

(118) バリアフリーの上床版を持つPC吊床版橋の設計と施工

石川県 土木部 赤堀 裕
 同 上 荒川 隆夫
 チュウコンサカント(株) 土木設計部 浦 外樹
 住友建設(株) PC設計部 正会員 ○齋藤 謙一

1. はじめに

いしかわ動物園吊床版橋は、平成11年秋開園予定の新しいしかわ動物園内で建設が進められている、石川県初のPC吊床版橋である。バリアフリー(ここでは利用者の通行し易さを意味する)に対応した歩道橋とするため縦断勾配を小さく抑えなければならない制約が有り、上路式の構造を選択した(写真-1)。

設計面では、下部構造に作用する水平反力を低減するために上路式の利点を活かしてサグを大きくとり、さらに鉛直材に鋼管を用いて自重を低減した。また上床版の耐久性を高めるため、橋軸方向にプレストレスを導入した。

施工面では、①鉛直材を取り付けてから吊床版を架設する、②吊床版の溝の切り欠きに架設鋼棒を上からはめ込む懸垂架設を用いる、③架設用レールをアングル材で構築して上床版を引き出すなど、現場省力化に応える新たな架設工法を試みた。

本稿は、本橋の設計と施工について、上部工を中心に概要を報告するものである。

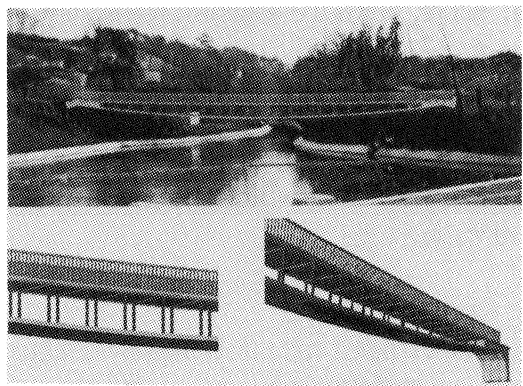


写真-1 完成予想図

2. 本橋の概要

架橋位置: 石川県 ^{のびくん たつのくちまち よくさんちない} 能美郡 辰口町 徳山地区内

橋 格: 歩道橋

構造形式: 単径間PC吊床版橋

橋 長: 67.5m

支 間: 55.0m

有効幅員: 2.0m (全幅2.8m)

一般図を図-1に、主要材料数量を表-1に示す。

表-1 主要材料の数量

区 分	材 料	仕 様	単 位	数 量
上部構造	プレキャストコンクリート	$\sigma_{ck}=400\text{kgf/cm}^2$	m ³	40
	現場打ちコンクリート	$\sigma_{ck}=400\text{kgf/cm}^2$	m ³	20
	鉄 筋	SD295A	tf	12
	PC鋼より線	SWPR7B	tf	7
	鋼管ストラット	STK400	tf	4
橋 台	コンクリート	$\sigma_{ck}=300\text{kgf/cm}^2$	m ³	280
	鉄 筋	SD295A	tf	16
	グラウンドアンカー	SWPR7B	tf	11

