

# Project

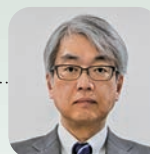
## brief 2

### プロジェクト紹介

# 国内最大級の支間長を有する 新町川橋の設計

山本 弘和

YAMAMOTO Hirokazu  
セントラルコンサルタント株式会社  
広島支店  
技師長



## 徳島市と新町川、そして新町川橋

徳島市の中心部を流れる新町川は、吉野川右岸から分かれ、途中、田宮川や助任川等と合流し、最終的に吉野川の南側で徳島港から海にそそぐ河川です。新町川の流れは非常に穏やかで徳島市中心部では写真1のように親水公園が整備されるなど川を中心とした街づくりが続けられてきた場所でもあります。新町川の河口付近では、フェリーや貨物船の航行があり、図1に示す新町川橋架橋地点は写真2のように南海フェリーの向きを180度変えるための回頭水域となっていました。そのため、ここに架ける橋は橋脚を多数並べられない状況に

ありました。

もともとは、図2に示す回頭水域を避けるため、斜張橋等の吊り形式の橋梁が計画されていましたが、橋梁の形式を決定する予備設計段階において、回頭水域を上流側にシフトすることにより航路幅120m＋余裕幅100m計220mの航行可能幅を確保できればよいといったところまで緩和されました。それに伴い、図3に示すように中央の橋の長さ（径間長）を250mとすれば、桁橋として実現可能なレベルとなりました。同じ新町川の上流部にも末広橋という斜張橋がありま

すが、こちらは1970年台に建設されたものであり、中央部の径間長が250mです。これと同じレベルの橋の長さのものを桁橋とすることの意義は次の2つです。1つ目は、主塔を建設しないので、工期が短くできること。2つ目は、河口部に位置するためフローティングクレーンで運搬して一括架設できることです。最終的には桁橋に落ち着くわけではありますが、桁橋とする場



図1 新町川橋位置図



写真1 新町川・阿波製紙水際公園と川沿いの風景



写真2 南海フェリー回頭水域

合の問題点も多数あり、最終的な形式決定に至るまでにはしばらく時間を要することとなります。

## 新町川橋周辺の地盤のはなし

徳島市の大きなビルや橋は、図3に示すように地表から深さ約40mに位置する硬い層（第1支持層と呼ぶ）を支持層として建設されてきました。ところが、この層よりさらに深い位置にやや柔らかい層があり、四国横断自動車道の同地区の橋梁基礎は深さ約80mに位置する岩盤層（第2支持層と呼ぶ）を支持層として設計が進められていました。

