

VI-177 全磁束法を用いたケーブルの残存強度の推定に関する基礎実験

川田工業(株) 正会員○寺本耕一 東京製網テクノス(株) 藤村幸男
 東京都立大学 正会員 前田研一 東京製網(株) 山木和久
 川田工業(株) 正会員 町田文孝 東京製網(株) 柳屋博文

1. はじめに

吊橋のケーブルに腐食が生じた場合、ケーブルの残存強度を正確に把握し適切な処置を施すことは、維持管理を行ううえで重要と考えられる。近年、径の小さいケーブルにおいては、全磁束法¹⁾などを用いることにより非破壊で定量的にケーブルの断面積を測定することが可能となってきたが、腐食による断面減少と切断荷重の関係が明確でないため、ケーブルの残存強度を正確に推定するまでには至っていない。また、中小吊橋で多く用いられている構造用ストランドロープの断面減少と切断荷重に関する筆者らの試験²⁾では、切断荷重と断面減少率の関係は複雑になり、単に残存断面積からケーブルの強度を推定することは困難と考えられた。そこで、筆者らは非破壊検査手法の一つである全磁束法を用いることによって、ケーブルの残存強度を推定することを可能にするため、強制アノード溶解法を用いて腐食を発生させたケーブルに対して、全磁束法を適用した断面減少率の測定、引張試験を行うとともに、実際の強度低下に対応する等価断面減少率の算定を試みたのでここに報告する。

2. 試験方法

試験に用いたケーブルは、昭和30年代に架設された吊橋より採取したケーブル(構成7×19構造用ストランドロープ、ロープ径36mm、ロープピッチ286mm)である。ケーブルに腐食を発生させる方法として、図-1に示すように一定電流を流し、通電時間を変化させることによって断面減少率の異なる試験体を短時間で製作することが可能な強制アノード溶解法を採用した。また、円周方向および長手方向において局所的な腐食を発生させないようにするため、写真-1に示すように網状の銅製の電極を円筒形に加工して用いることとした。一方、断面積の計測には、磁性体を長手方向に磁化した時の飽和磁束が断面積と比例関係にあるという原理に基づき、磁束量を測定することによって非破壊で断面積の計測が可能な全磁束法を用いて行った。図-2に全磁束法の測定ブロック図を示す。

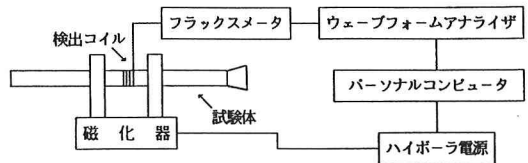


図-2 全磁束法の測定ブロック図

3. 試験結果

強制アノード溶解法によって試験体に発生させた腐食が、円周方向に対して均等に分布していることを確認するため、試験体断面の写真撮影を行った。4.5%の断面減

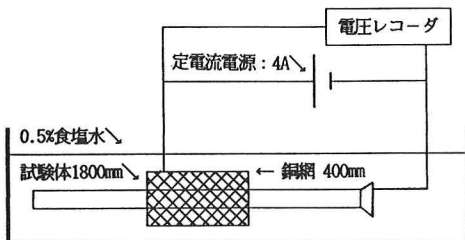


図-1 強制アノード溶解法

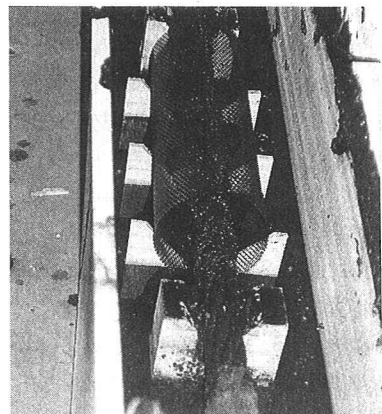


写真-1 銅網の設置状況

少を生じさせた試験体の腐食状況を写真-2に示す。また、断面積と切断荷重の測定結果を表-1に、断面減少率と切断荷重低下率の関係を図-3に示す。図-3に示すように切断荷重低下率は断面減少率を上回り、表-1に示すように10%程度までの腐食では、切断荷重低下率は断面減少率の4～5倍程度となった。この理由としては、ケーブルの1断面に着目した場合、腐食は写真-2のように側ストランドの外側に露出した素線のみが生じているが、長手方向に着目した場合、構造用ストランドロープはよられており、実際には、側ストランドの最外層素線の全周にわたって腐食が生じていることが挙げられる。確認のため腐食断面の写真を用いて、

