

# 砂防堰堤管理用吊橋への点検新技術の活用と 予防保全型維持管理の提案



**上坂 光泰**  
構造技術本部 構造部 点検調査グループ  
グループマネージャー 技術士 建設部門、  
RCCM(鋼構造及びコンクリート)、道路橋点検士  
kousaka@shinnihon-cst.co.jp



**柚木 創**  
構造技術本部 構造部 点検調査グループ 係長  
道路橋点検士  
yuuboku@shinnihon-cst.co.jp

## 1 詳細調査、対策工の提案について

橋梁点検の状態把握においては、メンテナンスサイクル(点検→診断→措置→記録)を回すため、適切な診断、効率的な措置を決定するための情報をいかに得るかが重要である。ここでは、立山カルデラ内という特殊な環境下にある鋼製吊橋(人道橋)である白岩砂防堰堤管理橋に対して実施した新技術による詳細調査、対策工の提案について紹介する。

## 2 対象橋梁の現況状況

対象橋梁は、立山カルデラ砂防の基幹堰堤である白岩砂防堰堤の良好な維持管理を目的として1974(S49)年に架設された吊支間長42m、有効幅員1.0mの単径間鋼製吊橋である(図-1)。補修履歴としては、H27年に主塔・主桁等の鋼材の塗装塗替え、吊索の部材取替えが実施されており、計画的な予防保全処置がとられている。一方で、H26年点検時から確認されていた主ケーブルの損傷においては経過観察とされており、今回、詳細な点検を実施したところ、腐食(錆色)範囲の拡大のほか、変形(撓りの異常)が確認された(写真-1右下)。主ケーブルに使用されているロックドコイルロープ(C型36mm)は他の構造用ワイヤロープに比べ、水密性、耐食性に優れている特徴を有しているが(表-1)、腐食や撓りの異常といった損傷により、吊橋としての致命的な機能喪失にいたる恐れがあることから、断面の変化および鋼材内部の腐食度を確認するため、全磁束法による非破壊調査を実施したものである。

表-1 構造用ワイヤロープの種類

種類	断面及び外観(例)	特徴
ストランドロープ	7×37	曲げ剛性が小さく取り扱いが容易であり、取り扱いの不備による損傷は非常に少ない。他のワイヤロープに比べて安価である。
スパイラルロープ	1×127	ストランドロープに比べて曲げ剛性、引張強さ及び弾性係数が大きい。
ロックドコイルロープ	C型	スパイラルロープ同様、曲げ剛性、引張強さ及び弾性係数が大きい。外層に異形ワイヤをより合わせているため、水密性、耐食性に優れている。



図-1 橋梁位置



写真-1 現況状況

## 3 新技術を活用した詳細調査

### (1) 全磁束法による非破壊調査

主ケーブルの損傷状況を定量的に評価するため、点検支援技術 性能カタログ(案)(R2.6 国土交通省)に記載の「全磁束法によるケーブル非破壊検査」(技術番号BR02001-V0020)を活用した。

全磁束法による非破壊調査は、ワイヤロープの中を通る磁束を測定し、磁束と断面積の比例性からロープの磁性体部(垂鉛部は除く)の断面積およびその変化を評価する方法である。その原理は、ワイヤロープを強く磁化すると、ワイヤロープ内に磁束が流れ、磁化器中央部に配置した磁束検出器のサーチコイルに誘導起電力が生じる。この誘導起電力をフラックスメータにより時間積分して磁束を測定し、同時に磁界検出器に内蔵されたホール素子により磁界強さを求め、磁束と磁界強さを記録することで、断面減少など異常を把握することができる。腐食によって発生した赤錆は非磁性体のため、断面欠損とみなすことができ、ワイヤロープの健全性

の評価が可能となる(図-2)。

調査は主ケーブルに腐食、変形、縊りの異常が確認された下記の10箇所(図-3赤表記)で実施した。また、ワイヤロープに引張応力が作用している場合、測定磁束が減少することが実験等から知られている。下記の4箇所(図-3青表記)においては振動法による張力測定を実施し、応力増加1N/mm<sup>2</sup>につき約0.0043%の補正を行い磁束の評価を行った。

