

ふっ素樹脂テープ巻き付けがレインバイブレーション特性に及ぼす影響

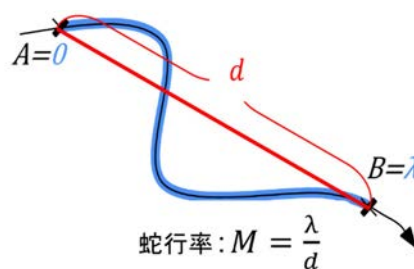
横浜国立大学 学生会員 ○坂本 太一 横浜国立大学 フェロー 勝地 弘
 横浜国立大学 正会員 王 嘉奇 横浜国立大学 正会員 田村 洋
 東京製綱 (株) 矢島 卓

1. はじめに

斜張橋ケーブルに用いられる被覆平行線ケーブルは、近年カメラ付き自動昇降装置の点検により多くの傷が発見されている。これらを補修する一つの方法としてテープ巻き工法があるが、例えば多々羅大橋で採用されているようなケーブル表面に凹凸のあるインデントケーブルにテープ巻き工法を採用した場合、その凹凸がテープによって平滑になってしまいレインバイブレーションの制振効果を失う懸念がある。そこで本研究では、レインバイブレーションの発生要因である水路形成を撥水性によって抑制することを狙い、撥水性の高いふっ素樹脂テープ巻き付けが斜ケーブルのレインバイブレーション特性に及ぼす影響を調査した。表1に示す3種類のふっ素樹脂テープを用意し、水路実験によって水路形成の抑制効果を比較し、最も良好である1種類を決定、水路実験で選んだテープを巻きつけたケーブルの模型を用いて風洞実験を行い、振動特性や表面上に形成される水路の形成状況を観察し、ふっ素樹脂テープを用いた補修の有効性について検討を行った。

表1 使用したふっ素樹脂テープ

	AGF-100FR	ASF-110FR	ASF-119T
厚さ	0.13mm	0.13mm	0.35mm
幅	50mm		
特徴	ガラスクロスを基材としている	伸縮性がある	表面に凹凸があり滑り性が高い



λ: AB間の流路長, d: AB間の距離

図1 蛇行率の定義

2. 実験方法

2.1 水路実験

水路実験では、半円断面に切り出したケーブルの模型(直径100mm, 長さ300mm)を30°に傾斜させて無風状態において上部から水を流し、ケーブル表面に形成される水路の安定性を観察し、撮影した画像から図1のように定義される蛇行率を計測した。ケーブル模型は、平滑な表面のノーマルケーブルとノーマルケーブルに3種類のふっ素樹脂テープを隙間あり、なしで巻き付けたケーブル模型、計7本を準備した。

2.2 風洞実験

風洞実験では、本学所有の開回路エッフェル型風洞を使用した。本実験では、約1.2m/s毎に風速を変化させて最大約17.5m/sまで計測を行った。使用したケーブル模型(直径140mm, 長さ1.5m)の諸元を表2に示す。本実験ではノーマルケーブル模型1本と、多々羅大橋と同様のインデントパターンを持つインデントケーブル模型3本を用いて実験を行った。また、インデントケーブル模型にふっ素樹脂テープをスパイラル状にテープ幅分の隙間あり、なしの2種類の巻き方で巻き付けた。これらのケーブルを最も振幅が大きくなると言われている傾斜角



図2 テープを巻き付けたケーブル模型(上: 隙間なし, 下: 隙間あり)

表2 ケーブル模型諸元

ケーブル種類	ノーマル	インデント
断面厚さ	8.86mm	13.65mm
質量	5.34kg	7.90kg
インデント列数	-	8列
インデント長径	-	4.7mm
インデント短径	-	2.8mm

キーワード インデントケーブル, レインバイブレーション, ふっ素樹脂テープ, 撥水性

連絡先 〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台79-5 横浜国立大学都市イノベーション研究院 TEL 045-339-4041

25°，風向角 30° に鉛直 1 自由度でバネ支持して実験を行った。本研究では、それぞれの素材の撥水性の条件を揃えるために最初に全ての表面を中性洗剤で洗浄した後、プールに模型を水没させて親水性を増加させ一定期間ごとに実験を行った。

