

吊橋ハンガーロープの全磁束法による腐食度評価

本州四国連絡橋公団 小川和也 本州四国連絡橋公団 前田泰男
(株)ブリッジ・エンジニアリング 明石良男 東京製綱(株)正会員 ○守谷敏之

1. まえがき

吊橋ハンガーロープは橋桁を吊り上げ、主ケーブルに荷重を伝達する重要な構造要素であり、その損傷状況を何らかの手段で把握する必要がある。これまでは、有効な評価手段がなく、目視による外観検査に頼っていた。

1999年、吊橋ハンガーロープの腐食度を全磁束法にて評価し、強度試験と比較した。その結果、腐食がハンガーロープ内部で発生しており、外観状況と腐食状況とは相関しないことがわかった。全磁束法では、腐食状況の相対的な傾向は一致したものの、断面積減少測定値は強度低下より大きく、測定誤差があることが確認された。その原因として、ハンガーロープ定着部の鋼製リブや主構部材などの大きな体積の強磁性体が近接していたため、磁界の強さが小さくなったことが考えられた¹⁾。

2000年、測定誤差を小さくするため、磁化器を改善し、磁束影響要因の補正を行い、測定精度を検証した。また、この手法での現地測定を行った。

2. 全磁束法の概要と磁化器の改良

ロープは強磁性体であり、その軸方向に強く磁化するとロープ中に磁束が流れる。全磁束法はロープ中の磁束がロープ断面積に比例することを原理としており、健全部及び腐食部の飽和漸近領域における磁束を比較し、腐食量を評価する非破壊検査方法である。ロープの非破壊検査方法として主流である漏洩磁束法が素線断線などの局所的な欠陥に適しているのに対し、全磁束法は腐食や摩耗など広がりを持った欠陥に有効である。

ロープを磁化する方法としては、極間磁化方式、ソレノイド方式などがあり、1999年は前者を採用した。この方式は着脱が簡単であるが、装置が重く、磁化効率も悪いため、2000年の磁化器改良では後者のソレノイド方式を採用した。ソレノイド方式は、現地にてロープの周りに磁化コイルを巻き付けるため、着脱作業に時間がかかるが、磁化効率が高いため、装置が軽量、小型となる。磁化器改良の結果、重量約1/2で磁化能力(磁界強さ)は鋼製リブ有りの条件で約4倍の磁化特性が得られた。