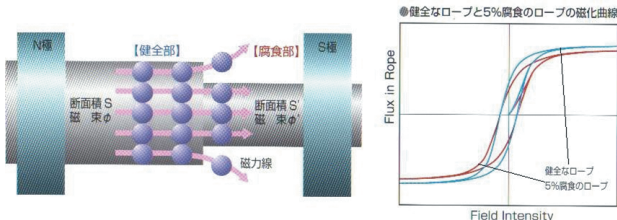


図-2 全磁束測定の見出し原理

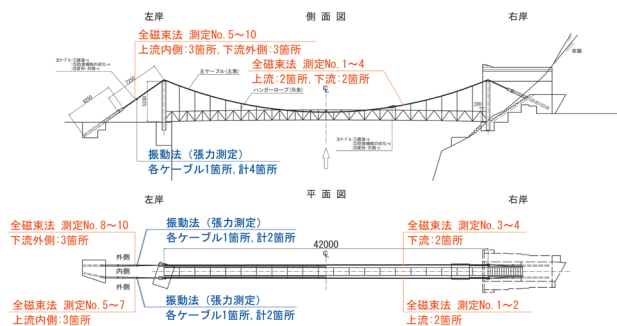


図-3 調査位置

補正後の磁束と各調査位置の腐食率を表-2に示す。腐食率は最大0.7%で、計測した全ての箇所で腐食率は1.0%未満となった。外観ではロープ上面の腐食(錆色)範囲の拡大がみられるも下面はメッキの残存箇所もあり、一部に素線の浮き(縊りの異常)が見られたが内部断線もなく、腐食率も低いことから現状では主ケーブルとしての機能上の問題はなく、予防保全段階であると診断した。

表-2 各測定箇所の腐食率

No.	測定箇所	補正後測定磁束(kMx)	基準値(kMx)	腐食率(%)
1	中央部 (2本マルチ)	上流①	357.26	0.0
2		上流②		0.0
3		下流①		0.7
4		下流②		0.7
5	左岸上流側	内側①	175.89	0.1
6		内側②		0.1
7		内側③		0.0
8	左岸上流側	外側①	175.89	0.0
9		外側②		0.1
10		外側③		0.2

(2) 振動法による張力測定

張力測定は、設計上必要な張力を確認できる資料が残されていないことから、今後の健全度評価の目安として、現状の張力を把握するために実施した。今後は今回結果との比較を行うことで、外観からの判断が難しい

応力変位の早期把握ができ、的確な健全度評価指標としての活用が可能となる。

表-3 振動法による張力測定結果

測定箇所	ロープ単重 W(kg/m)	ロープ長 L(m)	固有振動周波数 f(Hz)	算出張力 T <sub>2</sub> (kN)
左岸上流	内側	7.25	8.42	111.83
	外側		8.22	106.52
左岸下流	内側		7.32	84.39
	外側		8.20	106.08

4 予防保全型対策工の提案

(1) 対策工の提案

主ケーブルに使用されているロックドコイルロープは、外周にある特殊な形状の素線が噛み合うことで表面を平滑にし、内部への雨水の侵入を防いでいる。表面が平滑でなくなっている箇所では、内部に雨水が浸透し、素線の腐食が発生する危険性があるため、予防保全的に主ケーブルの再塗装を提案した。再塗装の仕様として、止水性が求められる長大吊橋等での実績のある本州四国連絡高速道路株式会社規格のケーブル類用塗り替え塗装系の仕様を提案した。主ケーブルの塗り替え規模(27m<sup>2</sup>)から直接工事費で¥600,000程度(足場等の仮設費を除く)であり、経済性に優れ、かつ予防保全としての効果も早期に得られる。一方、断面減少がはじまり急速に損傷が進行し主ケーブル(吊索含む)の新規取替えが必要となる事態に至った場合は、幅員の狭い人道橋であることを考え合わせると架け替えと同規模の予算措置が必要であり、早期の補修が橋梁の機能維持に極めて有効であると言える。

(2) 3D点群測量による3Dモデルの作成

主構造の損傷、変状把握を目的として現在の管理橋の形状を3D点群測量にて計測し3Dモデルを作成した。日常点検時の簡易的な変状計測結果を今回作成した3Dモデルと比較することで損傷程度が把握でき、また、補修工事の仮設のシミュレーション等や関係機関協議資料に使用できるものとする。

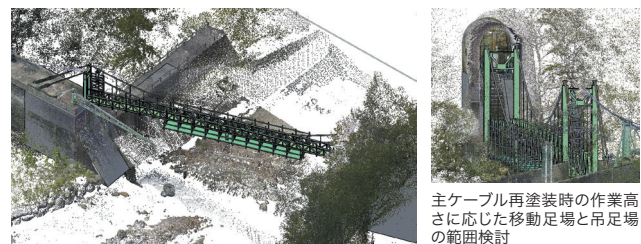


図-3 仮設置時のシミュレーション

5 おわりに

早期措置段階へ損傷が進行してからの対策は管理者にとって財政的に大きな負担となる。効率的な維持管理を提案することで今後も社会に貢献したい。