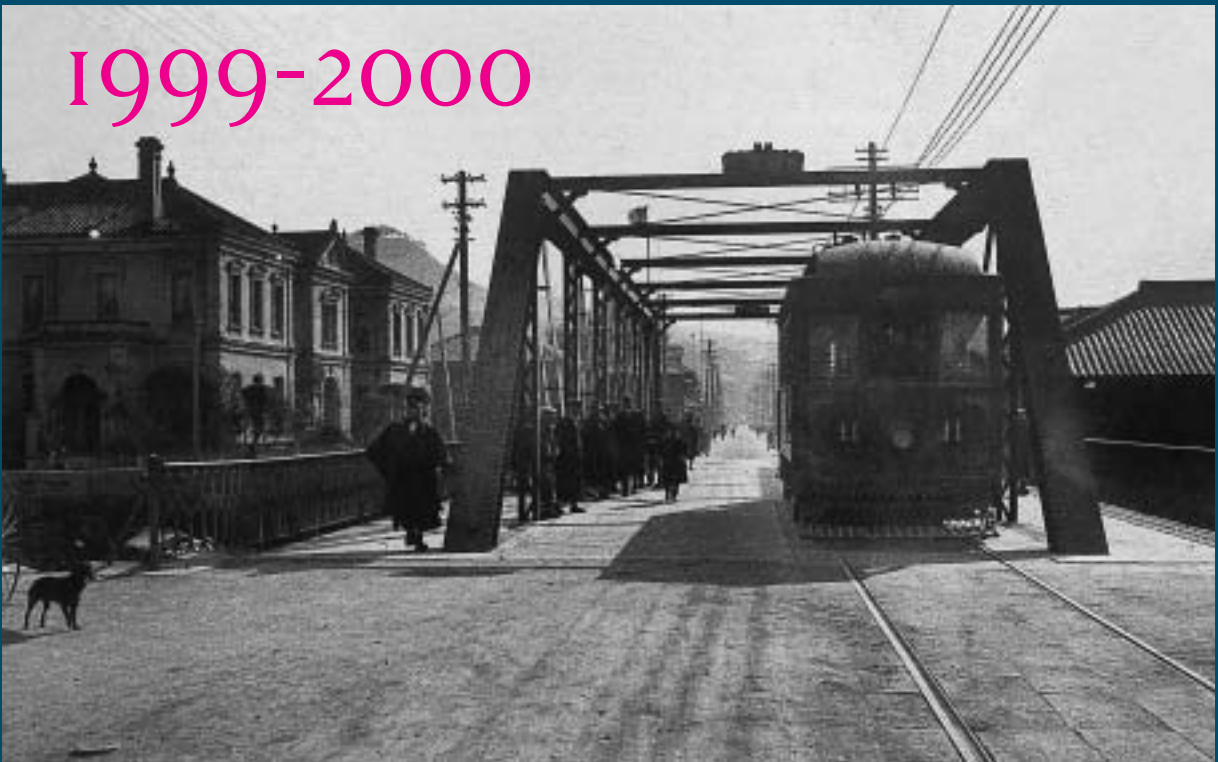


橋

BRIDGES IN JAPAN

1999-2000



土木学会



BRIDGES IN JAPAN

1999 - 2000 目 次

1. 平成 11 年度 (1999 年) 概 観	4
2. 平成 11 年度 土木学会田中賞作品部門・受賞作品	9
安芸灘大橋	10
池田へそっ湖大橋	14
宇品大橋	18
くしもと大橋	22
新港サークルウォーク	26
第 2 マクタン橋	30
鳴瀬川橋梁	34
3. 平成 11 年度 橋梁紹介	
3.1 桁構造【Girder Bridges】	39
うすゆき大橋 / 犀川雪見橋 / 玉重橋 / 弥富高架橋 / 犬山橋 / 伊予高架橋 / 上田大橋 /	
牛深ランプ橋 / 大蔵朝霧陸橋 / 球磨青雲橋 / 高速埼玉新都心線 A 連結路, B 連結路 /	
岡北大橋 / 天門橋 / 博多港橋梁 / 広島南道路 仁保ジャンクションランプ橋 /	
深川谷第一橋, 深川谷第二橋 / 牧港橋 / 向小駄良高架橋 / 池田湖大橋 / 岩下大橋 /	
大壇川橋りょう / 大泊高架橋 / 尾島境高架橋 / ガイド 11-3 /	
ガイドウェイバス志段見線上部工事 (10-7) / 刀川橋 / 空港 8 号線 (大仏大橋) 下り線 /	
花渡橋 / 公園大橋 (新東郷橋) / 神子橋 / 権太郎大橋 (2 期) / 実沢大橋 /	
宝来高架橋 (PC 部その 1) / 立谷川橋 / 鳥越大橋 / 梨の里ループ橋 / 二又橋 / 双見橋	
3.2 アーチ構造【Arch Bridges】	61
環状 4 号線架道橋 / 三貫目大橋 / 立山大橋 / みなみ野大橋 / 宇品橋 / 大野川橋 /	
勝山橋 / 駒見大橋 / 新北九州空港連絡橋 / 新三国橋 / 大正橋 / 手賀大橋 / 2000 年橋 /	
不動沢橋 / 胆沢ダム付替国道 397 号第 7 号橋 / 鷺川大橋 / 権現沢橋 / 新小倉橋 /	
新接岨大橋 / 虎臥城大橋 / 日連橋	
3.3 骨組構造【Frame Bridges】	77
合川大橋 / 旭川水管橋 / ヴィータブリッジ / 鵬橋 / 月出山川橋 / 下瀬大橋 / 間沢川橋 /	
悪至沢橋 / 勝地大橋 / 北陣ヶ下高架橋 / 久礼橋 / 小網川橋 / 松島 5 号橋 / 鷺見橋	
3.4 ケーブル構造【Cable-Stiffening Bridges】	83
鮎の瀬大橋 / 大島大橋 / 高屏溪河川橋 / 新尾道大橋 / 新琴似高架新川架道橋 /	
常吉大橋 / 中能登農道橋 / 浜田マリン大橋 / もみじ谷大吊橋 / かっさこ谷川橋 /	
烏山大橋 / 新那珂川大橋 / びゅうブリッジ / 舞鶴クレインブリッジ /	
南アルプス接岨大吊橋 / 三谷川橋 / 土狩大橋 / 摺上川ダム市道付替 1 号橋 /	
づうた橋 / 宮野浦橋	
3.5 その他構造【Others】	107
御前浜橋 / 400 号シェルター / 阿蘇望橋	

4. 特 集「保 全」	109
