

(92) 蘭留宗谷橋の設計・施工

日本道路公団 北海道支社 宮越 信
 日本道路公団 旭川工事事務所 林 直人
 (株)ピー・エス 東京支店 設計課 正会員 松下 朗
 (株)ピー・エス 札幌支店 工務課 正会員 ○斉藤 宏之

1. はじめに

北海道縦貫自動車道は、北海道最北端の稚内と函館を結ぶ、全長700kmに及ぶ高速道路であり、北海道の大動脈として産業・経済・社会の発展の基盤として大きな効果が期待されている。蘭留宗谷橋は、このうち鷹栖～和寒区間の上川郡比布町に施工中の、橋長251.0m 幅員11.4mの片持ち架設工法によるPRC4径間連続箱桁橋である。

本橋の特徴としては、

- ①PRC橋として設計を行う
- ②大容量ケーブル12S15.2mmの使用
- ③旭川鷹栖以北のノージョイント化に伴うセミインテグラルジョイントの採用

等があげられる。

PRC橋は、PC鋼材によるプレストレスと鉄筋により補強されたコンクリート橋であり、従来のPC橋とRC橋の特徴を生かすことにより、合理的かつ経済的な設計が可能となる。本橋では、主桁の設計、上床版の設計、横桁の設計について、このPRC構造を採用した。また、床版横締鋼材にはグラウト作業が不要となるプレグラウトタイプPC鋼材(1S21.8mm)を使用した。

大容量ケーブル12S15.2mmの使用においては、一般的に定着部付近の集中応力が大きくなると予想されるため、FEM解析によりその安全性を確認した。

橋台部においては、従来の櫛形ジョイントを用いず、橋台裏込め土上で踏掛版を動かすセミインテグラルジョイントとした。これによって、ノージョイント化が可能となり、走行性の向上を図れる。

本稿は、蘭留宗谷橋の設計・施工の概要について報告するものである。

2. 工事概要

工事概要は以下の通りである。

工事名：北海道縦貫自動車道蘭留宗谷橋(PC上部工)工事

構造形式：PRC4径間連続ラーメン箱桁橋

架設工法：片持ち架設工法

道路規格：第1種第2級B規格

橋長：251.0m

桁長：251.0m

支間：46.90+65.00+85.00+52.90m

活荷重：B活荷重

有効幅員：10.490m

平面線形：R=3000m

縦断線形：3.000%

主要材料：表-1に示す。

全体概要図を図-1に示す。

項目	仕様	単位	数量
コンクリート	$\sigma_a=400\text{kgf/cm}^2$	m ³	2344.3
型枠		m ²	7524.4
鉄筋	SD345	t	357.5
PC鋼より線	12S15.2	kgf	60681.9
	1S21.8	kgf	11718.0

