

世界遺産に配慮した有明早津江川大橋の設計及び施工

千年康秀・龍 博文・平野智志

1. はじめに

有明海沿岸道路は、有明海に沿った福岡県・佐賀県・熊本県の3県を結ぶ高規格道路で広域道路ネットワーク計画の一翼を担っている。

令和4年11月12日に大野島IC～諸富IC間（延長1.7km）が開通し、有明海沿岸道路で初めて福岡県と佐賀県が繋がった。この開通区間にある有明早津江川大橋は世界遺産「三重津海軍所跡」が近接しており、それに配慮した設計及び施工について報告する。

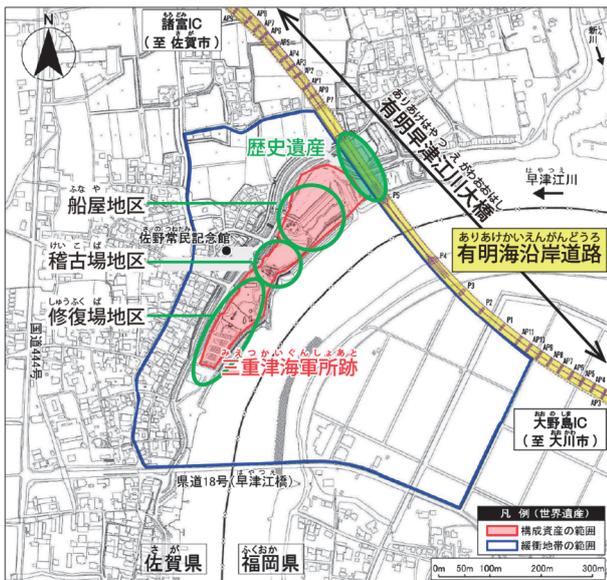


図-1 有明早津江川大橋周辺図

2. 世界遺産「三重津海軍所跡」の概要

2.1 三重津海軍所跡

三重津海軍所跡は2015年7月に『明治日本の産業革命遺産』として世界遺産に登録された遺産群の一つである。

三重津海軍所跡は造船のサイトであり、修船や造船に試行錯誤した産業化初期の遺構である（図-1）。

2.2 配慮する事項

有明早津江川大橋は、三重津海軍所跡に近接して、歴史遺産と一体的に見られる橋梁となることから、以下の四点に配慮した。

日本の在来技術と西洋の最新技術が融合し、新しい日本の文化を力強く切り開いてきた、近代的なものづくり発祥の地に架かる橋として、必要以上に主張せず、貴重な文化的価値に負担をかけないように三重津海軍所跡に寄り添う。

平坦で広がりのある田園・河口景観を基調とし、脊振等の山々を遠景にのぞむ。この広がりのある風景と調和し、かつ橋上からの眺望を阻害しないようにする。

橋梁の一部は、三重津海軍所跡（歴史遺産）に架橋される。三重津海軍所跡は、当時の建物等は直接視認できないが、歴史遺産として地中に埋蔵されている。歴史遺産としての貴重な価値と場所に対して敬意を表し、当時の姿や背景などの文化的価値について尊重する。

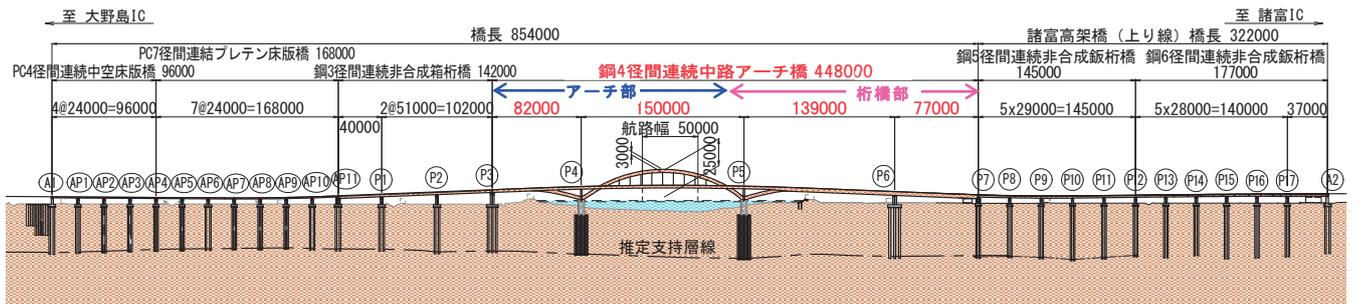


図-2 橋梁縦断面図

三重津海軍所跡や佐野常民記念館からの近視点での見え方に配慮し、歴史遺産にかぶさるような印象は避け、文化的価値に負担をかけないように馴染ませる。

3. 有明早津江川大橋の特徴

3.1 有明早津江川大橋の概要

有明早津江川大橋は、福岡県と佐賀県の県境に位置し、一級河川早津江川を渡河する橋長448mの鋼4径間連続単弦中路アーチ橋であり、アーチと長支間の桁橋が一体となった橋梁である(図-2)。

