

# 矢部川橋梁における主塔の合理化施工

荒巻武文<sup>1</sup>・瓜生正樹<sup>1</sup>・岡部成行<sup>2</sup>・山上利昭<sup>2</sup>・村上直義<sup>1</sup>・大野寛太<sup>1</sup>

<sup>1</sup>正会員 三井住友・ピーエス三菱特定建設工事共同企業体（〒839-0211 福岡県みやま市高田町徳島640-5）

<sup>2</sup>三井住友・ピーエス三菱特定建設工事共同企業体（〒839-0211 福岡県みやま市高田町徳島640-5）

矢部川橋梁は、地域高規格道路として整備されている有明海沿岸道路のうち、1級河川矢部川を渡河する橋長517m、最大支間長261mのPC3径間連続斜張橋である。本橋は、長大斜張橋としては稀な曲線橋、逆台形3室箱桁断面の主桁構造、傾斜を有する逆Y型の主塔構造、大規模地震対応のダンパー・ストッパー構造などの特徴がある。

本稿は、矢部川橋梁の概要を紹介するとともに、複雑な形状の主塔構造を合理的に建設するためにP1主塔で実施した架設工法や施工時の工夫点について報告するものである。

**キーワード**：PC斜張橋，逆Y型主塔，SSUP工法，鋼殻構造，合理化施工

## 1. 橋梁概要

矢部川橋梁の全体一般図を図-1，工事概要を表-1に示す。全体構造は、橋長517m、支間長126m+261m+126mのPC3径間連続斜張橋である。構造的な

特徴としてはR=1,150mの曲線桁を有する1面吊り斜張橋で、ファン型の斜材形式（図-1(a)），頂部で偏心傾斜する逆Y型の主塔（図-1(b)），斜めウェブの3室1主箱桁の主桁断面形状（図-1(c)）などである。