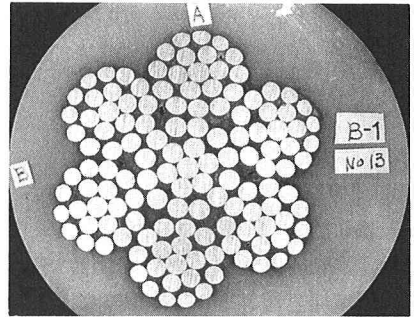


写真-2 腐食状況（断面減少率4.5%）

側ストランドのすべての最外層素線が最も腐食の激しい素線と同様に腐食していると仮定して等価断面減少率を求めたところ、表-1に示すように等価断面減少率は切断荷重低下率とほぼ一致した。

4. 考察

構造用ストランドロープ（7×19）において、腐食が長手方向および円周方向に対して均等に生じ、全磁束法で測定された断面減少率が10%程度であれば、切断荷重は断面減少率の4～5倍程度という結果が本試験によって得られた。しかし、腐食による断面減少と切

断荷重の関係は、腐食の形態やロープの構成等によって異なることが予測されるため、全磁束法を用いて測定した断面積から構造用ストランドロープの残存強度の推定を行うためには、腐食の形態やロープの構成等の異なる試験体についても同様の試験を行う必要があると考えられる。

今後は、ロープ全体を1回よっているだけであり、2重によられている構造用ストランドロープと比べると、断面減少率と切断荷重低下率の差が比較的小さいと考えられるスパイラルロープやロックドコイル等についても同様の試験を行い、非破壊で断面積の測定を行うことによってケーブルの残存強度を推定するための検討を行ってきたい。

表-1 断面積および切断荷重の測定結果

試験体No.	断面積(全磁束法)(mm ²)		断面減少率 (%)	切断荷重 (tf)	切断荷重 低下率 (%)	切断荷重低下率 断面減少率	等価断面 減少率 (%)
	腐食前	腐食後					
Type-1	591	—	—	91.3	0	—	—
Type-2	590	576	2.4	81.6	10.6	4.4	9.3
Type-3	590	576	2.4	80.6	11.7	4.9	
Type-4	588	570	3.0	76.6	16.1	5.4	14.0
Type-5	589	567	3.9	75.2	17.6	4.5	
Type-6	587	562	4.3	71.1	22.2	5.2	18.1
Type-7	589	560	4.9	71.1	22.2	4.5	
Type-8	587	538	8.3	62.0	32.1	3.9	28.5
Type-9	587	538	8.3	54.8	40.0	4.8	
Type-10	589	515	12.6	48.0	47.4	3.8	42.5
Type-11	589	508	13.8	46.8	48.7	3.5	

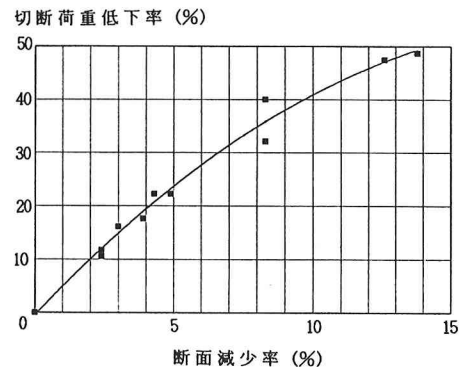


図-3 断面減少率と切断荷重低下率の関係

- 1) 守谷, 藤村, 塚田: ワイヤロープの断面積測定, 非破壊検査(平成2年度春季大会講演概要), 第39巻, 第2号, 1990年。
- 2) 寺本, 前田, 町田, 藤村, 山木, 柳屋: ケーブルの腐食と切断荷重に関する基礎実験, 土木学会第46回年次学術講演会, 1991年。