

I-546

斜張橋ケーブルの近接一体化による対風制振法

九州工業大学	正 員	○久保喜延
"	正 員	加藤九州男
"	学生員	生野 満
"	学生員	河村 進一

1. まえがき

斜張橋のケーブル振動は、斜張橋のスパンが伸びるに従って、その問題はより顕在化してきており、長径間斜張橋のケーブルの振動を抑制することは、重要な課題となってきた。長径間になればなるほど、ケーブルの容量も大きなものが要求される。しかしながら、ケーブル架設および維持管理のことを考慮すると、一定着点に一本の大きな容量のケーブルを使用することは、経済的には好ましくない。また、ケーブルの制振という観点からすると、ケーブルどうしをワイヤーで連結する方法では、サブスパン振動が生じること、最近頻繁に用いられるようになったケーブル定着部近傍に設置される粘弾性ダンパーもケーブル長が長くなった場合、十分な制振効果を得ることは難しいと考えられる。このような背景を考えると、何らかの方法で、空力的な制振法で、かつ経済的なものを模索する必要がある。

著者らは上述の考え方から、これまでも複数本ケーブルを用いることを検討してきた。複数本ケーブルの場合、渦励振の他に、ウエイクギャロッピングが発生する。ウエイクギャロッピングに対してはケーブル配置およびケーブル中心間隔を検討することで、励振を抑制できる場合があることを報告してきた。また、吉村らは二本のケーブルをよりあわせる形にして空力特性の改善を行っているが、ケーブルをよりあわせることは、架設時の困難さに加えてケーブル本来の特性を低減する可能性がある。それに対して、ケーブルを変形させることなく、また、ケーブル定着間距離を広くとることなく、ケーブル本来の特性を生かすことによって空力特性を向上させることを考え、本報告では、ケーブル中心間隔を狭くして2本のケーブルを一体化した場合の空力応答特性について検討している。

2. 実験概要

実験には測定断面107×107cmの風洞を用い、ケーブル模型としては、肉厚2mm、外径 $d=25\text{mm}$ 、長さ120cmのアルミニウムパイプ2本を用いた。この2本を両端部で剛結し、パイプ間の間隔を変化できるような装置を介してコイルスプリングで吊り、二次元たわみ自由振動実験を行った。

ケーブル中心間隔 D を1.0 d 、1.1 d 、1.2 d 、1.3 d と変化させるとともに、迎角を変化させて応答実験を行った。模型重量は3.22kgf/m、固有振動数 $f=3.915\text{Hz}$ で、実験ケースによる若干の差はあるものの、構造対数減衰率 $\delta=0.0025\sim0.0028$ 程度であった。また、スクルートン数は $S_c=2m\delta/\rho d^2=21$ である。

3. 実験結果と考察

右表は、実験結果の一覧である。1) $D=1.0d$ の場合；これはケーブルどうしを密着させたケースである。迎角 $\alpha<4^\circ$ では、 $Vr=12.25$ で渦励振のみが発生するが、 $\alpha=4^\circ$ では $Vr>80$ で、 $\alpha=6^\circ$ では $Vr>60$ でギャロッピングが発生している。この密着ケーブルのギャロッピング発生機構についての詳しい検討は行っていないが、ギャロッピングが発生するのは、変位零のとき運動方向の力が作用するためである。この場合、下向き運動の場合を考えると、下面側の流速が上面側より速くなり、下面側の負圧が大きくなっているものと考えられる。そこで、上下面の圧力差を小さくして、ギャロッピングの発生を防ぐことを目的として行ったのが、ケーブル間に隙間を設ける方法である。2)1.1 d の場合；渦励振における振幅は、迎角 α が増加するに従い、小さくなっているが、迎角 $\alpha=4^\circ$ においては、換算風速 $Vr>160$ でギャロッピングが発生している。3) $D=1.2d, 1.3d$ の場合；どちらにおいても、渦励振のみが発生し、ギャロッピングの発生は認められない。渦励振における振幅も、単独円柱の場合が、倍振幅 $2A/d=0.8\sim1.0$ 程度であるのに対して、 $2A/d=0.2$ 程度

と単独円柱の場合の1/4程度とかなり小さい振幅になる。これらの検討の結果、二本のケーブル間に20～30%の隙間を設けて二本のケーブルを一体化することにより、直列二本ケーブルの使用で問題になってきた後流側ケーブルのウェイクギャロッピングの発生という問題も避けることができる。また、二本のケーブルを密着させた場合に発生したギャロッピングも避けることができる。

