

銚子大橋主塔コンクリート打設について

日本橋梁建設土木施工管理技士会

株式会社 横河ブリッジ

現場主任

西野 崇史[○]

Takafumi Nishino

現場代理人

三浦 一浩

Kazuhiro Miura

1. はじめに

日本最大の流域面積を誇る一級河川の利根川は別名「坂東太郎」とも呼ばれている。本工事は、その利根川の最河口部に架かる現銚子大橋（千葉県～茨城県を結ぶ、国道124号線）の架替え工事である。

現銚子大橋は、昭和37年に完成し（横河橋梁製作所一部施工）地域の主要幹線道路として活躍してきたが、塩害、車両の大型化、交通量の増大による損傷が著しく、新橋の建設が急務であった。

新橋の構造形式は、以下の特徴を有する4径間連続複合斜張橋である。①コンクリート主塔と鋼箱桁の複合斜張橋、②合成床版を使用、③斜材に

現場施工型ケーブルを使用した事があげられる。

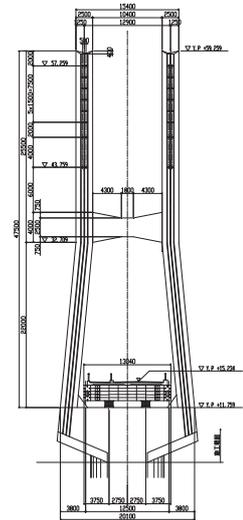


図-1 主塔断面図 (P8)

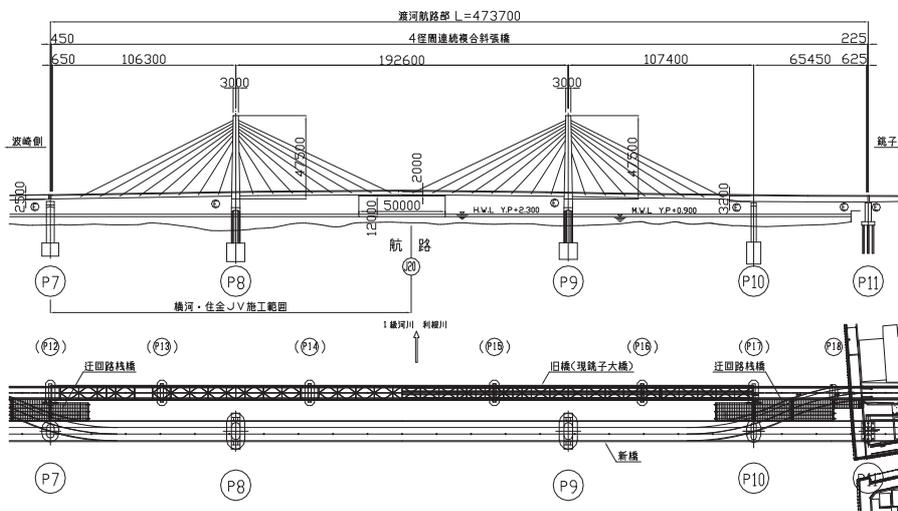


図-2 全体一般図 (単位；mm)

イボルトを取付け、吊り天秤を利用し一度に4～5本吊り上げることとした（図-5参照）。

水平梁部の支保工は、ベント設備と主塔部に設置したブラケットにより支持したH鋼（300H）を介して支持した。

また、コンクリート圧送配管は、ベント設備に支持させることで、主塔部に圧送配管をアンカー固定した際の穴埋め処理の省力化と、コンクリート打設時の配管の振動が、配管を支持する足場を経由して型枠へ伝わることを防止し躯体への影響を抑制した。



図-4 ベント設備



図-5 鉄筋組立状況

鉄筋、型枠および資材は、陸上部より積込みした台船にて運搬しタワークレーン（能力：60tm）で荷揚げを行った。

躯体の構築が進捗するにつれてクレーンの揚程が高くなり、巻き上げ高さが増し、作業効率が悪くなった。そこで、ベント設備の高さは、次リフトの天端高さまでとし、設備上に組み立てたステージングに資材の仮置き場所を設けて、施工性を向上させた。

(2) 水平梁施工の問題点と改善対策

本主塔の形状は、主塔基部から水平梁まで断面中心に向かって傾斜する構造のため、施工時に主塔基部に曲げ応力が発生し、残留応力として完成系の応力状態に影響を与えることが懸念された。この残留応力は、検討の結果、レベル2地震時の照査を満足できないことが判明した。そこで、水平梁コンクリート打設前に主塔部を内側から押し広げる方向で残留応力に相当する荷重（ $P=364$ kN）を載荷し、水平梁コンクリート硬化後に同荷重を除去する施工手順を行い、残留応力を解放した（図-6参照）。水平梁の構築と残留応力の解放が完了した後、水平梁上部の主塔を構築した。

