

天草 1 号橋（天門橋）に並列する新天門橋（仮称）の橋梁計画

大日本コンサルタント株式会社

同 上

同 上

同 上

正会員

正会員 ○

正会員

新井 伸博

徳橋 亮治

高田 壮進

前原 正典

1. はじめに

本橋は、熊本天草幹線道路整備の一環として、九州本島と天草諸島を結ぶ天草五橋の1号橋に並列して建設される自動車専用橋である。橋梁形式は、「周辺に調和しながらも四十数年の技術的進展が感じられる橋」として、中路的アーチ橋が選定されている。本稿では、橋梁の基本構造と本橋固有の構造特性を紹介する。

2. 橋梁概要

橋梁諸元を表-1に、橋梁概要および標準断面構成を図-1, 2に示す。

本橋の特徴は、鋼アーチリブの面内座屈を固定する側タイに、国内で初めて鋼・PC 複合構造と剛結構造を採用し、全体の経済化を図ったことである。完成すればソリッドリブ形式のアーチ橋では国内最大のアーチ支間を有する。本橋の基本構造は、次の方針に基づき決定している。

- ①結合条件や剛性など全体構造系の最適化によりコスト縮減を図る
- ②部材毎に異常時の損傷程度を想定し、耐荷性能に優れた構造とする
- ③耐久性が高く維持管理し易い構造を採用する

各部材の構造決定上のポイントを以下に概説する。

鋼桁は維持管理性や耐久性の観点から鋼箱桁を採用した。PC 桁は端支点の負反力を解消するために橋脚左右で端支点側の桁高を高くし、かつ、下床版厚を厚くして図心を下げ、張出し架設用 PC 鋼材の偏心量を稼ぐ工夫をした。アーチリブおよび横支材は、損傷に対する修復の難しさから、レベル2地震に対しても弾性設計とし、さらに不測の事態が生じても断面が塑性化する前に局部座屈を起こさないよう、座屈パラメータ¹⁾を制御した。橋脚は温度変化の影響に支配されたため、I 形断面とすることで剛性と断面力のバランスを図った。その他、接合部や交差部は、模型やCG 等による可視化やFEM による部分応力解析を行い、細部構造を決定した。

表-1 橋梁諸元

道路規格	第1種第3級 設計速度V=60km/h
荷重	B活荷重
交通量	906台/車線/方向/日大型車
橋梁形式	中路的複合アーチ橋
橋長	463m
支間長	47m+362m+52m(アーチ支間350m)
幅員	9.5m
平面線形	R=∞, θ=90°(直線橋)
上部構造	アーチリブ ソリッドリブ(バスケット型)
吊材	PC鋼より線
主桁	鋼箱桁(主径間), PC箱桁(側径間)
下部構造	橋脚 壁式橋脚(I形断面)
橋台	逆T式橋台, アーチ拱台
基礎構造	直接基礎

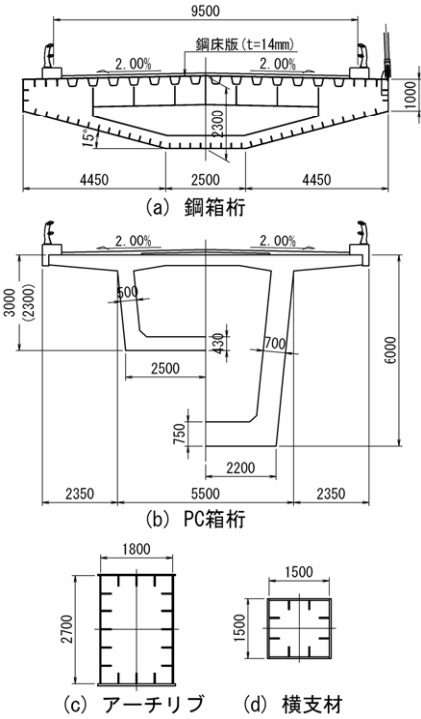


図-2 標準断面構成

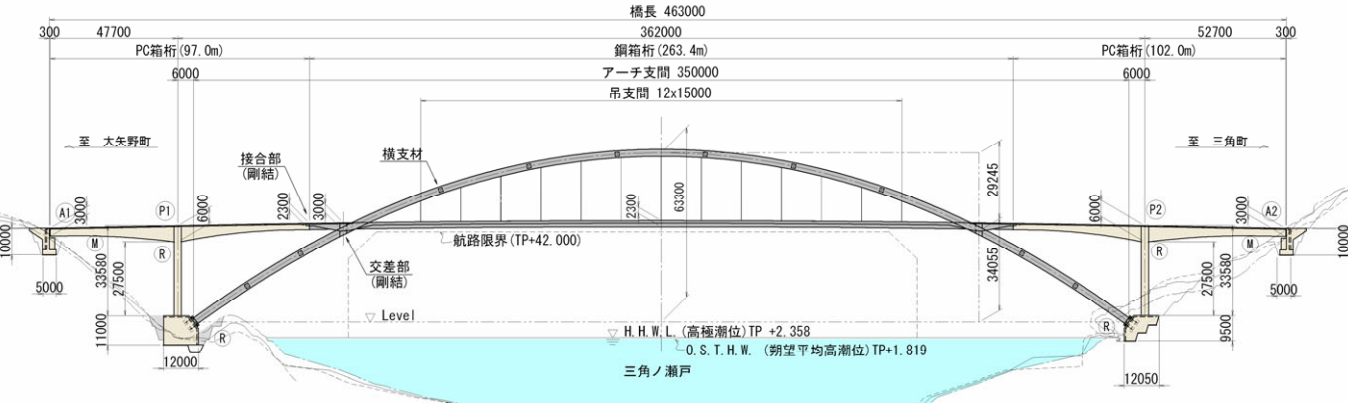


図-1 橋梁概要

キーワード：新天門橋，中路的複合アーチ橋，PC-T ラーメン，鋼アーチ，ローゼ桁，ソリッドリブ
連絡先：埼玉県越谷市七左町 5-1 大日本コンサルタント株式会社構造事業部 TEL 048-988-8115

