

電電公社 北海道電気通信局 正 佐藤厚司
 電電公社 北海道電気通信局 正 八木 浩
 電電公社 北海道電気通信局 本多健児

1. まえがき

本橋は、札幌市の中心部を流れる豊平川を横断する通信専用橋である。橋梁形式については、都市美観に対する配慮、河川管理条件及び経済性等を総合的に勘案し図-1に示すような斜張橋を採用した。斜張橋形式が道路橋以外の専用橋として、本格的に採用されるのは、本邦が初めてである。ここでは、その計画、設計の概要を紹介する。

2. 検討事項

通信専用橋としての斜張橋形式採用にあたり、検討した主な事項は次のとおりである。

(1)荷重は通信ケーブルと雪荷重の死荷重のみで活荷重はないが、橋梁規模は、TL-20の道路橋とほぼ同程度となる。中央径間112.0mは斜張橋としては、小支間であり、桁の剛性は静的に満足されても、ケーブルによる荷重分担によって、かばりの柔構造が予測され動的安定性、特に耐風安定性の検討が必要である。

(2)道路橋と異なり、通信ケーブルを収容するので、屋根を持つシェルター構造となる。そのため橋軸直角方向の風下に生じる渦励振を防止するには、横断面形状は主構造、屋根構造を一体として、耐風安定性上好ましい形状とする必要がある。

(3)本橋のような斜張橋は、ケーブルの荷重分担によって、主桁断面は小さくてもむが、狭い作業空間においてケーブル定着構造が、完全品質管理のもとに製作されること、架設時において、ケーブルの引込作業が容易に施工でき、架設誤差を充分吸収できる構造とする必要がある。

3. 設計条件

(1)死荷重(表-1)

(2)風荷重：基本風速値を $V_{10}=40\text{ m/sec}$ とし「本四耐風設計基準(1976)」による。

(3)地震荷重：基準震動、水平 α 、鉛直 α'

(4)温度：気温変化 $+40^{\circ}\text{C}\sim-30^{\circ}\text{C}$ 桁上下面の温度差及びケーブルと桁の温度差は、各々 15°C とする。

(5)支点沈下：5cm。但し $Uplift$ が生じる交点は考慮しない。

(6)許容応力度及び部材の設計法：道路橋示方書による。

(7)ケーブル：ロックドコイルロープ(LCR)を使用する。安全率3.0、LCR $\phi 100$ の耐力が最高使用できるようにケーブル本数、プレストレス導入を計画する。

(8)主桁剛性：通信ケーブル200条の載荷たれを $1/400$ 以下とする。合せて耐風安定性上、

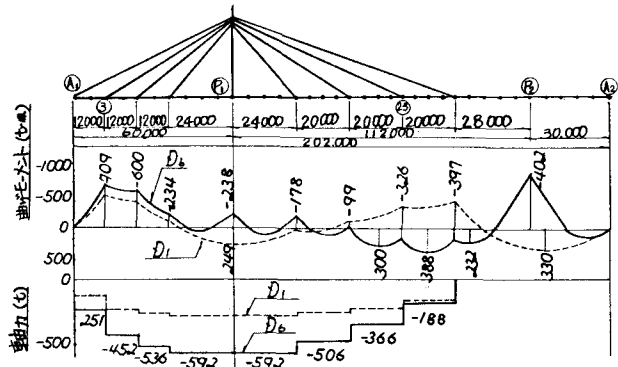


図-1 三径間連続桁斜張橋、断面力図

表-1 設計荷重

	内 容	荷重強度 (トン)
D1	前死荷重(主桁、横桁、縦桁、横横構)	2.491
D2	後死荷重1.(歩廊、上屋、アルミシル等)	1.222
D3	後死荷重2.(筋金物、支金物)	0.130
D4	通信ケーブル(中継器を含めて計画7割)	1.866
D5	通信ケーブル(中継器を3割)	0.800
D6	雪荷重(1.5M積雪7割、比重0.3)	2.400
Σ	合 計	8.909