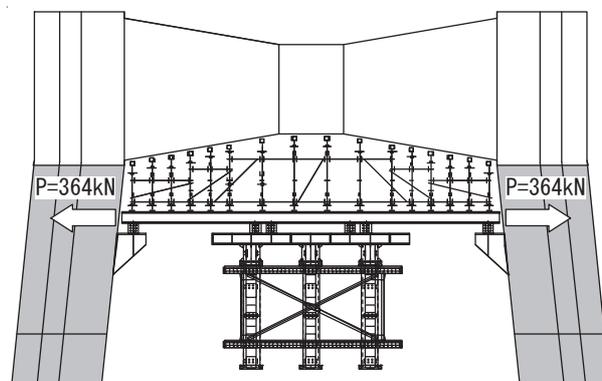


図-6 主塔基部残留応力除去

水平梁上部には、主ケーブルの定着具を取付ける支圧板と主ケーブルのシースが一体化されたケーシングパイプを取付ける。ケーシングパイプの据付は、パイプ中心と鋼桁側の定着部中心が一致するように、高い精度で据え付ける必要があった。そこで、主塔内にアンゲル材で構成された架台を埋め込み、ケーシングパイプ1本につき2点で支持し、誤差吸収の可能なUボルトに架台と固定させた（図-7参照）。

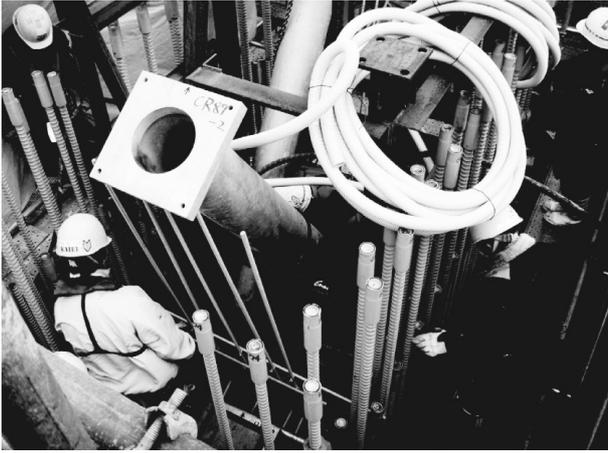


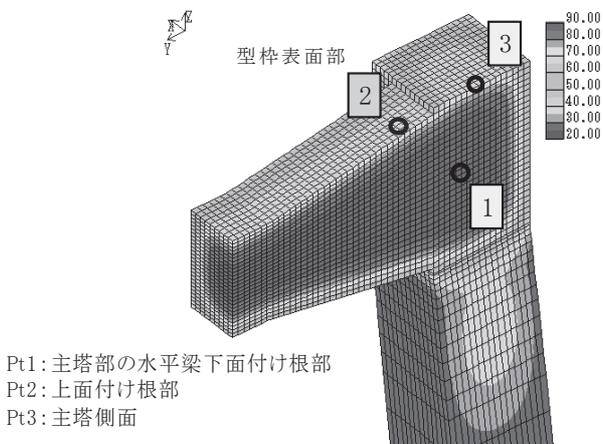
図-7 ケーシングパイプ据付

(3) 塩害防止対策

本橋は、塩害対策としてすべての鉄筋にエポキシ樹脂塗装鉄筋を使用し、セパレーターはステンレス製のものを使用した。なお、ステンレス製セパレーターの使用範囲は、塩化物イオンの進入に伴う鋼材腐食に対する照査により、本橋の耐久年数である100年後の塩化物イオン濃度が、鋼材腐食発生限界以上となるかぶり量300mm以内の範囲のみとした。

(4) 温度応力によるひび割れ防止対策

主塔コンクリート施工の際に、①乾燥収縮、②自己収縮、③セメントの水和反応に伴う温度応力によるひびわれの発生が懸念された。とくに、大



Pt1: 主塔部の水平梁下面付け根部
Pt2: 上面付け根部
Pt3: 主塔側面

図-8 温度分布 (材齢2.5日)

表-1 熱伝達境界条件

養生方法		η ($W/m^2\text{C}$)	養生期間 (日)
上面	※	3	7
側面	合板	8	7
外気		14	—

※養生マット (湿潤) + 気泡シート + ブルーシート

断面コンクリート構造物は発熱量が大きく、内外温度差による内部拘束と打継部からの外部拘束を受けるため、ひびわれが発生する可能性が高い。そこで、有限要素法による温度応力解析を実施し、ひびわれ発生の有無とひびわれ幅について検討を行った。着目した部位は、最大打設断面となる脚頂部梁とラーメン構造として拘束の大きい水平梁部とした。以下に水平梁部について述べる。

