

近接一体型斜張橋ケーブルの対風特性

九州工業大学工学部	正会員	○加藤九州男
九州工業大学工学部	正会員	久保 喜延
〃	学生員	前田 博
〃	学生員	中桐 秀雄

1. まえがき 近年、斜張橋は橋梁技術の進歩により、長径間化が目ざましく、これに伴ない斜張橋ケーブルの振動問題が数多く報告されるようになった。P C斜張橋やダブルデッキ鋼斜張橋は桁の重量が大きいことや施工性・メンテナンスの面から斜張橋のケーブルには、並列ケーブルが用いられることが多い。なかでも、風向に直列配置されたケーブルの風下側のケーブルに発生するウェイクギャロピング振動は、振動励起力が大きく、また各種の振動モードで発現するため、ダンパーを取り付ける方法や隣接するケーブルどうしをワイヤーで相互に連結する方法などの構造的な制振対策だけでは十分に制振することが難しくなっている。そこで、本研究では、上記のウェイクギャロピングの空力的対策を検討するため、近接一体型斜張橋ケーブルのケーブル間隔がウェイクギャロピングの応答特性に与える影響を二次元部分模型実験により検討した。具体的には、二本の近接並列円柱が剛体として動くようにした場合の対風挙動を調査した。

2. 実験概要 実験には、九州工業大学建設工学教室付属の空力弾性試験用風洞（測定断面1070×1070mm）を用いた。図1-(a)に示すような、厚み2mm、外径 $d=25\text{mm}$ 、長さ90cmのアルミニウムパイプ（単位体積重量 3.22kgf/m ）を両端に設けたスペーサで、ある間隔に拘束できるように取り付け、一体として動く部分剛体模型を風洞内に鉛直曲げ1自由度振動系にコイルバネで支持し、自由振動法による応答実験と渦励振域やギャロピング域での空力減衰の測定を行った。

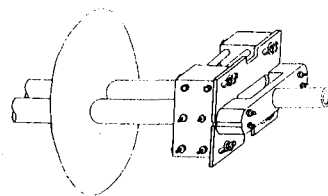
実験ケースは、図1-(b)のようにケーブルの中心間隔 D を外径 d の1.0 d 、1.1 d 、1.2 d 、1.3 d に変化させるとともに、迎角を $\alpha=0^\circ \sim 90^\circ$ に変化させて実験を行った。実験ケースにより多少の差はあったが、固有振動数 $f=3.915\text{Hz}$ 、構造減衰率 $\delta=0.0025 \sim 0.0028$ 程度であった。

3. 実験結果と考察 表1にスペーサで拘束された近接一体型斜張橋ケーブルの中心間隔 D を変化させた場合の対風特性の概要を示している。

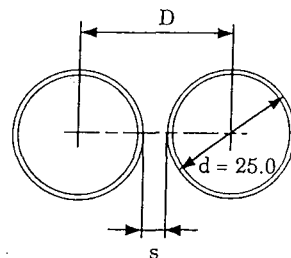
* $D=1.0d$ の場合：この実験ケースは、小容量のケーブルを複数本使って、1本の斜張橋ケーブルとする方法は建設コストや施工性の面からメリットあるため、その可能性について検討したケースである。実験ケーブル円柱間に隙間がない場合の渦励振域についてみると迎角 α が大きくなるに従い、渦励振の振幅も大きくなっている。また、迎角 $\alpha=4^\circ$ と 6° でギャロピングが発生している。このことはケーブルの破壊や破損につながり、空力的に不安定であることを意味している。

* $D=1.1d$ の場合：上記の実験を踏まえ、空力的改善策の検討を行うために実施した結果である。この結果によると渦励振は、迎角 α が増加するに従い、消滅している。しかし、迎角 $\alpha=4^\circ$ 、換算風速 $Vr \geq 160$ でギャロピングが発現している。さらに耐風改善策を検討した例が以下のケースである。

* $D=1.2d$ および $D=1.3d$ の間隔の場合：これによると渦励振のみ発現し、ギャロピングは、消滅していることが分かる。このことは、近接ケーブル間隔をケーブル直径の20%～30%を確保すれば、ギャロピングに対して、安定化できることがわかる。また、渦励振は、全ての



(a)



(b)

