

Project brief 3

プロジェクト紹介

沖端川大橋 (渡河部) の設計と 風洞試験による耐風対策

浦 憲治

URA Kenji

株式会社建設技術センター
技術統括部長



岩橋 直生

IWAHASHI Naoki

株式会社建設技術センター
技術部課長



佐伯 駿介

SAEKI Shunsuke

株式会社建設技術センター
技術部主任



はじめに

福岡県柳川市の海岸地域は、有明海を埋めた干拓地という土地特性をもっている。

市外への交通流入は大川や佐賀方面を基本とした西方向への動きが非常に多く、全自動車交通量の40%近くを占める。動脈となる幹線道路は主要地方道大牟田川副線であるが、車のすれ違いが不可能な箇所もある。農漁業の野菜集荷場や海苔団地がこの地域の東側にあるが、沖端川により分断され西側の昭代地区からの搬入は困難と

なっている(図1、2)。大牟田川副線バイパスが整備され、新たに沖端川大橋を設置すれば、柳川市有明海岸地域の大川や佐賀方面への基幹交通ネットワークが形成され、海岸地域の住民生活の利便性、基幹産業である農漁業の発展、更には命に直結する緊急医療施設への早期搬送等にも大いに役立つ。

橋梁形式の選定

橋梁形式の選定は、まず河川・航路(浚渫船、漁船)・幾何条件などから決定されたルートを中心に、河

川方向やその前後等で位置を変えたルート数案を抽出し、架橋位置の最適性を評価した。この結果、河川内(航路幅確保)の最大支間長

表1 沖端川大橋の橋梁諸元

橋梁形式	3径間連続鋼床版桁橋
橋長	360.0m
支間長	95.0m+170.0m+95.0m
幅員	9.5m
平面線形	直線
縦断勾配	5.0%
下部形式	張出し式橋脚
基礎形式	場所打ち杭φ1500(陸上部) 鋼管矢板筒基礎(河川内)
設計荷重	B活荷重

