

# 4 径間連続 PC エキストラード橋の設計・施工

## — 交差角 30° で河川を渡る，九州新幹線大野川橋梁 —

小林 寛明

PC エキストラード橋は，主塔の高さが低く，斜材の角度が緩やかになることから，周辺環境に威圧感を与えないスマートな橋梁形式と言える。九州新幹線大野川橋梁は，当初，2 径間連続 PC エキストラード橋として計画されたが，立地条件等から 4 径間連続 PC エキストラード橋に計画を変更した。さらに，設計においては景観に配慮するとともに，当該地区で海苔の養殖を行っているため出水期施工とするなど，施工面についても周辺環境への配慮を行った。当橋梁が昨年完成したことから，設計・施工に関する一連の経緯について報告するものである。

キーワード：橋梁，上部工形式，エキストラード橋，景観設計

### 1. はじめに

九州新幹線鹿児島ルートは，博多駅と鹿児島中央駅を結ぶ，延長約 257 km の路線である。このうち，新八代・鹿児島中央間約 127 km は，平成 16 年 3 月に開業し，現在まで順調に運行されている。

博多・新八代間は，平成 13 年 4 月にフル規格での用地，土木工事の国からの認可，平成 17 年 12 月には開業設備工事の同認可をそれぞれ受け，鉄道・運輸機構において平成 22 年度末の完成に向け，鋭意工事を行っている。現在，土木工事は概ね完了しており，設備工事が最盛期を迎えている。

博多・新八代間において建設している大野川橋梁は，熊本県宇城市を流れる 2 級河川大野川に架かる，延長 286 m の 4 径間連続 PC エキストラード橋である。下部工はケーソン基礎および杭基礎を採用し，上部工は張出し架設工法によって施工した当橋梁は，平成 18 年 3 月より基礎の施工を開始し，その後，橋脚および上部工を施工し，平成 20 年 10 月に閉合した。大野川橋梁の立地条件には，次の特徴がある（図—1 参照）。

- ①平面線形が，河川の流心方向と 30 度という鋭角で交差する
- ②河口から約 2 km に位置しており，塩害の影響が懸念される
- ③右岸側に住宅密集地がある

本稿は，これらの条件を基に上部工の構造形式の比較検討を行い，4 径間連続 PC エキストラード橋

を選定した経緯，周辺環境や景観に配慮して行った設計および施工について紹介するものである。



図—1 大野川橋梁周辺航空写真

### 2. 構造形式の選定

#### (1) 検討条件

九州新幹線との交差点における大野川の河川幅は約 70 m であり，河川管理構造令に従い算出される基準径間長は約 23 m である。新幹線は，大野川と斜角 30 度で交差しているため，斜長換算をすると，線路方向では河川幅約 150 m，基準径間長約 50 m となる。これらの条件および河川管理者との協議により得られる構造形式の検討条件は，次の通りである。

表—1 構造形式比較表

タイプ	A	B	C	D	E
構造形式	3径間連続剛結格子桁橋（馬桁）	2径間連続PC波形鋼板ウェブエクストラードーズド橋	2径間連続PCエクストラードーズド橋	2径間連続トラス橋	2径間連続非合成桁橋
橋長	190m				
支間長	57.5m+75m+57.5m	95m + 95m			
構造特性	馬桁構造	ねじり耐力、剛結性能が低い	ねじり耐力、剛結性能が高い	—	中間橋脚の梁幅が小さい
経済性	△	△	○	○	×
景観性	×	○	○	△	○
環境性	○	△	○	×	△
総合評価	×	△	○	△	×

- ①基準径間長：約 50 m（斜長換算）
- ②河積阻害率：8%以下
- ③管理用通路の桁下空頭：4.5 m 以上

## (2) 構造形式の選定

構造形式の選定は、当初、表—1に示す5タイプを検討の対象とした。以下に、各タイプの概要を示す。

タイプAは、2基の馬桁を有し、桁と橋脚とを剛結構造とした、3径間連続剛結格子構造（57.5 m + 75 m + 57.5 m）である。馬桁の橋脚が河川内に2基、堤防内に2基、両端部の橋脚2基が堤防内に配置されるため、河川、堤防への影響が大きい。また、景観性においても優れない。

