

(115) 佐敷大橋(仮称)の設計・施工

熊本県芦北事務所 耕地課

今田久仁生

鴻池・オリエンタル・佐藤建設工事共同企業体

松田 英夫

同 上

永久 信雄

同 上

正会員 ○吉村 徹

1. はじめに

佐敷大橋(仮称)は、熊本県最南部に位置する芦北地方の広域農道整備事業の一環として計画された3径間連続エクストラードP.C橋である。芦北地方は、東西22km、南北30km程におよび、水俣市、芦北町、田浦町および津奈木町からなっている。東部は九州山地が連なり平地が少なく、港や山あいの河川沿いに町や村が集中するこの地域は、柑橘類の一大産地として有名である。現在、流通と輸送の改善による地域農業の発展と経営の安定を目指し、総延長約23kmにわたり広域農道の整備が進められている。当工事は、この地域の中心である芦北町佐敷地区の佐敷川と湯浦川の合流河口に、町のシンボルともいえるP.C橋梁を施工するものである。図-1に、本橋の完成予想図を示す。

本稿では、佐敷大橋(仮称)の設計および施工について概要を報告する。

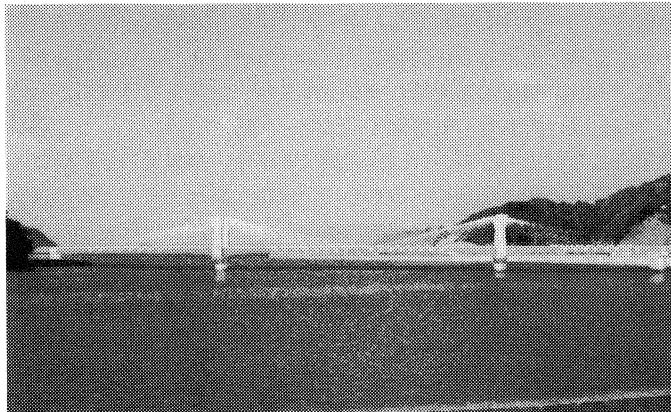


図-1 完成予想図

2. 工事概要

佐敷大橋(仮称)の橋梁概要を、以下に示す。

(1) 工事概要

工事名：芦北地区広域営農団地農道整備事業第1号工事

工事場所：芦北郡芦北町女島(左岸)計石(右岸)地内

工期：平成10年3月10日～平成12年11月30日

発注者：熊本県農政部

(2) 橋梁概要

(上部工)

構造形式：3径間連続エクストラードP.C箱桁橋

架設方式：場所打ち張出し工法

橋長：225.000 m (道路中心) 224.763 m (構造中心)

桁長：224.700 m (") 224.463 m (")

支 間: 60.750 m + 105.000 m + 57.513 m
 有効幅員: 2.000 m + 7.250 m ~ 2.000 m + 10.250 m
 平面線形: $R = \infty$
 縦断勾配: 3.5%~5.0%~1.294%
 横断勾配: 2.0% (歩道) 2.0% (車道)
 活 荷 重: B活荷重
 角 度: A2、P3、P2 = $\angle R$ P1 = 右73° 00'
 塩害対策: I区分

(下部工)

橋 脚: T型橋脚 (鋼管矢板井筒基礎)

P1	杭径 1000mm	35本	43.5m	1基
P2	杭径 1000mm	43本	44.5m	1基
P3	杭径 1000mm	43本	29.0m	1基

橋 脚: 逆T式橋台 (直接基礎)

A2	1基
----	----

3. 上部構造の特徴

図-2に本橋全体の側面図、図-3に主桁断面図、図-4に主塔・橋脚断面図をそれぞれ示す。本橋は、主塔と主桁を剛結し、それを支承で受ける3径間連続エクストラードPC橋である。主桁は2室箱桁断面、主塔は独立2本柱形式であり、斜材は2面吊りラジアルスルー配置となっている。8段で構成された斜材は3.75mの張出しブロック毎に設けており、主塔側では500mm間隔で配置している。斜材定着部横桁は、斜張橋のように斜材定着位置毎に設けておらず、11.25m間隔に3ヶ所、全橋で12ヶ所設けている。斜材定着ブロックは、斜材から主桁への張力の伝達を良くするために、ブロックと主桁が一体となって動くように図-3に示すような構造としている。主桁高さは、2.100m (標準部) ~ 3.200m (柱頭部) と変化し、変化区間はSin曲線ですりつけている。また、P2橋脚左側の張出し第4番目ブロックからP2橋脚右側の張出し第6番目ブロックまでは、40.000mの拡幅区間となっている (図-2、No12+0.000~No11+10.000)。

