

広島南道路太田川放水路橋梁の詳細検討と施工計画

(株) エイト日本技術開発 正会員 ○渡邊 康人
 (株) エイト日本技術開発 正会員 梶木 洋子

1. はじめに

本稿は、2009年度に広島市が実施した国際コンペ「広島南道路太田川放水路橋りょうデザイン提案競技：選考委員長 篠原修」において、選定された最優秀案『いつく出し安芸の齋き島を人々の心に据える橋ー』における詳細検討と施工計画について報告するものである。

本橋の構造は、鋼・コンクリート複合6径間連続アーチ橋を採用し、暫定的に設置される添架歩道橋については、撤去可能なプレキャスト床版（本橋より吊り構造やブラケット構造で支持）を用いた構造を採用している。本橋および添架歩道橋の計画・設計については、各々、既報告¹⁾²⁾を参照されたい。

架橋地の広島南道路は、平成25年度末の完成を目標としているため、本橋は約2年半間で完成する必要がある。工期の短縮を図るため、アーチ形式の採用により河川内に設ける橋脚数を減らし、非出水期にて、全橋脚の施工に着手している。上部工は、図-2に示すように柱頭部を施工後、アーチ主構を台船により一括架設し、アーチ主構の鉛直吊材およびピロン柱からの仮設斜材を用いて張出し架設を行うことで通年施工を可能にした。本報告においては、このアーチ主構を用いた張出し架設工法の計画と詳細検討について報告する。

2. 施工概要

本橋は、図-1に示すように桁高スパン比が1/43と非常に低いため、アーチ主構により主桁を補剛した複合構造としている。このアーチ主構は、施工時の張出し架設においても活かし、架設時に発生する主桁の断面力を低減している。完成時に主桁へ発生する負曲げモーメントは最終的にクリープにより低減されるが、架設時は、一般の張出し架設工法と同様に負曲げモーメントにより架設ケーブルが決定される。本橋では張出し架設時にアーチ主構の鉛直材の導入張力を増やし、併せてピロン工法を併用することにより主桁の架設時の断面力を制御し、桁内の架設ケーブルを減らしている。

