

(70) 合角大橋 (P C 斜張橋) の上部工の設計・施工

埼玉県 土木部 ダム砂防課 大野 康夫
 埼玉県 合角ダム建設事務所 高木 幹夫
 " 高橋 直行
 富士ピー・エス, 住友建設JV 正会員 ○ 辻 裕治

1. はじめに

合角大橋は、埼玉県秩父郡の荒川水系、赤平川支川、吉田川に建設中の多目的ダム「合角ダム」によって水没する町道の付け替え道路の一部であり、橋長255mの湖面に架かる2径間連続P C斜張橋である。

本稿は、第4回シンポジウムにおける「耐風設計」、第5回の「下部工および主塔工」に引き続き、上部工の設計・施工について報告するものである。

2. 橋梁概要

本橋の橋梁概要は以下のとおりである。

事業主体:埼玉県

工事名称:町道付替工事(合角大橋その2)

工事場所:埼玉県秩父郡小鹿野町

橋 種:プレストレストコンクリート橋

橋 格:1等橋(3種4級)

構造形式:2径間連続P C斜張橋

橋 長:255m(支間126.5m+126.5m)

幅 員:車道7m, 全幅11.5m

平面線形:R = ∞

縦断線形:0.810%

横断線形:1.5%

主塔形状:逆Y型

斜材形状:セミファン型(2面吊り)

橋脚高:50m

主塔高:63m

基礎形式:直接基礎

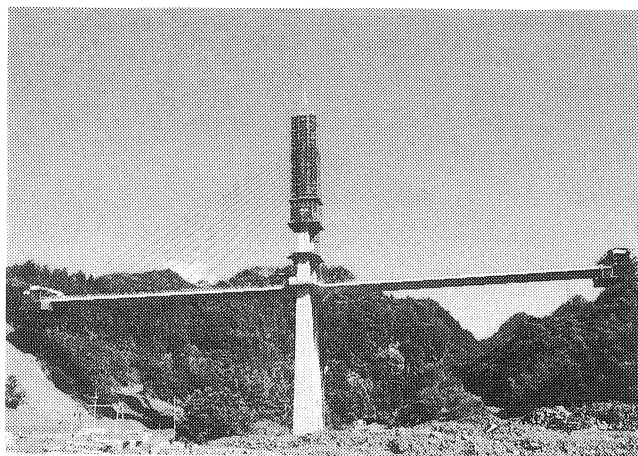


図-1 施工状況

表-1 主要材料表

	材 量	仕 様	数 量
主 桁	コンクリート	$\sigma_{ck}=400\text{kgf/cm}^2$	2.150m ³
	鉄 筋	S D 345	360t
		12φ12.7	22t
	P C 鋼材	φ32	68t
		F200, F270, F360	10t
斜 材	P C 鋼材	F360PH, F500PH	118t
主 塔	コンクリート	$\sigma_{ck}=400\text{kgf/cm}^2$	840t
	鉄 筋	S D 345	96t
	P C 鋼材	φ26	1t
橋 脚	コンクリート	$\sigma_{ck}=240, 400\text{kgf/cm}^2$	2.830t
	鉄 筋	S D 295, 345	380t

