

(109) 士狩大橋の施工

北海道開発局 帯広開発建設部 帯広道路事務所

同上

鹿島・オリエンタル・ピー・エスJV 士狩大橋工事事務所

同上

阿部富次

水尾 隆

正会員 池田 隆

正会員 ○ 山本 徹

1. はじめに

士狩大橋は、十勝平野の南北の交通軸として期待されている帯広広尾自動車道のうち十勝川渡河地点に架設中の大偏心外ケーブル方式(エクストラドーズド)5径間連続PC箱桁橋である。本橋は、構造特性、周辺工区も含めた総合的経済性等を考慮の上採用されたものであり、以下の特徴を有す。

- ① 5径間連続、橋長610m、一般部幅員23mを有する大規模構造である。
- ② 大偏心外ケーブルを通常の斜材として用いる他に連続ケーブルとしても用いている。
- ③ 橋脚が斜角を有しており、それに関連して張出し施工ブロックも斜角構造である。
- ④ P4張出系に拡幅があり、一般部が3室構造であるのに対し、P4~A2間は4室構造である。また、アンバランスが大きく仮支柱が必要となる。
- ⑤ 積層ゴム支承を用いた反力分散構造であり、主桁連結後の支保ひずみ調整方法として調整量を計測値をもとに適切に選択できるよう後ひずみ調整を採用している。
- ⑥ 大偏心外ケーブルの主塔(偏向塔)での定着構造は交差定着となっている。

本橋の施工に当っては、このような特徴とマイナス20度を超える寒さ等の自然環境を考慮しながら計画を策定している。

ここでは、前回報告した支承設置・柱頭部工以降の張出架設から現状までの施工概要について報告する。

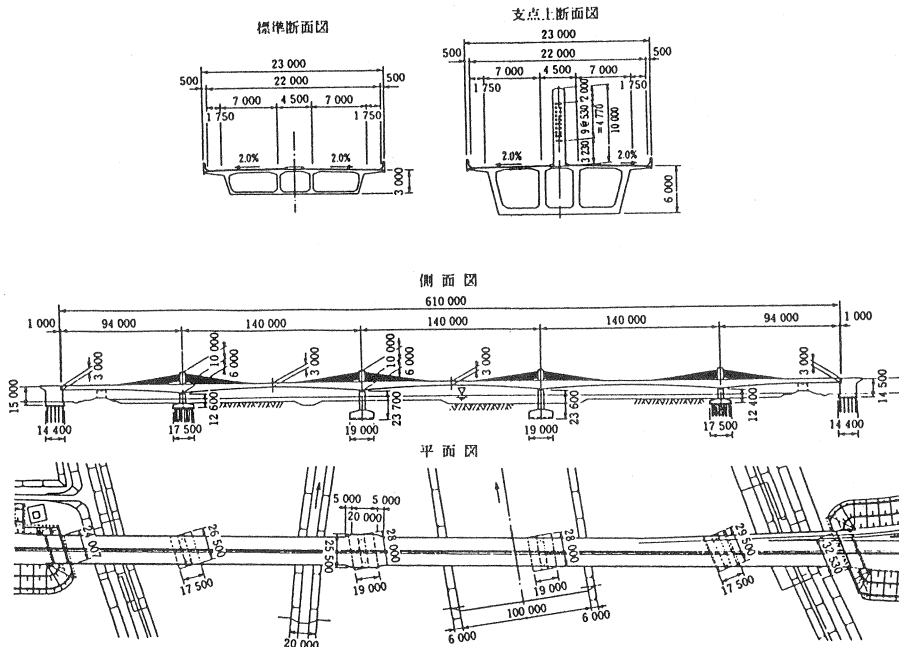


図-1 一般図

2. 工事概要

工事名：帯広広尾自動車道芽室町士狩大橋上部工事  
 発注者：北海道開発局帯広開発建設部  
 工事場所：北海道河西郡芽室町  
 構造形式：大偏心外ケーブル方式5径間連続PC箱桁橋  
 橋長：610m(支間割：94m+3@140m+94m)  
 有効幅員：17.5m(P3~A2間で拡幅有り)