3.2 有明早津江川大橋の特徴

3.2.1 世界遺産と広がりある風景を引立てる橋梁デザイン

上記の配慮事項によりデザインコンセプトは『三重津海軍所跡に馴染む、緩やかなラインが美しくみえる橋』と設定した。架橋地周辺は広がりのある平坦な地形の中、人々に守られ続けてきた歴史遺産群、干満差により変化する表情豊かな有明海、背景に連なる山々等の景観要素が点在し、周辺景観そのものが地域のシンボルとなっている。本橋は主役となる周辺景観に対して「準主役的なシンボル」として風景全体を引立てあう橋梁シルエットを目指した。本橋の計画においては、周辺風景に調和する桁の水平ラインを基調としつつ、風景から突出しない渡河部のアーチ形式と、「三重津海軍所跡」の空間に存在感や圧迫感を与えない軽快な長支間の桁形式を一体的に連続させた橋梁デザインとした(図-3)。

色彩は田園や早津江川河畔の周辺風景を踏まえた緑を基調とし、周辺の環境色とも調和する「裏葉色」を採用した。橋梁デザインや色彩について

は、橋梁設計検討委員会を設置し、景観分科会、地盤・構造分科会等において細部にわたり議論し検討を行った。また、オープンハウス等による地元説明やwebページでの資料開示し、地域住民との協力・理解にも努めた(写真-1)。



写真-1 全景写真 (佐野常民と三重津海軍所跡の歴史館からの眺望)

3.2.2 曲線・斜角を有する鋼単弦中路式アーチ橋の設計と製作・架設

本橋は曲線・斜角を有するアーチ橋(写真-2)であり、補剛桁とアーチリブ及び鉛直材の結合部は、3次元的に部材が交わる複雑な構造のため、FEM解析により局部応力の発生状況を確認した。



写真-2 曲線・斜角を有する特徴的なフォルム



写真-3 橋体下面の状況

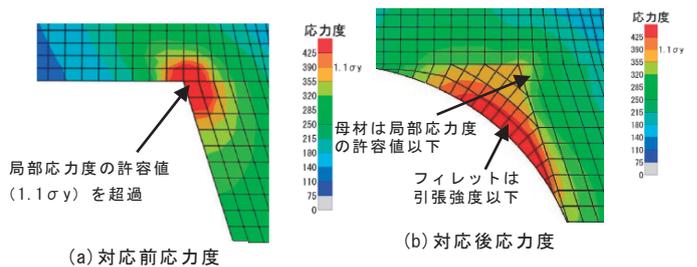


図-4 上端部応力図

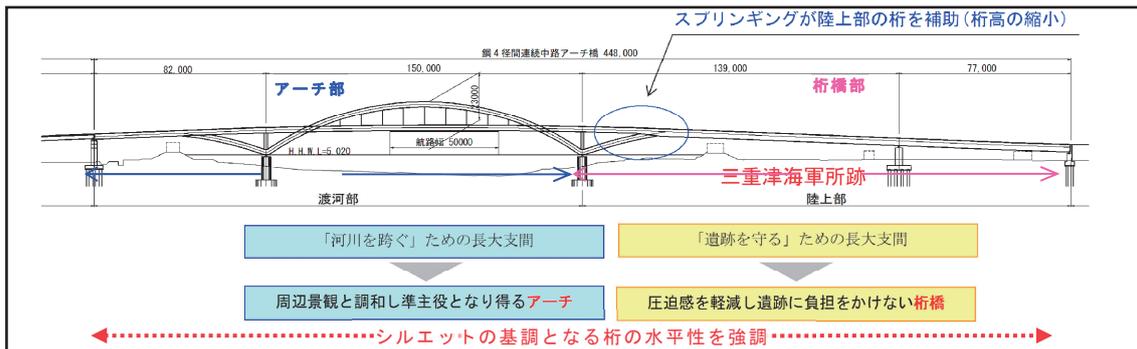


図-3 架橋条件と橋梁シルエットの役割

解析の結果、鉛直材上端部において、過度の応力集中が発生し増厚のみでは対応が困難であったため、橋軸直角方向にフィレットを設置し、鉛直材母材の局部応力の許容値超過を回避した（図-4）（写真-3）。

製作においては、スプリングおよびアーチと補剛桁との結合部について、原寸時に作成したCIMモデルを活用して、製作開始前に3Dプリンターで縮小模型を作製して構造を見える化し、部材組立計画（組立順番、先行溶接等）の検討や溶接施工性の確認を行った（写真-4）。



写真-4 3Dモデルで作成した縮小模型（アーチ結合部）

また、スプリング部は斜角を有した立体構造であるため、補剛桁ブロックとの取り合い精度を重複仮組で確保することは困難であると判断し、補剛桁との剛結部を一体とした立体仮組立を採用した（写真-5）。



