

(57) 春田橋(PC斜張橋)上部工の施工

建設省東北地方建設局三春ダム工事事務所

三瓶正昭

同上

大場 将

住友・銭高建設共同企業体

正会員 ○ 石井精一

住友建設(株)土木設計部

正会員 潮間 優

1. はじめに

春田橋は、阿武隈川治水事業の一環として福島県のほぼ中央部に建設される三春ダムの県道付替工事として貯水池のほぼ中央部を横架する位置に建設された橋長：218m、橋脚・主塔合わせて全高：112mを有する2径間連続PC斜張橋で、平成6年7月無事に供用を開始した(写真-1)。

第3回シンポジウムにおける橋脚と主塔の機械化施工の報告に引き続き、本稿では、春田橋の上部工の施工(主桁、斜材、施工管理結果)について報告する。

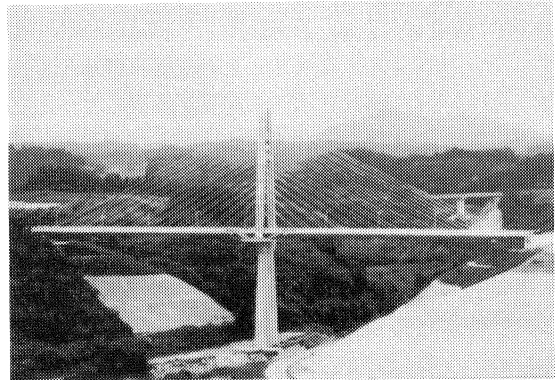


写真-1 完成写真

2. 橋梁概要

春田橋の橋梁諸元を以下に、一般図を図-1に示す。

事業主体 : 建設省東北地方建設局三春ダム工事事務所

構造形式 : 2径間連続PC斜張橋

橋長 : 218.0m

支間 : 108.15m+108.15m

有効幅員 : 9.75m(車道7.25m、歩道2.50m)

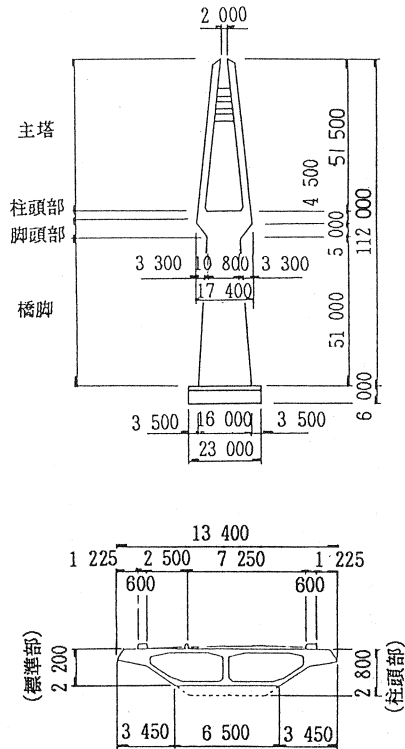
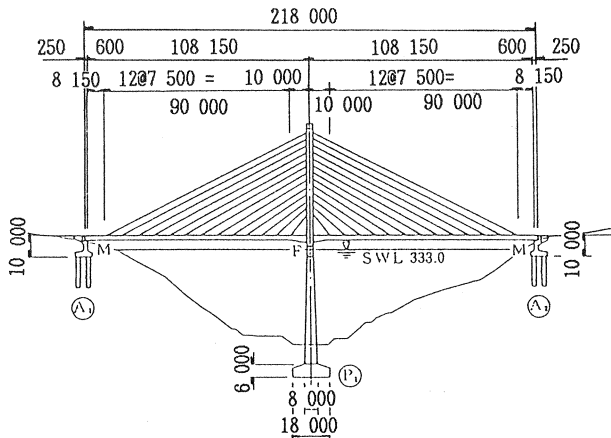


