

3次元模型による斜張橋ケーブルの対風挙動に関する研究

九州工業大学院 学生員 ○藤田基記 学生員 東秀明 北九州市役所 非会員 磯部敏靖
九州工業大学 正会員 久保喜延 正会員 木村吉郎 正会員 加藤九州男

1.はじめに 斜張橋ケーブルにおいては、ポリエチレン管被覆ケーブルの普及と斜張橋の長径間化に伴うケーブルの長大化によって、渦励振やレインパイプレーションなどの風による振動の発生が問題となっている。

本研究の目的は、三次元模型を用いて水平偏角と傾斜角を与えた場合の円形ケーブルとマルチストランドケーブル¹⁾の空力応答特性を検討し、スパイラルケーブルの有効性を明らかにすることである。

2.実験概要 実験には、九州工業大学所有の境界層風洞(測定断面高さ 1800mm, 幅 2400mm~2600mm)を使用し、一様流中で測定した。供試模型には、マルチストランドケーブル模型($D=42\text{mm}$)と円形ケーブル模型($D=38\text{mm}$)を用いた。本研究は、スパイラルケーブル($D=6\text{mm}$)を巻きつけた状態(図 1)において、スパイラルケーブルの有効性を確認するため、二次元剛体模型を用いた実験結果において総合的に良好な空力特性を示した巻き角 $\Phi=60^\circ$ で応答実験を行った。マルチストランドケーブル模型のスパイラルケーブル設置状態をスパイラルケーブルの巻き方向によって Spiral A(図 1 上), Spiral B(図 1 下)と定義した。同様な条件で円形ケーブル模型についても応答実験を行った。また、供試模型は水平面に対して、傾斜角 $\alpha=30^\circ$ に設置した。(図 1 は上から見た平面図で、右端側が高くなるように設置してある)。風が供試模型に直交する状態(水平偏角が $\beta=0^\circ$)を基準に、水平偏角 β が+ (図 1 で左端より風上側に位置する場合)と- の場合について測定した。水平偏角 β は、 $-60^\circ \sim +90^\circ$ で変化させて 12 ケースの応答を測定した。

3.円形ケーブルの空力応答特性に関する考察 スパイラルケーブル設置前後の空力特性に違いがあった偏角が $\beta=10^\circ, 45^\circ$ の応答図を図 2, 空力減衰図を図 3 に示す。偏角が $\beta=10^\circ$ では、スパイラルケーブルを設置していない場合に対して、スパイラルケーブルを設置した場合の方が、渦励振振幅が小さく発生した。また、偏角が $\beta=45^\circ$ では、スパイラルケーブルによる渦励振制振効果は最も高く、振動をほぼ抑制していた。スパイラルケーブルの巻き方向

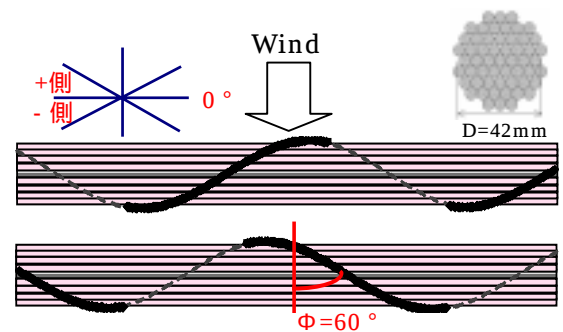


図 1 スパイラルケーブル設置状態

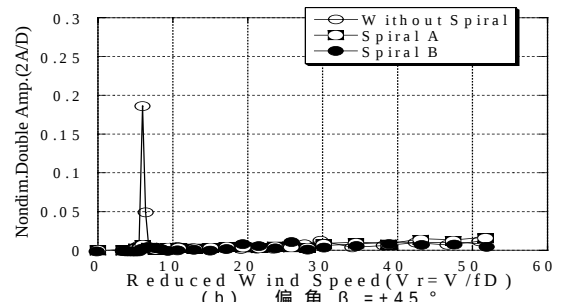
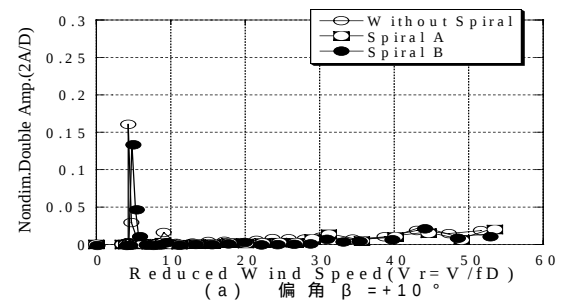