タイプBは、自重軽減のため、ウェブに波形鋼板を用いた、2径間連続PC波形鋼板ウェブエクストラードーズド橋（95 m + 95 m）であり、景観性においては優れている。しかし、中央にある小判型橋脚に対して主桁が30度回転して剛結しているため、地震時に主桁にねじりが発生する。波形鋼板は、RCに比べねじり耐力が低く、RC構造よりも剛結部の性能が劣る。

タイプCは、RC箱型断面を有する、2径間連続エクストラードーズド橋（95 m + 95 m）である。前述のとおり、ねじり耐力が高く、剛結性能に優れており、景観性も優れている。

タイプDは、2径間連続トラス橋（95 m + 95 m）である。経済性は優れているが、環境性（列車騒音対策）が問題となる。

タイプEは、鋼箱型断面を有し、床版に軽量コンクリートを用い、負曲げ領域が卓越するために非合成とした、2径間連続非合成桁橋（95 m + 95 m）である。中央にある河川内橋脚の梁幅が小さくなるが、経済性では最も割高となる。

以上の比較検討を行った結果、経済性、景観性、環

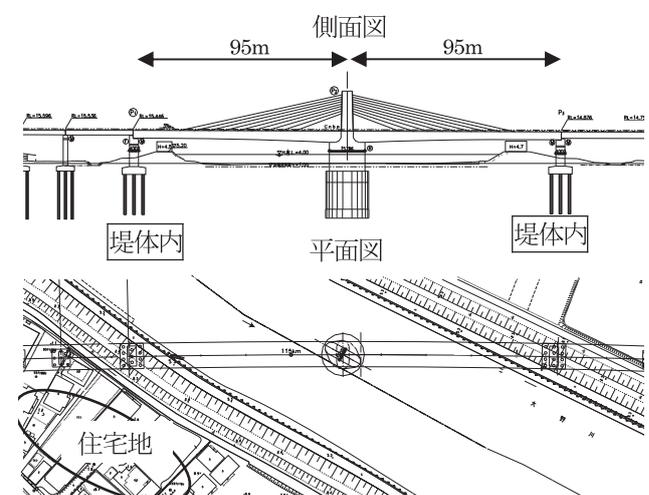
境性などを総合的に勘案し、タイプCの2径間連続PCエクストラードーズド橋で計画することとした。

## (3) 径間長および径間数の変更

2径間連続PCエクストラードーズド橋の全体図を図—2に示す。この当初計画に基づき河川管理者と協議を行ったが、堤体内に橋脚が計画されていることについて河川管理者は、堤体が軟弱地盤上にあることや、橋脚の周辺が弱部となり、万が一決壊した場合、住宅地に近接しているため被害が大きくなることを懸念し、対策を求められた。考えられる対応策は次の通りである。

- ①堤体内橋脚を河川定規断面の外に設置する
- ②橋脚を堤体内に設置する場合は、十分な補強盛土を施工する

ここで、補強盛土を施工するには、用地の追加買収が必要となることから、次のように支間長の変更を行った。



図—2 2径間連続PCエクストラードーズド橋 全体図  
（当初：95 m + 95 m）

まず、右岸側橋脚は住宅地が近いことから、堤体内には設置せず、河川定規断面から外すこととした。

左岸側橋脚も同様に河川定規断面外に設置することとして、支間長を95mから113mに変更した。この計画に対して応力照査を行ったところ、中央橋脚において、変動荷重作用時の曲げ応力が、制限値（圧縮側： $16.0\text{ N/mm}^2$ ，引張側： $-1.1\text{ N/mm}^2$ ）を上回ることが判明した（図-3参照）。

この中央橋脚は、既に河積阻害率の制限値を僅かに下回る設計となっていたため、中央橋脚の断面変更は不可能であった。よって全体の構造形式の見直しを再度行い、左右の側径間30mずつを加え、4径間連続

