

多々羅大橋上部工の架設

Erection of the Tatara Bridge' Superstructure

野澤 栄 二*¹ 佐藤 充*² 鈴木 義 孝*³
Eiji NOZAWA Mituru SATO Yoshitaka SUZUKI

Summary

The Tatara Bridge is the worlds longest cable-stayed bridge with an 890-m-long center span. It connects Ikuchishima Island with Ohmishima Island along the Onomichi-Imabari Route, one of the routes of the three Honshyu-Shikoku Bridges. This bridge is a hybrid type; it uses prestressed concrete girders to form part of each side span to adjust the balance because the side spans are too short compared with the center span.

In the construction of the bridge, the lower part of each tower and the steel girder near the tower were first erected using a floating crane by dividing them into large blocks. Then the upper part of the tower was built of blocks using a tower crane. The PC and steel girders were then laid and connected to form each side span. The steel girders of the center span were cantilevered and added by extending the two opposite ends inward. This was done by lifting each block of the girder straight up using travelling cranes on each end.

キーワード：大ブロック架設，直下吊り架設，台風対策

1. まえがき

本橋は、本州四国連絡橋尾道・今治ルートが生口島（広島県）と大三島（愛媛県）を結ぶ斜張橋であり、中央支間長が890mで、フランスのノルマンディー橋（中央支間長856m）を抜いて、斜張橋としては世界最大級の規模である。また、中央径間に比べ側径間が短いことから側径間の一部がPC桁の複合構造形式となっている。

多々羅大橋上部工工事は、広島県側を（その1）工事、愛媛県側を（その2）工事と、2つの工事区に分けられ、当社は、三菱・川田・宮地・日立・駒井特定建設工事共同企業体として多々羅大橋上部工（その1）工事を担当した。

2. 工事概要

(1) 工事概要

- 工事名 多々羅大橋上部工（その1）工事
- 発注者 本州四国連絡橋公団第三建設局
- 工事場所 広島県豊田郡瀬戸田町大字垂水地先
- 工期 平成6年1月11日～平成11年3月19日
- 路線名 一般国道317号
- 橋梁形式 3径間連続複合箱桁斜張橋
 - ・主桁 3室箱桁
 - ・主塔 逆Y型下絞り基部拡幅形式（塔高220m）
 - ・ケーブル ファン型（2面21段マルチケーブル）

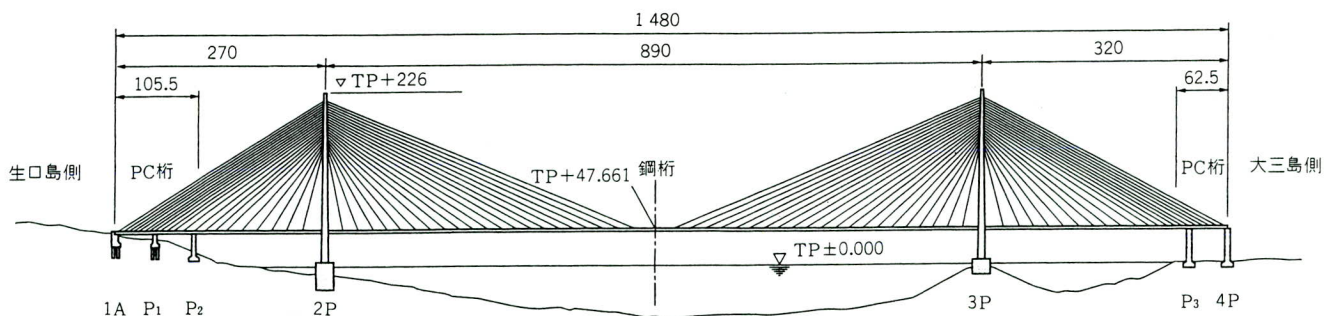


図-1

*1 宮地建設工業(株)西日本橋梁事業部工事第2部計画課
 *2 宮地建設工業(株)東日本橋梁事業部MT工事部

*3 技術本部技術部技術課

側・側径間側に斜ベントを設置した後、製作工場で地組立された大ブロックを16,000t積台船で現地まで海上輸送し、3,600t吊FCにより一括架設を行った。

また、大ブロック架設位置については、後で行われる側径間主桁大ブロック架設時の作業スペースを考慮して、あらかじめ中央径間側に300mmセットバックした位置に据え付けた。

