

三和測量建設	正員	酒井 重郎
福井大学工学部	正員	福原 輝幸
山田技研		山田 忠幸
北川ヒューテック		土井 聡
T E X L		富田 真史

1. はじめに

積雪寒冷地域では、路面や歩道の圧雪や凍結が、安全で円滑な交通および歩行の妨げとなる場合が多い。さらに近年スパイクタイヤが禁止され、それに伴う圧雪および凍結対策は新たな局面を迎えようとしている。中でも路面の凍結は、その防止のみならず予測や感知が非常に難しく、しばしば事故への引き金となっている。特に、橋梁および陸橋道路上における凍結は発生頻度が非常に高く、即急な路面凍結防止対策が必要である。本研究は、橋梁道路上での凍結防止システムを開発するための前段階として、橋梁道路上（コンクリート橋および鋼橋）での凍結メカニズムを明確にすることを目的とする。

2. 実験装置および実験方法

橋床モデルはFig.1のようなコンクリート橋床（0.2m×0.2m×高さ0.2m）および鋼橋床（0.2m×0.2m×高さ0.128m）の2種類である。両橋床とも中央部の表面および内部（10～12ヶ所）に熱電対が埋め込まれ、温度の鉛直分布が計測される。

橋床モデルは初め恒温室内（室温10℃）に放置され、内部温度が一様となった時点で全面を断熱し、低温室内（室温-5℃）に運び込まれる。そこで上面と底面の断熱材を取り除くと同時に、設定された温度の水を上面に一定量だけ散布し（水深約1mmに相当）、温度測定を開始する。温度はコン

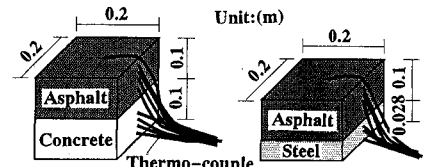


Fig.1 コンクリートおよび鋼橋床モデル

時に、設定された温度の水を上面に一定量だけ散布し（水深約1mmに相当）、温度測定を開始する。温度はコン

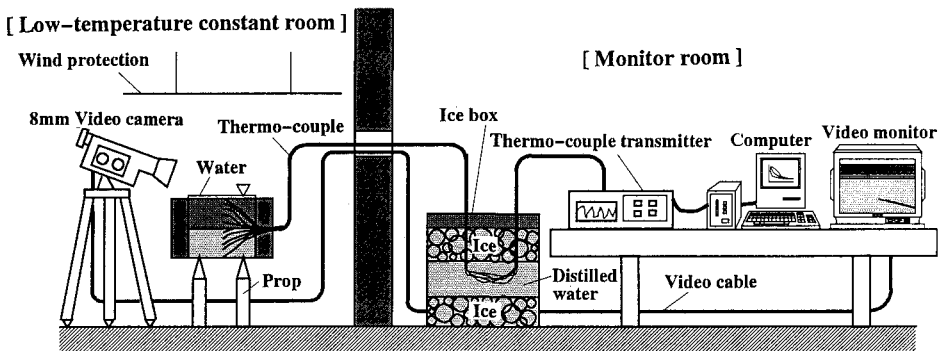


Fig.2 実験装置全体図（自然対流時）

ピュータによって30秒ごとに記録される。また同時にビデオカメラにより、アスファルト表面水（路面水）の凍結過程を可視化する。こうして実験は自然対流およびFig.3の風洞を利用した強制対流（橋床表面上0.15mでの風速が1.3[m/s]、2.7[m/s]）について行われる。

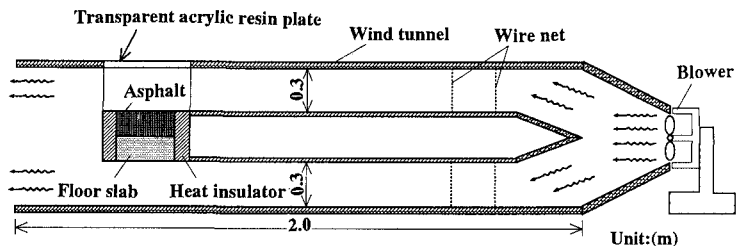


Fig.3 強制対流時実験装置断面図（低温室）

3. 実験結果および考察

Fig. 4およびFig. 5は自然対流時の橋床内部温度および路面水温度の変化を、実験開始、2、4および6時間後の時点で表わしたものである(図中には計算値も示される)。コンクリート橋床ではアスファルト部分およびコンクリート部分とも上面および底面での温度低下によって、時間と共に温度勾配が形成され、温度分布は両部分の接合部(橋床中央)付近で最大値をとるような弓状となる。ただし、この温度低下は蒸発による潜熱効果により、上面の方で時間的進行が速い。鋼橋床でも上面での温度低下は底面に比べて速いが、アスファルト部分にのみ明確な温度勾配が現れるため、接合部付近で折れ曲がるような温度分布となる。この原因の1つとして、鋼の熱拡散率はアスファルトやコンクリートの熱拡散率に比べて極めて大きいことが挙げられる。