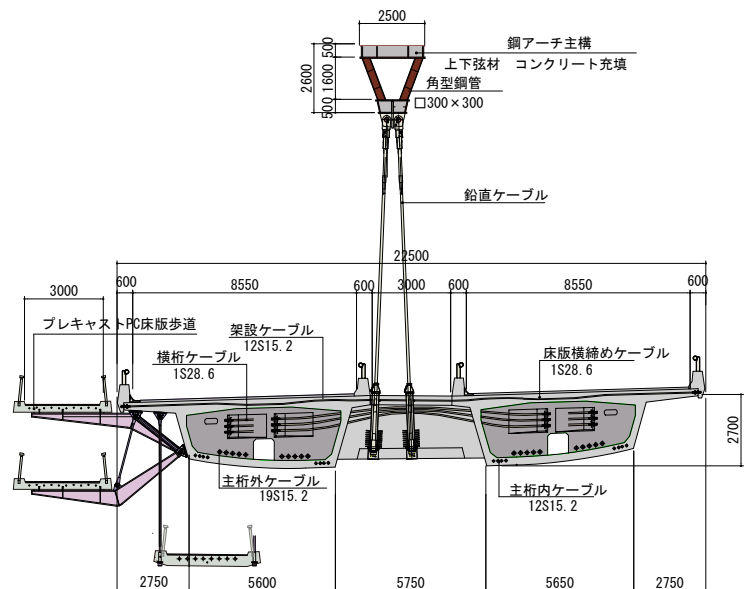


図-1 上部工断面図

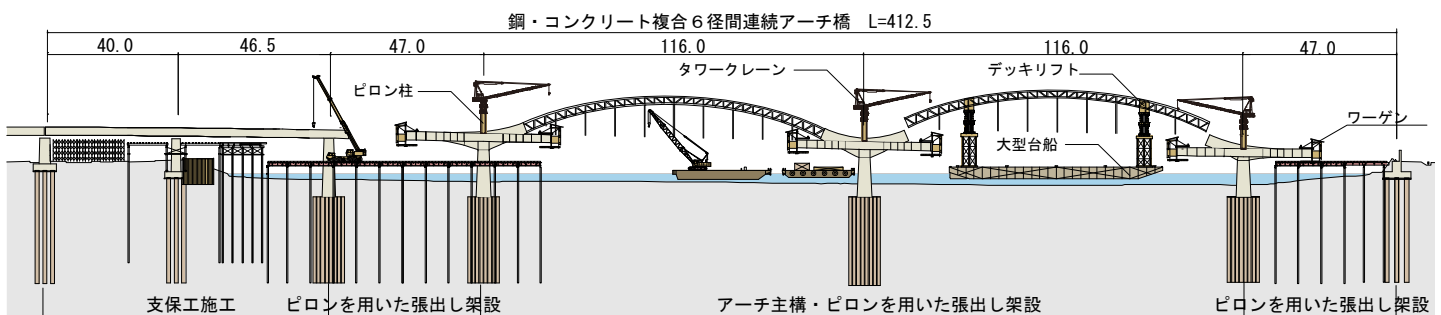


図-2 架設概要図

3. フィンバック・アーチ主構定着部の設計

3.1 構造概要

柱頭部はラーメン構造であり、かつ連続固定アーチ構造である。アーチ主構の断面力は、図-4 に示すようにフィンバック内の SRC アンカーフレームと直定式アンカーを介して、上下部工へ伝達される。

また、中間支点上の大きな負曲げモーメントに対処するため、この定着体をフィンバック構造として利用し、アーチ支点部は、主桁下縁側にも断面を打ち下ろした形状としている。フィンバックの内ケーブルは、アンカーフレーム内を通すように配置し中間支点部の断面剛性を高め連続構造を可能とした。

3.2 施工概要

柱頭部の施工について、主なステップを以下に示す(図-5 参照)。

STEP1 柱頭部施工

仮設ブラケットにより、柱頭部 (12m) を施工する。

STEP 2 上下線の張出し架設

標準ワーゲンにより、上下線それぞれ 4 ブロックまで張出し架設を行う。

STEP 3 アーチ主構定着部の設置, フィン1次打設

アーチ主構定着部を上下線の間にセットし、中央部のフィン1を1次打設してアーチ主構を固定する。

STEP 4 張出し架設後にアーチ主構一括架設

主桁を 7 ブロックまで上下線それぞれを張出し架設し、大型台船によりアーチ主構を一括架設し、フィンを2次打設し固定する。

STEP 5 フィン2次打設 鉛直吊り材を緊張

中央部のフィン・3 ボックス部を打設し、上下線を一体化する。その後、鉛直吊り材を緊張し、ピロン柱を設置する。

STEP 6 ピロン, アーチ主構を用いた張出し架設

張出し架設を順次行い、鉛直吊り材位置において、先端部の主桁の施工と平行して、1ブロック後方の横桁を施工し、吊り材を緊張する。以降、閉合まで上記ステップの繰り返し。

3.3 FEM 解析による設計

アーチ定着部の柱頭部の施工は、上下線の分離断面から、アーチ主構の取り付けを経て、上下線一体構造となる非常に複雑なステップとなる。さらにアーチの断面力がフィンバックに作用し、上下部工に伝搬されるため、断面を一要素の剛性で評価する骨組みモデル

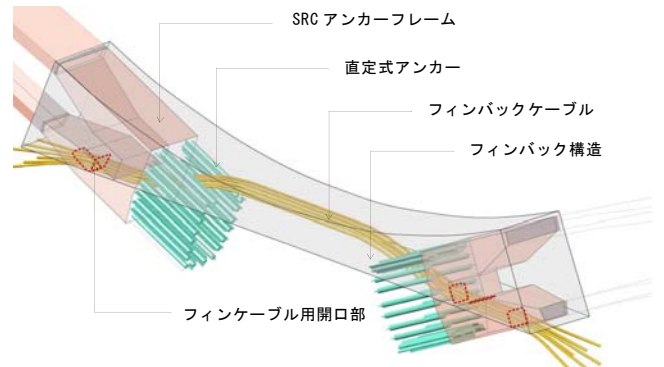
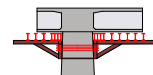
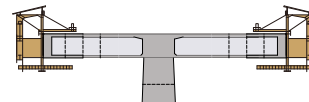


図-4 アーチ基部の構造概要 (P2 橋脚)