表-1 主要工事数量

コンクリート 40N	16,253m <sup>3</sup>
鉄筋 (SD295A)	2,161 t
PC鋼材(19S15.2B)	404 t
” (12S12.7)	508 t
” (12W8)	122 t
PC鋼棒 (1B32B2)	104 t

3. 施工概要

本橋は、柱頭部支保工施工部、移動作業車による張出施工部、側径間支保工施工部、および、閉合部吊支保工施工部に大別される。移動作業車は4台を用いて、側径間側のP4,P1系の張出施工を先行し、P3、P2系に転用する。解体は、両側径間が堤内となり、また、P2・P3間は河川上となるため、ここでは移動作業車を後退させて実施する予定である。側径間閉合手順は、支保工施工によるコンクリート打設後、連続ケーブル(内ケーブル)の緊張、仮支承の解体の順序で行う。その後、P4系では更に仮支柱反力を開放する。大偏心連続外ケーブルと桁内外ケーブルは、主桁連結完了後、5径間連続構造で緊張を実施する。

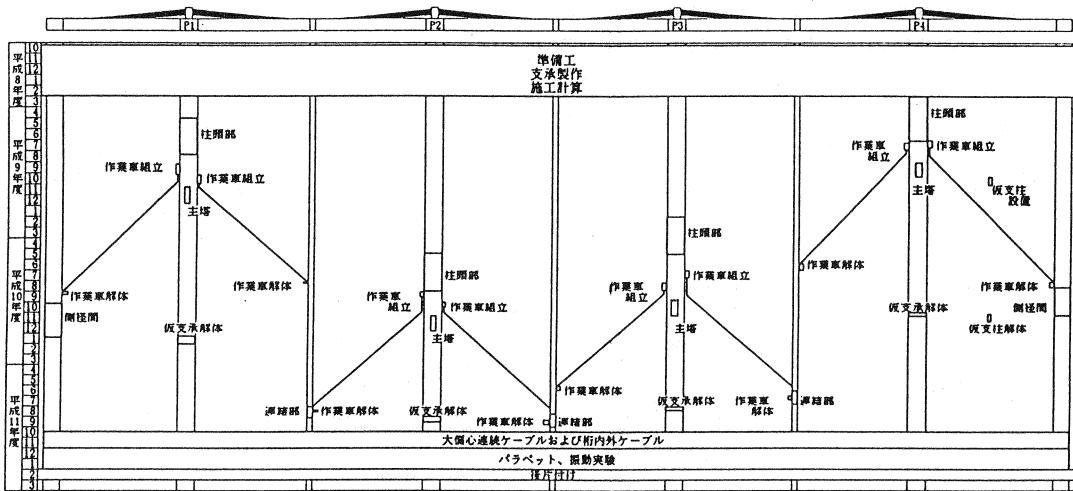


図-2 全体工程表

4. 移動作業車

本橋の移動作業車は、最大のもので全高約20m、全幅約35m、艀装重量185tであり、一般型のメインフレームを有するものの比較的大規模なもので、以下の特徴を有する。

- ① 張出施工ブロックの斜角構造のため、メインフレームと上部トラス等通常直行する部材が75度or 80度の角度を有する。
- ② P4系では、約2.8mの拡幅(拡小)対応が必要となる。
- ③ 主桁ボックス数の違いから、P4系ではP3側が4フレーム構造、A2側が5フレーム構造となる。

まず、部材の斜角構造に対しては、接合する部材の間に上下フランジが所定の角度を有するスペーサピースを挟み、このピースと各部材は直行するようにした。このピースによる重量増は僅かであるが、P4系と

P3系では角度が異なるため、その転用に際してはすべてスペーサピースの取り替えが必要となる。

次に、拡幅構造に対しては、原則として両外Boxのウェブ間隔が一定であることから隣接する2つのメインフレームの頂部を横梁でつなぎ門型ラーメンを構成させ、その横梁中央にスライド装置を設けて、門型ラーメン全体を横移動させることにより対応している。これは、メインフレームをつなぐ横梁の分や上部横梁の片持ち張出スパンが大きくなるため、直接メインフレームと上部横梁間で滑らずよりも部材数も重量も増えることになるが、移動時の荷重分配と安定性に優れていることにより採用した。