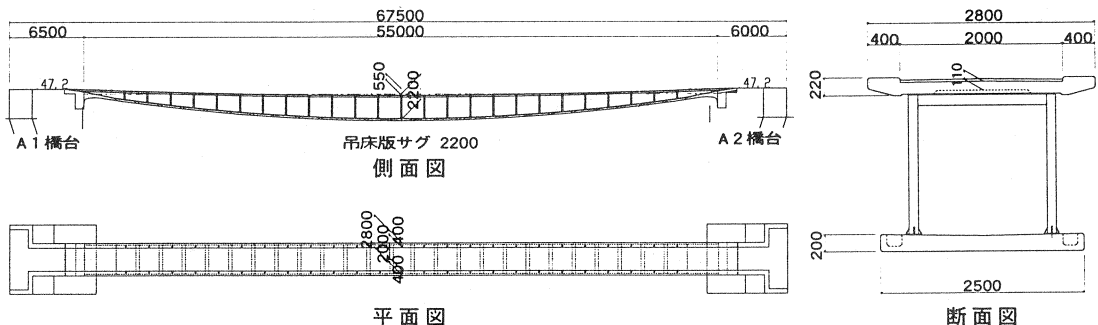


図-1 全体一般図

架橋地点の地質は軟岩(凝灰岩、砂岩)であり、基礎形式はグラウンドアンカーを併用した直接基礎である。

3. 上部工の設計

3-1 基本構造

本橋では景観上の理由から、池の中に中間橋脚を設けない単径間の吊構造として、PC吊床版橋が提案された。さらに本橋ではバリアフリーに対応するために路面の縦断勾配を4%以下とする制約があり、上路式の構造が採用された。

直路式の吊床版橋では、縦断勾配の許す範囲でサグを大きくとるほど水平反力が低減されて経済的となる。しかし、上路式の場合にサグを大きくとることは、鉛直材数量、自重の増加、施工性の低下などにつながるため、これを考慮してサグを決定する必要がある。本橋では動物園内の景観、桁下空間、振動使用性¹⁾なども考慮し、吊床版の基本サグを2.2m(サグ・スパン比で1/25)とした。上床版についても縦断勾配、景観、施工性、排水性などを総合的に判断し、中央が僅かに垂れ下がった形状(サグ・スパン比換算で1/100)とした。

上床版と吊床版はプレキャストコンクリート、鉛直材は鋼管ストラット(φ114mm)で、これらの部材は全て工場製作される。

ストラットは下端で吊床版に剛結されて全体の剛性を高める一方、上端でゴムパッドを挟み縁切りして後荷重による曲げモーメントの伝達を制御している。ストラットの中心間隔は吊床版プレキャストの寸法に合わせて2.0mとした。

3-2 上床版の設計

これまでに建設された上路式吊床版橋の上床版は、全て桁形式のプレキャスト部材であった。本橋ではストラットの間隔が狭いことに着目し、鋼桁橋に近年多く用いられているプレキャスト床版で設計して床版コンクリートの軽量化を図った。

橋軸直角方向はRC部材として設計した。橋軸方向は曲げモーメントに対してポストテンションによるプレストレスを与え、PC部材として設計した。

プレキャスト相互間は場所打ち接合としたが、後荷重の低減と現場施工の省力化を目的として、PC床版に広く用いられているループ継手を軸方向筋に採用した。これにより、場所打ち部をコンパクトな形状寸法にした(図-2)。

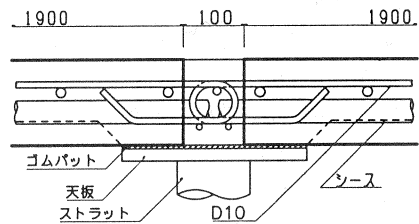


図-2 上床版のループ継手

3-3 吊床版の設計

吊床版橋はPC部材として設計されるが、橋台近傍の付け根部に生じる局所的な曲げモーメントに対してプレストレスのみで抵抗させた場合、必要プレストレス量が過大となり不経済な設計となる。一般的には局部的曲げの発生する区間についてRC部材として設計されている。本橋でも全段面有効のPC部材として設計した場合、雪荷重時のみではあるが曲げ引張り応力度が過大となるため、この部分を鉄筋で補強してひび割れ幅を制御した。

またストラットからは軸力のみが吊床版に作用し、曲げモーメントは伝達されない。この条件から、吊床版をケーブル理論により解析した。この結果、付け根部以外では曲げモーメントが小さく軸方向鉄筋は最小鉄筋量を確保すれば良いことになり、プレキャスト相互間は重ね継手の場所打ち接合とした。

