

(148) 非対称2径間連続吊り床版橋(ツウタ橋)の設計・施工

千葉県矢那川片倉ダム建設事務所
 セントラルコンサルタント(株) 東京本部 構造橋梁部
 ドービー建設工業(株) 東京支店 設計部 正会員
 ドービー建設工業(株) 東京支店 工事部 正会員

勝浦純一郎
 請川 玲
 山田和男
 ○田口弘樹

1. はじめに

片倉ダム1号橋(ツウタ橋)は、千葉県君津市に位置する矢那川片倉ダム新設に伴う林道代替工事の一環として計画された歩道橋で、構造形式は実施例のまねな非対称PC2径間連続吊床版橋である。この非対称形式が採用された経緯としては、本橋がダム湖の島々を結ぶ歩道橋であるため、地形上の制約より決定された。

支間比が1:2.38と差が大きいためサグ量の調整では左右水平力の釣り合いをとることは不可能で、アンバランス分はP1橋脚の深礎杭に負担させるとともに、各径間の架設PC鋼材は連続配置用仮止め装置を使用せずに、各径間ごとに分離して配置した。なお、A1橋台・A2橋台ではグラウンドアンカーと深礎杭の双方に水平力を負担させた。

2. ツウタ橋の概要

2.1 橋梁諸元

構造形式 : PC2径間連続吊床版橋
 橋 格 : 歩道橋
 橋 長 : 94.0m (橋台前間長)
 支 間 長 : 62.0m+26.0m
 幅員構成 : 全 幅 員 3.0m
 : 有効幅員 2.5m
 設計荷重 : $w=3.0\text{kN/m}^2$
 温度変化 : $-5^\circ\text{C}\sim+35^\circ\text{C}$
 基本サグ量 : 長径間 $\delta = 1.900\text{m}$
 : 短径間 $\delta = 0.900\text{m}$

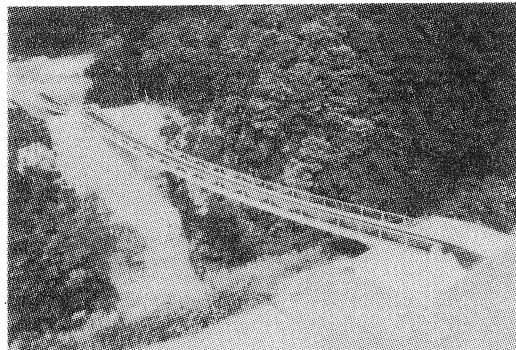


写真-1

2.2 主要材料

表-1 主要材料表

| 名 称 | | 規格・寸法 | 数 量 | 備 考 |
|-------------|----------------|-------------------------------|------------------|------|
| 上 部 工 | プレキャスト床版 | $\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$ | 28 枚 | 長径間 |
| | | $\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$ | 10 枚 | 短径間 |
| | 架設PC鋼材 | SEEE F170 | 6 本 | 長径間 |
| | | SEEE F100 | 4 本 | 短径間 |
| 緊張PC鋼材 | SWPR7B 7T12.7B | 11 本 | 長径間 | |
| | SWPR7B 8T12.7B | 12 本 | 短径間 | |
| 下 部 工 | 躯体コンクリート | $\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$ | 159 m^3 | 後打部 |
| | | $\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$ | 575 m^3 | 先打部 |
| | グラウンドアンカー | SEEE F170T | 8 本 | A1橋台 |
| | | SEEE F60T | 6 本 | A2橋台 |

2.3 一般図

本橋の一般図を図-1に示す。上部工の架設P C鋼材は長径間で S E E E F170 を6本、短径間で S E E E F100 を4本、緊張P C鋼材としては S E E E パック工法 7T12.7B 1本を長径間に 8T12.7B 12本を短径間に使用した。橋面工は舗装部に通常のアスファルト舗装を施し、舗装下には防水層を設けた。また、ねじれ発散振動耐風性能を向上させるため地覆外面にフェアリングを設置した。

下部工は深礎杭基礎とし、上部工水平力に対しては、グラウンドアンカー負担分として A 1 に S E E E F170T を8本、A 2 に F60T 6本を配置した。

