

白鳥大橋の長寿命化に向けた 維持管理に関する取り組みについて —ハンガーロープ管理試験を中心として—

室蘭開発建設部 室蘭道路事務所 計画課 ○田名部一馬
室蘭開発建設部 室蘭道路事務所 計画課 河上 誠
室蘭開発建設部 室蘭道路事務所 工務課 伊藤 義和

一般国道37号 白鳥大橋は、開通から15年が経過し部材の劣化が散見される。本橋は、航路上（室蘭湾）に架かる長大吊り橋であり、架替などが難しいことから、部材劣化が橋全体の安全性等に与える影響を十分考慮し、戦略的に維持管理を実施することが必要である。本稿では、ハンガーロープ管理試験を中心とした取り組みについて報告する。

キーワード：長寿命化、維持・管理、健全度

1. はじめに

一般国道37号白鳥大橋は、室蘭港を横断する国内唯一の積雪寒冷地に架かる吊橋である。(図-1)

本橋梁は、昭和60年着工、平成10年6月に完成し開通しており、施工期間を含めると架設後約20年経過している。そのため、腐食による部分的な部材の劣化が散見される。

白鳥大橋は、国際拠点港湾室蘭港を横架する長大橋で架替が難しいことから、構成する部材の劣化が橋梁全体の安全性等に及ぼす影響を長期的視点で把握し、戦略的な維持管理により長寿命化を図ることが求められている。

このことから、室蘭開発建設部では、平成24年度より有識者による「白鳥大橋維持管理計画検討会」（委員長：岸釧路工業高等専門学校校長）を組織し、白鳥大橋の長寿命化に向けた戦略的な維持管理計画策定のための様々な取り組みを実施している。

この内、本稿では平成25年度の主な取り組みであるハンガーロープ管理試験について中間的に報告する。

2. ハンガーロープの構造概要

ハンガーロープは、補剛桁などの死荷重や交通荷重などをメインケーブルに伝達するための重要部材の一つで、直径φ44の鋼より線で作られている。また、1格点あたり2本のロープで構成されており、メインケーブル上で鞍掛けされ、補剛桁内部にて定着されている。(写-1、2、3、図-2) ハンガーロープ構造概要を表-1に示す。

表-1 ハンガーロープの構造概要

	ロープ種類	CFRC 7+6×7+6×W(19)
概 要	ロープ径	φ44 mm (φ48：端部)
	使用本数	444本 (222格点)
	最大素線径	φ3.40 mm
	標準断面積	1,020 mm ²
	最小保証切断荷重	132 tf