P4系A2側のみ5フレームとなることに対しては、中央のフレームは主に型枠ジャッキのみを支持し、移動時は上部横梁に吊られて移動する構造とした。

なお、本橋は通年施工を実施しているため、移動作業車に対しても冬期養生が必要となる。これに対しては、継ぎ目に隙間が出来ない特殊なレールを用いて、屋根および側面全体を定尺のポリプロピレン系発砲シートで覆い、下部踊場にコンクリートファーンスを設置して給熱することにより、養生条件を満足させるとともに、十分な採光性を確保することが出来た。

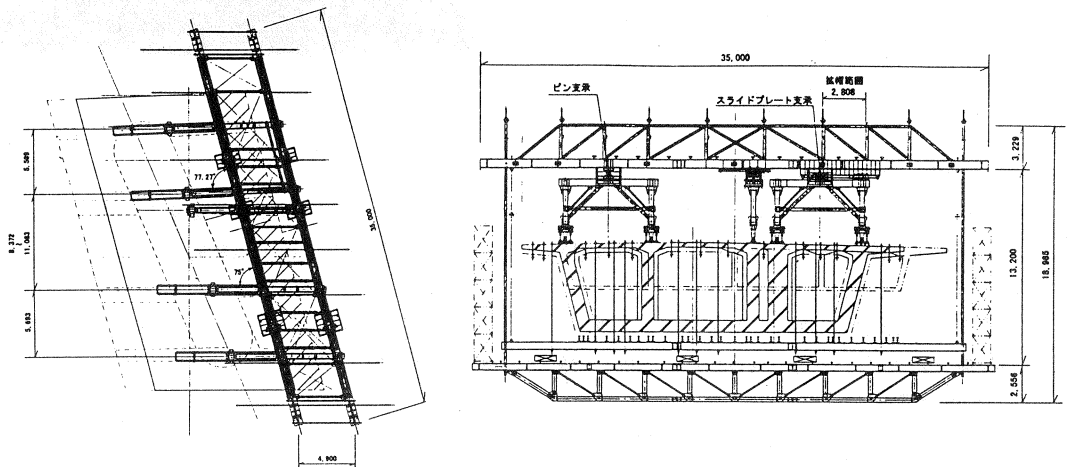


図-3 斜角拡幅対応移動作業車

## 5. 張出施工

張出施工ブロック数は、P1側径間側が21ブロック、P4側径間側が23ブロック、その他はすべて20ブロックである。ブロック長は2.5mから4.0mで、コンクリート体積は53m<sup>3</sup>から107m<sup>3</sup>である。

左右のブロック数が異なるP1系、P4系のアンバランス対策としては、それぞれカウンターウェイトおよび仮支柱により対処した。

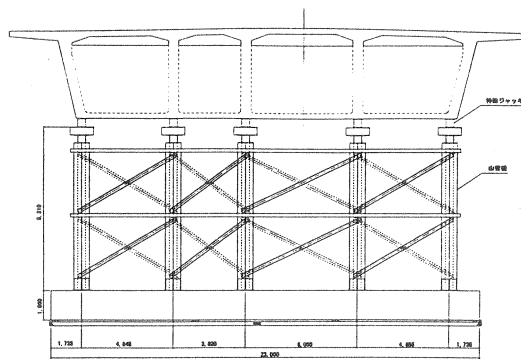
大偏心定着外ケーブルの定着部補強リブ、および、大偏心連続外ケーブルや桁内外ケーブルのデビエータは主桁と一体打ちとしたが、仮支柱部の補強横桁は移動作業車の容量の関係から後打ちとした。

