

新豊橋架設工事について

—— デイビダーク工法に依る斜材付 π 型ラーメン ——

正員 木元 喬之*
 正員 津田 賢次**
 正員 高谷 弘***
 ○正員 吉田 希男****

§1 ま え が き

本橋は一般国道230号札幌市地内定山溪中山峠間道路改良工事の内第1工区に架設された、プレストレストコンクリートポストテンショニング斜材付 π 型ラーメン橋である。図-1に示すように2.9%の縦断勾配をもっている。

設計条件は次の通りである。

橋 長 97,500 m
 幅 員 7,000 m
 橋 格 一等橋 T.L-20
 構造型式 プレストレストコンクリートポストテンショニング斜材付 π 型ラーメン (デイビダーク工法)

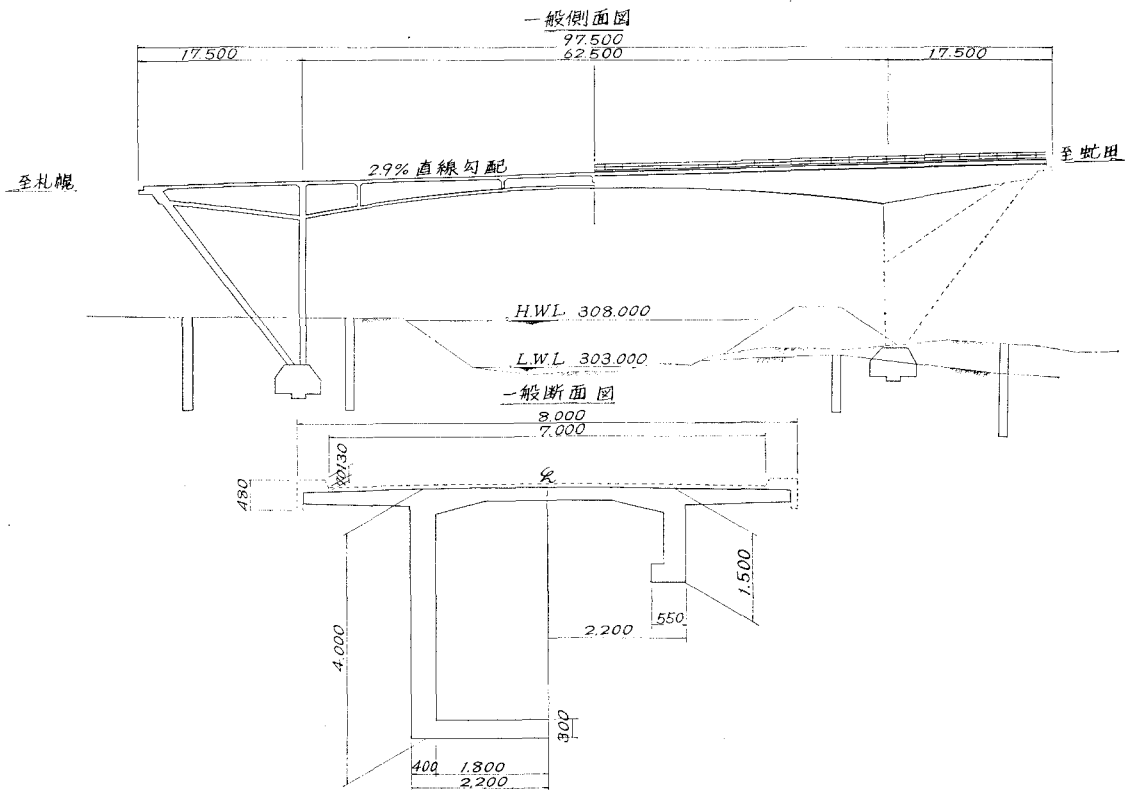


図-1

- * 札幌開発建設部道路一課 技官
 ** 北海道開発コンサルタント株式会社 社長
 *** 北海道開発コンサルタント株式会社 主任技師
 **** 北海道開発コンサルタント株式会社 技師