図-1 春田橋一般図

### 3. 主桁の施工

主桁の施工は、柱頭部(L=9.0m)をブラケット支保工により施工後、架設作業車(一般型3主桁)による張出し架設を行った。施工状況を写真-2に示す。

張出し施工部は片側26ブロックで、標準ブロックが4.0m、斜材配置ブロックが3.5mである。主桁は、全幅13.4mの2室箱桁形状で、斜材が張出床版部に突起で定着される構造となっている。斜材の角度が47度から26度まで変化するため、突起回りの型枠は毎回組み換えとなった。内型枠についても、斜材配置ブロック(1ブロックおき)に横桁がつくため毎回組み換えた。

コンクリート打設は、橋脚側方の施工ヤードからポンプ車による配管打設を行った。圧送距離は、鉛直で48m

(主塔では100m)水平で最長105mと長いため、現場における品質管理が簡便な生コンプラント添加型の高性能減水材を使用し品質の確保に努めた。尚、コンクリートの配合は、施工に先立ち、本橋に近い橋脚高をもつ橋梁を利用して高所圧送試験を行い決定した。

PC斜張橋は日温度変化に対し鋭敏に応答するため、主桁端部の連結部の施工は、支柱や梁などを併用して主桁張出し先端の上下動を拘束して行うのが一般的である。しかし、本橋では、桁直下に支持力を期待できない法覆工(フリーフレーム)が既に施工されているため、支保工は支柱による拘束構造のない吊り支保工形式とした。写真-3に施工状況を示す。

施工に当たっては、上述の温度変化の他に、60.5mもの高橋脚の影響で風によるたわみが大きいため、これに対する対策も講じる必要があった。

以下に、その対策を示す。

- (1) 日温度変化による主桁張出し先端の上下動に対して7月という施工時期から1日の上下動は支保工の拘束力を考慮に入れて15mm程度と予想されたため、硬化中のコンクリートに与える影響を出来るだけ少なくするために打設完了時刻を午後5~6時に設定し、その影響を半減させた。

- (2) 風による主桁張出し先端の上下動に対して

イ) コンクリートの強度発現から打設日の風速上限値を10m/secとし、過去1年間における風速の観測データより風の吹く傾向を分析し、10m/sec以下となる日を選定した。

ロ) 風速と上下動との観測データ(表-1)から、風速10m/sec程度の風による上下動に対して必要な拘束力を想定し、仮支柱を用いた拘束設備を設置スペースのあるA1側に設置し、万一風が吹き始めた場合に備えた。

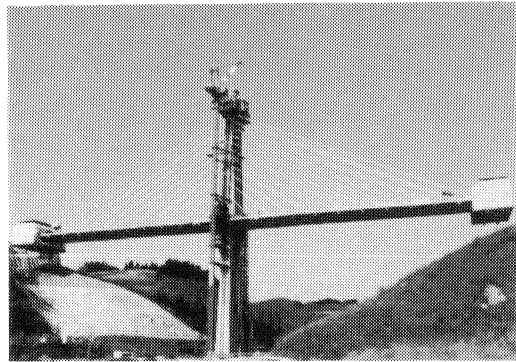


写真-2 張出し施工状況

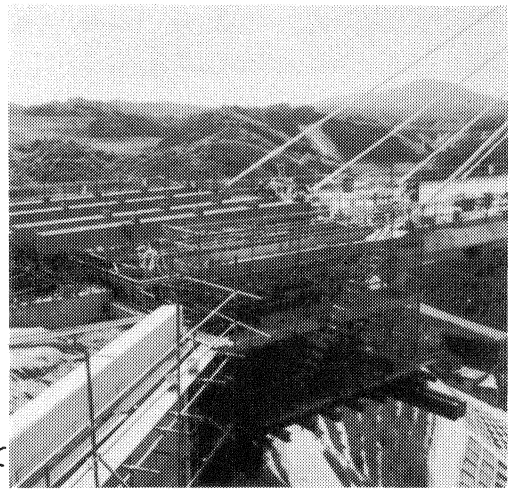
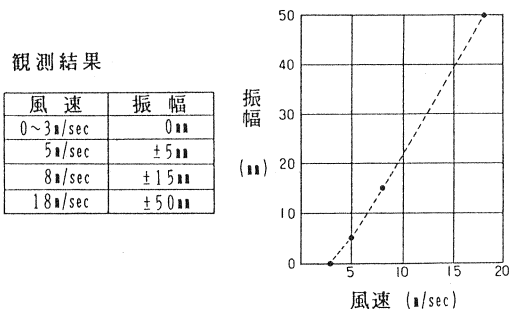


