

(127) ^{だい にち ばし} 大日橋 (PC吊橋) の設計と施工

川田建設(株) 正会員 ○渡部 寛文
 日光市建設課 福田 栄仁
 鈴木 秀一
 (株)富貴沢建設コンサルタンツ 正会員 岸 靖佳

1. はじめに

日光は栃木県の西北部に位置し、市東部の平地から県最高峰の白根山まで標高差2000m以上に及ぶ、低山帯から高山帯までのさまざまな動植物の宝庫となっている。また、1999年12月にはユネスコ(国連教育科学文化機関)の世界遺産に「日光の社寺」が登録され、国内のみならず海外からも多くの観光客が訪れている。

日光市ではこれらの自然や歴史に接しながら散策のできる歩道(ウォーキングトレイル)を整備しており、本橋はルート上の含満淵^{かんまんぼち}と呼ばれる景勝地付近の大谷川横断部に計画された。自然豊かな観光地の歩道という性格から特に景観が重要視され、優美な印象を与える

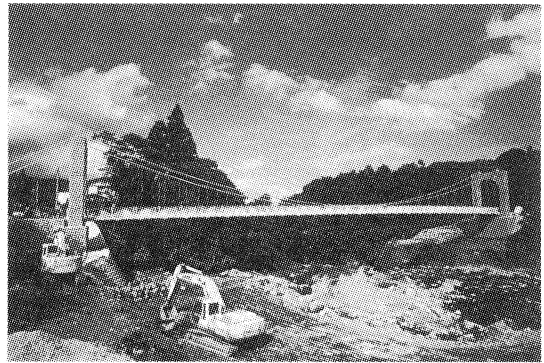


写真-1 全体形状

ケーブル形状、モニュメント性の高い石積み風の主塔、そしてスレンダーな床版などから、PC吊橋を採用するに至った。主塔に鉄筋コンクリート、床版にPC部材を用いた吊橋は本邦初の構造形式である。

2. 設計概要

構造形式：単径間PC吊橋(図-1)

橋 長：75.0m

中央径間：73.0m

有効幅員：3.00m

アカジ^ア主塔：鉄筋コンクリート $\sigma_{ck}'=24\text{N}/\text{mm}^2$

床 版：プレストレストコンクリート

床版厚 14cm(歩道部)~34cm(地覆部)

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

40 // (場所打ち部)

ケーブル：スパイラルロープ 1×217 $\phi 85\text{mm}$

ハンガー：ストランドロープ 7×7 $\phi 14\text{mm}$

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, 補剛桁応力に対して)

3.0 // (床版, ハンガーに対して)

風 荷 重： 4.5 // (設計風速 55m/s)

雪 荷 重： 1.0 //

設計水平震度：K_h=0.2

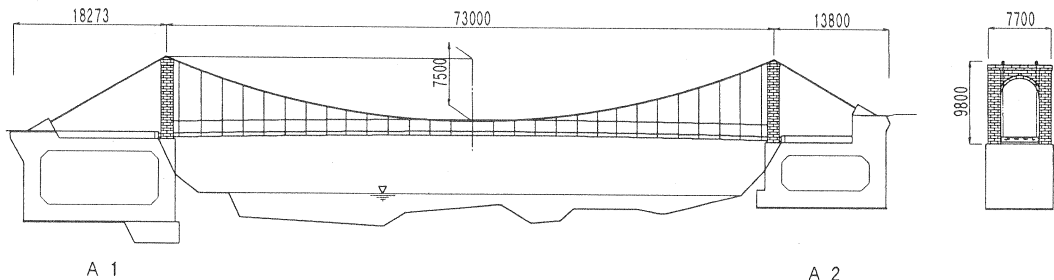


図-1 全体一般図

2.1 アンカレジ・主塔の設計

アンカレジと橋台は一体のボックス形状になっている。これはアンカレジが重力式のためある程度のボリュームが必要となり、しかもケーブル定着部と橋台との距離が13.8m~18.3mと短いことによる。躯体は鉄筋コンクリート製、ボックスの厚さ1.5m~2.0m、重量は1基あたり約20MNである。基礎形式は地盤が比較的良好なことから直接式とした。

主塔は橋台に剛結された鉄筋コンクリート製で、化粧型枠による石積み風の表面仕上げとなっている。塔頂にはケーブルを受けるサドルを設けるが、床版架設にともなうケーブルの伸びにより主塔に倒れが生じないように、サドルは橋軸方向にスライドし、調整ボルトにより所定の位置にセットできる構造とした(写真-2)。

