

鋼橋の表面色の違いによる日射温度影響について

前橋工科大学 社会環境工学科 稲嶋拓生

前橋工科大学 社会環境工学科 ○谷口 望

1.はじめに

近年、鋼とコンクリートを組み合わせた合成構造が多く使用されてきている。特に、鋼材部分には、ミニマムメンテナンスの思想より、耐候性鋼材が使用されるケースも多い。しかし、ごく最近に架設された鉄道用合成桁において、鋼とコンクリートの温度差に起因すると考えられる、想定外の変形が大きく生じているという報告がある。鉄道橋では、走行安全性や乗り心地の観点から、軌道に対する管理基準目標が定められているが、1日の中での変形が大きくなると、軌道整備¹⁾に支障が生じる恐れがある。

温度差による変形は、以前の合成桁ではあまり問題が報告されていないため、ごく最近に架設された橋梁の特徴から考察し、温度差による変形が大きくなる理由を以下の二点と考えた。

① 耐候性鋼材を使用するため、鋼材色が焦げ茶色（安定化させるさびの色）となっている。

② 限界状態設計や合理化設計の影響で、長スパンの橋梁が以前に比べて比較的低めの剛性で設計されている。そこで、本研究では、主に上記①に着目し、鋼材の色によりどの程度日射による温度の影響が変化するかを、簡易な実験により確認することとした。

2.実験方法

鋼製の試験片に数種類の塗装を施し、直射日光の環境下に置き、一定時間ごとに温度を測定する。測定は、前橋工科大学校舎内（群馬県前橋市）で行った。試験片は、(50mm×50mm×9mm)のサイズの通常鋼材（SS400）とし、「白、明灰色、空色、緑、赤、茶色、黒」の塗装を施したものと、無塗装鋼材（プライマー処理）の8種類を用意した。ここで、茶色は耐候性鋼材を模した色であり、明灰色、空色、緑、赤は一般的な塗装橋梁で使用されている色、白・黒・無塗装は実験比較用の色として設定した。また、コンクリートについては、校舎建築物のコンクリート部分を利用して測定を行った。また、日射の角度による温度の違いも調べるため、壁に立てかける縦置きと床に敷く横置きの2つの状態で計測を行うこととし、これを日中9:00～17:00にかけて1時間ごとに測定した。顕著に差が出ると考えられる晴れの猛暑日を中心に測定を行ったが、比較のために猛暑日の曇りの日も測定を行った。なお、温度は精度を検証したうえで、非接触式赤外線温度計により測定を行っている。

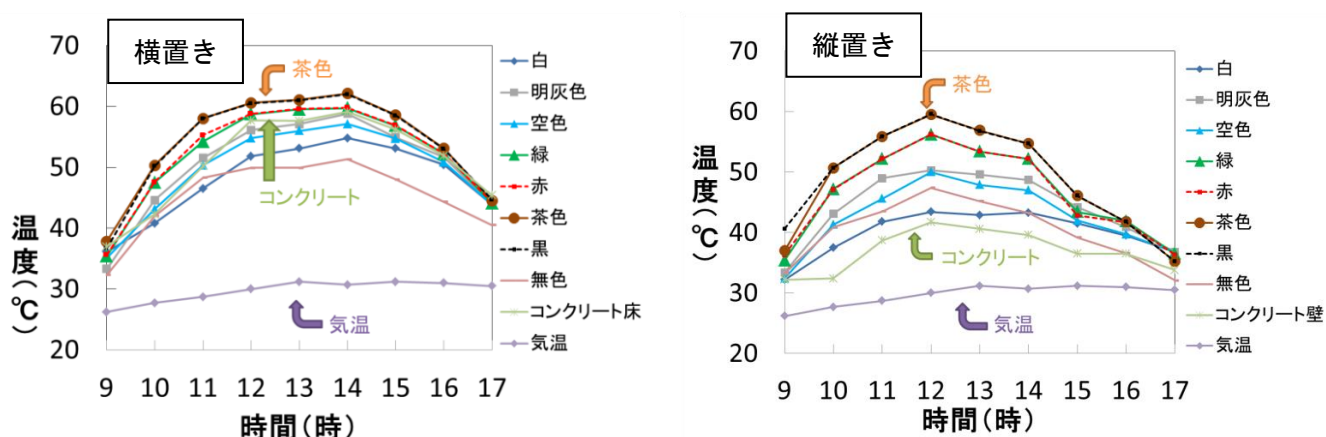


図-1 猛暑日 晴れの測定結果

3 測定結果・考察

図-1より、猛暑日に計測した晴れの日データを見ると耐候性鋼材に見立てた茶色のプレートが、最も熱吸収量の高い黒とほぼ同じ値をとっているのがわかる。また、縦置きと横置きの差では、壁に立てかけた縦置きの方が、

キーワード 合成構造 耐候性鋼材 温度差

連絡先 〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町 460-1 前橋工科大学 社会環境工学科 TEL027-265-0111

