

I - 520

ふっ素樹脂で被覆された斜張橋ケーブルの風による振動とその制振

川田工業(株) 正会員 ○ 柳澤 則文
 川田工業(株) 正会員 米田 昌弘
 川田工業(株) 正会員 越後 滋

1. まえがき

従来、斜張橋で一般的に使用されるポリエチレン管被覆ケーブルでは、長期にわたる耐候性を確保する必要から表面は黒色に限定されていた。しかしながら、最近では周辺環境への調和を考慮した景観設計が重要視されつつあり、すでに耐候性に優れたふっ素樹脂を用いたカラーケーブルの開発がなされ、実橋ケーブルにも適用されつつある。ふっ素樹脂で被覆されたケーブルは、ポリエチレン管被覆ケーブルに比べて表面が円滑で降雨時においても水滴をはじくことから、レインバイブレーションの主要因である水路形成が妨げられることも予想される。それゆえ、著者らは、ケーブル軸方向流れ（2次流）の寄与は十分に認識しつつも、以前よりふっ素樹脂で被覆されたケーブルではレインバイブレーションの発現が阻止される場合が多く、ケーブル制振の新しい方向を与える可能性があるものと少なからず期待するところがあった。このような状況のもと、ふっ素樹脂で被覆された実在斜張橋ケーブルの風雨時における挙動を観測する機会を得たのでその結果を報告する。

2. 対象とした橋梁のケーブル諸元と構造減衰

対象とした橋梁は、埼玉県越谷市に架設された2径間連続鋼斜張橋（63.15m+80.85m）である。対象橋梁の一般図を図-1に示す。本橋は市民に親しまれるシンボリックな橋梁となるように景観の演出には特別な配慮がなされ、ケーブルについてもふっ素樹脂で被覆された白色のカラーケーブルが採用されることとなった。参考までに、側径間側の上から2段目ケーブル（C2ケーブル）と最下段ケーブル（C5ケーブル）の構造諸元を表-1に示す。

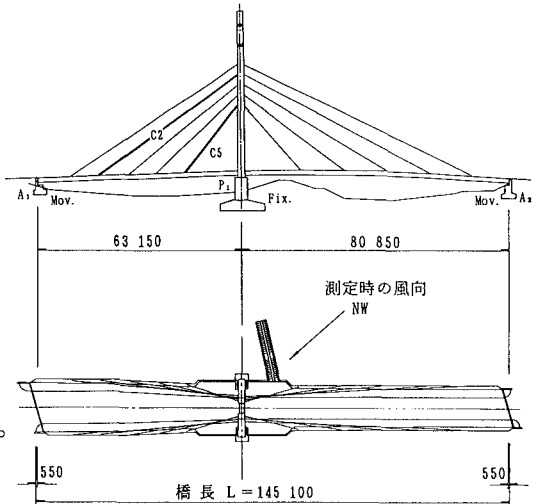


図-1 概略図と測定位置

表-1 ケーブルの構造諸元

C2ケーブルとC5ケーブルでは、後述する弾性シール材の充填作業前に、人力加振で得られた減衰自由振動波形から構造減衰を測定している。その結

ケーブル名称	ケーブル長 L (m)	ケーブル径 D (m)	断面積 A _c (m ²)	重量 W (t/m)	張力 T (ton)
C2	56.003	0.082	0.00281	0.0231	83.981
C5	28.670	0.082	0.00281	0.0231	87.983

果、C2ケーブルとC5ケーブルの1次モードの構造対数減衰率 δ は $\delta=0.003$ であり、従来から報告されている減衰と同程度の非常に小さい値であった。なお、2次モード以上の構造減衰については測定していないが、既往の実験結果¹⁾を参考にすれば、1次モードと同程度の値しか有しないと思われる。

3. レインバイブレーションの観測

平成5年8月27日の台風11号通過時に、上述した実在斜張橋の風雨時におけるケーブル挙動を観測する機会を得た。その結果、ふっ素樹脂被覆ケーブルの上面には水路は形成されていなかったものの、期待に反し、風速VがV=15~20m/s程度の多雨状態でレインバイブレーションの発現が認められた。以下、具体的に観測結果を述べることとする。