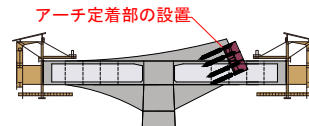
STEP1 柱頭部施工



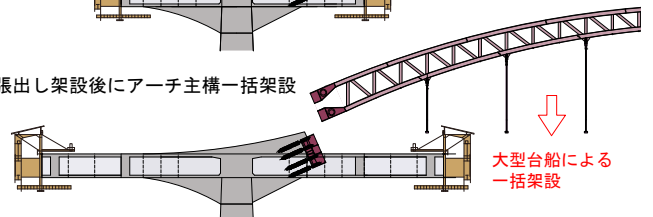
STEP2 上下線の張出し架設



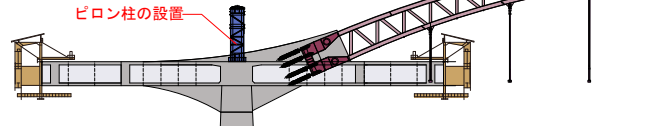
STEP3 アーチ主構定着部設置 フィン1次打設



STEP4 張出し架設後にアーチ主構一括架設



STEP5 フィン2次打設、鉛直吊り材緊張



STEP6 ピロン柱、アーチ主構を用いた張出し架設

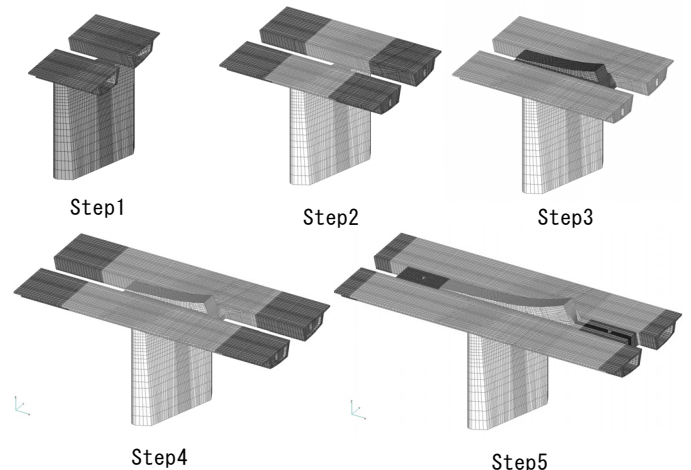
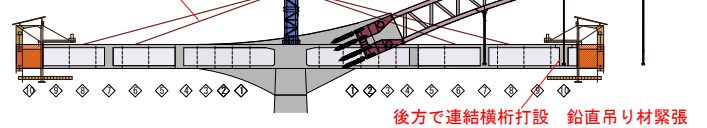


図-5 上部工 架設ステップ図 (P3 橋脚)

では部材の応力状態を再現するには限界がある。

そこで本設計では、FEMモデルにより、分離・一体施工を考慮した解析（各ステップの応力の重ね合わせ）により完成系を再現し、アーチ主構定着部のフィンバックの応力伝搬を確認することで、設計時、地震時の面内・面外方向の検証、アンカー定着部の照査を実施した。解析モデルは図-6 に示すようにコンクリートをソリッド要素、アーチ主構定着部をシェル要素とビーム要素によりモデル化を行った。また、ケーブルプレストレスについては、外力として入力を行い偏心部は、腹圧力を考慮した。

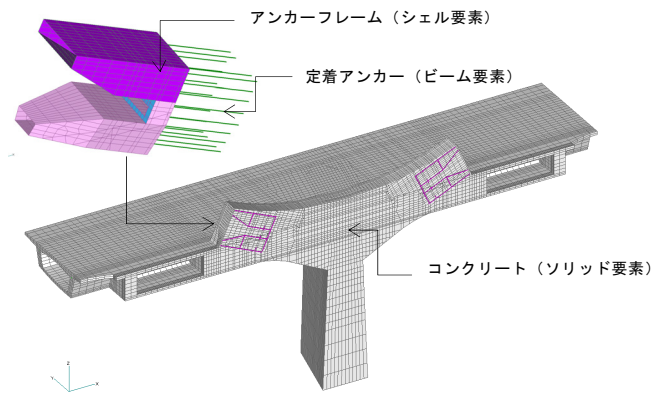


図-6 柱頭部の解析モデル (P2 橋脚)

柱頭部の解析は、骨組みモデルにより決定したケーブル配置にて初期解析を行った。その結果、図-9 に示すように骨組み解析によるケーブル配置では、一部で許容値を満たさないことがわかり、FEM 解析モデルにてトライアル解析を実施し、図-7 に示す形状の変更やケーブルの追加などの対策を行った。この対策後により、フィンバックや張出し床版に発生する引張応力およびフィン付け根に発生していた圧縮応力をコントロールすることができた。上下線の主桁は、フルプレストレス構造としひび割れを許容しない設計方針としたが、中央分離帯部のフィンバックについては、輪荷重が作用しないことから 2N/mm^2 程度の引張応力は許容し、耐久性上問題とならないよう補強鉄筋を配置した。

柱頭部の一体断面から上下線の分離断面に切り替わる横桁は、FEM 解析の結果、上下線のねじりにより非常に大きな断面力が作用することがわかったため、部材厚を変更し対処した。また、図-8 に示すようにアーチ基部定着部のフィン前面はアーチ主構の上下弦材の軸力が作用し、そのポアソン効果により、フィン前面に大きな引張力が作用することから、PC 鋼棒によりプレストレスを導入し補強を行った。