コンクリート橋ヒンジ部の外ケーブルによる連続化 - 鶴見川橋 -	110
外ケーブルによるコンクリート橋の補強 - 東名高速道路 小柳津高架橋 -	112
炭素繊維シートによる上部構造の補強（試験施工） - 第二樋ノ口橋 -	114
吊橋からアーチ橋へ - 三好橋 -	116
下部構造物の新設 - 尾駁橋 -	118
アイバー短縮工法 - 阿賀野川徳沢橋梁（新潟県～福島県） -	120
フィンク補強工法 - 界川橋梁（山形県） -	122
ランガー補強工法 - 木津川橋梁（奈良県）	124
床組交換 - 那珂川橋梁（栃木県） -	126
支間変更 - 第二加古川橋梁（兵庫県） -	128
5. 付 録	
平成 11 年度 土木学会田中賞選考経過	131
平成 11 年度 土木学会田中賞研究業績部門・受賞者紹介	132
「昭和 30 年代より建設が始まった高速自動車道路，鉄道新幹線などの新技術を要する橋梁，構造物の計画，設計，研究開発，施工管理，および橋梁示方書等の基準類の作成に関して，建設コンサルタントとしての長年にわたる総合的評価」	横溝 幸雄
「我が国発展期におけるコンクリート橋の設計，施工，構造・材料特性の解析，および技術開発，特に長大プレストレストコンクリート桁橋のカンチレバー架設，コンクリート斜張橋の開発，コンクリート・アーチ橋のカンチレバー架設等の指導的業績」	百島 祐信
平成 11 年度 土木学会田中賞論文部門・受賞者紹介	134
「吊橋ケーブルの腐食機構および新防食法に関する研究（総合題目）」	古家 和彦・北川 信・中村 俊一・鈴木 恵太・聖生 守雄
「東京湾アクアライン橋梁部鋼箱桁橋に発現した渦励振の振動制御」	吉田 好孝・藤野 陽三・佐藤 弘史・時田 秀往・三浦章三郎
土木学会田中賞研究業績部門・受賞業績一覧	136
土木学会田中賞論文部門・受賞論文一覧	137
土木学会田中賞作品部門・受賞作品一覧	139
橋梁建設実績	144
橋梁諸元（データ）一覧	148
業界案内	172

表紙 / 「出師橋（Suishi-bashi）」（土木図書館所蔵）

長崎市内を流れ出島近くで湾に注ぐ銅座川に，明治 37 年 1 月に架けられたトラス橋である。日露戦争時に出征兵士を見送った場所として地元では記憶に留められているが，昭和 30 年代になって，河川の埋め立てに伴い撤去された。

平成 11 年度
土木学会田中賞
作品部門・受賞作品

JSCE Tanaka Prize Work for 1999

安芸灘大橋
池田へそっ湖大橋
宇品大橋
くしもと大橋
新港サークルウォーク
第 2 マクタン橋
鳴瀬川橋梁



概要

安芸灘大橋は本州と下蒲刈島を結ぶ吊橋で、広島県南部の瀬戸内海地域にある芸予諸島と本州とを連絡する安芸灘諸島連絡橋構想の最も本州側に位置する。海中基礎を避けて主塔基礎位置を設定し、周辺の地形・地質条件からアンカレイジ位置を選定した結果、255+750+170 mの支間割となった。本橋は、国内で9位、本州四国連絡橋群を除くと国内で最も長い吊橋である。

