

(20) 碓氷橋(PC斜張橋)の施工

日本道路公団東京第二建設局富岡工事事務所	城戸 正行
(株)ピーエス・鹿島建設(株)共同企業体	正会員 田中 司朗
(株)ピーエス・鹿島建設(株)共同企業体	正会員 ○大塚 一雄
(株)ピーエス・鹿島建設(株)共同企業体	正会員 千明 藤男

1. はじめに

上信越自動車道は、首都圏と上信越地方を結ぶ高速道路として計画され、東京都練馬区を起点とし、埼玉県、群馬県、長野県を経て新潟県上越市に至る全長約280kmの路線である。碓氷橋は松井田妙義IC～碓氷軽井沢IC間に建設される橋長1267mの橋梁であり、このうちJR信越本線および一級河川霧積川を跨ぐ部分が橋長222mの2径間連続PC斜張橋となっている。

本橋は高速道路橋として建設される我が国初の本格的な一面吊りPC斜張橋であり、曲線を多用した逆Y型主塔(高さ113m, SRC構造)、主塔受け梁部(PCコーベル)および斜材定着部の構造等に特徴がある。また斜材には引張強度1500tf級の大容量工場製作ケーブルを我が国のPC斜張橋で初めて採用している。

本橋は来年3月の供用開始を旨として現在施工の最終段階を迎えている所である。本論文では上記特徴に関する施工法を中心に上部工施工の概要を報告するものである。

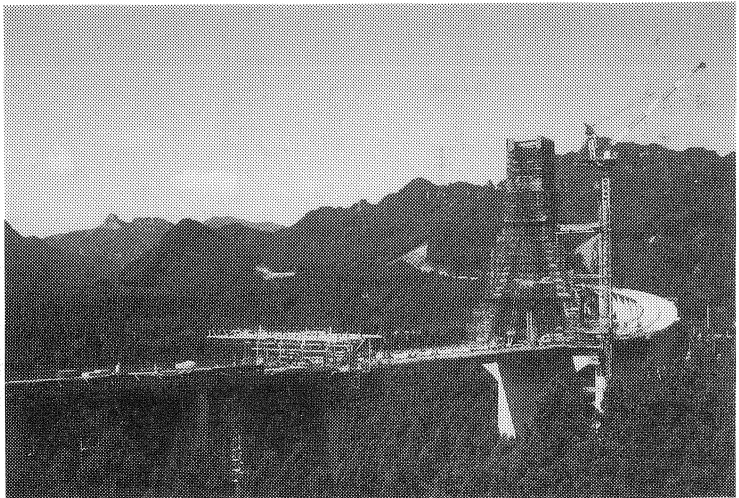


写真-1 全体施工状況写真

2. 橋梁概要

本橋の全体一般図を図-1に、上部工の施工順序を図-2に示す。

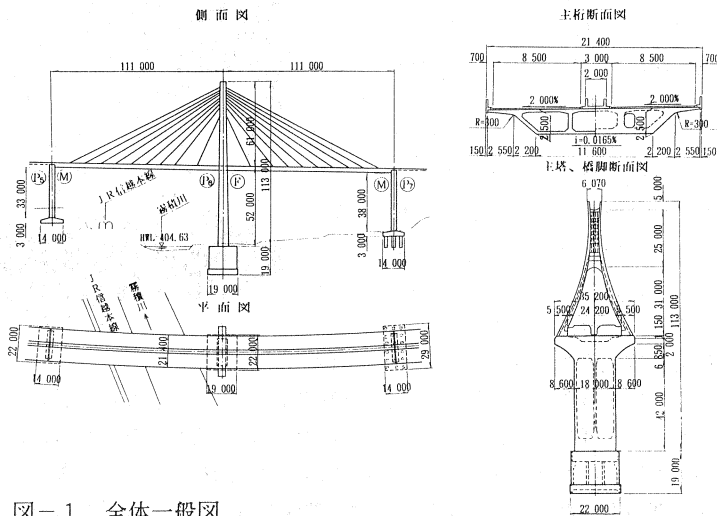


図-1 全体一般図

