

路面の低放射率化による鋼床版橋の凍結抑制

福井県 雪対策・建設技術研究所 正会員 宮本重信

1. はじめに

熱容量が小さい鋼床版橋路面は、早朝に放射冷却で著しく温度低下し、露点以下になり、結露凍結を起こす。前後の鉄筋コンクリート床版や地盤部路面に比べて著しく凍結することで多くの交通事故を招いている。そこで瀬戸大橋でも年間十数回の融雪剤散布を行っている。筆者は、潜熱蓄熱材封入凍結抑制¹⁾、放熱管埋設季節間蓄熱融雪²⁾を実用化してきた。今回は、既設橋を対象とし、通常0.9~0.95の舗装の放射率を低くすれば、晴天時早朝の舗装からの放射は少なくなり、舗装の表面温度は低下しないというものである。

2. 実験装置とその結果

実験は、断熱材5cmの上に、縦横30cm厚さ4cmの
A. アスファルト舗装ブロック B. 光沢アルミをアスファルト舗装ブロックに覆った供試体 C. 時間経過で表面光沢が無くなったアルミ板(厚さ3cm)
D. アルミ粉末入塗料で表面塗装したアスファルト舗装ブロックなどを福井市内の野外に設置し(写真-1)、それぞれの表面に温度センサを取り付け、30分ごとに自動計測した。この模型は鋼床版橋85mmに比べてやや熱容量が小さいが、それほど大差がない。

2月13日から19日までのA,B,Cのそれぞれの表面温度を図-1に示す。好天で放射冷却となった14日, 17日, 18日, 19日の早朝では、Bの表面温度はAに比べて約4℃高くなっている。これまでの研究¹⁾から、3℃も温度が高くなれば、鋼床版橋は地盤部温度と同じになる。Cは、ここでもA,Bのほぼ中間値となっている。このような早朝の結果は、アルミ被覆によって表面の放射率が低下したことによる。

アルミ粉末入塗料で表面塗装したDと塗布しないAとの比較を図-2に示す。放射冷却の早朝で、アルミ粉末入塗料塗布で温度が高くなっているが、約0.5℃ほどに止まり、効果は少ない。文献では、光沢アルミほどではないものの放射率は低いと、今回の塗装ではそれほどの効果が見られなかった。

好天で温度の高くなった13日, 18日, 19日の日中は、BはAに比べて温度が低いことが分かる。CはA,Bの中間値となっている。アルミ被覆による放射率の低下で、日中も温度は上昇するはずだが、光沢アルミ被覆によってアルベドが大きくなった効果が大きくて日中温度は低下していると考えられる。

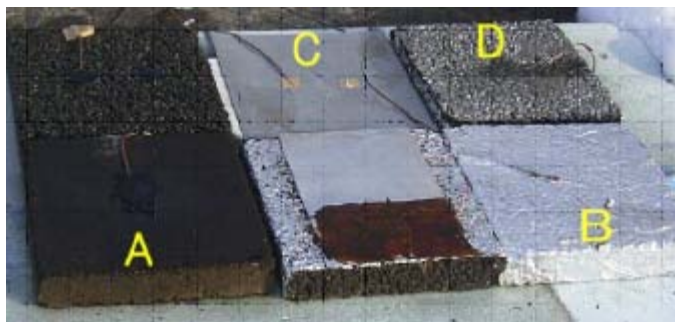


写真-1 実験装置

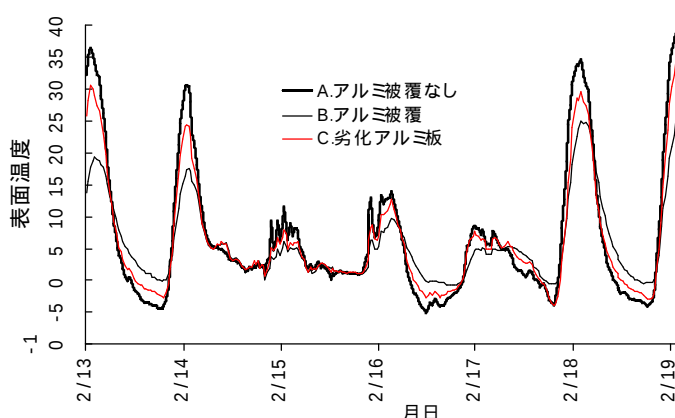


図-1 A,B,Cタイプの表面温度（実測値）の変化

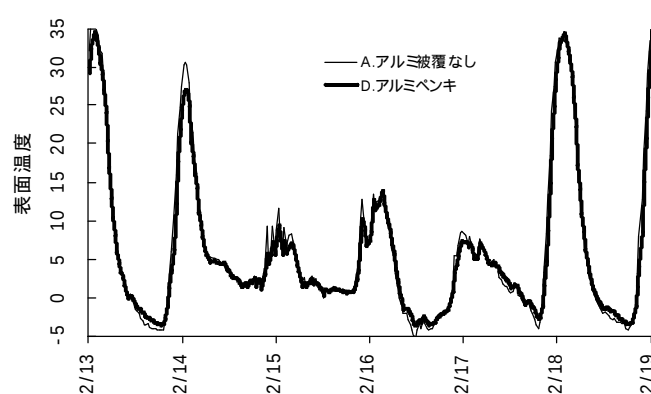


図-2 AとDタイプの表面温度（実測値）の変化

キーワード：放射率，凍結，結露，鋼床版橋，アルベド，舗装

〒918-8108 福井市春日3-303 TEL:0776-35-2412 FAX:35-2445 shi-miya@fklab.fukui.fukui.jp

3. 数値シミュレーションと実験の比較

ここでの数値シミュレーションは、福井地方気象台の気象観測データをそのまま読み込んで、その気象データと実験模型に用いた物性値とAとBの実験構造(表-1)を用いて行った。なお解析では、気象データから地表面での顕熱、潜熱、日射、長波長などのほぼ全ての熱を見積もって、舗装からの熱伝導とのバランスを考慮している³⁾。