吊床版の主ケーブルは、張り渡し(1次)ケーブルとしてF200を4本、ポストテンション(2次)ケーブ

ルとして8S12.7を9本配置し、主荷重に対するケーブルの安全率2.5を確保した。吊床版に作用する軸力を表-2に示す。

3-4 鉛直材の設計

鋼管ストラットには軸力のみ作用するが、上床版の自重で常に圧縮状態に保たれる。したがって、鋼部材の設計は地震などによる橋軸直角方向の曲げにて決定した。

また架橋地点は山間部であるが、耐久性に配慮して鋼材の材質、塗装仕様を選定した。表-3に比較を示す。

表-3 鉛直材の耐久性の比較

比較項目 \ 組合せ	A	B	C	D
塗装仕様	・亜鉛メッキ (400g/m ²) ・フッ素塗装	・ジンクリッチ ・エポキシ下塗 ・フッ素塗装	・耐候性鋼材 ・ジンクリッチ ・エポキシ下塗 ・フッ素塗装	・ステンレス
塗装外観	◎	◎	○	-
耐久性	塗装 Δ 色保持20年	Δ 色保持20年	Δ 色保持20年	-
	素材 (推定値) ○ 50~60年 (電気的安定による)	Δ 20年程度 (外気遮断による)	○ 60年程度	◎ 100年以上
動荷重耐久性	◎ 塗膜傷つき易さ	× はがれやすい	○	-
施工性	◎ 架設後補修少	Δ 塗装工期長 × 架設後補修多	○ 架設後補修少	◎ 架設後補修少
その他	○ メッキ補入れ可、モリ変形なし	-	× 材料調達困難	× 設計配慮要、 Δ 材料調達困難、 特殊溶接要
総合評価	◎	○	Δ	×

4. 施工

施工要領を図-3に、橋台の施工状況を写真-2に示す。

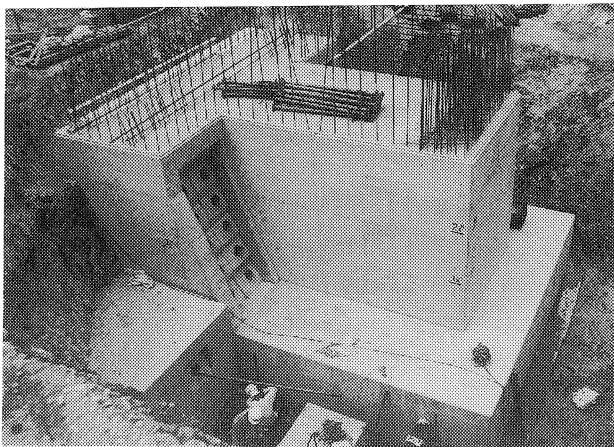


写真-2 橋台の施工状況

4-1 吊床版の架設

鉛直材を鋼管ストラットとしたため一組の重量は160kgfまで軽量化された。これにより橋台付近で鉛直材を吊床版に先に取り付け、それを引き出す方法を採用した(図-4)。

鉛直材を取り付けた吊床版プレキャストの重量は2.3tfである。

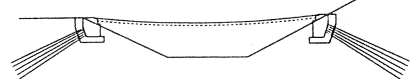
表-2 吊床版の作用軸力⁽¹⁾

荷重状態	部材作用力	各構成要素に作用する力		
		コンクリート	1次ケーブル	2次ケーブル
ケーブル張設時	-13	-	-13	-
自重載荷時	-367	-	-367	-
プレストレス導入時	-381	586	-336	-631
死荷重時	-453	312	-262	-503
活荷重時 Nmin.	-570	209	-268	-512
温度変化時 -15度	-580	201	-268	-513
電荷重時	-794	14	-278	-530