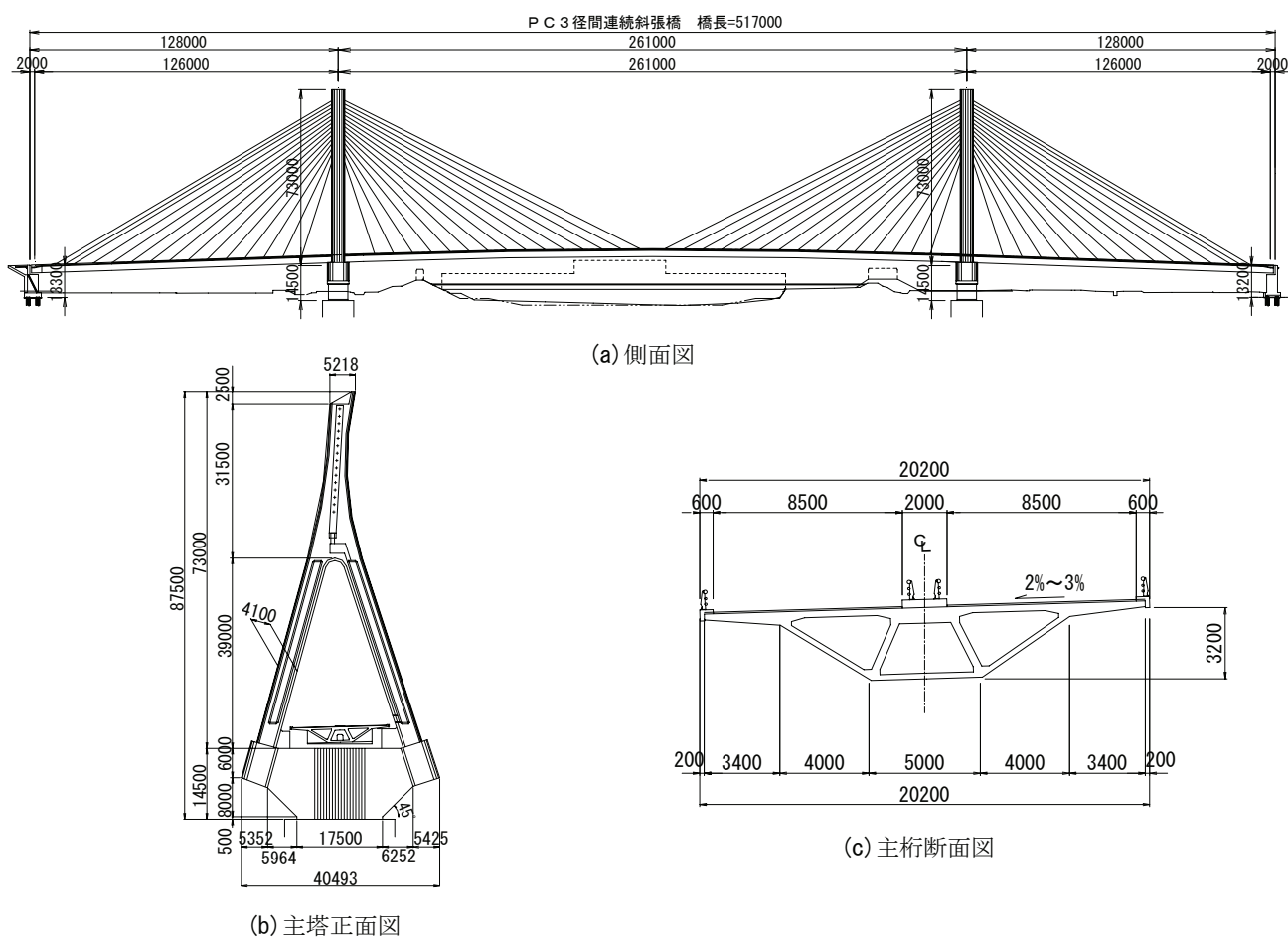
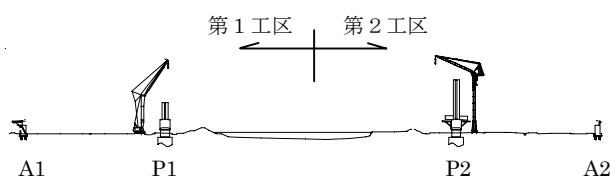


図-1 全体一般図

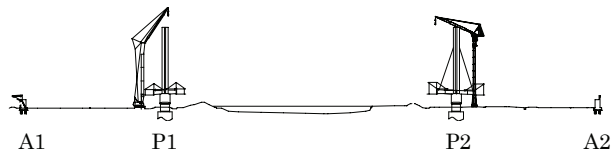
表-1 工事概要

|      |                          |
|------|--------------------------|
| 道路規格 | 第1種 第3級                  |
| 設計荷重 | B活荷重                     |
| 構造形式 | PC 3径間連続斜張橋              |
| 橋長   | 517.000m                 |
| 支間長  | 126.000+261.000+126.000m |
| 幅員   | 有効幅員19.000m, 総幅員20.200m  |
| 縦断勾配 | +3.5%～-3.5%              |
| 横断勾配 | 3.0%～2.0%                |
| 平面線形 | R=1150～A=500             |
| 架設工法 | 【橋脚】 総足場工法               |
|      | 【主塔】 自己上昇式吊りステージ工法(P1)   |
|      | 【主桁】 張出架設工法              |