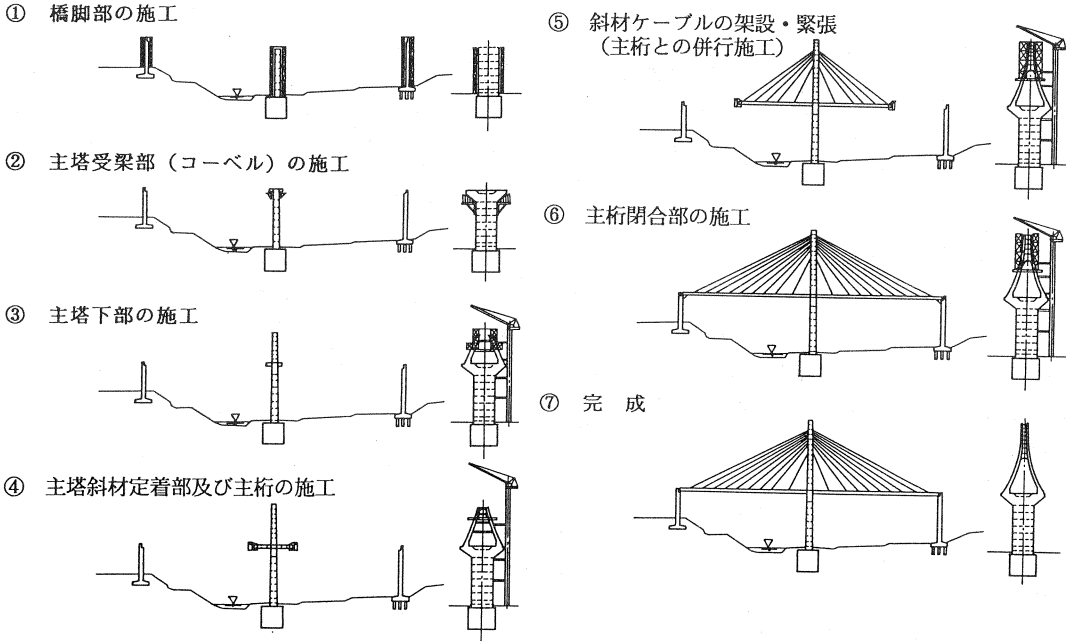


図-2 施工順序図

3. 施工概要

3.1 主塔受け梁部・柱頭部の施工

主塔受け梁部はPCコーベル部材となっている。コーベル部材の上縁に生じる引張力はPC鋼材SWPR7A19T15.2を40本配置し、プレストレス力により対処した。

主塔受け梁部・柱頭部の施工はH鋼によるブラケット式足場支保工を用いて行った。またロット割はコンクリートの打設量、鉄筋・PC鋼材の配置等を考慮して、3ロットに分けて施工した。なお、第3ロットと柱頭部は同時施工した。

1ロット当たりの打設量が約500m³であったことから、セメントの水和熱に起因する温度応力および温度ひびわれの発生の可能性が考えられた。このため事前に温度応力解析を実施し、ひびわれの発生の可能性や対策について検討した。この結果から、構造上問題となるひびわれの発生の可能性は少なく、また対策を施しても大幅なひびわれ指数の改善はみられなかったことから、当初計画の方法で打設した。ただし構造上有害なひびわれが発生した場合には補修することとした。実施工においては、最も温度上昇の大きかった場合で、打ち込み温度30℃に対して85℃であった。上昇値は解析値とほぼ同じであった。また打設ロット表面に縦方向に最大0.2mm程度のひびわれが一部にみられたが、貫通ひびわれ等の有害なひびわれは認められなかった。

また、本部分は橋脚、主塔、柱頭部、主塔受け梁部の鉄筋・PC鋼材が交差して配置されていたためワーカビリティを確保する必要があったこと、および耐久性の確保を目的として流動化コンクリートを使用した。

