

(121) 東雲さくら橋(プレキャストPC吊橋)の設計・施工と性能確認試験

川田建設(株) 正会員 ○渡部 寛文  
 栃木県栃木土木事務所 郡司 和雄  
 栃木県道路維持課 村上 敏夫  
 (株)富貴沢建設コンサルタンツ 正会員 岸 靖佳

1. はじめに

本橋は渡良瀬遊水地<sup>しののめ</sup>水生自転車道の黒川横断部に計画されたものである。兩岸は、現在、河川環境整備と東雲公園の整備が進められており、本橋は兩岸の公園を結ぶ連絡橋となるので、公園のシンボルとして特に景観への配慮が求められた。検討の結果、ケーブルが構成する優美さ、塔によるシンボル性、自転車道の縦断計画による構造高さの制限などから、国内では初の形式となるプレキャストPC吊橋を採用することとなった。

本報告はその設計・施工および本橋完成後に行った性能確認試験について述べるものである。

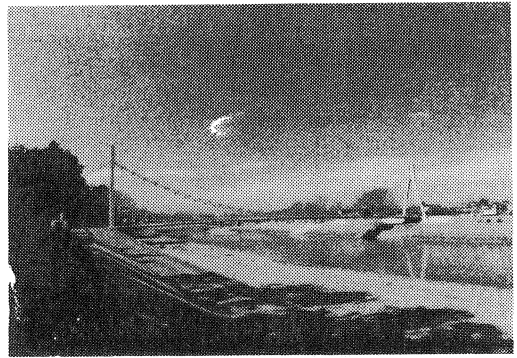


写真-1 完成形状

2. 設計概要

構造形式：単径間PC吊橋(図-1)

橋長：96.50m

中央径間：94.50m

主塔：熱間成形角形鋼管 700×700 H=18.70m

有効幅員：4.00m(中央部)~6.00m(端部)

縦断勾配：1/94.5 放物線(平均2.1%)

床版：プレストレストコンクリート

床版厚 14cm(中央部)~50cm(ハンガー部)

設計基準強度 500kgf/cm<sup>2</sup>

PC鋼材：縦締め 19-S15.2B

横締め 1-S15.2B

ケーブル：スパイラル×217 φ104mm

破断強度1001.0tf, 安全率Fs≥3.0

ハンガー：スラット7×7 φ24mm

破断強度 40.4tf, 安全率Fs≥3.5

等分布荷重：350kgf/m<sup>2</sup>(ケーブル張力計算時)

500 " (床版,ハンガー,せん断キ設計時)

150 " (補剛桁としての応力検討時)

100 " (地震時)

風荷重：450 " (設計風速 55m/s)