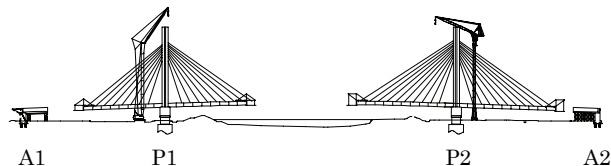
## STEP-1 橋脚・主塔分岐部・柱頭部の施工



## STEP-2 主塔頂部施工・移動式作業車組立



## STEP-3 主桁張出し施工・側径間支保工部施工



## STEP-4 中央閉合部施工・全斜材張力調整

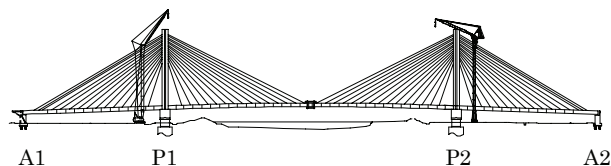
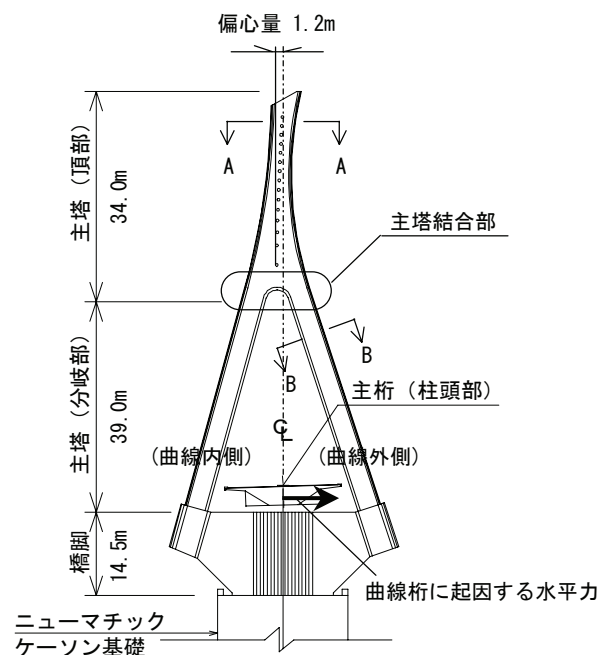


図-2 施工順序図

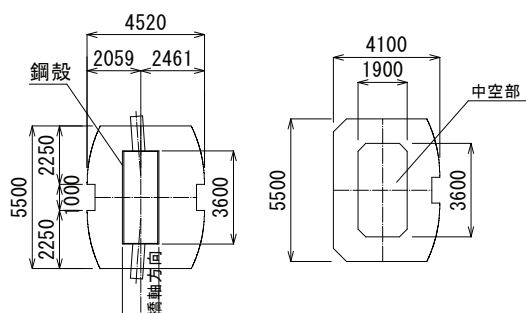
上部工工事は、主桁の中央径間閉合部を工区境とし、2つの工区で実施されている<sup>1)</sup>。

施工順序は、4ステップから構成され、STEP-1では橋脚・主塔分岐部・柱頭部の施工、STEP-2では、主塔頂部・移動作業車組立、STEP-3ではブロック長8mの主桁・斜材の張出し施工、STEP-4では中央閉合部・全斜材張力調整という内容である。図-2 に施工順序図を示す。

架設工法としては、橋脚で総足場工法、主塔分岐部で自己上昇式吊りステージ工法、主塔頂部で総足場工法、主桁部で張出架設工法を採用している。



(a) 主塔正面図



(b) 頂部断面図(A-A)

(c) 分岐部断面図(B-B)

図-3 主塔構造図

## 2. 主塔構造の概要

主塔構造は、分岐部と頂部で構成されている逆Y型構造である。図-3 に主塔構造図を示す。特に主塔頂部は、R=1,150mの平面曲線を有した曲線桁に起因する水平力を低減させるため、頂部をe=1.2m偏心させる構造的な特徴を有している。また、主塔頂部の斜材定着構造は、分離固定式の鋼殻構造<sup>2)</sup>を採用しており、鋼殻をコンクリートで巻き立てる合成構造となっている。