(5) 塔上部架設

塔上部部材は、第6段～第23段までの南北塔柱で計36部材あり、各製作工場より2段ずつ4ブロックを2,000t積台船で現地まで海上輸送し、塔架設クレーン(160t吊)を使用して水切り、架設を行った。主塔構造として第15段、21段の部分は、それぞれ中間水平材、上部水平材があり、南北塔柱が結合される。しかし、主塔は内側に傾斜した形状であるため、架設段階において自重により内側に倒れ込む。このため、水平材の閉合作業を容易に行うため、塔柱第10段、14段および20段に間隔調整設備を設置し、閉合時の間隔調整を行った。主塔架設時の精度管理は、工場仮組時のマーキング合わせ、メタルタッチの管理および塔の倒れ量を管理して行った。メタルタッチについては、0.04mmの究間ゲージが1/3以上入らない

箇所を密着とし、タッチ率をウェブで50%、リブで25%以上確保とした。塔倒れ量の計測は、塔体温度の安定する夜間に行い、南北塔の橋軸、橋軸直角方向の倒れおよび塔柱表面温度を計測した。倒れ量はトータルステーションにより計測を行い、許容値は架設された塔柱高さの1/5000とした。

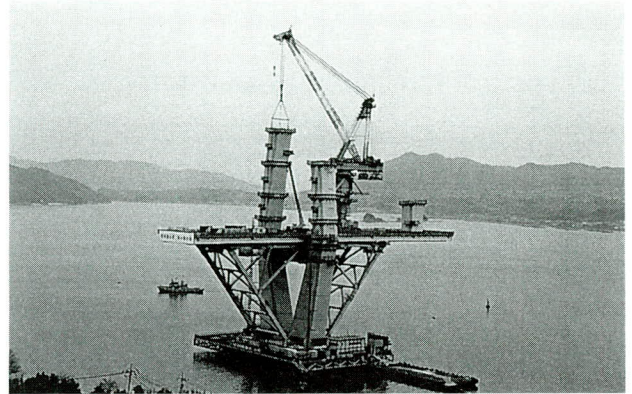


写真-2 塔上部架設状況

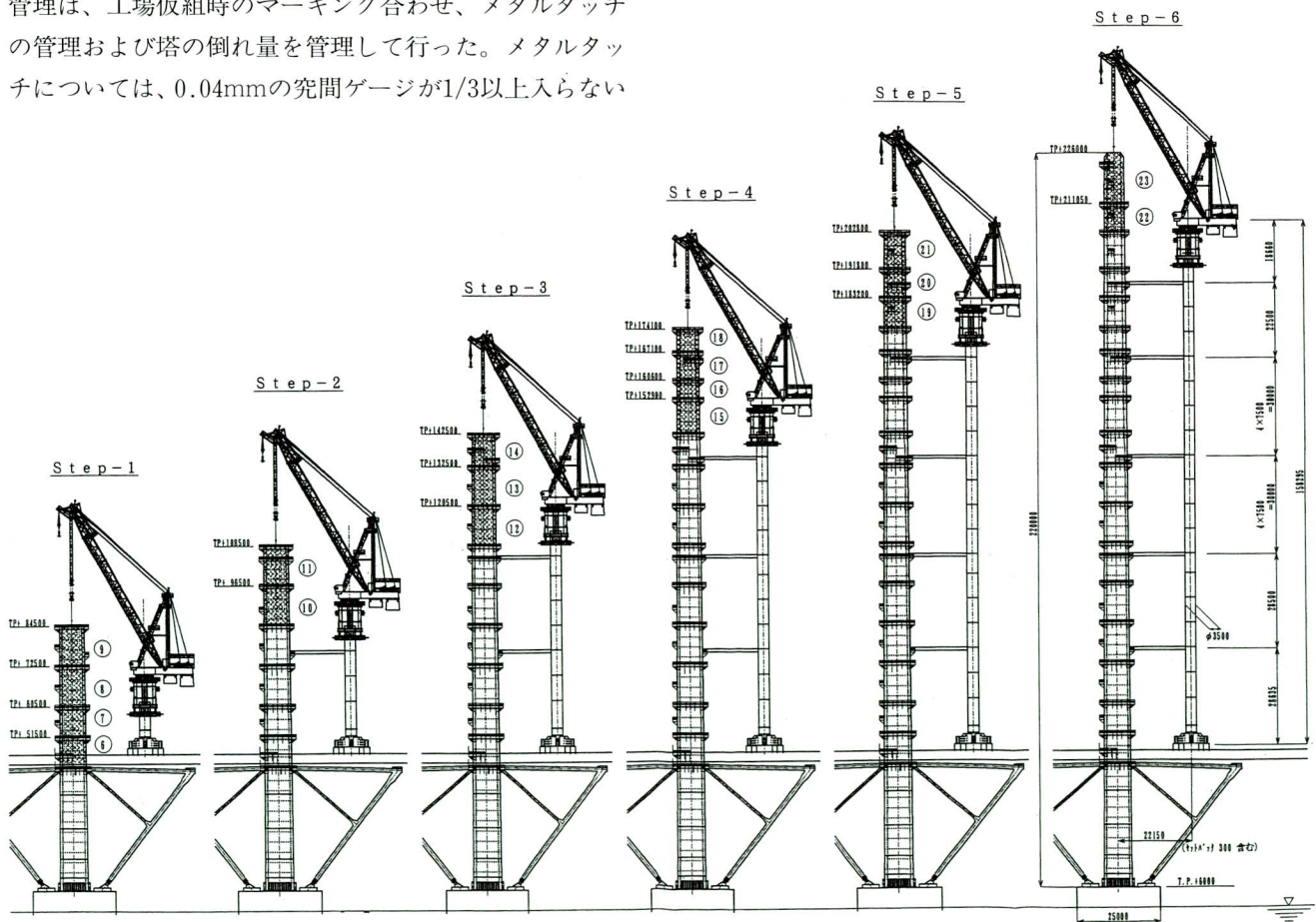


図-4 塔上部単材架設段階図

(6) 接合桁架設・剛結