地盤条件は本州側は広島型花崗岩、島側は粘板岩、石灰岩層と比較的良好であるが、3Pでは20 m程度の深さに弱層が認められた。このため1A、2P、4Aは直接基礎、3Pは杭基礎とした。

主塔は塔柱断面の外側コーナーを三角形に隅切りし、TDMを設置して風による振動を抑えた。主ケーブルは素線（引っ張り強度160 kg/cm²）を127本束ねたストランド52本で構成した。ただし、傾斜が急で張力の大きい3P-4A間はエキストラストランドを2本配置した。補剛桁は、維持管理、経済性に優れた箱桁とし、全橋模型風洞試験などにより桁・高欄形状を工夫して耐風安定性を確保した。

設計・施工上の特徴

1) 吊橋主塔の底板下にグラウト注入

吊橋主塔基部と主塔基礎の接合面は、底板を設置し水平を調整、確認の後、底板と基礎の間にグラウト注入する方法を採用した。従来の基礎底面を鏡面仕上げする方法に比較して工期、工費の縮減を図った。

2) 主塔ブロック間継ぎ手に溶接継ぎ手を採用

主塔は外周面のブロック間の継ぎ手は、ボルトが外面から見えず景観性に優れた溶接継ぎ手を採用した。継ぎ手を溶接とすることで100%の応力伝達を期待でき、メタルタッチ50%（設計条件）のボルト継ぎ手と比較して設計の合理化となった。溶接手法は、外側からの片面溶接とした。

3) 短ハンガーの桁定着に支圧定着を採用

橋軸直角方向の風による主ケーブルのたわみ量の差によりハンガーに曲げ変形が発生し、短ハンガーでは、この曲げ変形による応力が大きくなる。対策として、桁側定着を一般部では桁上でのピン定着とし、中央径間中央の短ハンガーの桁腹板に設けたせん断梁への支圧定着としてハンガー長を長くし、ハ

ンガーに発生する曲げ応力を抑えた。

4) 最新のケーブル防食システムの採用

主ケーブルの防食システムは、従来のペースト+丸断面ワイヤーによるラッピング+塗装では発錆の報告があり、最新の防食システムとしてS字断面ワイヤーによるラッピング+塗装により気密・防水性を高め、さらに、ケーブル内に乾燥空気を送るシステムにより発錆を抑える環境とした。また、アンカレイジ部でもスプレーしたストランド周囲をテント状の膜で包み、その中を乾燥させるシステムを採用した。

5) 桁のスウィング架設にハンガーを使用

補剛桁の架設において、台船に載せた桁ブロックを所定の位置まで吊り上げる直下吊りを行った。直下に台船が進入できない範囲の桁は、吊り上げた桁ブロックを橋軸方向に水平移動した。移動方法にはリフティングビーム2基で交互に受け渡す方法と、リフティングビーム1基と仮設または本ハンガーで受け渡す方法がある。本橋では、国内で初めて、本ハンガーとリフティングビーム1基による工法（スウィング工法）を採用し、架設機材の合理化を図った。

6) コンパクトなハンガー制振構造の開発・採用

ハンガーに維持管理に優れたポリエチレン被覆したPWSを採用した結果、表面が平滑な円形断面となったため、風による渦励振の発生が確認された。この対策として、桁側の定着点に高減衰ゴムによる制振装置を設置した。高減衰ゴムの設置位置は制振装置と桁の間の低い位置として目の高さの構造を小型化し、視覚的な煩雑さの軽減を図った。

→ p. 148

参考文献

- 1) 名越優他：安芸灘大橋の設計概要と下部工の施工、橋梁と基礎、1999.6
- 2) 名越優他：安芸灘大橋上部工の設計施工、橋梁と基礎、2000.2
- 3) 岡崎修司他：安芸灘大橋（仮称）下部工の設計・施工、橋梁、1994.11
- 4) 北川良一、畠山誠司：安芸灘大橋の計画・設計、橋梁、1992.11
- 5) 松本勝他：吊橋主塔の空力特性と耐風安定化対策、風工学シンポジウム論文集、1992
- 6) Akihiro Honda, et al : Aerodynamic Stability of Narrow Decked Suspension Bridge (Aki-nada Ohashi Bridge), US National Conference on Wind Engineering, 1997



池田へそっ湖大橋

Ikeda-Hesokko Bridge

概要

徳島自動車道は徳島県徳島市から愛媛県川之江市までの延長約95 kmの高速道路である。1999年度、徳島道は全線開通。四国4県都が高速道路で結ばれ、「Xハイウェイ」が完成することとなる。本橋はこの徳島道・井川池田ICの西方約5 kmに位置する逆ランガー形式のPC5径間連続バランスドアーチ橋である。