表-1 主要材料表

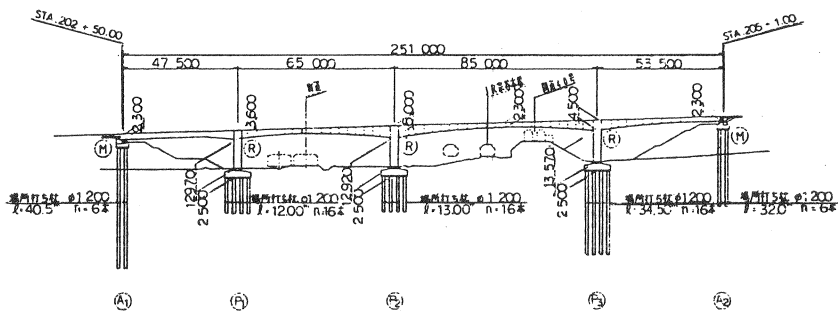


図-1 蘭留宗谷橋全体概要図

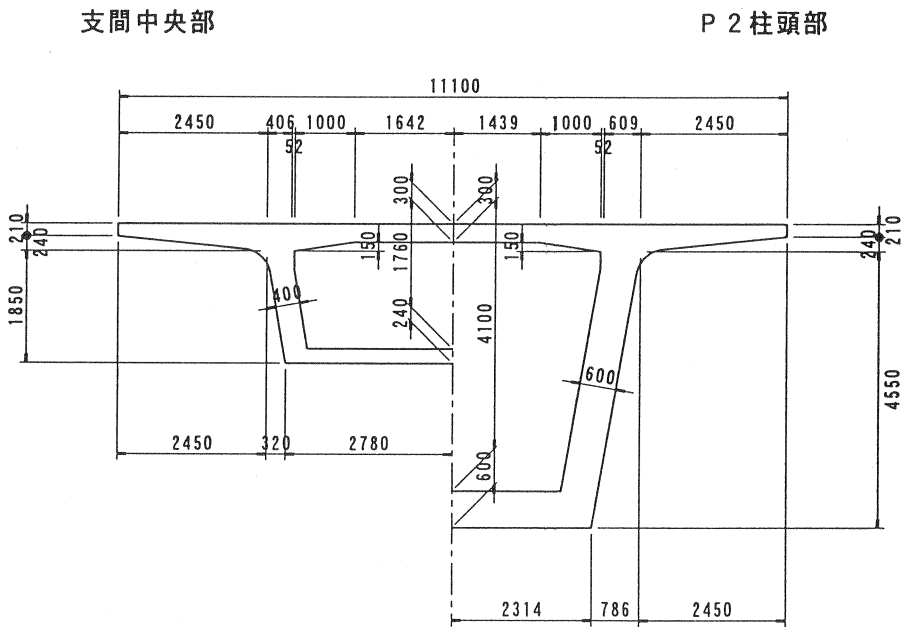


図-2 蘭留宗谷橋断面図

3. 設計

本橋の設計は、「P R C道路橋設計マニュアル(案)」を基本とした。

3.1 主方向の設計

(1) 概要

設計断面力の算出は、平面骨組み解析(変位法)によって算出した。本橋は、支間、連続径間数の規模に比べ橋脚高が低く、乾燥収縮・温度変化の影響やプレストレスの橋脚への影響が大きい。そこで、詳細設計では、P2張り出し架設をP1側に1ブロック増加することにより、アンバランスモーメントの発生を解消した。

主ケーブルには、12S12.7mmとの経済比較を行った結果、12S15.2mmを使用した。また、中央閉合ケーブルは主桁上縁定着を行わずに、ウェブ・下床版定着とし、全て箱桁内部で緊張作業を行うこととした。これは、北海道の高速道路の冬期における、多量の塩化カルシウムの散布による塩害に対する安全性を高めるためである。

橋軸方向の主鉄筋は、柱頭部上床版でD19 ctc100, D16 ctc100, 中央閉合部でD22 ctc100-2段とした。

断面形状の特徴としては、景観を考慮してサークルハンチ付きの斜ウェブを有している。また、施工性の改善及び省力化を目指し、下床版とウェブの付け根のハンチ及びハンチ筋や中間隔壁を設けないこととした。

柱頭部上床版部及び中央閉合部下床版部の鋼材配置図を、基本設計と詳細設計で比較したものを図-4に示す。

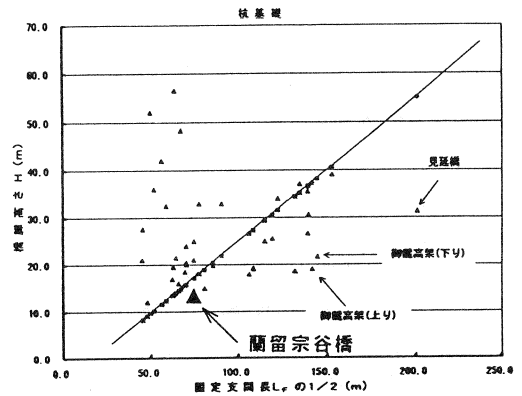


図-3 固定支間長と橋脚高

端部固定橋脚の限界高さ

$$H = -5.4 + 0.3 \times (1/2 \times LF) = 17.1\text{m}$$

$$LF = 65.0 + 85.0 = 150.0 \text{ (固定支間長)}$$

$$P1 : h_{p1} = 12.970\text{m}$$

$$P2 : h_{p2} = 12.920\text{m}$$

$$P3 : h_{p3} = 13.570\text{m}$$

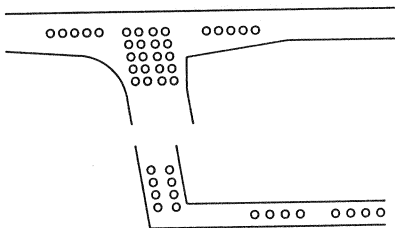
$$h_{\text{ave.}} = 13.153\text{m}$$

橋脚高さと限界高さの比

$$h_{\text{ave.}} / H = 0.769$$

基本設計 (SWPR7B 12S12.7)