3. 実験結果

3.1 水路実験

水路実験から得られた各表面における水路の安定性を表 3 に示す。本表では水路の位置に変化があり、撥水性が良好である実験ケースを○としている。これより、ふっ素樹脂テープを巻き付けた模型は何も巻き付けていないものよりも水路の位置が不安定な状態が継続し、撥水性が高いことがわかる。また、隙間なしの場合の蛇行率に関しては図 3 のように AGF-100FR, ASF-110FR の 2 種類のテープは蛇行率が高く、撥水性が良好であることがわかった。以上より、AGF-100FR が最も良好であり、風洞実験では AGF-100FR を用いた。

3.2 風洞実験

インデントケーブルとインデントケーブルに AGF-100FR を隙間なく巻き付けたケーブル模型の風速-振幅図を示す。図 4 よりふっ素樹脂テープの有無による振動応答に大きな違いは見られなかった。また、表面状況の観察により、ふっ素樹脂テープを巻き付けたケーブル模型の表面上には、レインバイブレーションが発生する時に形成されるような幅の広い水路の形成は見られなかった。本研究では全実験ケースを通してレインバイブレーションは発現しなかったが、過去の研究¹⁾でレインバイブレーションが発生したときの表面の画像(図 5)と水没 40 日目におけるケーブル表面の画像を比較すると、ふっ素樹脂テープ上には水滴がまばらに付着しており(図 6)、表面状態に大きな差が現れていることがわかる。したがって、ふっ素樹脂テープによりレインバイブレーションの発現要因となる水路の発生を抑えられていると考えられ、レインバイブレーションの抑制効果を保持していると判断できる。

4. まとめ

本研究において得られた知見を以下に示す。

- (1) ふっ素樹脂テープを巻いたケーブルの振動応答は、テープを巻かないインデントケーブルとあまり変わらず、レインバイブレーションは発生しない。
- (2) ふっ素樹脂テープを巻き付けたケーブル模型にはレインバイブレーションが発生するときのような幅の広い水路は形成されず、ふっ素樹脂テープにレインバイブレーションの抑制効果がある。

参考文献

- 1) 樋上:斜張橋ケーブルの Rain Vibration, 日本風工学会誌 第 27 号 pp. 17-28, 1986

表 1 水没日数毎の水路の安定性

水没日数(Day)	0	1	2	3	5	10	15	20	25	30
ポリエチレン表面	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-
隙間なし										
AGF-100FR	○	○	-	○	○	○	-	○	-	○
ASF-110FR	○	○	-	-	-	-	-	○	-	○
ASF-119T	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-
隙間あり										
AGF-100FR	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ASF-110FR	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○
ASF-119T	○	○	○	-	-	-	-	-	-	-

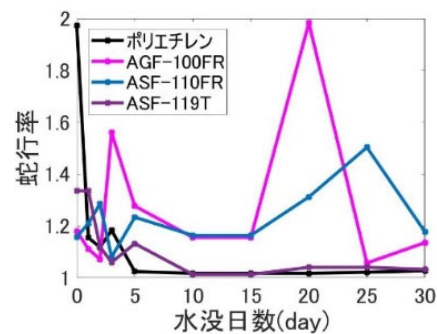


図 3 水没日数ごとの蛇行率の変化

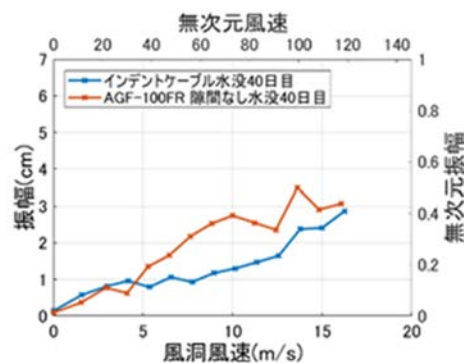


図 4 風速-振幅図



図 5 レインバイブレーション発生時の表面の水路の様子



図 6 AGF-100FR を巻いたケーブル表面上の水路