AとBの路面表面温度について、数値シミュレーションでの計算値と実測値を図-3に示した。Dの路面温度についても同様に図-4に示した。A以外では、実測と計算の結果は、いずれも表-1の放射率、アルベドを変えて計算を繰り返し、良く一致したものを用いている。いずれの文献^{4), 5)}も表-1の放射率、アルベドより更に低い値となっている。なお、福井地方気象台の気象データではこの路面温度に大きな影響を及ぼす放射と関わる雲量、雲種の観測が、毎日9時15時21時の3回に限られていることからすると数日間に及んで極めてよく一致していると言える。

以上から、路面の放射率を低くすることで、凍結抑制となることが計算上からも示された。

4. おわりに

光沢アルミの塗布などで舗装の放射率を下げアルベドを大きくすると、下面を断熱した4cm程度の舗装の結露凍結時の路面温度は約4℃上げられ、日中路面温度は下がり舗装の流動化などの悪影響を防げることが実験と数値シミュレーションから示された。熱容量が小さくて凍結する鋼床版橋でも実験の構造はほぼ同じであることから、同様の効果を得られる。アルミ粉末塗装については、放射率低下の可能性の検討を要する。実際の施工では、車の走行部へその塗布や薄層滑り止め舗装溶融タイプあるいはニート工法(エポキシ樹脂接着)でのステンレスやアルミ粉末粒子の付着などが考えられる。

最後に、建築物を含めてアルベド、断熱、蓄熱、保水の利用は見られるが、低放射率利用の温度制御はソーラー温水器だけのようで発想がオリジナルで斬新的と考え、研究開発の進展を期待する。

文献

- 1) 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/ -36, pp. 73-83, 1997. 9
- 2) 宮本重信・竹内正紀・永井二郎・五十嵐俊介：群杭効果による融雪のための季節間蓄熱実験, 土木学会第61回年次学術講演会, 7-173, 2006. 9
- 3) 宮本重信：鋼床版橋路面で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予測, 土木学会論文集, No. 595/ -39, pp. 117-125, 1998. 6
- 4) 田中俊六, 武田仁, 足立哲夫, 土屋喬雄; 最新建築環境工学, pp. 165, 1985, ASHRAE guide book 1969引用
- 5) J. R. ホールマン著, 平田賢 監修訳, 伝熱工学(下) pp. 504-505, 丸善, 1982

表-1 A,B,Dタイプの構造と想定した物性値

		厚さ mm	熱伝導 率 W/(mK)	容積比 熱 J/(m ³ K)	アルベ ド (乾燥時)	アルベ ド (湿潤時)	放射率
A	アスファルト	40	1.4	2050	0.1	0.04	0.9
	断熱材	50	0.038	40	—	—	—
	コンクリート 床版	100	1.8	2010	—	—	—
B	アルベド,放射率以外はAと同じ				0.6	0.6	0.15
D					0.8	0.8	0.8

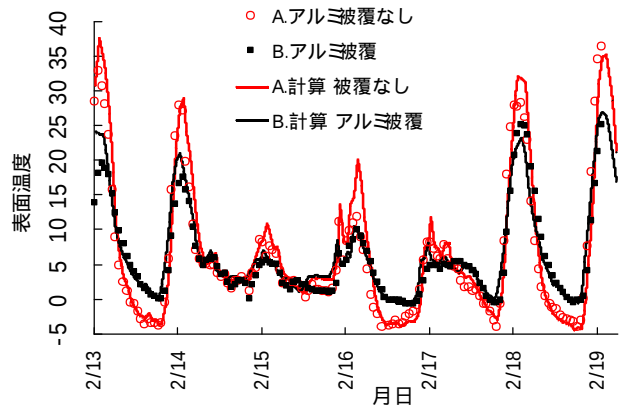


図-3 AとBタイプの表面温度(実測値vs計算値)の変化

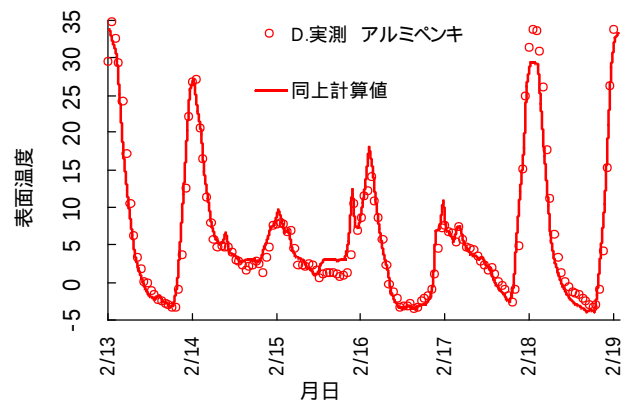


図-4 Dタイプの表面温度(実測値vs計算値)