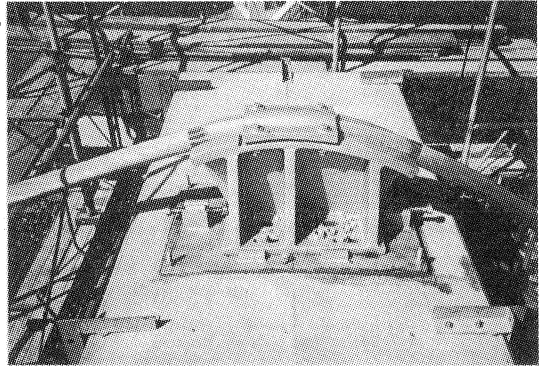


写真-2 塔頂サドル

2.2 床版の設計

床版はハンガーピッチ(2.5m)で分割される全28ブロックのプレキャストコンクリート(図-2)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ている。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行った。また、床版の剛性および縦締め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Peeryの影響線解法により求め照査した(図-3)。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。面外方向についても設計水平震度 $K_h=0.2$ の地震荷重による応力に面内死荷重時応力を合成し、フルプレストレスであることを確認した。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金具を介してピン構造とした(写真-3)。全ブロック架設後は、連結部へのモルタル注入およびプレストレス導入により一体構造となる。

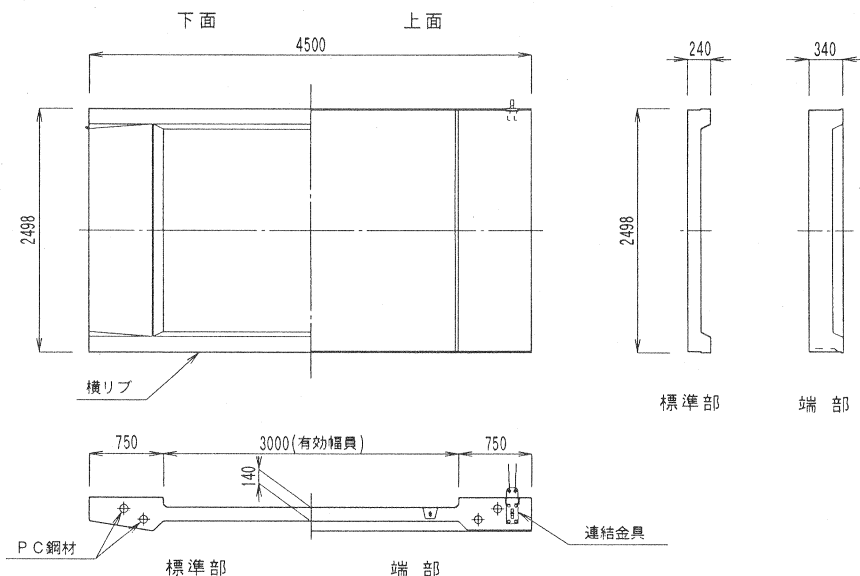


図-2 床版ブロック形状

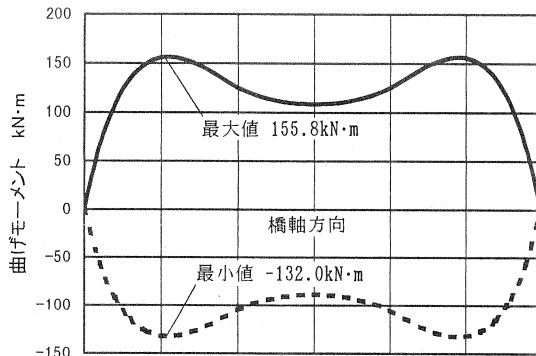


図-3 Peeryによる影響線解析結果

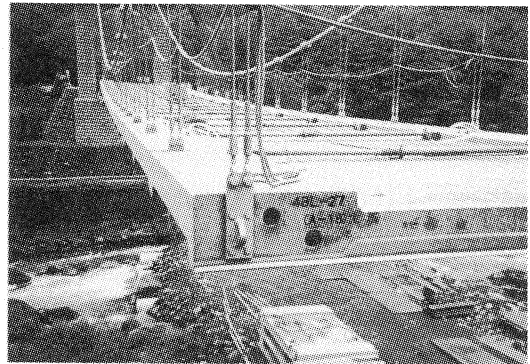


写真-3 連結金具

2.3 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 2.0kN/m^2 満載時で1本あたり 2.1MN となる。ケーブルにはスパイラルロープ $1\times 217\ \phi 85\text{mm}$ を用いた。定着にはアンカーフレームを設けず、アンカレジ後方までケーブルを貫通させ、外ネジを切ったソケットとリングナットによる支圧定着とした（写真-4）。この方法は側径間にハンガーのないバックステータイプの吊橋に対して有効である。

ところで、径間長に比較して太径のケーブルを用いる場合、バンド形状には景観上の配慮が必要となる。一般的な2枚のプレートでケーブルを左右から挟むタイプでは、プレート形状が大きくなり、スレンダーな床版に対して見かけ上アンバランスとなる。そこで本橋では、バンド形状をケーブル断面に合わせて上下分割の筒形とし、これにハンガーを鞍掛けることにより、突起の少ない軽快なイメージを持つバンドとなった。これは一般的なプレート型のバンドに比べて重量が半分以下であり、部材の軽量化にも貢献している。ただし、ハンガーには曲線部が生じるため安全率をやや大きくとり（通常 3.5 に対して曲線部 4.0 ）、ストランドロープ $7\times 7\ \phi 14\text{mm}$ を用いた（写真-5）。



