

橋梁用保温床版の融雪および凍結防止効果に関する研究

山口大学大学院 学生員 ○秋本悟志
 山口大学工学部 正会員 兼行啓治
 山口大学工学部 正会員 中村秀明
 山口大学工学部 正会員 浜田純夫

1. まえがき

冬季におけるスリップ事故の多くは橋梁上で起こっている。その理由として、地盤上の道路では積雪や路面凍結があった場合には地熱により比較的雪や氷が解けやすいのに対し、吹きさらしの橋梁上では熱源が何もなく雪や氷が解けるのが遅く、道路上では雪や路面凍結が無く橋梁上にある場合には、運転者は道路上で制限速度内で走行していても橋梁上で車両はスリップし、事故の原因になりやすいからである。本研究では実用的な路面凍結防止法の開発を目的に研究を行った。床版の保温に関しては軽量コンクリートの方が普通コンクリートよりも熱伝導率が小さく、熱保温性がよいので有利である。そこでコンクリート上面にできるだけ熱を伝えるために、放熱作用の生ずる床版下層に軽量コンクリートを打設し、断熱材として利用した。

2. 実験方法

保温床版による融雪の効果を調べるため4種類の実験供試体(600×600×200 mm)を作製し、実験室内において供試体の温度分布を測定した。図-1に実験供試体の概要を示す。供試体としては、普通コンクリートを上層に14cm、軽量コンクリートを下層に6cm打設し、放熱棒(銅棒)を取り付けたものがAタイプ、それに放熱棒の無いものがBタイプ、普通コンクリートのみで打設したものに放熱棒の取り付け付けたものがCタイプ、普通コンクリートを上層に8cm、軽量コンクリートを下層に12cm打設したものに放熱棒を取り付けたものがDタイプである。供試体内部には、銅製の管が埋め込まれており、この管に温水を流すことにより周囲のコンクリートに熱を供給している。コンクリート温度の計測には、熱電対を使用し、供試体内に16点、または32点配置した。図-2に、熱電対の埋設位置を示す。また、管に通す温水の温度は管の入口と出口につなげたホース内に取り付けた熱電対によって計測し、入水温が40℃となるよう制御した。なお測定期間は温水の流しはじめから24時間後までとし、温水は銅管内で流れが乱流となるように毎分1.2ℓ流した。また測定は室温20℃の恒温室で行った。熱電対によりデータロガーに取り込まれた温度の測定データはGPIBインターフェイスを介してパソコンに送られフロッピーディスクに記録されデータ処理される。

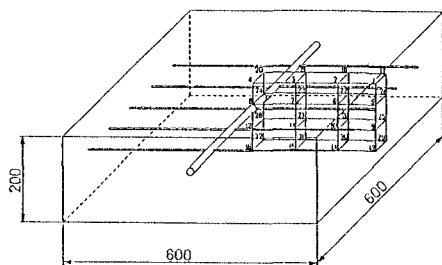


図-1 実験供試体

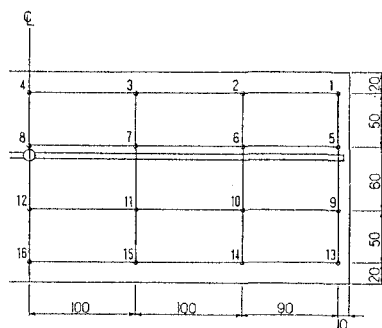


図-2 熱電対埋設位置

3. 結果および考察

図-3に測点3での温度履歴を示す。最高到達温度はAタイプが32.3℃、Bタイプが31.5℃、Cタイプが30.7℃、Dタイプが31.2℃でこの4タイプの中ではAタイプが一番高いことがわかる。次に温度上昇は実験を開始してから1時間後の温度上昇は、Aタイプが4.1℃、Bタイプが2.0℃、Cタイプが1.5℃、Dタイプが

2.4℃と明らかにAタイプが他の3タイプと比較してかなり良いことがわかる。なおBタイプの温度が定常温度になるまでの時間は、他の3タイプと比較して約2倍もの時間がかかっているが、この理由としては放熱棒がないために熱が周囲にいきわたる速が遅いため、このような結果になったものと考えられる。