構造的にはアーチ部とラーメン部が連続した形式となっており、最大支間長200 mは逆ランガー形式のコンクリートアーチ橋としては、わが国最長である。

アーチ部を構成する補剛桁内には経済性・施工性・維持管理の面から、わが国最大級容量となるノングラウトタイプの外ケーブルを用いた。

本橋のアーチ部施工は、補剛桁、アーチリブ、鉛直材および仮設斜吊り材でトラスを構成しながら新規開発した特殊大型移動作業車4台を用いて左右のバランスを取りながら両側同時張出し架設する工法を世界で初めて採用した。

景観設計 ～自然と地域との共生～

四国の中心（へそ）池田町のランドマークとしての役割も期待され、周辺景観に十分配慮した形式を採用。橋梁名も一般公募により決定した。

アーチ部の施工 ～特殊作業車の使用～

アーチ部の施工に用いた特殊大型移動作業車は、補剛桁施工用とアーチリブ施工用とに分かれている。このことにより補剛桁とアーチリブの施工が並行して行うことが可能となった。またアーチクラウン部の施工は、2つの作業車を合体することにより合理化・省力化施工が可能となった。

国内最大容量・外ケーブルの採用

PC補剛桁には内・外ケーブルを併用した。その比率は6:4で、外ケーブルにはノングラウトタイプの国内最大容量ケーブル27S15.2Bを採用し、コスト削減・維持管理の省力化を可能にした。外ケーブル施工では挿入時の鋼材損傷防止装置を開発、鋼材工の施工性向上・品質確保を図った。

耐震設計 ～中空断面を有するRC高橋脚の模型実験～

耐震設計のモデル橋として模型実験を行い、RC中空断面橋脚の中間帯鉄筋の加工形状、配置方法を決定した。これらは標準化され震災後初めて本橋で

施工した。さらに全橋に渡る地盤特性の変化、構造部材の塑性を考慮した複合非線形解析を行い耐震安全性を照査した。

情報化施工システム ～リアルタイムの施工管理～

施工時の応力状態をリアルタイムで管理できる情報化施工システムを採用。各施工段階において設計応力と実測値を対比しながら施工を進めた。

→ p. 160

参考文献

- 1) 松田，湯川，安松，石原，須田：中空断面を有するRC橋脚の耐震性に関する模型実験，橋梁と基礎，1996.11
- 2) 松田，湯川，花田，築山，須田：RC中空断面高橋脚の耐震性能に関する模型実験，土木学会第51回年次学術講演会概要集，1996.9
- 3) Matsuda, Yukawa, Yasumatu, Tsukiyama, Ishihara, Suda, Shinbo, Saito : Seismic Model Tests of Reinforced Concrete Hollow Piers, 第12回日米橋梁ワークショップ，1996.10
- 4) 望月，飯東，湯川：池田湖橋（仮称）の計画と施工，プレストレストコンクリート Vol.39 No.5, 1997.9
- 5) 望月，飯東，石原：日本最長のPC逆ランガーアーチ橋の施工，土木施工，1998.5
- 6) 飯東，安藤，宇津木，若林：PC逆ランガーアーチ橋 池田湖橋（仮称）の施工，第8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論文集，1998.10
- 7) 望月，飯東，日紫喜，松木：池田湖橋における地盤と構造物の動的相互作用を考慮した耐震解析，橋梁と基礎，1998.10
- 8) 長尾：四国のへそのやじろべえー池田湖橋（仮称）ー：土木学会誌，1998.11
- 9) 飯東，宇津木，西松，若林：PCバランスドアーチ橋の施工ー徳島自動車道・池田湖橋工事ー，プレストレストコンクリート Vol.40 No.6, 1998.11
- 10) 湯川，緒方，須田，斉藤：中空断面鉄筋コンクリート高橋脚の耐震性能，土木学会論文集，1999.2
- 11) 望月，中野，中睦，石原：PC逆ランガーバランスドアーチ橋の施工ー徳島自動車道 池田へそっ湖大橋ー，コンクリート工学，2000.2



概要

宇品大橋は、広島市南東部の広島湾に面した埋立地のうち、広島市の海の玄関口である宇品港に隣接した位置にあり、広島高速3号線（広島南道路）の一部を構成し、中央径間の一部を単弦アーチで部分補剛した3径間連続鋼床版箱桁橋で、桁橋として日本最大支間長の $L=270\text{ m}$ の長大橋梁である。本橋を含む広島高速3号線の開通により、地域の活発な交流が促進されるとともに、ランドマークとして多くの住民に末長く親しまれ、21世紀に向けてのまちづくりの起爆剤となることが期待されている。