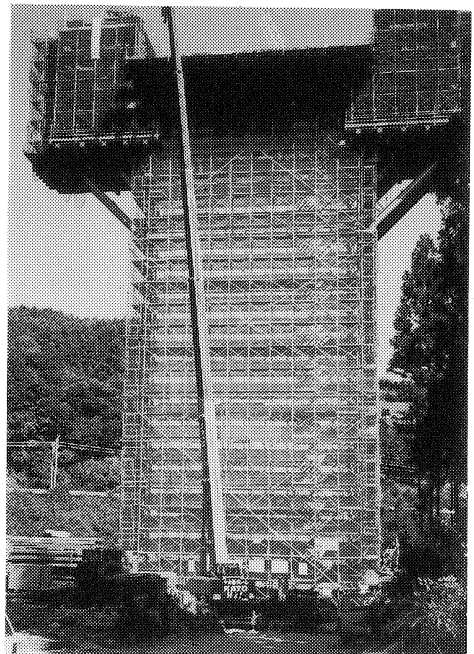


写真-2 主塔受け梁部・柱頭部支保工

3.2 主塔の施工

主塔の施工は、1リフト3～4mの17リフトに分割して総足場工法で施工した。主塔形状は曲線となっているが、大きい曲率部分については1リフト当たりのシフト量が小さいので直線型枠で施工した。型枠は木製としリフト毎に各面が変化しているため一回使いとした。また耐久性向上・景観上より透水性材料(2層の繊維)を型枠表面に貼付したシルクフォーム工法を採用した。傾斜部内面についてはトラス構造の型枠支持装置を利用して施工した。傾斜部は主塔の倒れ防止用のストラットを用いて施工した。鉄筋・型枠・斜材定着体の組立精度を確保するため鉄骨を用いた。また主筋(D38, 32)には、施工性・品質、工程管理の面から機械式継手を用いた。コンクリート打設は、流動化コンクリートを使用しポンプ車配管打設方式により行った。

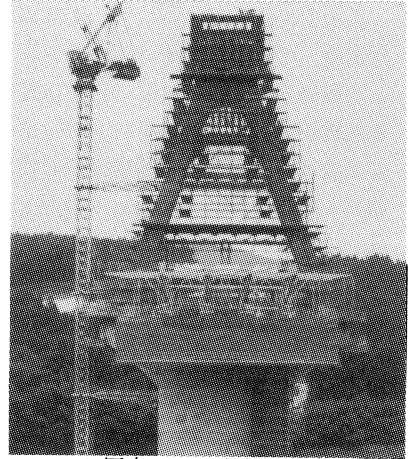


写真-3 主塔の施工

3.3 主桁の施工

張出架設部は、ワーゲンにより施工した。本橋の場合は特に広幅員であり、1ブロックの長さが5mと長い。さらに斜材ケーブルがありかつJR信越本線の上で解体出来ないため、斜材ケーブルをかわしながらバックできる4フレームから成る特殊大型ワーゲンを使用して施工した。また、PC斜張橋では主桁の剛性が少なく、温度変化・風により主桁のたわみ変動が大きいいため、側径間閉合部は型枠設置等の施工上の理由及びコンクリート出来形・品質面から、橋脚に固定したブラケット支保工とゲビンデ鋼棒を用いて、主桁を固定して施工することとした。本橋の施工ブロック割を図-3に示す。