## 3. 主塔分岐部の合理化施工

主塔分岐部は、逆Y型構造の2本柱部の高さ39mの部位で、中空断面構造を有している。逆Y型構造や高さ39mの施工規模から以下に記す施工的課題が



写真-1 施工状況

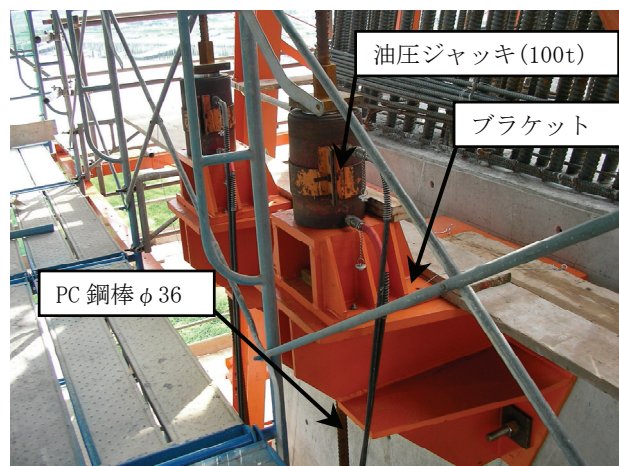


写真-2 吊り装置

あった。

- ①施工位置が上方に行くに従い変化すること。
- ②主桁施工が主塔施工完了後となるため、工程短縮の必要性があったこと。
- ③主塔結合部の躯体形状は曲率の小さい円弧状であり、狭い空間での型枠組立・解体作業となること。

などである。したがって、それぞれの課題に対して次に示す施工の合理化を図った。

### (1) 自己上昇式吊りステージ工法（SSUP工法）

自己上昇式吊りステージ工法<sup>3)</sup>（以下、SSUP工法という）は、①ガーダー、②ブラケット・油圧ジャッキ（100t）・PC鋼棒（φ36）による吊り装置、③大型型枠パネル、④ステージ、から構成され、既設コンクリート部から吊り装置、ガーダーを介して大型型枠パネル、ステージを搭載した構造のものとなっている。写真-1 に施工状況、図-4 にSSUP工法構造図を示す。

鉛直及び水平方向の移動は、ブラケット上の油圧

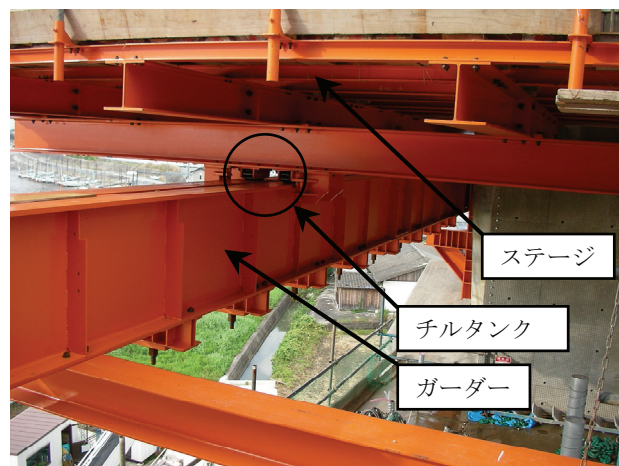


写真-3 チルタンク

ジャッキ（100t）（写真-2），ステージの横梁に取り付けられているチルタンク（写真-3）により行う。ステージ上の大型型枠パネルと作業足場が、上昇・スライドを同時に行うことにより、躯体に追従して移動することができる。

