

(91) PC吊床版橋(片倉ダム林道5号橋)の設計・施工

千葉県矢那川・片倉ダム建設事務所

黒川 和男

八千代エンジニアリング㈱

立崎 光雄

ピーシー橋梁㈱ 東京支店工事部

正会員 新川 浩

同 上 東京支店技術部

正会員 ○雑賀 浩規

1. はじめに

片倉ダム林道5号橋は、千葉県中央部を流れる小櫃川水系笹川の片倉ダム建設に伴い、水没する道路の付け替えのため架設されたPC吊床版橋である。架設位置は谷が深く両岸とも急峻な崖を形成しているため、大型建設機械を必要とせず1径間で渡河できる橋梁形式として、懸垂架設工法による本形式が採用された。

PC吊床版橋は、グラウンドアンカーにより固定された橋台間に張り渡したPC鋼材をコンクリート床版で包み込んで床構造を形成した構造的合理性、景観性に優れた橋で、国内において20数橋の実績がある。

構造的な特徴として、PC鋼材をコンクリートで包んだ床版がPC鋼材の防錆を図り、荷重の分配を向上させ、更に曲げやねじりに対する補剛材として全体剛性の改善に大きく寄与する主構造部材として作用することである。施工面では、プレキャスト床版を用いることにより、急速施工、省力化を図り、高所作業を極力少なくできる。

本論文では、上部工に関する設計・施工・耐風安全性及び実橋載荷試験の概要について述べる。

2. 橋梁概要

以下に本橋の主要諸元を、図-1に一般図、図-2に上部工断面図を示す。

架設位置 : 千葉県君津市笹

橋 種 : プレストレストコンクリート歩道橋

構造形式 : PC単径間吊床版橋

橋 長 : 61.000m

支 間 : 51.000m

有効幅員 : 2.000m

基本サグ : 1.400m

活 荷 重 : $w = 200 \text{ kgf/m}^2$

温度変化 : $\pm 15^\circ\text{C}$

架設工法 : 懸垂架設工法

下部工形式 : アンカー式橋台



写真-1 片倉ダム林道5号橋全景

3. 設計概要

(1) 解析理論

床版の橋軸方向の解析はケーブル理論を用いて行い、床版取付部の自重・橋面荷重に対しては微小変形理論、活荷重・温度変化に対しては大変形理論を用いた。また、振動特性を把握するために、動的解析を行った。

(2) 基本サグ量

基本サグ量 f は水平力を決定し、下部工規模に大きな影響を与える設計上重要な事項である。本橋梁は、

死荷重作用時に $f = 1.400m$ ($L/f = 36.4$) とし、また最大勾配は12%を目安に設定した。

(3) 使用ケーブル

ケーブルは架設ケーブル (SWPR7B 7S12.7) を6本、床版ケーブル (SWPR19 1S21.8) を9本使用した。前者はケーブルのサグ調整が必要なためネジ式定着、また後者は床版にプレストレス導入を目的とするためクサビ式定着を採用した。橋台と床版との取付け部は、面内外の応力度照査、ケーブル取合い、切欠き形状に対して十分な照査を行った。

(4) 動的解析

本橋の振動性状を把握するために、固有振動解析を行った。これには、2次元と3次元の2種類の構造モデルを用いて解析を行った。

(5) 耐風安定性の検討

本橋は歩道橋であるが、「道路橋耐風設計便覧」(平成3年7月(社)日経建設) (以下、「耐風便覧」) により動的耐風設計のフローに従って、耐風安定性の検討を行った。本橋は、コンクリート橋のため、たわみ発散振動に対する照査は行わず、ねじれ発散振動に対して照査を行った結果、風による振動制振対策としてフェアリングと呼ばれる整流部材を取付けた。フェアリングは、架設地点の環境条件・構造条件を検討した上で、形状及び使用材料を決定した。

1) 架橋環境

普通的环境下であるが、基本風速 $40m/s$ (「耐風便覧」より) と比較的風の強い地域である。山間部のため昼夜の気温差は比較的大きいと考えられる。

2) 構造

フェアリングは橋体の耐風安定性を目的に設置するものであるため、橋体へ確実に取付けられたわみに対して一体となって挙動できる構造及び寸法とする。また、その設置目的から常に外気にさらされた状態にあるが、管理を行っていく移管先からの要望で、将来維持補修の発生しない耐久性がある構造とすること。

以上の条件より、図-3に示す様な形状とし、外面をステンレス製、内部の部材は溶融亜鉛メッキを施した鋼製とした。また、1ピースの長さは1.0mとし、床版側面に102ピース取付けた。設計上フェアリング荷重は、橋面荷重扱いとした。