本橋では、コンクリートの設計基準強度は、主桁および主塔とも $\sigma_{ck} = 40\text{N/mm}^2$ である。PC鋼材は、斜材には19S15.2Ep (SWPR7B・ディビダーク外ケーブルシステム)、主方向には12S12.7 (SWPR7B)を使用している。横方向は、斜材定着部横締めには $12\phi 7$ (SWPR1B)、斜材定着部を除く横桁横締めおよび床版横締めには、1S21.8 (SWPR19)を使用しており、架設時における橋脚と主桁の仮固定には、PC鋼棒 $\phi 32$ (SBPR930/1080)を用いている。また、鉄筋はすべて材質SD295Aである。

エクストラードPC橋では、同規模の斜張橋に比べ主塔高さを低くでき、中央支間長の $1/8 \sim 1/12$ 程が適当といわれている。本橋においては $1/8.6$ となり、ほぼ最適範囲であるといえる。また、主塔高さが低くなることにより、斜材の伸び剛性の鉛直成分が小さくなり、鉛直荷重に対して、より主桁が負担する構造といえる。したがって、活荷重による斜材の変動応力がPC斜張橋 ($10 \sim 15\text{kgf/mm}^2$ 程度) と比較して小さく抑えられ、許容値を桁内ケーブルと同様に $0.6\sigma_{pu}$ (安全率1.67) とできることが特徴の一つである。ただ、変動応力の大きさは主塔の高さのみで決まるものではなく、当然、斜材と主桁の剛比や支点上の支承条件でも異なってくる。主桁と主塔を剛結し、それを支承で受ける連続形式にしている本橋では、変動応力は最大で 10.2kgf/mm^2 とPC斜張橋とほぼ同レベルとなった。このため、斜材の許容値は $0.4\sigma_{pu}$ (安全率2.5)として設計を行っている。

本橋は主塔頂部にサドル構造を採用している。周知のとおり、サドル構造とは、斜材を主塔をはさんで左右の主桁に定着させ、主塔内部は貫通させる構造である。主塔内貫通管は、曲げ半径3.1m~4.4m程の範囲で