1) 単弦アーチによる補剛効果

中央径間の一部を単弦アーチで部分補剛することにより、従来の箱桁橋と比較して中央径間上の桁高を 11.0 m から 8.5 m に低く抑えられ、計画高も低くなり経済性が向上できた。

2) 技術的な検討

本橋の設計および施工を計画するうえで、種々の技術的な課題（地盤特性・圧密沈下・側方流動・液状化・動的応答・深い基礎・近接施工等）を解決するために、『宇品大橋（仮称）技術検討委員会』（委員長：故大村裕広島工業大学教授）を設置し、多岐にわたる検討を行った。

①耐風安定性の検討

現地風観測および全橋模型による風洞試験を実施し、耐風性の検討を行った。さらに、実橋での起振機試験を実施し、風洞実験に用いた振動特性、減衰特性を確認した。

②アーチ起拱部の検討

本橋のアーチ起拱部は、アーチの力をスムーズに主桁へ伝える必要があることから、アーチ腹板と主桁の内側腹板は鋼床版を貫通させる一体構造とした。また、アーチ起拱部腹板には耐ラメラテア鋼材を使用した。

③下部工計画の検討

基礎工を含めた下部工の計画と設計にあたっては、本橋橋梁架設地点が軟弱地盤上の若齢埋立地であり、しかも深い基礎となることから、圧密沈下、側方流動、液状化等について検討を行った。圧密沈下については、沈下計測結果より残留沈下量を推定し、 1.7 m の沈下量を考慮した。不等沈下に起因する側方流動については、傾斜計測結果

と粘弾性FEM解析の結果より残留流動量を算出し、最大 32 cm として設計を行った。また、液状化対策については、埋立地盤の地震時の横抵抗を考慮せず、基礎本体で抵抗する方法を採用し設計を行った。

④近接構造物への影響の検討

内港入口際に位置する基礎と高圧送電鉄塔との離隔が 10 m 程度と近接しているため、基礎の構築にあたっては、FEM解析による影響予測を基にした計測施工を行い、鉄塔の健全性を確保した。

海上部の上部工桁架設には航行船舶への影響を出来るだけ小さくするため、FC船（起重機船）による大ブロック架設工法を採用し3回に分けて行った。中央径間大ブロック（重量約 3000 t ）桁架設では、継手部にヒンジ連結工法を採用し、現場作業量を軽減し高圧送電線への安全性の向上を図った。

→ p. 148

参考文献

- 1) 木地谷充良 他：宇品大橋（仮称）下部工の計画と設計、橋梁と基礎、1997.4
- 2) 宮脇崇泰 他：宇品大橋（仮称）上部工の計画と設計、平成9年度土木学会中国支部研究発表会、1997.5
- 3) 飯塚茂 他：宇品大橋（仮称）下部工の計画と設計、平成9年度土木学会中国支部研究発表会、1997.5
- 4) 平尾隆行 他：軟弱地盤に立脚する大型送電塔への鋼管矢板基礎橋脚隣接施工、第34回地盤工学研究発表会、1999.7
- 5) 山本信哉 他：宇品大橋の耐風性検討、平成11年度土木学会全国大会第54回年次学術講演会、1999.9
- 6) 上野武志 他：宇品大橋（仮称）における耐風安定性の検討、橋梁と基礎、1999.12
- 7) 山本信哉 他：宇品大橋上部工の施工、橋梁と基礎、2000.2



概要

本橋は、民謡「串本節」で知られる紀伊半島の南端の離島、紀伊大島と苗我島に架かるアーチ橋である。橋長 290 m の本橋はアーチ支間 230 m で、鋼製アーチ橋では大三島橋に次ぐわが国 2 番目の規模を誇る。架橋地点は国立公園に指定されていることや台風銀座と呼ばれる潮岬に近い海上部であることから、設計にあたっては、景観に対する配慮と耐風性が、また、架設にあたっては、大規模なケーブルエレクション斜吊り工法を採用したことから、工事の安全性と架設精度および風に対する安全性の確保が重要な課題であった。

設計

2 ヒンジアーチ橋においては、支間が大きくなると活荷重による変位が大きくなり、道路橋示方書に規定されているたわみ量を越え、断面が大幅に増加する。大三島橋では、その対策として側径間の桁端部を固定として変位を拘束しているが、橋台への負荷が大きくなっている。本橋においては、地形条件から橋台を大きくできないため、中間橋脚上の支承にゴム支承を適用し、弾性支持とすることによって橋軸方向の移動を調整してアーチリブの変位を押さえている。設計においては、ゴム支承のパネ定数、中間橋脚の耐力、アーチリブの剛性および活荷重による変位との関連が有限変位解析によって検討されている。その結果、アーチリブの高さを 3.1 m、中間橋脚のゴム支承のパネ値を 800 tf/m としている。活荷重によるたわみは 370 mm、作用水平力は 87 tf である。設計水平震度は、震度法および応答解析による検討の結果、橋軸方向震度を 0.10、橋軸直角方向を 0.13 としている。