鋼桁とPC桁の境となる接合桁の架設は、国道越しで架設を行うものであったため、FCの揚程、アウトリーチを考慮して2,050t吊FCの補巻きを使用して行った。架設後、平面位置、高さ調整設備を使用して桁の通り、桁間距離、仕口角度について調整した。位置調整後、接合桁-PC桁間の間詰めコンクリート、接合桁内部の中詰めコンクリートを高流動コンクリートを使用して打設した。打設後、PCケーブルの緊張を行い、PC桁と接合桁を一体構造（剛結）とした。

(7) 側径間大ブロック架設

側径間側主桁のJ1~J12の部分（ブロック長L=109.0m、架設重量W=1,735t）を側径間主桁大ブロックとし、製作工場地で組立された大ブロックを16,000t積台船で現地まで海上輸送し、3,600t吊FCで一括架設した。架設作業は、FCの4フックによる8点吊とし、作業海域は水深が浅いことからFCは橋軸に対して斜め方向からの架設であったため、FCの進入角度、各フック荷重の管理を行った。側径間主桁大ブロック架設は接合桁と塔付主桁大ブロック間の落とし込み架設であるため、PC桁は施工時に1A側へ350mmセットバックした位置に施工し、塔付主桁大ブロックは、架設時に中央径間側へ300mmセットバックした位置に架設し、落とし込み時の作業スペースとした。落とし込み後、引き寄せ設備を使用して側径間主桁大ブロック-塔付主桁大ブロック間（J12）の宛間を300mmに調整し、塔下部水平材上のセットバック設備（300t油圧ジャッキ：2台）で既設の塔付大ブロックを側径間側へセットバックを行った。セットバック完了後、J1側の直ベント上受点、J12側のセッティングビームに荷重を載荷させ架設を完了した。

