

おおがね
大金吊り橋の設計と施工

川田建設株式会社 正会員 ○渡部寛文
栃木県南那須町 佐藤光明
同上 吉葉克則
川田建設株式会社 横山勝裕

1. はじめに

南那須町は東京から北へ約 150km, 栃木県の東部に位置し, のどかな田園地帯と宇都宮圏のベッドタウンという 2 つの性格を持つ。中世には東山道の経路としても栄えた。現在, ミニ独立国「大金いかんべ共和国」を創設し, 町を挙げてさまざまなイベント活動を行っている。

大金吊り橋は, 町が整備を進めている「緑のせせらぎ遊歩道」の荒川横断部に建設された PC 吊橋である。荒川は那珂川の支流で, 町のほぼ中央を大きく蛇行しながら南北に流れ, 遊歩道は川の土手に沿って設けられる。同橋は遊歩道の一施設としてだけでなく, 町のシンボリックなモニュメントとして位置づけられている。

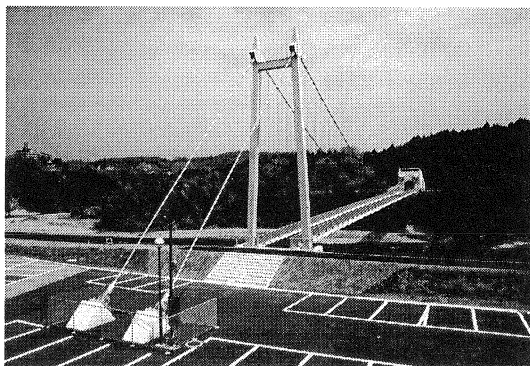


写真-1 大金吊り橋

2. 設計概要

構造形式：単径間 PC 吊橋 (図-1)

橋 長：97.0m

中央径間：95.0m

有効幅員：3.00m

縦断勾配：5.0% (平均)

主 塔：鋼製 □700mm H=21.54m

床 版：プレストレストコンクリート

床版厚 14cm(標準)~34cm(地覆)

$\sigma_{ck}=50\text{N/mm}^2$ (プレキャスト)

40 " (場所打ち部)

アンカレイジ：鉄筋コンクリート $\sigma_{ck}'=24\text{N/mm}^2$

ケーブル：スパイラルロープ 1×217 ϕ 95mm

ハンガー：ストランドロープ 7×7 ϕ 14mm

PC鋼材：縦締め 12S15.2B (ポストテンション)

横締め 1S15.2B (プレテンション)

等分布荷重：2.0kN/m²(ケーブル, 補剛桁応力算出時)

3.0 " (床版, ハンガー計算時)

風 荷 重：4.5 " (設計風速 55m/s)

設計水平震度： $K_h=0.2$

竣 工：2002.9

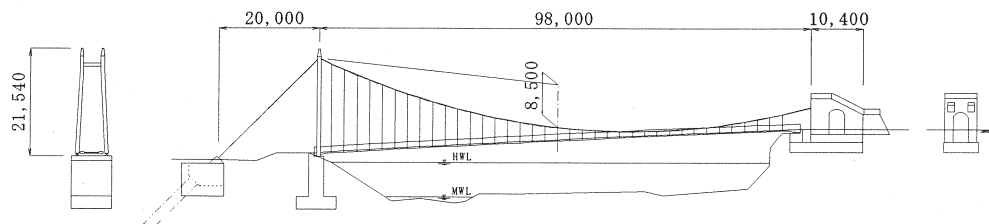


図-1 全体一般図

2.1 アンカレイジ・橋台の設計

アンカレイジは左岸側を地中に、右岸側を地中および地上に設けた。右岸側の地上部は最上段が展望台となっており、ここから町が一望できる。兩岸ともに、当初重力式として設

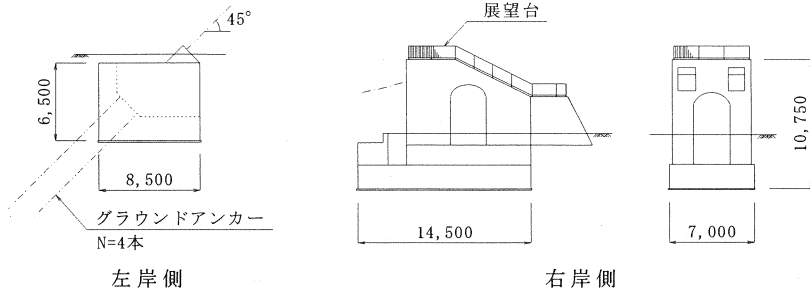


図-2 アンカレイジ形状

計を開始したが、左岸側については背後に町営プール施設があり、掘削時（深さ約7m）に土留め工が必要となった。そこで、アンカレイジの長さを短縮し、水平力の不足分（約3.5MN）をグラウンドアンカー（12φ12.4mm×4本）で補う方法を新たに考案し、工費などを比較検討した結果、グラウンドアンカー方式を採用することとした。