図-1中に付記した風向からもわかるように、側径間側のケーブルは正姿勢状態にあり、上から2段目の

C 2 ケーブルと最下段の C 5 ケーブルに明確なレインバイブレーションが発現していた。参考までに、路面上から1.5mの高さに設置したサーボ型加速度計で計測された、C 2 ケーブルでの加速度波形を図-2に示す。図からもわかるように、C 2 ケーブルで観測されたレインバイブレーションは面外方向にも面内の1/2程度の振動成分を有し、2次モード ($f_2=3.35\text{Hz}$) が卓越する結果となっていた。これに対し、

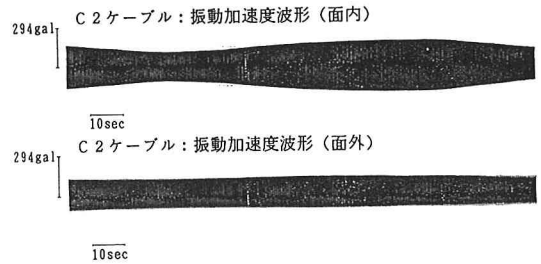


図-2 測定された振動加速度波形の一例

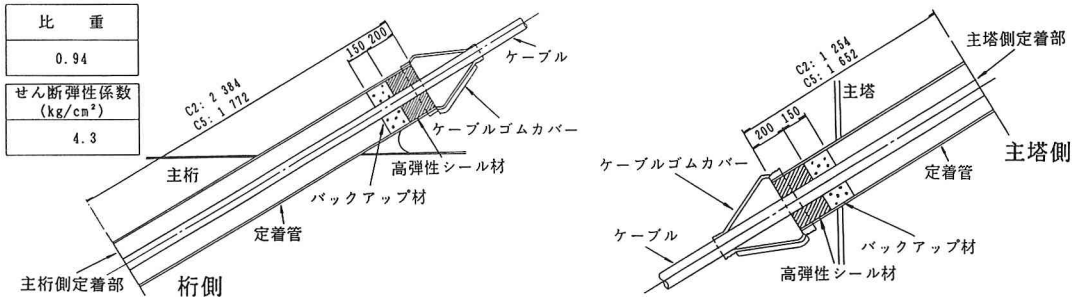


図-3 制振装置概要図

C 5 ケーブルに発現したレインバイブレーションは、同様に楕円的な挙動を呈していたが、1次モード ($f_1=3.37\text{Hz}$) が卓越する振動であった。一方、主径間側のケーブルは逆姿勢

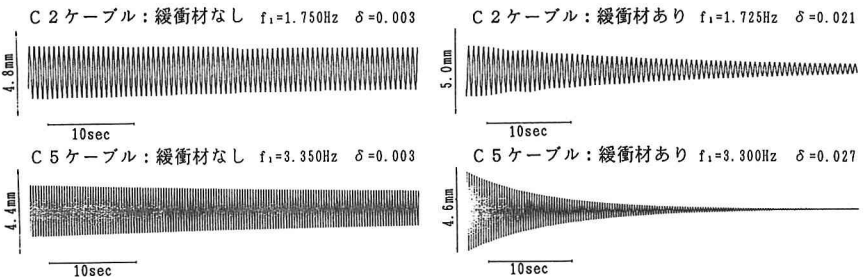


図-4 減衰自由振動波形

状態にあるにもかかわらず、上から3段目までのケーブルには、側径間側ケーブルの振動に比べ小さいものの、1次モードや2次モードの風による振動も観察された。

4. 制振対策

上述の観測結果から、本橋に発現したレインバイブレーションはケーブル軸方向流れ（2次流）の寄与が支配的な振動と考えられる。しかしながら、対象橋梁は規模が小さく、主桁も風の乱れが非常に強いきわめて低い位置に架設されていること、さらには、景観設計への配慮が最重要課題であったことから、本橋のケーブル制振対策として当面は図-3に示すように弾性シール材を桁側と主塔側にそれぞれ充填する手法を採用することとなった。なお、弾性シール材を充填した後の1次モードの構造対数減衰率は、図-4からもわかるようにC 2 ケーブルで $\delta=0.021$ 、C 5 ケーブルで $\delta=0.027$ である。

5. まとめ

表面が円滑なふっ素樹脂被覆ケーブルと言えども、レインバイブレーションの発現することが実橋で観測された。それゆえ、斜張橋の規模にもよるが、今後はふっ素樹脂被覆ケーブルでも従来のポリエチレン管被覆ケーブルと同様にケーブル制振対策についての事前検討が必要であると言える。

<参考文献>

- 1) 米田、他：新たに開発したケーブル制振用粘性せん断型ダンパーの減衰付加効果について、第11回風工学シンポジウム論文集、1990年12月。