写真-5 スプリング部の立体仮組立



写真-6 左右非対称なスプリング形状（P4）

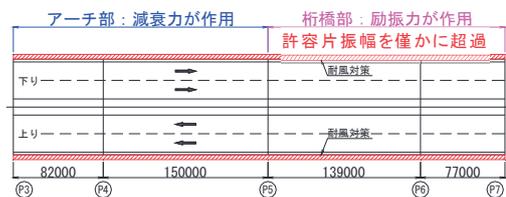
現場架設においては、斜角により左右非対称となるスプリングの断面形状や曲線により勾配が変化する補剛桁の形状を精度よく管理するため、架設ステップ毎の橋体形状を3次元座標で逐次計測し、架設中の変位や現場溶接による収縮ひずみの影響を調整しながら施工を進めた（写真-6）。

3.2.3 超軟弱地盤に対する基礎の計画・設計と施工

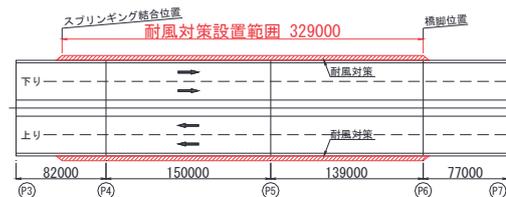
架橋地は有明海沿岸特有の超軟弱地盤であり、支持層以深の地盤において想定される弾性沈下量を簡便法で算出し設計に反映した。また、簡便法による沈下量の妥当性を確認するため、基礎設置に伴う地中応力の増加や分散をFEM解析により検証し、安全側の値を与えることを確認した。さらに、鋼管杭を用いた長期・短期の荷重試験により供用時の荷重で沈下が発生しないことも確認した。施工時の計測値は、下部工施工時:3mm、上部工施工時:8mmであり、異常な沈下は確認されなかった。

3.2.4 アーチと桁橋が一体となった橋梁の耐風設計

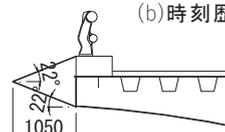
アーチ部の補剛桁と箱桁を連続化した構造で、径間長も長く（アーチ橋：150m、箱桁橋：139m）鋼床版形式であり、耐風安定性が懸念されたため、風洞試験により耐風対策（フェアリング形状等）を検討した。アーチ部と箱桁部では桁形状等が異なるため振動諸元が異なるが、部分模型風洞試験では同じ風速域における他径間の空気力の相互作用は考慮されない。そこで、風洞試験により得られ



(a) 風洞試験結果による設置範囲



(b) 時刻歴応答解析による設置範囲[採用]



(c) フェアリング形状

図-5 耐風対策（フェアリング）の設置範囲

た風速と空力減衰の関係を用いて、橋梁全体モデルでの時刻歴応答解析を行い、フェアリング設置範囲の最適化（短縮）を図った（図-5）。

3.2.5 河川環境や地域に配慮した施工

架橋地付近は漁場であり河口では海苔養殖も行われているため、施工時において河川汚濁に極力配慮する必要があった。鋼管矢板基礎の中掘り工法オーガー掘削では、オーガーを逆回転させ掘削土砂を管内に存置することで河川内に泥土を流出させない施工を行った（写真-7）。



写真-7 施工状況



写真-8 ベント基礎杭設置状況

また、海苔期（9～3月）にはコンクリートの打設を行わないように配慮した。さらに、河川中央部の上部工架設は送り出し架設を採用し、河川への負荷を軽減した。

P5～P6の補剛桁架設では、文化財調査結果に基づき、文化遺産に影響の無い箇所にベント基礎杭を設定し、文化遺産に配慮した施工を行った（写真-8）。

4. まとめ

令和4年11月12日の開通前に学生による現場見学会や沿道地域住民内覧会、ウォーキングイベントなどを行ったが、景観や環境に配慮した設計、施工を行った結果、「眺望がよい」などと地元世界遺産担当者や沿線住民からも好評であり、また開通式典来賓者などからも有明海沿岸道路で佐賀と福岡がより身近になったと喜ばれている。

謝 辞

本設計を行うにあたり3年にわたる設計検討委員会での討議にご尽力頂いた委員各位、設計・施工にご協力いただいた関係各位に厚くお礼を申し上げます。

参考文献

- 1) 筑後川・早津江川橋梁設計検討委員会報告（平成26年10月）
- 2) 千年康秀、松坂千寛、田中健二郎、元山 寿、塩尻恭士、草道香成:早津江川橋梁詳細設計「景観性と構造性の最適解」、第69回年次学術講演会講演概要集、土木学会、pp.341～342、2014.
- 3) 塩尻恭士、草道香成、野田辰徳、元山 寿、伊藤浩和、日野伸一:早津江川橋と筑後川橋の構造設計—早津江川橋を例として—、橋梁と基礎7月号、pp.31～36、2016.

千年康秀



国土交通省九州地方整備局
有明海沿岸国道事務所 所長
CHITOSE Yasuhide

龍 博文



国土交通省九州地方整備局
有明海沿岸国道事務所 副所長
RYUU Hirofumi

平野智志



国土交通省九州地方整備局
有明海沿岸国道事務所
建設専門官
HIRANO Satoshi