

8. 両神橋の施工について

旭川開発建設部 杉山秀夫

沿革

両神橋は1級国道12号線が旭川市と神楽町との境において、十勝岳を源とする美瑛川を横断するため、明治22年初めて木造橋として架設された。以来旭川の表玄関としてその任を果してきた。旧橋は昭和22年架設された橋長84m、有効幅員7mの木造土覆桁橋で度重なる改修にもかかわらず、最近の3,000台を超える交通量には耐えられなくなり、永久橋化が望まれていたが、時を同じくして美瑛川改修計画の施工に伴い旧橋の嵩上げとし、75mの継ぎ足しを要請されたので、道路整備5ヵ年計画にしたがい昭和33年度より永久橋化に着手し、昭和35年11月竣工の運びとなった。

計画

本橋の計画は橋長260.20m、車道幅員9m、歩道幅員左右各々2.50mで、構造の決定に当っては架橋位置地盤が良く締った砂利層で充分の支持力が期待でき、また治水上からも大支間とすることが望まれた。しかしながら本橋の前後は旭川市と神楽町の市街地であり、取付道路の施工基面高をできるだけ低くする必要があった。このため橋梁区間に縦断勾配を付け、中央径間の桁高を1.50mとし、合成桁またはP.C桁橋とすることを条件として径間割りを検討し、中央径間35m5連の単純桁、または連続桁、側径間は左右各々24m1連、18.60m1連の単純桁とし、桁高は中央径間との接続部では1.50m、橋台部では90cmに減少させた。

計画は当初合成桁を採用したが、種々検討の結果、合成桁に比較し工費の低廉なP.C桁の採用を決定し、中央径間5連は連続桁、側径間左右各2連は単純桁とした。工法としてはP.Cケーブルの碇着、接合に確実性のあるB.B.R.V工法を用い、中央径間連続桁部は北海道P.SコンクリートK.Kがスイス共和国、ロス設計事務所へ設計依頼し作成された図面にに基づき施工した。

下部構造はR.C井筒基礎工、深さ6mにR.C門型橋脚を建て、連続桁固定部のみ井筒基礎工の深さを11mとし、橋台はR.C逆T型橋とした。その一般側面図、連続桁断面図は図8-1のとおりであり、その概要はつぎのとおりである。

型式	上路P.C連続桁、単純桁
橋格	1等橋 T-20, L-20
	雪荷重 150 kg/m ²
橋長	18.6 m + 24.0 m + 5 @ 35.0 m + 24.0 m + 18.6 m = 260.2 m
有効幅員	車道 9 m, 歩道 2 @ 2.5 m = 5.0 m, 総幅員 14.0 m
横断勾配	2% 拋物線
	アスファルト舗装 車道厚さ 5 cm, 歩道厚さ 3 cm
橋台	逆T型 R.C 橋台 高さ 7.2 m, 全幅 24 m
橋脚	門型 R.C 橋脚 高さ 4.55 m, 8基 R.C 井筒基礎工
	14.4 m × 4.4 m × 6.0 m 7基 14.4 m × 4.4 m × 11.0 m 1基