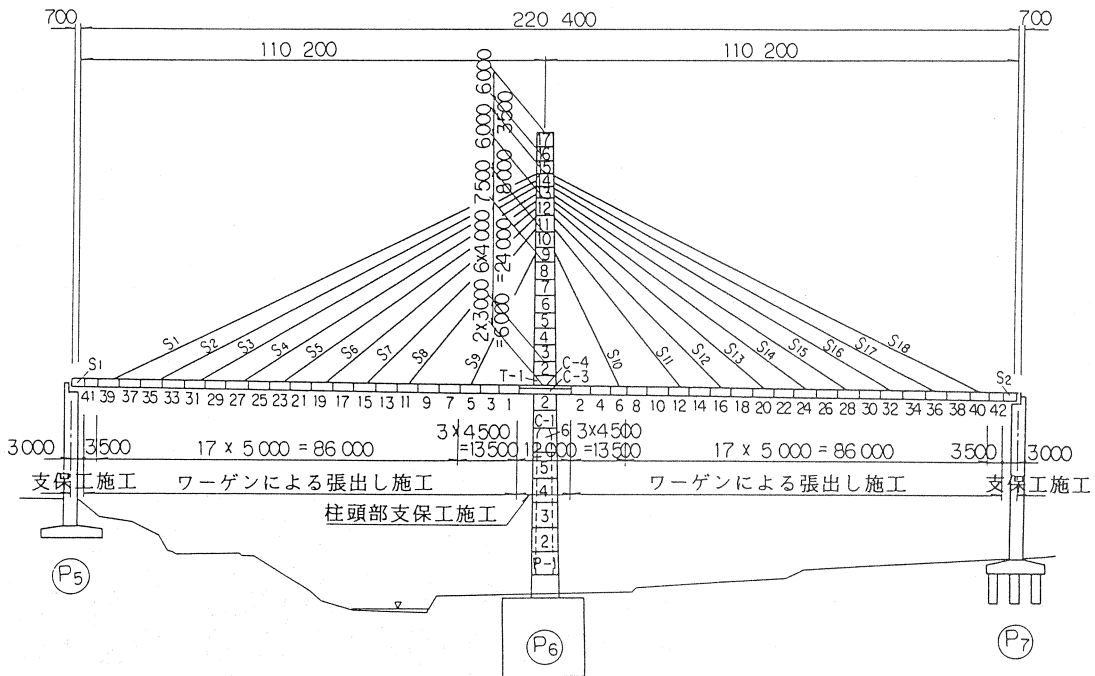


図-3 施工ブロック割図

主桁型枠は、外型枠については形状が一定であり、転用回数・工程・景観を考えステンレス型枠を大パネルとして使用した。内型枠については通常の桁橋と異なり、斜張橋が故に、1つおきにブロック中央に横桁斜材定着部が設けられるため、木製型枠を使用し各ブロック毎に組立て解体した。(写真-4参照)

鉄筋の被りは耐久性向上のため5cmとした。斜材定着ブロックの鉄筋組立作業は鉄筋やPC鋼材の取り合いが非常に複雑であり手間を要した。(写真-5参照)

コンクリート打設はポンプ車配管打設(鉛直圧送長52m, 最大水平圧送長110m)方式でおこなった。高所打設・鋼材配置の複雑さ・耐久性の確保等の理由から、主塔・主塔受梁部と同様流動化コンクリートを使用した。

設計上の理由から、PC鋼材の緊張は、鉛直締PC鋼棒、主鋼棒、床版横締めPC鋼線、斜材定着部横桁横締めPC鋼線の順に行なった。ただし、斜材定着部横桁横締めPC鋼線の緊張は、斜材ケーブルの一次緊張前までに実施した。

3.4 斜材の施工

(1) 概要

本橋の斜材ケーブルにはポリエチレン被覆されたノングラウトタイプの工場製作ケーブルを使用した。架設はケーブルを橋面上に展開し、タワークレーンで吊り上げて行った。

緊張は、主桁側では緊張スペースを確保出来ないこと、及び施工性から全て塔側で行なった。斜材ケーブル架設や緊張用ジャッキセット等の足場は、主塔鉛直部施工用の足場を利用したが作業に支障となるものはその都度解体・組立した。揚重設備は、タワークレーンを用いたが、この他に桁側へのケーブル挿入に橋上クレーン・ウインチ・フォークリフト・チェーンブロックを、塔側へのケーブル引寄せ等に引込み緊張装置(1000t ジャッキ、ストランド用20t ジャッキ等)、ウインチ、チェーンブロックを使用した。

(2) 斜材定着体のセット

斜材鋼管及び支圧板からなる斜材定着体は高い据付精度が要求されたため、塔側は鉄骨に受台を取り付けこの上にセットした。主桁側についてはワーゲンからチェーンブロック、ターンバックル等を用いて8ヶ所支持し位置決めをした。

