

## 5. 高強度プレキャストコンクリートスラブ橋について

土木試験所 林 正道

### 1. 緒 言

プレキャストコンクリートスラブ橋は、普通の鉄筋コンクリートスラブ橋を橋軸方向に細分して工場製作し、これを現場に運搬架設し、継目部分を現場打ちコンクリートにより連絡して一体となすものであるが、昭和25年に試験橋による試験を行つて好成績をおさめて以来、各地に架設を見るに至つている<sup>1)</sup>。

従来のプレキャストコンクリートスラブ橋においては大部分がコンクリートの許容曲げ圧縮応力度  $\sigma_{ca}$  として  $60 \text{ kg/cm}^2$  を使用していたが、 $\sigma_{ca} = 60 \text{ kg/cm}^2$  ではスパン約7m以上になるとプレキャスト材の重量が大となり、取扱いその他の点で施工が困難であつた。しかし、昭和29年に  $\sigma_{ca}$  を  $100 \text{ kg/cm}^2$  に引き上げることにより、版厚ならびに死荷重の減少をはかつたので、スパン10mの茶志内橋の架設に成功した。以下設計・施工・荷重試験の概要を述べる。

### 2. 設計および施工

茶志内橋は1級国道12号線の美唄市と奈井江町の境界に位置し、旧木コンクリート橋の架換である。本橋は、スパン10m、有効巾員7.5mで、設計荷重は第1種とした。従来のように、コンクリートおよび鉄筋の許容応力度をそれぞれ  $60 \text{ kg/cm}^2$ 、 $1,200 \text{ kg/cm}^2$  にとると、スラブの厚さは約63cmとなつて重量が大となり、クレーンの能力に支配されてプレキャスト材の巾を極度に小にしなければならない。これではプレキャスト材の数量従つて間隙部コンクリートの容積が増大して不利となる。ここでは、 $\sigma_{ca} = 100 \text{ kg/cm}^2$  とし版厚を小にするとともに重量の軽減をはかり、プレキャスト材の巾をできるだけ大にしてその数を減少させた。

中間のプレキャスト材は巾36cm・高さ42cmで16本、耳桁に相当する異形のプレキャスト材は巾35.5cm・高さ57cmで2本、長さはいずれも10.7mで、1本の重量はそれぞれ3.9ton、4.7tonとなつた。なお、主鉄筋のかぶりは5cmとし鉄筋の腐蝕に留意した(図5-1参照)。

施工計画として特に注意したのは、コンクリート用材料の撰択、長さ10.7mのプレキャスト材の運搬・架設の方法などである。骨材は、現場附近に良質のものが得られないので、白老附近の海岸砂と沙流川富川附近の川砂利を使用した。また、主鉄筋は $\phi 32 \text{ mm}$ で長さ11mを要し、かつ、鉄筋量が普通のスラブ橋より多く、継手を設けることは種々の点で好ましくないと思われたので、長さ11mのものをトラックにより富士製鉄株式会社室蘭製鉄所より運搬した。もちろん、JISG 3101一般構造用圧延鋼材棒鋼第2種SS41に合格した規格品である。

プレキャスト材のキャスティングヤードとしては、敷地・運搬距離などの関係で札幌開発建設部岩見沢出張所の構内を使用した。

コンクリート用材料および鉄筋の試験成績は表5-1、2、3、コンクリートの配合は表5-4の通りである。なお、砂は粗粒率1.98の細粒のものと、3.58の粗粒のものとを重量比で2:3の割合で、別々に計量使用した。

表5-1 セメント試験成績

比重	粉末度 (ブレン法) ( $\text{cm}^2/\text{g}$ )	凝 結		曲げ強さ ( $\text{kg/cm}^2$ )			圧縮強さ ( $\text{kg/cm}^2$ )			安定性
		始 発 (時-分)	終 結 (時-分)	3日	7日	28日	3日	7日	28日	
3.18	3,000	3-20	5-28	26.7	42.3	64.9	81	125	340	良

