

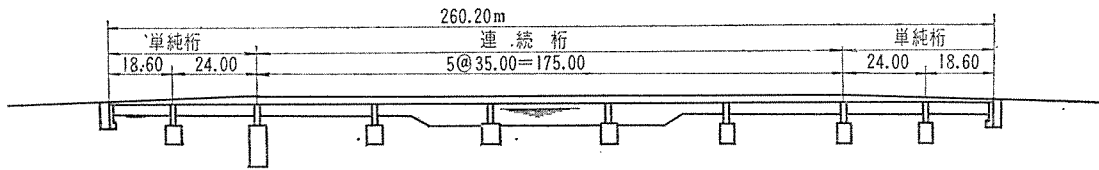
両神橋の設計と施工について

杉 山 秀 夫*
上 田 滋 美**

両神橋は1級国道12号線が、旭川市内で美瑛川を横断するため、明治22年初めて架設された。旧橋は昭和22年架設された橋長84m、有効巾員7mで数回の補修にもかかわらず老朽はなほだしく、道路整備5カ年計画にしたがい、昭和33年より永久橋かけかえに着手し、

B.B.R.V. 工法によるPC連続桁、PC単純桁橋として昭和35年11月竣工の運びとなったものである。その概要は下記のとおりであり、一般側面図は図-1のとおりであるが、側径間単純桁は普通一般に用いられているものと大きな差異はないので、中央径間5径間連続桁に

図-1



ついでのみ述べる。

1. 概 要

- 位 置：1級国道12号線 旭川市神楽町境界
 型 式：B.B.R.V. 工法による上流5径間連続桁、単純桁
 施工型式：支保工使用による場所打ち（連続桁のみ）
 橋 長：260.2m(18.6m+24.0m+3@35.0m+24.0m+18.6m)
 有効巾員：車道9.0m、歩道2@2.5m、計14.0m
 荷 重：T-20 L-20、雪荷重150kg/m²
 桁 高：1.50m (h/l=1/23.3)
 衝撃係数：i=20/50+L
 材料強度：コンクリート圧縮強度 $\sigma_{28} = 400 \text{ kg/cm}^2$
 PC鋼線強度（直径5mm）
 $\sigma_{pu} = 165 \text{ kg/mm}^2$
 鉄筋許容応力度 $\sigma_{sa} = 1400 \text{ kg/cm}^2$
 安全度：ひびわれに対し（活荷重）1.4以上
 （全荷重）1.2以上
 破壊に対し 2.0以上

2. 設 計

B.B.R.V. 工法の一般的な長所はPCケーブルの緊張、定着が確実かつ容易であり、1ケーブルあたり大きな緊張力の導入が可能なことであるが、さらにB.B.R.V. 工法による

多径間連続桁の設計、施工における最大の特徴は、連続桁全径間を適当な長さの施工区分に分割できることであり、しかもPCケーブルの完全な連続性を保つことができる。その結果としてPCケーブルによる各部の応力状態が明確に求められる点である。

施工区間の長さはPCケーブル緊張力の摩擦損失減少のためには短い方が有利であるが、橋体応力上からは各施工区間ごとに張出し部を設け、その長さを適当に選ぶことにより、架設のためだけに必要なコンクリート、PCケーブルを省略することができる。また工期の面より考えれば施工区間を長くした方が短期間に施工できるが、支保工型わくの転用を考えると施工区間は短い方が経済的である。以上の諸点につき検討の結果、両神橋の施工区間および施工順序は図-2に示すとおり、第1施工区間50m、第2施工区間66.7m、第3施工区間

図-2

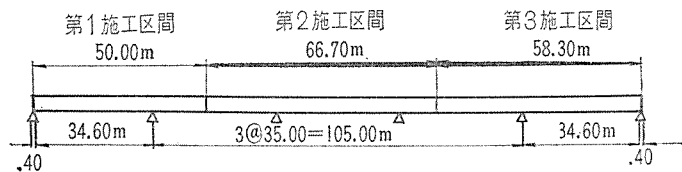
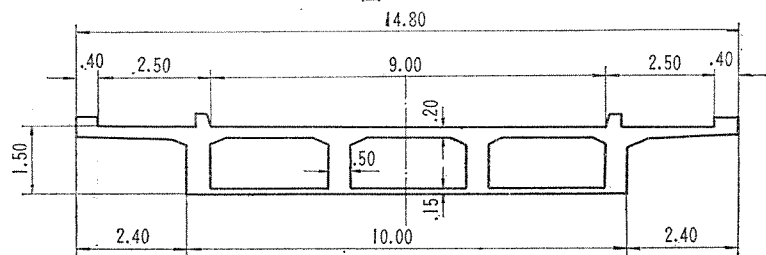