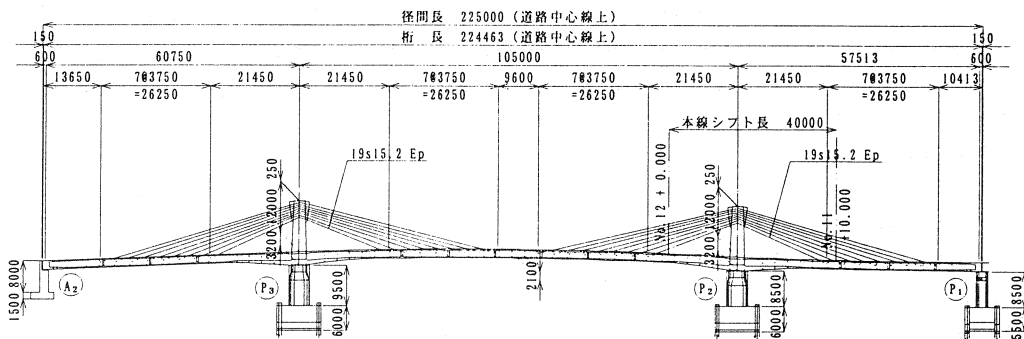


図-2 側面図

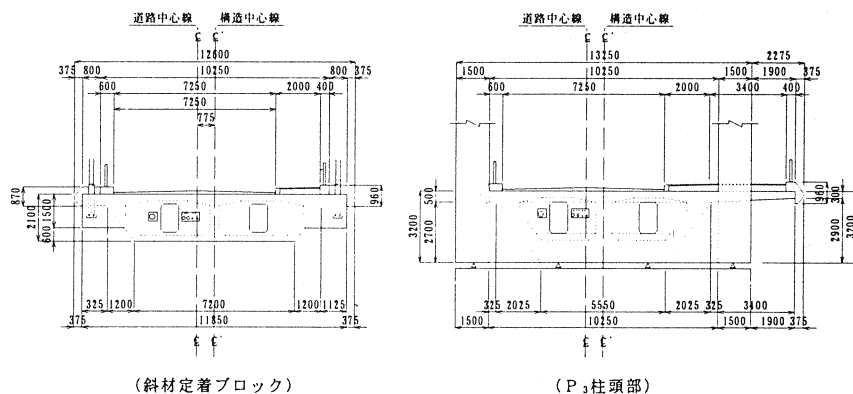


図-3 主桁断面図

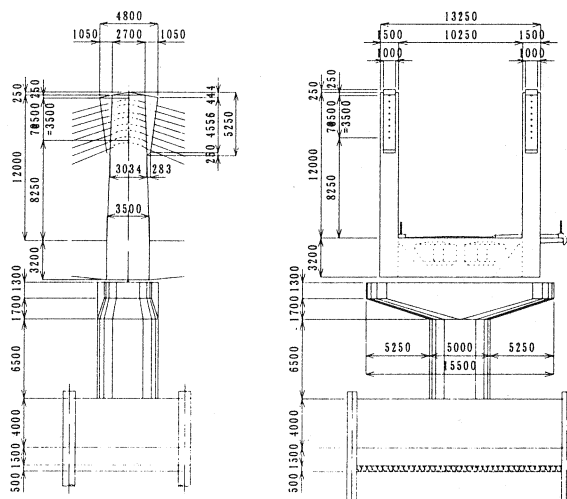


図-4 主塔・橋脚断面図 (P3橋脚)

それぞれ曲線配置されているが、斜材張力の鉛直分力によって、サドル間には中心線に沿う割裂応力が発生する。一般に、サドル構造が採用されるエクストラード橋では斜材配置間隔が非常に狭くなり、かつ、高軸力も加わるため、この割裂応力に対する補強が重要となってくる。補強量を算出する場合の解析方法には、以下に示す方法が既存している。配置間隔が500mmとなる本橋では、②のタイモデルの方法により補強鋼材量を決定している。

- ①FEM 解析
- ②タイモデル
- ③メルシュの割裂理論
- ④支圧応力度 { J R (東日本旅客鉄道) の提案式 }

4. 施工概要

(1) 架設工法および施工順序

本橋の施工要領を、図-5に示す。まず、橋脚の施工完了後、柱頭部支保工の組立ておよび柱頭部躯体工の施工を行う(図-5①)。柱頭部を含めた施工時の揚重作業、コンクリート打設等は、本橋の歩道側に沿って平行に架設した工事用仮設栈橋上にトラッククレーン、ポンプ車を配置して実施する。コンクリートは、柱頭部および側径間は2回に分け打設し、張出し部および中央閉合部は1回打設とする。また、主塔部においては3回に分けて打設を行う。柱頭部完成後、移動作業車(ワーゲン)を組立て、以後、場所打ち張出し工法で張出しブロックの架設を実施する(図-5②~④)。張出しブロックは、1ブロック3mの標準ブロックが5ブロック、および、1ブロック3.75mの斜材定着ブロックが8ブロックの合計13ブロックより形成されている。設計においては、ワーゲンは、左右どちらから据付けても(載荷しても)よい条件で計算を行っている。ただ、P2橋脚の張出し施工においては、前述した40mの拡幅区間により、主桁重量が主塔の左右でアンバランスとなるため、仮支承を経済的にするためにも、P1側ワーゲンを先行撤去する条件で計算している。また、P3橋脚の張出し施工においても、中央閉合部を速やかに架設するために、P2側ワーゲンを先行撤去する条件