(8) 側径間桁結合（閉合）

側径間主桁大ブロック架設後、塔付主桁大ブロック側（J12）の仕口調整を行い結合した。J12結合後、ケーブル架設、中央径間主桁単材架設を順次行い、ケーブル中央径間5段、側径間5段架設後に接合桁側（J1）の結合を行った。

塔側（J12）の結合は、仕口形状が上開きであったため、塔下部水平材上のセットバック設備で下フランジの宛間調整を行い、セッティングビーム下にセットした油圧ジ

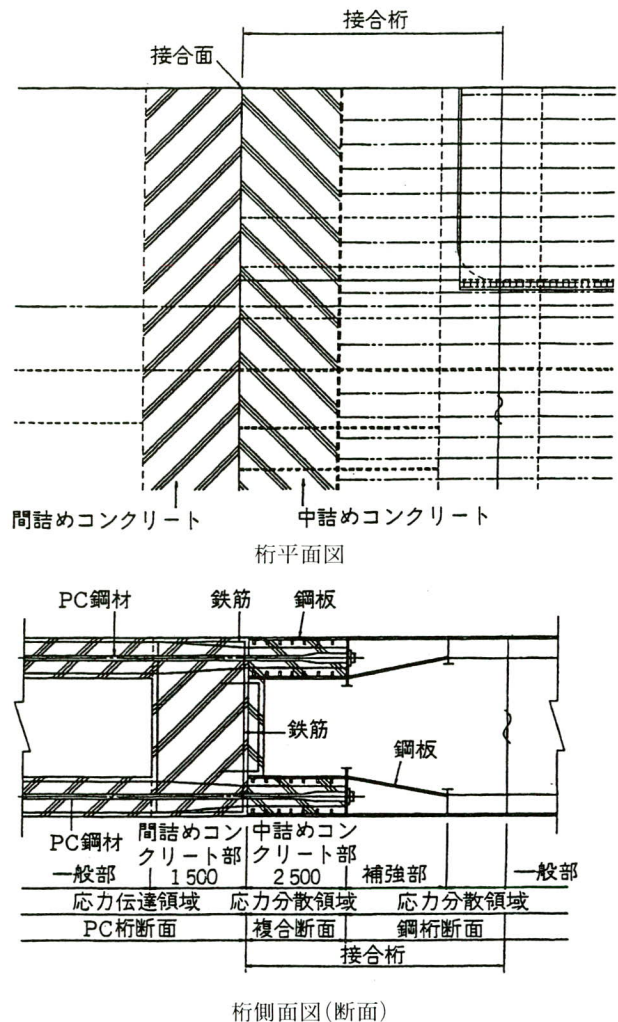


図-5 鋼桁とPC桁の接合部

ャッキで高さ調整し、下フランジの仮締めを行った。このときの反力管理については、セッティングビーム各支点毎に行った場合では微小な支点変位で反力が大きく変化するため、外・内で連動ジャッキを使用して荷重を均等に分配させることとした。仕口角度の調整は、各ウェブ上の上フランジに設置した引き込み装置および塔弾性支承座部にあるジャッキ受架台上に設置した油圧ジャッキを使用して仕口角度の調整を行い、J12の結合作業を行った。

接合桁側（J1）の結合は、ケーブル架設をある程度進め、閉合モーメントが十分小さくなった段階で行うこととした。架設時精算解析の結果、最適の閉合時期として中央径間5段、側径間5段のケーブル架設完了後を選定した。仕口形状が上開きであったため、塔下部水平材上のセットバック設備で下フランジの宛間調整を行い、直ベント上の油圧ジャッキで高さ調整をした後、下フランジとウ