図1 近接一体型斜張橋ケーブル模型

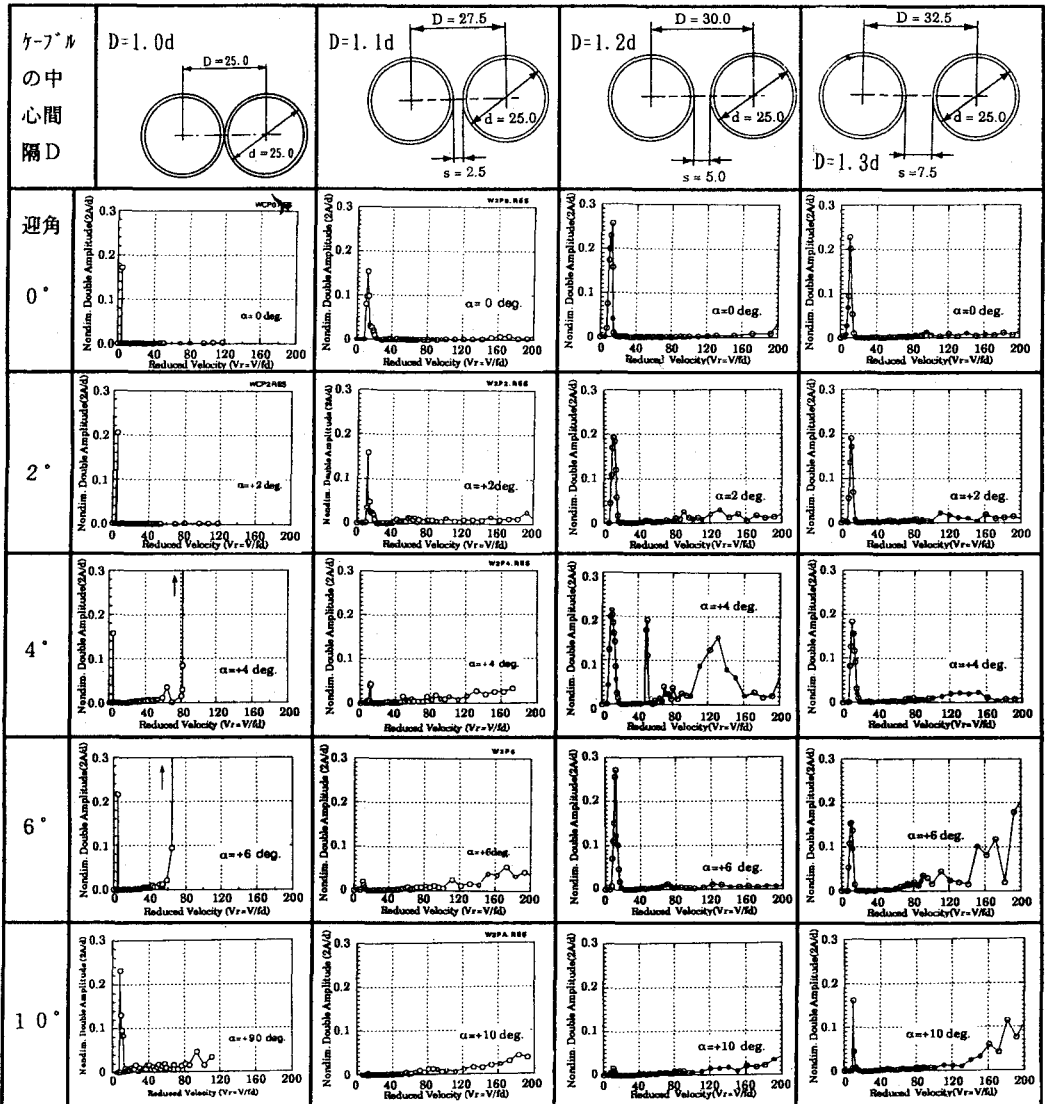
実験ケースに発現しているの、何らかの制振対策と併用することが望ましいと考えられる。

4. まとめ 以上の結果をまとめると

- 1) 近接一体型による並列ケーブルは、ケーブルの中心間隔 $D=1.2d \sim 1.3d$ ではギャロッピングに対して空力的にほぼ安定化できることが分かった。
- 2) この並列ケーブルでは、どの迎角のケースでも渦励振の発現が認められ、何らかの制振対策を併用する必要があると考えられる。

また今後は、スパーサを後付で取り付ける場合の強度上の問題や隣接した二本のケーブルを並列に配置するための構造的な問題などを検討する必要がある。

表1 近接一体型斜張橋ケーブルの隙間間隔の変化による対風特性（たわみ振動）



〔参考文献〕1) 久保他: 直列2本円柱の空力弾性挙動と振動制御に関する一考察, 土木構・材料論文集, 4号

2) 佐藤, 鳥海, 他: ウィンク・ギャロッピングに対する減衰付加の制振効果, 第48回土木学会年次講概要集