なお、主要材料は表-1に示すとおりである。

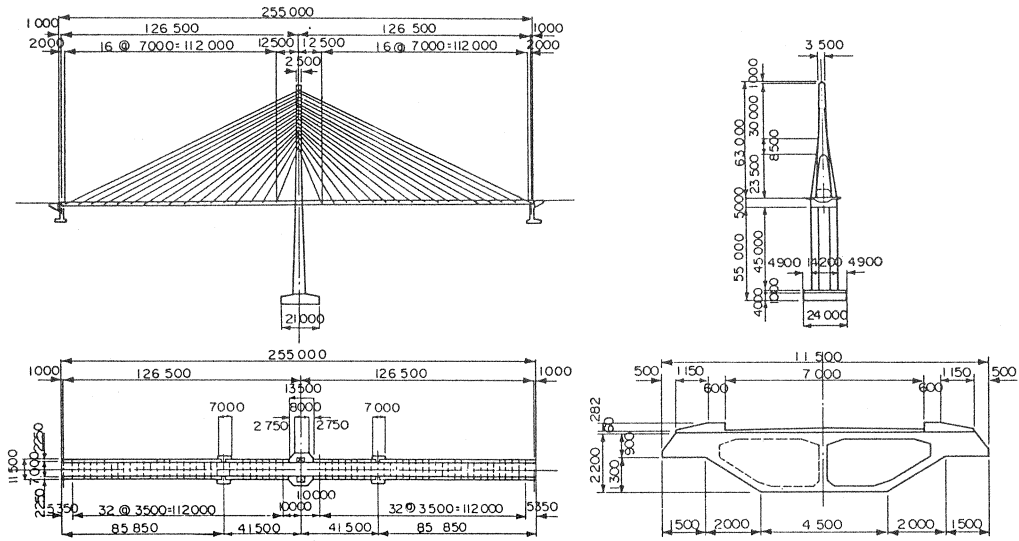


図-2 構造一般図

3. 上部工の設計

構造一般図を図-2に示す。

本橋においては、施工着手前に施工計画に基づいて実施工および実工程に即した設計計算(以下、施工計算とする)を実施した。その内容について述べる。

(1) 架設順序

ディビダーク工法による張り出し架設工法においては、スムーズな工程および労務管理を行うため、左右ブロックの交互コンクリート打設が一般的である。しかし、事前検討の結果37BL以降はアンバランスモーメントにより、橋脚・主塔に -10kgf/cm^2 以上の引張応力が生じる結果となったため、これより先は左右同時打設することとした。なお、31BL~36BLまでは左右ブロックを午前と午後に分けた同日打設とした。

(2) 斜材工

当初、架設斜材の張力導入と1ステップ前の斜材の張力調整を組み合わせる施工してゆき、橋体完成後に全斜材の張力調整を行うこととしていた。

今回、1ステップ前の斜材の張力調整を省略するべく施工計算を実施し、これが可能な導入張力を算出して実施工に反映させた。

(3) せん断に対する検討

本橋は、架設時において、斜材定着点を固定点とした張り

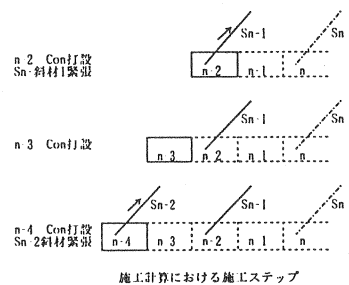
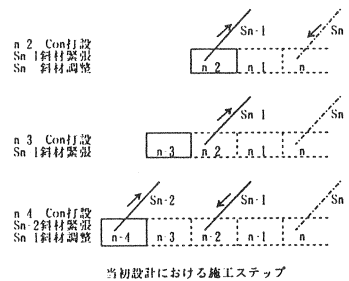


図-3 架設時の斜材緊張順序図

出し梁として(図-4参照)検討したせん断力による斜引張応力度がコンクリート標準示方書に基づく限界値($\sigma = 0.5 f_{ck}^2 / \gamma_c = -20.4 \text{ kgf/cm}^2$)を越えるためせん断鋼棒を配置している。

本橋は、2室3主桁であるため、3フレーム式ワーゲンをを用いるのが一般的であるが、狭い橋面を有効かつ機能的に活用するため、外ウェブ上のみメインフレームのある2フレーム式の改造ワーゲンを使用することとした。これにより、せん断鋼棒の配置は、外ウェブのみにSBPR95/120、 $\phi 32\text{mm}$ の鋼棒が0.5mピッチの配置となった。

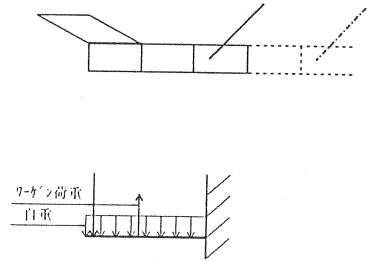


図-4 せん断検討モデル

(4)クリープ・乾燥収縮

本橋は、張り出し長が長く、施工期間も長い架設中のクリープ・乾燥収縮の影響を無視することはできない。しかし、各ブロック毎の材令でクリープ・乾燥収縮の影響を考慮すると非常に計算が煩雑になるため、片側4ブロックを同材令として計算を行った。

(5)側径間施工時の検討

側径間閉合部の施工時期が9月の台風シーズンであるため既設主桁の風によるたわみ変動が懸念される。また、温度変化のみによっても $\pm 8\text{cm}$ のたわみ変動が予想されるため、型枠の設置、コンクリートの出来形および品質面から主桁の先端を固定してから施工を行う。

