

I-119

白鳥大橋側塔部のケーブルスリップ対策工計画

北海道開発局

正員 清見 博英

北海道開発局

正員 西本 聡

北海道開発コンサルタント（株）

正員 篠田 孝志

1. はじめに

白鳥大橋は、室蘭湾の湾口部に位置する橋長1,380m(330m+720m+330m)の3径間2ヒンジ補剛箱桁吊橋である。本橋は2P、5Pに側塔を有しており、その形式は $H_B = H_S$ 形式のフレキシブルタワーを採用している。側塔部でのケーブルは、その出入射角が小さくかつ左右の向きが同じなため、サドルに対するケーブル反力による摩擦抵抗力が小さく、サドル内でケーブルスリップ現象が発生しやすい。また、側塔形式がフレキシブルタワーであるため、側塔基礎、アンカレイジ基礎の変位に対して敏感な構造であり、特にケーブルスリップに対し十分な対策を要する。

本報告は、吊橋完成時でのケーブルスリップ対策についての計画を報告するものである。

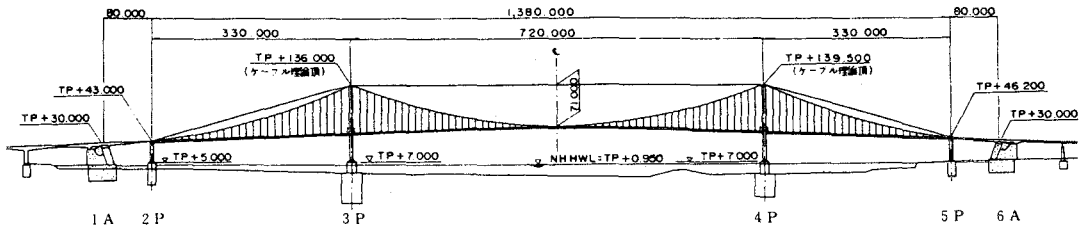


図-1 白鳥大橋側面図

2. ケーブルスリップ対策の選定

完成時でのケーブルスリップ対策としては色々考えられるが、本橋の場合下記の3案について検討を行った。

①加圧方式（サドルキャップ方式）

②左右のケーブル張力差を低減する方式（エキストラストランド方式）

③摩擦方式（横スパーサー方式）

その結果、下記の理由により本橋でのケーブルスリップ対策は①加圧方式（サドルキャップ方式）と③摩擦方式（横スパーサー方式）の2案の併用を採用した。

- ・エキストラストランド方式を採用した場合、その必要本数は2Pで $n=0.44$ 本、5Pで $n=0.82$ 本となり、仮に一般ストランドと同断面のエキストラストランドを1本用いた場合逆スリップ現象が生じる。
- ・加圧方式（サドルキャップ方式）は、機械的にストランドを押付けるためサドル内の摩擦抵抗力を増加させることが出来る。
- ・摩擦方式（横スパーサー方式）は、サドル内の摩擦抵抗面を増やす事が出来る。

3. 対策工の具体的検討

3-1 サドルキャップの必要締付け力

サドル内のケーブルスリップ安全率は(1)式で求まる。

$$\nu = \frac{\left(T_2 + \frac{2P}{\alpha} \right) \left(1 - e^{-\mu\alpha} \right)}{T_2 - T_1} \quad (1)$$

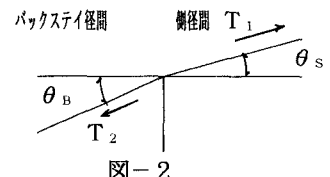


図-2

これよりケーブルスリップ安全率 ν を確保するための締付け力は(2)式となる。

$$P = \frac{\alpha}{2} \left\{ \frac{\nu_a \cdot (T_z - T_1)}{1 - e^{-\mu \alpha}} - T_z \right\} \quad (\text{ただし、} T_z > T_1) \quad (2)$$

ν_a : ケーブルスリップ安全率

P : サドルキャップ締付け力

μ : サドル内摩擦係数 ($\mu=0.15$)

α : $\theta_B - \theta_S$ (rad)

完成時でのケーブルスリップ安全率を常時で $\nu=2.0$ 地震時・暴風時で $\nu=1.5$ としたとき、ケーブル張力とサドルキャップの必要締付け力は表-1の通りとなる。

表-1 サドルキャップ必要締付け力

		$\theta_B(^{\circ})$	$\theta_S(^{\circ})$	$T_z(t)$	$T_1(t)$	$P(t)$
2P	常時	9.616236	4.794272	7039	6899	643
	暴風時	9.630963	6.114387	6845	6696	540
	地震時	9.629809	6.160252	6993	6741	1054
5P	常時	11.828232	4.777049	7066	6899	689
	暴風時	11.843340	6.097193	6871	6696	539
	地震時	11.842595	6.142979	7022	6741	1068

*設計締付け力 $P=1,155t$

3-2 横スパーサーの効果

3-1の締付け力が万一著しく低下した場合スリップ発生のおそれがあるため、2重の安全対策として横スパーサーを設置する。その際、常時の荷重状態において、横スパーサーだけの効果による安全率は $\nu > 1.2$ を確保しよう考えた。

ケーブルスリップ安全率を算定方法するにあたっては下記のように考えた。

- ・サドル摩擦面での摩擦抵抗力は、全ストランドの鉛直反力が伝達されるものとする。

$$f_1 = \mu (V_1 + V_2) \quad (3)$$

- ・横スパーサー摩擦面での摩擦抵抗力は横スパーサー上面とストランドとの摩擦力が抵抗するものとし、横スパーサー下面は素線フィラーの設置を考慮し摩擦抵抗面としては無視する。

$$f_2 = \mu V_2 \quad (4)$$

よってケーブルスリップ安全率は(5)式の通りとなる。

$$\nu = \frac{\Sigma f}{\Delta T} = \frac{\mu (V_1 + 2 V_2)}{\Delta T} \quad (5)$$

以上の方法で安全率を求めると、本橋での横スパーサーによる安全率は $\nu=1.32$ となる。

4. まとめ

本橋の完成時でのケーブルスリップ対策は、加圧方式と摩擦方式の併用による2重の対策をほどこした。これにより加圧方式だけで、所定のケーブルスリップ安全率を確保する事とした。また横スパーサーの採用により、仮に加圧方式の効果が低減しても常時では $\nu=1.32$ の安全率が期待出来る事となった。

本稿では完成時について報告したが、ケーブル架設時についても同じくケーブルスリップが問題となる。それについては現在検討中であるため、ケーブル工事完了後報告したいと考えている。

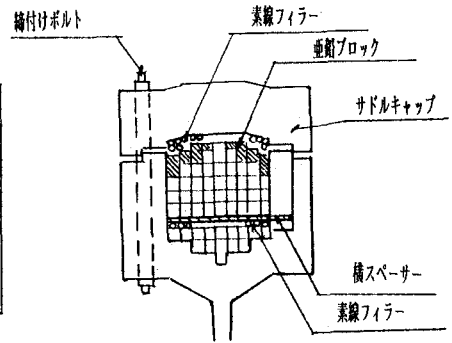


図-3 サドル構造図

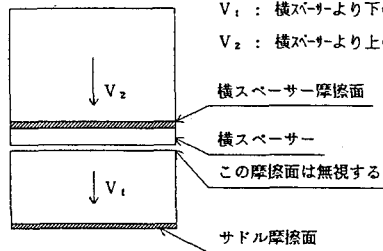


図-4 横スパーサー概念図