

(73) 第一玉川橋梁 (PC斜材箱桁橋) の施工

東日本旅客鉄道(株) 東北工事事務所 渡部 修
 同 上 島兒 伸次
 鉄建建設(株) 東北支店 後藤 公一
 同 上 ○佐藤 茂美

1. はじめに

JR田沢湖線(盛岡~大曲)第一玉川橋梁は、角館町・中仙町間に位置し、一級河川玉川を横断する全長 238.5mの鉄道橋である。本橋は合計4連の橋梁から構成され、このうち河川部の 188.0m区間がPC斜材箱桁橋である(写真-1)。本橋は、斜材をPC構造とすることにより、疲労、振動、維持管理および列車走行性等、鉄道橋として優れた性能を有している。また、主塔をプレキャスト・ブロック構造とし、形状をスレンダーにするため、斜材ケーブルが主塔部で通過するスルー構造を採用した。

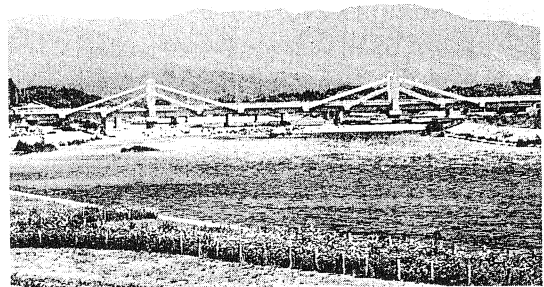


写真-1

本稿ではPC斜材箱桁橋における上部工の施工概要を報告する。

2. 橋梁概要

本橋は、橋長 188.0m、最大支間 85.0m、幅員 5.5mの3径間連続PC斜材箱桁橋である。主桁は桁高 2.3mの箱形断面であり、また、主塔は高さ 11.0mの独立2本柱となっている。斜材は断面高 0.9mの2面吊りPC斜材で、上段・下段の2段配置である。図-1に橋梁の概要を示す。

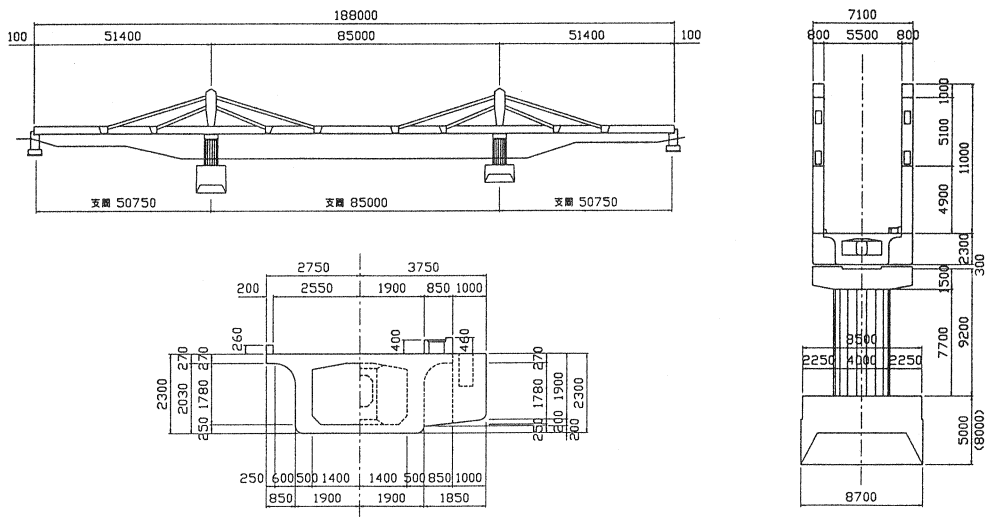


図-1 橋梁概要

3. 主桁の施工

主桁の施工は、ワーゲンによる張出し架設工法と架設用1次斜材による斜吊り工法を併用して行った。図-2に施工ブロック分割状況を示す。

柱頭部(L=12.0m)の施工は、ケーソン基礎施工用の盛土(P3)および仮閉切りによる築島(P4)上に組み立てた梁式支保工により行った。次に、左右同時張出しを行うためワーゲン2基を柱頭部上に組み立てた。