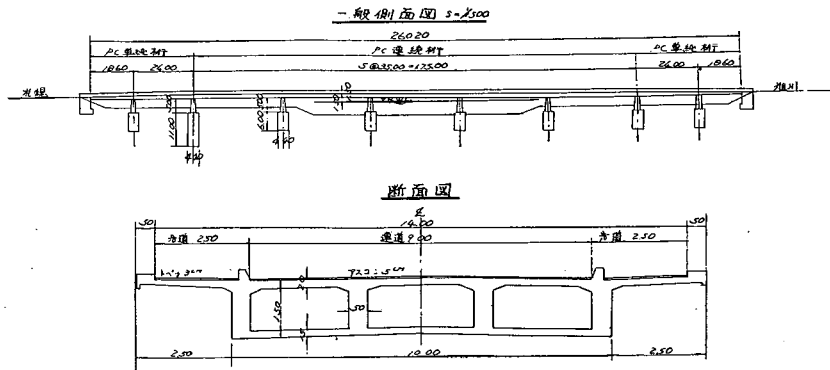


図 8-1

- 側 径 間 桁長 18.525 m, 2 連 桁長 23.925 m, 2 連
P.C 方式, B.B.R.V 方式
横 締 B.B.R.V, マニエル並用 桁数 6 本, 横桁 5 本
- 中央 径 間 5 @ 35.0 m = 175 m P.C 方式 B.B.R.V 方式
桁数 4 本, 横桁, 支間中央および支点上
- P.C 鋼 線 直径 5 mm 破断強度 165 kg/cm²
降伏点強度 145 kg/cm² 許容応力度 130 kg/cm²
コンクリートの圧縮応力度 400 kg/cm²

工 事 経 過

本橋の工事は昭和 33 年 6 月 K.K 広野組の請負により着工し、同年度は仮橋、旧橋解体後、R.C 井筒基礎工 No. 3, 4, 5, 6, 7 計 5 基を施工した。昭和 34 年度においては下部構造の残部、R.C 井筒基礎工 2 基、橋台 2 基、橋脚 8 基を施工した。

上部構造は下部構造の完成に引続き、北海道 P.S コンクリート K.K の請負により着手した。

昭和 34 年度は中央径間 35 m 5 連 175 m のうち、第 1 施工区間 50 m を施工し、グラウト工のみを 35 年度に施工した。側径間は本橋の左右岸とも、上流側ヤードにおいて桁製作を完了し、右岸側のみ架設を行ない、左岸側はヤードに仮置した。昭和 35 年度は前年度に引続き、上部構造中央径間 35 m 5 連 175 m のうち第 2、第 3 施工区間 66.70 m, 53.30 m, および第 1 施工区間のグラウト工、左岸側側径間の架設および左右側径間の床版工を施工し本体工事をすべて完了した。これに並行してセパレーター、地覆、高欄、伸縮継手、排水管、照明設備、舗装を施工して全工事を完了した。

施 工

下部構造、側径間については特に目新しい点もないので中央径間の施工について報告する。

中央径間、B.B.R.V 方式 5 連連続桁はわが国においては、初めての工法であり、施工に当り種々不明の点が多くとまどった。中央径間 35 m 5 連 175 m は、第 2 径間、第 4 径間の M の値が小さく、且つ M が \ominus にならない点で 3 施工区間に分割され、各々その施工区間の長さは 50 m, 66.7 m, 53.3 m となっており、1 施工区間ごとにコンクリート打設、緊張、グラウトを行なう。各施工区間の P.C ケーブルの配置は図 8-2 のとおりであり、直径 5 mm の P.C 鋼線 44 本を 1 ケーブルとし、第 1 施工区間では各桁に 10 ケーブル、橋脚上の上床版内に各々 4

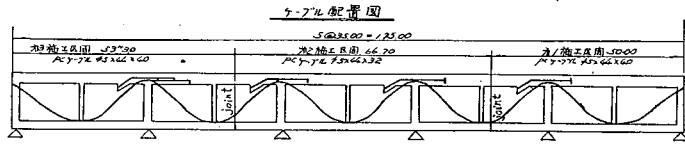


図 8-2

ケーブル、計 52 ケーブル、第 2 施工区間では各桁に 8 ケーブル、橋脚上の上床版内に各々 4 ケーブル、計 56 ケーブル、第 3 施工区間では各桁に 8 ケーブル、第 4 径間からは各桁に 2 ケーブル追加され 10 ケーブル、橋脚上の上床版内には各々 4 ケーブルで、第 1 施工区間同様 5 ケーブルが配置されている。またこれらケーブルはすべて片側に緊張するよう設計され、第 1 施工区間も第 2 施工区間との接合端より緊張するようになっている。