架設

架橋地点は、台風の襲来など強風が多く、海峡部は潮の流れが速く、かつ橋梁は外洋に面している。架設工法は、これらの気象・海象条件を考慮し、フローティングクレーンによる一括架設でなく、アーチ橋架設に実績の多いケーブルエレクション斜吊り工法が採用されている。本橋のケーブルクレーン設備は国内では最大級の設備であり、施工面、安全面に配慮がなされている。斜吊り設備は、アーチリブの架設を台風時期と想定した設計がなされた。斜吊り索は、比較的張力の小さい段階は塔頂固定方式とし、張力が大きくなる段階では鉄塔頂部乗越し方式

としている。また、斜吊り索は、多点吊りの煩雑さを避けるため架設段階に応じて 1 点吊り、2 点吊りおよび 3 点吊りとしている。アーチリブの形状および斜吊り索張力については、リアルタイムで計測データを収集し、監視・管理が行われた。アーチリブの閉合は閉合時に無応力状態となるよう斜吊り索張力を調整した。閉合作業は、特別な閉合ジグを使用することなく行われた。

耐風

架設時の耐風性については、アーチリブの鉛直面内剛性が小さいことや矩形断面の耐風性に対する危惧および架橋地点が台風銀座と呼ばれる台風の多い地域であり、かつ、台風時期に架設されることから風洞試験による耐風性の確認が行われている。その結果、300 ~ 600 gal の渦励振の発生が予測された。しかし、風洞実験においては有効な空力対策は見いだせず、TMD (Tuned Mass Damper) が大島側、苗我島側各々 2 基ずつ設置された。架設時に測定された構造系の対数減衰率は 0.06 ~ 0.10 であった。

完成系については、長支間橋梁であり固有振動数が低いこと、補剛桁の弦材と床組部の間が開いている特殊な形状であることおよび壁高欄が採用されていることから耐風性が危惧され、風洞実験によりその確認が行われた。その結果、風速 40 m/s 付近からたわみの発散振動の発生が予測され、安定化対策として壁高欄上にフラップが設置された。

→ p. 148

参考文献

- 1) 「大島架橋」、橋梁&都市、1999.2
- 2) 「くしもと大橋上部工の設計」、橋梁と基礎、1999.7
- 2) 「くしもと大橋の施工」、橋梁と基礎、1999.9



新港サークルウォーク

Shinko Circle-Walk Pedestrian Bridge

概要

新港サークルウォークは、横浜市新港地区に建設されたペDESTリアン・デッキである。日本の近代港湾発祥の地である本地区には、ハンマーヘッドクレーン、アメリカやイギリスから輸入されたリベットトラス、赤レンガ倉庫など、港にまつわる歴史的資産が数多く残されており、再開発事業「みなとみらい 21」にも含まれていることから今後の発展が期待されている。本橋は、楕円形の平面形状からなる下路式 4 径間連続鋼ダブルワーレントラス形式で、路面が主構の外側だけに配置されるという非対称構造となっている。新港地区のシンボリック役割を担うことから、学識経験者、行政機関、コンサルタントとが共同して計画・設計を行った。

計画・設計

本橋のデザインコンセプトは、「ひとにやさしい街づくり」の地区に相応しいように、「外装材など用いず構造デザインし、かつ人にやさしい橋梁」とされた。具体的には、「鋼構造でしかできない美しいデザイン」をすることで周辺景観との調和を図ると共に、バリアフリーを実践するとしている。このデザインコンセプトに基づき、平面形状、断面形状、主構構造形式が決定されていった。

交差点上に架けられることから、橋脚位置が限定されてしまうため、歩道橋としては比較的支間長が長く（64 m）たわみやすいので、上下部工を剛結するラーメン構造としている。また、上部工の温度変化による影響が特定の箇所に集中しないように、平面形状が楕円とされた。

本橋を囲む四方の建物や階段、エレベーターからアクセスするには、橋梁の外周が開放されている方がよいので、主構を楕円の内側に寄せて非対称断面の主桁とすることとされた。また、バリアフリーを重視し、周辺の建物のフロアーレベルと一致させつつ道路建築限界をクリアーするため、下路式を選択している。

建設地周辺には、歴史的遺産、「リベットハウス」「ハンマーヘッドクレーン」など多く残されており、こちらをモチーフにトラス橋を選択している。また、平面形状が曲線となる主桁には、ねじれモーメントが作用するので、ウェブには剛性がありかつ斜材を開断面にできるダブルワーレンとしている。