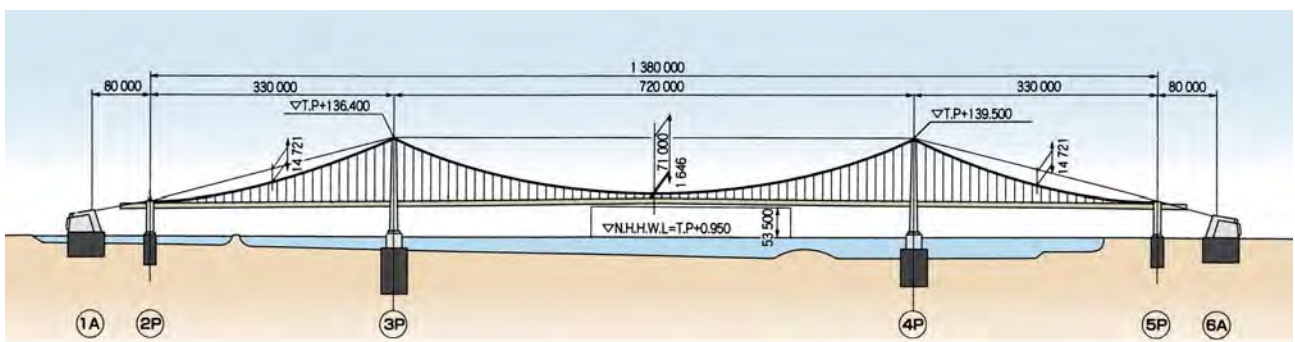


図-1 白鳥大橋側面図



写-1 ハンガーロープ全景



写-2 バンド鞍掛部



写-3 桁内定着部

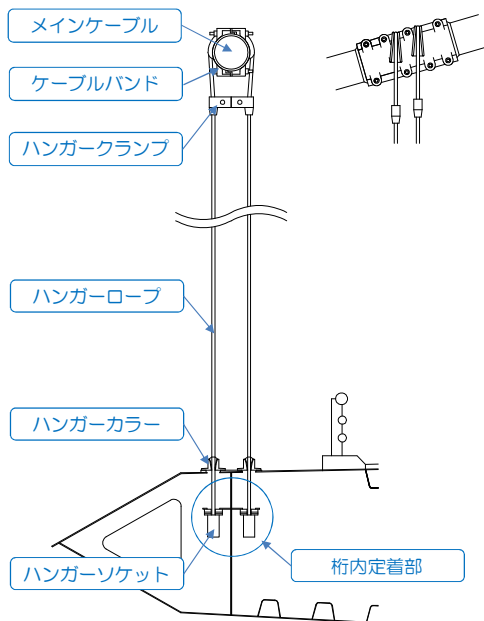


図-2 ハンガーロープの概要図

3. ハンガーロープの現状と課題

過年度実施した外観目視調査において、ハンガーロープに錆の滲出が確認された。

表面塗装された一般部の発錆は、塗膜内部からしみ出した様相を呈していることから、塗膜の劣化に起因したものではなくロープ表面もしくはロープ内部に浸入した水分による腐食と想定される。(写-4)

ハンガーソケット口元部は、ハンガーロープ全周に発錆が広がり、一般部より腐食が進行している状況である。(写-5) これは口元部が支圧板に覆われた狭隘構造であるため、浸入した水分が滞留しやすい環境になっていることが要因であると想定される。

ハンガーロープの腐食が進行した場合、断面欠損を生じロープ強度の低下に繋がる。このため、現況ハンガーロープの腐食量を把握し、健全度を評価すると共に今後の維持管理法の確立に向けた検討が必要であるものと判断される。

また、ソケット口元部近傍が狭隘構造で既存の非破壊

検査手法を適用することが難しいことや、全国的な吊橋の維持管理実績としてハンガーロープの腐食と強度に関する研究事例が乏しいといった問題もあり、室蘭開発建設部では、現況ハンガーロープの適切な評価を目的に、ハンガーロープの抜き取りによる管理試験を計画することとした。



