

(83) 新しいタイプの斜張橋(北陸新幹線、屋代北橋梁)の施工

| | | |
|-------------------|-----|-------|
| (株) 錢高組 名古屋支店 | 正会員 | ○渡辺 淳 |
| 日本鉄道建設公団 北陸新幹線建設局 | | 萩原 秀樹 |
| (株) 錢高組 名古屋支店 | 正会員 | 志水 敏之 |
| (株) 日本構造橋梁研究所 | 正会員 | 伊地 伸平 |

1. はじめに

北陸新幹線(軽井沢～長野間)屋代南橋梁・屋代北橋梁は、鉄道橋で初めて採用する新しいタイプのPC斜張橋である。両橋の特徴として、構造的には、①桁剛性が高くたわみの少ない新タイプのPC斜張橋である、②斜材を貫通させて一体化する貫通固定システムを主塔部に採用、③斜材固定部と定着部は万一の取替えに備えた2重管構造を採用、また施工面では、④主塔部にプレキャスト部材を使用、⑤ワーゲン解体時の後退装置の開発などがある。

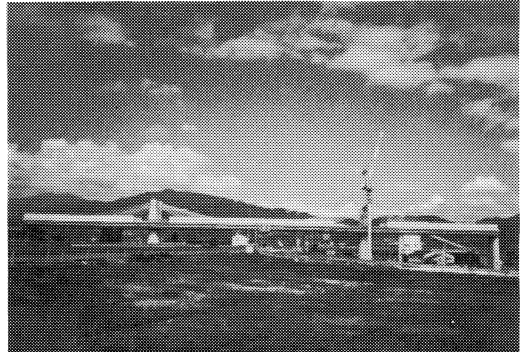


写真-1 北橋梁施工中全景

現在長野冬季オリンピック開催前の開業をめざし、南橋梁は張出し架設中であり、北橋梁は橋面工の最終段階にある。本稿では先行架設した屋代北橋梁(写真-1)の施工について概要を報告する。

2. 橋梁概要

北橋梁は橋長200m、幅員12.8m、主塔高さ10.0mの3径間連続PC斜張橋である。斜材はファン型に6段配置した2面吊りである。本橋は長野県更埴市屋代地区に位置し、長野自動車道の本線上を横過する橋梁である(写真-2)。橋梁一般図を図-1に示す。