図-2にプレキャスト床版の断面図を示す。床版は版架設時に、架設P C鋼材から版を吊り下げる目的で、長径間・短径間ともに図示した寸法のスペースを2箇所づつ設けた。

プレキャスト床版間は場所打構造とし、鉄筋の重ね継ぎ手長より場所打幅を $B = 300\text{mm}$ に決定した。

プレキャスト床版の軸方向長は、高欄支柱の間隔を考慮して $L = 1700\text{mm}$ とし、長径間 28枚、短径間 10枚の割付とした。

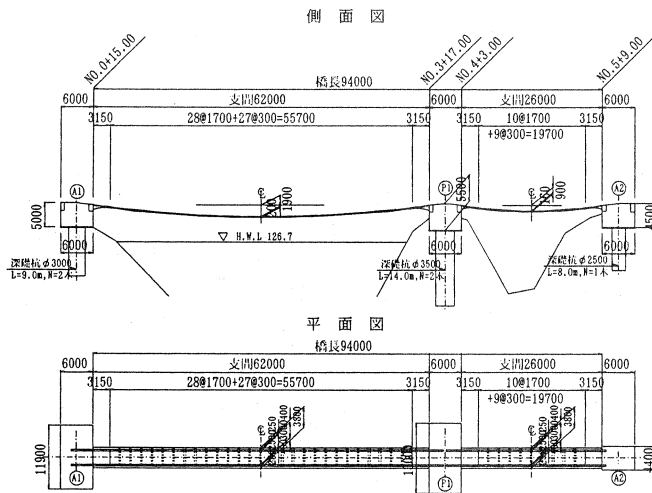


図-1

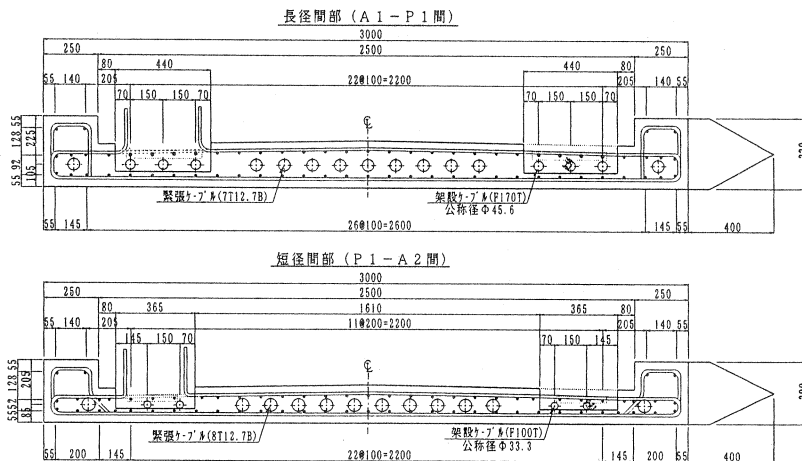


図-2

3. 設計

3.1 支間とサグ量

本橋梁の支間割り、災害時等における緊急退避を目的としたP1橋脚の定義付け、1径間案との経済比較および景観性から、2径間の非対称構造が採用された。これにより、斜面の中心にP1橋脚を配置し、橋台前面から斜面の地盤面に対する前面余裕幅(6m)を確保したことで、支間は62+6(P1橋脚長)+26mとなった。そのため、両径間のサグ量を調整することで水平力のバランスをとることは不可能となった。したがってサグ量は、床版厚・床版応力度・緊張PC鋼材量の最適化を図ることにより決定し、基本サグ量は長径間1.900m、短径間0.900mとした。

3.2 基礎形式の選定

本橋は吊床版橋であるため、上部工に働く鉛直力が大きくなれば大きいほど、基礎工に働く水平力が大きくなる。したがって本橋の基礎工は常時により断面を決定した。

吊床版橋の基礎工は、水平力が他の断面力(鉛直力、モーメント)に比べ非常に大きく、直接基礎や深礎杭単独で水平力に抵抗することは基礎形状が増大し、現実的でない。したがって、本橋の橋台の基礎形式は、下記の3ケースにおいて経済性および施工性に着目して比較を行い、「ケース2」に決定した。

- ケース1 深礎杭(2段配筋)+グラウンドアンカー
- ケース2 深礎杭(1段配筋)+グラウンドアンカー
- ケース3 直接基礎 +グラウンドアンカー

ここで、グラウンドアンカーおよび深礎杭の水平力分担率は、グラウンドアンカーおよび深礎杭の剛性と基礎バネを取り入れた平面骨組解析モデルを用いて、深礎杭径およびグラウンドアンカー径・本数に着目して分担率を検討した。

