

V-7

JR根室本線帯広駅付近高架工事における2径間連続PC斜張橋の施工計画

JR北海道 小澤 直正
鉄建建設(株) 山崎 光雄

1. はじめに

帯広市街地は、JR根室本線により南北に分断されており、踏切での慢性的な交通渋滞を引き起こしている。このため、踏切解消と道路整備の目的で、帯広高架工事が計画された。本橋は、この高架工事の一部で、都市計画道路と斜めに交差する条件で設計が行われた。構造形式を決定するにあたり、PC単純桁(案)、2径間連続PC桁(案)、2径間連続PC斜張橋(案)の比較検討を行った結果、景観性、経済性に優れたPC斜張橋(案)が採用された。

本橋の特色は、斜材にプレストレストコンクリートを採用し、広幅員(最大32.66m)で、かつ大きな幅員変化をとともなうことで複雑な構造となっている。斜材は主桁定着であり、主塔頂部に定着体を設けない構造である。PC斜材を有する斜張橋の施工実績は少なく、施工中の橋梁を除くと国内の施工実績は、久慈線小本川橋梁だけである。

本橋梁の架設地点は、北海道内でも有数の厳寒地域であり、主桁柱頭部は冬期間での施工となることから特に養生方法に関する対策も必要となる。本文では、このPC斜張橋を施工するための計画の概要を報告するものである。

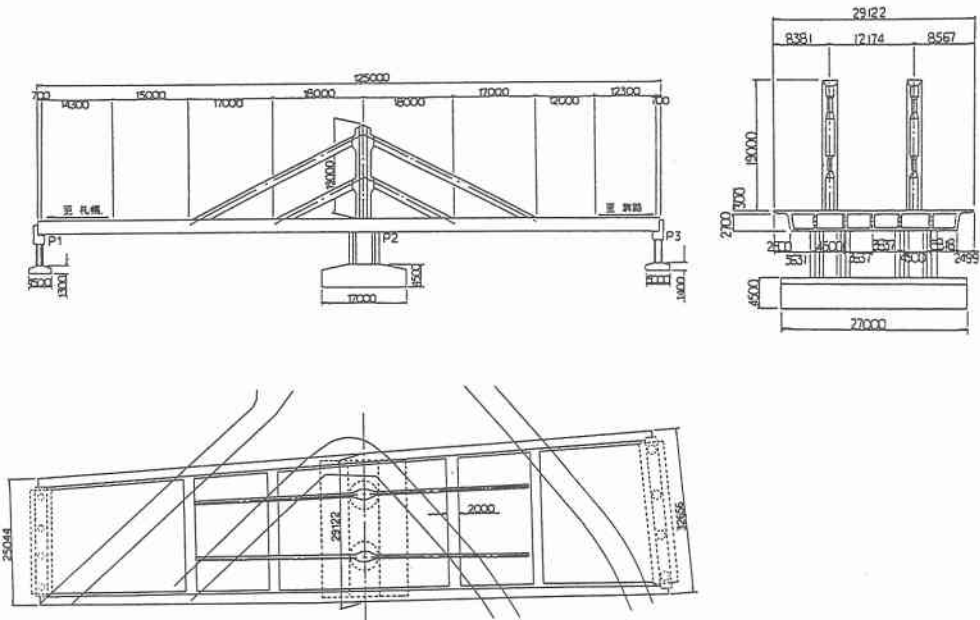


図-1 橋梁全体図

Construction planning of 2 span continuous P.C. stayed bridge for The elevated track near Obihiro Station. by Naomasa Ozawa and Mitsuo Yamazaki

2. 工事概要

本橋の設計はJRのRC標準が限界状態設計法に改訂される前から着手されており、旧RC標準（昭和54年4月）の許容応力度法をベースに、新RC標準（平成4年10月）の限界状態設計法を一部取り入れて行われている。

1) 構造形式

- 全 体：2径間連続PC斜張橋（コンクリート斜材）
- 斜 材：プレストレストコンクリートハーフ型2面吊り
- 主 桁：6室PC箱桁
- 主 塔：RC独立2本柱