第 1 施工区間の施工は、まず支保工より初められた。P.C 桁の支保工は R.C 桁の支保工と異なり、コンクリートの強度が所要の値に達しても、緊張の終了までほとんど全死荷重を担うので、その施工には特に注意を払い杭打基礎工を用い型枠取付前に荷重試験を行なったが、基礎地盤が砂利層のため沈下を生ぜず、杭桁間で、合端の縮まりにより約 10 mm 下ることが判ったので、型枠を一樣に 20 mm 上げて施工した。コンクリートはセメント 1 m³ 400 kg、砂、砂利は永山付近石狩川産で、スランプは 3~5 cm で、桁、下部床版には普通セメント、上部床版は緊張時期を早めるため、早強セメントを使用した。コンクリートの打設は支間中央部、橋脚上部を残して、主桁、下部床版、上部床版の順に施工し、最後に支間中央、橋脚上を施工した。

P.C 鋼線の切断は北海道 P.S コンクリート K.K 幌別工場において、特殊の切断器で所定の長さに切断し現場に搬入した。P.C ケーブルの製作は直径 27 mm、厚さ 0.3 mm、長さ 50 mm の鉄板製円筒型のスペーサーの周囲に、18 本の P.C 鋼線を 0.9 mm の焼鈍鉄線で「すだれ」状に編み、スペーサーに巻き付け、さらに 26 本の P.C 鋼線を同様にしてその上に重ねて巻付けた。スペーサーの間隔は約 2 m であり、この組み立てた P.C 鋼線を直径 54 mm、厚さ 0.2 mm のワインディングシースに通し、端部にトランペットシースおよびアンカープレートを取り付けた。ワインディングシースの接続は付属のソケットによった。最後に P.C 鋼線の端部をアンカーヘッドの礎着孔に通し、ヘッドリングマシンにより端部を製頭機により釘頭状につぶして礎着孔に礎着した。製作された P.C ケーブルは主桁鉄筋内のケーブルホルダー上に配置されたが、P.C ケーブルの運搬、配置はその長さが約 50 m、重さ 3.5 ton 程度で可撓性もあるので、40 名位で施工しても、たわみによる屈曲のためシースが変形し、破裂を生ずる箇所もあり、配置後ブラックテープにより補修した。またケーブルホルダーは 2 m 間隔に配置したが、シースが可撓性で板厚が薄いため、ケーブルホルダーの支点上で随円形につぶれる箇所を生じ、これが緊張時に摩擦抵抗の増加となって表われた。またグラウトパイプは P.C ケーブルの最低部、橋脚上の最上部に設けた。

P.C ケーブルの緊張はコンクリートの打設完了後、3~4 日目、コンクリートの圧縮応力度が 150 kg/cm² に達した時、全導入応力の 27% に相当する第 1 次緊張を行ない、コンクリートの硬化、乾燥収縮による亀裂の発生を防止し、さらに 3~4 日後、コンクリートの圧縮応力度が 300 kg/cm² に達した時、全導入応力の 70% に相当する第 2 次緊張を行なった。これは死荷重応力度に対応するもので、第 2 次緊張と並行して支保工の楔を取り除いた。さらに 3~4 日後コンクリートの圧縮応力度が設計値 400 kg/cm² に達した時全応力を導入した。この緊張作業に当っては、土木試験所構造研究室に依頼して応力の測定を行なったが、前述のとおり P.C ケーブルシースのつぶれ、たわみ、曲りなどにより緊張力の摩擦損失が大きく、所定の応力が導入できなかったため、さらに他端よりケーブルを緊張し、危険応力度の発生を防ぎ安全を保つことができた。応力測定の結果によれば $\mu=0.29$, $\lambda=0.0067$ で、これは第 1 次緊張の結果のみから求めた値のため、多少割引きしても、設計値 $\mu=0.20$, $\lambda=0.0012$ に比較すると余りに大きく、第 2、第 3 施工区間は片側緊張のみしか行なえないので、施工が危険となる可能性が大きくその対策が問題となった。

