

全磁束測定による防護柵用ワイヤロープの腐食調査

土木研究所寒地土木研究所 正会員 ○山澤文雄

土木研究所寒地土木研究所 正会員 中村拓郎

土木研究所寒地土木研究所 正会員 畠山 乃

1. はじめに

落石防護施設の一つである従来型落石防護柵はワイヤロープや H 形鋼等の比較的入手しやすい材料から構成される構造物であり、これまでに数多く設置されていることから、今後維持管理が重要な課題となる。ワイヤロープは、腐食により破断荷重や伸びが低下することが確認¹⁾されていることから、現地の劣化状態から期待される耐荷性能を保持しているかを適切に判断する調査手法が求められる。一方、吊橋の主索や太径ケーブルの非破壊検査として全磁束法が維持管理に使用されている実績²⁾がある。全磁束法は、ワイヤロープの磁束を測定し、磁束と断面積の比例性からロープの磁性体部の断面積とその変化を評価する方法であり、健全性を評価できるとされている³⁾。

本研究は、落石防護施設の維持管理手法の提案を目的に、従来型落石防護柵の構成部材の一つであるワイヤロープ(3×7G/Oφ18)に対して、全磁束測定による腐食程度の調査手法を検討するものである。

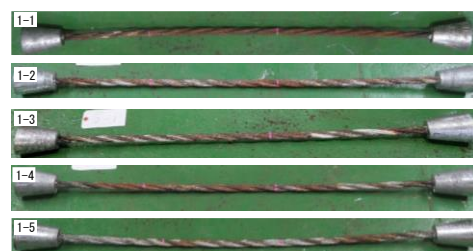
2. 試験概要

現地より採取したワイヤロープと新品材(以下、試験体 3)に全磁束測定および引張試験を実施した。現地より採取したワイヤロープは、北海道内にある更新に伴い撤去された落石防護柵のワイヤロープ(以下、試験体 1)および廃道区間のケーブル型防護柵用のワイヤロープ(以下、試験体 2)を使用した。試験体 1 は、採取箇所毎に劣化状態が異なっており、目視により赤錆の範囲が異なる数本を選定した。なお、赤錆以外の表面はメッキが白錆となっている状態である。試験体 2 は、全面赤錆が発生し、ストランドの溝が腐食生成物で埋没しており、かなり腐食が進行している状態であった(写真-1)。

全磁束測定状況を写真-2に示す。全磁束の測定は、ソレノイド式全磁束法を用いて定点測定と連続測定を行った。定点測定は3箇所を測定し、連続測定はワイヤロープを一定速度で動かし全磁束を測定した。全磁束は2mの試験体を用いて測定を行った後、端末間のワイヤロープ長1mの引張試験用の試験体として加工・製作した。引張試験は、試験体を破断するまで徐々に引っ張り、素線もしくはストランドが破断し荷重が増加しなくなった時点で終了とした。

3. 試験結果

全磁束測定の連続測定と定点測定の結果を図-2に示す。連続測定と定点測定を実施した箇所では磁束値はほぼ近似した値である。定点測定では、試験体 2 は試験体 1 に比べ磁束値は小さい傾向にある。連続測定では、試験体 2 の最大値と最小値の差が大きい。健全部の測定磁束を基準値とした各定点測定箇所の腐食率を表-1に示す。表-1にはワイヤロープ径も記載しているが、試験体 2 は腐食生成物の影響もあり、新品材に比べ直径は大きくなる傾向にある。腐食率は試験体 1 では -1.5 ~



試験体 1-1~1-5 (現地採取)



試験体 2-1~2-3 (現地採取)



試験体 3 (新品材)