解析モデルを図-3に、深礎杭のバネ値を表-2に、分担率検討結果を表-3に示す。

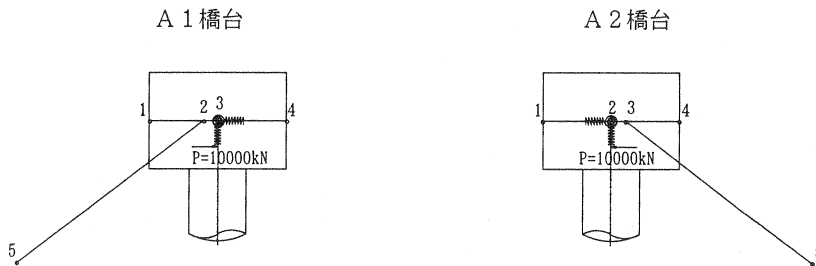


図-3 平面骨組解析モデル

表-2 深礎杭バネ値

| | 単位 | A1橋台 | A2橋台 |
|-----------------|---------|---------|---------|
| 水平バネ K_h | kN/m | 96648 | 37327 |
| 鉛直バネ K_v | kN/m | 1315021 | 1076716 |
| 回転バネ K_θ | kNm/rad | 3767835 | 1310184 |

表-3 水平力分担率検討結果

| | 単位 | A1橋台 | A2橋台 |
|------|----|-----------|-----------|
| アンカー | kN | 5376(55%) | 4493(46%) |
| 深礎杭 | kN | 4434(45%) | 5317(54%) |

表-3の検討結果より、約5%の増減はあるものの、ほぼ当初仮定した分担率の50%であることからグラウンドアンカーと深礎杭の水平力分担率は半分ずつ受け持つものとした。組み合わせを下記に示す。

A1橋台 深礎杭(φ3000×2本)+グラウンドアンカー(SEE F170T×8本)

A2橋台 深礎杭(φ2500×1本)+グラウンドアンカー(SEE F60T×6本)

3.3 PC鋼材の選定

PC鋼材の張力とサグ量および最急勾配の関係を表-4に示す。

架設PC鋼材は、支間比が1:2.38のため長径間と短径間で連続させると仮止め装置が巨大化すること、短径間部の鋼材量が不経済となることにより長径間と短径間で分離して配置した。そのためP1橋脚上で、緊張PC鋼材を含める両径間のPC鋼材全てが交差することとなり、この位置で平面的PC鋼材配置が決定された。P1橋脚部のPC鋼材配置を図-4に示す。

各施工段階のP1橋脚に作用する設計水平力を表-5に示す。全死荷重時で水平力比は約3倍となっている。

緊張PC鋼材の緊張力は、全死荷重時にフルプレストレスとなるよう配置可能本数に着目して種別と導入力を決定した。

表-4 各施工段階における架設鋼材張力・サグ量および最急勾配

| 施工段階 | 架設鋼材張力 (kN) | | サグ量 (m) | | 最急勾配 (tanθ) | |
|-------------------|-------------|--------|---------|-------|-------------|-------|
| | 長径間 | 短径間 | 長径間 | 短径間 | 長径間 | 短径間 |
| 架設PC鋼材引渡時 | 655.3 | 41.2 | 0.335 | 0.328 | 0.022 | 0.050 |
| 床版自重作用時 | 3167.6 | 947.6 | 2.064 | 1.001 | 0.133 | 0.154 |
| プレストレス導入時 | 3668.9 | 1030.1 | 1.982 | 0.954 | 0.128 | 0.147 |
| 橋面工施工時 | 3705.2 | 1035.0 | 1.993 | 0.956 | 0.129 | 0.147 |
| リラクセーション終了時 | 3487.5 | 967.3 | 1.997 | 0.958 | 0.129 | 0.147 |
| 全死荷重時(クリープ・乾燥収縮後) | 3187.3 | 794.6 | 1.900 | 0.900 | 0.123 | 0.138 |
| 設計荷重時 | 3270.7 | 808.3 | 1.927 | 0.904 | 0.124 | 0.139 |

表-5 各施工段階における橋脚に作用する水平力

| 施工段階 | 水平力 (kN) | | |
|-------------------|----------|--------|--------|
| | 長径間 | 短径間 | 差 |
| 架設PC鋼材引渡時 | 655.3 | 41.2 | 614.1 |
| 床版自重作用時 | 3932.8 | 1177.2 | 2755.6 |
| プレストレス導入時 | 4096.7 | 1235.1 | 2861.6 |
| 橋面工施工時 | 4846.1 | 1516.6 | 3329.5 |
| リラクセーション終了時 | 4836.3 | 1513.7 | 3322.6 |
| 全死荷重時(クリープ・乾燥収縮後) | 5084.5 | 1611.8 | 3472.7 |
| 設計荷重時 | 6845.4 | 2290.6 | 4554.8 |