実験値をより詳細に検討するため2次元の熱伝導解析を行った。Aタイプ、Bタイプの実験開始から3時間後の実験値と解析値との温度分布図を図-4、5に示す。放熱棒のあるAタイプと放熱棒のないBタイプのコンクリート表面温度の26℃の等温線を比較すると、Aタイプは熱源真上から25cmの位置にあるのに対し、Bタイプは16cmの位置にあり、その差は9cmである。このことから、非定常状態ではどの位置でもかなりの効果があることがわかる。放熱棒付近に関して言えば、解析するにあたって放熱棒を線要素として考えたために、実験供試体の放熱棒は熱流束方向に断面積に比例して熱を伝えるため、AタイプとBタイプの解析等温分布図を比較すると、実験値に比べて差がないことからこのような結果になったものと考えられる。これより解析するにあたって、Bタイプは放熱棒がないので他のタイプに比べて解析が容易なため、コンクリートの熱伝導率や表面の熱伝達率などについて検討してみた。普通コンクリート、軽量コンクリートそれぞれの解析に用いた熱伝導率の値は $2.0\text{kcal}/\text{mhr}^\circ\text{C}$ 、 $0.6\text{kcal}/\text{mhr}^\circ\text{C}$ 、熱伝達率の値は $5.0\text{kcal}/\text{m}^2\text{hr}^\circ\text{C}$ 、 $8.0\text{kcal}/\text{m}^2\text{hr}^\circ\text{C}$ を用いて計算したが、図-5より実供試体の熱伝導率は、解析値よりも普通コンクリートは低め、軽量コンクリートは高めであり、また供試体側面の温度分布図より、熱伝達率は一般値よりも高いということが推測される。この誤差は熱伝導率に関して言えば、コンクリートの密度、またそれに含まれる水や空気の影響しているものと考えられる。熱伝達率に関して言えば表面の凹凸による表面積の違い、あるいはコンクリート表面の熱が風により多く奪われたことによる違いが原因と考えられる。

4. 結論

普通コンクリートの厚さの違いにより温度上昇に差が出る。これより、熱は普通コンクリートの断面積に比例して伝わっていることがわかる。温度分布図を見ると、放熱棒を取り付けた供試体は横方向への熱の伝わりが良くなっている。従って、銅パイプに放熱棒を取り付けた効果がうかがえる。解析値と実験値とを比較すると、定常状態での解析値は比較的实验値に近い値が出たが、非定常状態では実験値より解析値の温度が低かった。この理由として解析に用いた物性値が実際のものと違ったためと考えられる。

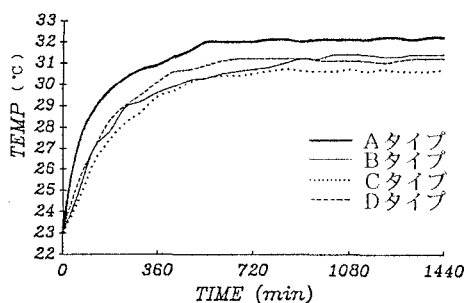


図-3 温度履歴(測点3)

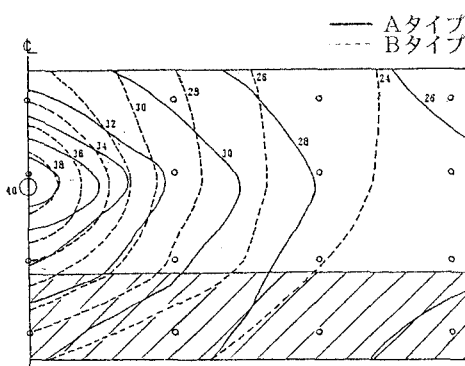


図-4 供試体内部の温度分布(実験値)

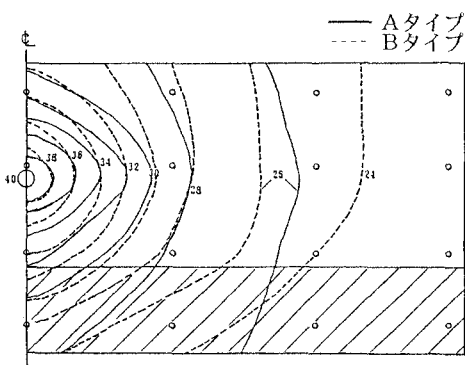


図-5 供試体内部の温度分布(解析値)