また、作業足場は、上階、中階、下階の3層の施

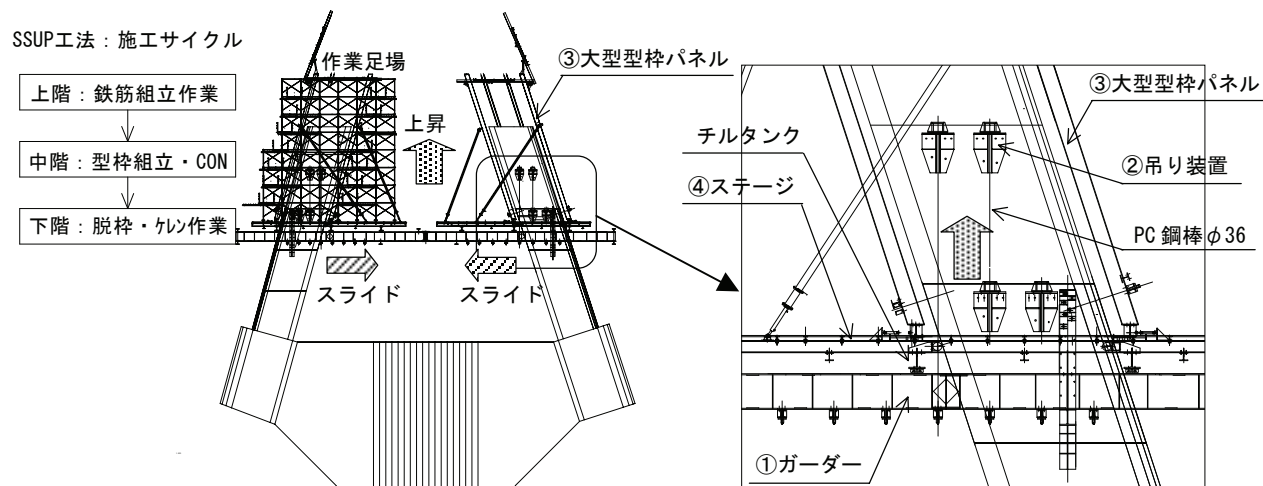


図-4 SSUP工法構造図

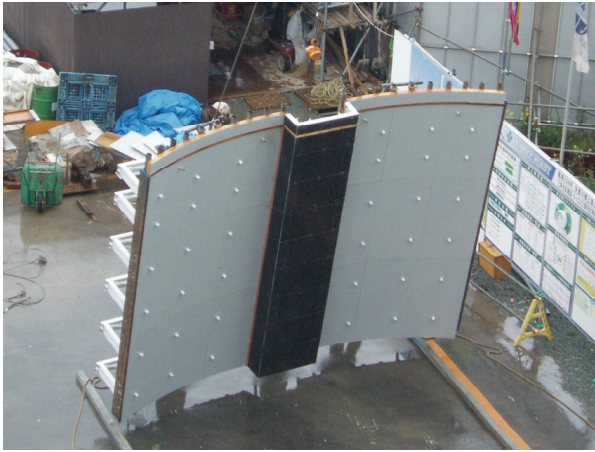


写真-4 大型型枠パネル



写真-5 主塔結合部アーチ型枠

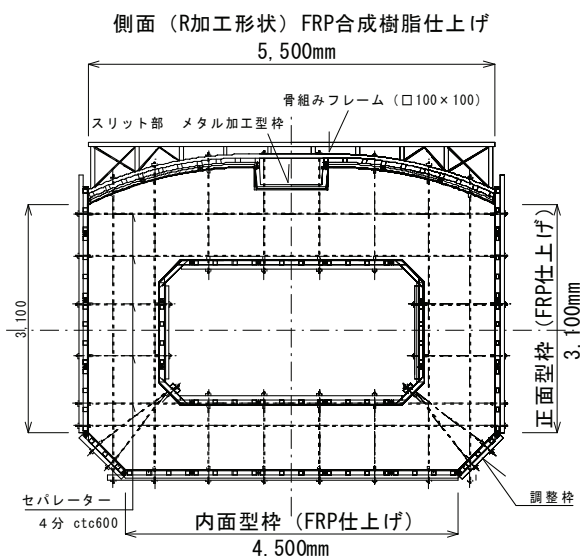


図-5 主塔型枠構造

工ステージから構成され、鉄筋組立作業、型枠組立・コンクリート打設作業、脱枠・ケレン作業を同時に行うことにより省力化を図っている。

## (2) 大型型枠パネル

主塔分岐部の躯体形状は、曲線形状であり、かつ中央部に切り欠きを有している。施工高さ4.0mの型枠は工程短縮と省力化を目的としてFRP型枠合板と骨組フレームによる大型パネル構造とした(写真-4)。大型型枠パネルは、ステージから油圧ジャッキを取り付けたサポート鋼管により支持され、油圧ジャッキを調整することによりパネルの開閉を行い、型枠をセットする。図-5に主塔型枠構造を示す。