写-4 ロープ一般部の発錆状況



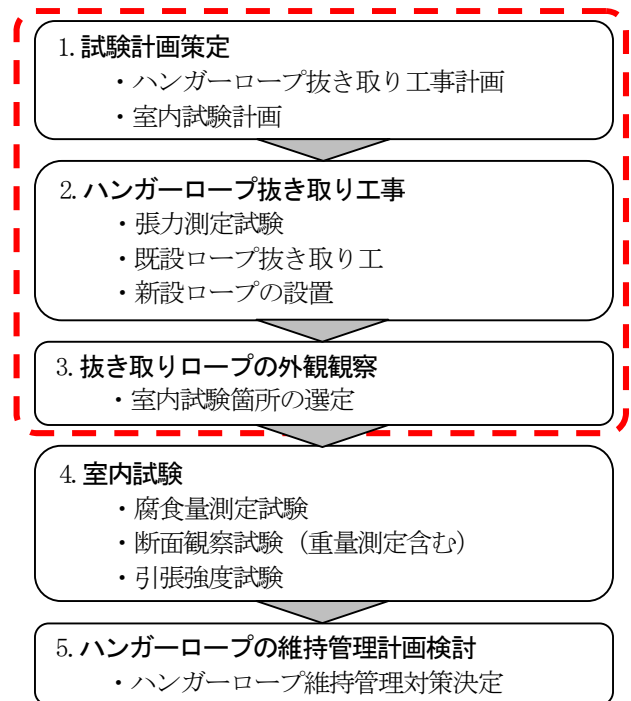
写-5 ソケット口元部の発錆状況

4. ハンガーロープの管理試験

1) 試験概要

管理試験の対象とするロープは、腐食がより進行していると思われる2P-3P間の港内側と4P-5P間の港外側からそれぞれ1格点ずつのロープを選定し実施することとした。

ハンガーロープの抜き取りにおいて、ハンガーロープが分担する荷重は、1本外した状態では理論的に近隣のロープに分散して分担されることから、ロープ交換時には仮ロープを設置せずに既設ロープの撤去、新設ロープの設置を行うこととした。これは、国内初の試みである。管理試験の流れを図-3に示す。



本稿での報告範囲を示す

図-3 管理試験の流れ

2) ハンガーロープの抜き取り方法

ハンガーロープは、桁内の定着用補強部材に支圧板を

挟む形でソケットに定着されている。(図-4)

ロープの抜き取りに際しては、一時的に支圧板を取り外さなければならない、そのためにはハンガーロープを下方に引っ張り、支圧板に作用している圧縮力を開放する必要があった(図-5)。

ロープへの引張導入は、補鋼桁外面を傷付けないこと、将来の他のロープ交換時に再利用できることなどの維持管理性に配慮し、桁内にブラケットによる反力受け用架台を設け、センターホールジャッキを用いてロープ自体を引き伸ばすこととした。(図-6、写-6)

さらに、ハンガーロープは1格点あたり4つのソケットで定着されている。このため、抜き取り対象ロープのみに張力を導入した場合には、偏心荷状態になるため、桁ウェブ部が座屈することが懸念されることより、対称荷状態とするため、4点同時に張力を導入する施工手順を計画した。(図-7)

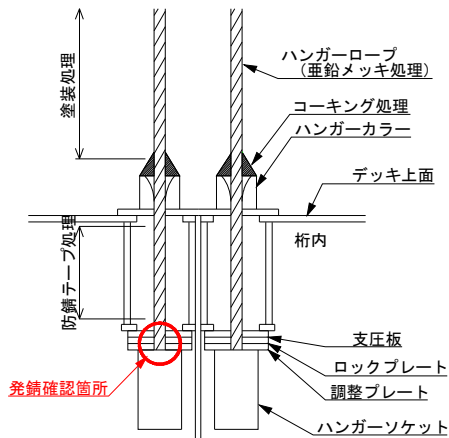


図-4 定着部構造

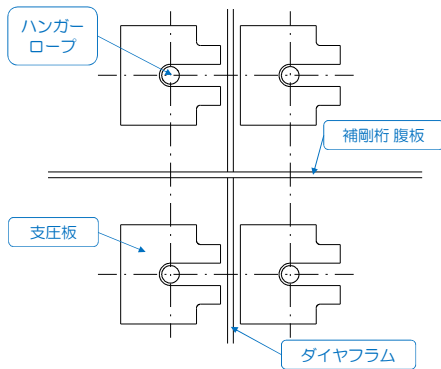


図-5 支圧板形状

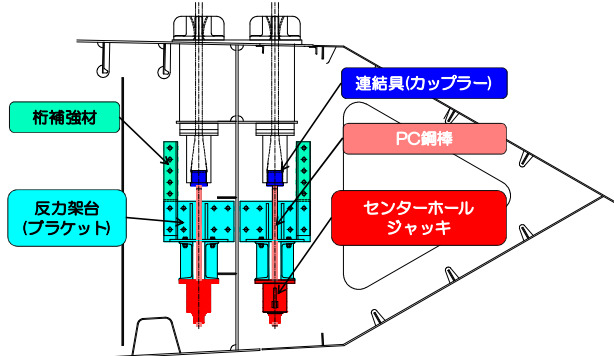


図-6 反力架台構造 (ブラケット)