Fig. 6およびFig. 7は強制対流(風速2.7[m/s])での温度分布を実験開始、30、45分および1時間後で表わしたものである。温度分布の定性的傾向は自然対流時と変わらない。しかしながら自然対流のケース(Fig. 4およびFig. 5)に比較して、橋床上面および底面での温度低下が著しいために、上述したような温度の弓状分布や接合部付近での折れ曲がり自然対流時に比べて明確になる。路面水温度の低下は、コンクリート橋床よりも鋼橋床の方で速い。

Fig. 8およびFig. 9はそれぞれ凍結温度(凍結が始まる瞬間の水温)と風速の関係および凍結開始時間と風速の関係を示す。Fig. 8より、路面水は過冷却状態にあり、凍結温度は風速の増加と共に上昇することが判る。凍結開始時間は自然対流時には8時間前後であるが、風速の増大と共に急激に短くなり、風速2.7[m/s]時は1~1.5時間となる。また、強制対流時における凍結開始時間はコンクリート橋床よりも鋼橋床の方で短くなる。この結果は、実際にコンクリート橋より鋼橋で凍結が起こり易い事実と一致する。一方、自然対流のケースについては本文に示した以外にも多くの実験を行ったが、両橋床の間で、凍結開始時間に有意な差異は観られなかった。これは自然対流の場合、強制対流時に比べて過冷却度(換言すれば、路面水の化学ポテンシャルと氷のそれとの差)が大きいゆえ、橋床構造の違いよりも路面水上の空気の微妙な動きや塵等が凍結のトリガーになりやすいためと考えられる。

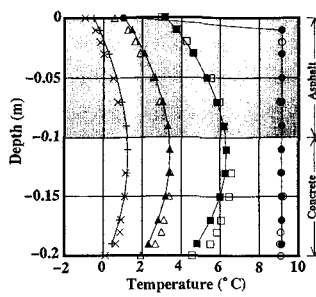


Fig. 4 温度分布の経時変化(風速0[m/s])
【コンクリート橋床】

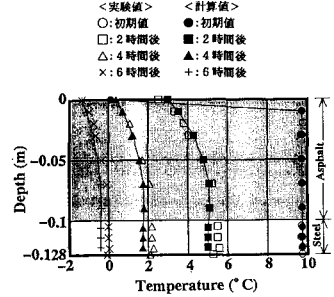


Fig. 5 温度分布の経時変化(風速0[m/s])
【鋼橋床】

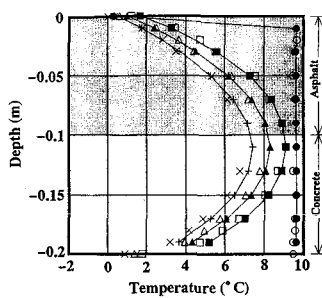


Fig. 6 温度分布の経時変化(風速2.7[m/s])
【コンクリート橋床】

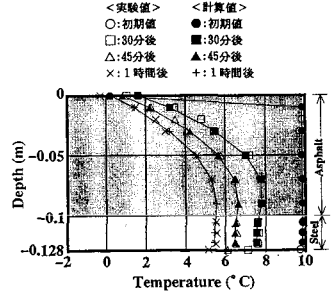


Fig. 7 温度分布の経時変化(風速2.7[m/s])
【鋼橋床】

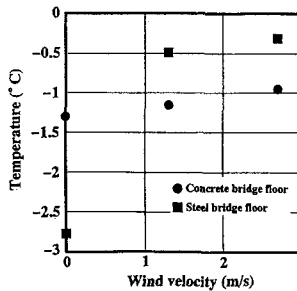


Fig. 8 凍結温度と風速の関係

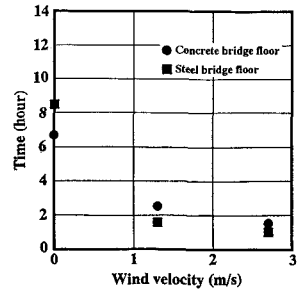


Fig. 9 凍結開始時間と風速の関係