図 2 円形ケーブル応答図

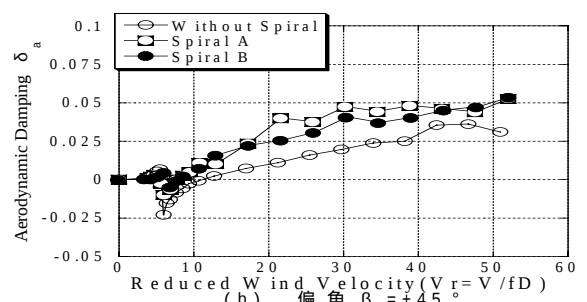
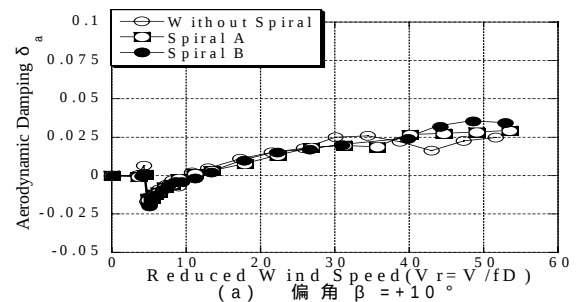


図 3 円形ケーブル空力減衰図

キーワード：スパイラルケーブル，渦励振，二次元剛体模型，三次元弾性模型

連絡先：九州工業大学 〒804 - 8550 北九州市戸畑区仙水町 1 - 1 Tel.(093)884 - 3100

Spiral B には、全ての偏角 β に対して渦励振時の振動を抑制する効果があることがわかった。偏角が $\beta = 10^\circ$ では、換算風速 V_r に対して、スパイラルケーブルを設置しない場合と設置した場合のどちらも空力減衰率が同程度の値となっており、スパイラルケーブル設置の有効性は認められなかった。応答特性と整合しないが、原因は明らかではない。偏角が $\beta = 45^\circ$ では、スパイラルケーブルを設置した場合には、空力減衰率がスパイラルケーブルを設置しない場合より大きくなっており、スパイラルケーブルの制振効果がみられた。

4. マルチストランドケーブルの空力応答特性に関する考察

スパイラルケーブルを設置した場合に良好な空力特性を示した偏角が $\beta = -10^\circ, 45^\circ$ の応答図を図4、空力減衰図を図5に示す。偏角が $\beta = -10^\circ$ では、スパイラルケーブルを設置してない場合に対して、スパイラルケーブルを設置した場合には、渦励振振幅が大きく発生し、スパイラルケーブル設置により不安定化した。偏角が $\beta = 45^\circ$ では、スパイラルケーブルの設置により、渦励振振幅が減少しており、制振効果があった。なお、偏角が $\beta = -10^\circ$ では、換算風速 $V_r = 23 \sim 37$ 付近で限定振動が発生したが、スパイラルケーブルにより、この限定振動はほぼ抑制された。空力減衰率についてみると、偏角が $\beta = -10^\circ, 45^\circ$ では、スパイラルケーブルを設置した場合の方が設置しない場合よりも、中風速域から高風速域にかけて空力減衰率の値が概ね大きくなっており、スパイラルケーブルの制振効果が現れていた。しかし、それ以外の偏角 β においては、スパイラルケーブルの有効性が確認できなかった場合もあった。