2) 設計条件

- 形 式：鉄道橋（3線級）
- 橋 長：125,000 m
- 主 塔 高：19,000 m
- 支 間：64,300m+59,300m
- 幅 員：25.044m～32.656m
- 列車荷重：EA-17
- 縦断勾配：←0.2%

3) 使用材料

コンクリート	主 桁	f'ck=400 kgf/cm ²	4015m ³
	主 塔	f'ck=500 kgf/cm ²	213m ³
	斜 材	f'ck=500 kgf/cm ²	227m ³
	橋 脚	f'ck=270 kgf/cm ²	2953m ³
鉄 筋	SD345		852t
PC鋼材	主 桁	12T12.7 SWPR7B	54t
	斜 材	19T15.2 SWPR7B	62t
	横 桁	12T12.7 SWPR7B	16t
	上屋受梁	1T21.8 SWPR19	1t

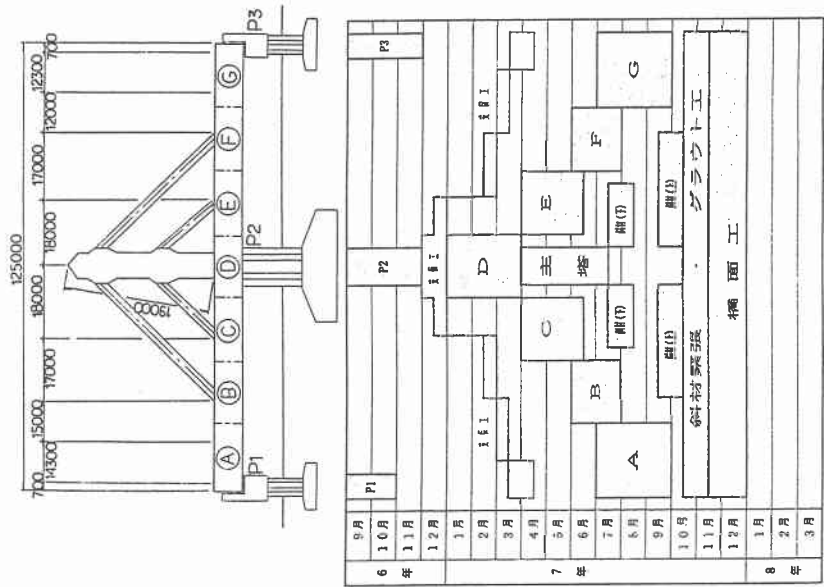


図-2 ブロック割および工事工程表

3. 下部工施工計画

(1) 概要

本橋梁は2径間斜張橋であるため、その性格上、主塔橋脚部P2は橋梁全体の上部工反力の約8割を受け持つ直接基礎構造となる。そのため基礎フーチングは寸法 $27.00 \times 17.00 \times 4.50\text{m}$ で体積約 $1,920\text{m}^3$ のマスコンクリートとしての扱いを受ける。一般に、マスコンクリートの施工に際して最も懸念すべき問題点として、コンクリート硬化時に発生する水和熱による温度ひび割れを抑制することが挙げられる。

