

(88) 西3条架道橋の設計

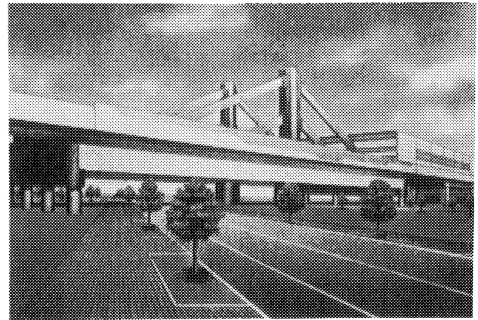
北海道旅客鉄道(株) 工務部 正会員 吉野伸一
 北海道旅客鉄道(株) 帯広工事所 ○小澤直正
 鉄建建設(株) エンジニアリング本部 正会員 菊地 眞
 鉄建建設(株) エンジニアリング本部 菅原広道

1. はじめに

帯広市内を走るJR根室本線は、市街地を斜めに分断し、踏切での交通渋滞などで円滑な交通に支障をきたすと共に、市街地の均衡ある発展を阻害している。これらの解消を図るために鉄道の高架化が計画された。このうち南11丁目通りから西3条までは、道路交差条件より橋脚位置、桁高(3.0m)の制約を受け、構造形式を決定するにあたり各案の比較検討を行った結果、経済性、景観性に優れた2径間連続斜張橋が採用された。

本橋は、PC斜材を有し、斜材ケーブルは主塔部に定着体を設置しないスルー構造である。また、最大幅員30.6mの広幅員橋梁であり、国内での施工実績の少ないこの種の橋梁としては、国内最大規模である。

本論文では、構造上の多くの特徴を有する本橋の設計について、その概要を報告する。



写-1 完成予想図

2. 工事概要

本橋の工事概要は以下に示すとおりである。

また、表-1に主要工事数量を示す。

工事名称：帯広市高架西3工区

工事場所：北海道帯広市

橋種：プレストレストコンクリート鉄道橋

橋格：3級線(EA-17)

構造形式：上部工 2径間連続PC斜張橋

下部工 直接基礎

橋長：125.0m

支間割り：64.3m+59.3m

幅員：25.0m~32.6m

主塔：独立2本柱形式RC構造

主桁：6室箱桁断面RC構造

斜材：2面吊りハープ型PC構造

表-1 主要数量表

	種別	仕様	単位	数量
主桁	コンクリート	f'ck=400kgf/cm ²	m ³	4,015
	鉄筋	SD345	t	365
	PC鋼材	12T12.75WPR7B	t	54
斜材	コンクリート	f'ck=500kgf/cm ²	m ³	227
	鉄筋	SD345	t	24
	PC鋼材	19T15.25WPR7B	t	62
主塔	コンクリート	f'ck=500kgf/cm ²	m ³	213
	鉄筋	SD345	t	25
下部一式	コンクリート	f'ck=270kgf/cm ²	m ³	2,953
	鉄筋	SD345	t	389
横桁	鉄筋	SD345	t	49
	PC鋼材	12T12.75WPR7B	t	16
上屋受梁	PC鋼材	17T1.85WPR19	t	1

3. 構造概要

本橋は、マルチタイプの斜張橋と比較して主桁の荷重負担率が大きく、桁橋とマルチタイプの斜張橋との中間的な構造特性となっている。また、PC斜材の採用により、構造物全体の剛性向上と斜材の応力振幅の低減が図れ、列車走行安全性と斜材ケーブルの耐疲労性を高めることができる。

本橋の一部は駅部に位置し、幅員が25.0m~32.6mに変化する広幅員橋梁である。主桁は6室箱桁断面とし、全区間同じとした。終点側主桁上にはホームが設置され、主桁、ホーム自重によるアン balan

スモーメントを極力少なくするためにスパン長は起点側、終点側で非対称となっている。P2橋脚では、主塔、橋脚は主桁と剛結合されている。主塔は、降雪地域であり、積雪、つららが落下する恐れがあるため、横梁を設けない独立柱形式とした。斜材ケーブルは、主塔部に定着体を設けないスルー構造とし、主桁内に配置した横桁に定着した。