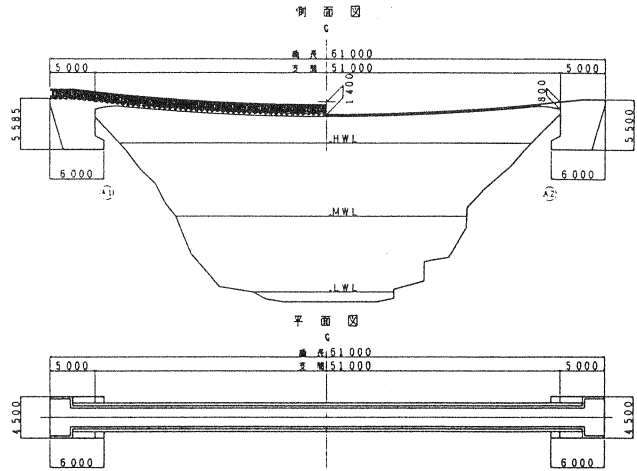


図-1 一般図

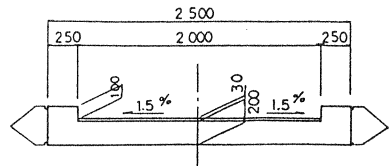


図-2 上部工断面図

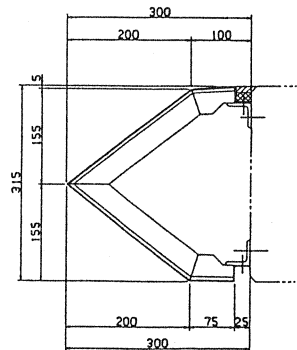


図-3 フェアリング形状図

4. 施工概要

施工の概要を、図-4に示す施工順序図に沿って述べる。

①着工前

平成7年10月着工。

両橋台間の距離測定。橋台前面の作業構台の構築。

②吊足場設置

6本のPC鋼より線1S19.3（SWPR19）を橋台間に張渡し吊足場を設置した。吊足場は橋体完成時（死荷重作用時）のサグ量 $f = 1.400\text{m}$ に対して 1.200m の作業空間を確保した。

この吊足場工と並行して、工場でプレキャスト床版が製作された。プレキャスト床版は、現場への輸送・搬入・架設を考慮して、版1枚あたり長さ 1.7m 、重量 1.9tf とし、22枚製作した。

③架設ケーブル張渡し

6本のPC鋼より線7S12.7（SWPR7B）を設計で求めた所定のサグ量まで緊張・調整した。この時のサグ量は、プレキャスト床版や橋面荷重等の後死荷重を考慮して決定した。

④プレキャスト床版架設・架設ケーブル緊張

工場より現場搬入されたプレキャスト床版は、版上面に移動用ローラー4基を取付け、架設ケーブルに吊した後、ウインチで所定の位置まで移動させ留め金具で固定した。22枚のプレキャスト床版が全て固定された後、サグ量を再度測定し設計値と比較し、微調整を行った。

⑤場所打ち（間詰め床版・橋台取付け部）施工

プレキャスト床版相互の間隔は 30cm あり、その間は場所打ちコンクリートを打設した。プレキャスト床版架設後、間詰床版部及び床版上側の鉄筋を組立て、9本の床版ケーブル（PC鋼より線1S21.8（SWPR19））を配置、吊型枠をセットした。場所打ち部のコンクリート打設は、サグの変化に大きな影響を与えるため、支間中央から始めて両橋台に向かって、左右交互にバランスを計りながら打設を行った。橋台取付け部は、床版部のたわみを確実に橋台部に伝達する機能を必要とする構造部のため、入念な施工を行い橋台部と床版部の一体化を図った。

⑥床版ケーブル緊張

橋台取付け部のコンクリートが所定の強度に達した後、床版ケーブルを緊張し床版に所定のプレストレスを導入し、グラウトを注入した。

⑦橋面工施工

フェアリング取付け、アルミニウム合金製高欄設置後、床版上面には、床版内のPCケーブルの保護のために、クロロプレン系橋面防水材を5層塗布し、アスファルト舗装を施した。