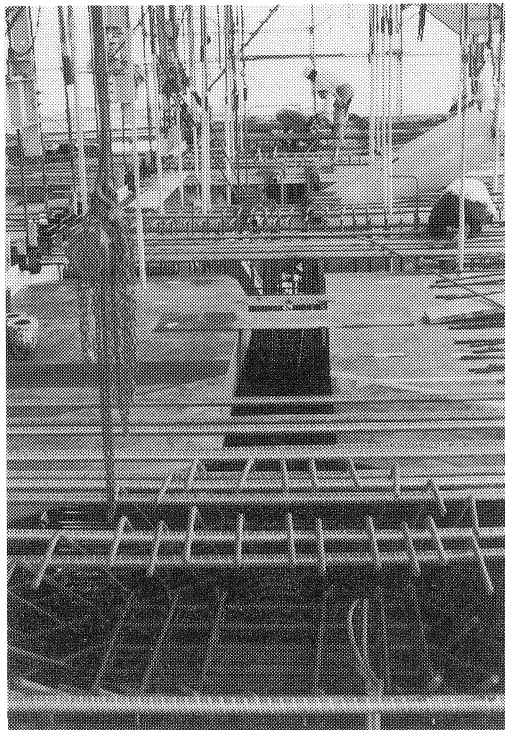


写真-4 斜材定着ブロック型枠組立

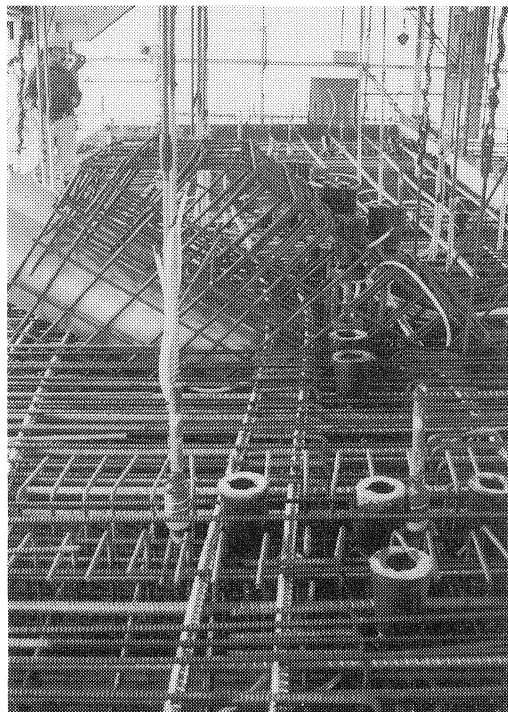


写真-5 斜材定着ブロック鉄筋PC鋼材組立

(3) 架設・引き込み・一次緊張

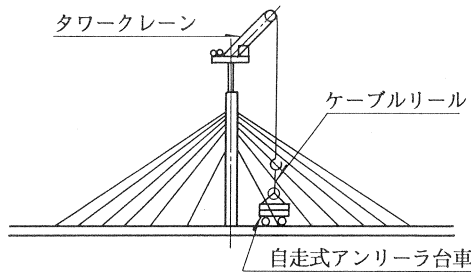
架設要領図を図-4に、主塔側引き込み・一次緊張要領を図-5に示す。

主塔をはさんで片側2本ずつのケーブルが配置されているが2台のジャッキを用いてP5、P7橋脚側対称に1ケーブルずつ同時緊張した。斜材ケーブルの緊張は圧力管理を基本とし、伸び量はこのための参考値とした。緊張に先立ち、桁と斜材ケーブルの温度測定を実施し、設計緊張力をあらかじめ補正した。緊張時にはその都度ロードセルを用いてジャッキ・ポンプのキャリブレーションを行なったうえで、ポンプの読みをデジタル表示器により読み取った。また、構造系変化ごとに振動法により全斜材ケーブルの張力を測定し経時変化をとらえた。

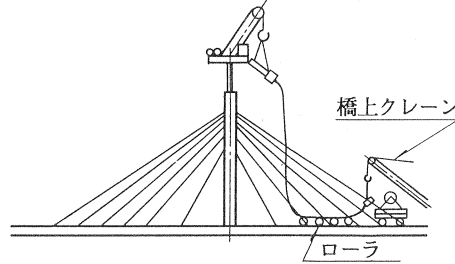
(4) 二次緊張・調整緊張

二次緊張は新たに架設した斜材を一次緊張した後、一段下の斜材張力を緩めるものであり、調整緊張はたわみ誤差が生じた場合または桁閉合直後に行う緊張であるがこの場合も、一次緊張と同様の方法で緊張管理を行った。

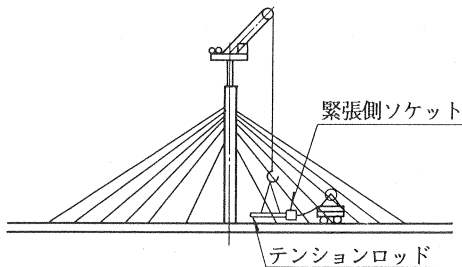
- ① タワークレーンにてケーブルリールを台車に載せる。



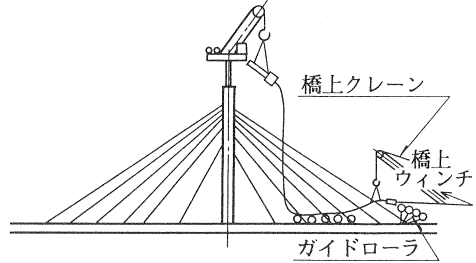
- ④ 台車を移動し、橋面上に展開する。固定側ソケットをケーブルリールより取り外す。