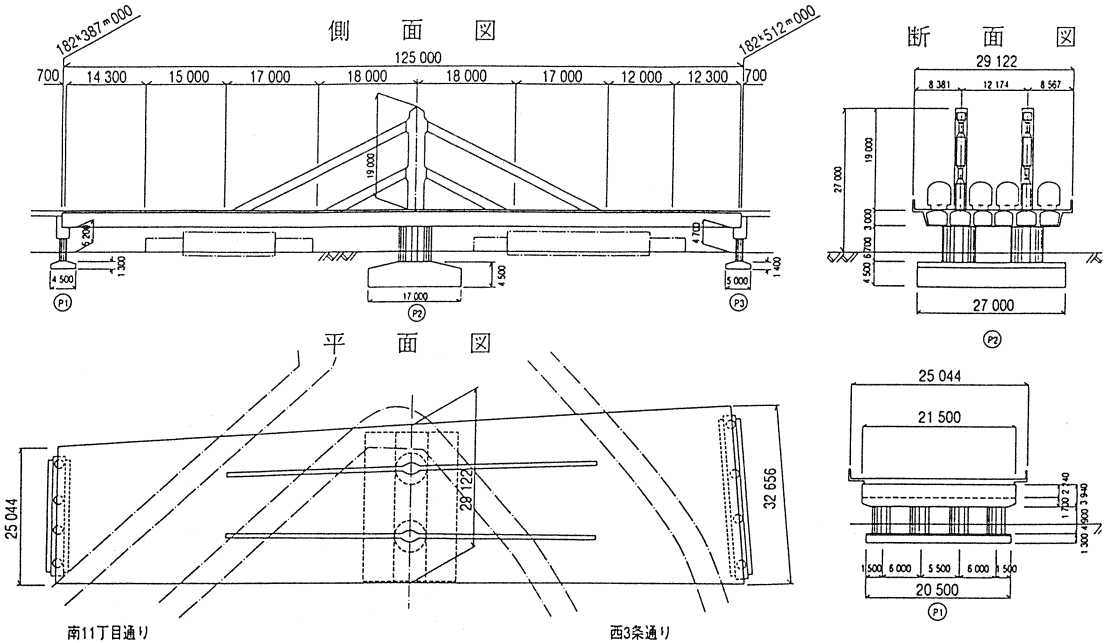


図-1 橋梁一般図

4. 施工順序

架橋位置は平坦な駅構内で地盤条件も良く、接地式支保工施工とした。主桁は全部で7ブロックに分割し、柱頭部ブロックを除き、コンクリート打設後に緊張を行い、斜材吊り点位置に設置した仮支柱に順次荷重を受け替える。主桁完成後に斜材を結合し、斜材を緊張、仮支柱の撤去を行い構造系が完成する。

施工ブロック割、施工順序を図-2、図-3に示す。

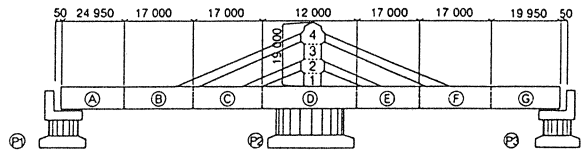


図-2 施工ブロック割図

表-2 荷重種類と解析方法

	解析方法	
	平面	立体
自重		○
版上荷重		○
プレストレス2次力	主桁	○
	斜材	○
クリープ	自重	○
	プレストレス	○
乾燥収縮	○	
列車荷重		○
雪荷重	○	
群集荷重	○	
支点沈下	○	
温度変化	○	
地震慣性力	○	
地震時列車鉛直荷重	○	

5. 設計概要

本橋の設計は「鉄道構造物等設計標準・同解説」（平成4年10月）が限界状態設計法に改訂される以前より着手されており、旧標準（昭和58年4月）の許容応力度法を基本的に限界状態設計法を一部取り入れて行った。