とすれば、応力が分配され、制限値内に収めることが可能となった。

この結果、左岸側橋脚については、やむを得ず堤体内に設置することとなり、法面をコンクリートブロック張で保護することとした。

### 3. 大野川橋梁の概要

#### (1) エクストラロード橋の特徴

エクストラロード橋は、斜長橋と桁橋の中間的な構造形式であるが、荷重に対して主桁で抵抗することから、斜長橋に比べて主桁剛性が高い。また、主塔が低く、斜材の角度も穏やかとなるのが特徴である。

#### (2) 橋梁の諸元

大野川橋梁の諸元を表-2に、全体図を図-4に示す。

#### (3) 橋梁の構造特性

##### (a) 河積阻害率と斜角

河川内橋脚は、河積阻害率条件を満足するために、河川流下方向を長辺とした小判型をしており、主桁と30度で交差することから、コーベル構造<sup>注)</sup>となった。さらにコーベル部は、景観性を考慮して丸みを帯びた

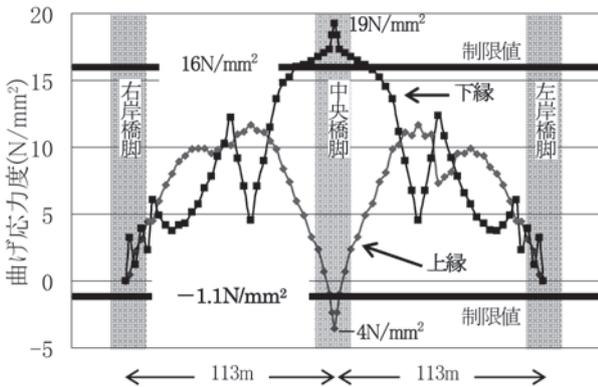


図-3 変動荷重作用時主桁応力（2径間）

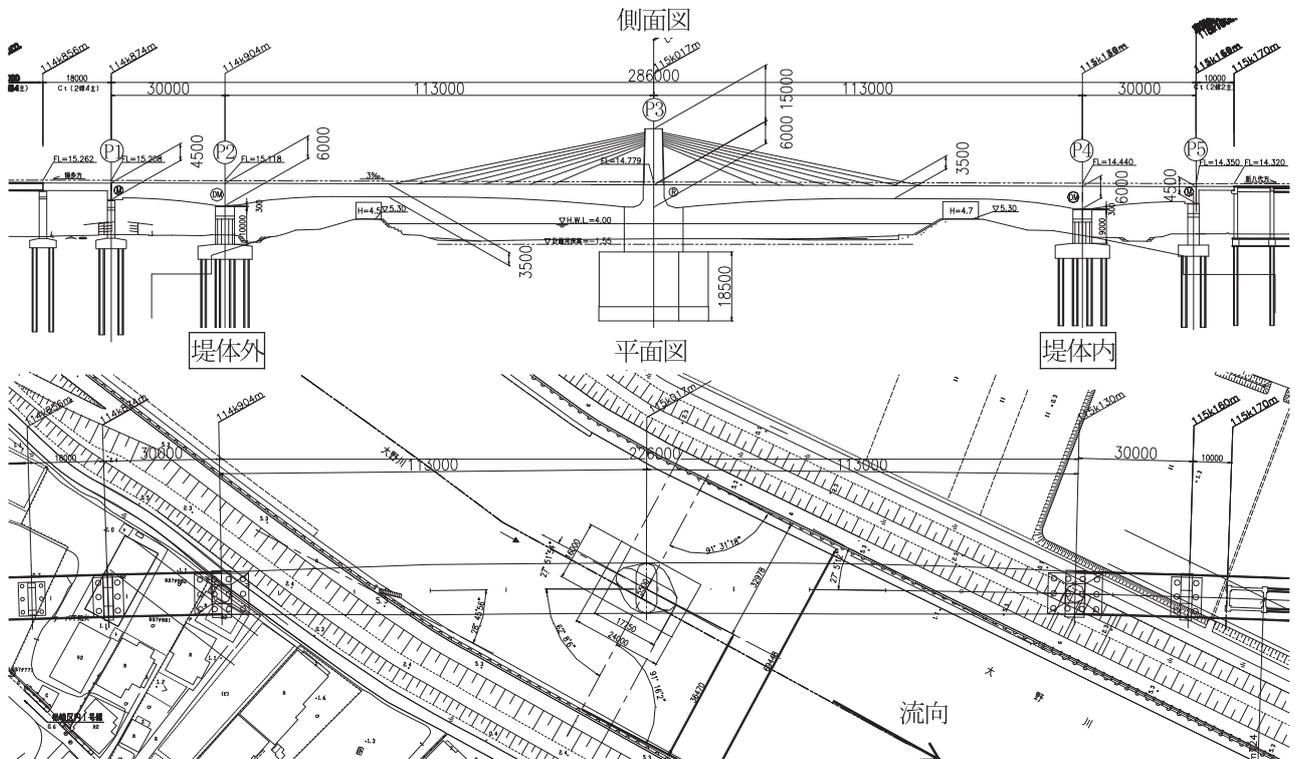


図-4 大野川橋梁全体図（30m + 113m + 113m + 30m）