(2) 施工計画

上記に示したP2の施工計画については、温度応力によるひび割れ防止対策として以下の施策を施した。

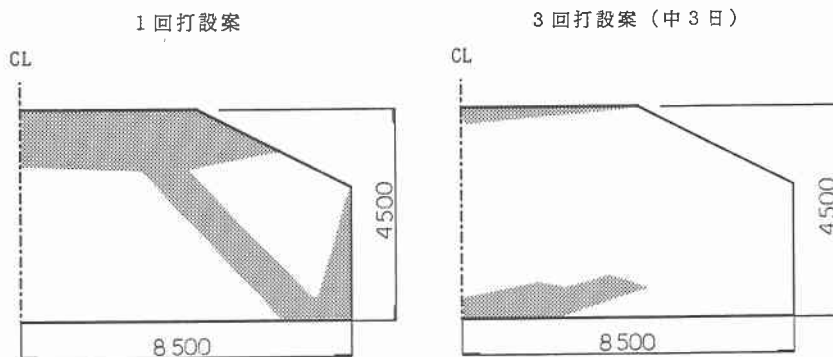
① コンクリート配合設計

温度ひび割れを最小限に抑えるためには、コンクリート硬化時に発生する水和熱自体を低くすることが得策である。そのための方策としてプレクーリングやパイプクーリング等で直接コンクリートを冷却する方法もあるが、施工対象となるのは地中に施工され断熱状態となるフーチングであるので、外部からの冷却による水和熱抑制効果は期待できない。そこで、コンクリートの断熱温度上昇を最小限に抑えるため使用材料について検討した結果、使用セメントに低発熱型特殊高炉セメント(LE)を用いてコンクリートの発熱量を極力抑えることにした。しかし、LEの使用実績は北海道のような寒冷地においては非常に乏しいので、試験練りによってコンクリート配合を決定した。

② 打設計画

コンクリートの打設に先立って、1回で全て打設するか、それとも分割して打設するかを判断するために、1回打設案と分割打設案の比較を行うことにした。分割打設案については、比較検討の結果、工事工程上打継ぎ目処理にかかる最短日数を3日とした3回打設案(中3日)を用いた。

比較検討の方法として、温度ひび割れの発生の評価を2次元FEMによる温度解析並びに温度応力解析を行い、両案におけるクラック指数を評価の判定材料とした。その結果、図-3に示すとおり温度ひび割れの発生が少ないと考えられる3回打設(中3日)案を採用した。また、打設終了後、若材令のコンクリートに急な温度勾配を発生させないために、シートで外気と遮断して養生を行うことにした。



(注) 図中の  部は、クラック指数1.2以下の箇所を示す。

図-3 温度ひび割れ解析結果

③ 用心鉄筋の検討

温度応力解析の結果、フーチング上面に1.2以下のクラック指数の分布が認められることにより、フーチング上面にはコンクリート硬化に伴って引張応力が発生することが分かる。そのため、フーチング上面のひび割れ防止措置として用心鉄筋を配置し、2次的にクラック発生を防止する措置をとった。用心鉄筋の計算方法は、2次元FEMによる温度応力算出結果を用いて鉄筋の配置を計画した。

④ 計測による解析結果との照合

①～③で算出した解析結果を実際の施工結果と照合するために、コンクリート内の温度分布並びに温度応力を検証するために熱電対、応力計及び鉄筋計を配置して打設終了時点から計測を行うこととした。

4. 上部工施工計画

(1) 計画概要

本橋は、接地式支保工上での施工を行うが、主桁は分割施工を行うため斜材定着部を仮ベントで順次仮受けする工法を採用した。設計上の支点沈下量を5mmと仮定すると、仮支点上の反力変化量は250tfと大きい。そこで、施工管理時は仮支点上に油圧ジャッキを設置し、ジャッキを扛上、扛下することにより、支点沈下の管理を行う。

斜材の部材形状が直線であること、コンクリート打設によるたわみ量を抑えるために、支保工形式はパイプサポート式支保工を採用して、斜材の自重を分散して受ける構造とした。斜材PC鋼材の緊張は、ジャッキを4台使用し左右対称にプレストレスを導入する。

柱頭部は外気温が-8.5℃(1月平均)中での施工となるため、寒中コンクリートとしての施工を行う。また、柱頭部横桁は幅6.0m、高さ3.0mのマスコンクリートとなるため、下部工と同様に温度応力解析を行って打設割りを決定することにした。また、使用するコンクリートは水和熱による断熱温度上昇を抑える目的で、高性能AE減水剤等を使用して単位セメント量を低減するように努めた。