5-1 断面力解析

断面力解析は施工順序を追って行い、広幅員橋梁の影響を考慮して荷重種類に応じて立体骨組み解析（図-4）と平面骨組み解析を用いた（表-2）。この形式の橋梁はクリープ

・乾燥収縮の影響が大きいことから各施工ブロック毎の部材材齢差を考慮して解析を行った。地震時の検討は、静的地震の他、応答スペクトル法による動的解析により照査を行った。また、局部的に応力が集中する斜材定着横桁部、サドル部の検討にはFEM解析を用いた。

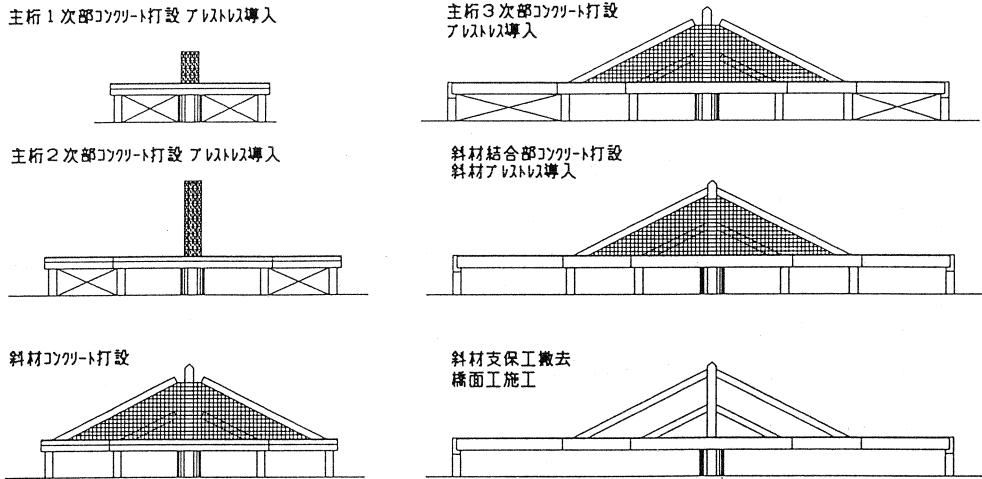


図-3 施工順序

5-2 各部材の設計

主桁は積雪地域であることより主方向はPC部材として設計を行い、横方向は環境条件に基づくひび割れ幅を制限したRC部材として設計を行った。主桁を構成する各ウェブの荷重分担率の違いは、3次元FEM解析より補正した。横方向については、荷重により発生する断面力の他、横方向変形に伴う断面力も考慮した。

斜材はPC部材とし、終局荷重時に作用する軸力がPCケーブルの降伏耐力以下となるようにした。主塔はRC部材である。

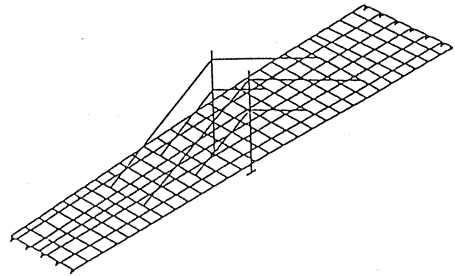


図-4 立体骨組解析モデル図

6. 斜材定着部の設計

6-1 サドル部の設計

主塔部はスルー構造でありPCケーブルが円弧状に配置され、ケーブル直下のコンクリートには腹圧力に伴う割裂引張力が作用する(図-5)。斜材ケーブルは12本が密に配置されており、相互の応力干渉により複雑な応力状態となるため平面FEM解析を用いて設計を行った。荷重の載荷方法は、ケーブルの管内配置形状をモデル化し設計荷重時(0.7Pu)では45°分布、終局荷重時(Py)では集中荷重とした。