写真-3 主桁連結部吊支保工

表-1 風速と主桁の上下動との関連性



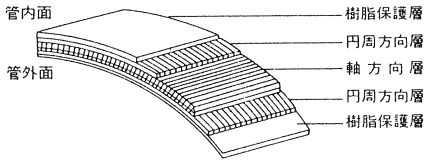
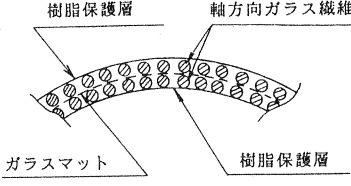
実施工では、午後7時に打設完了し、翌朝9時までの温度変化は8℃であったが、主桁の上昇は4mmであったため温度変化による影響はほとんどなかった。また、風についてもデータ通りの無風状態となり、良好なコンクリート打設を行うことが出来た。

#### 4. 斜材の施工

##### (1) 材料

本橋の斜材にはフレシネーHシステム(27H15、37H15)、斜材保護管には美観上から白色に着色可能なFRP管が採用された。使用したFRP管は、従来の引き抜き工法に変わりFW(ファイブット・ワインディング)工法により製作されており、管の軸方向及び円周方向の強度の向上や、スリットはめ込み式の機械的な接続と接着剤を併用した二重の接続構造を持つなどの改良が図られたもので、我が国で初めての施工実績となった。構造及び特色を表-2に示す。

表-2 FRP保護管の構造と特性

	連続FW成形法(新工法)	引抜き成形法(従来工法)
構成材料	イソ系不飽和ポリエステル樹脂(中間層および外層) + ビニルエステル樹脂(内層) + ガラス繊維 + 紫外線吸収剤	エポキシ樹脂 或いは ビニルエステル樹脂 + ガラス繊維 + 紫外線吸収剤
製造方法および構造	<p>連続したガラス長繊維を樹脂に含浸させた状態で、軸方向と円周方向に交互に横滑りさせながら、芯金に巻き付ける成型法。軸方向、円周方向のガラス繊維量を自由に変更できる。</p>  <p>管の内面 管の外面</p> <p>樹脂保護層 円周方向層 軸方向層 円周方向層 樹脂保護層</p> <p>管の標準断面図</p>	<p>樹脂槽の中をくぐらせ含浸したガラス繊維を、金型(芯金及び外型枠)の中に通し、加熱しながら連続成形する。円周方向にはガラス繊維を入れにくい難点がある。</p>  <p>樹脂保護層 軸方向ガラス繊維 ガラスマット 樹脂保護層</p> <p>管の断面構造</p>
品質	・管厚及び円周方向・軸方向の強度等を自由に変更できる	・口径、管厚毎にそれぞれの金型を用意する必要がある、変更が容易でない ・円周方向の強度が弱い

##### (2) 保護管架設方法

FRP管はコンクリート材料に近い線膨張係数を有し自由な着色性を持つものの、曲げ変形に対し脆性的な破壊挙動を示すなど架設方法について限定する性質を持つため、一般的にハンガー索を用いて順次接続し引き上げ、所定長の保護管を架設する方法が採られている。本橋の短尺斜材保護管架設では、工場での吊り上げ試験を含む各種の試験結果から、一括架設に耐える吊り間隔を想定し、実施工にて所定長に接続した保護管をタワークレーンを使用した簡便な方法で一括架設し、先の想定の実証性を実証すると共に、斜材保護管架設工程の短縮を図った。工場試験状況を写真-4に示す。