本橋の設計及び施工管理について記す。

§2 設 計

(1) 構造の決定について

1) 架設位置が河底より約 25 m ありしかも河川中心部約 40 m に於いて洪水時の出水が考えられるので、支保工に依る施工は困難であるため、中央スパンに於いてはディバーク工法に依る片持梁型式を採用する。

2) 地盤が良好なため(凝灰岩)支点の沈下及び洗掘に依る支点の移動を考慮しなくてもよい。

3) 地震時の水平力を橋台でとらふことにすれば非常に高い橋台を必要とするので、これをさけるために斜材付 π 型ラーメン型の有利性がでる。

4) 土工の関係より盛土区間が長い美観上よりラーメン型式が望ましく、しかも橋脚の位置が限定されたため、側径間についてはウイングウォールを取付ける必要がある。

5) 側径間、ウイングウォールはピン構造の π 型ラーメンの変形を拘束しないような型式とすること。

6) 斜材は 図-1 からわかるように盛土の中に埋設されるので土圧、若しくは載荷土の影響を受ける。このためなるべくこの影響を少なくするために 3 本の柱構造とした。

7) スパン比が 0.28:1.00:0.28 であり、片持梁で施工する場合に斜材に大きな引張力が導入されることになる。このため施工中には中央スパン内(直壁より 6 m の位置)に仮支柱を設け、これによって応力調整を行なうようにする。

8) 全構造を一体としてステーキング工法で架設を行なった場合の応力度とあまり、大差のない構造型式とすること。

9) 施工時には特別にプレストレスを行ない、施工順序に基づきプレストレスを除去する型式を採用した。

10) 自重を極力少なくする様に箱桁の下床版をスパン中央で切りとった。

(2) 設計計算上の仮定

施工は次の順序で行なうものとした。

1) 15~10 ブロックのコンクリートを支保工上で打設する。

2) 仮鋼棒 $\phi 27 \sim 6$ 本を緊張。

3) 斜材のプレストレス ($\phi 27 \sim 15$ 本)