緊急車両荷重：5.0tf

設計水平震度：K<sub>n</sub>=0.2

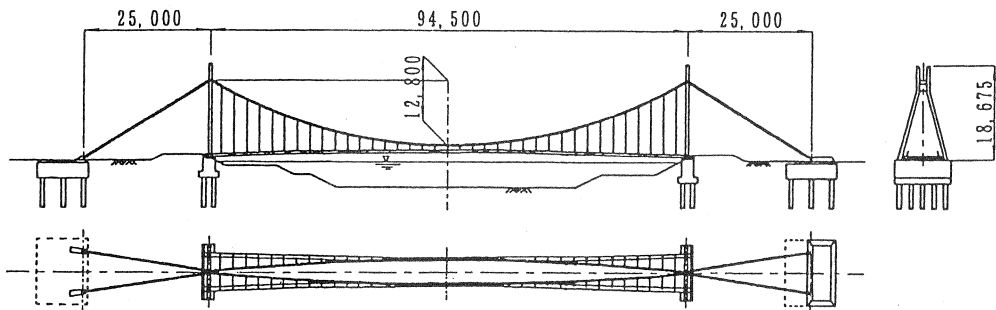


図-1 全体一般図

## 2. 床版の設計

床版はハンガースパン(2.5m)で分割される全38個のプレキャストコンクリート製(図-2)で、床版厚さ14cm、ハンガーを定着する増厚部は50cmである。床版の応力照査は、ブロック単体として橋軸、幅員両方向と、せん断キーについて行った。また、床版の横剛性の大きさ、縦締めPC鋼材による一体化を考慮し、床版を補剛桁と見なした場合の活荷重応力をPeeryの影響線解法により求め照査した。その結果、面内方向では群集荷重 $150\text{kgf/m}^2$ までの範囲はフルプレストレスであり、補剛桁として機能することを確認した。同様に、面外方向についても設計水平震度 $K_h=0.2$ の地震荷重を載荷すると同時に地震時活荷重 $100\text{kgf/m}^2$ による面内応力を合成し、断面がフルプレストレスであることを確認した。床版ブロックのハンガーへの定着は、橋軸方向の一端をハンガー、他端を隣接ブロックとのせん断摩擦によって支持される。このため、橋軸方向の端面にはせん断キーを設け、せん断力が隣接ブロックに確実に伝達される構造とした。

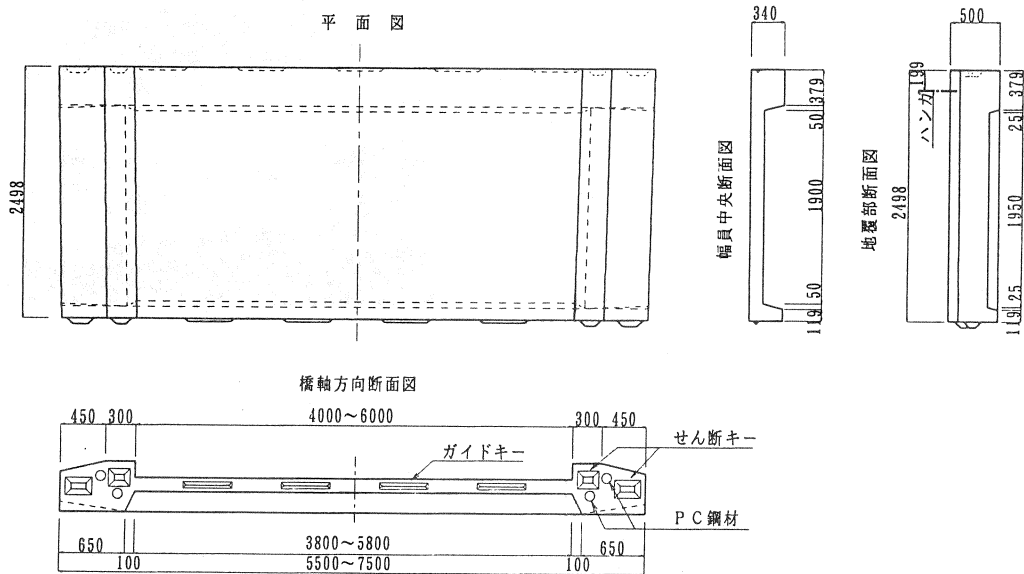


図-2 床版ブロック形状

## 3. ケーブル類の設計

ケーブル最大張力はバックステーの塔頂付近に発生し、群集荷重 $350\text{kgf/m}^2$ 満載時で1本あたり $321\text{tf}$ となる。安全率3.0以上を確保するため、ケーブルにはスパイラルロープでも太径の $\phi 104\text{mm}$ を用いた。また、ハンガー張力は有効幅員が橋軸方向で変化することから主塔に最も近いハンガーで最大となり、群集荷重 $500\text{kgf/m}^2$ 満載時で $11.4\text{tf}$ である。ハンガーには構造用ストランドロープ $\phi 24\text{mm}$ を用いた。ただし、ハンガー長の短い支間中央付近の7本については、ストランドロープではなくアイフォークを用いた。

## 4. 施工概要

本橋の架設地点直下の河川部は、架設時期である冬の渇水期に限り埋め立てが可能であったため、ほとんどの作業を地上で行うことができた。またプレキャスト部材を使用したことから、現場工期は主塔の建て込みから橋体完成まで約3ヶ月であった。