(2) 施工順序

施工順序は図-4に示した施工順序図に基づいて行うことを計画した。

- ① P2柱頭部を施工する。冬期施工用の上屋を設置し、保温養生を行う。
- ② C、Eブロックを設置式支保工上で施工する。主桁のプレストレスを導入する。
- ③ C、Eブロックの支保工を解体し、仮支柱に受け替える。主塔の1ロットを施工する。
- ④ B、Fブロックを施工し、プレストレスを導入する。主塔の2ロットを施工する。
- ⑤ B、Fブロックの支保工を解体し、仮支柱に受け替える。斜材(下段)と主塔の3ロットを施工する。斜材は間詰部を残してコンクリートを打設する。
- ⑥ A、Gブロックの支保工を施工する。斜材(上段)と主塔の4ロットを施工する。斜材は間詰部を残してコンクリートを打設する。
- ⑦ 主桁のA、Gブロックを施工する。斜材の間詰部のコンクリート打設、斜材1次緊張を行った後、主桁のプレストレスを導入する。斜材の2次緊張を行う。
- ⑧ 支保工、仮支柱を撤去し、橋面工を施工する。

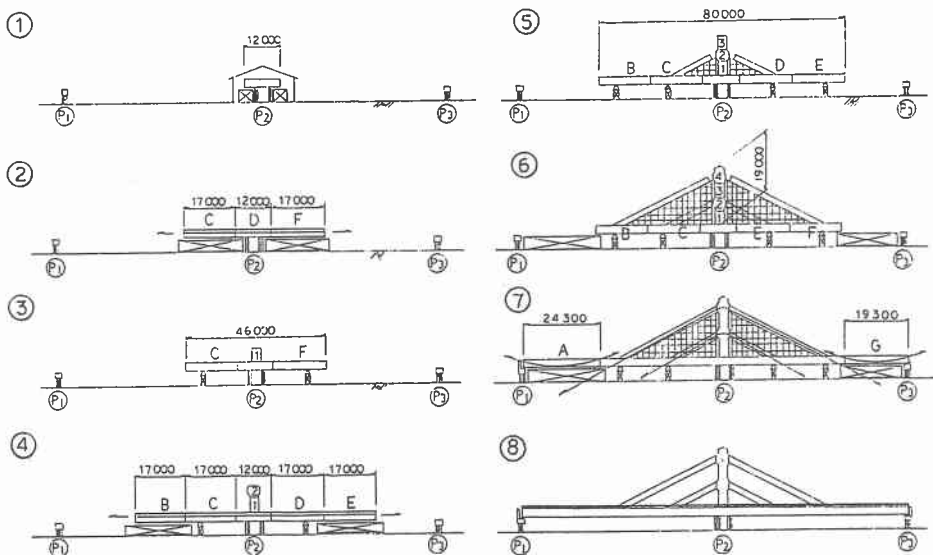
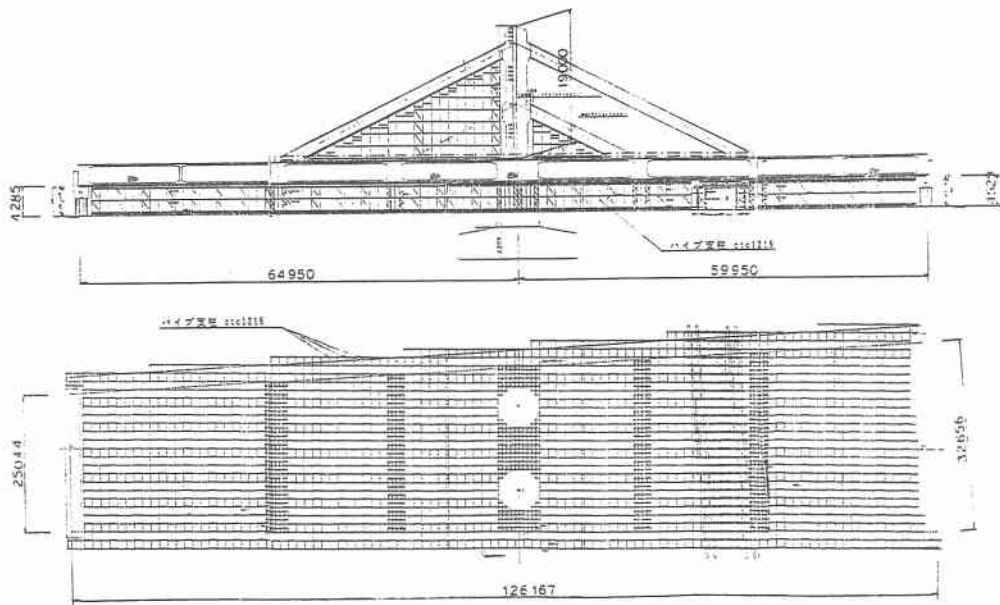