使用したワーゲンは、玉川の増水時に対して施工の安全性を確保するために低床タイプとし、また、斜材定着ブロックの重量(約95t)に対応するため大型特殊ワーゲンとした。

張出し施工部(1~18BL)のブロック長は、基本が4.0m(1~14BL, 16BL)であり、中央径間側の後半2ブロック(15, 17BL)が3.5m、側径間側の最終ブロック(18BL)は2.0mである。施工サイクル(左右ブロック同時施工)は、一般部が11日、斜材定着ブロック(5, 6, 13, 14BL)は20日である。コンクリートの打設は、全ブロックともポンプ車を使用し、左右ブロックを同日施工とした。写真-2に張出し施工状況を示す。

一般部の外型枠は、転用性および主桁断面のサークルハンチを考慮してメタルフォームとし、内型枠は、内空寸法の変化および定着突起等への対応性から木製型枠とした。ただし、斜材定着部においては、非常に複雑な型枠の加工が必要であり、底版型枠以外は木製型枠を使用した。このため、斜材定着部の施工前後には大部分の型枠材を交換する必要性が生じ、ワーゲンに移動用設備を設けて対応した。

側径間支保工部の施工は、工期短縮を目的として支点側から9.4m区間は張出し施工と同時期に先行施工し、2.0m区間(19BL)の施工は、張出し施工終了後に吊り支保工を用いて行った。また、中央径間閉合部の施工は吊り支保工にて行い、柱頭部の仮固定解放は主桁プレストレス導入後に行った。

4. 主塔の施工

主塔は、工期短縮を目的としてプレキャストブロック工法にて施工を行った。ブロック割りは、クレーンの吊上げ能力(約12t)および斜材との結合部分となるサドル部の位置関係から決定され、全体を6ブロックに分割し、1ブロック当たりのブロック長は1.0~2.2mである。図-3に主塔ブロック分割を示す。