躯体コンクリートは地盤に接する下段と、ケーブルアンカー金物（鋼棒φ80mm×6本/箇所）を設置する上段の2段階で打設する。上下段の打設に時間差があるため、界面に発生する応力の検討としてFEMを用いた温度応力解析を行った。その結果、表面のごく一部にひび割れ発生が予想されるものの、全体として大きな問題はないことがわかった。

主塔下部の橋台については、一般的な直接基礎形式で設計を行った。

2.2 主塔の設計

主塔は角部の形状処理が一般材よりもシャープな熱間圧延角形鋼管(SHC)を用い、下端に支承を設けたヒンジ構造とした。右岸が段丘の発達した高台となっていることから、主塔は左岸側のみに設け、右岸側はアンカレイジの地上部にケーブルを直接定着する非対称構造とした。右岸側の主塔を省略したことにより、橋体は非常にスレンダーな印象を受けるものとなった。

2.3 ケーブル類の設計

設計荷重時のケーブル最大張力は、左岸側バックステイの2.93MNと計算された。ケーブルの安全率を通常の3.0とした場合、必要径はスパイラルロープに対しφ100mm以上の極太径となり、輸送、架設が困難となる。安全率3.0はサドルによるケーブルの曲がりを考慮し定めており、サドルを用いず直線定着とした場合は、斜張橋に準じ2.5とすることが可能である。そこで、ケーブルをバックステイと中央径間部に分離し、それぞれをアンカレイジと塔頂に定着することにより、バックステイの安全率を2.5に低減した。この結果、ケーブル径をφ100mm以下（φ95mm）とすることができた。

バンドの設計については、太径のケーブルを用いることから、形状が大きくなるよう意匠上配慮し、上下分割式の筒形とした。ハンガーはこれに鞍掛けして架設するため、曲線部が生じる。その対策として、ハンガーの安全率をやや大きくとり（通常3.5に対

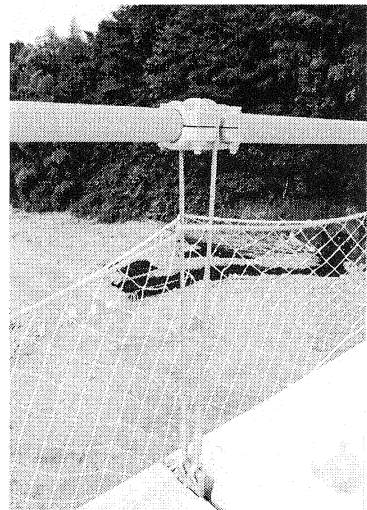


写真-2 バンドとハンガー

し 4.0), ストランドロープ $\phi 14\text{mm}$ を用いた。

2.4 床版の設計

床版はハンガーピッチ (2.5m) で分割される全36ブロックのプレキャストコンクリート (図-3) と、径間端部の場所打ちブロックからなる。床版厚 14cm, ハンガーを定着する地覆部は 34cm で、ブロックの橋軸方向縁にはリブを配置した。床版の応力照査は、ブロック単体として橋軸、直角両方向について、また床版の橋軸方向刚性および縦締め 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求め照査した。その結果、面内方向では等分布荷重 2.0kN/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。面外方向については、地震時に縦締め PC 鋼材が降伏しないという条件で設計した。隣接する床版ブロック同士の連結は、架設途上における変形を考慮し、ハンガーの定着を兼ねる連結金具を介したピン構造とした。全ブロック架設完了後、連結部に無収縮モルタルを注入し、硬化後プレストレス導入により一体化する。

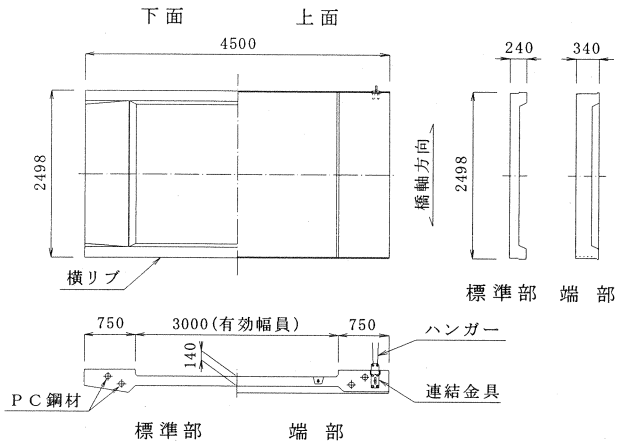


図-3 床版形状

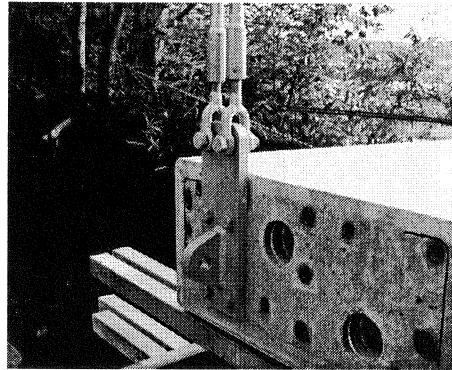


写真-3 床版連結金具

3. 施工

本橋は河床から橋面までの高さが 15m 程度、また工期が河川流量の少ない時期であり、さらに部材のほとんどを工場製作としたため、径間部の作業 (ケーブル・床版架設) は河川内を短期間埋立てて行った。ケーブルの展開準備から床版の緊張グラウトまでの工期は約 1 ヶ月であった。