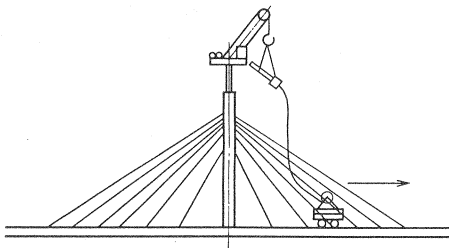
- ② 緊張側ソケットにテンションロッドを取り付ける。



- ⑤ ケーブル展開終了後、橋上クレーン、橋上ウィンチにて、桁側定着体に引き込みソケットを固定する。



- ③ タワークレーンにてソケットを吊り上げて展開する。



- ⑥ タワークレーン、塔側引き込み緊張装置にて塔側定着体に引込み、ソケットを固定する。

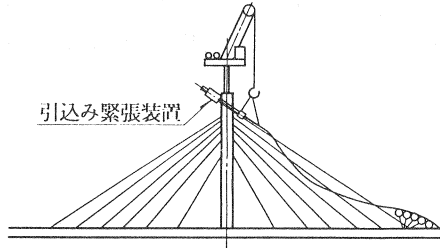


図-4 斜材架設要領図

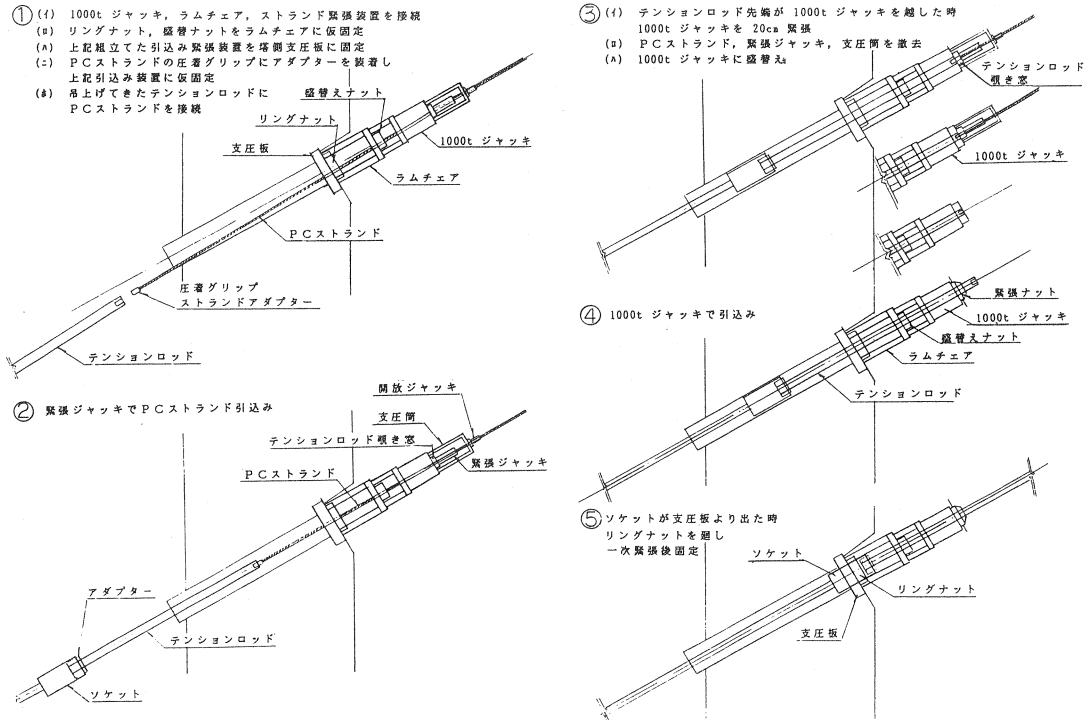


図-5 斜材引き込み・一次緊張要領図

4. まとめ

本橋は来年3月の開通をめざして、平成4年9月現在、側径間閉合部の施工を行っているところである。本論文ではこの時点までの施工について報告したが、各種計測機器・マイクロコンピュータを用いた情報化施工や斜材ケーブル付属物の施工等についてはまた別の機会に報告したいと考えている。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) 城戸、大塚、小林、北国：碓氷橋（PC斜張橋）の設計：プレストレストコンクリート技術協会 第2回シンポジウム論文集 1991.11
- 2) 城戸、飯束、田中、大塚、北国：碓氷橋（PC斜張橋）の設計について：プレストレストコンクリート vol.33 no.6
- 3) 大谷、城戸、堀、大塚、三島：碓氷橋（PC斜張橋）の計画と設計概要：橋梁 1992.4
- 4) 大谷、城戸、池田、中村：碓氷橋（PC斜張橋）上部工の設計（上）：橋梁と基礎 1992.4
- 5) 佐々木、城戸、飯束、竹田：碓氷橋（PC斜張橋）上部工の設計（下）：橋梁と基礎 1992.5