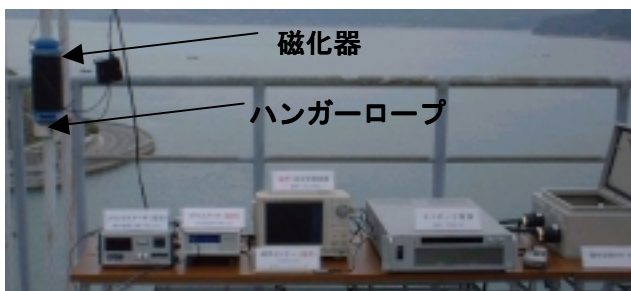


図1 新磁化器及び測定システム

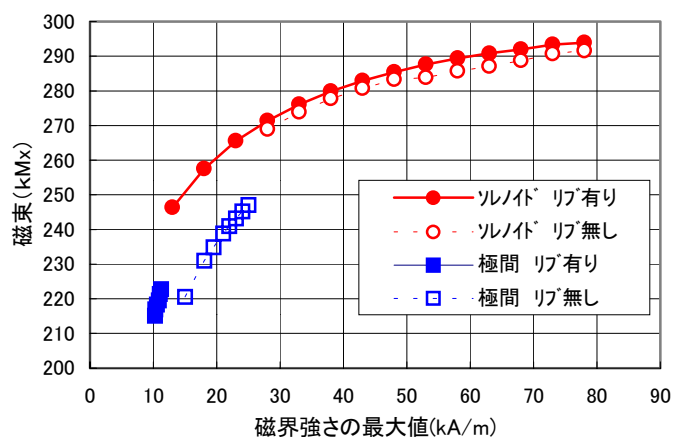


図2 新旧磁化器の磁化特性の差

キーワード： 吊橋、ハンガーロープ、CFRC、非破壊検査、全磁束法

連絡先： 〒722-0073 広島県御調郡向島町 6904、TEL. 0848-44-3700、FAX. 0848-44-7609

3. 磁束影響要因の補正

ロープ中を流れる磁束は、ロープ張力、周辺の強磁性体等の影響を受ける²⁾。ロープ張力が大きくなると磁束が減少するが、磁氣的にほぼ飽和領域であるため、その影響は小さく、張力 200kN（設計導入張力）に対し、約 0.5%の低下が見込まれる程度である。強磁性体の影響であるが、ソレノイドによる磁化では周辺の影響が小さいため、定着部鋼製リブを模擬した模型（約 1m 長）で 100mm 毎に測定したが、測定磁束の標準偏差は 0.24%程度であり、定着部での位置の影響は小さかったが、鋼製リブの有無では約 1%の測定磁束の差が見られた。

実際の現地測定（因島大橋）では、1999 年に新規ロープに交換したハンガーロープの一般部（鋼製リブ無し）、定着部（鋼製リブ有り）の磁束をそれぞれの基準値とし、ロープ張力、鋼製リブの有無の影響を補正した。

4. 現地測定結果

因島大橋ハンガーロープ CFRC 7+6×7+6×W(19) φ54mm の 148 断面について全磁束法による腐食度評価を実施した。結果を図 3、表 1 に示すが、一般部、定着部とも最大で 1.3%の腐食が見られた。これは 1999 年の測定結果の最大値 4.4%と比較すると約 3%小さい値であるが、測定精度が向上した結果小さくなったもので、現地の腐食状況はほぼ同等であると考えられる。測定値のばらつき（標準偏差）は、定着部でやや大きくなっており、鋼製リブなどの影響を受けていると思われる。

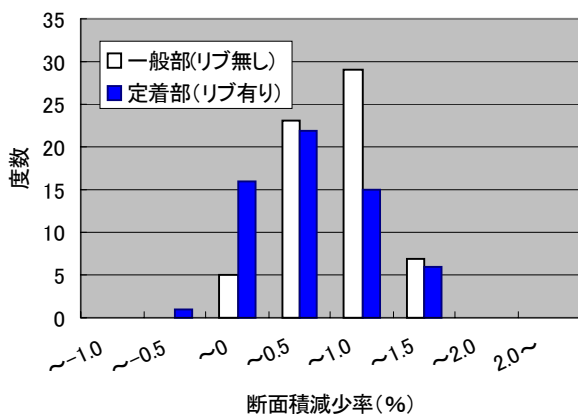


図 3 現地測定での腐食度ヒストグラム

表 1 現地調査測定結果

測定位置	項目	対基準ロープ断面積比(%)	腐食度(%)
一般部 リブ無し	平均値	99.48	0.52
	最大値	100.40	-0.40
	最小値	98.70	1.30
	標準偏差	0.35	—
定着部 リブ有り	平均値	99.70	0.30
	最大値	100.50	-0.50
	最小値	98.70	1.30
	標準偏差	0.47	—

5. まとめ

今回の測定結果から判断すると、ハンガーロープの腐食はこの 1 年では大きな進展はなく、現在のところ大きな強度低下は考えられず、耐荷力上の問題はないと判断される。

全磁束法については、磁化器改良により、大幅に測定精度が向上し、十分実用できるものと考えられる。ただし、問題点としては磁化器の現地組み立て等の作業時間がかかることがあるため、今後の検討課題として取り組んでいく。

参考文献

- 1) 吉田、横沼、前田、若狭、守谷：吊橋ハンガーロープ（C.F.R.C）の全磁束法による非破壊調査と強度試験、土木学会第 55 回年次学術講演概要集 1A、平成 12 年 9 月
- 2) 吉田、前田、守谷、塚田：吊橋ハンガーロープの腐食度評価について、資源・素材 2000（秋季大会）講演資料 B8-12、平成 12 年 10 月