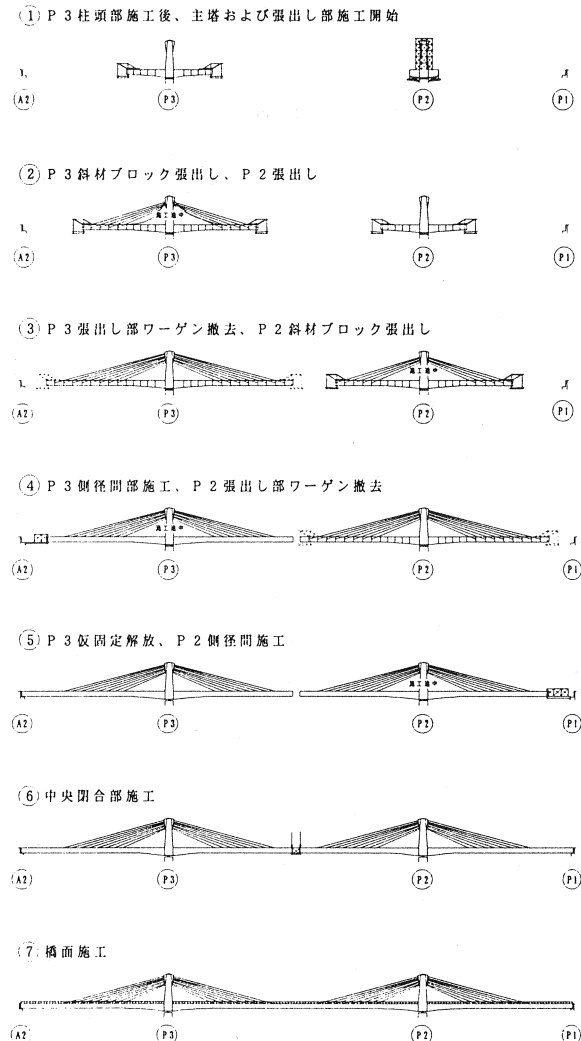


図-5 施工要領図

で計算を行っている。本橋は連続桁のため、張出し施工時には、P2橋脚、P3橋脚をそれぞれコンクリート製の仮支承およびPC鋼棒で固定しておき、所定の構造系が完成した時点で解放を行う(図-5⑤)。仮固定解放後、中央閉合部を吊り支保工により施工する(図-5⑥)。その後、主桁内ケーブルの緊張後、支保工を撤去して橋体の完成となる。最後に橋面を施工し、本橋の完成となる(図-5⑦)。

(2) 主塔およびサドル部

主塔は高さ12.25mの独立2本柱であり、ワーゲンとの取合いから、主桁2ブロック張出し完了後施工を開始する。主塔はサドル部を除く下側6.6m部分を2ロッドに分け、サドル部を1ロッドとした合計3ロッドに分割して施工を行う。最上段の第3ロッド目がサドル構造となっており、サドル鋼管は工場では鉄骨フレーム(架台)に組み込んで現場へ搬入される。サドル部は5m程の高さになるため、工場ではこの鉄骨フレームをさらに2分割して製作される。サドル部は、鋼管および鉄骨フレーム(架台)を併せて1主塔当り6.5tf程の重量になる。現場サドル部のプレハブ化により、製品の高品質化・高いサドル鋼管の据え付け精度・現場での省力化等が実現できる。

サドル部は鋼製内管(STKM13A)とPE製外管(HDPE)の2重管構造となっている。内管内部には、鋼材との付着強度を得るため、また防錆処理も兼ねて、高強度セメントグラウトを注入する。また、本橋は、飛来塩分の多い海上部での施工となるため(塩害対策区分I)、素線防錆のためにエポキシ樹脂塗装を施したPC鋼材(19S15.2Ep)を使用している。

(3) 施工管理計画

エクストラードP.C.橋は、P.C.桁橋とP.C.斜張橋の中間的な構造特性を有しており、主要な施工管理項目としては、主桁の上越し管理と斜材の緊張管理が挙げられる。斜材の緊張管理は、小田原ブルーウェイブリッジをはじめとするこれまでの工事報告によれば、張出し架設される斜張橋のように張出し中に実施される精度管理上の張力調整を行わなくても、通常のP.C.桁橋の施工管理の延長で十分精度良く施工可能であると報告されている。本橋においても、上越し管理は、桁橋と同様に、最終的な主桁の出来高誤差が許容値を満足するように橋体温度および既設部の経時挙動を考慮して実施する。