写-6 反力架台設置状況

- Step-1 : ①ジャッキ載荷 ⇒現況ロープへの張力導入
②交換ロープの支圧板取り外し
- Step-2 : ①ジャッキ除荷 ⇒片側ロープへ張力付加
②交換ロープの張力開放
- Step-3 : 交換ロープの吊り上げ、撤去
- Step-4 : ①新規ロープの設置・引き込み
②ジャッキのセット
- Step-5 : ①ジャッキ載荷 ⇒初期張力 (約200kN)
②支圧板再設置
- Step-6 : ①ジャッキ除荷
②完了

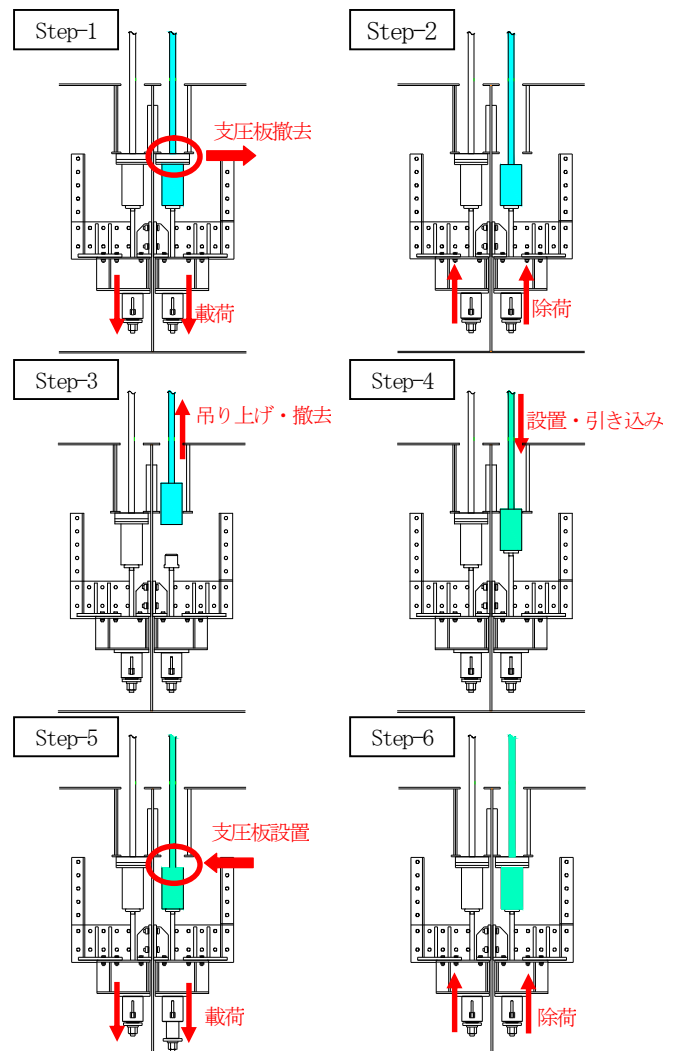


図-7 施工ステップ

3) 交換用ロープの製作

抜き取った試験用ロープの代わりに新設する交換ロープを計画した。

交換ロープは、吊橋構造系の変化を避けるため撤去ロープと同等の鋼より線を使用することとしたが、既設ロープの腐食原因が水の浸入によることが想定されたため、ポリエチレン被覆ロープを採用した。(写-8)

さらに、ソケット口元部の止水性向上を目的として口金構造を採用した。(図-8、写-9)

また、被覆ロープは中の様子を直接目視確認できないことから、長期的な維持管理を考慮しソケット底部からロープ素線を数本突出させることを検討し、各格点に1箇所採用した。(図-9、写-10)