3. 全体構造の最適化

本橋の地質条件は、直接基礎に適する良好な地盤であり、上・下部構造の支持条件は、維持管理の軽減と構造の合理性から端支点を除く全支点を剛結構造とした。図-3にアーチリブに着目した結合条件の比較結果を示す。断面決定に大きく寄与する面内曲げモーメントは、全て剛結とした構造が全体的に小さいため、最も構造的に優れる。なお、構造解析は線形化有限変位理論²⁾による立体骨組解析とした。

4. 架設方法の最適化

現橋と架空線との制約から鋼アーチの架設はケーブルエレクトクション工法を選定した。架設時の形状管理や構造の合理性から、アーチリブ基部に仮支承を設置した。このため、アーチの死荷重断面力は仮支承の剛結時期により変動する。図-4にアーチリブの剛結時期に着目した比較結果を示す。鋼桁架設後に剛結すると、アーチ基部の曲げモーメントは小さいが全体としては不合理となるため、アーチリブ架設後に剛結するものとした。

なお、死荷重断面力はこの3段階の架設ステップを追った解析により再現し、構造設計を行った。

5. 構造特性

(1) 橋軸方向

3.および4.により決定した構造条件を基に、各部材断面を決めた荷重を図-5に示す。本橋の特徴は、PC桁-橋脚-アーチリブが形成する三角形交差部の拘束効果が高いため、長大アーチ橋であるにもかかわらず、幾何学的非線形性の影響は少ない。この構造的利点はアーチリブのソリッドリブ化を可能とする一因である。鋼桁中間支間部は温度変化による軸力も小さく、いずれの荷重によっても断面は決定されない。このような構造のため、本橋の構造特性は中落式アーチ橋でありながら、橋面より上部はローゼ橋、下部は方杖ラーメン橋の特性を有する、アーチ補剛された斜めラーメン橋とも言える。

(2) 橋軸直角方向

アーチリブは基部からL/3までは主に風により断面が決定する。これは幅員が9.5mと狭く、死活荷重が比較的軽いこと、アーチリブへの風作用（断面形状より抗力係数2.7を採用）が大きいことが理由である。ただし、側径間は剛性の高いPC構造であり、風作用に対する鋼アーチの応答は効果的に抑えられている。なお、長周期構造（水平1次モードT=3.2sec）であるため、地震は横支材を除き構造の決定要因とはなっていない。

6. おわりに

本橋は現在、詳細設計を実施しているところであり、耐風安定性や疲労耐久性、交差部や接合部等の細部構造に対する検討を進めている。これらを踏まえた各論については機会を改めて報告したい。最後に、本橋の詳細設計においては九州大学太塚久哲教授を委員長とする新天門橋技術検討委員会の委員の方々にご審議・ご指導を頂いており、ここに謝意を表します。

参考文献

- 1) 道路橋示方書V耐震設計編P.198：日本道路協会，平成14年3月
- 2) 線形化有限変位理論によるアーチ橋の設計法の提案：尾下里治，大森邦雄，構造工学論文集 Vol.44A，1998年3月

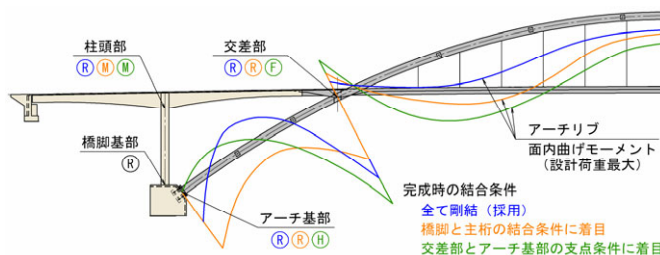


図-3 支点条件の比較（完成系）

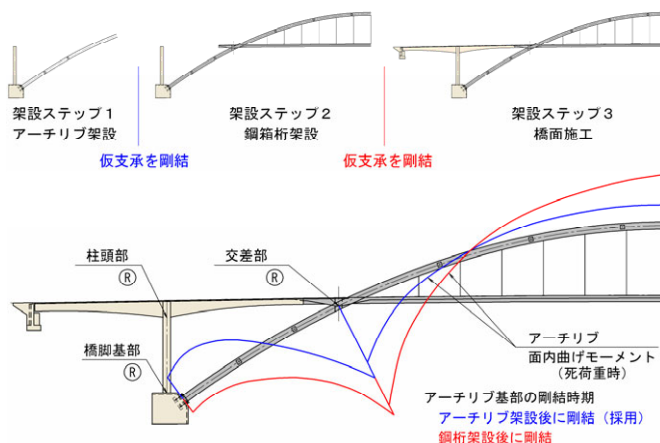


図-4 剛結時期の比較（架設ステップを考慮）

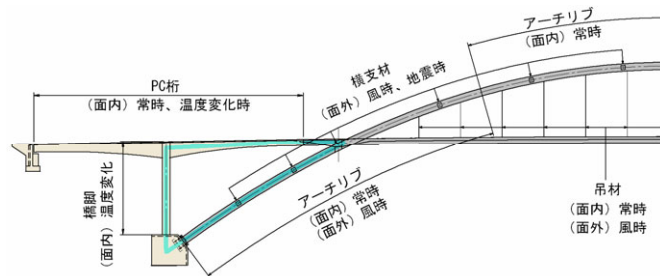


図-5 各部材の断面決定要因