

I - B167

ケーブル連結型SDR(Super Damping Rubber)ダンパーシステムの制振効果の確認

横河ブリッジ 正員 今田 安男
 鹿児島県 折田 秀三
 ブリヂストン 正員 合田 研吾
 横河ブリッジ 正員 清田 鍊次

1. まえがき

ケーブルの制振対策として、構造力学的対策の一つであるケーブル相互を連結する方法がある。この方法は、連結によって励振が避けられない場合あるいは連結ワイヤー自身に振動が発生した場合、連結ワイヤーとケーブルとの連結部や連結ワイヤーに損傷が発生する可能性がある。また、実施工面からみると連結方法によっては、高所作業となることとその維持補修面での問題が発生する。これらの問題を解決するために、連結部に制振用のSDRを用いた減衰装置を適用し、ケーブルの構造減衰率を増すことによって励振を緩和する方法を提案する。ここでは、実橋ケーブルにおける本装置の制振効果について報告する。

2. 制振システムの概要

本装置は、ケーブル相互の位相差を利用したもので、振動時におけるケーブルと連結ワイヤーとの相対変位により生じるSDRのせん断変形を利用してケーブルを減衰させる装置である。制振システムの概要図を図-1に示す。制振装置は橋面上への定着を必要とせずケーブル定着点より十分離れた位置に設置できるため、連結ワイヤーが引張時のみ効果があることを考慮しても十分な制振効果があると考えられる。

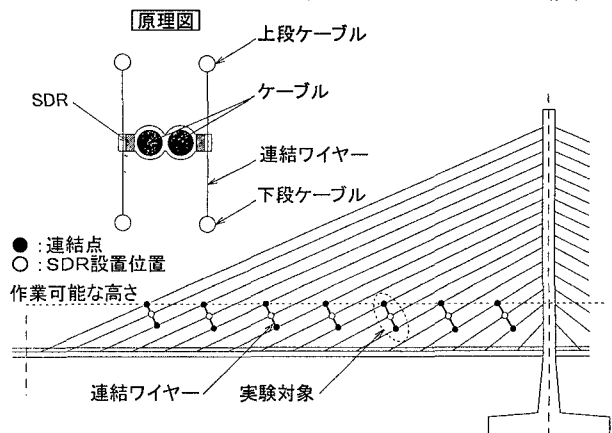


図-1 制振システムの概要図

3. 実験内容

実験は、図-1に示す1本の連結ワイヤーで結ばれる制振システムの一部について行った。制振装置は、連結ワイヤーを隣接する上下のケーブルに結合し、対象ケーブルに金具を介してSDRを設置した構造である。SDR取付け状況を写真-1に示す。表-1に実験対象ケーブルの諸元を示す。

実験は、対象ケーブルについて、強制加振を行い自由振動を発生させ、得られた自由振動波形より減衰率を求め減衰効果の確認を行った。また、自然風下における加速度応答を観測し、制振効果の確認を行った。

制振装置に使用したSDRは2-φ40×15mmと4-φ40×15mmとした。図-2にSDRのパネ定数と付加減衰率の関係を示す。計算にあたり、連結ワイヤーの両端部は上・下段ケーブルに連結されており変位拘束されているものとした。図は、温度10℃について、付加減衰率に及ぼすゴ

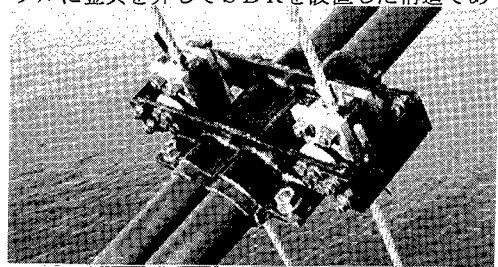


写真-1 SDR取付け状況

表-1 ケーブル諸元

長さ (mm)	直径 (mm)	単位重量 (kg/m)	張力 (tf)
59.8	83.5	17.58	90.6

Key words : ケーブル振動、ダンパー、SDR(超高減衰ゴム)、連結ワイヤー

連絡先 : 〒273 船橋市山野町 27 番地(横河テクノビル) TEL. 0474-35-6161 FAX. 0474-35-6160

ムのせん断ひずみの影響を示したものである。付加減衰率は、ゴムを2個設置した場合で0.123~0.150、ゴムを4個設置した場合で0.071~0.102である。実際には、連結ワイヤーが圧縮力を受ける時は減衰が期待できず制振効果は減少するが、ウェイクギャロッピングの対策が必要とされる減衰率を満足するものと考えられる。