## (3) アーチ型枠

主塔結合部においては、 $R=1.9\text{m}$ のアーチ型形状であり、円弧状の型枠と支保工が必要である。また、

作業空間が狭いため、支保工材の撤去はほぼ手作業となる。したがって、アーチ型枠の必要な支保工鋼材が軽量化を図れるようにH型钢をR加工したアーチセントル構造とし、更に中段にストラットを配置することにより、非常に軽量の支保工材とすることができた。また、型枠についてもR加工を施し、支保工上に乗せ掛ける構造とした(写真-5)。

## 4. 主塔頂部の合理化施工

主塔頂部は、高さ34mの部位であり、P1主塔では、1リフト当たりの高さを6mとして分割施工した。本項目では、主塔頂部のうち、斜材定着部構造に関する検討内容と施工について報告する。

### (1) 斜材定着部構造

本橋の斜材定着部構造には、鋼殻構造を採用している(図-6)。鋼殻構造は鋼とコンクリートの合成構造であり、斜材架設時の水平力は鋼殻で負担し、鉛直力はスタッドジベルを介して鋼・コンクリート合成断面で受け持つ構造である。

斜材定着部は、斜材架設時の水平力を全て鋼殻で受け持つ構造であることから、当初の計画(以下、従来構造)では、巻立てコンクリートの側面の一部を斜材張力調整完了後に後施工する手順であった(図-7(a))。しかし、この施工手順では、後打ち部の施工完了まで足場が必要となり、足場解体時期が大幅に遅れる。また、後打ちコンクリートの収縮ひびわれ対策が必要となること、鉄筋の機械継手が必要となること、狭い空間での作業となり作業性が悪いこと、などといった構造的、施工性のデメリットも想定された。そこで、以上の懸念事項を解決する方法として、巻立てコンクリートを一括施工する

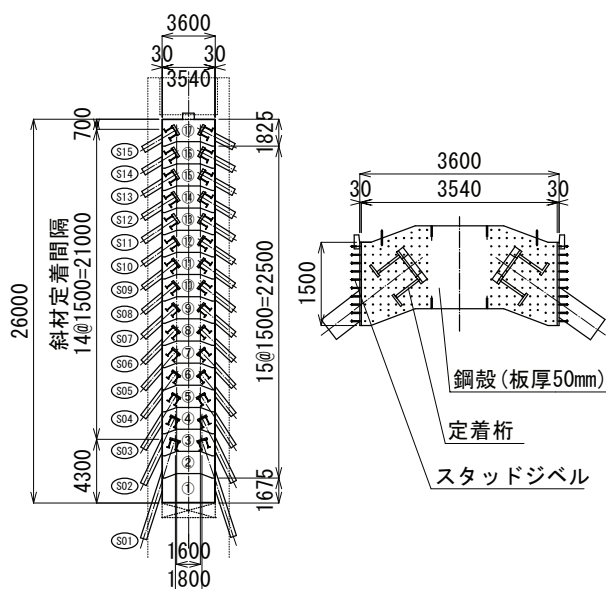


図-6 鋼殻構造図

ことが可能な構造（以下、採用構造）を考案した（図-7（b））。

採用構造では、断面中央に中空部を設けることにより、斜材張力による水平力が鋼殻から直接コンクリートに伝達しない構造とし、コンクリートに発生する引張応力の低減を図った。発生応力に対しては、PC鋼材と鉄筋による十分な補強を行うこととした。

### (3) FEM解析による照査

斜材定着部コンクリートを一括施工することによって斜材張力による水平力がコンクリートに伝達することが考えられるため、3次元FEM解析によるコンクリートの応力照査を行い、補強鋼材量を算定した。また、斜材張力による発生応力に加えて、水