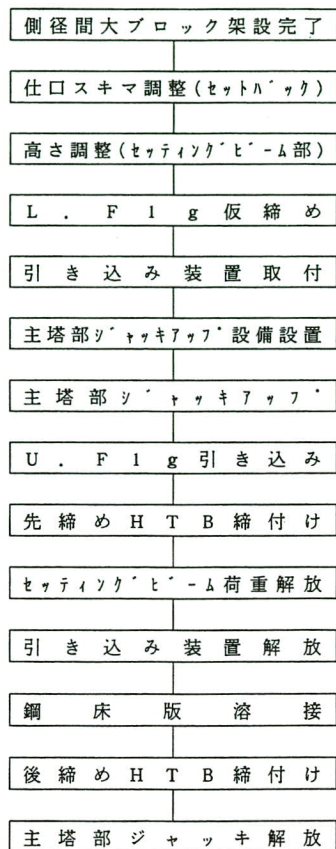


図-6 塔側 (J12) 結合作業フローチャート

ウェブ下半分の仮締めを行った。仕口角度の調整は、各ウェブ上の上フランジに設置した引き込み装置を使用して行った。J1結合作業と並行して主桁単材ブロック、ケーブル架設を行っていたため、J1仮添接時での断面力が過大とならないように橋面機材位置の調整を行った。

(9) 中央径間張り出し架設・ケーブル架設

中央径間張り出し架設は、3,000t積輸送台船を80t吊揚錨船を使用した1点アンカー方式により定点係留し、主桁上の桁架設クレーン(350t吊)を使用した主桁ブロック(長さ20m、架設重量 $W=300t$)の直下吊上げ架設と側径間・中央径間ケーブル架設を1サイクルとして18回の架設を行った。

桁架設クレーンにより架設ブロック吊上げ後、吊具控え索のチェーンブロックを使用して桁の傾きを調整し、外ウェブの仮連結(下フランジ、鋼床版Uリブ部含む)を行った。また、既設桁と架設桁についてはタワミ差により断面形状が異なるため、外ウェブ仮連結後、桁架設クレーン荷重を10%解放することにより、既設桁と架設

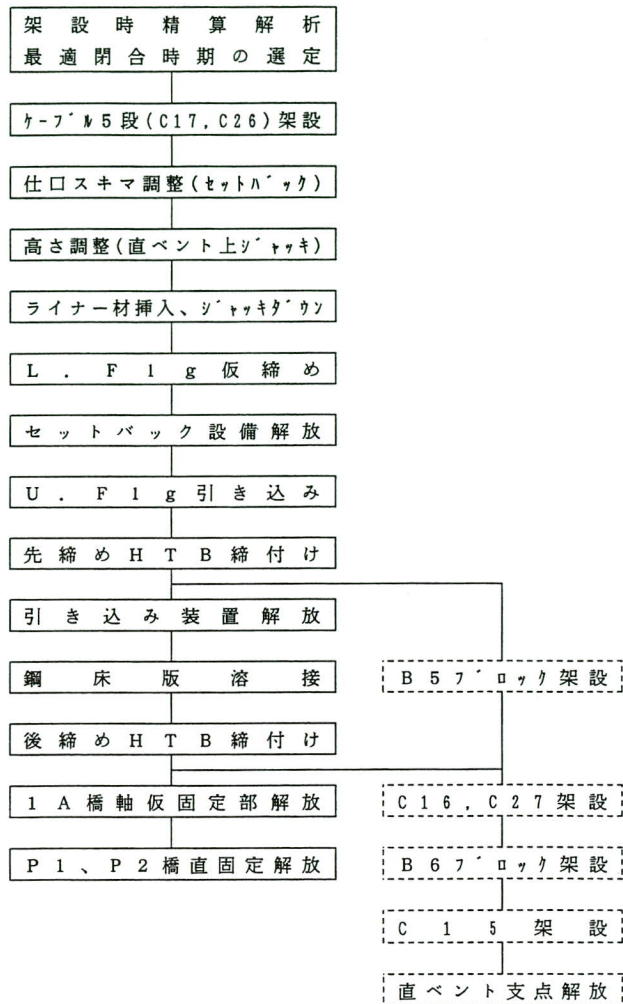


図-7 接合桁側 (J1) 結合作業フローチャート

桁の高低差を最小として仕口合わせを行い、HTB締付け、鋼床版溶接により剛結した。

ケーブルは、架設サイクルに合わせて13回に分割して鋼船により現地まで海上輸送し、桁上の360t吊油圧クレーンで水切り、桁上に仮置きした。架設ケーブルは、ケーブル運搬台車(トランスポーター)を使用してアンリーラー位置まで運搬し、設置した後、塔直下までケーブルの展開を行った。塔側定着作業は、塔頂クレーンによって塔側ケーブルソケットを所定の高さまで吊上げ、塔内の引き込み設備で引き込み、定着作業を行った。桁側定着作業は、ウィンチによる一次引き込み、ワイヤー・クランプジャッキによる二次引き込み、テンションロード・センターホールジャッキによる三次引き込みで定着作業を行った。