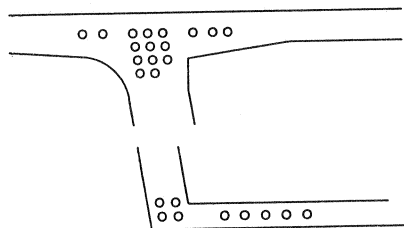
P2柱頭部(30本)



P2~P3支間中央(16本)

詳細設計 (SWPR7B 12S15.2)

P2柱頭部(16本)



P2~P3支間中央(9本)

図-4 鋼材配置の比較

(2) 設計結果

1) 片持ち架設最大張り出し時のコンクリート応力度は、施工中のPC鋼材応力度の減少を考慮した状態で、P2柱頭部上縁の引張応力度が -20.4kgf/cm^2 となった。

2) PC鋼材配置は図-2に示す通りとなり、PC部材(基本設計)の設計と比べて、約80%のPC鋼材量となった。

3) ひび割れ幅については、

主桁上縁	上側	D19 ctc100	最大ひび割れ幅	0.160mm
	下側	D16 ctc100	許容ひび割れ幅	0.168mm (0.0035c)
主桁下縁	上側	D22 ctc100	最大ひび割れ幅	0.199mm
	下側	D22 ctc100	許容ひび割れ幅	0.254mm (0.0050c)

となり、許容値を満足した。

3.2 上床版の設計

(1) 概要

本橋の上床版の設計は、経済性、省力化、耐久性の向上を目指し、以下に対する配慮を行った。

1) 上床版は、細径の鉄筋を密に配置したPRC構造とする。鉄筋の配置は、施工性が確保でき、省力化に反しない範囲とすることから、D13 ctc125とした。さらに、床版における許容引張応力度は「コンクリート標準示方書 平成8年版」により、曲げひび割れの検討を省略できる制限値として以下の式により、求めた。

$$f_{tde} = k_1 \cdot f_{tk} / \gamma_c$$

ここに、 f_{tde} : コンクリートの許容曲げ引張応力度

$$k_1 = 0.6 / (h^{1/3}) \quad \text{ただし、} 0.4 \leq k_1 \leq 1.0$$

f_{tk} : コンクリートの引張強度の特性値

$$f_{tk} = 0.23 \times f'_{ck}{}^{2/3}$$

$f'_{ck}{}^{2/3}$: コンクリートの設計基準強度

2) 鉄筋及びPC鋼材の変動応力度は、疲労に対して十分な安全性を確保する。

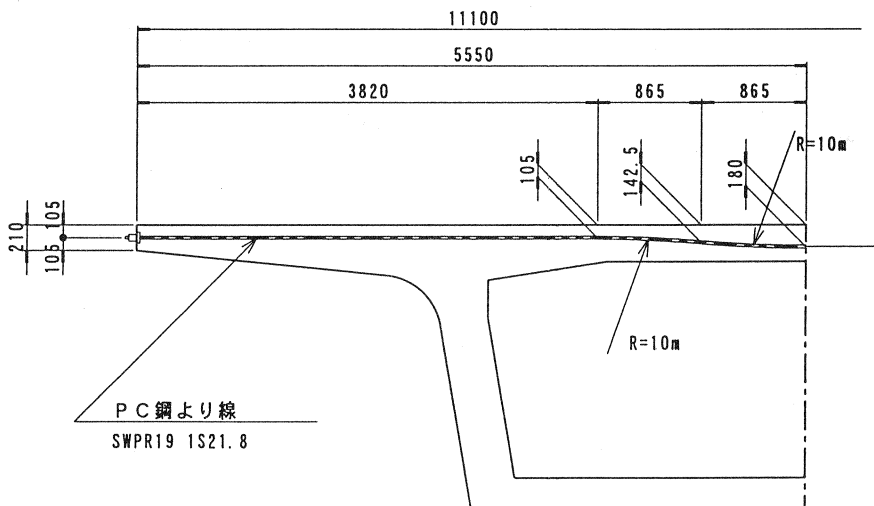


図-5 横締PC鋼材配置

(2) 設計結果

1) 横締PC鋼材は、施工性等も考慮した結果、プレグラウトタイプPC鋼材(1S21.8mm)がctc625ピッチとなった。

2) 設計荷重作用時のコンクリート引張応力度は、

$$\text{支点部上縁} : \sigma_c = -15.8 \text{ kgf/cm}^2 \leq f_{tde} = -21.5 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\text{支間中央下縁} : \sigma_c = -18.7 \text{ kgf/cm}^2 \leq f_{tde} = -24.6 \text{ kgf/cm}^2$$