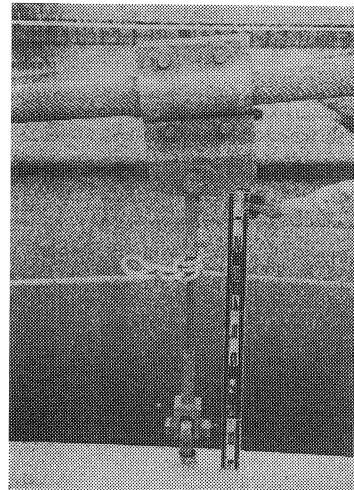


写真-2 ハンガー形状

#### 4. 1 プレキャスト床版の製作

プレキャスト床版はブロックごとに寸法が異なるため、型枠は鋼製型枠を使用し、幅員方向の長さや地覆の角度を調整しながら同一のものを転用することとした。

また、縦断勾配が放物線のためブロック間の鉛直方向にわずかな折れ角が発生するが、現場における橋軸方向の緊張一体化の際、ブロック間に樹脂を注入して形状を安定させるため、この折れ角によるすき間を樹脂の充填スペースとし、ブロック端面自体は底面に直角な形状で製作した。

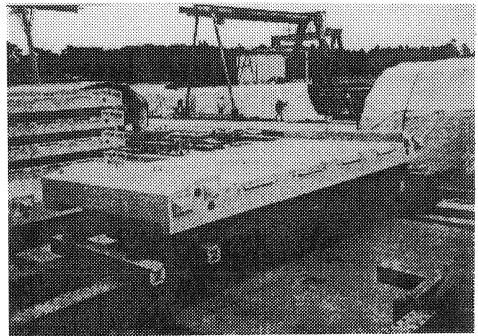


写真-3 床版ブロック

#### 4. 2 ケーブル類の架設

ケーブル架設に際しては、キャットウォークなどの大がかりな空中足場は設けず、河川内の埋立て部に架台を組み、ウィンチにてケーブルを展開した。

本橋のケーブルは平行吊りではなく、1基の塔頂サドルから支間中央に向かってケーブルが広がって行くモノデュオ式である。ケーブルは架設直後幅員中央より鉛直に垂れているので、架設用ストラットで完成時の幅までケーブルを広げ、所定の角度になるようハンガークランプを取り付けた。

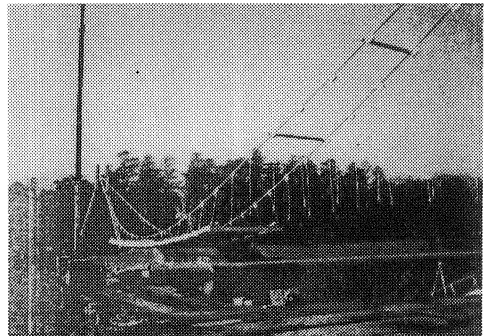


写真-4 架設状況

#### 4. 3 床版の架設

架設途中における床版形状は複雑に変化する。この変形による過剰な応力を発生させないためには、架設しようとするブロックと既設ブロックとの間を接着剤などで固定することはできない。一方、橋軸方向の緊張一体化は全ブロック架設完了後に行うので、ハンガーに一端定着されるブロックは他端を別の方法で仮支持する必要がある。

そこで、ブロックの地覆上に架設用ブラケットを取り付け、ヒンジ状態で隣接ブロックに荷重を預ける構造とした。

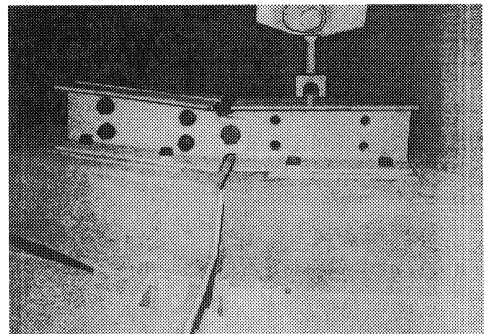


写真-5 ブラケット

#### 4. 4 橋軸方向PC鋼材の緊張

床版ブロックの架設完了後、ブロック同士のすき間に樹脂を注入、硬化を確認してから橋軸方向PC鋼材の緊張を行った。PC鋼材は15.2mmのストランドを1ケーブルにつき19本使用し、定着具はモノグループシステム、緊張ジャッキはセンターホールタイプの500tf型を用いた。

最終緊張力は1ケーブルあたり300tf、全4ケーブルで1200tfに達する。PC鋼材のセット時には、各ストランドの緊張力をそろえるため、小容量のジャッキ（4tf型）を用いてストランドを1本ずつ予備緊張した。