しかし、温度変化により生じる断面力で下縁に -30kgf/cm^2 程度の引張応力が発生するため、下床版の連続ケーブル6本(全本数19本)を閉合前に緊張して対処することとした。

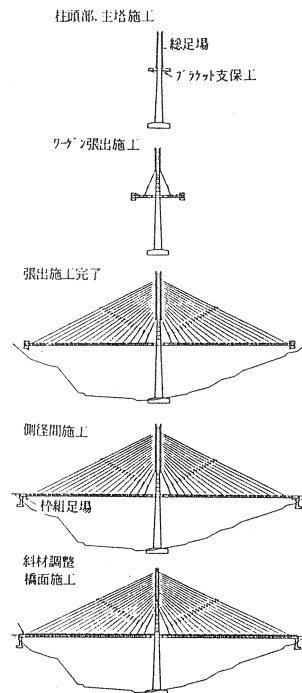


図-5 施工順序図

4. 上部工の施工

(1)柱頭部工

支保工は、橋脚に取り付けたブラケットとビティ枠にて行い、型枠は内外とも合板による木製とした。また、外ウェブには、耐風安定性を考慮して 33° の勾配がつけられているため、内側の表面にはあばたの発生が懸念された。その防止を目的として、内枠には、繊維型枠を使用した。

コンクリートはウェブ付け根までと上床版との2分割施工とし、打設方法は、ポンプ車によった。また、橋脚高が50mと高く圧送負荷が大きいため配管は、橋脚内に埋設した。

(2)張り出し架設工

張り出し施工におけるブロック割りは、斜材の吊り点間隔7.0mに対し、一般・斜材定着両ブロックともに3.5m、とし片側32ブロック、両側で64ブ

工種	日程																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
	一般ブロック									斜材定着ブロック									
コンクリート打設	—																		
養生	—	—	—	—	—	—	—	—	—										
桁緊張																			
ワーゲン移動																			
鉄筋・型枠・民組立																			
斜材引き込み																			
斜材緊張																			

図-6 サイクル工程表

ロックからなる。ワーゲンは、主桁形状は2室3主桁であるため、通常なら3フレームのワーゲンが一般的であるが、狭い橋面を有効に活用するための改造型の特種2フレーム式ワーゲンとした。

外型枠は、転用回数が32回と多いことからステンレスフォームを大パネル一体型とした。内枠は、通常のメタルフォームとしたが、斜材定着ブロック毎に横桁があるため組み出しの容易な骨組みの構造とした。

施工は、アンバランスモーメントにより橋脚・主塔に大きな断面力およびたわみが発生するため、36ブロックまでは左右交互施工としそれ以降は左右同時施工とした。また、その場合の左右の打設量の差は、1ブロックの半分以上は差をつけないようにした。

(3)側径間施工

支保工は、地上よりビティ枠を建て込む。内枠はワーゲンを利用した吊り型枠とし、コンクリートは、ウェブ・下床版と上床版を分割せず一度で打設する予定である。

また、既設桁の先端を四角支柱およびゲビンデ鋼棒にて固定して風および温度変化による変動を拘束する(図-7)。

5. 斜材の施工

斜材は、ケーブルに防錆材を塗布し、ポリエチレン被覆を施したSEEE工法のF-II型のプレファブケーブルを使用している。本橋の場合、斜材の配置がセミファン型でかつ主塔が逆Y型をしているため、さや管を3次元的に位置決めする必要がある。主塔側は、高さ方向はあらかじめ鉄骨に取り付け用のアングルを溶接しておき、鉄骨を所定の位置にセットすることにより自動的に高さが決まるようにした。水平方向はアングルの位置で主塔中心軸からの距離測定にてセットした。主桁側は、鉛直角度については角度計にて、水平角度については鋼管先端の主桁中心軸からの距離測定により所定の位置にセットした。

斜材の架設は、まず、現場にドラムに巻いて入荷された斜材を橋面上に配置したサプライスタンドにセットする。主塔側は、タワークレーンにより引き込み位置まで吊り上げ後(図-8)、主塔上にセットされたウィンチで引き込み固定する。更に、斜材中間点をタワークレーンで吊り上げ斜材全体をドラムから解きほどこき、端部を橋面上のクローラークレーンでつまみローラー上を滑らせて桁側引き込み位置まで引き寄せる。その後、橋面上のウィンチとクローラークレーンで斜材の角度を調整しながら主桁側のさや管内に引き込み(図-9)、斜材先端に引き込み用のシングルストランド(1T21