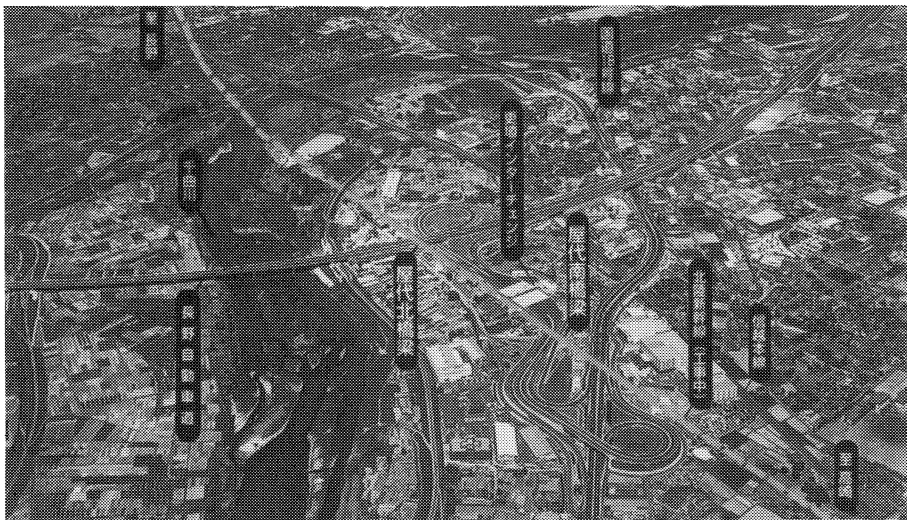


写真-2 架設位置

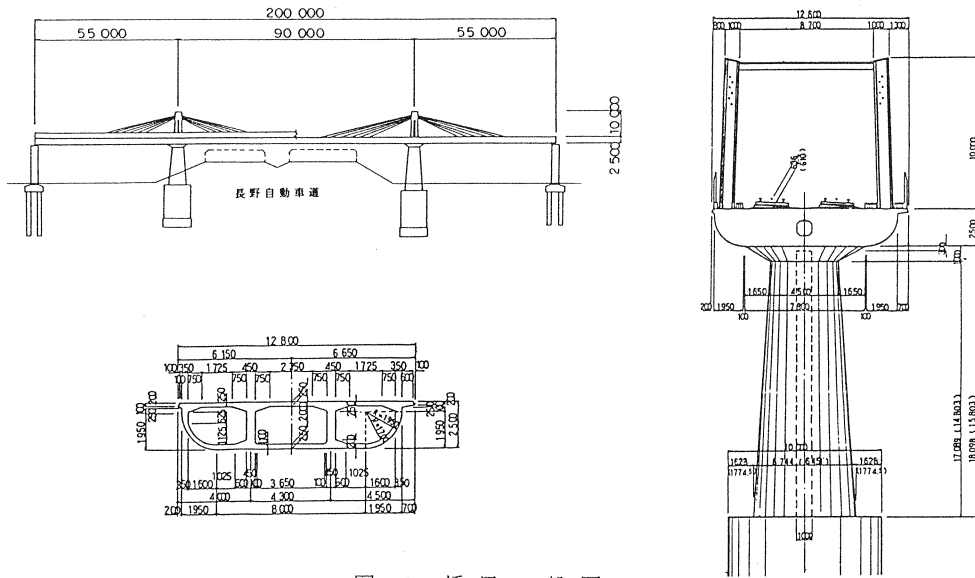


図-1 橋梁一般図

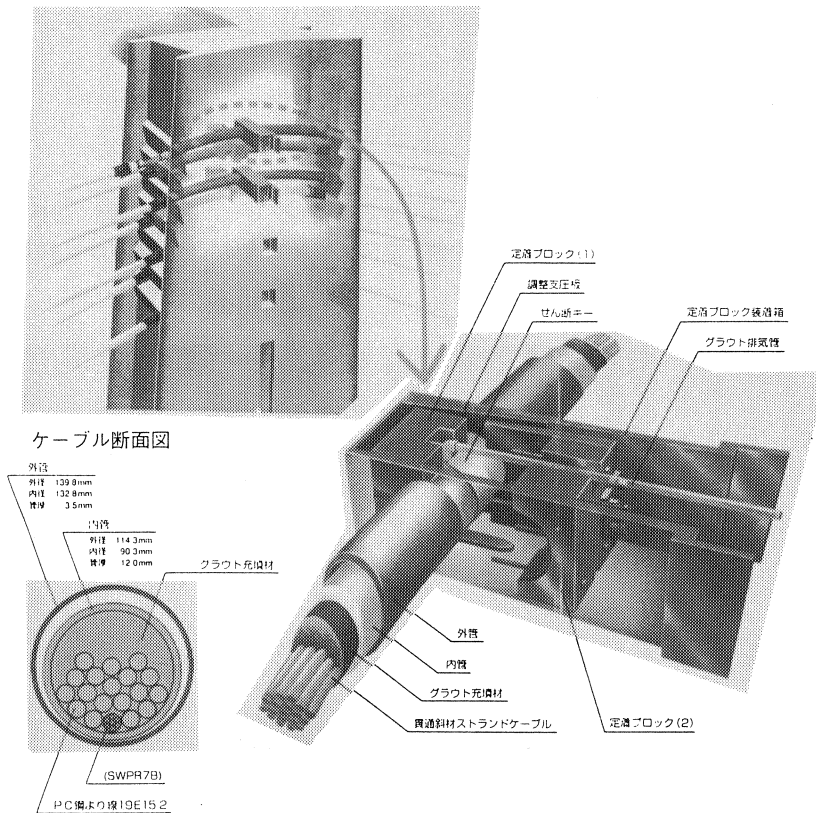


図-2 貫通固定システム説明図

3. 主塔の施工

本橋では貫通固定システムの採用により、各段の斜材は最小間隔30cmという集中した配置が可能となった。そのため北橋梁では10mの低い主塔が実現した。主塔は柱頭部の施工後主桁架設に先行して立ち上げた。主塔を3リフトに分割し総足場工法により施工した。貫通固定システムを配置する主塔頂部は施工性や配置精度を向上させるためプレキャストブロックとし、場所打部2リフト施工後に架設した。また主塔横梁も中央部をプレキャスト部材とし、併せて工程短縮を図った。

(1) 貫通固定システム

貫通固定システムの詳細図を図-2に示す。貫通固定部は将来万一の取替えに備えた2重管構造を採用した。この斜材固定システムは、主塔本体に埋め込まれる外管、鋼より線を保護し充填グラウト材により一体となる内管、そして両者の間の滑動を止める定着ブロックの3部材から構成される。摩擦力および内管に取り付けた突起構造（せん断キー）により、斜材には左右の張力差に起因する軸方向移動が生じない。