その結果、世界的にも類を見ない、平面形状が楕

円形の 4 径間連続下路式ダブルワーレントラス橋が計画された。

設計においては、支点部と床版の構造に工夫がなされた。曲線構造でかつ上下部剛結構造を採用したので、支点部には曲げモーメントおよびねじりモーメントが作用する。そこで、支点部を箱桁構造とすることでこれらの力に抵抗できる構造とすると共に、トラス構造と箱桁構造との接合は、応力の伝達が円滑になるようなウェブ形状とされた。また、支点となる橋脚位置を外側にオフセットすることでねじれモーメントを減殺している。

床版構造については、路面の軽量化に重点が置かれている。これは、本橋が曲線桁であり、かつ支間が長くたわみやすいためである。また、曲線桁であるが、床版をパネル構造としたり、ブラケットの形を統一することで生産性を向上している。

製作・施工

当初は、開発途上の土地のため全支保工架設が可能という条件の下での橋梁計画であったが、集客力の高いショッピングセンターの完成によって工事が急がされ、橋下の道路交通の確保も余儀なくされた。施工は全体を、トラス 3 パネルが 1 ピースとなる、28 ブロックに分割し、それらを工場製作した上で運搬し、現場で支保工架設された。部材の統一等により作業のリピータビリティが高い構造であったため、外観から与える印象に関わらず製作・施工性は良く、慣れるに従って施工速度が上がり、最終的に、商業地区の市民の要求に沿った期間内に竣工している。

→ p.148

参考文献

- 1) 寺田、竹内、一丸：みなとみらい 21 新港サークルウォークのデザイン、橋梁と基礎、2000.3
- 2) Terada, Takeuchi, Shinohara, Ichimaru : Structural Engineering International Vol.2/2000



第2マクタン橋

Second Mandaue-Mactan Bridge

概要

第2マクタン橋はフィリピン南部、ビサヤ地区の政治経済の中心地であるセブ市を擁するセブ島と、セブ国際空港および工業地帯のあるマクタン島を結ぶ全長1010m、4車線の道路橋である。1972年に完成した第1マクタン橋が近年のこの地域の発展に伴って慢性的な渋滞になるようになったため、これを解消するべく日本の海外経済協力基金（現国際協力銀行）の援助を受け、フィリピン共和国公共事業省の国際工事として第2マクタン橋が計画、建設された。工事は海峡を跨ぐ主橋部分（Package I）と取付橋梁および取付道路（Package II）に分かれ、それぞれ日本の建設業者のJ.V.と現地の会社のJ.V.が施工に当たった。主橋部分にはセブ国際空港に近いことによる主塔高さの制限、下を通過する船舶による航路限界およびランドマークとしての美観を考慮してエクストラードード橋が構造形式として選定された。また企業者側に Special Technical Assistance Team（委員長：日本大学・山崎淳教授）が結成され、設計、施工の助言に当たった。

計画・設計

主橋は全長410m、全幅21mのPC3径間連続エクストラードード橋である。主径間支間185mであり、本橋梁が建設された時点でPCエクストラードード橋としては世界最大である。主桁は桁高が柱頭部で5.1m、標準部で3.3m、幅員20.8mの3室4主桁箱型断面のPC構造である。主塔の橋脚基礎はφ2980～2500mmの大口径場所打ち杭を主塔1基につき23本用いた多柱式基礎である。設計は日本道路協会「道路橋示方書・同解説」（平成6年2月）に準拠した。主塔、橋脚の耐震設計は、American Association of State Highway and Transportation Officials, Standard Specifications for Highway Bridgesの地震力を作用させ、「道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編」（平成8年12月）により照査した。斜材ケーブルにはエポキシ樹脂塗装された15.2mmのPC鋼より線（Grade 270 K）を48本束ねたケーブルを使用し、セメントグラウトおよびポリエチレン斜材保護管と共に3重の防錆仕様をなしている。

施工

主塔基礎の支持層は、セブ島側が硬質粘土、マクタン島側が石灰岩で固結した固い部分と比較的柔らかい粘土交じりの砂礫部分が不規則に互層となっ

ているので、掘削時における孔壁崩壊を防ぐため、全旋回オールケーシング工法が採用された。また、鉄筋が杭頭部ではD51～D38の3重になっていることから充填性を高めるためにフロー値が55cmの流動化コンクリートが打設された。張出し施工部分は各主塔の側径間、主径間各々17ブロックを4フレームからなる大型ワーゲンを同時に4基使い、ブロック長3.0～5.25mで施工された。また各主塔の橋面には20tクレーンが載せられ、荷揚げ、斜材保護管の架設、緊張用ジャッキの設置等に使われた。主橋はフィリピン初の本格的なPC長大橋であり、その施工は日本人技術者の監督の下、直備のフィリピン人の技術者、作業員で行なわれ、技術の移転、品質の確保、工費の削減が図られた。