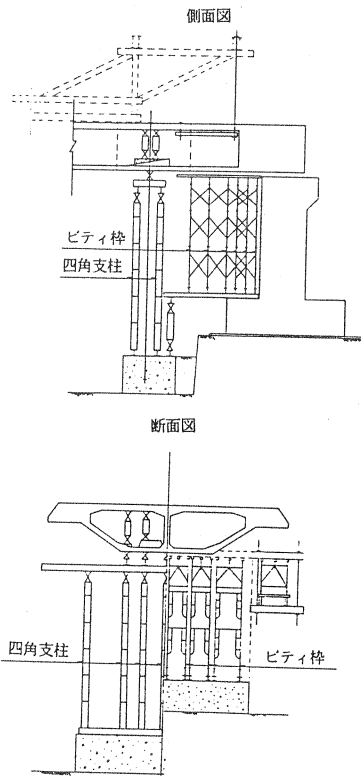


図-7 側径間支保工図

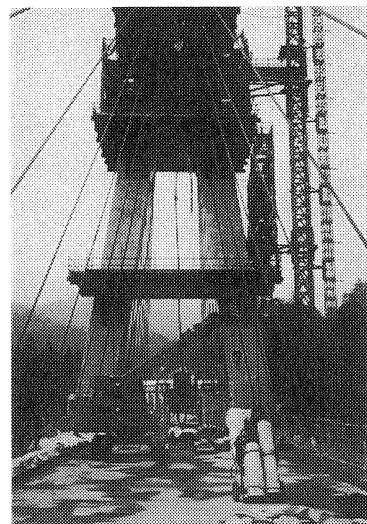


図-8 斜材架設状況(主塔側)

8mm)を継ぎ足し、センターホールジャッキにて所定の長さまで引き込む(図-10)。緊張作業は、主塔側より行い、主桁に偏心荷重が作用しないようジャッキ4台を使って4ケーブル同時に行う。緊張管理は、圧力を主、伸びを従として管理し、緊張後の張力管理は振動法にて行った。

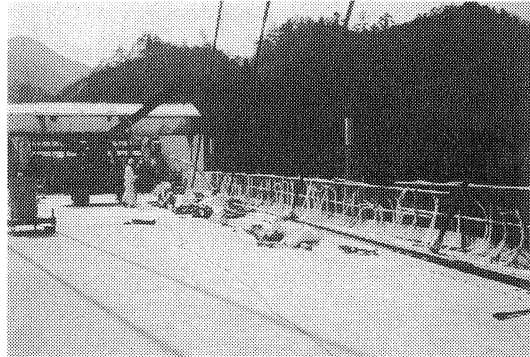


図-9 斜材架設状況(主桁側)

6. 計測および施工管理

本橋の最大張り出し長は122mと大きいにもかかわらず、主桁高さは2.2mと低く断面剛性が小さい。このため、主桁コンクリート打設・ワーゲン移動・斜材緊張時の荷重や温度変化による主桁・主塔のたわみ変動量が非常に大きく、応力も敏感に変化する。

従って、各施工時荷重や温度変化によって生じる主桁・主塔のたわみ変動量、応力、および斜材張力をあらかじめ把握しておき、実際の施工状態を常にこれらと比較していくことが重要となる。本橋の施工にあたっては、種々の計測(図-11、表-2)を行い、各施工段階毎にこれらの実測値と設計値の比較を行った。この作業では、膨大なデータ量を迅速に処理するためにコンピューターによる施工管理システムを活用している。このシステムは、大型コンピューターにて計算された荷重および温度変化による各施工段階での影響値をパーソナルコンピューターに蓄えておき、これらを用いて実測値との比較等を行う(図-12)。