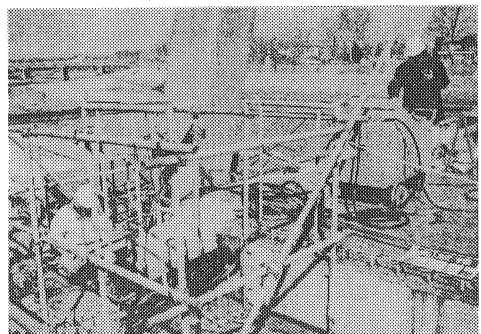


写真-6 緊張状況

## 5. 性能確認試験

本橋の設計理論の妥当性を検証するため、以下に述べる2種類の試験を行った。

### 5.1 静的たわみ試験

支間中央付近, 1/4点付近に乗用車数台を載荷し, 鉛直たわみを測定した。結果は下図のとおり, 解析値と実測値がほぼ一致するものとなった。

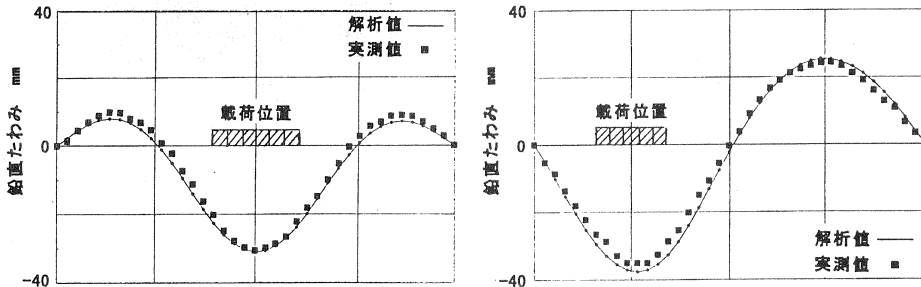


図-3 静的たわみ

### 5.2 固有値振動試験

試験者1, 2名が橋上を一定歩速(0.5~3.0Hz)で歩行または定位置でジャンプし, その面内, 面外方向の応答を加速度センサで測定した。

結果は実測周波数が解析周波数にかなり近い値を得た。これにより本橋が理論どおりに挙動していることがわかった。

また, 得られた振動波形から対数減衰率を求めたところ, 0.025という数値を得, 一般的なPC吊床版橋とPC斜張橋の中間的な値となった。

表-1 固有周波数測定結果

	実測値(Hz)	解析値(Hz)
面内たわみ	0.550	0.465
面外たわみ	1.225	1.157
ねじれ	3.375	3.274
対数減衰率	0.025	-

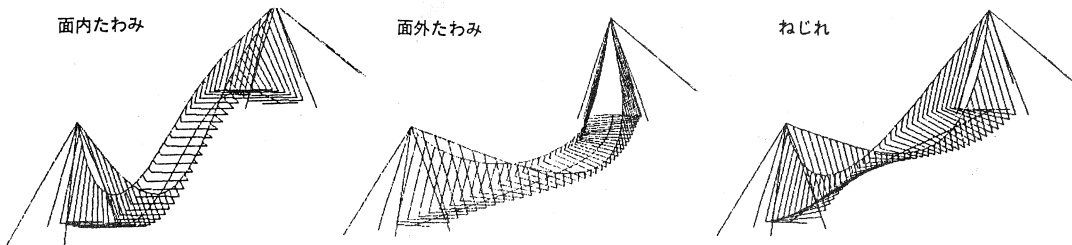


図-4 振動モード

## 6. おわりに

PC無吊橋は, きわめて構造高さが低い橋梁形式である。しかし, プレキャスト床版パネルを縦締めPC鋼材にてプレストレスを与え一体化することにより, 通常の荷重域では補剛桁としての十分な剛性を示す。また, 静的, 動的な応答は設計値とほぼ一致し, 設計理論の妥当性が証明された。

本橋の供用開始は, 現在整備が進められている公園の開園に合わせて行われる予定である。

### 参考文献

- 1) 岸 靖佳, 郡司和雄: PC無補剛吊り橋の設計と構造特徴について, 第24回 土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集, 平成9年3月
- 2) 渡部, 郡司, 村上, 岸: PC無補剛吊り橋の設計と施工計画, 第7回シンポジウム論文集, 平成9年10月