## 6. 仮支柱工

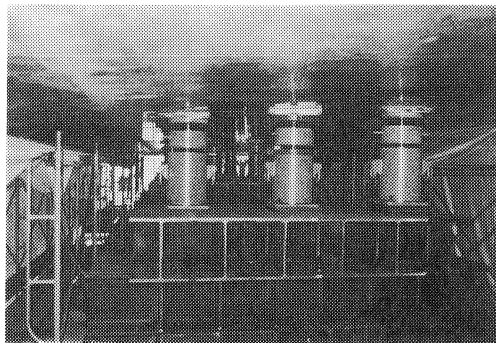
仮支柱は、P4系A2側10ブロックに設置されるもので、解析上は15ブロック打設以降支点としてモデル化されている。反力は、各施工段階に応じて順次変化し、最大反力は約3,000tである。

構造選定に当っては、主桁支持点の沈下を極力押さえるべく、かつ、既設桁下での組立・解体・撤去が容易となるよう配慮した。その結果、基礎構造は杭基礎としても若干の沈下は避けられないことから、RCフ

ーチングによる直接基礎とした。その上に山留材を主部材とする仮支柱本体を組立て、最上部に沈下対策としてのジャッキを設置した。ジャッキは容量 300tf、ストローク 160mm のロックナット付き特殊油圧ジャッキで、油圧の調整は仮支柱位置の主桁高さでジャッキの総反力をパラメータとして電磁弁を用いた自動調整システムとしている。



図—4 仮支柱構造図



写真—1 特殊油圧ジャッキ

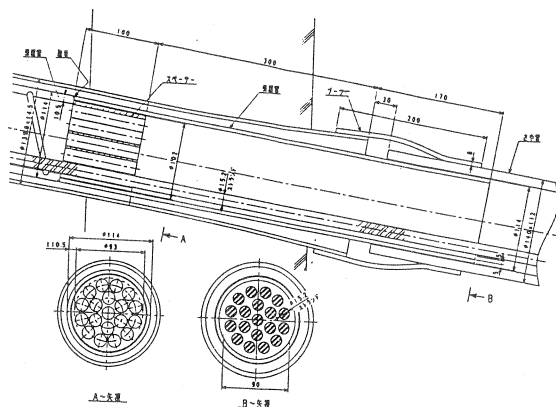
## 7. 大偏心定着外ケーブル工

本橋の大偏心定着外ケーブルは、偏向部における対フレット特性が最も要求される場所であり、施工上は PC 鋼材挿入に伴う線の交差重なり等を防ぎ、フレット疲労試験時の供試体と同等の配置精度を確保する必要がある。

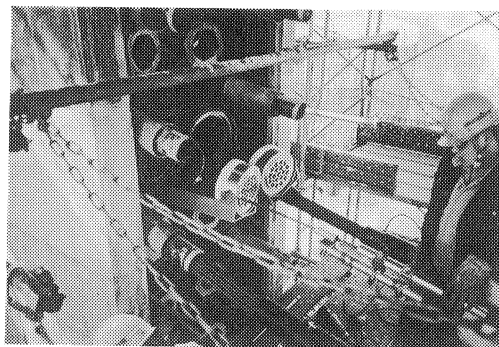
また、防錆仕様は裸線にセメントグラウトと PE 管という一般的なもので、グラウトの充填性に関する配慮、および、主桁の限られた空間内での緊張作業における施工性の確保が課題であった。

### 7-1 配置精度の確保

PC 鋼材の挿入は現場製作型の斜材ケーブル同様、塔側より 1 本ずつプッシングマシンにより挿入することとし、配置精度は偏向塔からの出口部に偏向部スペーサを設置して、PC 鋼材挿入の際、アンカーディスクと同位置のスペーサの孔に通すことにより、配置精度を確保するものとした。スペーサの材質は軟質ポリエチレン製で、PC 鋼材用の孔の他にグラウト用の孔が開けられている。



図—5 大偏心外ケーブル偏向塔出口部構造図



写真—2 PC 鋼材挿入状況

## 7-2 グラウト充填性の確保

プレーンのPE管を外套管として用いる際には、直線部ではPC鋼線を螺旋状にPE管内に設置しそれをスペーサとしてその中にPC鋼材を通しグラウトかぶりを確保すること、また、偏向部ではPC鋼材のめり込みに対処するため厚肉のPE管を用いるのが一般的であった。しかし、PC鋼線によるスペーサはPC鋼材とのフレティングの問題が払拭されないこと、施工性に問題があること、また、偏向部においては重なったPC鋼材の閉塞空間によりエアポケットの発生の懸念があることなどが指摘されていた。