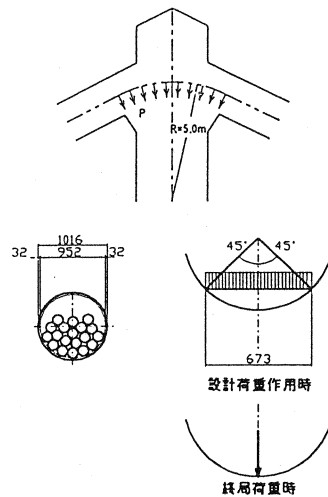


図-5 腹圧力の載荷モデル

図-6に解析結果を示すが、上段斜材では大きな引張力が作用するが、上段斜材の腹圧力により大きな圧縮力を受ける下段斜材では引張力の発生が少なくなっている。今までの施工実績によると、サドル部の補強方法はPC鋼材で

① 定着部に作用する力を鉛直、水平成分に分け、鉛直成分に対しては上床版の押抜きせん断破壊、水平成分に対しては、ウェブ、上下床版面をせん断面とする直接せん断破壊を想定して検討を行った。

② 押抜きせん断耐力の算出には、青森大橋等の実験結果²⁾より、上床版コンクリートの押抜きせん断耐力に、せん断破壊面内に配置された鉄筋、P C鋼材が負担するせん断力を加算した。

$$V_{yd} = V_{pcd} + V_{sd} + V_{pd}$$

V_{pcd} : 床版コンクリートの押抜きせん断耐力

V_{sd} : 破壊面内に配置されている鉄筋の降伏強度

V_{pd} : 鉛直鋼棒の降伏強度

図-10に示すせん断破壊面を仮定して検討を行い、鉄筋、P C鋼材で補強を行った。

③ 直接せん断耐力は、各面に作用する鉛直方向、横方向のプレストレス、配置鉄筋の効果を考慮し、せん断伝達耐力として算出し、安全性の確認を行った。

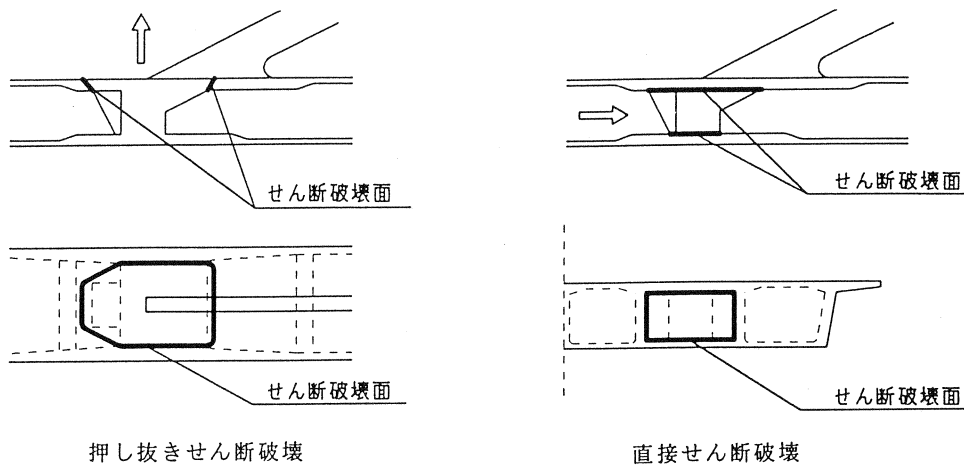


図-10 せん断破壊面の仮定

(2) 設計荷重時の検討

設計荷重時にひび割れを発生しないように斜材張力が最大となる定着部位置を部分的にモデル化し、3次元FEM解析により検討を行った(図-11)。解析結果を図-12に示すが、P Cケーブル定着面、斜材と主桁取付け部に局所的な引張応力が発生するものの全体としては十分な安全性を確保できた。