(2) 主塔プレキャストブロック

プレキャストブロック製作ヤードは用地の関係からP3側に設けた。プレキャストブロックに埋め込む外管は配管精度を向上させるためあらかじめ鋼製フレームに組み込み、製作ヤードにてこれを包み込むようにコンクリート打設した。ブロックの運搬はトレーラーにて行い、架設はトラッククレーンを使用した（写真-3）。プレキャストブロックと場所打部との鉄筋継手は、品質・施工性の面からモルタル充填継手（スリーブ継手）を採用した。

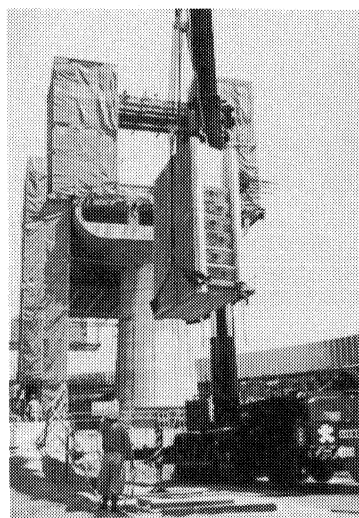


写真-3 プレキャストブロックの架設状況

4. 主桁の施工

主桁はワーゲンをを用いた張出し架設工法により斜材工と併行して施工した（写真-4）。主桁は桁高2.5mの一定桁高、形状は3室箱桁断面である。図-3に施工ブロック割り図を示す。

主桁は、まず施工長15m（長野自動車道の進入路に近接するP2橋脚は8m）の柱頭部をパイプ式の支保工により施工した。次に容量320tf・mに改造した特殊2主桁ワーゲンを組み立てた。このうち長野自動車道上を横断するワーゲンは低床型とし建築限界に対する余裕量確保を図った。また工期短縮を目的にこのワーゲン組立て作業と主塔施工を並行して行った。