斜材の緊張管理は、一般の主桁内P.C.鋼材の緊張管理と同様な方法によるものとする。ただし、斜材は主桁外部に配置され、張力の経時変化量が桁内鋼材に比べ大きいことから、施工時の安全性確認のためその経時挙動を把握する必要がある。経時挙動は計測コストを考慮し、振動法を用いて行う計画である。また、斜材によるプレストレス導入量確認のため、主桁張出し基部付近に応力計をセットし、架設ステップ毎の応力度の実測値と設計値を比較し、設計モデルおよび設計条件の妥当性を確認していく予定である。

5. 進捗状況

平成11年7月現在の工事の進捗状況を、写真-1に示す。7月初旬時点において、P3橋脚は頂版および柱部分のコンクリート打設が完了し、引き続き梁部分の施工に取りかかっている。また、P2橋脚は頂版コンクリートの打設が完了し引き続き柱部分の施工に取りかかっており、P1橋脚については、頂版の施工に取り掛かっている。上部工については、9月初旬頃よりP3柱頭部の施工を開始する予定である。

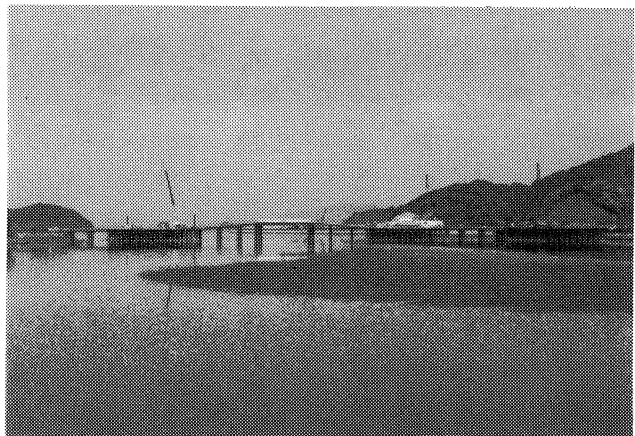


写真-1 平成11年7月時点の進捗状況

6. おわりに

表-1に、エクストラードズド橋の国内の主な施工実績を示す。小田原ブルーウェイブリッジの建設により、エクストラードズド橋は、構造力学的合理性、施工性、経済性、景観性などの観点から注目を受けており、今後ますます施工実績も増えていくものと思われる。また、今後は、第二名神木曾川橋・揖斐川橋を皮切りとした鋼構造との複合化、プレキャストセグメント化などもますます研究され、さらに、波形鋼板を用いたエクストラードズド橋なども計画されるものと考えられる。

表-1 国内のエクストラードズド橋の主な施工実績

橋梁名	施工場所	橋長(m)	支間長(m)	備考
小田原ブルーウェイブリッジ	神奈川県	270.0	74.000 + 122.000 + 74.000	
蟹沢大橋	秋田県	380.075	99.275 + 180.000 + 99.275	
つくはら橋	兵庫県	323.0	65.400 + 180.000 + 76.400	
屋代北橋梁・屋代南橋梁 (北陸新幹線)	長野県	200.0(北)	55.000 + 90.000 + 55.000	
		340.0(南)	65.000 + 105.000 + 105.000 + 65.000	
唐櫃新橋	兵庫県	285.0(西)	74.100 + 140.000 + 69.100	
		260.0(東)	66.100 + 120.000 + 72.100	
木曾川橋・揖斐川橋 (第二名神)	三重県	1145.0(木曾)	160.000 + 3@275.000 + 160.000	施工中
		1397.0(揖斐)	154.000 + 4@271.500 + 157.000	
土狩大橋	北海道	610.0	94.000 + 3@140.000 + 94.000	施工中
都田川橋	静岡県	267.6	133.000 + 133.000	施工中
三谷川第二橋梁	徳島県	152.0	57.900 + 92.900	施工中
保津川橋	京都府	368.0	30.000 + 50.000 + 76.000	施工中
			+ 100.000 + 76.000 + 31.000	

参考文献

- 1) 城野, 多久和, 春日, 岡本: エクストラードズドPC橋の計画と設計, 橋梁と基礎, No. 12, pp. 11~17, 1992.
12
- 2) 睦好: 外ケーブルPC構造物の現状と問題点, コンクリート工学, Vol. 31, No. 8, pp. 24~35, 1993. 8
- 3) 小宮: エクストラードズドPC道路橋の設計に関する一考察, 土木学会論文集, No516/VI-27, pp. 27~39, 1995. 6