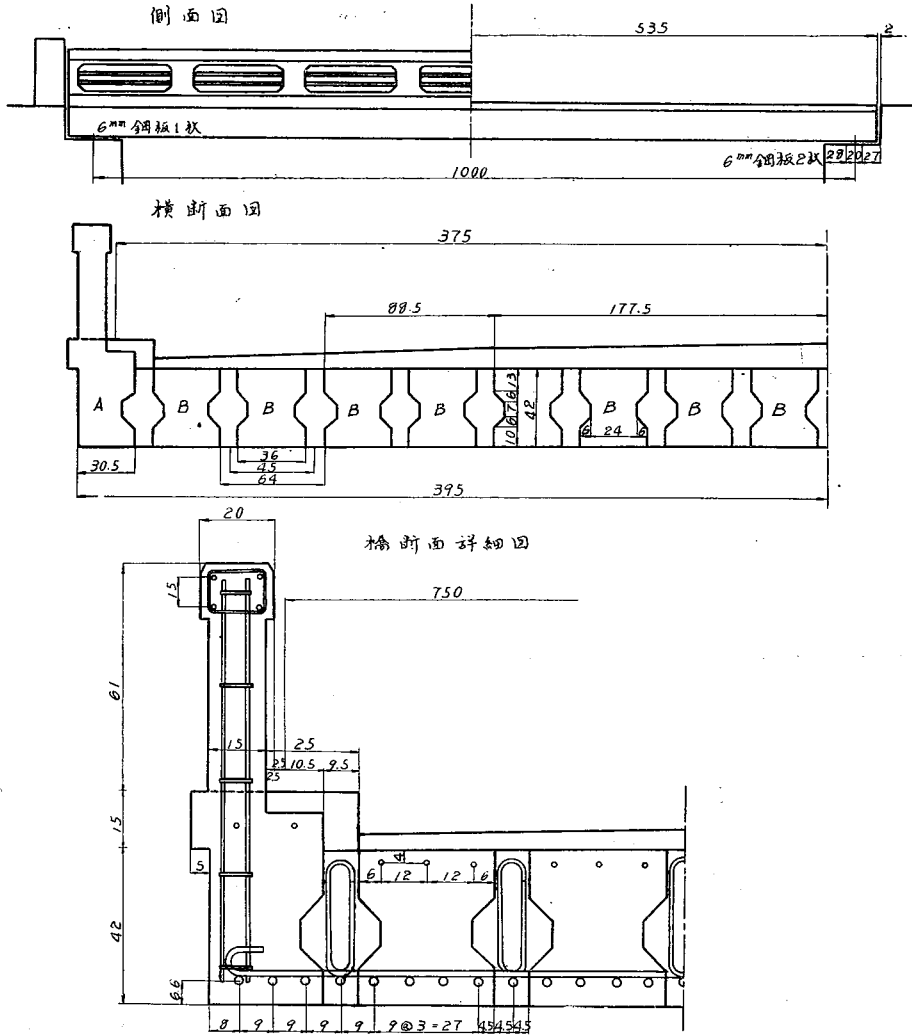


図5-1

表5-2 骨材試験成績

骨材の種類	比重	吸水量 (%)	粗粒率	最大寸法 (mm)
砂 (細粒)	2.86	0.98	1.98	—
砂 (粗粒)	2.72	0.95	3.58	—
砂 利	2.73	1.89	6.69	25

表5-3 主鉄筋の試験成績

降伏点 (kg/mm <sup>2</sup> )	抗張力 (kg/mm <sup>2</sup> )
30	44

表5-4 コンクリートの配合

区 分	粗骨材 の最大 寸法 (mm)	スラ ンプ (cm)	水セメ ント重 量比 w/c (%)	コンクリ ート1m <sup>3</sup> に用いる セメント 量 C (kg)	コンクリ ート1m <sup>3</sup> に用いる 水量 W (kg)	粗細骨 材重量 比 G/S	コンクリート1m <sup>3</sup> に用いる表面 乾燥飽和状態の骨材重量 (kg)			
							全 量	砂 (細粒)	砂 (粗粒)	砂 利
プレキャスト材	25	4	41	400	164	1.6	1,958	302	452	1,205
間 隙 部	25	4	51	320	163	1.6	2,020	311	467	1,242

材料の計量はすべて秤量 500 kg の台秤を使用し、骨材の表面水の補正をも行なつた。ただし、セメントは 1 袋を 50 kg とし特に計量はしなかつた。コンクリートの練り混ぜにはドラム式定置型容量 10 切のミキサーを用いた。原動機としては 10 HP 石油発動機を、締固めには電気式棒状振動機を使用した。