そこで、本橋では直線部、偏向部に対応してそれぞれ内面凸型および内面凹型PE管を用いることとした。内面凸型はPE管内面に高さ5mmの凸型突起が螺旋状にあるもので、これがスペーサとして作用するものである。また、内面凹型は肉厚10.5mmのPE管にやはり螺旋状に深さ5mmの溝が加工してあるもので、その溝を通して、偏向部PC鋼材の背面側にもグラウトが回るよう配慮したものである。

## 7-3 緊張

本橋の場合、大偏心定着外ケーブルは偏向塔で曲げ半径 $R=4m$ で曲線配置されており、その部分で導入力の損失が生じるため主桁側Box内緊張となっている。斜張橋でも主桁側緊張の事例は存在するが、斜張橋の場合は一般的に施工ブロック長が長く、ジャッキ重量は大きいものの緊張スペース等ある程度の施工性は確保できる場合が多い。しかし、本橋では、この部分のブロック長は3.5mで、また、定着端がブロック端から50cmの位置で新設ブロックに近く、さらに、斜角や底板吊り材等の関係で非常に限られたスペースでの作業となる。そこで、本橋では、新設ブロックの床版受梁を下げ、緊張に要する空間を確保した上で、特殊なラムチェアーを用いてシングルストランドジャッキで緊張することとした。これは、本ケーブルの配置形状が上凸のみで、偏向部スペーサを設置したことにより、下側のPC鋼材から順次1本ずつ緊張することによりPC鋼材の交差重なり等に関する懸念が払拭されたことにより採用したものである。

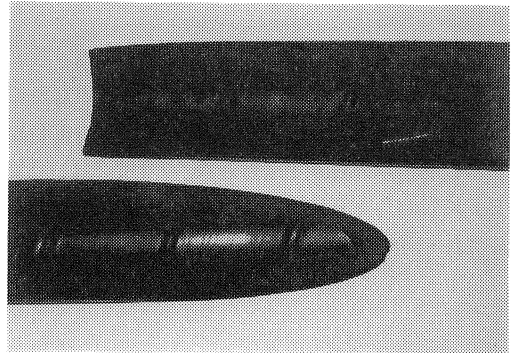


写真-3 内面凹凸型 PE 管

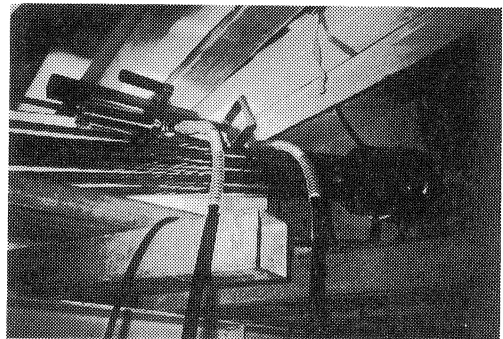


写真-4 緊張状況

## 8. 偏向塔

偏向塔では並列配置された大偏心外ケーブルが交差定着方式で10段設置されており、総数40本のケーブルが定着されている。さらに、本橋では一般的にエクストラドーズド橋で用いられている貫通方式(サドル方式)に近いケーブル配置間隔を実現するために偏向塔内で曲線配置しており、また、定着部や偏向部の補強筋もあり、偏向塔内は非常に密な鋼材配置となっている。