写-8 ポリエチレン被覆ロープ



図-8 写-9 口金構造

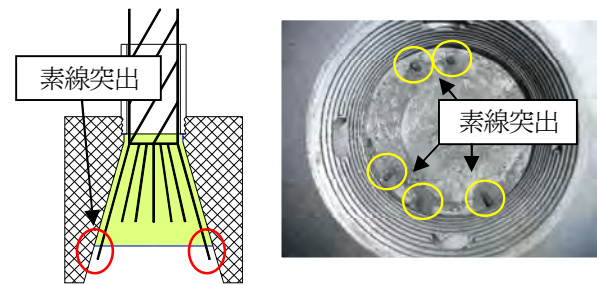


図-9 写-10 素線突出構造

4) 抜き取り工事

ハンガーロープの交換工事は、一般交通への影響を最小限に留めるためと安全に配慮してトラッククレーンによる施工を行うこととし、夜間全面通行止めで実施した。(図-10)

施工を通し得た留意事項は、①メインケーブルとハンドロープの間が狭くソケットを通す作業に時間を要することから、メインケーブルに撤去ロープを仮置きし新設ロープの引き込み作業中に撤去ロープの吊り上げを行う

など、作業時間短縮のための手順の工夫が必要であった。(写-11) ②新設ロープ設置の際、ハンガークランプやハンガーカラーを外した状態で張力の追加や除荷を行うとロープが横方向に移動し、新設ロープの被覆構造が損傷する恐れが生じることから、木製の仮固定具(写-12)や仮設鋼製ガイド(写-13)の準備が必要であった。

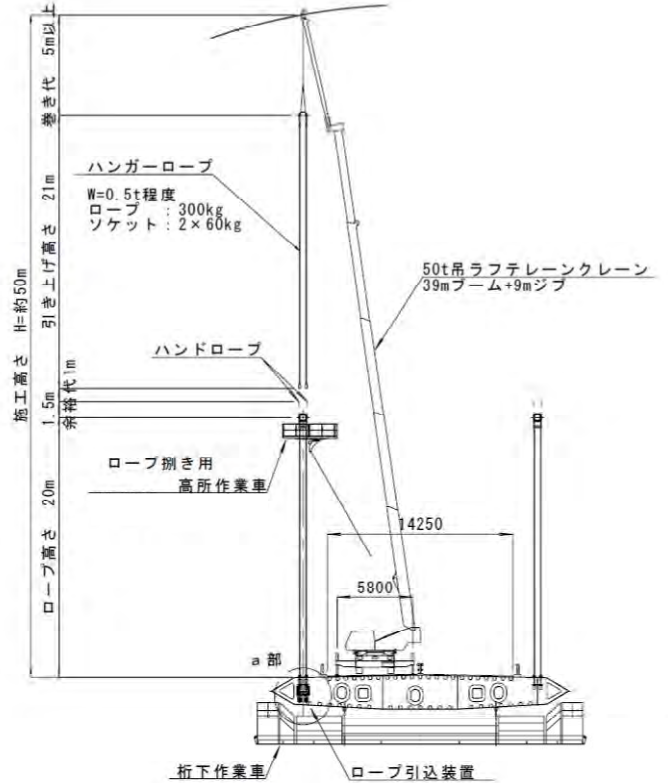
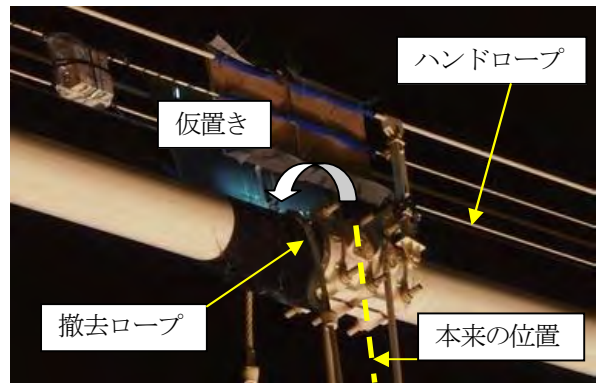