プレキャスト材のコンクリートの品質は表5-5のとおりであつた。

表5-5 コンクリートの強度試験成績 (20°C の水中養生)

区 分	材 令 (日)	供 試 体 数	平 均 値 (kg/cm <sup>2</sup> )	最 大 値 (kg/cm <sup>2</sup> )	最 小 値 (kg/cm <sup>2</sup> )	変 動 係 数 (%)
プレキャスト材	7	14	346	453	251	15.0
〃	28	15	442	540	334	11.8
間 隙 部	28	6	312	349	274	8.3

プレキャスト材の型枠は底板 2 回、側板 4 回使用 (異形のものもは底板・側板ともに 2 回使用) とし、1 回に 4 ~5 本のプレキャスト材を製造した。

キャストイングヤードから架設現場まで約 25 km の運搬には、20 ton 積トレーラートラック、積卸ならびに架設には、6 ton クレーントラックを使用した。

プレキャスト材の製造は昭和 29 年 7 月から 8 月にかけて行ない、8 月末から運搬を開始し、9 月末日竣功し、10 月 1 日交通を開始した。この間、橋合の拡幅も行なつたのでプレキャスト材の架設開始から交通開始までの所要日数は 28 日間であつた。

### 3. 荷 重 試 験

プレキャスト材の死荷重応力ならびにプレキャストコンクリートスラブ橋の活荷重応力測定のため、共和無線の SM-4 J 型電気抵抗線ひずみ計を使用して、鉄筋ならびにコンクリートのひずみを測定し、その結果から応力を求め、たわみの測定と併せて高度プレキャストコンクリートスラブ橋の安全性を検討した。

#### 1. ストレンゲージの貼付

プレキャスト材の死荷重応力の測定にはプレキャスト材を吊り上げる前に鉄筋ならびにコンクリート面へストレンゲージを貼付する必要があることはいうまでもない。コンクリート面への貼付は荷重試験の前日に行なつたが、鉄筋はコンクリートの打込みによりコンクリート中へ埋め込まれるので、鉄筋への貼付は主鉄筋を型枠に配置する前に行なつた。この場合、コンクリート打ちによりゲージが湿気を帯びては好ましくないで、ゲージ貼付後ゲージセメントが充分乾燥してから、ワセリンをつめた鉄製カバー (図 5-2) で被覆し  $\phi 0.9$  mm の焼鈍鉄線と鉄筋に緊結した。

上記のようにして貼付したストレンゲージはプレキャスト材架設後、スラブ橋としての活荷重試験にも使用した。ただし、コンクリート面 (プレキャスト材側面) へ貼付したゲージは間隙部コンクリートの打込みによる湿気ならびに衝撃を防止するためワセリンをつめた木製カバーで被覆した。

## 2. 死荷重試験

キャストインギャードにおいて製造されたプレキャスト材に最初の荷重を与える時期、すなわち、プレキャスト材を吊り上げて移動させる時に主鉄筋ならびにコンクリートのひずみを測定した。測定箇所は曲げモーメントの最大となるスパンの中央とした。スパンはプレキャスト材の両端に埋め込んだ吊り上げ用フックの位置により若干の変動があつたが、コンクリートの縁圧縮応力度  $\sigma_c$  は  $30 \sim 40 \text{ kg/cm}^2$ 、鉄筋の引張応力度  $\sigma_s$  は  $180 \sim 150 \text{ kg/cm}^2$  であつた。

詳しくは、実物大の試験桁の破壊試験終了後別途報告したい。

## 3. 活荷重試験

竣功した本橋について、交通開始の前日に総重量 9.5 ton のトラック 2 台 (前後輪の重量分布その他は表 5-6 の通り) により活荷重試験を行ない、鉄筋およびコンクリートのひずみならびにたわみを測定した。トラックの位置およびたわみは図 5-3 のとおりである。なお、たわみならびにひずみはスパンの中央で測定した。