4. 実験結果

(1) 構造減衰率の測定

実験時の外気温は11℃であった。自由振動波形を図-3に示す。制振装置を設置しない場合の構造減衰率は、0.012~0.014であった。制振装置を設置した場合の構造減衰率は、ゴムを2個設置した場合0.161~0.180であった。ケーブル自身の構造減衰率を0.014とすると、付加減衰率は0.147~0.166となり、計算値より大きい値であった。一方、ゴムを4個設置した場合の構造減衰率は0.057~0.092であった。ケーブル自身の構造減衰率を0.014とすると、付加減衰率は0.043~0.078となり、温度10℃の時の計算結果と比較するとやや小さい値であった。連結ワイヤーの結合点(上・下段ケーブル)の振動は、ゴムを2個設置した場合より4個設置した場合の方が大きい。ゴムの剛性が大きくなると、連結ワイヤーの両端に変位が生じるためSDRのせん断変形が減少し減衰効果が低減したためである。

(2) 自然風下における応答

無対策ケーブルと本制振装置を設置したケーブルの自然風下でのRMS変位の対比を図-4に示す。ここで、2本のケーブルは、中央径間中央に対して対称位置にある同じ長さのケーブルでケーブル方向が異なり必ずしも同一外力下にはないが、制振装置を設置した場合RMS変位は、無対策時に比べて30%以下であり、本制振装置による減衰効果が認められた。

5. まとめ

本実験では、図-1に示すような連結ワイヤーの両端が完全拘束されていないシステムの一部についての特性を確認した。本制振装置は、SDRの断面を適切に選ぶことによりウェイクギャロッピングの制振に必要とされる減衰率が確保される。また、自然風下におけるケーブルの風応答観測においても十分な制振効果が確認された。本制振装置は、設置位置を作業可能な高さとするにより、施工、維持補修も可能となる。また、橋面へ定着されない場合でも、十分な減衰効果を期待できる。さらに、一連のシステムとすることにより十分な効果が得られると思われる。最後に、風応答観測に御協力戴いた鹿島建設(株)とエスイー(株)に感謝の意を表します。

【参考文献】今田・清田：斜張橋ケーブルにおける塑性ゴムダンパーの性能確認実験，横河ブリッジ技報，第25号

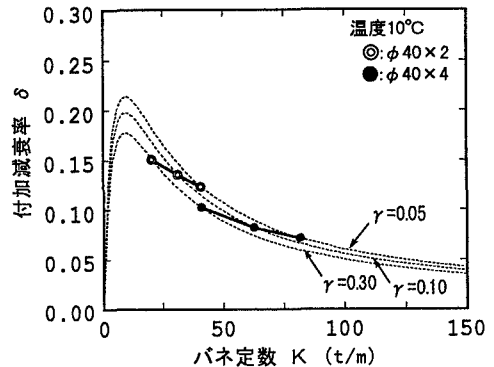
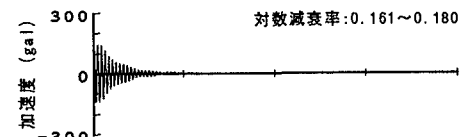


図-2 SDRのバネ定数と付加減衰率の関係

(a) 制振装置なし



(b) 制振装置あり (SDR-2個)



(c) 制振装置あり (SDR-4個)

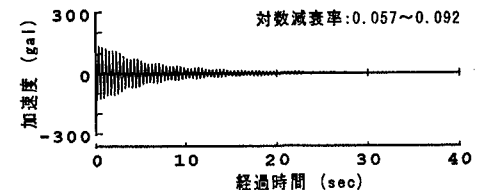


図-3 自由振動波形

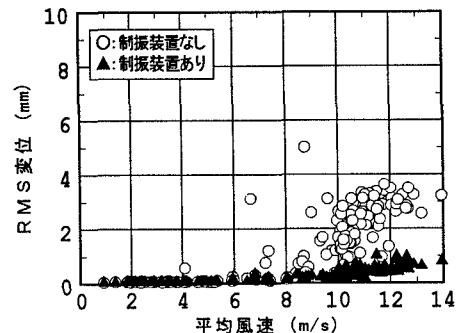


図-4 RMS変位と平均風速の関係