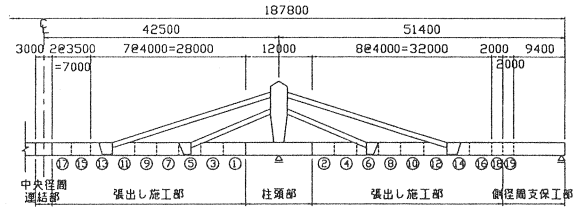


図-2 施工ブロック分割

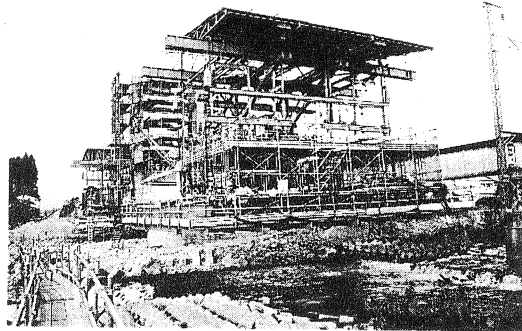


写真-2 張出し施工状況

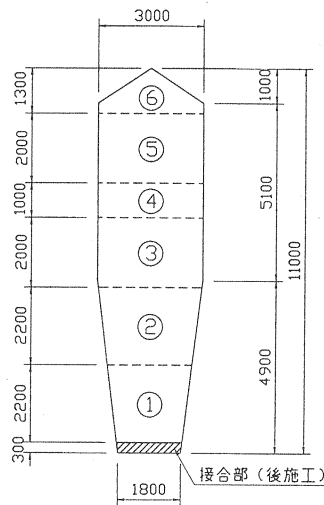


図-3 主塔ブロック分割

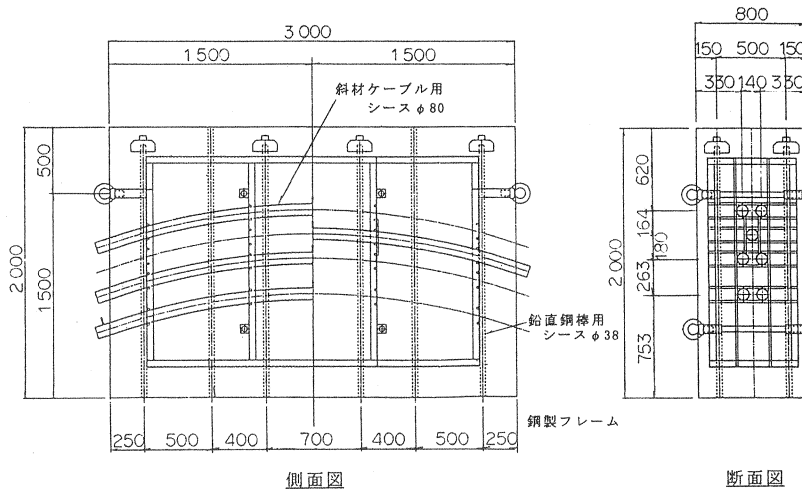


図-4 サドル部鋼製フレーム（5BL）

(1) サドル部の鋼材

サドル部は、主塔と斜材との結合部にあたり、構造的に重要な部分である。このため、施工精度を向上させるためには、PC鋼材用シース（鉛直鋼棒φ38，斜材ケーブルφ80）は鋼管シースとし、強固な鋼製フレームに固定することが有利と考え、工場製作とした。また、サドル部における多量の閉合形補強鉄筋（D22）を確実に配置するため、鉄筋組立も鋼製フレーム製作と並行して工場で行った。図-4にサドル部鋼製フレーム組立状況を、図-5にサドル部補強鉄筋を示す。

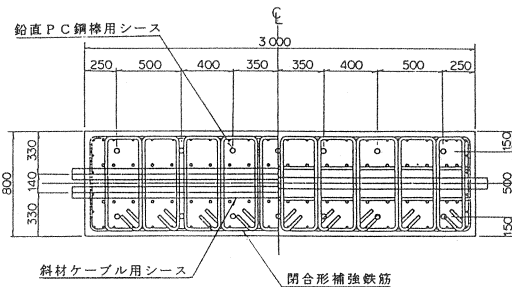


図-5 サドル部補強鉄筋

(2) プレキャストブロックの製作

プレキャストブロックの製作は、右岸側河川敷に設けた作業ヤードにおいて行った。製作は主塔を横倒しにした状態で行い、製作台は主塔全体を作成できるものとした。また、底版型枠は、ブロック継ぎ目を境界として分割・移動が可能な構造とした。ブロックの施工順序は、先ず2,4,6BLを施工し、次に既施工ブロックのコンクリート面を型枠として1,3,5BLの施工を行った。また、主塔架設時のガイドとするため、鋼製のリング型接合キーを1断面当たり4組配置した。

(3) ブロックの架設

ブロックの架設はトラッククレーンにて行い、製作ヤードからの運搬は大型トラックを使用した。写真-3に主塔ブロック架設状況を示す。

基準ブロックである1BLの施工は、①主桁との接合部（後施工）の鉄筋および鉛直PC鋼棒の組立、②ブロックの吊込みおよび微調整、③接合部の無収

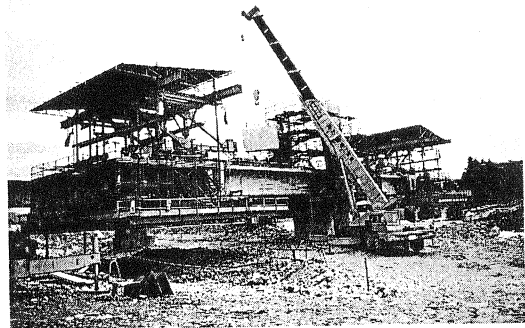


写真-3 主塔ブロック架設状況

縮モルタルの打設・養生、④鉛直鋼棒の緊張、の順序で行った。以降の施工は、鉛直鋼棒の組立→接合面の清掃および接着剤(エポキシ系)の塗布→ブロックの吊込み→鉛直鋼棒緊張の施工サイクルを繰り返すことにより行った。

