

蓄熱材による鋼床版橋凍結抑制の愛知県での実験と数値シミュレーション

福井県雪対策・建設技術研究所* 正会員 宮本重信

福井鐵工(株) ○正会員 奥村 茂

名古屋工業大学 正会員 後藤芳顯

1. はじめに

鋼床版橋に 3°C で相変化する潜熱蓄熱材(Phase Change Material, 潜熱量 $130\text{J}/\text{cm}^3$)を封入して路面凍結を抑制する工法は、福井県内2箇所で実用化され、鋼繊維補強コンクリートと鋼床板との合成床版としての設計も可能となり¹⁾、一層普及されるであろう。その凍結抑制効果は福井市の2箇所の実橋で1シーズンの実測されている^{2) 3)}。また、京都府八幡市での模型橋からもその効果が検証されている⁴⁾。しかし、気象データを読み込んだ数値シミュレーション値と実測値との一致は、福井市内での2週間でしか検証されていない⁵⁾。福井地方気象台では雲の観測が12時間なされないことが計算と実測との誤差の原因となっていると思われた。そこで、その観測がほぼ3時間ごとにされている名古屋地方気象台から8.2kmの日進市で模型橋を設置し、計算と実測との比較を1シーズンにわたり行った。

2. 模型橋の仕様

潜熱蓄熱材を封入した橋と比較に用いた橋の模型は、1)RC床版 2)UリブPCMなし鋼床版 3)UリブPCMなし鋼床版 4)PCM封入鋼管を15cm間隔で設置したUリブ鋼床版 5)PCM封入鋼管を25cm間隔で設置したUリブ鋼床版 の5タイプである(写真-1)。なお、蓄熱材(PCM)の封入については、従来より小さな $60 \times 35 \times 2.3\text{mm}$ の鋼管にパラフィン系蓄熱材を詰め模型橋は、表層を25mmの排水性舗装とした。4)と5)のタイプの構造模式を図-1に示す。

3. 実測値と数値シミュレーションの結果の比較

橋表面での熱収支には、長波長と短波長の放射、対流、降雨、降雪、結露、蒸発を考慮した。橋内部は伝導を、橋下面では地盤温度は気温に等しいとしての長波長放射と対流を考慮し、1時間ごとの気象データを読み込んで、後進差分法で計算した。なお、朝6時の平均気温は名古屋気象台より朝6時平均で 1.5°C 低い実測値を用いた。露点温度は、現地が気象台観測値より平均

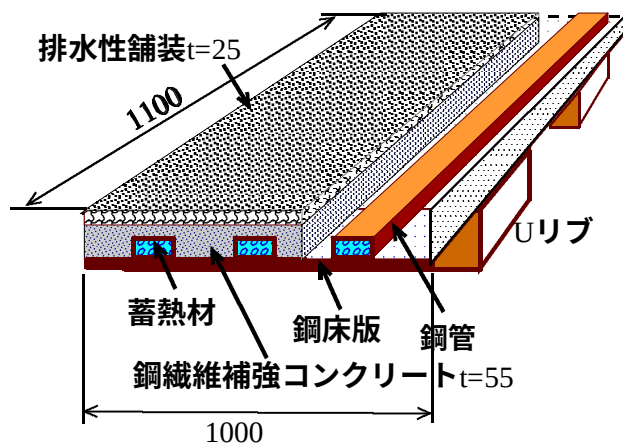


図-1 設置した模型橋の例(模式図)



写真-1 結露凍結時の模型橋

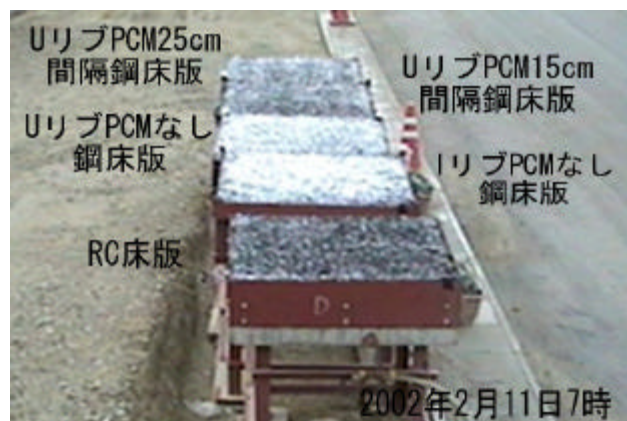


写真-2 降雪時の積雪状況

キーワード：潜熱蓄熱材，鋼床版橋，数値シミュレーション，路面凍結

連絡先*: 〒918-8108 福井市春日3-303 TEL0776-35-2412 FAX0776-35-2445 Email yukitec@mitene.or.jp

で 1.1°C 高くて、結露しやすかった。計算に要した水蒸気圧は、現地の湿度から求めた値を用いた。また、風速は、高さの $1/4$ 乗で換算推定した。

蓄熱材なしのUリブ鋼床版、蓄熱材ありのUリブ鋼床版、RC床版の舗装表面の午前6時での計算値と実測値との比較を図-2に示す。計算値と実測値は、いずれもよく一致している。特に温度の低い時は誤差が小さい。また、蓄熱材なしの鋼床版は、RC床版に比べ $1\sim 3^{\circ}\text{C}$ 低くなっている。蓄熱材封入によって、鋼床版はRC床版との中間程度にまで改善されることが分かる。