このように密に配置された鋼材を組み立てるに際

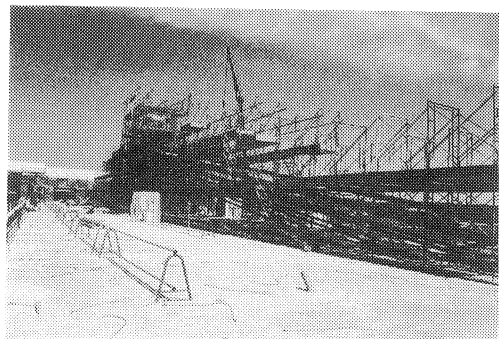
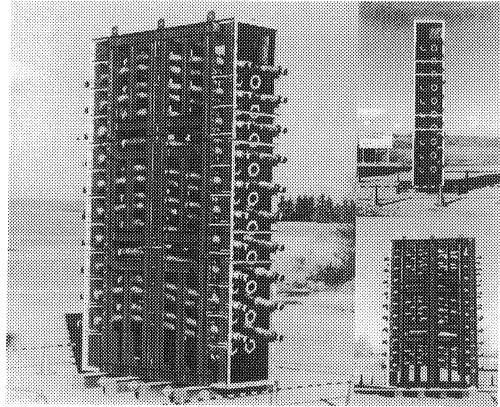


写真-5 架設状況

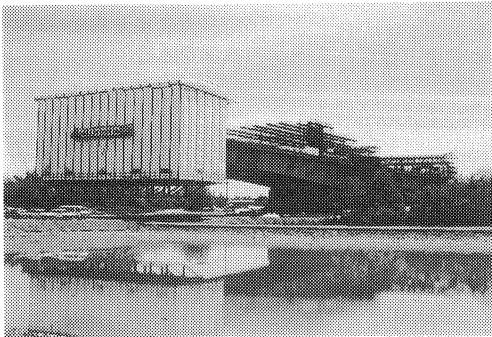
しては、鋼材間をあきを確実に確保し、フレッティング対策上有害となる角折れ等を避けるために通常の鋼材配置に比べより高度な配置精度が要求される。

そこで、本橋では予め工場で定着体や補強鉄筋等を組み込んだ偏向塔定着部架台を設置することとした。この架台は定着部鋼管と定着体の配置上の微調整が可能な構造となっており、複雑な小口型枠や外周型枠の支持架台も兼ねるもので、現場では架台自体を正規な位置に設置すれば十分な鋼材の配置精度が確保できるようにしたものである。

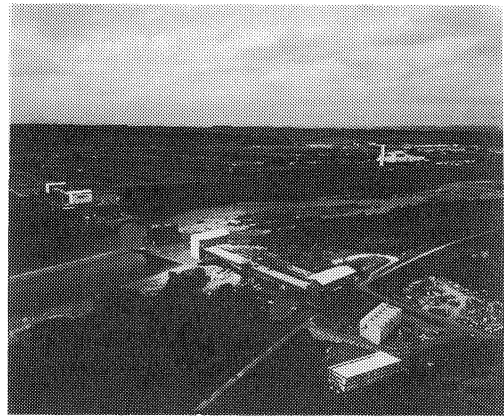
また偏向塔のコンクリート工に関しては、柱頭部による外部拘束の懸念や施工時期が冬期となることなどから、事前に温度応力解析を実施し、その結果を基に通常の養生条件(打設後 10度2日、0度2日)に対し、10度2日、5度5日という厳しい養生条件を与えて施工した。



写真一六 偏向塔定着部架台



写真一七 H.10年7月P4系



写真一八 H.10年7月全景

## 9. おわりに

エクストラロード橋の施工は、桁橋と斜張橋と外ケーブルの施工技術の融合であることは間違いないが、合理的な施工を実施するためには単にそれらを合体させるだけでは不十分である。大偏心外ケーブル容量や高さに合致した架設方法、張出架設半ばで生じる横リブの施工方法等個々の施工技術は従来の延長で対応可能かも知れないが、それらをサイクル施工や全体工程の中にどう取り込むかは、斜張橋や桁橋と似て非なるものに思える。ここで紹介出来なかった、側径間閉合以降の施工概要、および、計測結果や関連実験に関しては別の機会に報告する予定である。

本報告が、エクストラロード橋の施工に際し一助になれば幸いである。

## 参考文献

- 1) 渡辺政義 他 : 土狩大橋の計画と設計、プレストレストコンクリート、Vol.39、No.2、1997
- 2) 渡辺政義 他 : 土狩大橋の設計と施工、第7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、1997