図-10 抜き取り作業断面図



写-11 撤去ロープの仮置き



写-12 木製の仮固定具



写-13 仮設鋼製ガイド

5) 張力変動の確認

今回計画したハンガーロープ交換方法は、国内において初の試みであるため、今後の維持管理計画を検討する上でも施工段階毎の隣接格点への張力移動量などを把握することは重要な課題であった。

測定は、打撃法によって固有振動数を測定する方法(写-14)を採用し、交換格点とそれに隣接する格点の張力を測定した。表-2に測定結果を示す。

1本撤去時には、交換格点に作用していた張力の約2割が左右の格点に移動し、ロープ設置後に概ね元の状態に戻ることが判明した。

また、設置以降(数日経過後)、桁やケーブルの振動によりロープが馴染み、施工前の状態に、更に近づくことが判明した。



写-14 張力測定

表-2 張力測定結果 単位: tf

	SW100	SW101 (交換対象)	SW102	合計
交換前	76.6 (1.00)	64.0 (1.00)	75.6 (1.00)	216.2
1本目撤去	83.1 (1.09)	49.7 (0.78)	83.8 (1.11)	216.6
1本目設置	75.5 (0.99)	70.5 (1.10)	75.9 (1.00)	221.9
2本目撤去	85.4 (1.12)	53.3 (0.83)	61.6 (0.82)	200.3
交換完了	77.4 (1.01)	68.8 (1.08)	75.8 (1.00)	222.0
2日経過後	78.1 (1.02)	64.7 (1.01)	76.2 (1.01)	219.0

6) 外観観察

抜き取り工事が完了した翌日、撤去ロープの外観を観察し腐食状況の確認を行った。(写-15)

一般部においては、塗装表面に赤錆が滲み出ている箇所は、塗膜を剥がすと塗膜下まで全面的に腐食している状況であった。(写-16)

鞍掛部は、コーキング施工されていることから錆の発生が全く認められなかった。(写-17)



写-15 撤去ロープの外観観察



写-16 一般部塗膜異常箇所ロープ状態



写-17 鞍掛部のロープ状態

5. 今後の予定

室内試験に使用する対象部位を、外観観察結果より選定し、現在材料試験を実施中である。表-3に室内試験一覧を示す。今後は、試験結果をもとにハンガーロープの維持管理計画の策定を進めて行く予定であり、結果については、改めて報告したい。

表-3 室内試験一覧

試験項目	全磁束調査
	断面観察(ロープ・ソケット)
	重量測定
	解体試験
	引張強度試験

6. おわりに

白鳥大橋は、地域的かつ広域的ネットワークを担い、整備効果を十分発揮して、交通機能の観点で大きな役割を果たしている。

さらに、現在では地域のシンボルとしても欠かせない存在となっており、長寿命化の推進は架け替えの難易性のみならず地域の要請としても強く求められている。

ハンガーロープは、白鳥大橋を構成する一部材であるが、荷重をメインロープに伝える重要な部材で、部材数が444本と多く、また、箇所によっては規模が大きい部材であることから、その劣化が橋全体に与える影響は大きい。

今回は、ハンガーロープの現地抜き取り試験までの報告となったが、今後は管理試験の結果を適切に分析し合理的な維持管理計画を策定する予定である。

他の部材に対しても、同様な趣旨のもと、様々な取り組みを計画・実施し、白鳥大橋のライフサイクルコストミニマムな長寿命化対策を推進していく予定である。

7. 謝辞

本試験の計画・実施にあたり、白鳥大橋維持管理計画検討会委員各位、(株)ドーコン及び函館どつく(株)の担当各位に、多大なるご尽力を頂いた。この場を借りて深く感謝の意を表す。