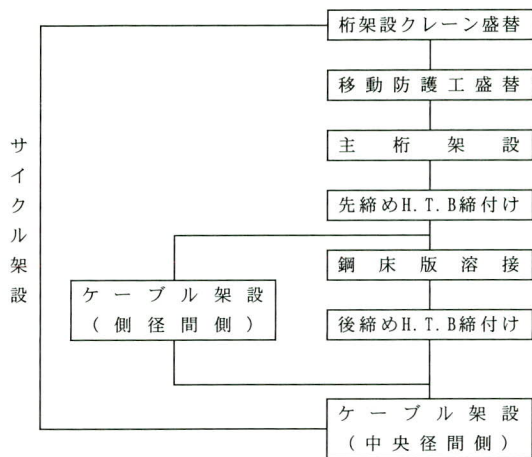


図-8 中央径間張り出し架設フローチャート

架設時の精度管理については、1架設サイクル(同段の側径間、中央径間ケーブル架設)が完了した当日の夜間に行い、ケーブル張力、主桁キャンバー、主塔の倒れおよび橋体温度を自動計測し、管理目標値内であることを確認した。中央径間閉合は、上部工(その2)工事側で製作された閉合ブロックを上部工(その2)工事側の桁架設クレーンで吊上げ両工区の橋上機材・重機の移動、セットバック設備および閉合設備により仕口調整して先に上部工(その1)工事側の添接作業を行った後、上部工(その2)工事側の添接作業の順で行った。

4. 台風9号対策

閉合ブロック架設は、工事進捗に合わせ平成9年7月26日で計画していたが、7月22日の時点でフィリピンの東海上で発生した台風9号の進路が7月26日に中国四国地方を通過することが予想されたため、閉合ブロック架設日を延期し最大張り出し(435m)状態で台風対策を実施した。台風対策としては、水平荷重による主塔部付近の主桁鋼床版縁端の水平曲げ応力に対して縁端部に形鋼

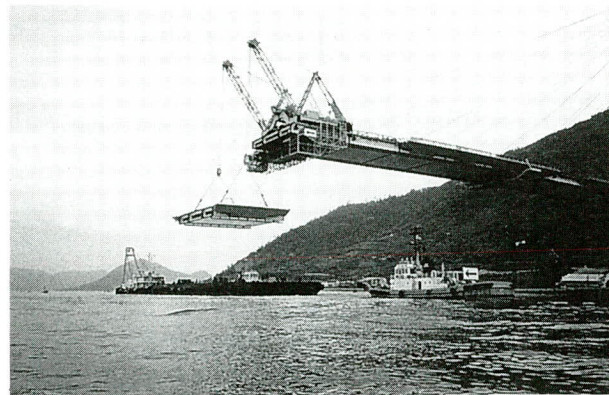


写真-3 張り出し架設状況

を取付けることによる桁補強、桁先端の水平変位を低減するため2P・3Pの桁先端をワイヤーを使用しての桁相互連結、風荷重を低減するため桁先端部の架設機材・重機の後退、中央径間の高欄・手摺に取付けてあるネット・幅木の撤去を行った。

台風9号は7月26日に架設地点付近を通過、27日は通過後の吹き返しにより平均風速15m/s、瞬間風速26m/sが架設地点で観測されたが台風による被害は無く、7月30日に閉合ブロック架設を行った。

5. あとがき

多々羅大橋は中央支間長890m、主塔高220mと斜張橋としては世界最大であり、本工事に参画できたこと、また、約3年半におよぶ現地工事を無事故・無災害で完了したことを誇りに思います。

最後に、本工事にあたりご指導を賜った本州四国連絡橋公団第三建設局向島工事事務所の方々ならびに関係各位に紙面を借りて厚くお礼を申し上げます。

1999.11.1 受付