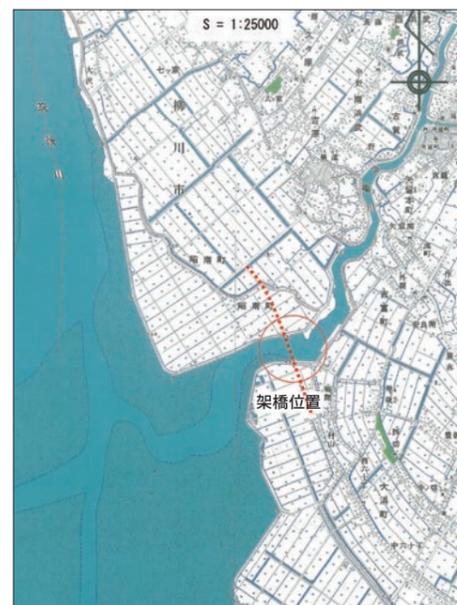


図1 架橋位置図

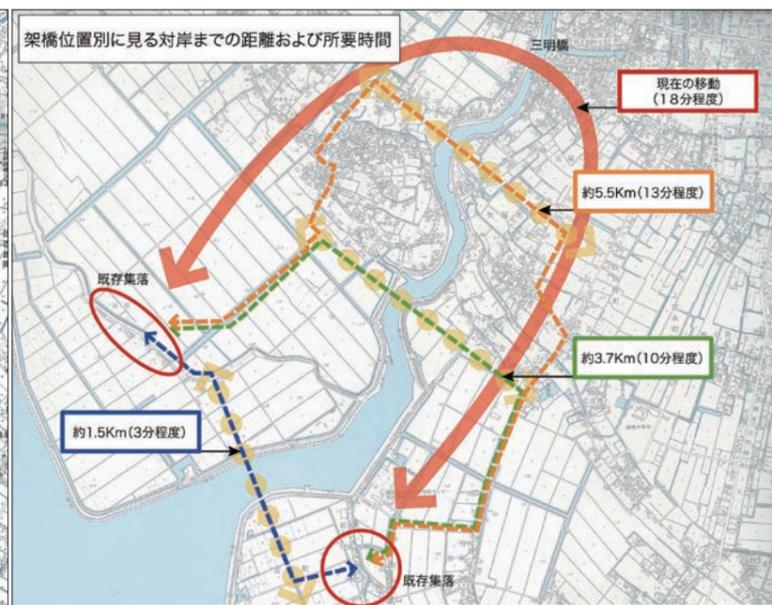


図2 架橋位置別の距離と所要時間図

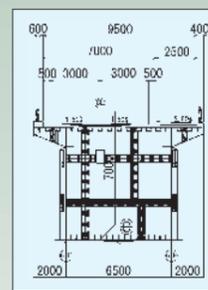


図3 沖端川大橋(渡河部)の鋼床版桁橋断面

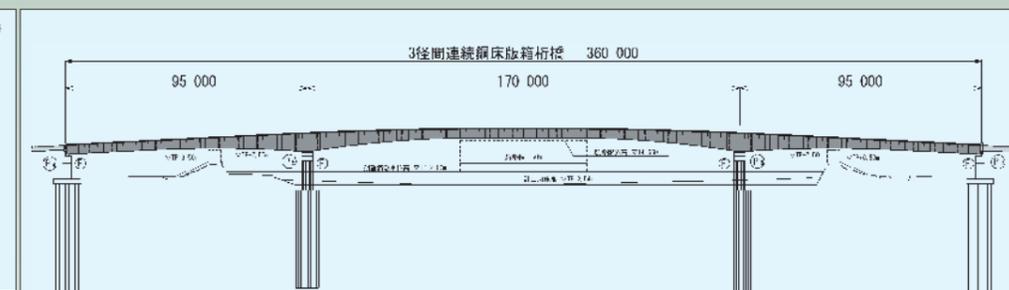


図4 沖端川大橋(渡河部)の全体一般図

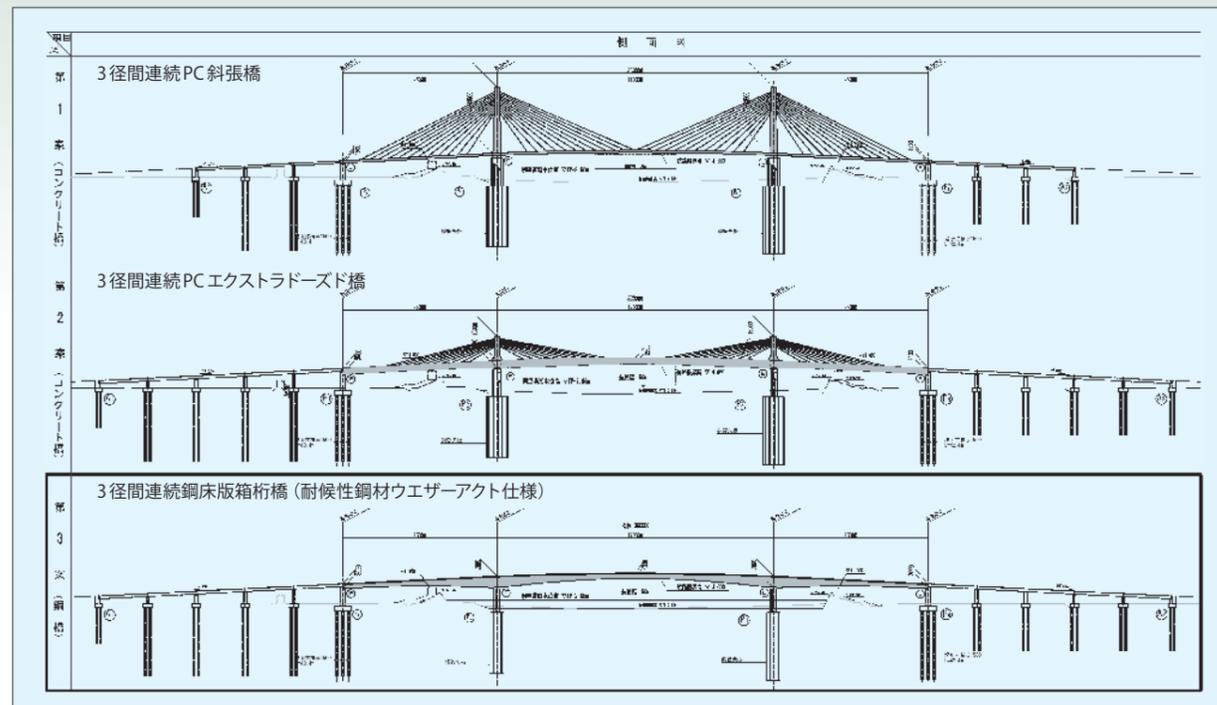


図5 橋梁形式の比較橋種

170m、堤防を跨ぐ両サイドの陸上区間が95mの橋長360m(3径間)となった。次にこれらの条件より選出した3形式案による比較検討(図5)を行い、構造的・施工性・維持管理および経済性などの総合的評価より、3径間連続鋼床版桁橋を採用した。選定理由は以下である。

