

断熱塗料を利用した鋼製床版桁の温度変形制御の検討

熊本大学 学生会員 伊藤徳子 熊本大学 正会員 山尾敏孝
 松岡知的所有権事務所 正会員 松岡正裕 熊本大学大学院 Atavit S

1. はじめに

橋梁等の屋外鋼構造物は、太陽光線等による熱線を受けると伸縮性の相違や境界条件により構造内部に応力が生じるという問題が発生する。また、冬季の晴れた早朝には放射冷却により路面の結露が凍結し、スリップ事故の発生や路面凍結防止剤の散布による腐食問題が生じている。そこでこれらの現象を制御する一手法として、従来の塗料に変えてセラミックを含む断熱塗料を床版の表面に塗布することにより上記問題の解決を試みるものである。この塗料は建家などの高温化の制御やダクトの結露防止の効果は報告されているが、鋼床版橋の適用については未確認である。そこで本研究では、まず、基礎的な実験として実橋梁をモデル化した鋼床版桁の模型に断熱塗料を塗布したものを製作し、夏季や冬季の温度変化が著しい条件の下におく暴露試験を試みた。そして、断熱塗料の塗布の仕方による鋼床版の温度変形メカニズムや路面凍結時の挙動について、温度や軸ひずみ及び変位を測定することにより検討を行った。

2. 鋼製床版桁と実験方法

実験に使用した鋼床版は、長さ 3m、幅 1.5m の鋼床版と I 型断面桁がある模型 1(写真 1、図 1)と長さ 3m、幅 2m の中央をセパレートにした床版を有する模型 2(写真 2、図 2)の 2 個を製作した。断熱塗料の塗布方法として模型 1 は軸方向の半分に幅方向に塗布し、模型 2 は塗料を軸方向に別々の床版に塗布して塗り方の効果を調べた。使用した断熱塗料は、遮熱性の高いセラミックを中空にして水溶性化したもので、断熱性の外に耐久性等も有している。また、熱伝導率は鋼の約 1/400 と非常に小さい。

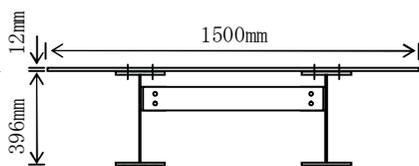
測定は温度、ひずみ及び変位を温度センサー、ひずみゲージ及び変位計を用いて、図 1、2 に示すような床版及び主桁の位置で測定を行った。なお、床版と主桁は片端を固定し、一方変形自由とした条件で、丸一昼夜の変化状況について測定した。模型は大学の実験棟横及び熊本県阿蘇郡一の宮町に設置した。



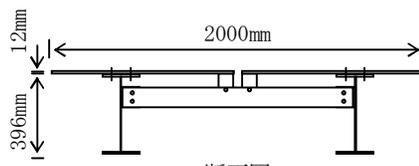
写真 1 模型 1 (塗布面は手前側)



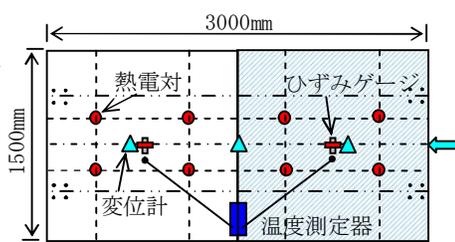
写真 2 模型 2 (塗布面は左側)



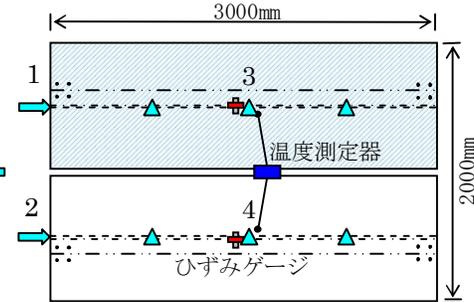
断面図



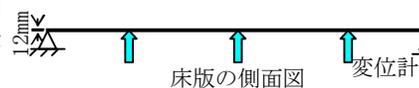
断面図



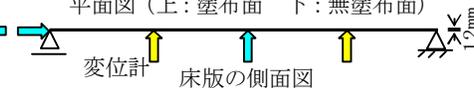
平面図 (右: 塗布面 左: 無塗布面)



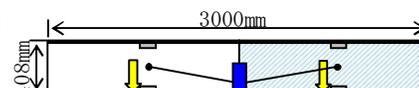
平面図 (上: 塗布面 下: 無塗布面)



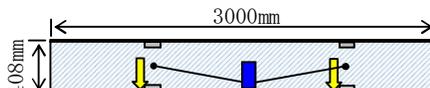
床版の側面図



床版の側面図



側面図 (右: 塗布面 左: 無塗布面)



側面図 (塗布面) ※無塗布面も同様

図 1 模型 1 の形状寸法及びひずみと変位測定位置

図 2 模型 2 の形状寸法及びひずみと変位測定位置

3. 実験結果および考察

図3は、模型1について12月のある1昼夜測定した床版の温度、変位及びひずみの測定結果を、図4は模型2の床版の温度、変位及びひずみの変化状況を示したものである。図中の符号は、+は鉛直上方向に、-は鉛直下方向を、なお、軸方向については+が部材の伸びを表す。また、ひずみは+が引張、-は圧縮を表す。

図3(a)は模型1の床版の塗布面の表裏の温度、無塗布面の表裏の温度、外気温を示したものである。図から、高温時において塗布面より無塗布面の方が温度は高くなっていることがわかる。無塗布面の表で最高 37.4℃ に対し、塗布面では最高 27.5℃ に押さえることができた。また、無塗布面の裏では最高 36.0℃ に対し、塗布面では最高 22.9℃ に押さえられ、外気温と比較しても小さくなっていることがわかる。しかしながら、昼間の高温部に比べて夜間から朝方の低温状態では温度変化が同じであり、制御がほとんどできていないことがわかる。一方、塗布方法を変えた模型2でも、図4(a)に示すような同様な挙動を示していることがわかる。

