

## I-6 小規模斜張橋（歩道橋）の設計と施工

札幌市 豊平区 土木部 鎌田 鉄雄  
 札幌市 豊平区 土木部 竹田 晃  
 (株) アリヤス設計コンサルタント 正員 田所 洋一

### 1. まえがき

本橋は、札幌市北野地区において、厚別川を渡る歩行者専用橋として、計画されたものである。

近年、歩道橋の形式の選定において、経済性、機能性だけでなく、景観、快適性が特に求められる事が多い。

本橋においても、(1) 高水敷上が環境整備事業の一環として、公園化が図られている。(2) 地元町内会の要望もあり、北野地区のランドマークとして位置づけたい。(3) 取付道路の関係で桁高が制限された。等の理由から写真-1、図-1に示すような、2径間連続鋼斜張橋の採用を決定した。

本報告では、上部構造の設計と施工（特に架設工）について紹介する。



写真-1

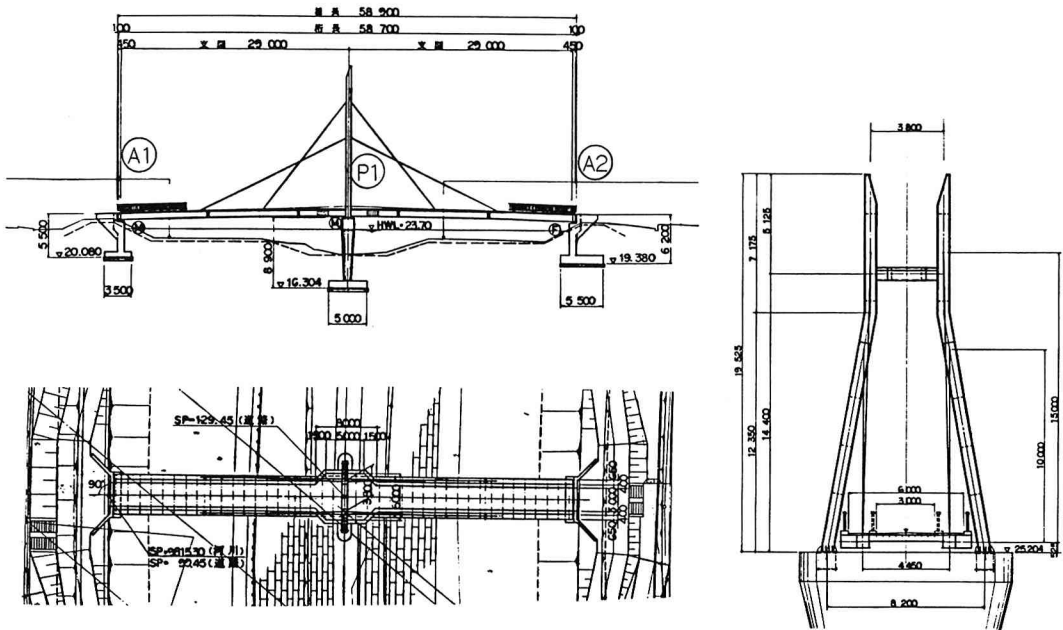


図-1 一般図

## 2. 設計概要

### 2-1 橋梁諸元

形式	2径間連続鋼斜張橋
橋長	58.9m
支間	29.0+29.0m
幅員	3.0m (バルコニー部 6.0m)
橋格	歩行者専用橋
縦断曲線	VCL=6% VCL=4.0m
塔形状	H型
主桁形状	2箱桁
ケーブル	DINAアンカーケーブル (2面吊)
床版	鋼床版

### 2-2 塔形状の決定

塔形状については、従来の実績から図-2のように種々の形状が考えられるが、(1)幅員が3.0mで小さい。(2)除雪車の通行を考慮しなければならない。

(3)主桁へのケーブルの定着の容易さ。

等の理由から、下部を開いたH型の塔に決定した。

### 2-3 ケーブル配置

従来ケーブル配置の方法には、図-3のように、放射型、ファン型、ハープ型の実施例が多いが、本橋の形状決定における大きな特徴である、スター形式とした。ケーブルの種類としては、塔断面、桁断面形状が650×650mm、と非常に小さいため、アンカー部が最もコンパクトなDINAアンカーケーブルを使用することにした。