① 構造的

PC橋(第1、2案)は構造重量が増大する傾向があるため、橋脚の負担が大きく、本架橋地点のような軟弱地域では不向きである。一方、鋼橋(第3案)は構造重量がPC橋の

約30%と非常に軽く、下部工への負担が小さく優位となる。

② 施工性

PC橋(第1、2案)は現場でのコンクリート打設が伴うため、架橋位置での環境(海苔養殖への影響)を考えると不向きである。一方、鋼橋(第3案)はコンクリート打設が伴わないため、環境へ十分に配慮でき優位となる。

③ 維持管理

鋼橋(第3案)は耐候性鋼材を使用し塗装塗替えを必要としないため、PC橋(第1、2案)との優劣は

同等である。

④ 経済性

①~③の内容を考慮した経済比較より、鋼橋(第3案)が安価となる。

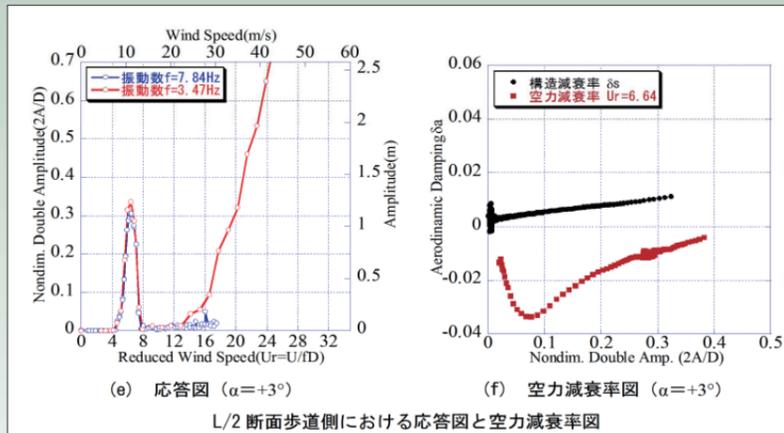
上部工構造の検討

・鋼桁断面

主桁は箱幅6.5mの1室箱断面を採用し、桁高は渡河部の航路高や運搬および施工性に配慮し、3.5~7.0mの変断面とした。

・耐久性の検討

本橋架橋位置は海岸線から



耐風性能の照査

照査断面	渦励振発現片振幅許容値 8.5cm	判定	ギャロッピング発現風速 > 照査風速 46.4m/s	判定
L/2	31cm	NG	22.5m/s	NG
L/4	20cm	NG	23.0m/s	NG
L/6	8cm	OK	24.0m/s	NG

図6 耐風対策に関する試験結果（無対策）

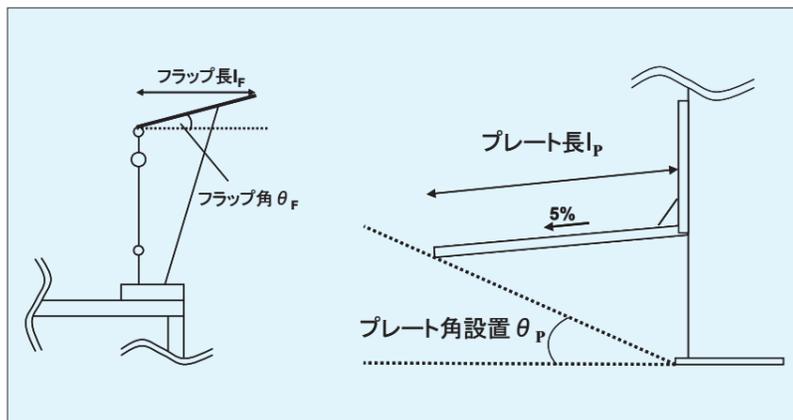


図7 耐風対策（フラップ+水平プレート）

2.0kmを超えない地域であるため、飛来塩分調査を実施した上で、耐候性鋼材の適用性について整理を行った。この結果、飛来塩分量（年間平均日値）から耐候性鋼材をそのままでは使用出来ない環境区域であることが判明した。その処理方法として、ウエザーアクト処理（耐候性鋼材における保護性さびを促進的に生成させる）を採用し、ライフサイクルコストの低減を図っている。