5. 斜材の施工

本橋の斜材は、長方形断面(90cm×42cm)を持つPC部材である。斜材ケーブルの配置は上段斜材、下段斜材とも12S15.2Bが7本である。このうち、上段斜材では下側2本、下段斜材においては下側3本が張出し施工中に緊張する1次斜材であり、防錆対策としてエポキシ樹脂皮膜を施したPC鋼より線を使用した。斜材ケーブルの緊張は主桁側から行い、定着具はディビダーク・ストランド工法のMAタイプを使用した。なお、緊張位置は主桁側面より張出した横梁の前面であるため、ケーブルの挿入および緊張作業等は吊り足場上で行った。図-6に斜材ケーブル配置状況を示す。

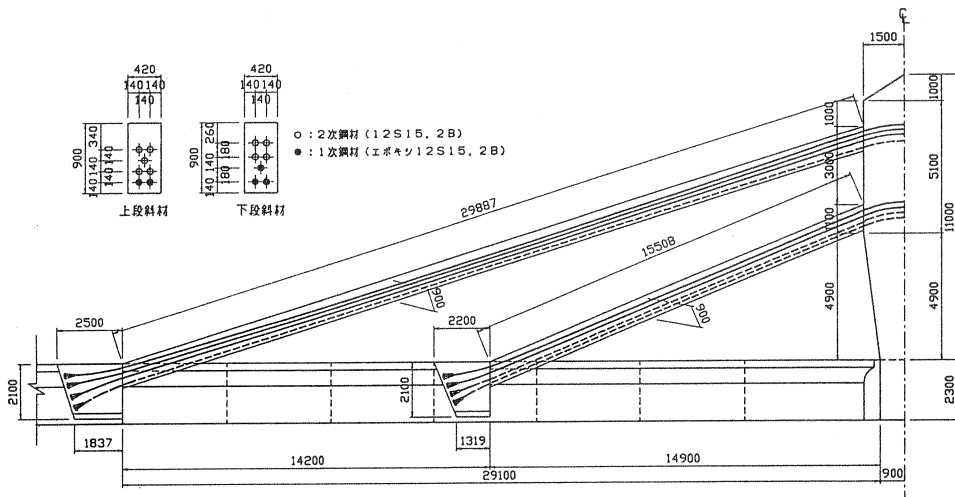


図-6 斜材ケーブル配置

(1) 1次斜材の施工

1次斜材の挿入はウインチと引込みワイヤを用いて行った。ケーブル長は上段が約70m、下段が約40mである。ケーブルの挿入が終了した後、各ストランドに均一な張力を与えるためシングルストランドジャッキ(5t)を用いて1本毎に仮緊張を行った。与える張力は本緊張における張力の10%以下とし、1ストランド当たり約1tとした。

1次斜材の緊張は、一般の斜張橋で見られるような調整緊張は実施せず、図-7に示すように、主桁応力度の制限から定まる3段階のみで行った。緊張作業は260tジャッキを4台使用して行い、両側の斜材を同時に緊張した。緊張管理はマノメータの読みを主、伸び量を従とする管理方法を採用した。また、上段および下段斜材において最初に緊張するケーブルについては、張力計測計による張力計測を行い、導入力の確認および変動量の監視を行った。張力計はケーブルに巻き付けたレジスタンスワイヤのひずみ変