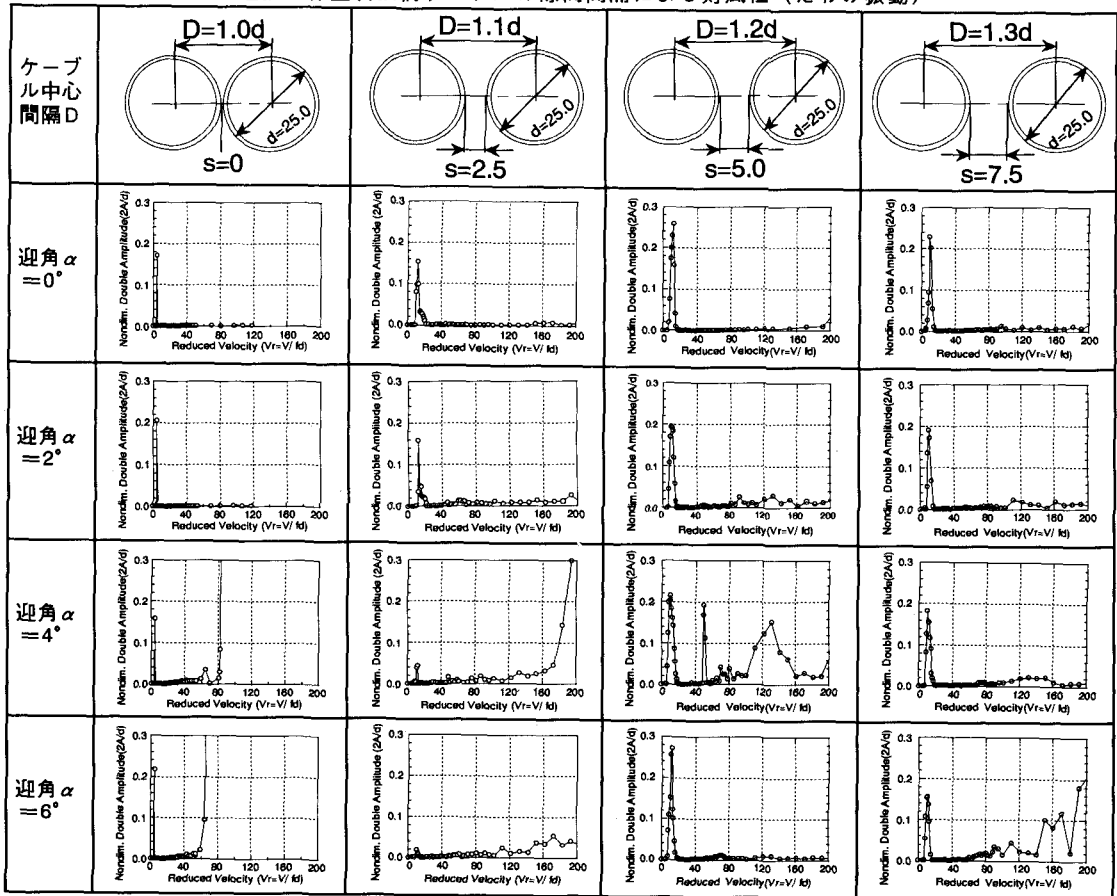
4. まとめ

直列二本ケーブルに発生する空力振動抑制のための基礎的な検討を行った結果、以下のような結論を得た。1)斜張橋用ケーブルのウェイクギャロッピングを避ける方法として二本のケーブルの近接一体化を提案した。このとき、二本のケーブルの中心間隔を $D=1.2d \sim 1.3d$ とすることで、密着型ケーブルに発生するギャロッピングの発生を避けることができる。

2)この方法によれば、渦励振も単独ケーブルの場合の振幅の1/4程度に抑えられる。

本方法の妥当性については、さらに三次元実験により、風向および風の傾斜角等による応答特性の検討を行う必要がある。また、実用化に対しては、ケーブルどうしの剛結度を高めるためのクランプ間の距離の決め方などの検討が残っている。

表 近接一体型斜張橋ケーブルの隙間間隔による対風性（たわみ振動）



参考文献 1)久保，中原，加藤；三次元弾性実験による斜張橋用複数本ケーブルの耐風性の検討，第12回風工学シンポジウム論文集，pp.291-296，1992， 2)大崎，吉村，浦野；斜張橋ケーブルのウェイクギャロッピング防止策について，土木学会48回年次学術講演会 I 部講演概要集，pp.790-791，1993。