注) 橋脚の梁の端部から載荷点までの距離と、端部での断面高さの比が1以下の構造

表-2 大野川橋梁の諸元

橋長	: 286m
支間	: 30m + 113m + 113m + 30m
桁高	: 変断面 (3.5 ~ 6.0m)
主桁形状	: 二室箱型断面
主塔形状	: 平行型
主塔高	: 15m
斜材配置	: ファン型二面吊
斜材仕様	: 27T15.2 (エポキシ被覆+PE管)
主塔定着	: 貫通固定方式
下部工	: ケーソン基礎, 杭基礎 (河積阻害率 7.9%)

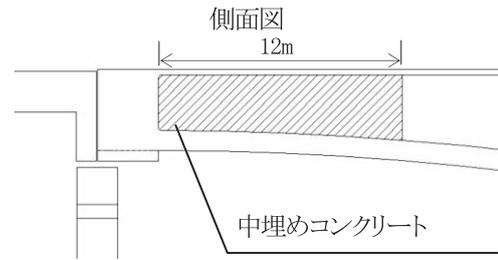


図-7 負反力対策 (箱桁内部)

形状とした (図-5 参照)。

(b) 負反力対策

中央径間に対して側径間が短いことから、変動荷重作用時に端支点に負の反力が生じるため下記の対策を講じている。

- ① 端横桁を 50 cm 厚くする (図-6 参照)
- ② 端部から 12 m の側径間箱桁内部をコンクリートで中埋めする (図-7 参照)

(c) 塩害対策

塩害対策として、斜材にエポキシ樹脂塗装およびポリエチレン被覆の 2 重防錆ケーブルを使用し、定着は桁内定着としている (図-8 参照)。また、橋脚の鉄筋かぶりは 100 mm 以上としている。