加えて、右岸寄りの河川内P3橋脚建設予定位置では第2支持層よりさらに深い、深さ106mまで岩盤層が出現しないことが分かりまし

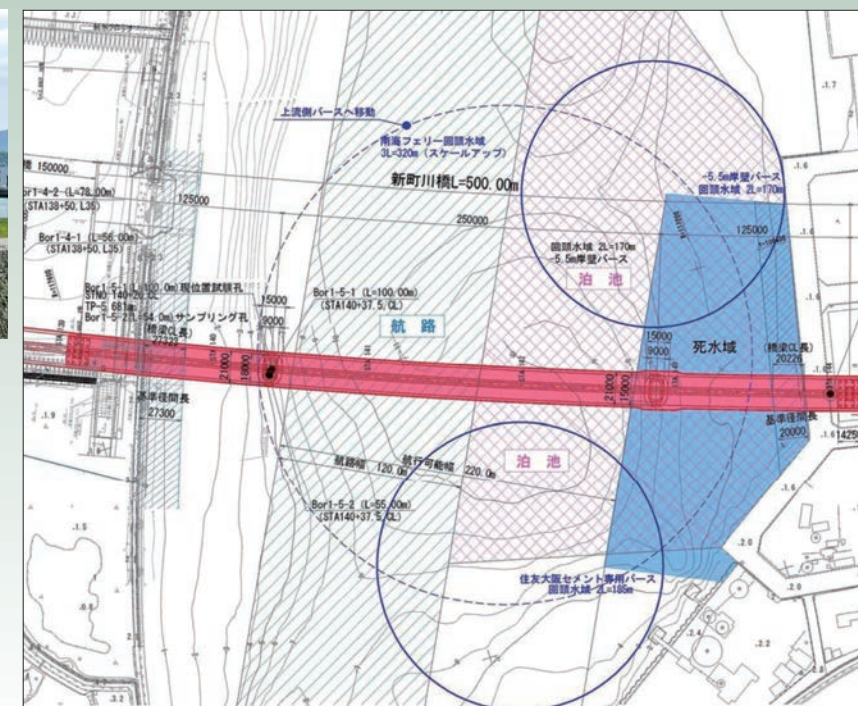


図2 南海フェリーの航路と新町川橋

た。これは非常に大きな問題となりました。世界中の事例を調査しても当該深度まで杭を打ち込んだ記録がなかったのです。新町川橋は橋長500mの鋼箱桁橋で、桁を構成する鋼材だけで1万tに迫る重量があり、その桁を4つの橋脚で支持する必要がありました。それゆえ、基礎にも超大な力が作用することから、基礎形式は鋼管杭を並べて筒状にした鋼管矢板井筒基礎

とする必要がありました。P3橋脚の鋼管矢板井筒基礎は、直径1mの鋼管杭を94本並べて筒状にするのですが、この鋼管を100mの深さまで到達させる技術が存在しないことから、通常の杭基礎として摩擦で支持力を得る方法か、第1支持層を支持層とする方法が考えられました。幸いこの場所の第1支持層が他の場所より層の厚さが厚く、この場所限定でこの層を支持