図-3



* 北海道開発局帯広開発建設部
 ** 北海道ピー・エス・コンクリートKK

58.3m とし、桁断面形は 図-3 に示すとおり荷重配分の良好な箱型断面を採用し、橋軸方向にのみプレストレスを与え、橋軸直角方向にはプレストレスを与えず鉄筋コンクリートとした。この施工区分によれば各施工区間は、おのおの独立した構造物として設計施工することになり、施工完了区間の支保工、型わくの除去転用が可能である。すなわち第1施工区間を支保工上で施工し、緊張を完了したのち、第1施工区間の支保工、型わくを解体し、第2施工区間に転用、PCケーブルをカップリング ジョイントにより接合し、第1施工区間と同様に施工する。第3施工区間も第2施工区間と同様に施工する。この施工方法は支保工型わくの転用により経済的なばかりでなく、支保工を一施工区間のみに限って施工するため、不慮の出水に対しても流水断面を阻害せず安全に施工することができる。以上の橋体断面施工方法にもとづき計算した桁各点の曲げモーメントは、 図-4 に示すとおりであり、これに対し本橋では直径 5mm の PC 鋼線 44 本をたばね両端にアンカー ヘッドを取りつけた B.B.R.V. ケーブルを、第1施工区間では各桁に 10 ケーブル計 40 ケーブル、第2施工区間では各桁に 8 ケーブル、計 32 ケーブル、第3施工区間も第2施工区間同様 計 32 ケーブルを配置し、また中間橋脚上の負の曲げモーメントに対し、床版内に各 12 ケーブルおよび第4径間 2/3 点より第5径間にわたり、各桁 2 ケーブル

図-4 (a) 施工区間ごとの死荷重による曲げモーメント

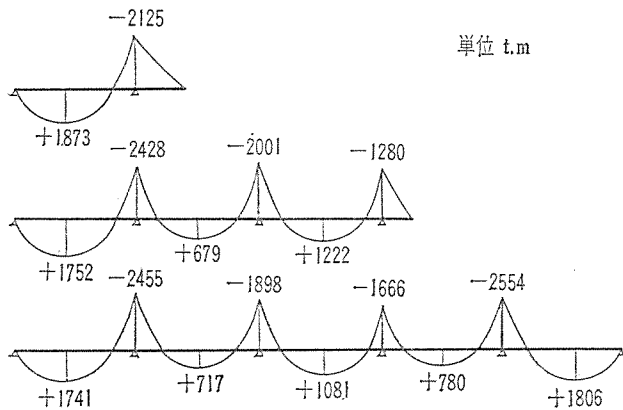


図-4 (b) 施工区間ごとのプレストレスによるモーメント

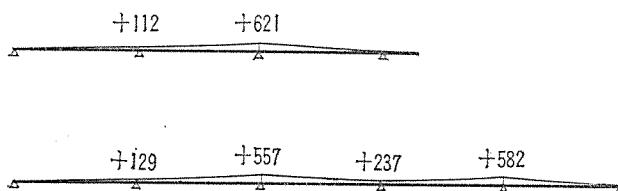


図-4 (c) 活荷重による曲げモーメント

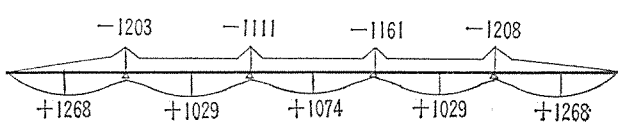


図-5

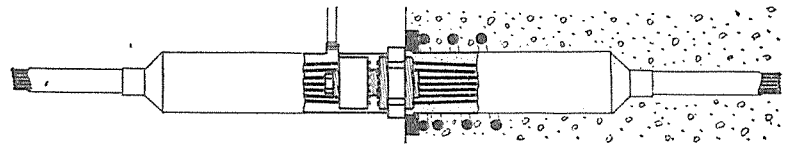
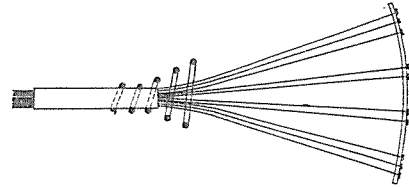


図-6



計 8 ケーブルを付加してあり、これにより PC ケーブルの経済的使用ができた。これら アンカー ヘッドの構造は 図-5, 6 に示すとおりであり、図-5 は右側の固定端と左側の次区間ケーブルをカップラーにより連続した状態を示し、また 図-6 は扇形固定定着体を示したものである。