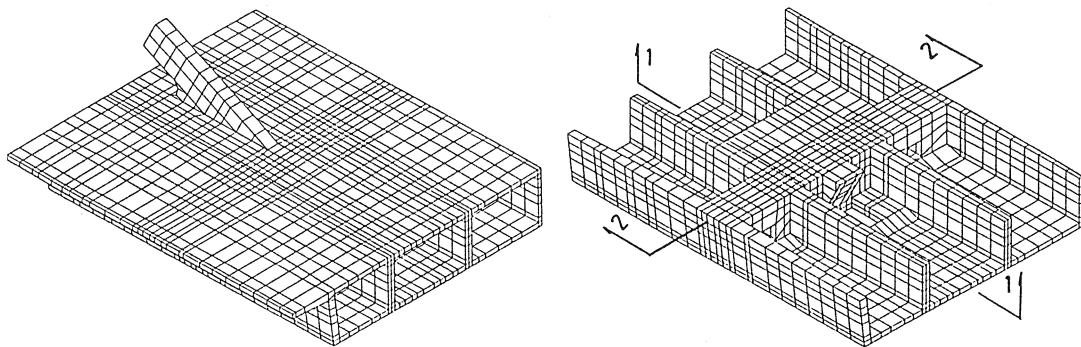
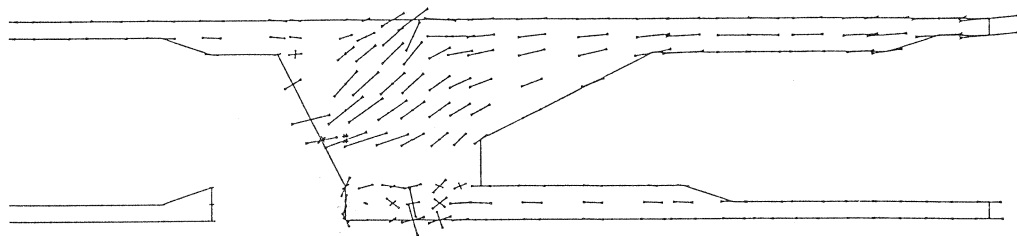


図-11 FEM解析モデル

主応力矢線図(全死荷重時: 1-1断面)



主応力矢線図(全死荷重時: 2-2断面)

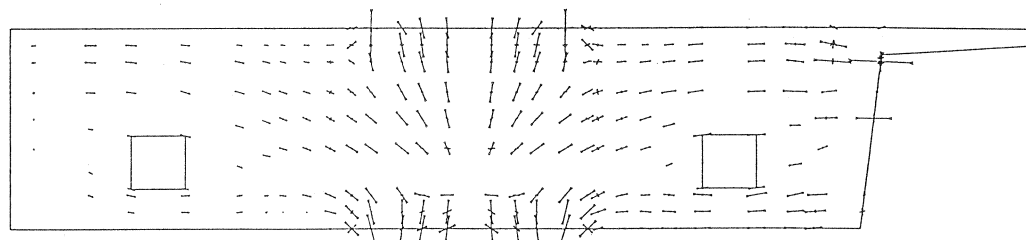


図-12 FEM解析結果

7. 主桁の変位

PC鉄道橋では、レールセット後に生じるクリープ・乾燥収縮に伴う主桁の変位が列車走行上の問題となる場合が多い。本橋では、主桁および全体剛性が大きく、また主桁自重と斜材プレストレスカとがバランスしているためにクリープ・乾燥収縮による変位量は少ない。レールセット後に生じる変位量は上段斜材結合位置で最大となり、約30mmの上方変位となる。

8. おわりに

本橋は平成7年7月現在、主桁A、Gブロック、下段斜材の施工を行っている。本論文では設計の概要について報告したが、各種計測工も実施しており、施工、計測結果について別の機会に報告したいと考えている。

本橋の設計・施工にあたっては、「帯広高架PC斜張橋施工検討委員会」(委員長:角田與史雄 北海道大学教授)の貴重なご意見、ご指導をいただき、ここに改めて感謝の意を表するものである。

参考文献

- 1) 大庭、築嶋、石橋:斜張橋のサドル締着部の研究
:コンクリート工学年次論文報告集 Vol.17, No.2 1995
- 2) 石橋、高木、大庭:青森大橋(PC斜張橋)の設計概要と斜材定着部試験
:プレストレストコンクリート Vol.30, No.4 Jul 1988