図3(b)は軸方向の変位、塗布面・中央・無塗布面の鉛直方向の変位を示したもので、塗布の効果は多少鉛直変位に表れている。図4(b)では軸変位・鉛直変位とも、塗布の効果は多少表れていることがわかる。また、軸方向のひずみ分布を比較すると、模型1では図3(c)に示すように表裏とも塗布の有無に関わらず同じ挙動であるが、図4(c)では表側で塗布の効果が示されている。また、高温時では全体的に膨張し、低温時では全体的に収縮していることもわかる。以上より、一昼夜の変化量をそれぞれ比べると、軸方向ひずみの表裏とも、無塗布面の方が大きいので、断熱塗料塗布による温度変形制御の効果があることがわかった。しかし低温時には塗布面・無塗布面とも温度差が0.2~0.8℃とほとんど差がなかったことから、このままでは十分とはいえず、更に制御に工夫が必要であることがわかった。その他の結果については発表当日示す予定である。

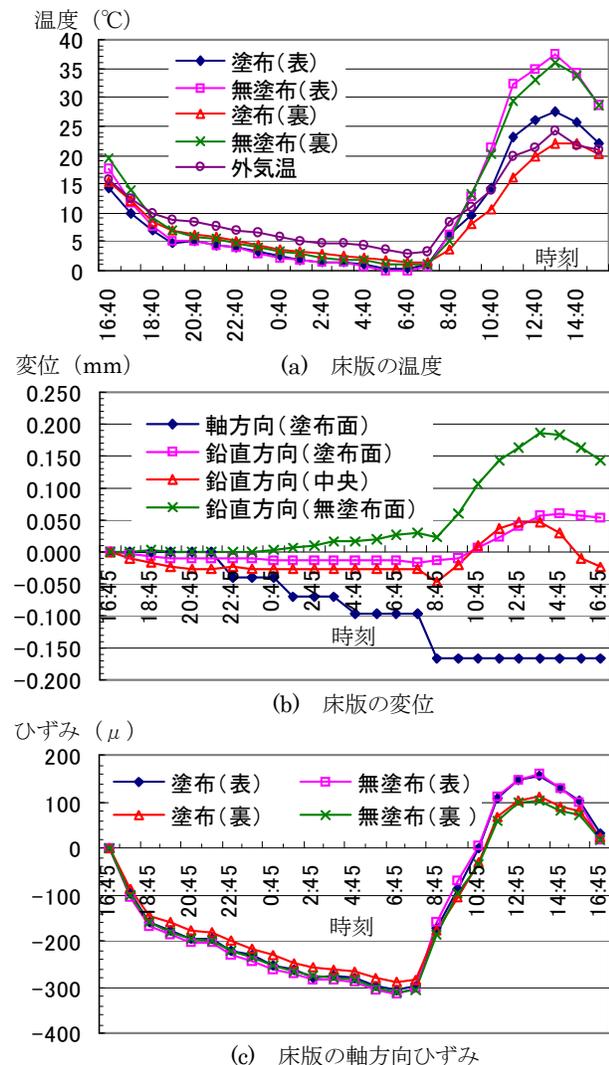


図3 模型1の床版の実験結果

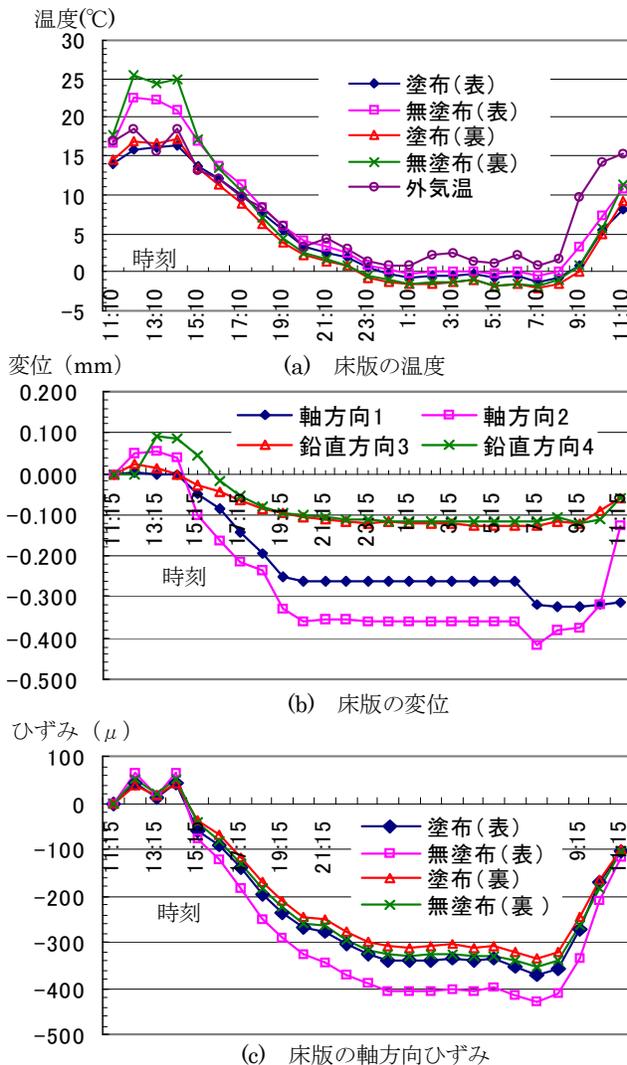


図4 模型2の床版の実験結果