3.1 アンカレイジ・橋台の施工

アンカレイジは掘削完了後にまず下段躯体を構築し、左岸側についてはグラウンドアンカーを施工した。その後ケーブルアンカーと支持フレームを設置し、上段の天端・側面およびアンカー周りに配筋を行い、コンクリートを打設した。コンクリート打設量は両岸アンカレイジで合計 2800m^3 となった。橋台は躯体構築後 (打設量 220m^3)、主塔架設位置にヒンジ支承を取り付けた。

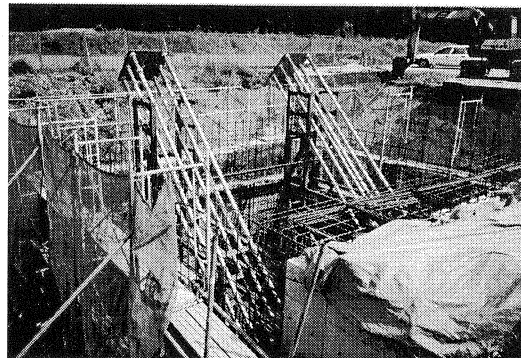


写真-4 ケーブルアンカーと支持フレーム

3.2 主塔の架設

主塔は塔頂部と脚部に3分割した状態で搬入し、現場溶接にて組み立て、架設した。ケーブルが架設されるまでの間、主塔は回転に対しフリーとなるので、兩岸アンカレイジより仮設ワイヤにて支持した。

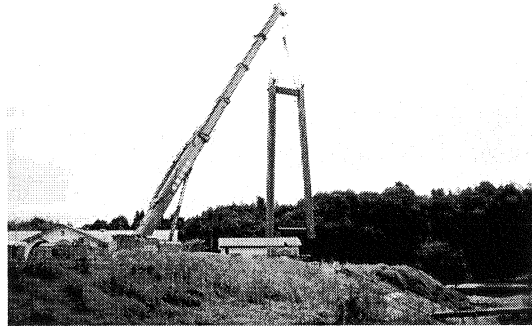


写真-5 主塔の架設

3.3 ケーブルの架設

ケーブルの展開は、主塔の横にアンリローラを据え付け、河川内の埋立部にローラーを載せた架台を配置し、対岸からウインチで引っ張りながら行った。架設は数台の油圧クレーンで直接吊り上げ、端部ソケットをアンカレイジおよび塔頂の定着金物に定着した。バンドの取付は形状が小型化されたことにより軽量となり、取付精度と作業性を確保できた。

3.4 床版の架設

床版は連結金具にピンを通すことにより架設されるので、1ブロックあたりの作業時間は短く、全36ブロックのプレキャスト部材は3日で架設された。縦締めPC鋼材の緊張に際しては、床版厚に比較して導入力が大きく(合計約8.0MN)、しかも導入初期の緊張力バランスが床版応力に影響を与える。このため、プレテンション鋼材のセットに用いる低容量ジャッキ(20kN型)にて1本ずつ予備緊張を行い、その後全鋼材を同時に緊張することにより、所定の緊張力を確実に導入することが可能となった。

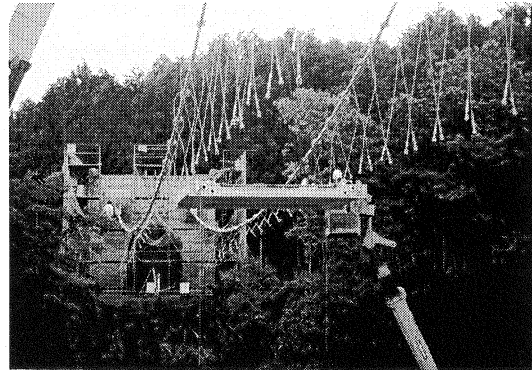


写真-6 床版架設

4. おわりに

中小径間橋梁の新たな形式であるPC吊橋は、プレキャストコンクリート床版をPC鋼材にて緊張一体化することにより、静的・動的安定性に優れたものとなる。シンボル性が高く、アメニティー空間を提供できる形式として、今後の普及が望まれる。

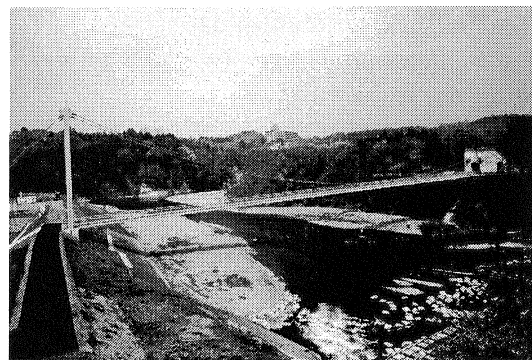


写真-7 完成形状

参考文献

- 1) 日本道路協会：小規模吊橋指針・同解説，1984.4
- 2) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 3 コンクリート橋編，2002.3