4) 6~5 ブロックのコンクリート打設

5) 仮支点にジャッキをセットし 300 t のジャッキアップを行なう。

6) 4~3 ブロック、コンクリートを打設し 3~2 ブロック打設前に仮鋼棒のプレストレスを解放する。

7) 最終ブロック打設後、ワーゲンを撤去し 100 t のジャッキダウンを行なう。

8) 連結ブロック打設後、連結鋼棒の緊張を行なう。

9) 仮支点のジャッキを解放し、その後中央部下床版に配置してある鋼棒の緊張を行なう。

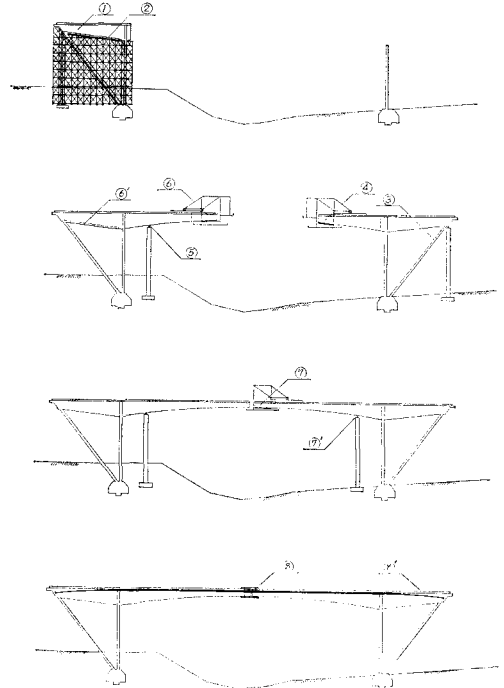


図-2

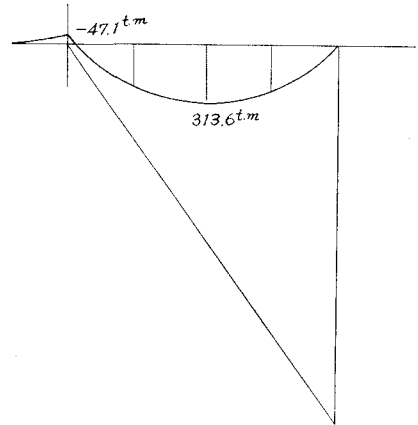


図-3

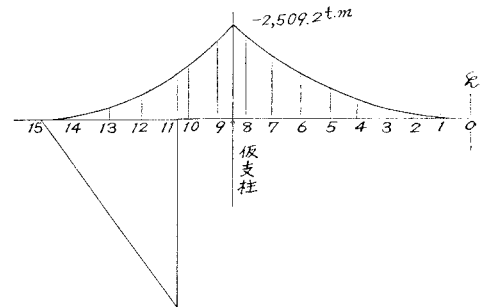


図-4

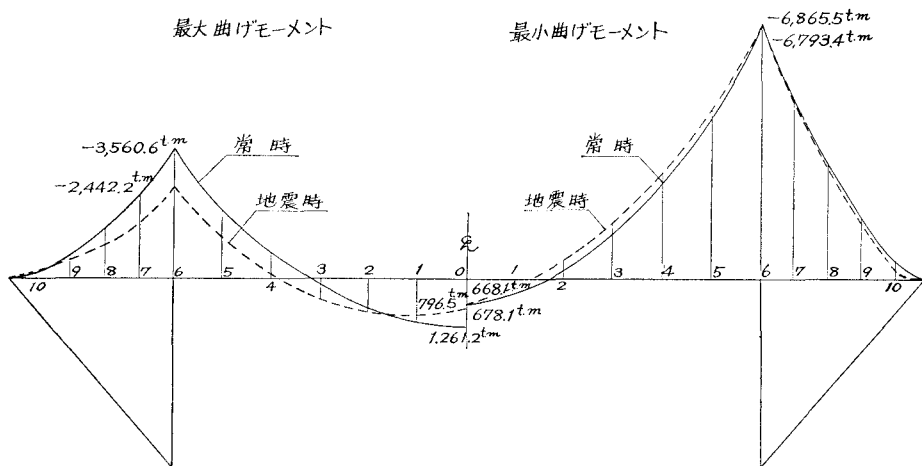


図-5

新豊橋架設工事工程表

種別	工種	数量	単位	日数	出稿	4	5	6	7	8	9	10	
						10 20	10 20	10 20	10 20	10 20	10 20	10 20	
準備工	除雪及進入路作												
	仮設建物												
	仮設動力・用水設備												
	ケーブルクレーン組立												
本体工	仮支柱工												
	垂直壁工												
	斜壁工												
	ウイングウォール工												
	サイドスパン床版工												
	セメンタスパン床版工												
	仮設物撤去工												

■ 実施工程

図-6

(3) 曲げモーメント

各施工時に於ける曲げモーメントは次の様である。

- 支保工部の桁自重に依る曲げモーメント
- 断面1~0のコンクリート打設後の桁自重の曲げモーメント
- 全区間支保工で行なったと仮定した場合の曲げモーメント (但し合計曲げモーメント)

§3 施工管理

(1) 実施工程

施工は設計計算の仮定に従い次の工程で行なった。

この際、実施工程と、ネットワークに依る工程とを常に

表-1

進捗率	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
工事工程表の進捗率(%)	5	15	30	50	70	90	100
実際の進捗率(%)	5	20	35	50	80	95	100

比較し工程の管理を行なった。尚工事の月別進捗率を比較すれば表-1の通りである。

(2) コンクリートの品質管理

i) 配合の決定

単位セメント量をあまり大きくすると経済的に不利なば

かりでなくコンクリートの硬化の際の発熱に依るヒビ割れの問題があるので試験練りの結果当現場での目標強度は、変動係数 (α) を 10% と考え目標強度=350×1.1=385 kg/cm² と定め、使用セメントは早強ポルトランドセメントとし (但しワーゲン施工区間) C=380 kg/m³ と決定した。

ii) スランプの管理

当現場のコンクリートは全てレデーミクストコンクリートを使用した。この場合札幌生コン東札幌工場～現場間の運搬時間が平均 65 分を要し、運搬中に於けるコンシテンシーの低下を防ぐため凝結遅延剤を用いることにした。遅延剤としてはプラステメントを使用した。各コンクリートのスランプヒストグラムは図-7の通りである。