となり、コンクリートの引張応力度の制限値を満足した。

3) ひび割れ幅は、 $w = 0.0018 \text{ cm}$ (許容値 $w = 0.0123 \text{ mm}$) となり、きわめて小さいひび割れ幅となった。

4. 施工

4.1 上床版の施工

上床版には、グラウト作業が不要で、配置及び緊張作業が容易となるプレグラウトタイプシングルストランドPC鋼材1S21.8を使用した。これにより、現場施工において、

- ①シースの配置が不要。
- ②丸鋼の柵筋の使用。
- ③被覆結束線の使用。
- ④グラウト作業が不要。

等のことより、省力化が進んだ。また、支圧板、定着具背面には、エポキシ系樹脂により防錆処理を行った。

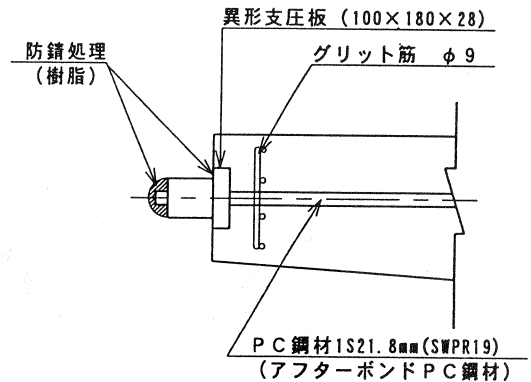


図-6 横締定着部防錆処理

4.2 国道とのクリアランス

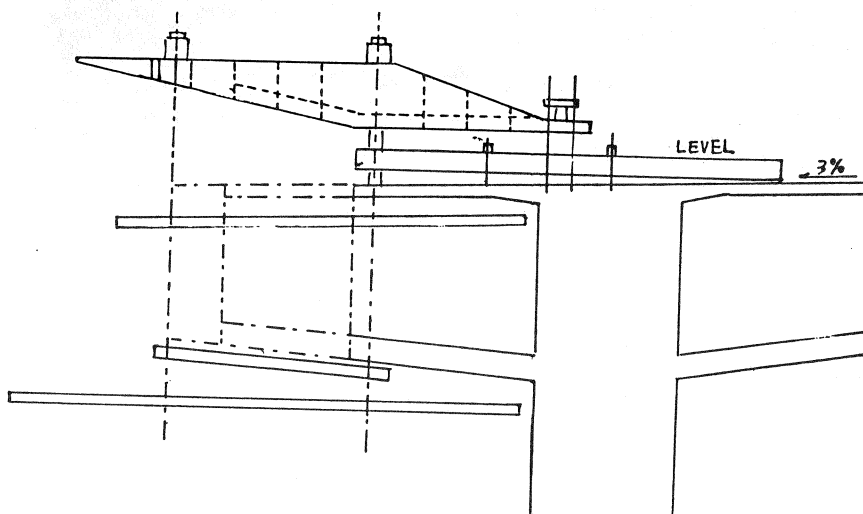


図-7 低床型移動作業車

本橋は、JR北海道宗谷本線を跨ぐ国道40号線の更の上で交差する橋梁であり、国道とのクリアランスが少ない。また、制約条件として、JR交差上空での閉合工事を行わないこと、国道交差部での施工時の建築限界を厳守すること等があげられている。これらにおいては、詳細設計において、ブロック割りの変更により、JR交差上空での閉合とならないようにした。また、片持ち架設において低床型の移動作業車を用いて施工することにより、国道との建築限界を厳守するように対処している。

低床型移動作業車について工夫した点は、

①下段作業台の下梁を低いものとする。

②主桁天端に3%の縦断勾配がついているので、サドル材を用いて移動作業車のレールをレベルとし、移動時に下段作業台が建築限界をおかさないようにした。

等があげられる。

5. 終わりに

蘭留宗谷橋は、平成11年の竣工を目指し、現在P2、P3柱頭部からの片持ち架設施工中である。最後に、本橋の設計施工に当たり、多大な御指導並びに御尽力を頂いた関係各位に深く感謝の意を表するとともに、本報告が今後の設計施工の一助となれば幸いである。



写真-1 施工状況

参考文献

- ・PRC道路橋設計マニュアル(案)
- ・PC橋の新しい構造事例に関する調査研究
 - PC多径間連続橋に関する調査研究—平成8年3月(社)高速道路調査会
- ・コンクリート標準示方書【平成8年版】設計編 土木学会