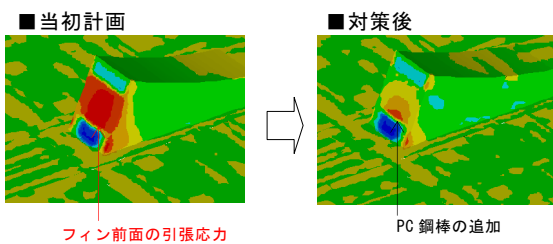


図-8 FEM による解析結果 (鉛直方向主応力図)

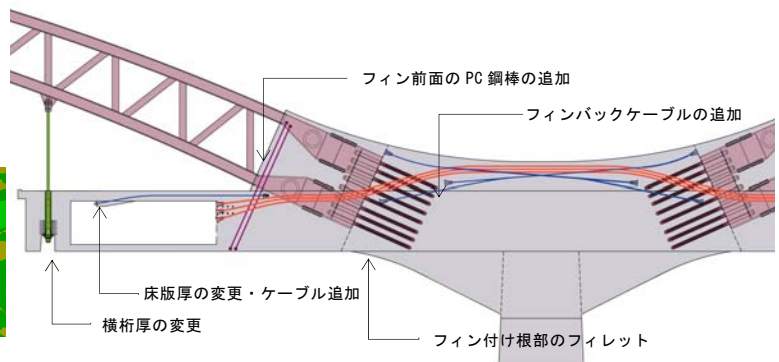


図-7 FEM による柱頭部補強概要

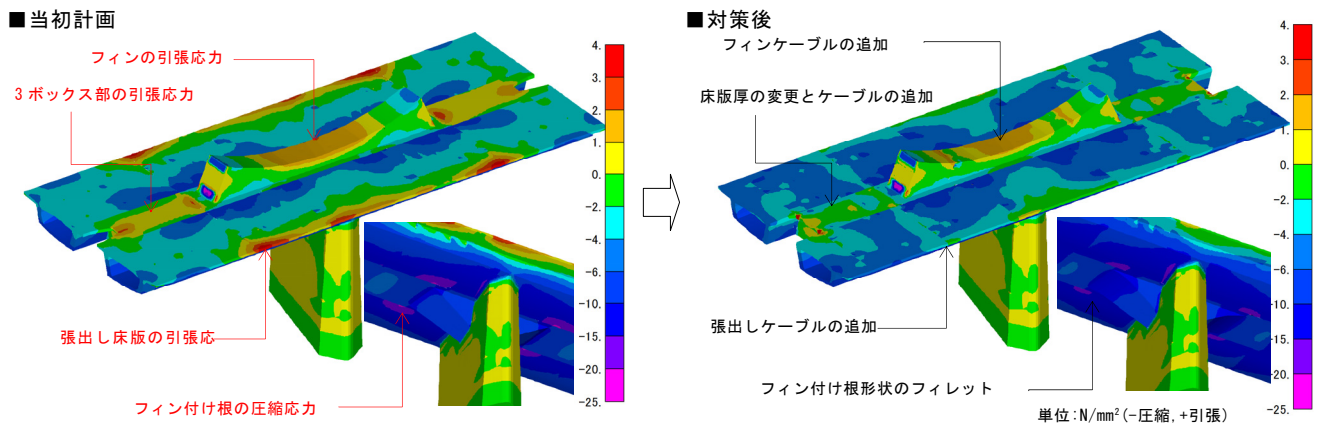


図-9 FEM による解析結果 (橋軸方向主応力図)