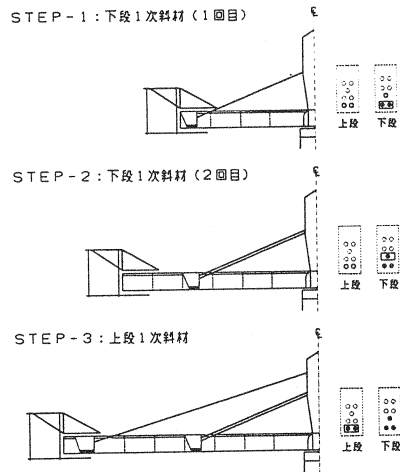


図-7 1次斜材緊張ステップ

化を感知する形式のものを使用した。図-8に使用した張力計を示す。

1次斜材緊張後に、サドル部の鋼管シース内にノンブリージングタイプのグラウトを施工した。鋼管シースの両端部にグラウト止め金具をセットし、手動ポンプを使用して行った。なお、サドル部のグラウト注入に関しては透明アクリルシースを用いた検証実験を行い、使用材料の選定、注入手順の決定およびグラウト止め金具の性能確認を行った。

(2) PC斜材の施工

PC斜材の施工は主桁上に設置した特殊支柱式支保工を用いて行った。写真-4に施工状況を示す。

斜材の長さは上段が約30m、下段が約15mである。打設はP3系下段、P4系下段、P3系上段そしてP4系上段の順で行った。ただし、弱材令時の乾燥収縮および温度変化によるひび割れの発生を防止するために、主塔側 約1m区間は後施工とし、無収縮コンクリートを打設した。コンクリートの打込みは2台のポンプ車を使用して行い、両面の斜材を同時施工とした。また、打設後に生じる荷重変化および温度変化等により斜材に生じる付加応力に対抗するため、1斜材当たり1本のケーブルを仮緊張した。導入力は最終緊張力の約25%程度とし、1次斜材と同様にシングルストランドジャッキを使用して行った。

斜材ケーブルの緊張は、P3系およびP4系にそれぞれ4台ずつの260tジャッキをセットし、交互緊張とした。写真-5に緊張ジャッキ据付け状況を示す。斜材ケーブル緊張時には主桁が最大で100mm以上の上方変位が生じる。このため、主桁と斜材との相対変位による支保工の突上げが生じるおそれがあり、上段および下段斜材の緊張はそれぞれ2回に分けて行い、1回目終了後に支保工のジャッキダウンを行った。斜材の緊張管理は摩擦と伸び量による管理方法とした。また、斜材中に埋設した計測器による応力計測を実施し、設計値との相関を確認した。

斜材ケーブル緊張後、高粘性ノンブリージングタイプのグラウトを施工した。グラウトは2台のグラウトポンプを用いて行い、中央径間側および側径間側の両方向から同時に注入した。注入は緊張端から行い、中間排気口は斜材部中間部(約10m間隔)および主塔との結合部分付近に設け、排出口は主塔中央部に2箇所とした。また、主塔頂部および斜材上面には、特殊弾性エポキシ系樹脂による防水工を施した。写真-6に防水工施工状況を示す。

