

# 鋼・コンクリート合成床版の打設時温度解析 ～SCデッキのコンクリート養生の検討～

Curing for Steel-Concrete Composite Deck (SC Deck) Concrete

段下 義典  
Yoshinori DANSHITA

川田工業(株)橋梁事業部保全室技術課

宮森 雅之  
Masayuki MIYAMORI

川田工業(株)橋梁事業部技術部  
東京技術部設計二課

橋 吉宏  
Yoshihiro TACHIBANA

川田工業(株)橋梁事業部技術部  
東京技術部技術課課長

鋼・コンクリート合成床版は、高い耐荷力と耐久性を兼ね備えた床版であり、近年その採用が増えています。鋼板パネルが型枠として機能しますが、一方、その鋼板は木製型枠に対して熱伝導率の高い材料であるため、コンクリート養生中に外気（気温、風）の影響を受けやすく、養生条件によっては床版内部の温度差に起因するひび割れの発生が懸念されます。

そこで、圏央道のつくば高架橋上部その6工事、牛久高架橋上部その1工事において、鋼・コンクリート合成床版（SCデッキ）について行われた、品質管理確認実験の際に計測された温度履歴に対し、温度解析を行い、検討した結果を報告します。

ハンチ高は標準的な80 mmです。また、試験体は桁高1 500 mmの2本の主桁で支持され、地盤面から試験体までの高さは約1 800 mmの条件です。コンクリートはスランプ14 cmと8 cmの2種類を1次と2次に分けて打設されました。温度計測の熱電対は、床版支間部中央と主桁上に設置され、鉛直方向にはコンクリート上縁から40 mm下の位置、床版厚中心、コンクリート下縁位置に設置し計測されました。

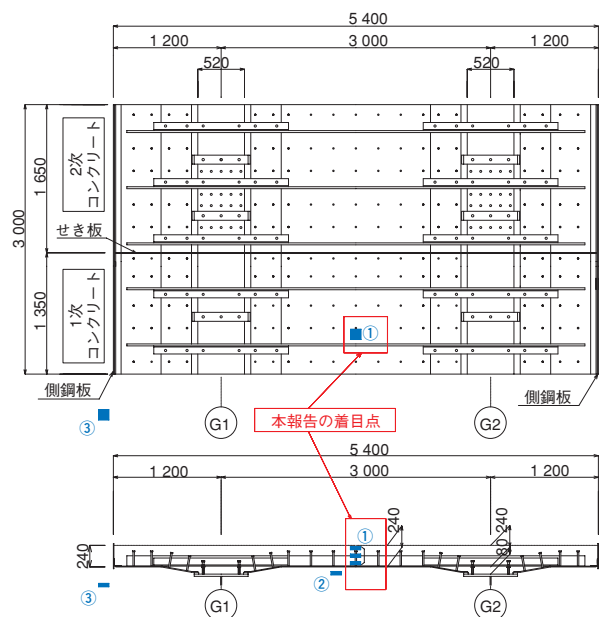
コンクリートの配合としては、普通セメントを使用し、設計基準強度30 N/mm<sup>2</sup>、水セメント比49.5%、セメント+膨張材の単位結合材量は1次コンクリートにて330 kg/m<sup>3</sup>でした。コンクリートの打込み温度は1次コンクリートが13℃、2次コンクリートが20℃、計測期間（平成16年12月9日～20日）における平均気温は8.6℃でした。養生方法は、床版上面に養生マットとブルーシートを施し、床版下面側はSCデッキの鋼板を露出した状態でした。



実験での打設前状況



実験での養生状況



■および■に示す①～③は温度計測用の熱電対設置箇所を示す。

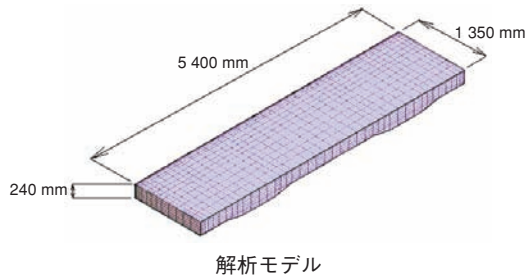
試験体

## 計測概要

試験体は、幅員5 400 mm、主桁間隔3 000 mm、橋軸方向長さ3 000 mm、床版厚は鋼板厚9 mmを含み240 mm、

## 温度解析と計測温度の比較

温度解析はFEM解析（ASTEAM-MACS）にて実施し、解析モデルは、1次コンクリート範囲である橋軸方向長さ1350mmとしました。



### (1) 用語の説明

ここで熱伝達率と断熱温度上昇特性について簡単に説明します。

熱伝達率とは、大気との間に熱の出入りがある境界を意味する熱伝達境界の特性を表すものであり、型枠の種類や厚さ、養生方法、周囲の風速等を考慮して定めるものです。SCデッキの鋼板パネル型枠は、メタルフォームであり、コンクリート標準示方書ではメタルフォーム熱伝達率の参考値として14 W/m<sup>2</sup>℃と高い値、すなわち外気の影響を受けやすいとされています。