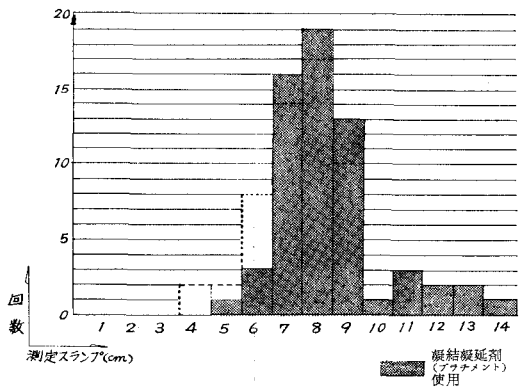


図-7

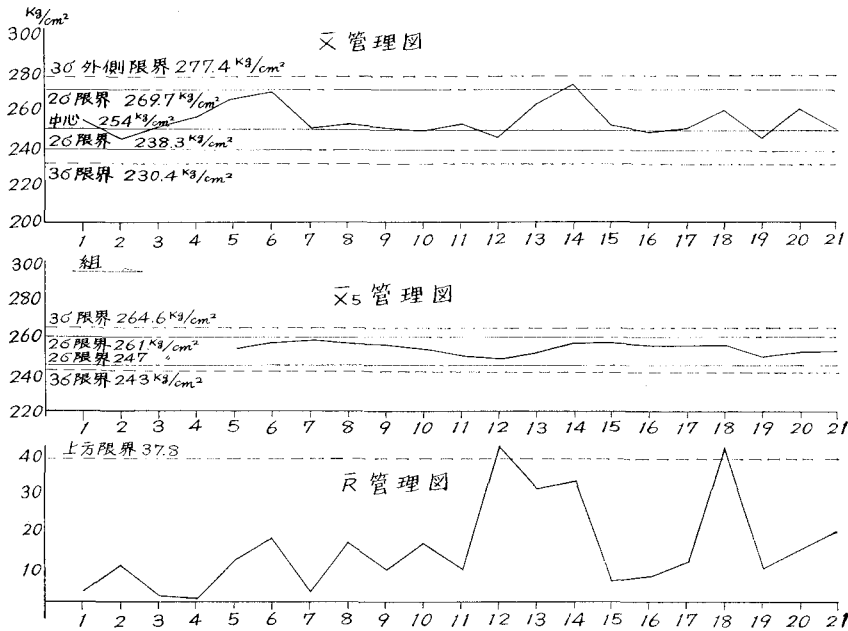


図-8

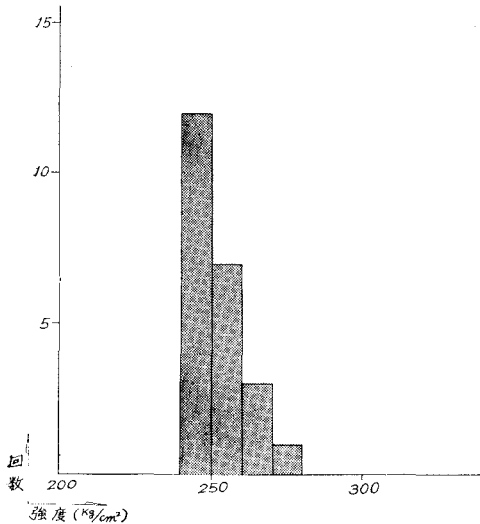


図-9

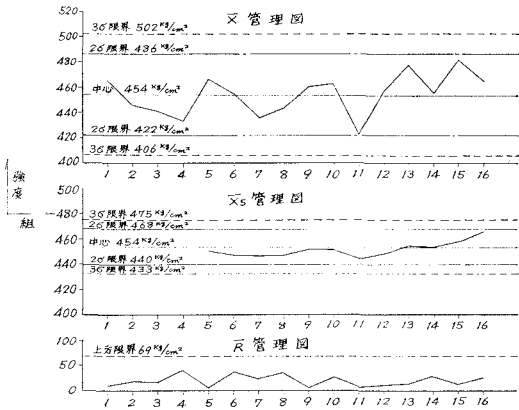


図-10

現場で一番問題となった点はスランプドロップの問題であった。スランプドロップの原因と考えられるものは、湿度、気温、運搬時間、等であると考えられるのでこの影響を明らかにするため工場及び現場に於いて次のデーターを観測した。(a) スランプ量、(b) 湿度、(c) 気温、(d) 練り上り温度、(e) 空気量、(f) 運搬時間、この結果一番の要因をなすものは気温であることは予想した所であったが、結果からも明らかであった。湿度、空気量、練り上り温度には顕著な影響はみられずミキサー車のコンクリートの体積が少なければ少ない程ドロップ量は大きくなると云う傾向が明らかとなった。いずれにせよ7月～8月の様な気温状態(平均25°C)に於けるレデーミクストコンクリートの運搬時間はスランプドロップの影響を考慮すれば約1時間が限界に近いものと思われる。特にプレストレストコンクリートの如く高強度の品質を必要とするものについては施工計画に当って充分検討されるべきものであると考えられる。

iii) コンクリート強度の管理

コンクリート強度の管理として必要なのはプレストレス導入時(施工計画ではコンクリート打設後50時間で緊張するものと仮定)と28日強度である。当現場に於ける設計強度 $\sigma_{dek}=350 \text{ kg/cm}^2$ 、目標強度 $=385 \text{ kg/cm}^2$ 、導入時強度 $\sigma_{cut}=245 \text{ kg/cm}^2$ に対してのヒストグラム及び管理図は次の図-8～11の如くである。