写真-1 引張試験用の試験体の外観

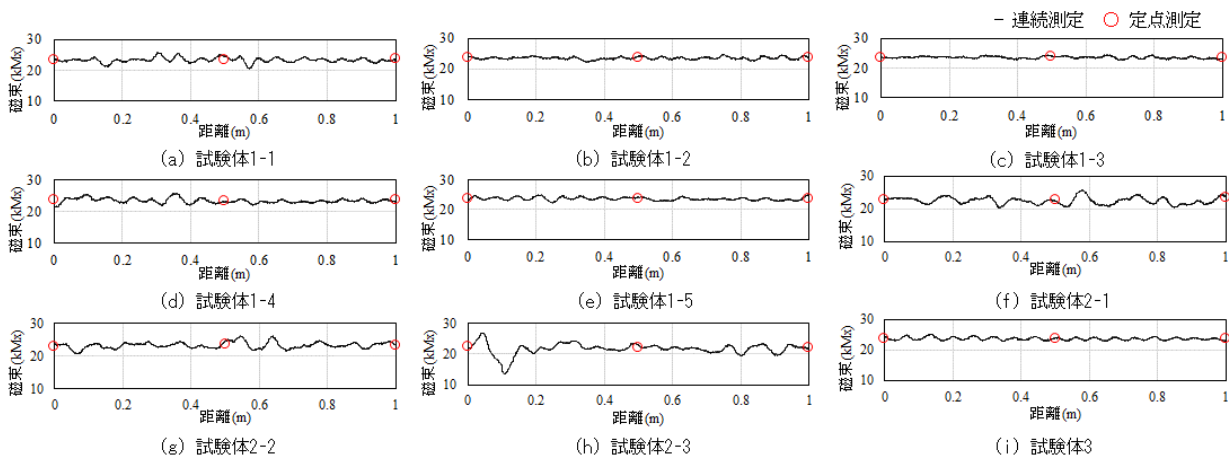


写真-2 全磁束測定状況

キーワード 落石防護柵用ワイヤロープ、全磁束測定、静的引張試験、腐食

連絡先 〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1-3-1-34

(国研) 土木研究所寒地土木研究所 寒地構造チーム T E L 011-841-1698



図ー2 全磁束の連続測定および定点測定の結果

0.3 % の範囲に、試験体 2 では -7.4 ～ 0.8 % の範囲であった。赤錆の範囲が広い、1-1 が他よりも腐食率が高くなっている傾向にあり、全磁束測定による腐食率により、腐食程度を評価できる可能性が示された。

破断荷重と破断状況の一覧を表ー2 に示す。落石対策便覧におけるワイヤロープの降伏張力と破断荷重の設計値は、降伏張力 $T_y = 118 \text{ kN}$ 、破断荷重 $T_b = 157 \text{ kN}$ とされている。試験体 2 では、便覧に示される降伏張力および破断荷重に至る前に破断している。また、試験体 1 の破断荷重は便覧の値を上回っているが、新品材よりも破断荷重が小さい。磁束と破断箇所との明確な相関性はみられないが、腐食率が高いものは、破断強度が低くなる傾向にあった。

4. おわりに

本研究では、従来型落石防護柵の構成部材の一つであるワイヤロープに対して、全磁束測定による腐食程度の調査手法を検討した。その結果、落石防護柵用ワイヤロープにおいて、全磁束測定による腐食率を用いることで、腐食程度を評価できる可能性が示された。また、腐食率が高いワイヤロープは、破断強度が低くなる傾向にあることが分かった。

今回の検討では、ワイヤロープの全磁束測定を室内にて行ったが、現地落石防護柵で全磁束測定を行う際には、簡易的な測定が可能となる測定機器や測定方法について更なる検討が必要である。

参考文献

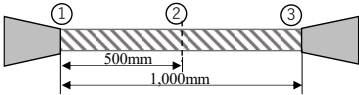
1) 今野久志, 葛西聡, 橋口寛史, 堀謙吾, 松嶋秀士: 腐食劣化した従来型落石防護柵構成部材の各種載荷試験結果について, 第 12 回構造物の衝撃問題に関するシンポジウム論文集, 2019.12

2) 金澤高宏, 貴志友基, 長尾幸雄: 腐食したハンガーロープの架替えと精密調査による維持管理方法の一考察, 土木学会第 70 回年次講演会, pp.601-602, 2015.9

3) 東京製綱: ワイヤロープ No21, 2018.10

表ー1 各定点測定箇所の腐食率

試験体名	平均直径 (mm)	測定①		測定②		測定③	
		磁束値 (kMx)	腐食率 (%)	磁束値 (kMx)	腐食率 (%)	磁束値 (kMx)	腐食率 (%)
1-1	19.2	23.3	-1.5%	23.3	-1.2%	23.5	-0.6%
1-2	18.8	23.7	0.2%	23.6	-0.1%	23.7	0.2%
1-3	19.0	23.6	-0.2%	23.6	-0.1%	23.6	-0.2%
1-4	18.9	23.6	-0.1%	23.1	-2.3%	23.7	0.3%
1-5	18.8	23.7	0.3%	23.6	0.1%	23.7	0.2%
2-1	19.3	22.8	-3.7%	22.6	-4.5%	23.0	-2.5%
2-2	19.1	22.9	-2.9%	23.4	-0.8%	23.2	-1.9%
2-3	20.0	22.2	-6.3%	22.1	-6.9%	21.9	-8.0%
3 (基準)	18.8	23.6	新材 (試験体3) の定点測定の平均磁束値				



表ー2 破断荷重と破断状況の一覧

試験体名	破断荷重 (kN)	破断箇所	①から破断箇所までの距離 (cm)	破断状況
1-1	181.9	① ② ③	76	ストランド 1 本
1-2	192.3	① ② ③	60	ストランド 1 本
1-3	192.6	① ② ③	65	ストランド 1 本
1-4	190.4	① ② ③	22	ストランド 1 本
1-5	194.6	① ② ③	78	ストランド 1 本
2-1	151.1	① ② ③	56	ストランド 1 本
2-2	153.9	① ② ③	90	ストランド 1 本
2-3	115.0	① ② ③	28	ストランド 1 本 + 素線 5 本
3	207.8	① ② ③	88	ストランド 2 本