

大洲高架橋（鋼・P R C混合橋）接合部の温度応力解析

日本道路公団 非会員 坂東誉浩 ○駒井鉄工 正会員 小川路加
日本道路公団 非会員 長濱清孝 駒井鉄工 正会員 神原康樹

はじめに

近年、より合理的な橋梁の建設を目指して、鋼とコンクリートを組み合わせて橋梁全体を構成する混合橋の建設が増えてきている。本橋は一般国道 56 号を跨ぐため、側径間に比べて中央径間が長い支間割となった。一般に、このような径間比の悪い橋梁は断面力のバランスが悪いため、経済的に不利となる場合が多い。そこで、本橋では中央径間を重量の軽い鋼桁とし、側径間を重量の重い PRC 桁で構成することで断面力バランスの改善を図った鋼・PRC3 径間連続混合橋を採用した。図-1 に構造一般図を示す。

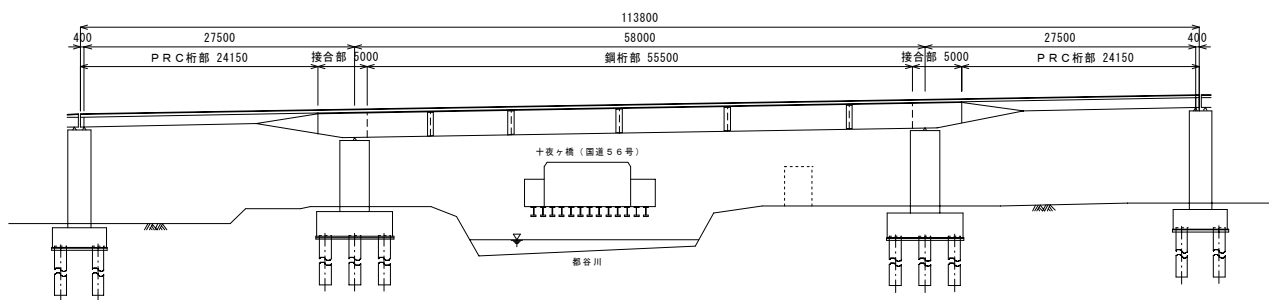


図-1 大洲高架橋構造一般図

接合部の設計

混合橋は接合部において材料および剛性の異なる鋼桁とコンクリート桁（PRC 桁）を接合するため、応力集中の発生など構造上の弱点となりやすい。したがって、相互の力の伝達が円滑に行われるように配慮することが重要である。接合部は PRC 中空床版に 4 本の鋼主桁を挿入した構造とした（図-2）。鋼桁と PRC 桁との応力伝達はスタッドジベルを用いて、曲げモーメントはフランジを介して、またせん断力はウェブを介して行うものとした。

接合部の温度・温度応力解析

本橋の接合部は、橋軸直角方向の最大断面が高さ 2.83m×幅 7.50m とコンクリートの断面が大きい。このようなマスコンクリートでは、硬化時の水和熱による内部温度の上昇ならびに以後の冷却により温度応力が発生し、温度ひび割れが生じやすい。そこで、接合部における温度応力の分布性状を把握し、施工方法を検討する目的で、3 次元温度解析および温度応力解析を実施した。解析モデルと熱伝達境界条件を図-3 に示す。なお、外気温は 25℃一定で、コンクリートは外気温より 5℃高くなった 30℃で打設するものと仮定した。

解析結果の一例として、早強コンクリートを使用した場合の橋軸直角方向応力についてまとめたものを図-4 に示す。接合部を一括施工した場合、温度は打設後 57 時間後にモデル中心で 87℃に達する。応力は材齢 30 日で引張強度を上回り、材齢 60 日で 3.01N/mm²となる。一方、分割施工した場合、温度は打設後 33 時間後にモデル中

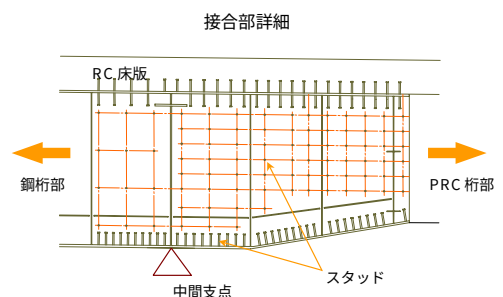


図-2 接合部の構造

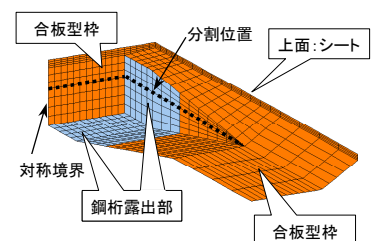


図-3 FEM 解析モデル

Keywords : 混合橋, マスコンクリート, FEM 解析, 温度解析, 温度応力解析

〒555-0041 大阪市西淀川区中島 2-5-1 TEL 06-6475-2112 FAX 06-6475-2132

心で 83℃に達する。応力は第 1 リフト，第 2 リフトとも引張強度を上回ることにはない。接合部のコンクリートを分割打設することで，最大温度，発生応力および引張応力の発生領域を減らすことができることがわかった。橋軸および高さ方向についても，橋軸直角方向とほぼ同様の傾向がみられた。