### 2-4 解析方法

主構造の解析は、微小変位理論による平面骨組解析プログラムを使用し、1面ケーブルとして行った。

図-4に骨組図を示す。解析上の仮定と条件は以下の通りである。

- (1) 応力と変位の関係は線形である。
- (2) 塔基部は固定支承とする。
- (3) ケーブルと桁、ケーブルと塔はピン結合とする。
- (4) ケーブルのヤング係数は、式(1)(ERNSTの式)より算出した値を用いサグの影響を考慮した。

$$E_c = \frac{E_0}{1 + AW^2 (L \cos \theta)^2 E_0 / 12 T^3} \quad (1)$$

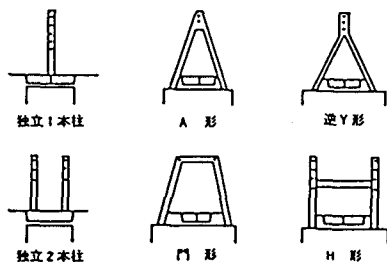


図-2 塔形状の種類

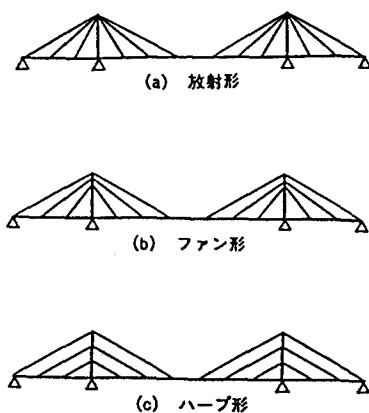


図-3 ケーブルの形状

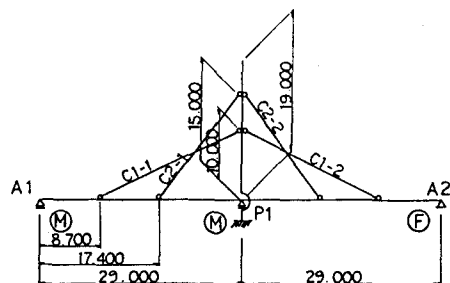


図-4 骨組図

ここに

$E_c$ : 修正ヤング係数	( $t/m^2$ )
$E_0$ : 素線のヤング係数	$2.0 \times 10^7$ ( $t/m^2$ )
$A$ : ケーブルの断面積	( $m^2$ )
$W$ : ケーブルの単位長さ重量	( $t/m$ )
$L$ : ケーブルの長さ	( $m$ )
$\theta$ : ケーブルと桁のなす角度	(度)
$T$ : ケーブルの張力	( $t$ )

解析結果を、図-5に示す。

#### 2-4 固有振動解析

斜張橋は吊構造で主桁の剛性が小さいため揺れやすく、支間長が小さくても、振動についての照査は必要である。文献<sup>1)</sup>の解説にあるように、主構造の固有振動数が歩行者の歩調との共振域 ( $1.5H_2 \sim 2.3H_2$ ) に含まれていないかどうか確認するために、固有振動解析を行い、使用性についての照査を行った。

結果は、図-6の通りである。

### 3. 施工について

#### 3-1 架設方法

現地の条件として、桁下へのトラッククレーンの進入が可能で、ベントの設置もできることから、ベント併用自走トラッククレーン工法により行った。

(1)  $A_1 \sim P_1$ 間の組立は、20 t吊油圧式クレーンにて行ない、 $P_1 \sim A_2$ 間の組立て及び主塔の建て込みを100 t吊りトラッククレーンにて行った。このとき橋体は、ケーブル挿入の容易さを考慮し、完成時計画高より20 cm高い位置で組み立てた。

(2) 主桁、鋼床版の組立後デッキプレートの溶接を行った。

(3) ケーブルの取付けは20 t吊りトラッククレーンにて、下段側、上段側の順で行い、主塔側、主桁側の順で固定した。

(4) ケーブル取付け後、20 cm上げ越していた橋体を全体にジャッキダウンしケーブルに張力を導入した。ここで橋体を支点支持状態にし、ケーブルの張力測定、キャンバーの測定を行った。