→ p. 160

参考文献

- 1) 藤浪、柏村、加藤：海外における大口径場所打ち杭による多柱式基礎の施工、土木学会第53回年次学術講演会概要集、1998.9
- 2) 加藤、滝本、鬼木、林、三谷、君島：石灰岩中に打設された大口径場所打ち杭の支持力について、第33回地盤工学研究発表会、平成10年度発表講演集、地盤工学会、1998.5
- 3) 本田、柏村、蓬萊、山崎：海外における長大エクストラードードPC橋の施工—フィリピン・第2マクタン橋—、プレストレストコンクリート、2000.1
- 4) 君島、本田、前田、山崎：第2マクタン橋の施工、橋梁と基礎、2000.2
- 5) Horai：Employment of Local Engineers and Workers for the construction of the Second Mandaue - Mactan Bridge in the Republic of the Philippines、第54回年次学術講演会概要集、土木学会、1999.8
- 6) 前田：第2マクタン橋の建設、国際プロジェクト研究セミナー、PC技術協会、1999.8
- 7) 山崎：セブのエクストラードードPC橋 フィリピン第2マクタン橋建設工事、土木学会誌、1999.5



鳴瀬川橋梁

Naruse River Bridge

概要

鳴瀬川橋梁は、仙石線野蒜駅～陸前小野駅間に位置し、吉田川と鳴瀬川とが合流する箇所にある。旧橋梁は昭和の初期に建設された上路式単純鋼鈹桁橋であり、建設省の河川改修事業にともない、現橋梁の約 200 m 下流に別線施工により新橋梁を建設することとなった。

なお、本橋梁から約 1 km 下流にある河口には、歴史的な遺産である明治時代に日本で初めての近代的な国際貿易港として建設された野蒜築港の跡地がある。

本橋梁の構造形式には、鉄道橋では世界初となる PRC6 径間連続フィンバック橋を採用し、移動式架設桁による張出し架設工法を採用することにより約 500 m の橋梁上下部工を 2 年間で完成に至った。以下に本橋梁の主な特徴を示す。

基本計画

1) フィンバック橋の採用

フィンバック橋は橋面上に魚の背びれ（フィン）のような変断面壁を設けた構造で、PC 鋼材を橋面から大きく突出したフィンの部分に配置し、通常の桁の有効高さ以上に利用した大偏心ケーブル PC 橋の一種といえる。構造的には、中規模スパンの橋梁において、その合理性が発揮され、経済的な優位性を有する。

なお、本橋でのフィンバック部の高さは、車窓からの眺望を確保できるように $h=3.5\text{ m}$ とした。以下にフィンバック橋の主な特徴を示す。

- ・連続桁の中間支点部の負の曲げモーメントやせん断力に対して、箱形桁上のフィンバック部で抵抗することができる。
- ・フィンバック部に PC ケーブルを配置することにより、偏心量を大きくとることができ、柱頭部での桁高を低減できる。このため、橋面下の桁高を一定にできるため、縦断勾配を変化させることなく、桁下空間を容易に確保できる。本橋のように橋梁前後の縦断線形上、厳しい桁高制限を受ける場合であっても長支間化が可能となる。ちなみに箱桁高 2.18 m と支間 85 m の比は、約 1/40 である。
- ・フィンバック部の断面形状に自由度をもたせることができるため、本橋ではフィンバック部を曲線的に変化させ圧迫感を低減した。本構造形

式は、一般的に周辺環境との調和が比較的図りやすい構造形式と言える。

2) PRC 構造の採用

本橋では限界状態設計法を採用している。この軌道構造は、レール直下部のみに弾性材を張り付けたコンクリート枕木を、高さ調整コンクリートにより固定したもので、JR 東日本が開発したメンテナンスフリーの軌道である。このような軌道構造で、かつ桁高制限を受ける連続桁であるため供用開始後のクリープ変形量が問題となる。このため、本橋では橋軸方向に PRC 構造を採用することにより、主桁の上下縁の応力度のバランスを図り、クリープ変形量を最小に抑えた。

なお、PRC 構造の採用にあたっては、部材の重要度、および部材が置かれる環境条件を考慮し、応力度の制限値をきめ細かく設定することにより耐久性に配慮した。

デザインコンセプト

本橋の架設地点は、松島湾を望む田園地帯に位置しており、「緑豊かな河川を横断する橋梁」をコンセプトとした。高欄を兼用した橋面上のフィンバックと、周囲の田園および背後の山並みとの調和、フィンバック側面に設けた雨仕舞いを兼ねたギャップによる陰影効果が、シンプルな中にもシャープな水平ラインとして橋梁全体に緊張感を与えるような設計とした。

→ p. 160

参考文献

- 1) 仙石線新鳴瀬川橋りょうの設計について、土木学会年次学術講演会，1997.9
- 2) 世界初の PRC フィンバック鉄道橋－JR 仙石線・鳴瀬川橋梁改築工事－，土木施工，1999.5
- 3) 鳴瀬川橋りょうの設計と施工，橋梁と基礎，1999.9