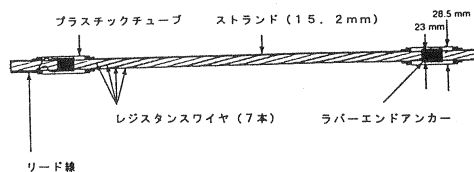


図-8 張力計

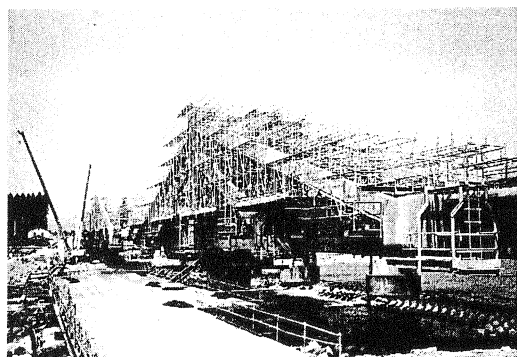


写真-4 PC斜材施工状況

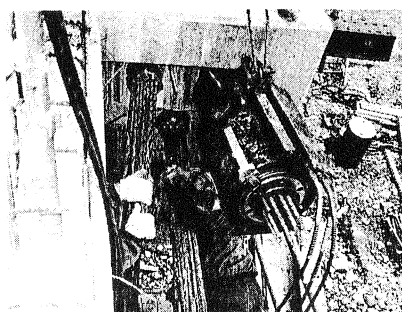


写真-5 緊張ジャッキ据付け状況

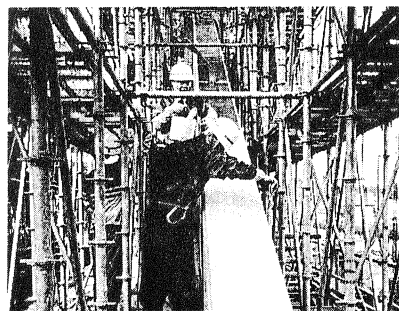


写真-6 防水工施工状況

6. 上越し管理

鉄道橋の場合における上越し量の決定は、レールセット時の作業性および列車走行性等を考慮して行う必要がある。このため、橋体完成時からレールセット時および供用期間中におけるクリープ変形の進行状態を詳細に検討した。その結果、レールセット以降に生じる変形量は最大で+30mm程度であり、レールセット時における橋面高さが計画値(レベル)となるように上越し量を決定した。

本橋における主桁の張出し施工は、1次斜材による斜吊り工法を併用して行うため、形式的には斜張橋と類似している。しかし、定着具の構造上、1次斜材の再緊張が不可能であり、また、主桁応力度に対する影響から斜材導入力(許容範囲)が狭く、上越し誤差の修正には大きく期待できない。このため、本橋における上越し管理方法は、通常の上越し施工される桁橋と、原則的に同一のものである。

張出し施工中における主桁の変形は、主桁自重、主桁プレストレスおよびワーゲン移動の荷重に対して、ほぼ計算値通りとなった。しかし、下段1次斜材の緊張時には、計算で想定した上昇量に対して小さい値となった。そこで、斜材導入力を確認するために、緊張管理結果と主桁内に埋設した応力度計の関連を詳細に検討したが、特に問題はなかった。このため、緊張管理方法の見直しはせず、上段1次斜材での導入力は影響値解析より定めた上限値とし、誤差の修正は、型枠セット高の補正を重視して行った。

主桁閉合後に行ったPC斜材の施工では、斜材ケーブル緊張が主桁の上越しに対して支配的な要因となる。斜材ケーブル緊張は2回に分けて行ったが、1回目および2回目とも計算値と良く対応した。

最終的に、主桁の上越し誤差は±20mmの範囲に収まり、上越し管理の精度は良好であった。図-9に各ブロックの上越し量および上越し管理例(PC斜材施工完了時)を示す。

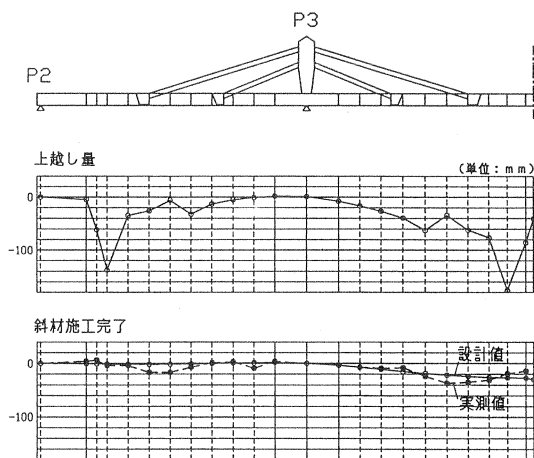


図-9 上越し量および上越し管理例
(PC斜材施工完了時)

7. おわりに

第一玉川橋梁は平成8年5月に本体工が終了し、軌道工事および架線工事が平成9年春の開業に向けて着実に進行している。主塔高を抑えスレンダーな本橋は、その容姿をことさら誇示することはなく、周囲の環境に良く調和している。

最後に、本橋の施工に際して多大なご指導・ご協力を頂きました関係各位に深く感謝の意を表します。