ただし σ_{50hr} に対して6回、許容値を割ったものがあった。この際10時間経過後即ち σ_{60hr} を測定した。この値を σ_{50hr} とみなして計算を行なったものである。

以上管理試験の結果28日強度では最初に仮定した変動係数10%を大きく下まわる2.54%が確保された。ただ問題と成る点は上記のグラフでわかる様に設計強度に対して、実際の強度が非常に高い値に成っている。この現象は当現場だけの問題でなくプレストコンクリート構造物のほとんどの現場に於いて遭遇している問題である。設計強度と実強度とを等しくしようとすれば導入時に於ける強度の不足を来すことに成り、工期の問題ともからみ合って種々の問題が生じることになる。現在の段階では工期とも関

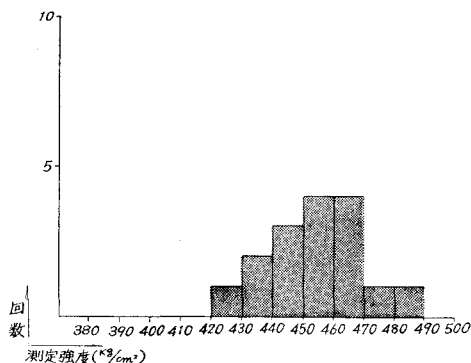


図-11

連させてプレストレス導入時に於けるコンクリート圧縮強度の28日強度に対する比率を下げることも一方法であると考えられる。勿論この場合コンクリートのクリープ、乾燥収縮の影響をその様に補正する必要がある有り、又クリープ係数に或る幅を持たせると云った工学的な取扱いも現実の問題として止むを得ないと思われる。いずれにせよこの問題はクリープ係数、弾性係数と云った、コンクリートの諸係数の問題、及び最終強度と構造物の安全性の問題及び、特に本道の様な寒冷地に於けるコンクリート構造物の施工の工期ともからみ合せて充分に討議されるべき性質のものであると思われる。

(3) プレストレッシングの管理

プレストレッシングの管理については設計計算で示された順序によって行なった。先ず引張装置のキャリブレーションを行なった後、ダイナモメーターを使用しポンプのマノメーターの示度及び、伸び計のカウンター、両方から適正な応力の導入が行なわれたかを検討した。一般に設計計算で与えられたプレストレス導入量及び、伸び量と実際の伸び量とは必ずしも一致しない。当現場に於いても実際にプレストレッシングの作業を行なった結果、荷重計の圧力から推定される引張力と伸び量から推定される引張力の間には図-12に示す様にかかりの差が生じた。この原因として次のものが考えられる。