張出し施工部はブロック長4.0mの9ブロックであり、このうち斜材定着ブロックは後半の連続した6ブロックである。斜材定着ブロックの施工サイ

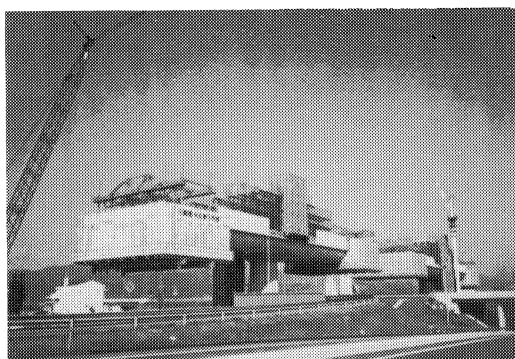


写真-4 張出し架設状況

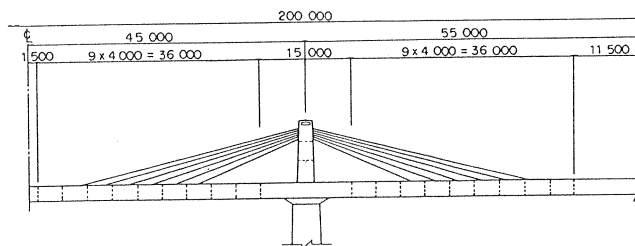


図-3 施工ブロック割り図

クルを表-1に示す。斜材定着ブロックのサイクルは一般ブロックのサイクルに比べ6日程度長くなっている。なお斜材の緊張定着はワーゲン施工ブロック(nブロック)に対して2ブロック手前のブロック(n-2ブロック)で行った。主桁コンクリートの打込みは全ブロックともポンプ車を使用し、張出し左右のブロックは同日打設とした。

外型枠は転用回数が多いことや桁側面が曲線形状を持つことからステンレスフォームとした。外ウェブの内枠には空気あばたや水あばたを防止する目的で透水性の繊維型枠を使用した。

また高速道路上を横断して張出し架設を行うためワーゲンには防護設備を施した。さらにワーゲン後方の橋面からの飛散物落下を防ぐ目的から、プレキャスト軽量型防音壁(高さ2.16m)をワーゲン施工に併行して設置した。

側径間閉合部はパイプ式の支保工により、また高速道路の上となる中央径間閉合部はワーゲンにより施工した。中央径間側ワーゲンの解体は、後退時に障害となる斜材をかかわすためトラス部と下部作業床に分離し、今回開発した後退装置を併用してそれぞれ橋脚付近まで移動し解体した(図-4、写真-5)。

上越し管理には主桁や斜材の温度測定と電子レベルによる自動計測の情報を反映させ、所定の橋体高さに対して良好な結果を得た。

表-1 施工サイクル

| 斜材定着ブロック | | 21日/サイクル | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|-----------|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 工 作 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
| 主 | コンクリート打設 | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 養生 | | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 桁内ケーブル緊張 | | | | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ワーゲン移動 | | | | | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 桁 | 外型枠セット | | | | | | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | |
| | 鉄筋・P.C.型枠 | | | | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 橋面 | 地覆工 | | | | | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 防音壁工 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | - | - | - |
| 斜材 | 足場組立 | | | | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 橋桁工 | | | | | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | 斜材架設 | | | | | | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | 斜材緊張 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | - | - | - |
| 材 | 内管グラウト | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | - | - |
| | グラウト養生 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | - | - |

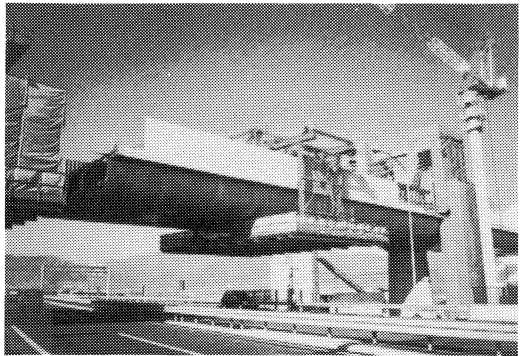


写真-5 ワーゲンの後退状況

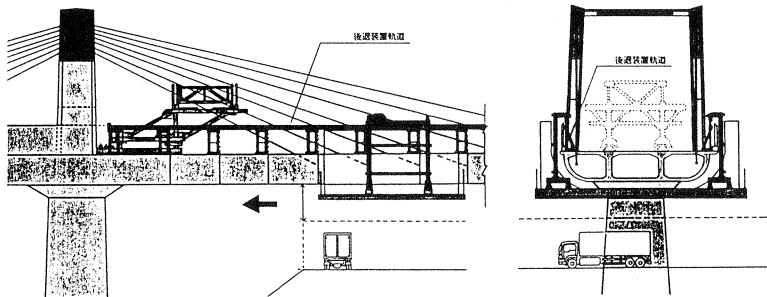


図-4 後退装置

5. 斜材の施工

斜材ケーブルは1段に19T15.2mm(SWPR7B)1本の構成である。斜材定着位置は主桁側箱桁内部である。斜材定着具は斜張橋のような施工中あるいは完成後の斜材張力調整が不要であることから外ケーブル工法用の定着具(フレシネーEシステム)を使用した(写真-6)。斜材の保護管には黄色に着色した標準長6.0mのFRP管を用いた。また内管の挿入、FRP管の架設、ストランドの挿入、内管グラウト、斜材グラウト

ト等はすべて現場施工とした。

(1) 貫通固定システムの組立

外管と同じ曲率に加工した内管を主塔足場上から挿入した。次に定着ブロックを主塔側面に設けた横穴から内管中央のせん断キーを包み込むように取り付けた。この定着ブロックは斜材交換時の脱型作業を容易にするためくさび構造とした。また主塔側面の横穴には内管グラウトの排気孔を設けてその充填状況を確認した。

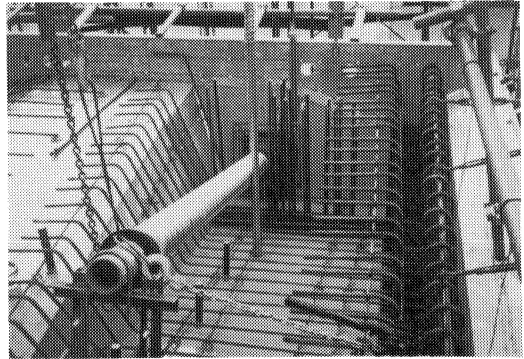


写真-6 主桁側斜材定着具

(2) 斜材保護管（FRP管）の架設

FRP管は円周方向の強度に優るFW（フィラメントワインディング）法による成形品とした。FRP管の接合部は、作業の容易さと強度および水密性を確保できる外ソケット方式のテーパ継手（スリット加工付き）を採用し、接着剤（速硬化エポキシ樹脂接着剤）を併用する構造とした。なおグラウト注入を想定した継手部の耐圧性能は30kgf/cm²以上を目安とし、試験によりこれを確認した。またストランドとFRP管のかぶりを確保する目的でFRP管内にスパイラル鋼線を配置した。

FRP管は橋面上に足場を設けて架設した。ストランド挿入時には作業性の面から継手部は仮接合とし、挿入後に接着剤を使用した本接合を行った。冬期における接着作業には接着剤の硬化を促進するためバンドヒーターによる保温養生を実施した。

(3) ストランドの挿入

ストランドの挿入はプッシングマシンを使用した。最大鋼材長は約83mである。桁上に置いたコイルからストランドを引き出し、これを張出し先端で方向転換させて箱桁内の定着部まで送り、そこからFRP管、主塔の内管さらにFRP管と順次通し、反対側の箱桁内の定着部まで送り出した。

(4) 斜材の緊張

斜材の緊張は4台の緊張ジャッキ（容量500tf）を使用して同時に行った。緊張時には加圧ステップを5tfとし緊張中の斜材張力差を生じさせないようにした。緊張作業は箱桁内で行ったため、重量物となる斜材ジャッキの移動・据付けには斜材定着部横桁に設置したジャッキ架台を利用した（写真-7）。

導入張力管理は圧力と伸びによる管理方式とした。張力導入時緊張ポンプに取り付けたプレッシャーゲージの圧力を監視し、その圧力を主に、また伸びを従として管理した。さらに1段目の斜材については緊張ジャッキ後方にセットしたセンターホール型ロードセルによる荷重計測を実施し、プレッシャーゲージの表示値との相関を確認した。なお導入張力と伸びは、温度や一時的な荷重による補正を加えた。