グラウトは冬期のため昭和35年度に施工することとしたが、P.C鋼線の腐食防止のためケーブル内に N_2 ガスを封入した。しかし簡単で十分な検査方法がなく効果は不明であった。

昭和35年度の施工に先だち、34年度の実績よりP.Cケーブルの摩擦損失が問題となり、種々検討したが確信の持てる方法がなく、施工区間の細分、補助ケーブルの添加も考慮されたが、結局、摩擦損失の大なる原因は(i) P.C鋼線の保管が不十分で発錆があったと考えられること。(ii) シースが充分の強度を有せず、P.C鋼線の重量により変形を生じたこと。(iii) スペーサーが充分の強度を有せず、緊張時P.C鋼線の横圧力でつぶされたと考えられること。(iv) シースの剛性が不十分のため、コンクリート打設時に波打ち、横移動したことなどが原因と考えられ、その対策として(1) P.C鋼線およびP.Cケーブルの保管を厳重にし発錆を防止すること。(2) ワインディングシースの使用を止め、0.7mm厚の鉄板製シースを用い、接続にはソケットを用いる。(3) シースの直径54mmを58mmとする。(4) スペーサーを長さ10cmの鋼管製とし、緊張時P.C鋼線の横圧力に充分耐えるようにする。(5) ケーブルとケーブルホルダーとの接触点に0.7mm鉄板製、半円筒型のサドルを置きシースの変形を防止する。(6) ケーブルの横方向の変位を極力防止する。以上を決定し実施した。

第2施工区間のケーブル配置に先だち、第1施工区間のグラウトを実施した。グラウトの配合は、セメント50kgに対し、フライアッシュ10kg、イントルウジョンエイド0.5kg、水24~27kgを用い、図8-3に示すとおり最下部と接合端より注入したが容易に注入することができた。使用したポンプは手缶式プランジャーポンプでまたミキサーは、B.B.R.V式と横軸式のものを用いた。

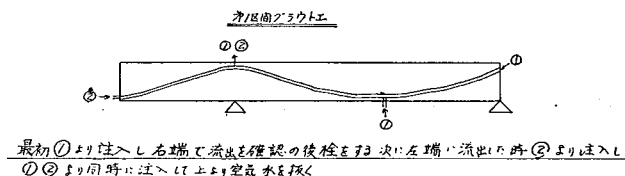


図 8-3

P.Cケーブルの製作は特に入念に行ない、シース内面および、P.C鋼線の清拭を励行し、またスペーサー外面にはパラフィンを塗布して摩擦損失を少なくするよう留意した。P.Cケーブルの運搬、配置は前年度の可撓性を有するものと異なり、シースの長さ、曲線部で90cm、直線部で1.8mの直管をソケットでついでため、接合部で僅かに屈曲するのみなのでさらに困難であり、接合部以外の箇所でも屈曲を生じると内側が凹み、手直しに多大の手数を要した。しかし、前年度のような曲り、たわみ、つぶれを生ずることはほとんどなかった。

P.Cケーブルの接合は、アンカーヘッド中央のネジ孔に左右逆ネジのカップリングジョイントを用いて接合を行なったが、予想より容易にしかも確実にこなしたのは、B.B.R.V工法の特徴を遺憾なく発揮したものと見える。

第2施工区間の緊張に先だち特に内側主桁の2ケーブルに付き、再び土木試験所構造研究室に依頼して応力測定を行なった。測定は主桁の7箇所を観測孔を設け、P.C鋼線を露出させ、ストレインゲージにより応力度およびP.C鋼線の移動量を実測した。その結果P.Cケーブル改善の効果が明らかになり、摩擦損失を少なくすることができ、その値は $\mu=0.22$ 、 $\lambda=0.0022$ で普通わが国で用いられている $\mu=0.25\sim 0.35$ 、 $\lambda=0.0035\sim 0.0060$ より小さい値で、設計値 $\mu=0.20$ 、 $\lambda=0.0012$ に近く充分の結果が得られた、コンクリートの圧縮強度の増加にしたがい他のP.Cケーブルの緊張を行なったが、実測した伸びの値より考えて充分の応力導入ができた。