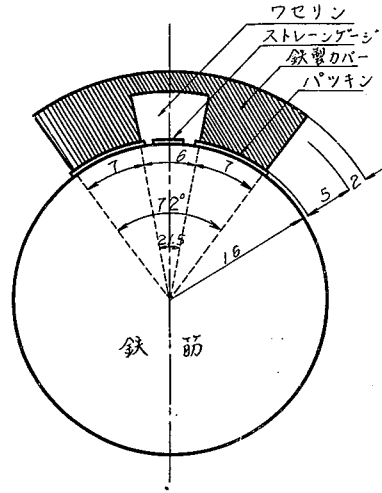


図 5-2

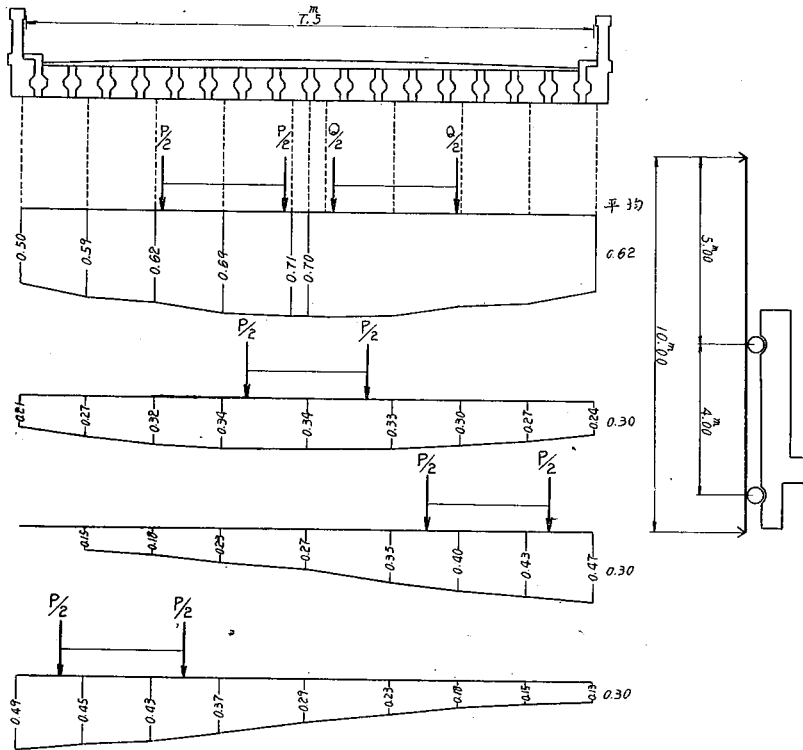


図 5-3

表5-6

区 区	P (kg)	Q (kg)	区 分	P (m)	Q (m)
総重量	9,500	9,500	輪軸距	4.0	4.0
前輪	2,180	1,760	後輪中心間隔	1.62	1.68
後輪	7,320	7,740	前輪中心間隔	1.54	1.54

表5-7 活荷重による実測たわみと計算上のたわみとの比較

荷重状態	実測値 (平均) (mm)	計 算 値 (mm)		実測値と計算値との比率	
		土木学会鉄筋コンクリート標準示方書の規定に従って求めた有効巾を基礎とした場合 $E_s=2,100,000 \text{ kg/cm}^2$ $E_c=210,000 \text{ kg/cm}^2$ と仮定 (A)	版全巾を有効巾とした場合 $E_s=2,100,000 \text{ kg/cm}^2$ $E_c=377,000 \text{ kg/cm}^2$ と仮定 (B)	(A)	(B)
トラック2台並列	0.62	3.27	1.55	0.19	0.40
トラック1台	0.30	2.34	0.76	0.13	0.40

図5-3に示したたわみを計算上のたわみと比較すれば、表5-7の通りである。計算値のAは土木学会制定鉄筋コンクリート標準示方書の規定に従って有効巾を定め、 $E_s=2,100,000 \text{ kg/cm}^2$ 、 $E_c=210,000 \text{ kg/cm}^2$ とした場合、Bは版全巾を有効巾とし $E_s=378,000 \text{ kg/cm}^2$ とした場合の値である。 $E_c=378,000 \text{ kg/cm}^2$ は筆者らの式<sup>2)</sup> $E_c=10800 \sigma^{0.6} \text{ kg/cm}^2$ において荷重試験時のスラブのコンクリート強度 $\sigma=374 \text{ kg/cm}^2$ として求めた。

図5-3によれば横断方向のたわみの分布に大きな差異が認められず、1枚のスラブとして充分仿っていることが分る。

表5-7によれば実測値は極めて小であつて安全である。実測値と版全巾を有効巾として求めた計算値との比率は0.4で、極めて小であるが、これは舗装コンクリート、高欄コンクリートなどが有効に仿いているためと推定される。