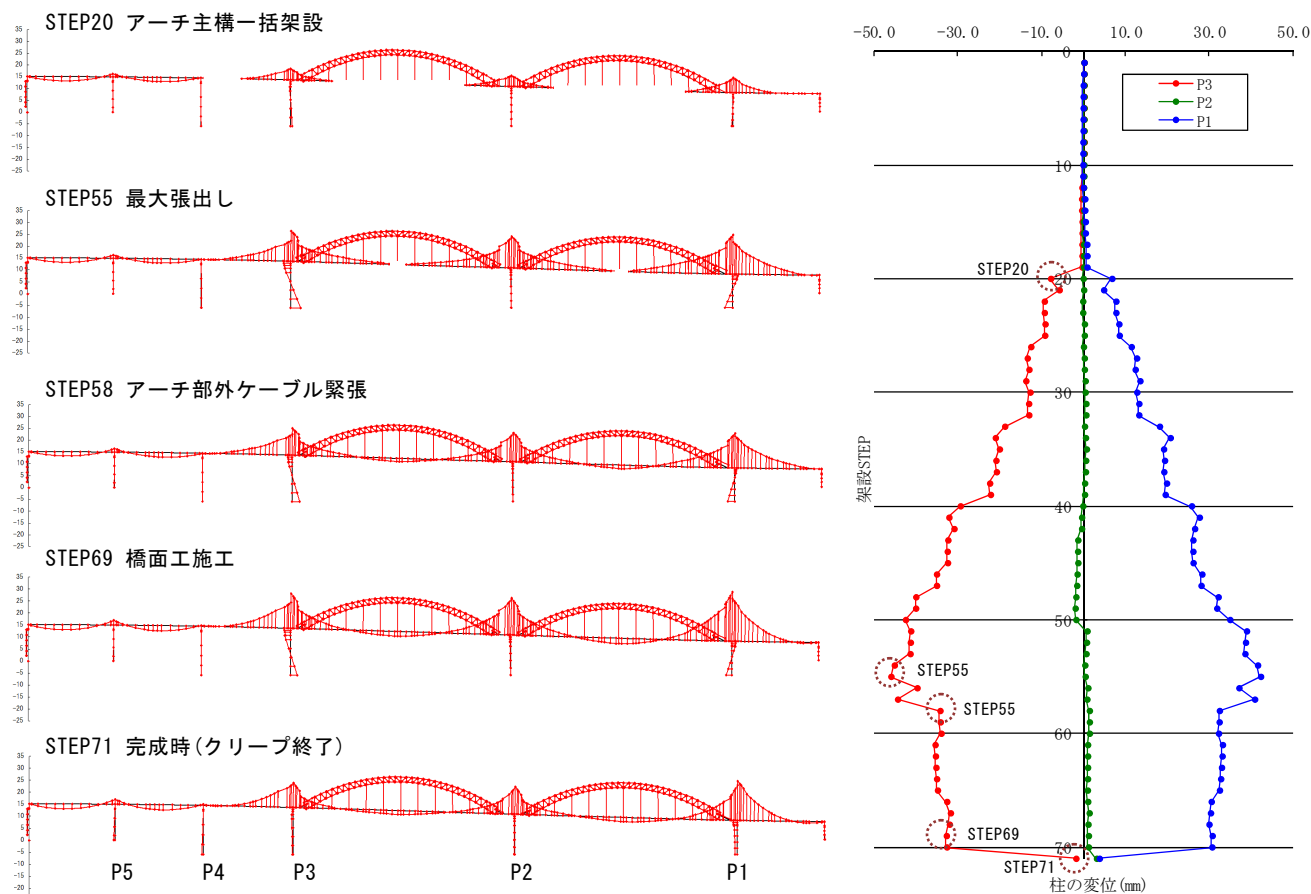


図-10 架設時の断面力と柱頭部の変位

4. 架設時の変位管理

本橋は、上部工施工にアーチ主構を用いた張出し架設と新しい工法を採用している。この工法では、張出し架設が進行するのに伴いアーチ軸力が導入される。P2 橋脚については、アーチが対称であるため、両側のアーチ軸力の釣り合いが保たれているものの、図-10 に示すように P1, P3 橋脚においては、アーチ軸力が片側のみに作用するため外側に変形する。この変形は張出し架設が進むにつれ大きくなり、柱上端で最大 46mm 外側に変形することになるが、外ケーブルによる緊張およびクリープにより、この変形は相殺され、クリープ終了時には、橋脚の変形がほぼ発生しなくなる。

張出し架設時においては、通常上げ越し管理のみが行われるが、本橋は橋脚の変形についても完成時の構造系に与える影響が大きく、十分に留意した管理と施工が必要とされる。

5. おわりに

本橋は、2011 年秋に着工し、現在河川内の基礎工が完了し柱躯体の施工中であり、いよいよ今年の夏から上部工の施工に入る。本工事はこのアーチ主構を用いた張出し架設により通年施工を予定しており、2013 年春の竣工を目指している。これまでの報告で述べたように本橋はデザインのみならず、構造や架設工法にも新たな手法を採用している。技術レベルの高い施工が求められるが、関係者で協力しつつ、このプロジェクトを成し遂げたいと考えている。本橋で採用した新しい工法が PC 技術の発展の一助となれば幸いである。

参考文献

- 1) 第 19 回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウムにおける論文「広島南道路太田川放水路橋梁の計画と設計」
- 2) 第 20 回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウムにおける論文「広島南道路太田川放水路橋梁の添架歩道橋の計画と設計」