施工は、保護管(標準管L=6.0m)を製作台上で所定長に接着し、タワークレーンにて3点(又は2点)を吊り上げて架設した。3点吊りでは計算上6.2mの架設が可能

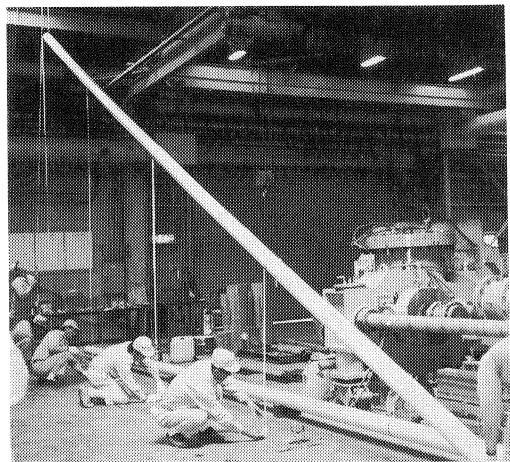


写真-4 工場での材料試験

であるが、横風の強い時期が続いていたため、横座屈を考慮し最長4.1m(第5斜材)迄の一括架設を行った。吊り上げ治具や橋面上のクレーンとの相吊り等により、さらに長尺物の一括架設も可能になると思われる。

第6斜材以降の斜材については、ハンガー索から保護管を吊り下げ、順次接続・引き上げていく従来方式とした。本橋では、ハンガー索を、特にアンカーなどを設置せずに、施工しようする斜材の定着体の最上段を利用して架設した。管の接続は、架設作業移動台車で行った。管の接続部は接着剤を塗布した後、ソケットをはめ込み、接合部をパイプヒーターで加熱することにより接着剤の硬化を促進し、架設時間を短縮した。養生完了後、橋面上のウィンチに接続された引き上げワイヤーにて保護管を引き上げ、順次これを繰り返した。架設の概念図を図-2に、施工状況を写真-5に示す。

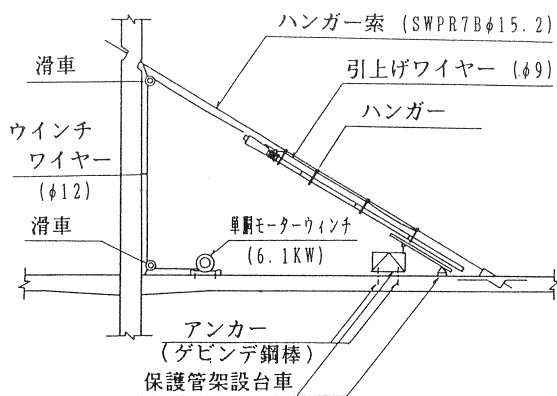


図-2 ハンガー索架設概念図

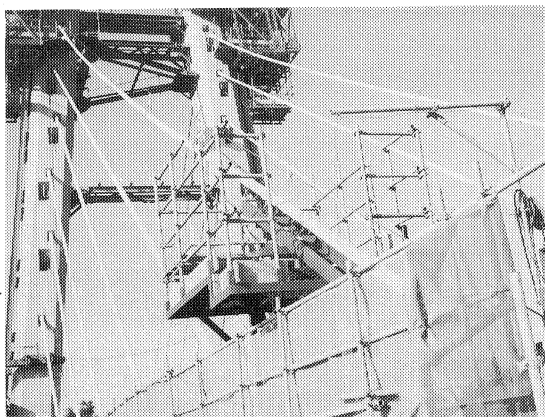


写真-5 ハンガー索架設状況

### (3) 斜材の架設・緊張

斜材の架設・緊張は、次の手順で行った。

- ①保護管を架設(一括架設又はハンガー架設)する。
- ②先行ストランド(3~5本)を挿入・仮緊張し保護管の荷重を先行ストランドに預ける。
- ③吊りワイヤー又はハンガー索を撤去する。
- ④残りのストランド(後行ストランド)を所定本数順次挿入し、ウェッジで仮固定する。
- ⑤主塔側の定着体に大型センターホールジャッキ(能力430tf)をセットし、後行ストランドを一括緊張(4斜材同時)する(写真-6)。
- ⑥シングルストランドジャッキで先行ストランドを再緊張し、後行ストランドと張力を一致させる。