・ 施工ステップを考慮した解析
側径間部（ベント架設）や支間中

央部（トラベラクレーンによる張出し架設）の架設ステップを考慮した骨組み解析を実施した。

・ 分散支承

支承は耐震性および形状のコンパクト化（コスト削減）を考慮し、機能分離型ゴム支承を採用した。

下部と基礎工形式の検討

・ 陸上部

柱形状は一般的な矩形断面とし、梁形状は張出し構造を採用した。また、下部工位置が海岸線より

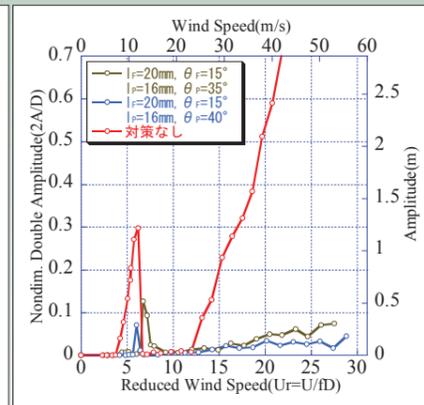


図8 耐風対策後の応答曲

約50m以内であり、塩害対策I区分（塩害の影響を受ける）となるため、コンクリート自体の耐久性を向上させることを目的に、設計基準強度30N/mm²のコンクリートを採用した。基礎形状は鋼管杭、PHC杭、場所打ち杭の形式による比較検討を実施し、最も安価となる場所打ち杭φ1500を採用した。

・ 河川部

柱形状は洪水が流下する方向が一定でないため円形断面とし、梁形状は張出し構造を採用した。また、下部工位置が海上部であり、塩害対策S区分（塩害の影響が激しい）となるため、コンクリート自体の耐久性を向上させることを目的に、設計基準強度30N/mm²のコンクリートを採用し、エポキシ塗装鉄筋も併用させた。基礎形状は河川内（常時水位有）であることも考慮し、鋼管矢板井筒基礎（仮締切兼用）、ケー



写真1 耐風対策構造細部拡大



写真2 全橋模型

ソン基礎、場所打ち杭の形式による比較検討を実施し、最も安価で施工性に優れた鋼管矢板井筒基礎を採用した。

耐風性能

沖端川大橋は、中央支間170mの鋼床版箱桁断面を有する全幅員10.5mの3径間連続橋である。幅員が狭く、支間が長い鋼箱桁橋で風による振動が発生するおそれがある。『道路橋耐風設計便覧』に基づく照査を行った結果、たわみ渦励振と発散振動のギャロッピングが発生すると判断されたため、詳細な動的耐風設計が必要となった。

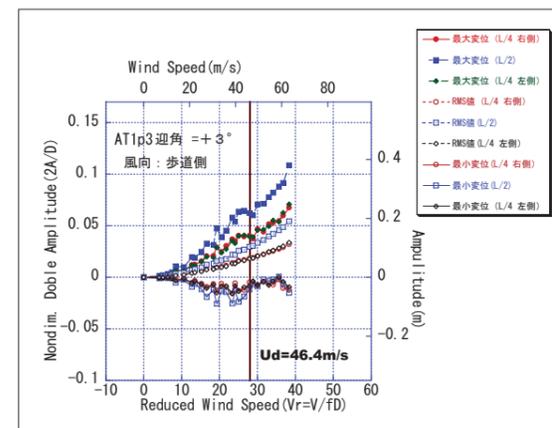


図9 三次元応答曲



写真3 沖端川大橋完成状況と架橋付近の夕日に映える蜘蛛手網

した（図7、8、写真1）。

全橋模型風洞試験（三次元風洞試験）

対象断面が鋼箱変断面桁であることから耐風安定性の精度向上を図るため、1/80の全橋模型試験を行った（写真2）。

実験結果および考察

二次元風洞試験により選定した耐風対策を用いれば、三次元風洞実験で有害な渦励振やギャロッピングは生じなかった（図9）。本橋での渦励振の励振力は比較的大きいため、フラップは側径間を含めて設置し、構造破壊へと結びつくギャロッピング対策である水平プレートも、橋脚の近傍を除いて全橋に設置した。主径間が170mと非常に長い本橋は、こうした耐風対策が欠かせないことが本風洞試験によって実証された。

橋は平成29年3月に完成した。沖端川で分断されていた両開地区と昭代地区が結ばれ、農漁業の活性化ならびに地域住民への利便性が向上されたと考える。

ばね吊り風洞試験（二次元風洞試験）

風による振動特性を把握するため、1/50の中央径間部の剛体模型を用いたばね吊り試験（写真1）を行い、基本断面での耐風性能を照査した。その結果、耐風対策無しでは、照査風速以下で鉛直たわみ渦励振、ギャロッピングが発現し、耐風安定性を確保できなかった（図6）。

そこで、耐風安定のために、渦励振対策については最も有効であった張出し長1.0mのシングルフラップを防護柵上に配置し、ギャロッピング対策については、張出し長0.8mの水平プレートを主桁側面に設置