写真-1は、2月15日の7時の模型橋の状況で、蓄熱材なし鋼床版はIリブもUリブも舗装表面が結露で白くなっていること、他の橋はそれほど白くなっていないことが分かる。なお、この時の露点は -4.26°C 、RC床版は -3.6°C 、Iリブ鋼床版は -5.9 、Uリブ鋼床版は -6.3°C 、蓄熱材15cm間隔(均一換算厚 9.4cm)は -4.45°C 、蓄熱材25cm間隔(均一換算厚 5.6cm)は -5.25°C であった。

写真-2は、わずかに降雪のあった2月11日朝の状況で、積雪が蓄熱材なし鋼床版では多く、RC床版では少なくて、蓄熱材封入はその中間の量となっていることが分かる。

蓄熱材を $75\times 45\times 3.2\text{mm}$ の鋼管に詰めて15cm間隔で設置したケース(均一換算厚 17.7cm)とRC床版、蓄熱材なし鋼床版の値を午前6時について図-3に示す。図からこれだけの蓄熱材を封入すれば、鋼床版橋はRC床版とほとんど同じ温度になることが分かる。

4. まとめ

以上から 1. 気象データを用いての数値シミュレーションは、実測とよく一致すること、2. 日温度格差が福井市に比べて大きな名古屋市周辺の排水性舗装を表層にしたケースでも蓄熱材封入鋼床版凍結抑制は有効であることが分かった。

謝辞 本研究に際しては、愛知県名古屋東部丘陵工事事務所 遠藤一雄氏、祖父江貴宏氏、(株)オリエンタルコンサルタンツ 安藤誠氏、長屋定政氏に協力をいただいた。記して謝辞とする。

- 1) 奥村茂・宮本重信・堀川都志雄・桧垣豊・松井繁之:凍結抑制型合成鋼床版の輪荷重走行下での疲労特性,第2回道路橋床版シンポ講演論文集,pp.143-148,2000.10
- 2) 宮本重信・室田正雄:鋼床版橋路面の蓄熱材封入による凍結抑制の研究,土木学会論文集,No.574/VI-36,pp.73-83,1997.9
- 3) 宮本重信・室田正雄:蓄熱材封入による鋼床版橋路面の凍結抑制-閉断面リブ鋼床版橋での計測,第13回寒地技術シンポ寒地技術論文・報告,vol.13,pp.121-125,1997.12,
- 4) 大阪工業大学堀川都志雄研究室,凍結抑制型合成鋼床版の輪荷重走行下での疲労特性,報告書,pp.157-166,2001.3
- 5) 宮本重信:鋼床版橋路面の蓄熱材封入凍結抑制法の数値シミュレーションによる効果,土木学会論文集No.595/VI-39,pp.117-125,1998.

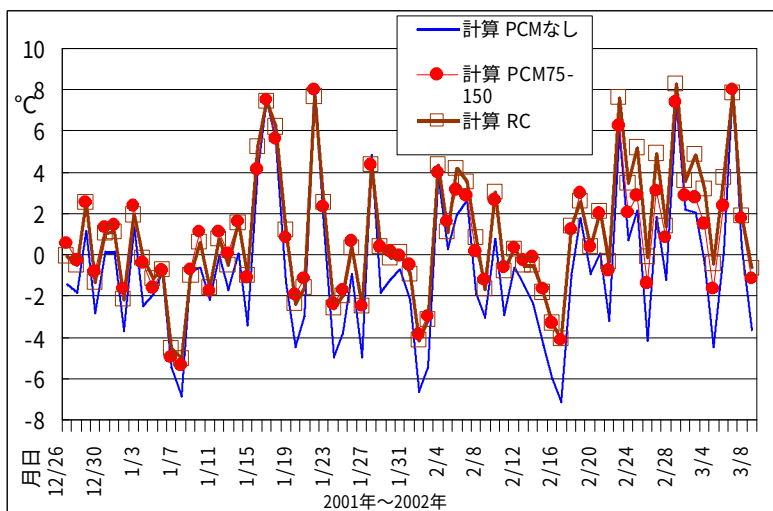


図-2 各舗装表面温度の実測値と計算値

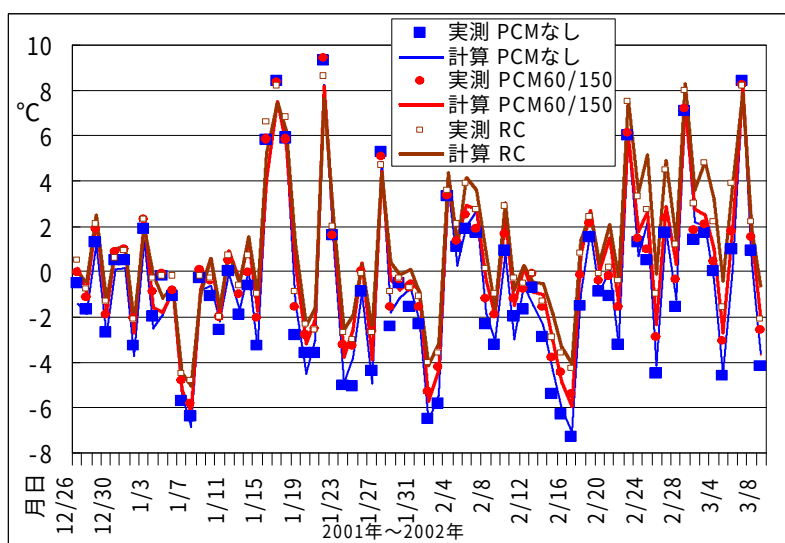


図-3 各舗装表面温度(計算値)