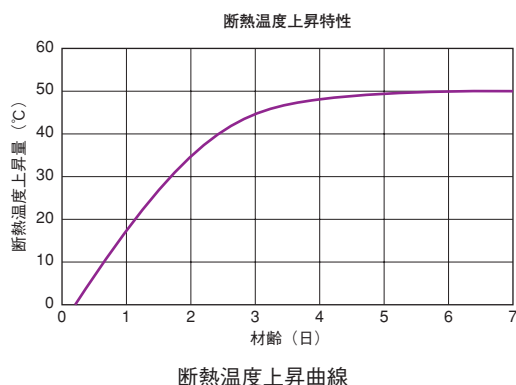
断熱温度上昇特性とは、コンクリートを断熱状態（外部への熱の逸散がない状態）で養生し、セメントの水和熱によって生じるコンクリートの温度上昇の熱的性質を表します。

### (2) 解析の内容と結果

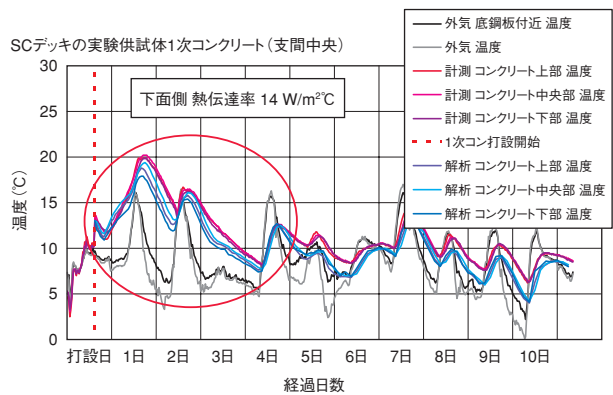
床版下面の熱伝達率は、コンクリート標準示方書のメタルフォーム参考値である14 W/m<sup>2</sup>℃と、比較として6 W/m<sup>2</sup>℃の2ケース解析しました。

断熱温度上昇特性は、水和熱によってコンクリート温度が上昇し始める時点におけるS字カーブを再現した近似式を用い、かつ打込み後にしばらく水和熱がほとんど発生しない時間 $t_0$ を考慮しました。

その近似式 $Q(t) = Q_{\infty}(1 - \exp(-\alpha(t - t_0)^{\beta}))$ に用いた各パラメータは、 $Q_{\infty} = 50.5^{\circ}\text{C}$ 、 $\alpha = 0.59$ 、 $\beta = 1.2$ 、 $t_0 = 0.19\text{日} = 4.5\text{時間}$ であり、緩やかに温度上昇する曲線としました。

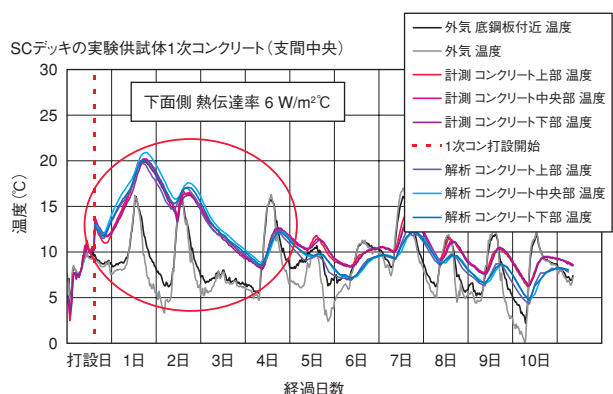


下図に床版下面側熱伝達率を14 W/m<sup>2</sup>℃とした場合の計測の外気温、コンクリート温度、温度解析の結果を示します。計測温度と比較すると、解析結果はコンクリート内での温度差が目立ち、計測温度と差が生じた結果となりました。



計測結果と温度解析の温度履歴①

そこで、床版下面側熱伝達率を6 W/m<sup>2</sup>℃と条件を変えて解析を行った結果を下図に示します。この比較から計測温度と解析結果が概ね一致していることがわかります。



計測結果と温度解析の温度履歴②

これらのことから、SCデッキは、外気の影響を受けやすいと懸念されましたが、試験体の条件においては、地盤面に近く、主桁に囲まれた床版下面が風の影響が少なく外気からの影響が大きい環境にあると推測されます。

## まとめ

今回の検討では、鋼・コンクリート合成床版のコンクリートが養生中に外気から受ける影響を、物性値等の適切な設定から温度解析で概ね再現できることを確認しました。今後は、架橋地点・施工時期等の異なる条件に対して、本解析方法を有意義に活用すべく、熱伝達率の適切な設定方法など検討を進めていく予定です。

最後に、本検討においてご指導とご協力をいただいた関係者のみなさまに対し、深く感謝し、厚くお礼申し上げます。