3. 施 工

本橋のコンクリート打設は主桁腹部、下部床版、上部床版の順序で施工し、橋軸方向の施工継目は橋脚上、支間中央に設け、約 1m の不施工区間を設けて最後に施工した。また特に桁端部の PC ケーブル 定着部は主桁腹部、下部床版、上部床版を同時に施工し、応力分布が不連続となることを防止した。コンクリートにはセメント 400 kg/m³ を使用し、主桁腹部、下部床版は普通セメント、上部床版には早強セメントの使用により緊張時期を早めた。支保工は杭打式支保工としたが、コンクリートの打設に先だち支保工桁より、上部床版重量に相当する土砂を荷重として吊下げ、上部床版のコンクリート打設と並行して荷重を撤去し、主桁、下部床版にきれつが発生するのを防止した。PC ケーブルの緊張は 3 段階に分けて行ない、第 1 次緊張はコンクリートの乾燥収縮によるきれつ発生を防止するため最終打設コンクリートの圧縮強度が 150 kg/cm² に達したとき、全緊張力の 27% を導入し、第 2 次緊張は型わく、支保工の転用を可能にするため最終打設コンクリートの圧縮強度が 300 kg/cm² に達したとき、桁の死荷重に相当する全緊張力の 70% を導入し、最終打設コンクリートの圧縮強度が所定の 400 kg/cm² に達したとき、全緊張力を導入し緊張作業を完了した。第 1 施工区間の緊張作業とともに、北海道開発局 土木試験所構造研究室に依頼し、PC ケーブルの応力と摩擦損失の測定を行なったが、その結果は $\mu=0.29$, $\kappa=0.0067$ で設計値の $\mu=0.20$, $\lambda=0.0012$ に比較し、きわめて大きな値を示し、十分な応力が導入できなかったため、第 1 施工区間では桁端および接合端の両端より

緊張を行ない、所定の応力を導入することができた。摩擦損失の大きかった原因につき検討の結果、次の諸点があげられる。

(1) PCケーブルの保管の不完全により シース 内面、PC鋼線表面にさびが生じた。

(2) シースに 0.2 mm 厚のワインディング シースを用いたため PC鋼線の重量により ケーブル ホルダー上で変形を起した。

(3) スペーサーに 0.2 mm の鋼板製円筒を用いたため強度が不足し、緊張時に押しつぶされ摩擦抵抗を増加させた。

(4) ワインディング シース の強度不足により、コンクリート打設時に横移動、波打ちを起した。

以上に対し第2、第3施工区間では次のような改善を行なった。

(1) PC鋼線、PCケーブルの保管を完全にし湿気をさけ発錆を防止した。

(2) ワインディング シースの使用を取止め、0.6 mm 厚の鉄板製シースに改め、接続にはソケットを用い変形、横移動を防止した。

(3) スペーサーを直径 27 mm、長さ 10 cm の鋼管を使用し、PC鋼線緊張時の横圧に耐えうようにした。

(4) PCケーブルとケーブルホルダーとの接触面に 0.7 mm の半円筒形鉄板製のサドルを置き、PCケーブルの変形と横移動を防止した。

以上の処置を行ない第2施工区間を施工し再び応力、摩擦損失の測定を行なったが、その結果は、 $\mu=0.22$ 、 $\lambda=0.022$ となり、わが国で一般に用いられている値 $\mu=0.25\sim 35$ 、 $\lambda=0.0035\sim 0.0060$ に比較し、きわめて小さな値が得られた。このことはシースの改善、施工管理を十分に行なえば摩擦損失を減少させることができ、より経済的にPC鋼線を使用できることを示している。

本橋のグラウトはPCケーブルの最低部、および最高

部に設けたグラウトパイプにより行なった。第1施工区間においては支間中央、接合端より注入して完全に行なうことができたが第2、第3施工区間では第1施工区間と同様に施工したにもかかわらず、注入口付近で閉そくを起し不可能であった。そのためケーブル内に注水し片押しにより、かろうじて注入を完了した。この原因として考えられることは、