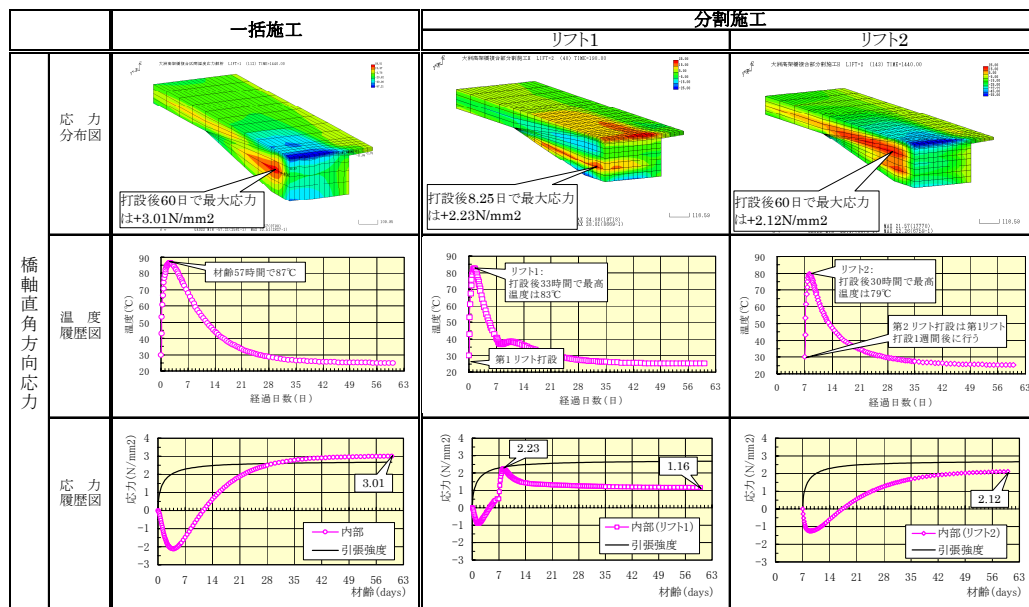


図-4 温度・温度応力解析結果（早強コンクリート，橋直方向応力）

コンクリートを普通コンクリートとすると，早強コンクリートの場合と比べて，最大発生温度や引張応力の値は若干小さめの値となっているものの，一括打設すると早強コンクリートの場合と同様，発生応力が引張強度を上回った。

以上の結果を踏まえ，①早強と普通コンクリートでは大きな効果の違いがなく普通コンクリートを採用しても一括打設できない ②早期に強度発現させることで工程短縮を図る，などを考慮して早強コンクリートを使用して分割施工する方法を採用した。

接合部の温度計測

解析による検討とそれを踏まえた施工対策の妥当性を確認するために，現場温度計測を行った。計測結果の一例として，第 1 リフト中央部の結果を図-5 に示す。温度履歴を比較すると以下のことがわかる。①計測最高温度は解析値とほぼ一致する。②最高温度の発生時間は解析値より 10 時間程度早くなった。③温度低下過程の勾配は解析とほぼ一致する。②については，コンクリート施工時の現地平均気温が 30℃以上の酷暑であったため，日射の影響でセメントの水和反応が促進されたためと考えられる。

計測温度履歴の結果から，外気温データなどの解析入力パラメータを再設定して温度応力解析を実施し，実際に発生したコンクリート応力の推定を行ったが，発生応力は事前の解析値よりも改善する傾向がみられた（図-6）。

まとめ

本橋ではその設計・施工にあたり，接合部のマスコンクリートによる温度対策の検討を実施した。FEM 解析による温度解析の結果は実測結果とよく一致し，検討の妥当性が確認できた。計画段階の十分な検討と綿密な施工管理体制のもとに円滑な施工ができた。今後，コスト削減を目的に本橋のような混合橋の採用が増えるものと考えられるが，今回得られた知見が今後の参考になれば幸いである。

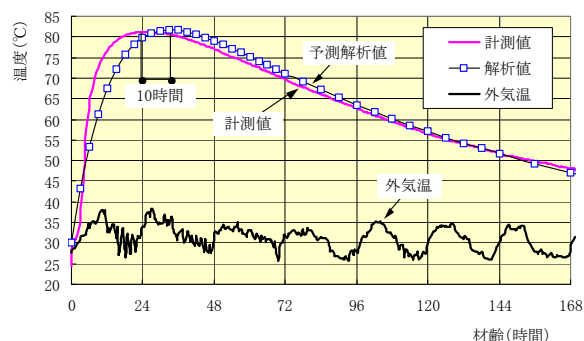


図-5 接合部温度計測結果（第 1 リフト中央）

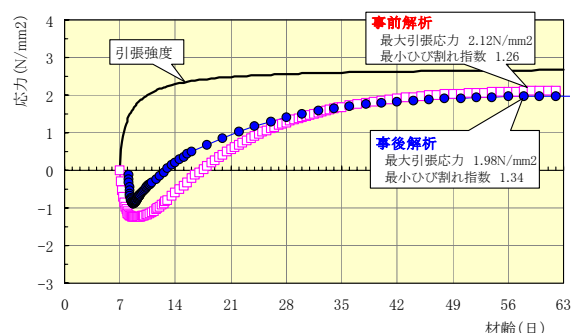


図-6 発生応力の推定（第 2 リフト，橋直方向）