

九州大学 工学部 学生員 本荘清司
 “ “ 正会員 彦坂 熙
 福岡北九州高速道路公社 正会員 村山 隆之

1. 緒 言

プレートガーダー橋の中で、鋼床版橋は日光直射部分と日影部分の温度差に伴う応力が最も大きくなる。わが国の道路橋示方書では、鋼床版橋の温度差の標準値が 15°C と規定されているが、福岡市における著者らの実測¹⁾では 30°C を上回る上下フランジ間の温度差が記録されている。温度応力は温度差のみならず温度分布形状によって大きく異なり、連続桁の場合、温度差によって生じる不静定力の大きさも温度分布の影響を受ける。したがって、橋梁の温度応力を定量的に把握するには、温度差および温度分布形の正確なデータが必要となる。

さらに、鋼床版橋では高温のグースアスファルトがデッキプレート上に直接鋪設されるため、断面内に大きな温度差を生じる。このときに発生する応力は部分的かつ一時的なものとして設計では考慮されていないが、正確なデータに基づいてこの熱応力を試算した例はあまり見受けられないようである。

本研究は、日射およびアスファルト鋪装による鋼床版連続箱桁橋の熱応力について、温度分布の長期測定データをもとにした解析を行い、得られたいくつかの知見を述べたものである。

2. 測定および解析対象橋梁の諸元

温度分布の測定を行った福岡都市高速道路1号線²⁾崎宮前橋(ダブルデッキ、3径間連続鋼床版2箱桁橋)を図-1のように階段状変断面連続桁にモデル化し、熱応力の解析を行う。実測を行った側径間端支点から10mの位置の断面は図-2のとおりである。

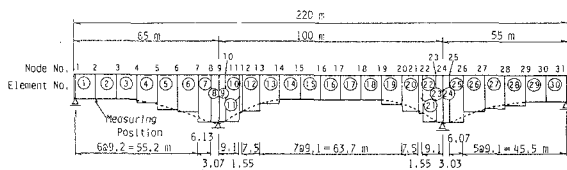


図-1 3径間連続桁の解析モデル

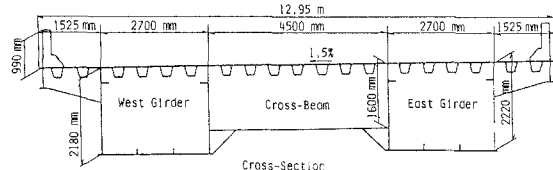


図-2 測定位置断面図

3. 日射による温度分布と応力分布の同時測定

図-3は、未鋪装時の箱桁断面内に生じる温度分布と、ひずみゲージを用いて同時に測定した橋軸方向応力分布の実例を示したものである。上下フランジ間の温度差が最も大きくなる正午～午後1時の箱桁温度は、年間を通じて腹板上縁から約80cmの深さまで曲線状に分布し、それ以下の腹板・下フランジではほぼ一定となる。本橋の箱桁は変断面桁であるが、日射による温度差が最大となる昼間の鋼床版および腹板上部の温度は、桁高によらず橋軸方向に様な分布を示すことが確かめられた。デッキプレートにアスファルト鋪装を行うと、箱桁最高温度がピーク値に達する時刻は午後3時～4時に遅れるが、そのときの温度分布形状は未鋪装時とあまり変らない。

箱桁に生じる温度応力は温度分布に見合った非線形分布を示し、デッキプレートで大きな圧縮応力となる。今回の測定断面は側径間端部に近いので不静定力の影響をあまり受けていないが、連続

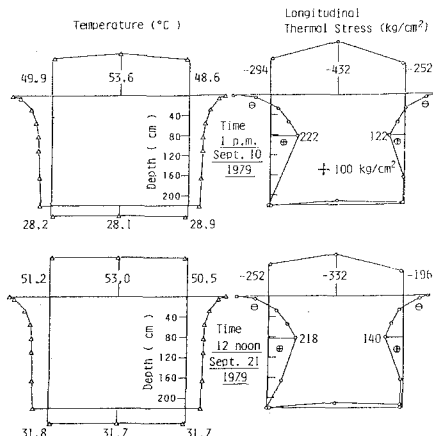


図-3 温度分布と応力分布の同時測定例

桁では不静定力により全長にわたって正の曲げモーメントが発生し、デッキプレートに圧縮応力が加算されることに注意を要する。また図-3は箱桁の最大温度差が20℃程度の9月の測定例であるが、気温が比較的低温で日射の強い4、5月頃に、夏季を上回る30℃以上の温度差をしばしば生じるので、温度応力もこの測定値よりさらに大きくなると考えられる。