またP3側斜材に関してはストランドのひずみ計測により、導入後の張力変化量を追跡した。定着後の斜材張力は設計値に対して±5%の管理目標内にあり、今回採用した緊張管理手法の妥当性が検証できた。その後の張力の推移も設計値に対して問題ない管理幅内に収まっていることを確認した。

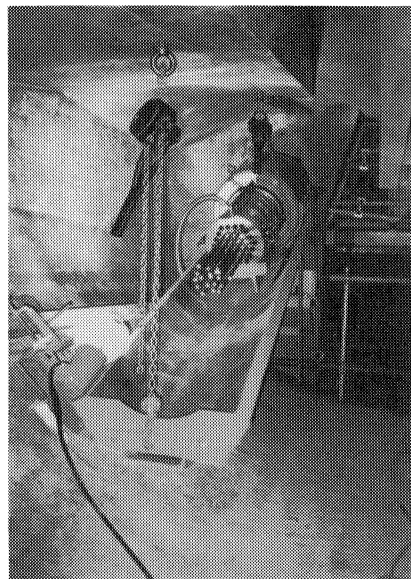


写真-7 斜材ジャッキ架台

(5) 内管グラウト・斜材グラウト

斜材緊張後、貫通固定システムの内管と鋼より線のすき間に高強度セメントによるグラウトを充填した。内管の両端部にグラウト止め（グラウトキャップ）を取り付け、ここから手動ポンプを使用して内管部分にグラウトを注入した。この内管グラウトの養生後に主桁コンクリートを打設した。

斜材一般部（FRP管部）には、主桁完成後にノーブリーディングタイプのグラウトを施工した。主塔高さが低いことからグラウト注入孔は緊張端1箇所だけに設け主塔側まで連続して注入した。グラウトの注入に要した時間は6段目の斜材で20分間程度であった。

また主塔と桁の斜材固定部にはゴム製保護カバーを取り付け、ウレタンポリブタジェン樹脂注入による防錆工を施した（写真-8）。

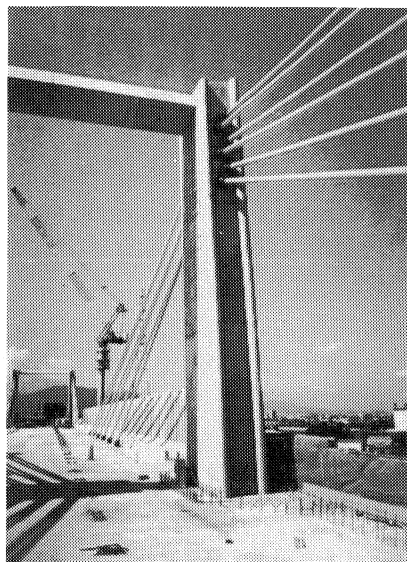


写真-8 斜材防錆工

6. おわりに

屋代北橋梁は平成7年4月に主桁を閉合しており、現在その全容を長野自動車道から望むことができる。桁高を抑え主塔高さを低くした本橋は高速道路を走るドライバーに対する威圧感は少なく、また周囲の環境に良く調和している。本橋梁の持つ構造的合理性が浸透すれば、同規模橋梁に対する採用も拡大するものと考えられる。本報告が今後の同種工事の参考になれば幸いである。

参考文献

- 1) 宮崎修輔・森藤眞治・湯山和利・古賀学・小宮正久：北陸新幹線、屋代南・北橋梁の計画と設計，P C技術協会第4回シンポジウム，1994.10
- 2) 宮崎修輔・森藤眞治・萩原秀樹・前田晴人・野永健二：北陸新幹線、屋代南・屋代北橋梁における斜材の主塔部貫通固定システムの開発と試験，P C技術協会第4回シンポジウム，1994.10
- 3) 平出廣和・萩原秀樹・渡辺淳：屋代南・北橋梁，土木技術，Vol.49，No.12，1994.12