色による差が大きくなった。これは、横置きの場合は、コンクリートの接触する面が大きく、コンクリート表面の温度がかなり上昇したため、熱伝達の影響により各試験片の温度が大きくなったためと考えられる。したがって、本結果から、実際の合成桁のウェブを想定したものとしては縦置きの方が現実に近い値となることがわかる。したがって、図-1の縦置きの結果から、鋼材の色により最大で20℃ほどの差が生じることがわかり、コンクリートとの温度差も20℃程度となっていることがわかる。合成桁の設計標準では、鋼材とコンクリートの間で生じる温度差の目安として10℃を設定しているため²⁾、この影響は無視できないと考えられる。

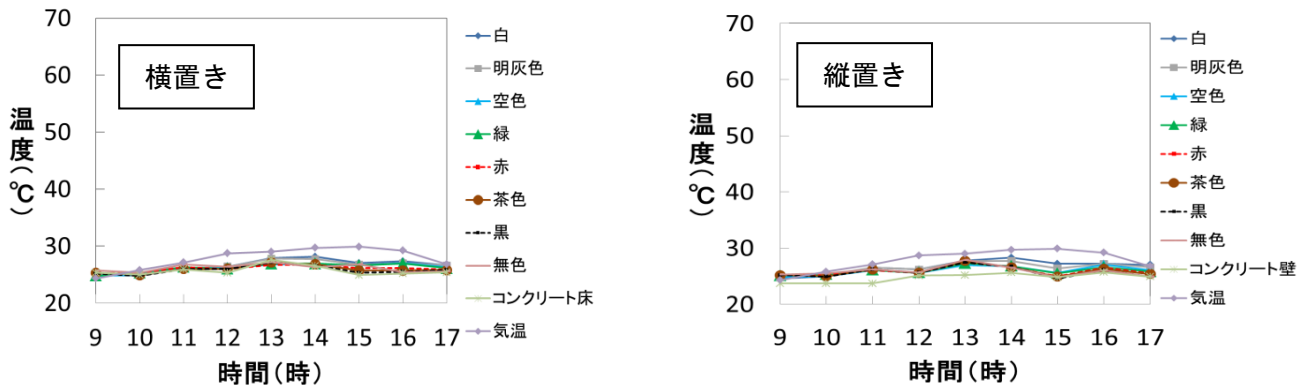


図-2 猛暑日 曇りの測定結果

図-2は、曇りの日の温度測定結果である。本結果は図-1の晴れの測定と異なり、すべての測定結果でほぼ気温と同様な値を示している。したがって、このことから、鋼材色による温度差は、日射による影響がほとんどであることが明確になった。

4. 日射影響の低減に関する実験

前章で、日射による影響が卓越することが把握できたため、赤外線カットできるフィルムにより、温度変化の影響が抑えられるかどうかを確認した。試験状況を写真-1に、試験結果のうち茶色の試験体の結果を図-3に示す。本結果より、赤外線カットフィルムにより最大で15℃の温度低減効果が確認できた。



写真-1 赤外線フィルムを用いた計測

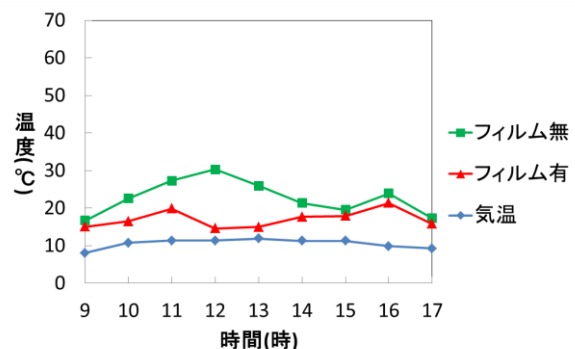


図-3 赤外線遮断フィルムを用いた計測結果（茶色）

5. まとめ

耐候性鋼材を想定した茶色では、他の色に比べて、鋼材表面温度で最大で20℃程度の差が生じることがわかった。また、耐候性鋼材の場合は、表面塗装を行わない対策工が必要と考えられるが、赤外線フィルム等の活用により、対策効果が得られる可能性があることがわかった。今後、本結果で得られた温度差影響を活用し、実際の橋梁モデルを用いた構造解析を実施し、変形や応力に対する影響を確認する予定である³⁾。

謝辞

本研究の実施にあたっては、横河ブリッジ・水口知樹氏、京都大学・杉浦研究室の皆様、および、JR 東日本・八戸新幹線保線技術センターの皆様のご協力とアドバイスを受けて実施いたしました。記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 久慈聡, 田渕広嗣, 鹿島孝洋: トラックマスターによる40m弦通り変位測定方法に関する一考察, 土木学会第60回年次学術講演会, pp.155-156, 2005.9
- 2) 国土交通省監修, 鉄道総合技術研究所編: 鉄道構造物等設計標準・同解説 鋼・合成構造物, 丸善, 2009.7
- 3) 奥村駿, 橋本国太郎, 谷口望, 由井洋三, 杉浦邦征: 鋼・コンクリート複合トラス鉄道橋の温度変化挙動に関する研究, 第10回複合・合成構造の活用に関するシンポジウム, pp.54-1~8