(5) 橋面工を施工し全死荷重が載荷された時点で2回目のケーブル張力測定を行った。

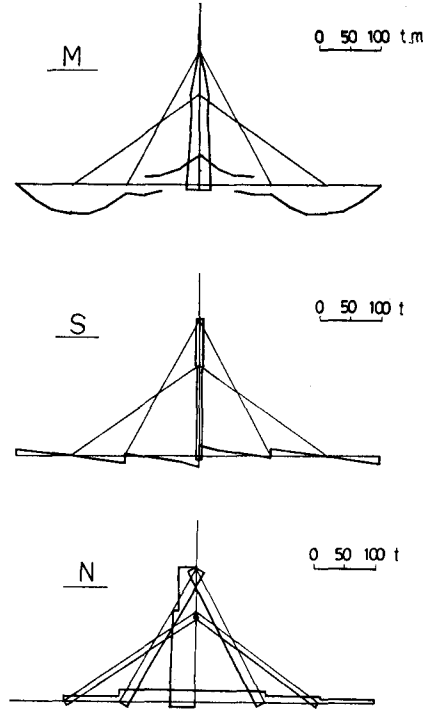


図-5 断面力解析結果

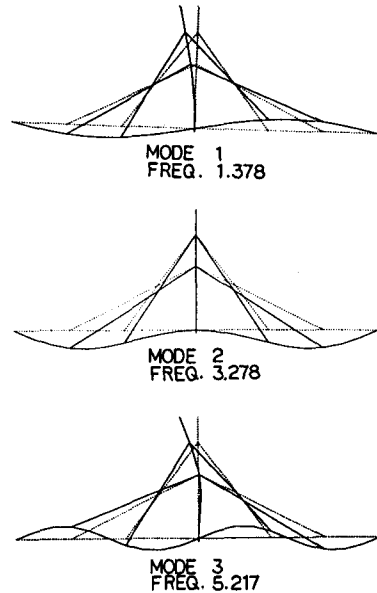


図-6 固有振動解析結果

3-2 ケーブルの張力測定

ケーブル張力の測定法としては種々のものが考えられるが、施工性、経済性、信頼性を考慮し、ケーブルに横振動を与えた時に発生する固有振動数を計測し、弦の横振動理論により張力に換算するいわゆる振動法を用いた。以下に算出式を示す。

$$T = \frac{4WL^2}{g} f^2 \quad (2)$$

- ここに T: ケーブル張力 (kg)
- W: ケーブル単位長さ重量 (6.5kg/m)
- L: ケーブル長さ (m)
- g: 重力加速度 (9.81m/s<sup>2</sup>)
- f: 固有振動数 (Hz)

ケーブル固有振動数の計測はFFTアナライザーによった。計測器のブロックダイアグラムを、図-7にまた計測器を表-1に示す。

測定回数は、各ケーブルについて、それぞれ2回とし、その平均値を測定値とした。図-8に計測記録を示す。上の部分がケーブルの振動波形を、下の部分が周波数分析のパワースペクトルを示す。又張力の測定結果を表-2に示す。



図-7 ブロックダイアグラム

表-1 計測器一覧

計測器	適要	数量
加速度変換機	AR-1C(東京測器)	1
ストレインアンプ	3126(横河北辰)	1
FFTアナライザー	AD-3525(AND社)	1
ビデオプリンター	CP-02(AND社)	1

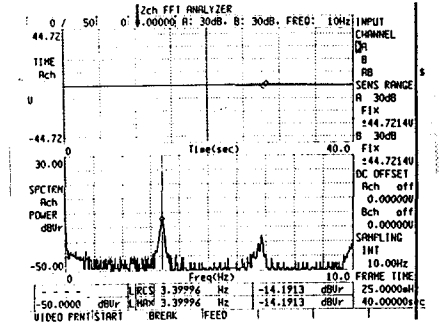


図-8 FFTアナライザー計測記録

表-2 張力測定結果

	ℓ(m)	f(Hz)	T(kg)	To(kg)	T/To
C1-1-A	22.807	3.325	15 240	14 820	1.028
C1-1-B	22.807	3.425	16 170	14 820	1.091
C1-2-A	22.807	3.275	14 790	14 820	0.998
C1-2-B	22.807	3.400	15 940	14 820	1.076
C2-1-A	18.954	3.400	11 010	10 180	1.082
C2-1-B	18.954	3.275	10 210	10 180	1.003
C2-2-A	18.954	3.425	11 170	10 180	1.097
C2-2-B	18.954	3.450	11 330	10 180	1.113

To: 全死荷重載荷時の設計値 A: 上流側 B: 下流側

4. あとがき

本橋は、『北野ふれあい橋』と名付けられ現在供用されている。今後、道内においても斜張橋形式の歩道橋の設置が多くなると思われるが本報告が少しでも参考になればと思います。

最後に、本論文をまとめるにあたり御指導頂いた、北海道大学工学部の林川助教授と、貴重な資料を提供していただいた道建工・松尾J.V、神鋼鋼線工業(株)の関係各位に感謝致します。

(参考文献)

- 1) 立体橋新施設技術基準・同解説 1979
- 2) 高橋・斉藤 ほか : ぼたん橋の設計と施工、(橋梁と基礎 83-2)
- 3) 神鋼鋼線工業(株) : 北野人道橋ケーブル張力測定報告書 1988-12