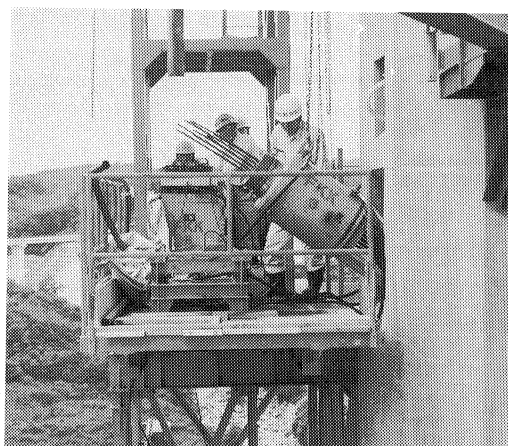


写真-6 斜材緊張

斜材の挿入・緊張作業は主塔側の移動足場(ジャンプシステム)上で行った。斜材の緊張は、作業効率が高く斜材1本としての張力が正確に管理できる一括緊張方式にて行った。

### (4) 最終張力調整

主桁連結後の最終張力調整作業は、主桁側に設置した斜材張力調整台車にて行った。本橋で使用した台車には、ウレタンコーティングした走行用車輪と脱輪防止用車輪を装備し、無軌道で容易な移動据え付けが可能な構造とし、大幅な省力化を図った。台車の構造及び写真を図-3、写真-7に示す。

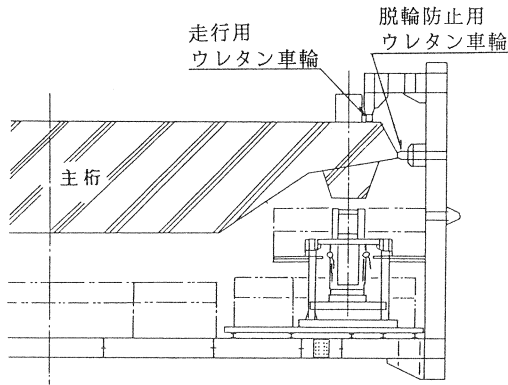


図-3 張力調整台車構造図

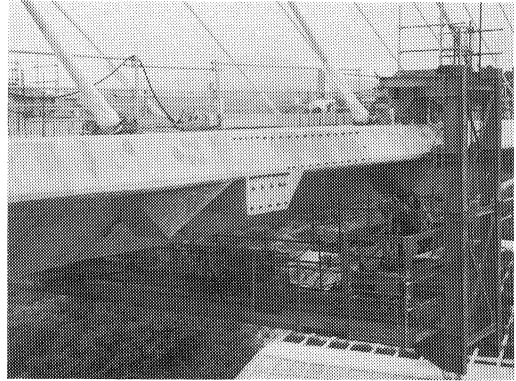


写真-7 張力調整台車

5. 施工管理結果

(1) 管理目標値

張出し架設で施工を行う斜張橋で最も精度を必要とする主桁のたわみ量及び斜材張力については、春田橋技術検討委員会の検討結果より表-3の値を目標値として施工を進めた。管理は、斜材架設・緊張から次の斜材架設・緊張までのたわみ量を管理対象値とし、この値が管理目標値±25mmに対し同一方向に連続3回以上超えた場合を目安として誤差要因分析を行いこれを施工に反映するものとした。

表-3 施工管理目標値

施工目標値	
施工時・完成時	
主桁変形	斜材張力
±25mm	±5%

(2) 張出し施工時

1) 斜材緊張管理

導入張力の管理は、緊張ジャッキの油圧をポンプに取り付けたプレッシャーゲージで管理する方法で行った。先行ストランドの再緊張も同様の油圧管理を行った。また、温度の影響は橋面上に設置したダミーケーブルと主桁内に埋設した熱伝対により補正を行った。さらに、各斜材の中の1本のストランドにロードセルを取付け、張力の変動を管理した。