STAGE-1 橋台部施工



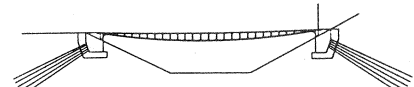
STAGE-2 グラウンドアンカー削孔、吊足場、張設しケーブルの施工



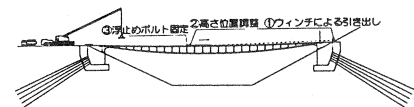
STAGE-3 鉛直材取り付け後、吊床版の懸垂架設



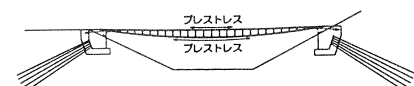
STAGE-4 鉛直材の上端に仮設レールを接続



STAGE-5 上床版の架設



STAGE-6 間詰部施工、プレストレス



STAGE-7 伸縮継手、高欄、舗装

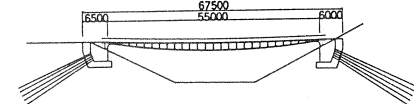


図-3 施工要領

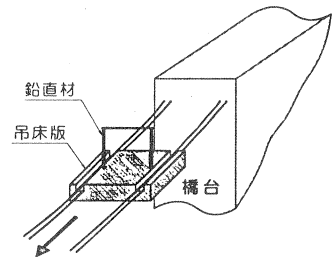


図-4 鉛直材の先行取り付け

またプレキャスト部材を引き出す際、吊床版の溝部内側の切欠にPC鋼棒^{2) 3)}を上からはめ込み、1次ケーブルに自重を預ける方法を用いた(図-5)。これにより滑車装置を用いることなく、連続して吊床版を懸垂架設することができる。

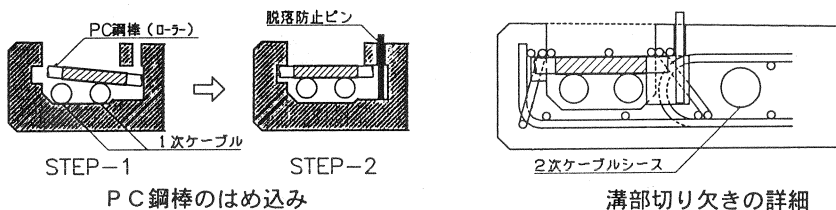


図-5 吊床版の1次ケーブルへの取り付け

4-2 上床版の架設

地形上の制約からクレーンのみで上床版を架設することはできないため、吊床版の架設同様に、既に施工の終了した部材を活用する架設方法が望まれた。そこで、架設の終了したストラットの天板を支柱としてアングル材の仮設レールを構築し、車輪を取り付けた上床版を引き出す方法を採用した。概要を図-6に示す。

架設方法は、上床版が所定の位置に達した後、高さ調整ボルトを橋面上から回して上床版を持ち上げ、生じた隙間を利用して車輪とレールを撤去し(図-7)、次にボルトを逆向きに回して上床版を下げながら高さの調整を行い、最後に浮き上がり防止のボルトを固定した後、連結部を打設するものとした。

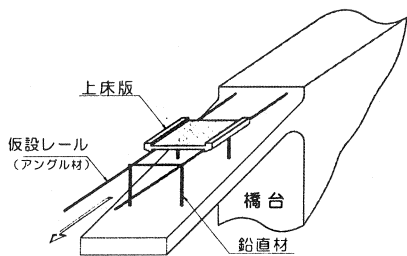


図-6 仮設レールと引き出し架設

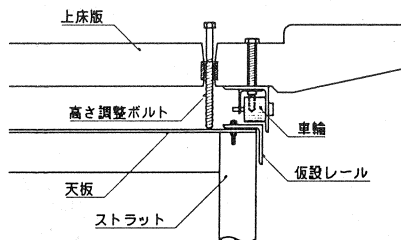


図-7 車輪、レール、高さ調整ボルトの詳細

5. おわりに

設計と施工の特徴をまとめると以下ようになる。

- ① 本橋では耐久性を確保し、かつバリアフリー対応とするために、上路式PC吊床版橋を選定した。
- ② 鉛直材を取り付けてから、吊床版プレキャストを懸垂架設する方法を採用した。
- ③ クレーンを用いずに、上床版プレキャストを引き出し架設する方法を採用した。

最後に本橋の計画、設計、施工に当たり御指導、御尽力を頂いた関係各位に深く感謝の意を表すとともに、本橋が地域の発展に貢献することを期待します。

参考文献

- 1) 梶川・津村・角本：PC吊床版橋の振動と其の使用性，土木学会 構造工学論文集 Vol.36A, pp.685～694, 1990.3
- 2) C.Redfield・T.Kompfner・J.Strasky：Pedestrian prestressed concrete bridge across the Sacramento river at Redding, California, L'industria italiana del Cemento, pp.82～99, 1992.2
- 3) T.Y.Lin・F.Kulka：Construction of Rio Colirado Bridge, PCI Journal, pp.92～101, 1973.11