図-4 施工順序図

(3) 主桁工

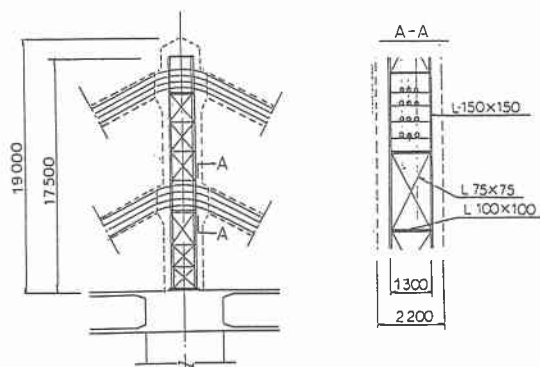
主桁を受ける接地式支保工は、広幅員、多ウェブであることを考慮して、支保工の不等沈下が無いように主桁自重を分散して受ける構造とする。支保工形式はパイプサポートを1219mmピッチで組み立てる構造とする。主桁の仮受けを行う仮支点位置は、斜材定着横桁と主桁ウェブの交点とし、斜材定着部を挟み横桁1箇所につき4支点で仮受けする。油圧ジャッキは斜材定着部を挟む2台が同時に連動する構造とし、仮支点的沈下、主桁の応力度、主桁の上縁、下縁の温度差を計測して各ジャッキの制御を行う。



(4) 斜材工

斜材はPC構造であり、完成後の斜材自重による曲げに対して、上段斜材のPC鋼材は2次放物線配置となっている。斜材は施工精度が要求されるため、斜材定着部、塔頂部にはそれぞれ鞘管と定着具を組み込んだ鉄骨架台を設置する。また、斜材鉄筋にケーブル架台を組み込みPC鋼材を固定する。

コンクリートは夏季の施工になること、施工性を考慮して、普通セメントを用いたスランプ8cmの配合を計画している。また、斜材ケーブルの挿入とPCグラウトは、試験施工を行い挿入方法注入方法等を決定する予定である。



主塔、斜材コンクリート配合

W/C (%)	s/a (%)	C kg/m ³	W kg/m ³	S kg/m ³	G kg/m ³	高性能 AE減水剤
32.0	36.0	143	447	634	1145	3.58

(5) 柱頭部寒中コンクリート

柱頭部の養生方法は、柱頭部全体を鋼材およびPEクロス発砲マットを使用した養生上屋で覆った後、給熱器具を用いて採暖養生を行う。養生上屋内およびコンクリート内部に自記温度計を設置して、上屋内温度及びコンクリート温度を計測して、採暖養生を開放する時期を決定する。

5. おわりに

以上、本工事における施工計画のアウトラインを紹介した。現在、下部工の施工が終了し上部工の施工を鋭意継続して行っている。今後の課題として主塔の施工方法やグラウトの注入方法や品質管理など解決しなければならない課題は多々あるが、柔軟かつ慎重に対処していきたい。なお、機会があればその後の施工経過を報告する予定である。

なお、本報告作成にあたり、鉄建建設株式会社エンジニアリング部菊池眞、菅野信之の両氏に多大な御協力をいただいた。ここに、厚く御礼申し上げる。

6. 参考文献

- 1) 土木学会：コンクリート標準示方書（施工編）
- 2) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物設計標準・同解説 コンクリート構造物
- 3) プレストレストコンクリート協会：新しいPC技術の実用化 第22回PC技術講演会 H6.2.
- 4) 建設図書：池田尚治、藤田和任著：実務者のためのコンクリート構設計算例