第2区間のグラウトは第3施工区間のP.Cケーブル配置後、第1施工区間と同様に行なったが、困難をきわめ失敗の連続であったので、最下部よりの注入を断念し、図8-4に示すとおり片押しにより施工した。第3施工区間も第2施工区間と同様の失敗を繰り返し、第2施工区間と同様片押しにより施工した。この間多くの資材と

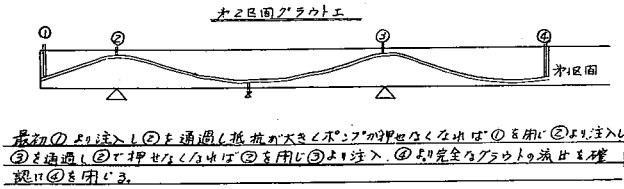


図 8-4

工期を無駄に費した。この原因を調べて見るとおおよそつぎの点であると考えられる。

(1) 施工時期の関係、すなわちシース内の温度の高低によりグラウトの硬化時間の変る点であり、第1施工区間はコンクリート打設後約6カ月を経過し、しかも冬期間放置され、グラウト施工時期も4~5月でP.Cケーブル内の温度は5~10°C程度であった。これに比べ第2、第3施工区間は材令1カ月程度で、施工時期も7~9月で気温が高く、P.Cケーブルの温度も30~40°Cになっており、これが施工を困難にしたと考えられる。(2) P.Cケーブルの摩擦損失を少なくするため、丈夫にしたスパーサーの板厚が大きすぎてグラウトの流入を悪くした。(3) グラウトパイプの太さ、取付位置が悪くグラウトが滞留分離して、注入口を塞いだことなどが考えられるがなお研究を要する。

以上で本体工事の施工をすべて完了したが、その他付属設備に触れると、本橋では歩車道の区分を路面より高さ25cm突出した幅30cmのセパレーターにより行なっている。これは一般図に示すとおり、片持部が大きいため死荷重を軽減する目的で採用した方法であるが、本道のように積雪の多い所では冬期間のみ高さを高くした方が良く考えられる。また照明設備は約35mの間隔で千鳥に300W 蛍光水銀燈を設置し、燈器の高さは路面より7.5mで2方向型のグローブを取り付け、路面において最低10 Lxを確保したが、冬期間においては雪面反射により20 Lx程度あるものと思われる。

本報告の最後に種々御指導を賜わった先輩各位に心から感謝するとともに、工事監督中不幸病を得て、本年1月6日天逝された故山岸敏夫技官の冥福をお祈りします。

9. 茂岩橋橋脚補強について

帯広開発建設部 子野日 懋
横橋 巒 治
晴山 定義

§1. 概 要

茂岩橋は1級国道38号線中川郡豊頃村字茂岩地内の十勝川新水路に架設されたもので、昭和9、10年に低水敷橋脚4基(基礎はニューマチックケーソンで躯体は重力式)を施工したが、戦争のため一時中断され、その後26年より工事が再開され前述の橋脚の外、左右岸側に1基あての橋脚を作り、中央径間は鋼曲弦ワーレン式ゲルバートラス端径間は、鋼ワーレン式シンプルトラスとして、28年に一応低水敷分332.4mの架設が終った。

その後再三にわたる洪水のため高水敷までも冠水し、交通不能の状態が起きたので、延長工事の必要に迫られ、32年度よりサイドスパンの工事にかかり36年度完成を目途に現在架設中であるが、35年度施行した橋脚の