2) 上げ越し管理

実施工では、管理たわみ値が3回連続目標値を超えることはなかったが、低めに推移したため、橋体の安全性を確認したうえで、第7斜材より導入張力の管理目標値の範囲内で張力をアップした。また、連結前の張力調整を出来るだけ少なくするために、第11斜材より設計導入張力を5~10%増加変更した。

図-4に張出し施工完了時の橋面形状を示す。張出し先端部における設計値との差は、左岸側で24mm、右岸側で8mmとなり、連結部の直線性を確保する必要から、主桁応力状態を確認のうえ主塔側で上段から1本おきに3段の張力調整を行った。

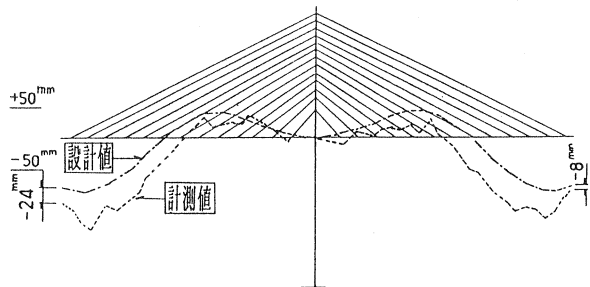


図-4 第13斜材緊張後橋面形状

### (3) 最終調整時

最終調整は、斜材張力及び主桁の応力を許容値内とし、橋面形状を管理値内とする事を行って行った。張力調整量は斜材張力と橋面形状の誤差を制約条件とした仕事量最小基準による最適化手法を用いて算出した。

最終張力調整後の橋面形状を、図-5に示す。斜材位置での橋面形状の設計値との差は、最大24.2mmを示している。この差は、クリープの進行とともに小さくなり、クリープ終了時で最大19.3mmとなる。この結果より、本橋の施工精度は管理目標値±25mmに対し充分満足出来る結果と判断する。

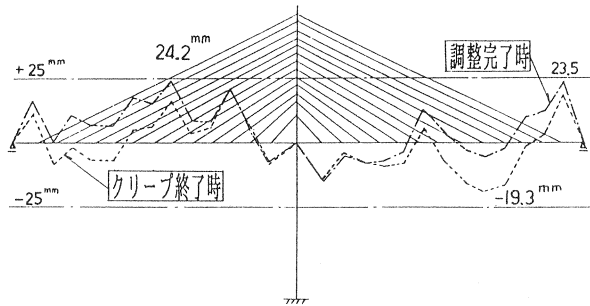


図-5 最終張力調整時橋面形状

最終張力調整後、全斜材をジャッキで掴み、プレッシャーゲージによるポンプの油圧の直接測定を行い、斜材張力の確認を行った。

誤差は、主桁下縁の応力度が厳しいため張力導入値を低減させた第2, 3斜材で管理目標値±5%を越える値となったが、その他の斜材については良好な結果となった。

これにより、主桁橋面形状・斜材張力及び主桁コンクリート応力度が目標値及び許容値内に収まったと判断して張力調整を完了した。

### 5. おわりに

春田橋は、平成元年9月に基礎工着手以来4年10ヶ月順調に工事が進められ、平成6年7月無事に供用を開始した。

本稿では、春田橋の上部工の施工について述べた。この工事実績が、今後更に長大化が望まれるPC斜張橋施工技術の発展の一助になれば幸いである。

最後に、本橋の設計施工に関する技術的問題の解決を図るために設置された「春田橋技術検討委員会」(委員長:東北大学三浦教授)において多大なるご尽力と御指導を頂いた委員、および関係各位の方々に深く感謝いたします。

### 参考文献

- 1) 栗山和廣・大場将・高梨益昇・瀬間優: 春田橋における橋脚と主塔の機械化施工、PC技術協会第3回シンポジウム、1992.11
- 2) 栗山和廣・大場将: 春田橋主桁張り出し施工の計測管理について、平成4年度土木学会東北支部技術研究発表会、1993.3
- 3) 三瓶正昭・大場将: 春田橋主桁張り出し施工の計測管理報告、平成5年度土木学会東北支部技術研究発表会、1994.3