- 1) PC鋼材断面積のバラつき
- 2) 摩擦係数の仮定値の問題
- 3) 伸び量及び荷重計の測定誤差
- 4) コンクリート及びPC鋼材の弾性係数のバラつき

当現場では全て伸び量を基準として、ジャッキの示度をそのつど調整することにした。この結果測定PC鋼材400本について管理図からもわかる様に次の様な結果を得た。設計計算に依る引張力 P_0 、伸び量 δ_0 、実測に依る引張力(マノメーター示度) P_1 、伸び量 δ_1 とすれば

$$n = \frac{P_1}{P_0} = 1.016$$

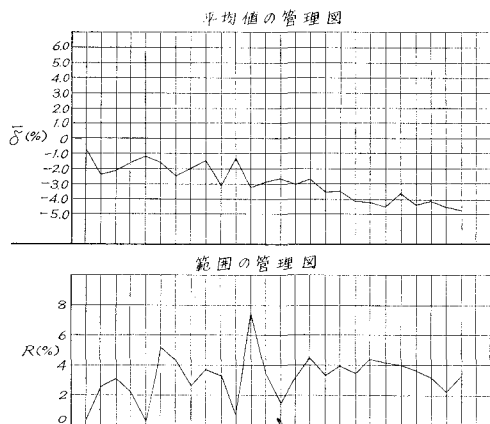


図-12

表-2

鋼 棒 長 (m)	$n = \frac{P_1}{P_0}$	偏 差 値	デー ター 個 数
0° ~ 5°			
5.0	1.0160	0.0171	146
20.0	1.0251	0.0249	4
25.0	1.0416	0.0234	56
30.0	1.0322	0.0222	68
5° ~ 10°			
20.0	1.0119	0.0000	4
25.0	1.0148	0.0137	8
30.0	1.0168	0.0104	8
10° ~ 15°			
15.0	0.9624	0.0294	4
20.0	1.0066	0.0106	12
25.0	1.0110	0.0125	24
30.0	1.0172	0.0146	8
15° ~ 20°			
15.0	1.0086	0.0000	4
20.0	0.9610	0.0139	2
25.0	0.9809	0.0184	8
20° ~ 25°			
20.0	0.9635	0.0160	16
25.0	0.9333	0.0068	2
25°			
5.0	1.0257	0.0136	10

でありこのばらつきは表-2に示す通りであった。この結果からも明らかな如く、当現場に於いては仮定した、 λ, u 、の値が必ずしも適正な値ではなかったものと推定される。この場合角度に対する摩擦損失を減少させ、長さに依るものを大きくとることが良いと思われる。この原因として考えられるものはPC鋼棒の平面的な角変化を無視した所にあるものと思われる。

(4) グラウトの管理

水セメント比を等しくした場合、普通セメントの方が早強セメントに比し流動性の良いグラウトが得られるので、当現場では普通セメントを使用した。配合については現場に於いて六種類の配合を考え、各々について試験練りを行ない、強度、コンシステンシー、ブリージング率、膨張率等を測定、及び試験し、検討の結果表-3の如く配合に決定した。

表-3

C (kg)	W (ℓ)	W/C (%)	アルミ粉 (g)	ボゾリス 12.5% 液 (ℓ)
50.0	21.0	44	2.5	1

尚施工についてはPC鋼棒数が多いため8回に分割して施工した。コンクリート打設の際にバイブレーターに依るシースの破損及び変形には細心の注意をはらいながら実施したので、当現場に於いてはすむうづにいった。

む す び

構造物の出来形については、撓み、構造寸法については設計計算書に示された値と殆んど一致した。施工計画高については、クリープの進行度を20% (竣工時現在) と推定し、計算結果については大差はなかった。最後に大谷所長、竹中副長、初め札幌開発建設部定山溪道路改良事業所の方々に色々と御指導を蒙り深く感謝の意を表します。