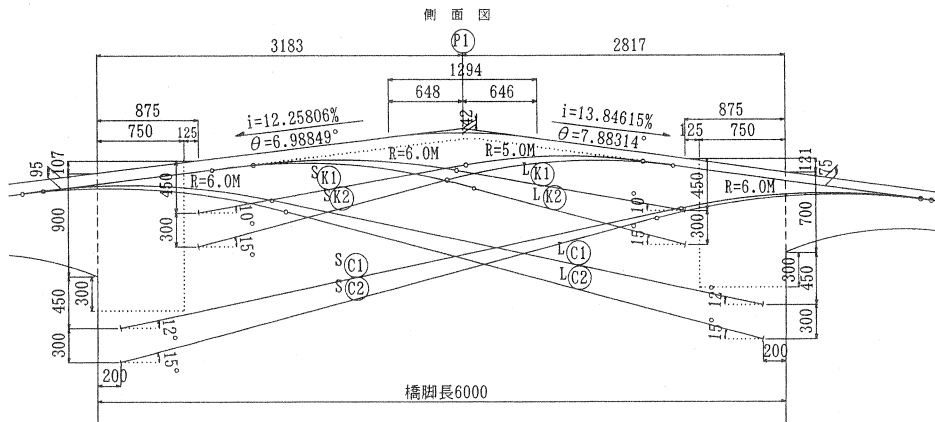


図-4 P1橋脚部PC鋼材配置

4. 施工について

4.1 施工フロー

本橋の施工フローを図-5に示す。

深礎杭完成後下部工の施工は、P C鋼材が配置される後打ち部分(幅 3.0m×深さ 2.5m)を除く躯体部分の打設、グラウトアンカーの施工・緊張、吊足場・架設P C鋼材の引渡し、後打ち部分の打設の順で行った。

プレキャスト床版の架設は、下部工前面に設置した構台上で、長径間はA 1橋台から、短径間はA 2橋台より送り出しローラーを用いて引き出し、所定の位置に配置した。この時、短径間部のサゲ量が橋脚の変位による影響で変動しないよう長径間部から架設を開始したが、長径間部架設終了時点においても心配されるような橋脚の変位は見られなかった。