充分の剛性を有すること。

4. 静的挙動

(1) ケーブル prestress 量の最適化

LCR の設計最大張力が 300 MPa 以下を目標とする。
 マルチケーブルの prestress 量は、荷重 D_1, D_6 の状態での最大、最小モーメントの絶対値が、全スパンを均等に分布するようにする。

(2) ケーブルの非線形性と $P-\delta$ 効果

ケーブル剛性は、サグの関数である。そのサグは、ケーブル重量、ケーブル勾配(始点、終点の座標の関数)、prestress の関数となる。従って、変形前と変形後の形状では、ケーブル剛性が異なる。ケーブル prestress は製作長(無応力度)が与えられると自動的に定まるので、仕様の無応力度を決め、非線形性を考慮し、繰返し最適化を図った。一方、主桁は、軸力と曲げを受ける部材(beam-column)で、初期形状(0.5% 放物線)の影響を含めて、軸力による 2 次曲げ($P-\delta$ 効果)の影響が現われる(表-2)。たわみが約 5% の増加を示し曲げモーメントの場合、7% の増加となる。軸力の増減は余りないアーチの幾何学的非線形性と同様、高圧縮軸力を受ける斜張橋の主桁の設計では、これらの 2 次曲げの影響は、無視できない量となる。

表-2 主桁の非線形性(荷重 D_6)

	節点番号	線形理論解	非線形理論解	$\frac{B}{A}$
たわみ	3	108.5 mm	114.4 mm	1.054
	23	-258.6	-271.8	1.051
曲げモーメント	3	684.8 tm	$+708.7 \text{ tm}$	1.034
	23	184.2	198.0	1.075
軸力	3	-444.6 t	-452.1 t	1.017
	23	-366.8	-366.5	0.999

5. 動的挙動

(1) 振動数と振動モード(図-2)

(2) 風洞実験

a) 静的な力分の測定

渦励振動を主とする動的な耐風安定性の照査を行った。

(3) 実験結果

a) 設計案の原形(フェアリング、デフレクターなし)では迎角 $\alpha = 0$ で実橋換算風速 $14 \sim 17 \text{ m/sec}$ で、たわみの渦励振が生じ、防振対策が必要である。

b) フェアリングのみでは、防振効果が不充分である。

c) フェアリングとデフレクターを取付けると(図-3)防振効果は大きくなり、デフレクターの取付角度は $20 \sim 25^\circ$ が適当である。

防振対策 ・フェアリング ・デフレクター(板幅 80 cm)
 ・傾斜 $20 \sim 25^\circ$ ・間隔調整部材(高さ 6 cm)
 を橋軸方向 $2.5 \sim 4.0$ 毎に断続

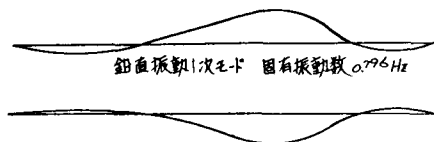


図-2 振動数と振動モード

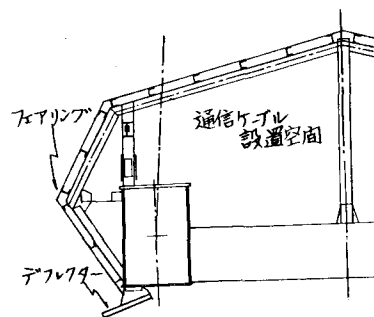


図-3 主構造断面

6. あとがき

道路橋の場合、活荷重たわみ制限があり、主桁とケーブルの荷重分担率、すなわち剛比が決まらねば、死荷重のみの専用橋では、主桁の剛度をいかにするかは重要な課題である。本橋の場合、数10年に渡って徐々に通信ケーブルが収容されるので、主桁のキヤンバー、塔のセットバックをいつの時点も基準に決めかねる重要なポイントになった。

本計画、設計にあたり、多大の御助言をいただいた、北大 渡辺 昇 教授をはじめとして、関係各位には、深く感謝するものである。