高欄の継ぎ目構造は、吊床版の鉛直たわみ変動を吸収できる機能を持たせ、また、全橋にわたり縦断勾配が変化しているため、これに対応できる構造とした。

⑧竣工（完成）

平成8年3月に竣工し供用を開始した。

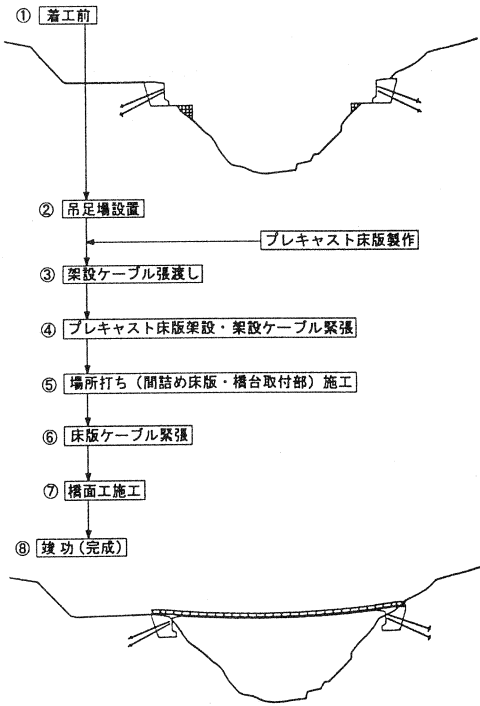


図-4 施工順序図（上部工）

5. 実橋載荷試験

本橋は、吊床版橋としては小規模であるが、柔構造としての静的及び動的挙動把握のため実橋載荷試験を実施し、設計値との比較を行った。実橋載荷試験のフローチャートを図-5に示す。

実施した載荷試験の概要は、次の通りである。

①静的載荷試験

橋体完成後に静的荷重を載荷し、静的挙動を把握する。

- a) 温度測定 —— 熱電対 (橋体コンクリート) 温度計 (外気温度)
- b) サグ量測定 —— レベル

②動的載荷試験

固有振動数、固有モード、対数減衰率の測定、橋体完成後の人の通行人力加振による動的挙動を把握する。

- c) 衝撃加振試験 —— 加速度計を用いた計測システム
- d) 人力加振試験 —— //

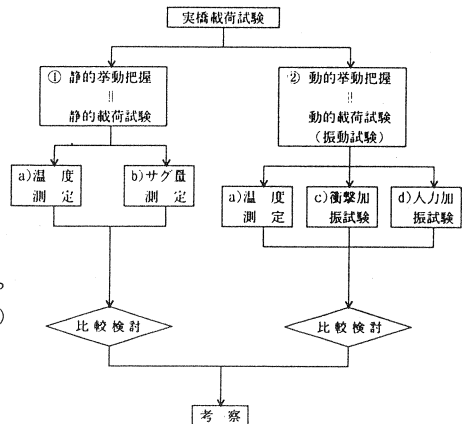


図-5 実橋載荷試験フローチャート

ここに、設計値と比較した温度変化によるサグ量の変化を表-1、固有振動数を表-2に示す。

| | ケーブル理論 | 大変形理論 | 測定結果 |
|-------------|---|---|-------------------------------------|
| サグ量変化 | 基本サグ量 $f = 1.400m$ 支間 $l = 51m$ | 基本サグ量 $f = 1.400m$ 支間 $l = 51m$ | — |
| | +15°C $\Delta f = 61.4mm$ | +15°C $\Delta f = 57.7mm$ | 温度差平均値 $\Delta T = 10.0^\circ C$ |
| | -15°C $\Delta f' = 64.2mm$ | -15°C $\Delta f' = 59.2mm$ | サグ量平均値 $\Delta f' = 29.0mm$ |
| 単位温度当たりのサグ量 | $\Delta f = 4.1mm/^\circ C$ $\Delta f' = 4.3mm/^\circ C$ | $\Delta f = 3.8mm/^\circ C$ $\Delta f' = 3.9mm/^\circ C$ | $\Delta f = 2.9mm/^\circ C$ |

表-1 温度変化によるサグ量

| | 設計値 | | 測定結果 |
|--------------|--------|--------|-------|
| | 2次元 | 3次元 | |
| たわみ逆対称1次 | 1.85Hz | 1.83Hz | 1.7Hz |
| たわみ対称1次 | 1.94Hz | 1.98Hz | 1.9Hz |
| たわみ対称2次 | 3.23Hz | 3.20Hz | 3.1Hz |

表-2 固有振動数

6. おわりに

本橋は、平成7年10月に着工し、平成8年3月無事竣功を迎えることができた。

今回、本橋の耐風安定性は「耐風便覧」の判定式により得られた結果から判断し、フェアリングを取付けた。フェアリングによって耐風安定性の改善が比較的容易にできることが解ったが、残念ながら実橋による確認は行えなかった。今後、同形式の橋梁建設に恵まれたときは、この点について確認を行いたいと考えている。

片倉ダムの完成は平成10年の予定である。本橋のスレンダーな姿がダム湖に映る日が期待できる。

最後に、本橋の設計・施工に際し、御指導・御協力いただいた関係各位に心より感謝の意を表します。