いた朝の
積雪深を示した

のが図2である。積雪深さは、type 1, type 3, type 5, type 11, type 4の順に少なく、蓄熱材1を舗装内に封入したtype 4では地盤部とほぼ同じ積雪深となっている。その積雪時の状況を示したのが写真1で、type 1では雪が積もり、type 4は無積雪、type 5では雪が積もり始めたのが分かる。ちなみに、全面等厚換算で1.8cmに相当する今回の蓄熱材1の潜熱蓄熱量の全てが密度0.1の雪を溶かすことにのみ使われたなら、7cmの融雪が可能となる。なお、当該現場には、消雪装置が備えられていたが、この期間の降雪には降雪感知センサーの感度が悪く稼働されなかった。

図3は、期間中の蓄熱材1と舗装表面の温度、気象条件を示した

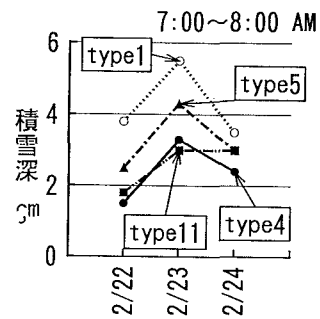


図2 積雪深の比較

ものである。昼間のどの舗装表面温度も、気温に比べ日射熱でかなり高くなっている。また type4 は type1 に比べ低い。これは蓄熱材1は日中融解温度以上になり液体になることに熱が使われていることによる。この蓄熱によって降雪時には雪が溶けることになる。なお、蓄熱材4は融解温度が高いため潜熱量の大きさを生かせるほどの蓄熱ができず、蓄熱材1ほどの効果が得られなかった。

4. 結露凍結時の効果

放射冷却によって早朝に結露凍結が見られた1月13日について、舗装表面の最低温度と滑り抵抗値の低下率（乾燥時 BPN を 100 とする）を各々のタイプについて示したのが図4である。この図から type4 では、ノーマル鋼床版橋、地盤部より表面温度を各々 1.6℃高く、0.3℃高くできた。従って、滑り抵抗に関しても、ノーマル鋼床版橋では乾燥時比の 46% に下がったが、蓄熱材1封入 SFRC では 8% の低下で、地盤部アスファルトより BPN を高くすることができた。なお、この日以外の放射冷却についても、図3の2月25日のように蓄熱材1が前日には液体となっており舗装表面温度を 2.2℃高くできるなどの効果が得られた。

5. その他の問題

当該施工では、角鋼管の角に構造的な無理がある上に既設舗装厚に制約され実質的な舗装厚が 2.5cm という設計となった。ひび割れが生じないか心配したが、乾燥収縮防止に膨張剤を入れた SFRC の採用で、現在のところ異常はない。また、 Fe_3O_4 の SFRC の黒着色は表面にムラができ、今後の課題となった。

6. まとめ

鋼床版橋については、蓄熱材1を封入した 45×75mm の角型鋼管を 150mm ピッチで舗装に埋設することで、福井市内では結露凍結時には地盤部の舗装近くまで改善でき、路面の滑り抵抗を大幅に改善できた。また、これまでの鋼床版橋は雪が積もりやすかったが、当該工法では、ほぼ地盤部の状態にまで改善できることが分かった。

最後に、この研究では、蓄熱材については三菱電機㈱中央研究所木村寛氏と蓄熱材各社、舗装については建設省中村俊行氏、橋については福井鉄鋼㈱と(株)横河ブリッジの寺田博昌氏、福井県道路建設課ほか多くの方に助言と協力を頂いたことを記し謝意とする。

文献

- 1) 宮本重信：蓄熱剤格納による路面凍結緩和の実験的研究，土木学会第 50 回年次学術講演概要集第 5 部，PP648～9，1995。
- 2) 宮本重信，室田正雄：蓄熱剤封入による路面の凍結抑制，『舗装』1997 年 7 月号（予定）

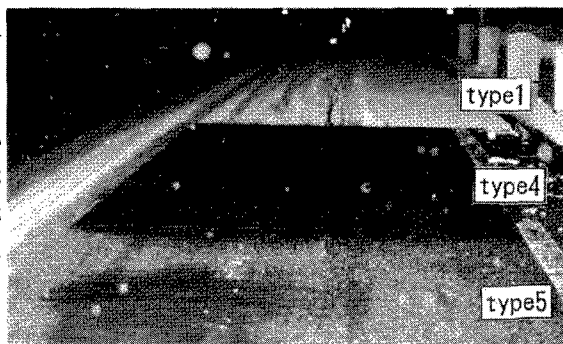


写真1 積雪状況 2/21 21:30

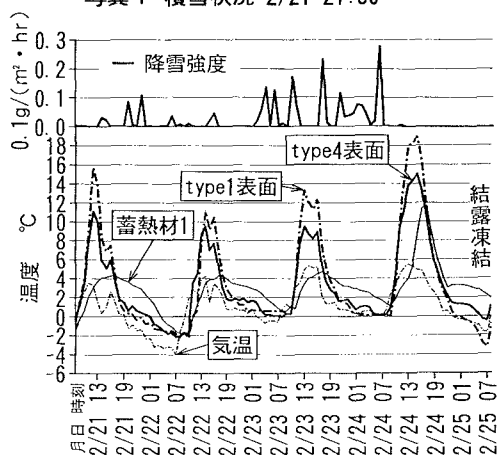


図3 舗装表面、蓄熱材温度、気象の変化

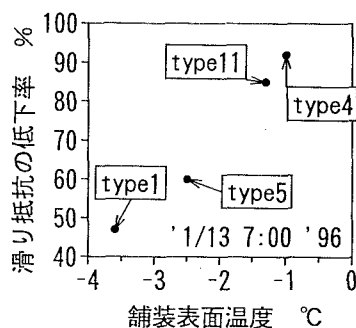


図4 舗装温度と滑り抵抗の低下率