写真-4 ケーブル定着部

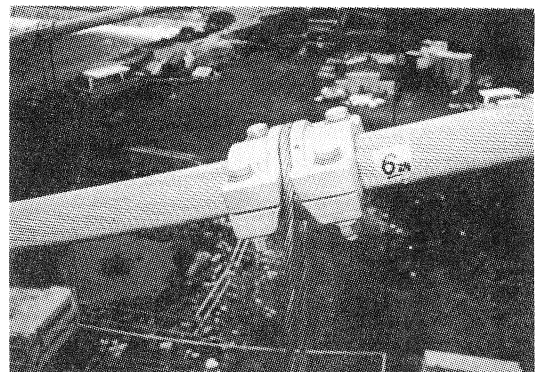


写真-5 バンド形状

3. 施工

深谷に架設される吊橋の場合、キャットウォークなどの吊り足場や、ケーブルクレーンによる空中架設が行われる。しかし本橋は河床から橋面までの高さが 15m 程度であり、また本橋が横断する大谷川は台風シーズン以外の流量が比較的安定しているため、資機材の搬出入および径間部の作業（ケーブル・床版架設）を含め、河川内の埋立部を使用して行った。また、上部工はほとんどが工場製作であるため、ケーブルの引出しから床版の緊張グラウトまでの工期は約1ヶ月半であった。

3. 1 アンカレジ・主塔の施工

アンカレジは河川に沿った傾斜地に位置するため、躯体背後の掘削深さは躯体高(約10m)とほぼ一致する。特にA2側は民家が近接しているため、アースアンカーによる山留め工を行った。アンカレジ1基あたりのコンクリート打設量は約800m³あるが、打設能力上これを躯体上部、下部およびケーブル貫通部の3ブロックに分けて打設した。主塔は化粧型枠撤去後に自然石風の塗装を行い、より景観にマッチするよう配慮した。

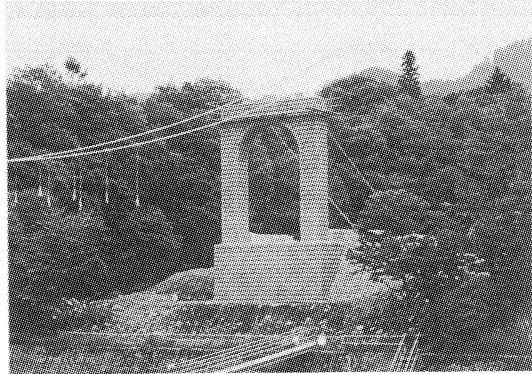


写真-6 主塔形状

3. 2 ケーブルの架設

ケーブル架設の手順はつぎのとおりである。

- ①ローラー付き架台上をウインチにて引出し
- ②角折れに注意しながらクレーンで吊上げ
- ③端部ソケットをアンカレジに挿通し定着
- ④マーキングに合わせてサドルに固定

この時点でケーブルには自重による張力のみが働いており、完成時に比べて約0.3%収縮している。そこで、あらかじめサドルをアンカレジ側に約50mmずらしておき(セットバック)、床版架設によってケーブルに張力が導入されるにしたがい、サドルを完成位置にスライドさせる。これにより、完成時における主塔基部曲げモーメントは0となる。

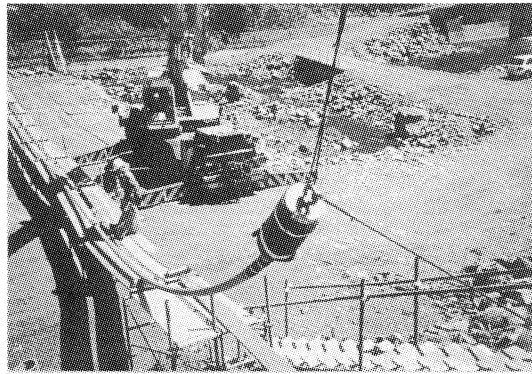


写真-7 ケーブル引出し

3. 3 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28ブロックのプレキャスト部材はわずか3日で架設された。

縦締めP C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できた。

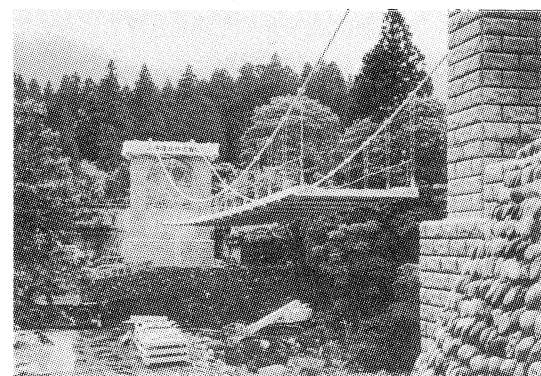


写真-8 床版架設

4. おわりに

中小径間橋梁の新たな形式としてP C吊橋を提案、設計および施工を行った。本形式はプレキャストコンクリート床版をP C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、「揺れる・こわい」という従来の吊橋が持つイメージを払拭する「揺れない吊橋」を実現している。本橋は、2000年11月に市が開催するウォーキングトレイルのイベントに合わせて供用が開始される予定である。