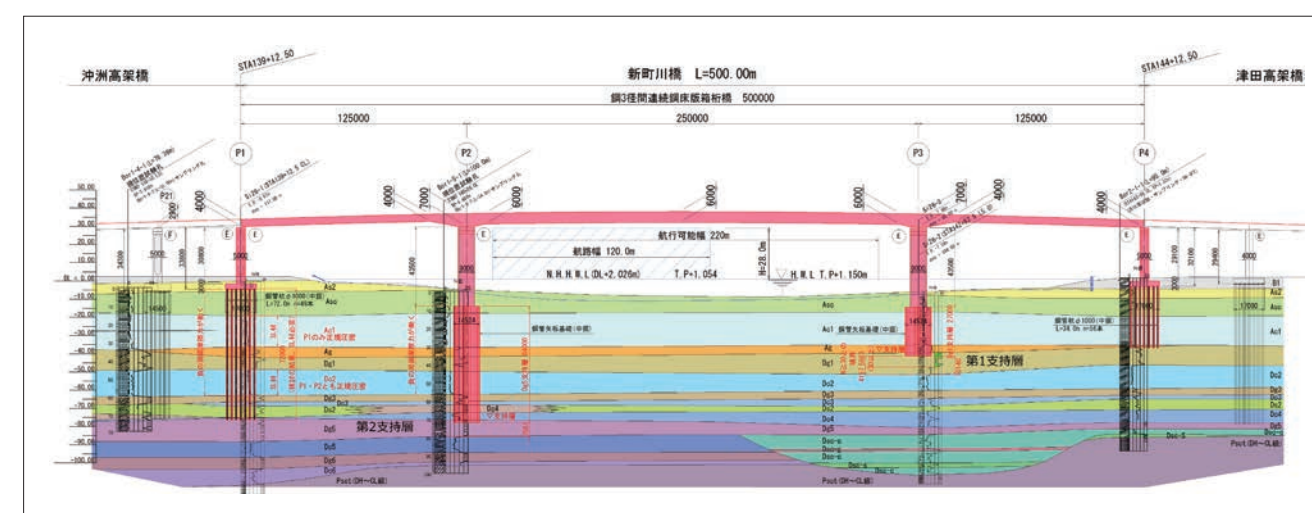


図3 新町川橋 側面図



写真3 徳島大学風洞試験装置内部

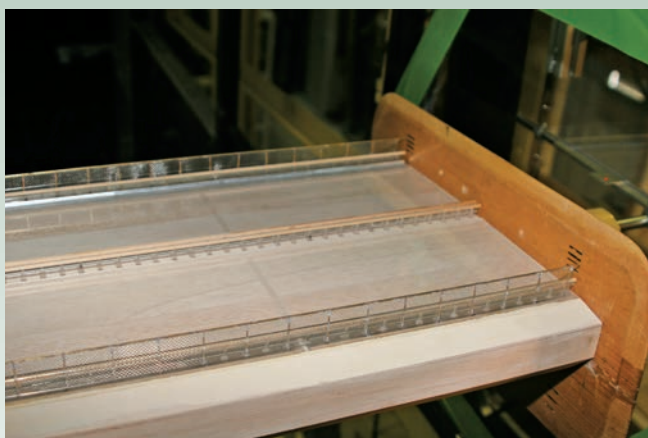


写真4 風洞試験用剛体模型（縮尺1/80で実施）

層として採用することになりました。決定に際して徳島大学の岩盤や土質の教授、准教授の意見を参考にしました。

一方、左岸寄りの河川内P2橋脚基礎は先述した第2支持層に鋼管矢板井筒基礎を構築します。80mの深さまで鋼管を打設するために、カプセルハウパイラという工法を採用しました。これは建設が進む起点側工事の鋼管杭が通常工法で施工できたのに対し、この位置の第1支持層はレキ径が大きく、通常工法が採用できないことに起因しています。費用は割高にはなりますが、施工の確実性に重点を置いた結果となりました。

### 風が起こす振動の制御

徳島港周辺の風向記録をひもとくと、東西方向の風が年間を通じて卓越していることが分かります。新町川橋は南北方向に架けるので、真横から風を受ける時間が非常に長いことを意味します。

一般的に使用する耐風設計の基準では対象となる径間長は200mまでとされており、新町川橋は対象外となりますが、徳島大学の風工学を専門とする教授、准教授からの助言に基づき風洞試験により

動的耐風安定性の概要は予測できるものとして基準に示される方法で試験を行いました。写真3に示す徳島大学の風洞試験施設（環境防災シミュレーター）を利用し、徳島大学の協力のもと風洞試験を実施しました。その結果が現在現地で確認できる桁の形状なのですが、この形状に至るまでには実に17種類もの模型を用いて風洞試験を行いました。

道路として必要な幅に対し、1m、2m、3m、4mと外側に張り出しを設け、それぞれに対し、剥離点と呼ばれる角を作り、その角度を変化させることにより13種類の断面を作成し、吊り橋などで使われているフラップ形式について2種類、加えてフェアリングと呼ばれる形状や制振プレートの設置などを合わせて17種類となります。加えて、写真4からも分かるように防護柵も高欄形式のもの、壁式のものを作成して試験を行いました。風の影響を強く受けるのは真横からの風ですが、実際は吹き上げや吹き降ろしといった上下からの風もありますので、それぞれについて模型の設置角度を変化させ試験を行っています。風洞試験装置の内空は幅1m、高さ2mであり、模型の

受風断面（正面から見た総高）を試験装置の高さの5%以内に収める必要があることから、模型の縮尺は1/80としました。

この風洞試験を経て、当初懸念していた、長径間長で受風高に対し幅が狭いでっぷりとした断面とならざるを得ない本橋において落橋につながる渦励振やギャロッピングなどのリスクが極めて低い、写真5で確認できる独特な11角形の断面形状を決定しました。