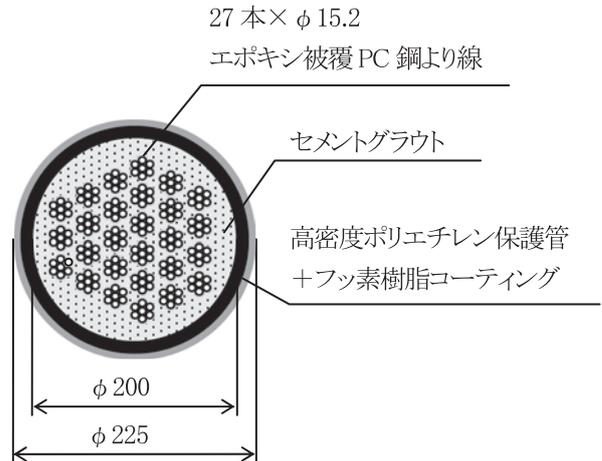


図-8 斜材断面図

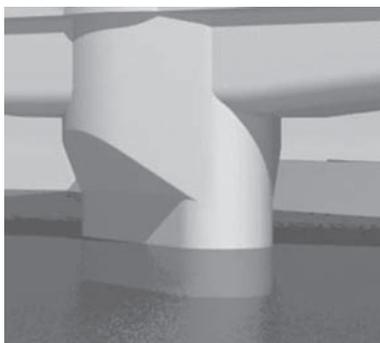


図-5 河川内橋脚コーベル構造

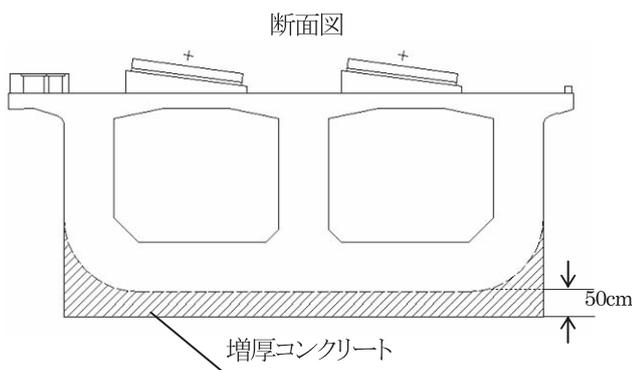


図-6 負反力対策 (横桁部)

### 4. 大野川橋梁の施工

(1) 施工期間

大野川の河口付近では海苔の養殖を行っているため、関係機関との協議により、河川内工事は次のとおり規制された。

- ① 10月～12月：河川内工事休止
- ② 1月～3月：コンクリート打設工事休止

上記のように通常と異なる4月から9月の出水期での施工となるが、河川管理者との協議により、了解を得た。

(2) ケーソン基礎の施工

基礎の施工は、二重締切り工法による築島構築・掘削を行った。また工事工程としては、上記の作業規制などによりケーソンの施工は平成18年1月から9月までとし、コンクリート打設が開始できる4月にケーソン刃口金物設置ができるように調整した。作業は、昼間にく体の構築、夜間に沈下掘削というサイクルで行った。

(3) 上部工の施工

中央径間においてはワーゲンによる片持張出し施工、側径間は固定式支保工による施工を行った。ワー

ゲンによる張出し架設はP2, P3, P4から各々行い、1ブロックを2.5～3.5mとして施工した。上部工の施工については、関係機関との協議により理解を得て通年施工を行った。

#### (4) 斜材の施工

斜材はエポキシ被覆PC鋼より線（27本）とセメントグラウト、高密度ポリエチレン保護管から構成され、保護管もフッ素樹脂コーティングされており、三重の防食・防錆加工となっている。

施工は、まずPC鋼より線を一本ずつ保護管に通し、ねじれが生じないように配置した。緊張は、斜材の主塔における定着が貫通固定式であり、かつ二面吊りであることから、主桁にねじりや偏心応力が発生しないよう、起点・終点側とそれぞれの左右（計4箇所）を同時に行った。

#### (5) 斜材ケーブルの色調

エクストラドーズド橋では、斜材ケーブルの温度変化による伸縮が、主桁のそり、たわみに影響する。特に鉄道橋においては軌道の整備に関わることから、その影響は大きい。

整備新幹線における同じ構造形式での実績では、白色（東北新幹線：三内丸山橋梁）および黄色（北陸新幹線：屋代北・南橋梁）が採用され、温度変化への影響の少ない淡い色としている。

大野川橋梁では、上記の内容を踏まえ斜材ケーブルの色調について検討した。候補としては実績のある白色、黄色のほかに、大野川、不知火海をイメージした淡い水色や周辺の山々をイメージした淡い緑色が挙がったが、大野川橋梁が位置する熊本県宇城市をイ



写真—1 現在の大野川橋梁

メージするキーワード“デコボン、火の国、不知火”から、淡い燈色を採用することとした。

## 5. おわりに

大野川橋梁は、本体および橋面工事が完了し、今後は軌道や電気工事が行われる。現在の状況を写真—1に示す。本施工に関して、多大なるご助言とご理解をいただいた関係各位に、深く感謝申し上げます。

JCMA

#### [筆者紹介]

小林 寛明（こばやし ひろあき）  
（独）鉄道・運輸機構  
新幹線第四課  
課員