(1) 強固にしたスペーサーの肉厚が大きく、ケーブル断面を狭くしたこと。

(2) グラウトパイプの太さ、取付位置の関係でPC鋼線がフィルターとなりセメント粒子が滞留して閉そくを起した、等が考えられるが、最大の原因はケーブル内の温度ではないかと思われる。すなわち第1施工区間はコンクリート打設後約6カ月間の冬期間を経過し、グラウト施工時のケーブル内温度は5~10°Cであった。これに反し第2、第3区間はコンクリート打設後、約1カ月で7~8月の最も気温の高い時期であり、PCケーブル内温度も30°C前後にもなっており、そのためグラウトの凝結を促進し、流動性を阻害し閉そくしたものと考えられ、今後のグラウト施工に当ってはケーブル内の温度についても十分注意を払う必要があると思う。注入に使用したグラウトの配合はセメント50kgに対し、フライアッシュ10kg、イントルージョンエイド0.5kg、水24~27kgで沈入試験の値は30~35sec程度で、混合に使用したミキサーはB.B.R.V.式と横軸式、ポンプは手動式プランジャーポンプであった。

以上が両神橋で採用したB.B.R.V.工法による5径間連続桁橋の設計と施工の概要であるが、2カ年にわたる現場経験から見て、PC連続桁にはこのB.B.R.V.工法は非常に有効な工法であると考えられる。

最後に施工にあたり種々御指導を戴いた関係各位に深く感謝します。

1961.6.23・受付

会 員 増 加 に つ い て お 願 い

最近の協会誌に対する評判はかなりよく、なお一そうの充実をはかるべく努力しております。しかしながら協会の活動は会員数の多少に左右されることは御承知のことと存じます。たびたび御願ひしていることですが、一人でも多く入会して頂くために会員各位の御協力を切望する次第です。当面の目標として現在700名の会員を2倍の1500名に増加したい考えであります。そのためには友人、知人のうち未入会者を一人ずつ御紹介いただければ目的を容易に達することができます。会員倍増による会員のうける便益に非常に大きいと確信いたしますので何卒よろしく御協力のほど御願ひ申し上げます。入会申込書は協会事務局(中央区銀座東2-1・銀鹿ビル3階) TEL 541-3595)へお申出下されれば、すぐお送りいたします。

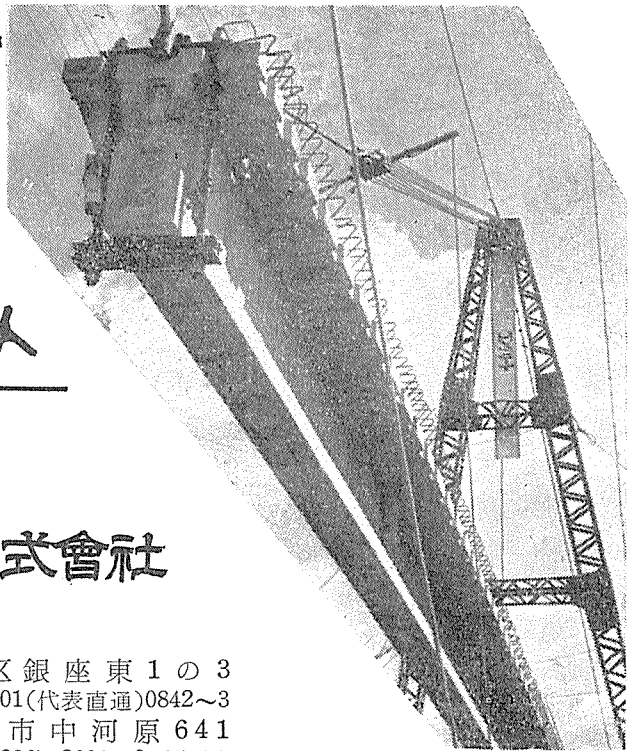
—N.P.C.K—

プレストレスト

コンクリート

日本鋼弦コンクリート株式会社

本社・営業所 東京都中央区銀座東1の3
電話 京橋(561)9301(代表直通)0842~3
多摩工場 東京都府中市中河原641
電話 武蔵府中(0236)2681~2(代表)
天竜工場 静岡県磐田郡豊田村700
電話 磐田 1 5 1 4



すぐれた引抜技術

最新の冷間圧延!

当社は冷間引抜PC鋼線・PC鋼より線のメーカーとして最高品質を誇っております。異形PC鋼線はわが国で唯一の最新設備、ワイヤ・コールドローリング・ミルによって造られ、次のようなすぐれた特徴をもち御好評を得ております。

- ①付着長が極めて短くなりますから
プリテンション工法においても
太径のPC鋼線が使用できます。
- ②さび付けしなくとも充分な付着が得られます。
- ③載荷重におけるひびわれの間隔を少くすることが出来ます。

スズキ, PC鋼線
スズキ, PC鋼より線

異形PC鋼線

鈴木金属工業株式会社

本社 東京都北区袋町2-1430
電話(901)4176(代)
名古屋支店 名古屋市中村区新名古屋ビル南館
電話(55)1798