### 超大な桁の架設

新町川橋は川幅の広い河口部での架設となるため、作業構台を河川内に設置してクレーンで架設するような工法は適していません。先述したとおり、中央部の径間長が250mあるため通常のクレーン架設を採用することは不合理となります。一方、海から近いということを生かしフローティングクレーンを用いた一括架設が採用可能となります。

フローティングクレーンとは、船舶や浮体にクレーンを取り付けた特殊な浮遊型のクレーンのことを指します。日本の最大フローティングクレーンは、写真5に示す寄神建設株式会社所有の「海翔」で、定格荷重（吊り上げられる重さの



写真5 フローティングクレーン（海翔）による中央径間架設（橋桁の横断形状は11角形となっている）

上限）4,100tを誇り、次に大きなものは深田サルベージ建設株式会社所有の「武蔵」で、定格荷重3,700tです。これらのフローティングクレーンを用いることで新町川橋の鋼重1万tを3分割して架設するという計画を進めました。また、複数のフローティングクレーンを利用できる計画とすることで架設計画の自由度を担保しました。

フローティングクレーンを用いるためには、ある程度の水深が必要です。武蔵の喫水（水面から船底までの深さ）は4.97mで海翔より深く、これらを港内で安全に使用するためには余裕を1m確保したので、6.0mの深さが必要でした。3分割して架設する関係で、護岸寄りにフローティングクレーンを配置する必要があったので、河川の横断測量で得た河床の等高線図を基に浚渫範囲を決定しました。ちなみに、河床の等高線図を見ると南海フェリーの回頭水域は河床が洗掘され、水深は10mに及んでいました。浚渫を行うと川底にたまった泥が舞い上がり、水質汚濁につながることから、浚渫工事の計画では浚渫箇所を汚濁防止膜（フロートとカーテンで構成される）で囲み汚濁拡散を防止しました。この計画に当たっては汚濁拡散シミュレーションを行い、効果を検証しました。



写真6 俯瞰写真

### まとめ

橋梁の設計において、桁の構成や鋼材の厚さ、部材の構成などは設計で決定できますが、計算ではどうしてもない部分に維持管理の容易性があります。新町川橋は、河口とはいえ海水の影響を強く受けます。多くの鋼製の海上橋において、部材の腐食は避けがたい問題として付きまといます。橋梁の架設工事の容易性を考えると、分割された桁同士を接合する方法の一つとしてボルト接合構造を採用します。しかしながら、この方法では少なからず接合した桁と桁の間にすき間を残すため、このすき間から塩分が浸入し、箱桁内部の腐食につながります。これに対し本橋では、大きな試みではありますが、すべての外面鋼材を溶接接合とする密閉型の構造を採用しました。簡単に言うと、水に浮かびます。普通の橋は浮かびません。これによって、本橋の外面の鋼材は一つのつながった部材となっています。維持管理上有利な点は次の2つです。1つ目は、凹凸がほとんどなく、短時間で点検作業を行えること。2つ目は、最も桁高の高い

部分（P2、P3橋脚の中間支点上付近）においても「BT-400」という橋梁点検車ですべての外面を確認できることです。

また、弊社では、東京ゲートブリッジも設計しており、この経験を生かした設計を行うことができたと感じています。しかしながら、東京ゲートブリッジで初めて採用されたJIS G 3140:2011橋梁用高降伏点鋼板の使用を試みたものの、当時の道路橋示方書にはまだ記載がなく、従来どおりのJIS G 3106:2017溶接構造用圧延鋼材の使用にとどまりました。橋梁用高降伏点鋼板の利点は、溶接時の予熱（溶接前に鋼材を熱する作業）の省略や施工性を向上させることができることで、外面全溶接接合構造を採用した本橋にはふさわしい鋼材だと感じていたからにはほかなりません。溶接が使いやすくなれば密閉することにより鋼橋の耐久性を飛躍的に向上させられる可能性があります。新町川橋ではかないませんが、次に同様な形式を採用したときにはぜひ橋梁用高降伏点鋼板を使用してみたいものです。