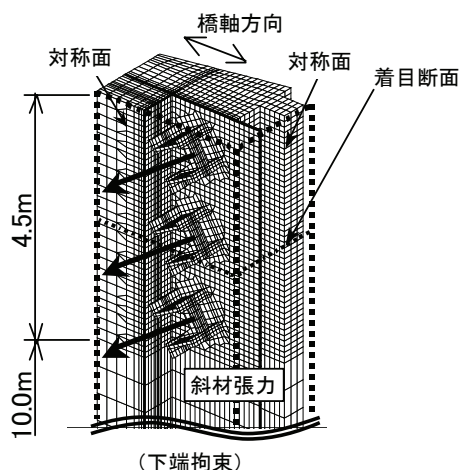


図-8 FEM解析モデル

和熱と乾燥収縮による発生応力についても考慮した。

斜材張力による応力算出用の解析モデルを図-8に示す。水和熱と乾燥収縮による応力算出用の解析（温度応力解析）は、施工リフト割りと材令差を考慮したモデルとした。

FEM解析を行った結果、コンクリート応力が引張強度を越える範囲に対しては、PC鋼材（1S28.6）を450～900mm間隔で配置し、残留する引張力に対しては引張鉄筋を配置した。

### (4) 検討結果

表-2 に従来構造と採用構造の比較表を示す。従来構造は、斜材張力に対する補強を必要としないが、後打ちコンクリートの収縮ひび割れ対策として、膨張コンクリートや補強鉄筋が必要となる。一方、採用構造は、斜材張力や水和熱などによりコンクリートに引張応力が発生するため、従来構造よりも補強