解析モデルは、橋軸および橋軸直角方向にそれぞれ2分割した1/4モデルとした。

熱伝達境界条件を表-1に示す。断熱温度上昇特性Qは施工時期を考慮し、打込み温度を30℃と仮定して算出した。

水平梁打設後2.5日における温度分布を図-8に、温度変化を図-9に示す。

コンクリート内部の最高温度は88℃ (Pt1) であり、上面付け根部 (Pt2) と比べると材齢5日目において内外温度差が約45℃に達していることがわかる。

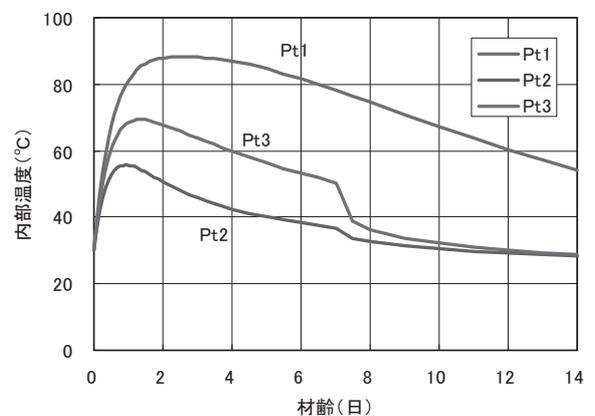


図-9 温度変化

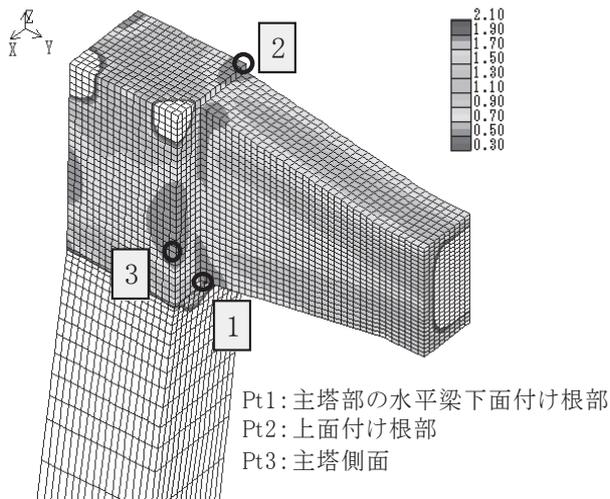


図-10 ひびわれ指数分布（林齢2.5日）

材齢2日目における最大主応力と引張強度から算出されるひびわれ指数 I_c の分布図を図-10に示す。また、図-11には主塔部の水平梁下面付け根部（Pt1）、上面付け根部（Pt2）および主塔側面（Pt3）におけるひびわれ指数の時間的変化を図示している。各位置において、材齢1日から3日の間で最小値となり、Pt1で $I_{cmin} = 0.35$ となりひびわれ幅は最大0.28mmで、許容ひびわれ幅0.35mm ($0.0035c$, $c < 100$) 以下となることを確認した。さらに、施工では、内外温度差抑制対策として、型枠の残置期間の延長や側面シート

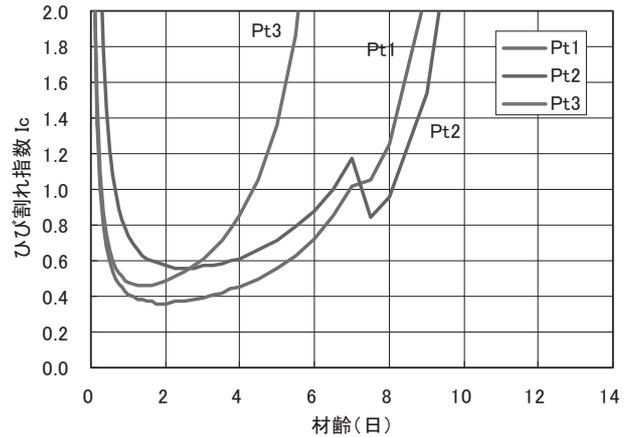


図-11 ひびわれ指数変化

養生を実施した。上記抑制対策の効果、打設時の外気温が20℃で安定していたこと、および(2)にて述べた残留応力解放作業による着目位置への圧縮力導入により、ひびわれの発生は見られなかった。

3. おわりに

本橋の架設に従事したことで、橋架けにおいて最も重要なことは、橋架けというたった一つの目標を達成するべく関係者一同が一丸となり進めて行くチームワークであることを学んだ。今後もチームワークを大事にし、橋架けに従事していきたいと思う。