トラック2台並列の場合、主鉄筋の引張応力は、 $E_s=2,100,000 \text{ kg/cm}^2$ として $\sigma_s=69 \text{ kg/cm}^2$ 、コンクリートの縁圧縮応力は、 $E_c=378,000 \text{ kg/cm}^2$ として $\sigma_c=6 \text{ kg/cm}^2$ であつていずれも極めて小である。この値はスラブ橋の巾員のほぼ中央での値であるから最大値と考えられ、従つて版全巾を有効とした場合の平均値はさらに下廻ることとなる。

#### 4. 工 費

本工事のうち、上部工の工費は表5-8のとおりである。

表5-8 工 費

細 目	工 費
プレキャストコンクリート工	798,043
間隙部コンクリート工	141,220
橋面舗装工	53,365
高欄工	149,421
支承工	30,330
小 計	1,172,376

橋面積 80.25 m<sup>2</sup> (橋長 10.7 m, 有効巾員 7.5 m) として 1 m<sup>2</sup> 当り単価を求めると約 14,600 円となる。なお、このほか台秤等の購入費, ミキサー発動機等の借上料および修繕費, クレーントラック・トレーラートラックの修繕費など 90,860 円, 試験費 5,598 円, 写真材料・電話料など 30,455 円を含めると総計 1,299,287 円で橋面積 1 m<sup>2</sup> 当り約 16,200 円となる。ただし, トラック・クレーントラック・トレーラートラックは官用車を使用したもので, その借上料または損料などは含んでいない。また職員の給与なども含まないものである。

## 5. 結 言

設計強度 300 kg/cm<sup>2</sup> の高強度コンクリートを使用したスパン 10 m のプレキャストコンクリートスラブ橋の施工ならびに荷重試験の概要を述べた。そしてスパン 10 m のプレキャストコンクリートスラブ橋の施工も高強度コンクリートを使用することにより可能であり, 充分安全であることを示した。

なお設計・施工の細部, 荷重試験の細部, 試験桁の破壊試験, 歩掛などについては時間の関係上, 別の機会に譲りたい。

本橋の施工に当り, ご指導賜つた北大, 横道教授, 本局, 札幌開発建設部, 土木試験所の関係各位ならびに施工に協力された札幌開発建設部岩見沢出張所の各位, 土木試験所故元木技官, 渡部技官, 清野技術員, 本間技術員ほかのかたがたに厚く謝意を表する次第である。

## 文 献

- 1) 横道・林・北村; プリキャストコンクリートスラブ橋について 土木試験所彙報第 6 号 (昭和 26 年 4 月)
- 2) 横道・一木・林; 高強度普通コンクリートの配合および圧縮ひずみ セメントコンクリート誌, No. 105 (昭和 30 年 11 月)

## 6. 橋梁の簡易下部構造について

小樽開発建設部 滝川 良一

本報文は, 小田島部長指導のもとに, 当建設部において設計施工した橋梁の簡易下部構造について, 2~3 の実例を挙げてその大要を説明したものである。

### 1. 橋脚にヒューム管を利用した例

まず橋脚の脚柱にヒューム管を利用した例であるが, その前にこの工法を採用するに至つた理由を述べる。一般に橋脚の設計をする場合大切なことは, 第一に上部構造よりの荷重を基礎地盤に伝えるに十分であること, 第二に流水に対してできるだけ抵抗を少くするような配置構造とすること, 第三に経済的技術的に検討し現地に適応した使用材料を選択すること, 第四に構造自体ないしは周囲との調和において美的であることなどである。一方当開発建設部管内においては, 第一に木コンクリート橋など簡易永久橋的上部構造が多く, また P.S.C. 橋などの永久橋でも比較的短径間のものが多いため橋脚にかかる反力は小さい。したがつて従来広く行なわれている重力式橋脚の設計では必要以上の強度を与え著しく不経済となる。第二に大多数の河川は所謂未改修小河川であり急流が多く, したがつて絶えず流路の変化がある。壁式橋脚を施工すれば, 将来下流の河岸侵蝕を増大する危険があり, また橋脚基礎自体への洗掘作用をも促進する傾向にあるのは明らかである。また流水流木の流下