床版架設後は、取り付け部などの場所打ち部コンクリート(地覆を含む)を打設し、緊張P C鋼材を緊張して所定のプレストレスを導入した。

架設の様子を写真-2に示す。

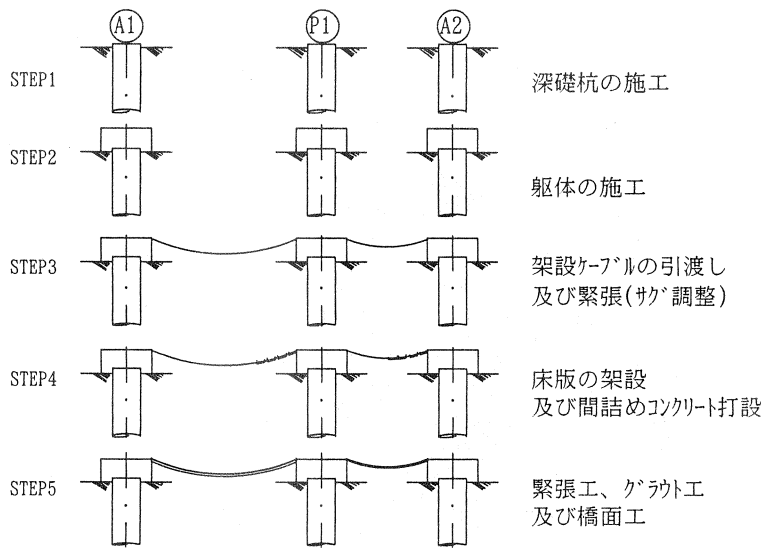


図-5 施工フロー

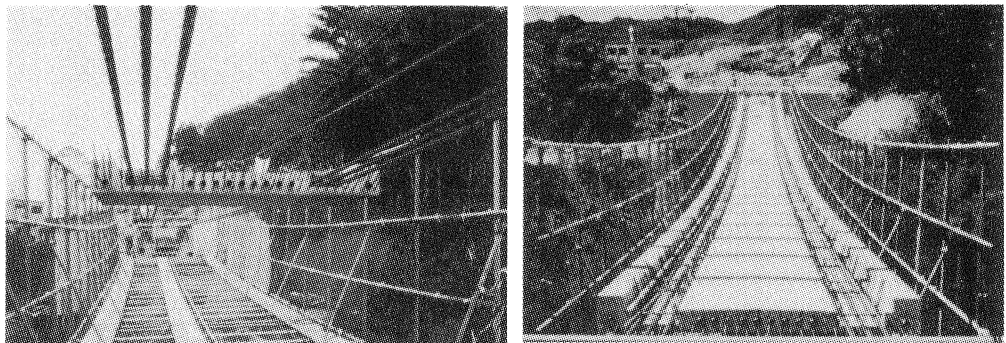


写真-2

4.2 施工管理

本橋のような吊床版構造では、P C鋼材の緊張力がサグ量に与える影響が大きいため、緊張用P C鋼材の緊張に際しては、特に注意をはらって管理を行った。

管理の方法としては、通常行われている試験緊張により算出された摩擦係数を用いたマンオメーター示度・伸び量による管理を行った。また、この管理方法で所定のプレストレスが確実に導入されているかを検証するため、応力ひずみゲージ(コンクリート表面ゲージ)を径間中央部付近の床版上面に2箇所、下面に2箇所設置し、コンクリートに発生する応力度の測定を行った。

試験緊張の結果から、P C鋼材の角変化に対する摩擦係数 μ が設計時の仮定値($\mu=0.3$)より大きい $\mu=0.4$ であることがわかった。 μ が大きくなった理由は、緊張用P C鋼材の定着位置を緊張スペース確保の目的でかなり低い位置に設置したことにより、P C鋼材の曲げ下げ角度がかなり大きくなったためと考えられる。本緊張では、この μ 値を考慮して正確な緊張管理を行った。

また、検証用に実施した床版応力度(ひずみ)の測定結果と設計値より算出したひずみとを比較した結果、実測値に多少のばらつきが見られたものの、ほぼ設計値に近い値であることが検証できた。このことと、サグ量の実測値が設計値とほぼ等しかったことより床版に導入されているプレストレス量は所定の値であることが確認できた。

緊張用P C鋼材の緊張状況を写真-3に、応力ひずみゲージ設置状況を写真-4に示す。

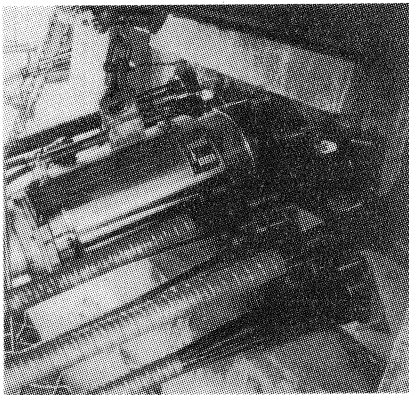


写真-3

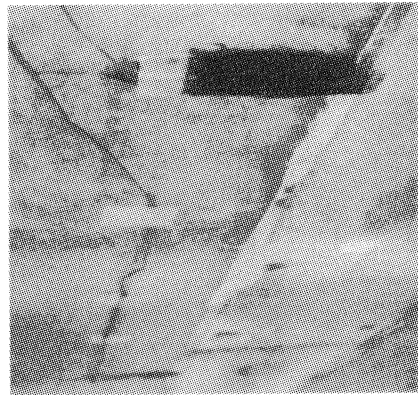


写真-4

5. 振動実験

前述のように、橋梁完成後に振動実験を行い、振動特性を確認した。

実験結果の詳細は「非対称2径間連続吊り床版(ゾウタ橋)の振動実験」にて報告している。

6. おわりに

本橋は平成11年10月に完成し、現在公園の整備が進められている状況です。公園の完成後、親水公園のシンボルマークとしてその存在が期待されている。

最後に、本橋の設計・施工の報告にあたり、ご指導、ご協力を頂いた関係各位に深く感謝の意を申し上げます。

参考文献

- 1) 斎藤英貴, 山田和男, 立神久雄, 高木伸彰: 非対称2径間連続吊り床版橋(ゾウタ橋)の振動実験

第10回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集 2000.10