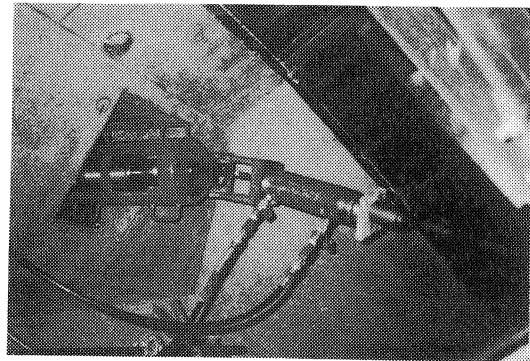


図-10 斜材引き込み状況

(1) 主桁上げ越し管理

各施工段階の主桁の高さは、実際にレベル測量した値を測量時の温度(全体温度・斜材温度・床版温度差)と型枠上の鉄筋等の荷重状態および主塔の傾きの状態によって補正した。この補正值を基に主桁に角折れを生じさせないようなセット高を決定した。

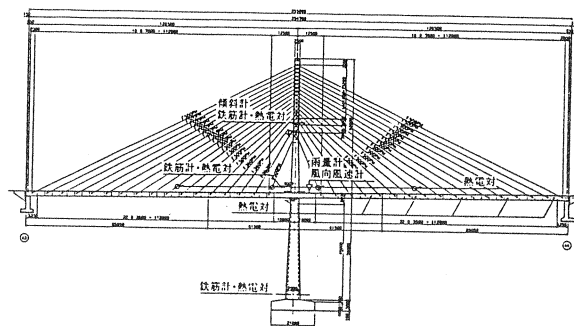


図-11 計測位置図

(2) 斜材緊張

斜材緊張時の張力は、ポンプに取り付けた圧力計と主桁に設置した電子スタッフの計測

値をパソコンで同時に観測しながら決定した。また、緊張作業中にも温度により主桁が変動するため、それらの影響も考慮に入れて斜材張力を決定した。

表-2 計測項目一覧表

項目	部材位置	測定内容	橋所数	使用センサー	設置方法	備考
鉄筋応力	橋脚	上部工張出し施工による アバウトの計測	4	鉄筋計	据え付け	主鉄筋にストレインゲージを貼り付け 同時鉄筋のひずみ量を計測する
	主塔		8			
傾斜	主塔上部	施工形状の確認、張力・アバウトの影響	2	傾斜計	据え付け	主塔中間部付近に橋軸方向・橋軸直角方向に取り付ける
導入応力	斜材	導入張力の確認・桁たわみとの相関把握	4	圧力変換器	移動	緊張時に圧力ホックに取り付、ブレッキ油圧を計測し緊張力を算出
張力変化	斜材	施工段階および温度による張力変化の計測	4	加速度計	移動	サボ型加速度計を測定対象ケーブルに取り付、振動変位を計測し固有振動数から張力を算出する
変形	主桁	主桁高さの変動を計測し、形状管理をする	4	電子スケッチャー	移動	主桁に電子スケッチャーを設置し柱頭部に設置したレザールームによる水準測量を行う
温度	橋脚		7	熱電対	据え付け	1断面
	主塔		15			2断面
	主桁		4			5断面
	斜材		30			6断面
	その他		1			外気温
風向風速	橋面		1	風向風速計	据え付け	
雨	観測		1	雨量計	据え付け	

7. おわりに

平成6年1月橋脚基礎工に着手し、現在進捗率75%といったところであり、張り出し長も100mを越えたところである。今後、温度変化による変動がもっとも大きくなる夏、台風の多くなる秋を迎え、主桁の大きな変動や振動、斜材のレインバイブレーション等が予想される。それらの状況や完成後の施工管理・品質管理結果については、また別の機会に報告したいと考えている。

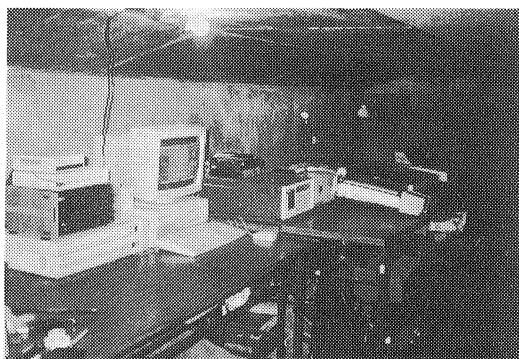


図-12 計測状況

参考文献

- 1)川田, 根岸, 小川, 下田: 合角大橋(PC斜張橋)の耐風設計について, PC技術協会第4回シンポジウム, 1993.10
- 2)川田, 高木, 桜井, 辻: 合角大橋(PC斜張橋)の施工, PC技術協会第4回シンポジウム, 1994.10