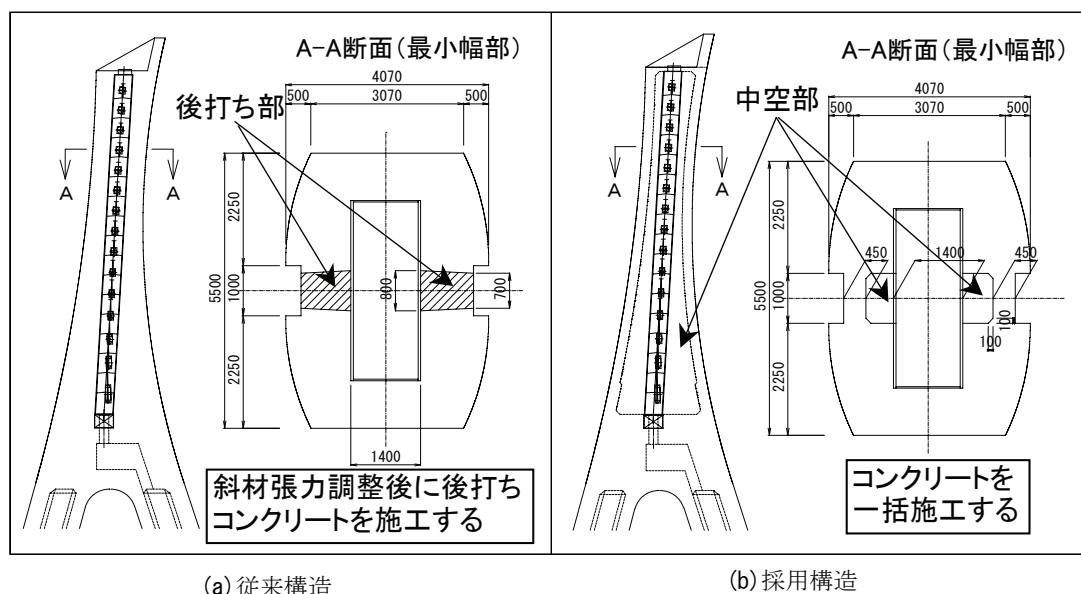


図-7 従来構造と採用構造の概要

表-2 従来構造と採用構造の比較表

|    | 従来構造                                                                                                                                                                                       | 採用構造                                                                                                                                                                                       |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 概要 | 斜材張力によるコンクリートの引張応力を抑制するためにコンクリートの一部を全斜材の張力調整完了後に施工する。                                                                                                                                      | コンクリートは各リフト毎に一括施工する。内空部を設けることで斜材張力による引張応力を低減させる。引張応力に対しては、PC鋼材と鉄筋により補強する。                                                                                                                  |
| 断面 |                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                            |
| 特徴 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○斜材張力に対する補強が必要ない。</li> <li>×張力調整後に後打ち部を施工するため足場解体が遅れる。</li> <li>×機械継手が必要となる。</li> <li>×後打ち部の空間が狭く、作業性が悪い。</li> <li>×後打ち部の収縮ひび割れ対策が必要となる。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>○斜材架設後に主塔足場を解体できる。</li> <li>○全断面を一括施工するため、機械継手が不要となる。</li> <li>○コンクリート数量が減少する。</li> <li>×鋼材数量が増加する。</li> <li>×PC鋼材を定着するため、定着部の後処理が必要となる。</li> </ul> |

鋼材量が多くなるが、施工性や経済性の面において従来構造よりも優位であると判断された。したがって、P 1 主塔では一括施工法が可能な本構造を採用した。

### (5) 施工概要

鋼殻は、製作完了時に工場にて仮組み検査を行い、製作精度を確認した。また、現場においても平面位置の確認、据付高さの確認を行い、許容誤差±5mm以内で管理した。

鋼殻側面の中空部型枠には、施工の簡略化を目的として発泡スチロール製の埋設型枠を使用した。発泡型枠は鋼殻を設置した後、現場で積み重ね、ボルトにより固定した(写真-6)。また、補強PC鋼材にはプレグラウト鋼材を使用した。

平成20年6月現在、P 1 主塔の施工は完了しており、斜材は、全15斜材のうち第12斜材まで架設している。

## 5. まとめ

SSUP工法は、本橋のような逆Y型主塔だけでなく、様々な形状の主塔や高橋脚に適用できる架設工法であり、断面変化に柔軟に対応できることから、効率的な施工が可能である。また、P 1 主塔で採用した斜材定着部構造は、巻立てコンクリートを一括施工したことで大幅な工程短縮を実現できた。本稿

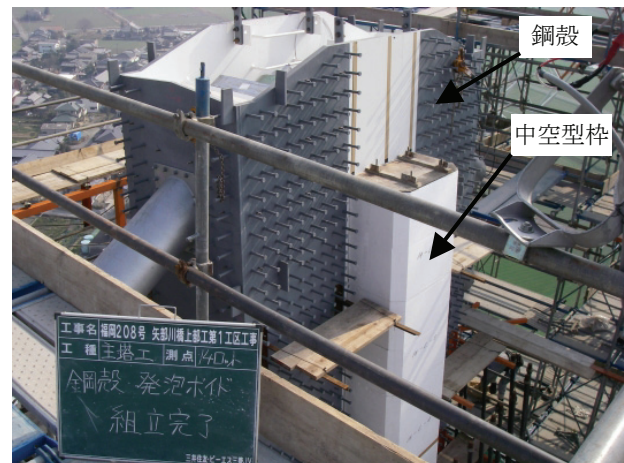


写真-6 中空型枠設置状況

が今後施工される同種橋梁の計画・施工の参考になれば幸いである。

### 参考文献

- 1)小口浩,久野隆博,荒巻武文,大場義人,中村収志,小林秀人: 矢部川橋梁の施工,橋梁と基礎,Vol.42,No.3, pp.2-12,2008.
- 2)森成顕,中山裕昭,鈴木正美,山田忍,春日昭夫,水野克彦: 新名西橋の設計と施工,橋梁と基礎,Vol.37,No.4,pp.2-9, 2003.
- 3)大薄孝一,永木卓美,瀬間優,瓜生正樹: 鮎の瀬大橋Y型高橋脚の施工,プレストレスコンクリート技術協会 第7回シンポジウム論文集,pp.621~626,1997.