5. まとめ 既往の二次元剛体模型を用いた実験では、スパイラルケーブルを設置してない場合は、円形ケーブル模型に比べマルチストランド模型の方が空力的に不安定で、スパイラルケーブルを設置した場合には、マルチストランドケーブル模型の方が円形ケーブル模型に比べ空力的に安定していた。一方、本研究の三次元弾性模型を用いた実験では、二次元剛体模型を用いた実験と空力減衰率の特性が異なることが分かった(図6)。また、三次元模型を用いた実験では、偏角が異なると、マルチストランドケーブルと円形ケーブルの空力減衰率の傾向もそれぞれ異なったものとなり、統一的な傾向を見出すことはできなかった。

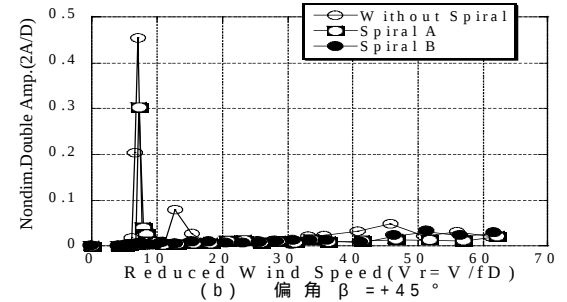
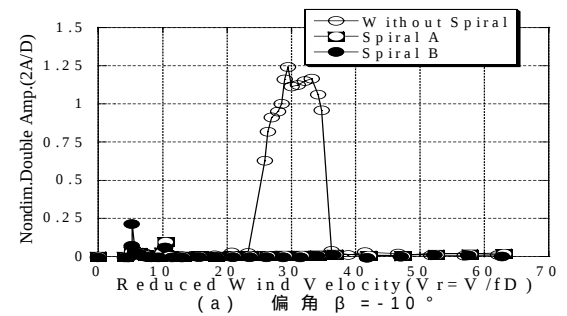


図4 マルチストランドケーブル応答図

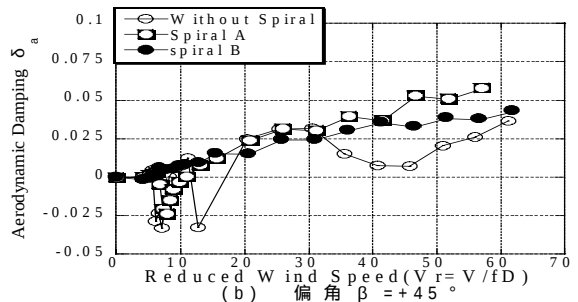
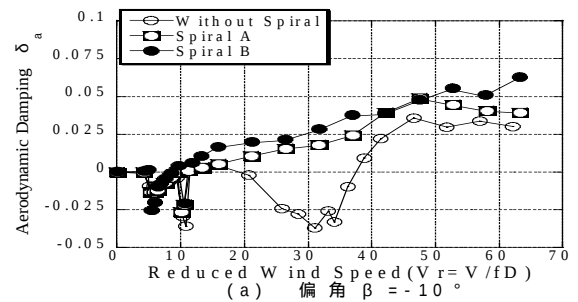


図5 マルチストランドケーブル空力減衰図

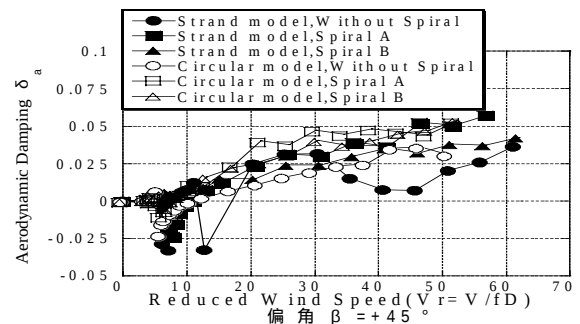


図6 各模型の空力減衰率の比較

参考文献 1) 田中英之, 久保喜延, 木村吉郎, 山口栄輝, 及川孝一: 水平偏角をつけたマルチストランドケーブルの空力特性およびヘリカルストランドの効果, 土木学会論文集, [669 / I-57] 177-125(2001)。