通常の設計計算では、上下フランジ間で桁高方向に直線変化する温度分布を温度差15℃で与えているが、本測定により得られた曲線温度分布を用いて同じ温度差における応力を試算し、両者のデッキプレート応力を比較すれば図-4のようになる。直線温度分布では温度応力が過小評価されることに注意を要する。

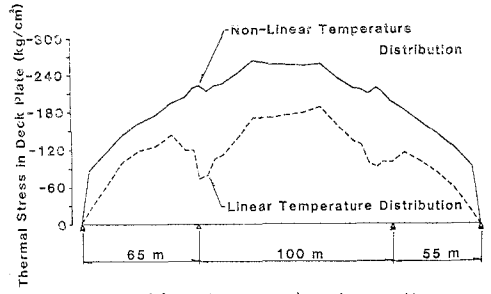


図-4 温度分布形状による応力比較

4. グースアスファルト舗装時の熱応力

4.1 舗装時の箱桁の温度分布 本橋のアスファルト舗装全厚は8cmであり、これを3層に分けて施工された。このうち1980年7月に実施された一層目のグースアスファルト舗装時における断面内温度分布を、貼付型温度ゲージにより測定した。温度ゲージ貼付位置を図-5に示す。図-6は、測定断面上の鋼床版にアスファルト合材が排出された時刻を0として、その後の時間経過に伴ういくつかの測点の温度変化をプロットしたものである。このときの腹板高さ方向の温度分布は図-7のような時間的変化を示す。

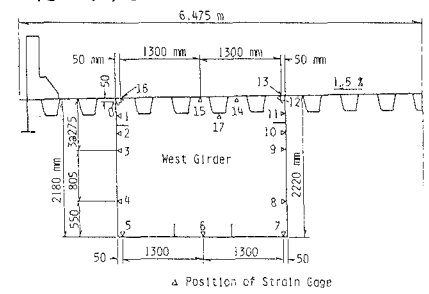


図-5 温度ゲージ貼付位置

4.2 有限要素法による熱応力解析

図-7の温度分布を入力として、図-1の3径間連続箱桁橋の舗装進行に伴う熱応力を有限要素法により解析した。主桁を30要素に分割し、1節点3自由度のはり要素を用いている。断面内温度分布 $T(x, y)$ は、次式により橋軸方向熱荷重 P_x と熱モーメント荷重 M_x に変換される。

$$P_x = E\alpha \int_A T(x, y) dA, \quad M_x = E\alpha \int_A T(x, y) y dA$$

ここに、 E はヤング係数、 α は線膨張係数

本解析モデル橋の場合は、図-8のように、断面の小さい中央径間中央部まで舗装が進行した時に、舗装先端部のデッキプレートに最大の圧縮応力が発生する。図中には、死荷重応力に熱応力を加算してプロットした。本橋の使用鋼材はSMA41およびSMA50であり、参考までにその許容応力を図中に破線で示してある。

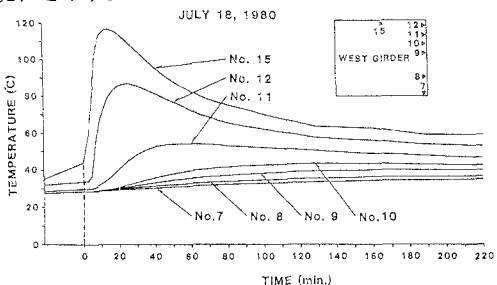


図-6 舗装後の箱桁温度の時間変化

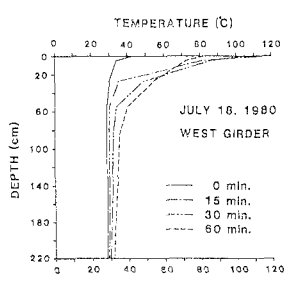


図-7 舗装後の腹板温度分布

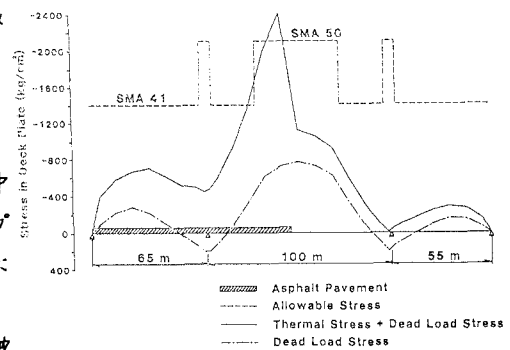


図-8 アスファルト舗装時の熱応力

〔参考文献〕 村山・彦坂・山登：鋼床版連続箱桁橋の温度挙動について。土木学会第35回年次学術講演会講演概要集、第1部、P129、昭和55年9月。