

# 偏角つきマルチストランドケーブルの空力応答特性

九州工業大学大学院 学生員○田中 英之, 磯部 敏靖  
 九州工業大学 正 員 久保 喜延, 加藤九州男  
 (株)エスイー 正 員 及川 孝一

## 1. はじめに

これまでの研究<sup>1)</sup>から, 風向に対し直角に配置したマルチストランドケーブルにおいて, 良好な空力特性を有するストランド配置が確認された. また, 周囲に螺旋状にケーブルを巻きつけた場合, その空力特性がさらに改善されるという結果も得られている. しかし, 偏角の影響から円形断面のケーブルでは, 周囲に螺旋状にケーブルを巻きつけた際にも振動が発生するという報告があるため, マルチストランドケーブルにおいても偏角の影響を確認する必要性が求められた.

そこで, 本研究では模型を設置する際に偏角を持たせ, 偏角がついた場合のマルチストランドケーブルの応答特性について検討した.

## 2. 実験概要

供試模型には, 既往の研究から良好な空力特性を有していた模型断面(図-1)を用いた. また, 外周に螺旋状に巻き付けたストランド(以下, スパイラルストランド)の径は $\phi=0.15D$ とした. その模型諸元を表-1に示す. 尚, スクルートン数は $S_c=3.9\sim4.7$ と実ケーブルの $1/3$ 程度であり, 模型が振動しやすい状態で実験を行なった.

応答特性検討のため, たわみ1自由度応答実験を行なった. 使用した風洞は九州工業大学所有の空力弾性試験用風洞(ゲッチングン型: 測定断面 1780mm×910mm)であり, 一様流中で行った. 模型は2本のコイルばねを介して鉛直に支持した. 偏角 $\beta$ は図-2のように変化させて実験を行なった.

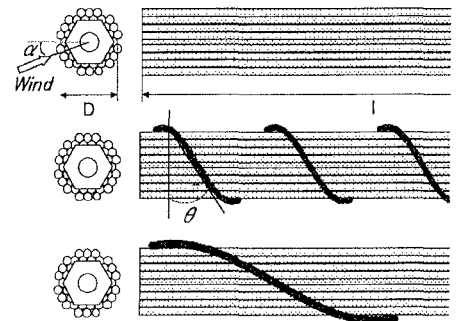


図-1 供試模型

表-1 模型諸元

|                   |               |
|-------------------|---------------|
| 代表長: $D$ (m)      | 0.07          |
| 長さ: $\ell$ (m)    | 0.90          |
| 質量: $m$ (kg/m)    | 4.1~4.4       |
| 振動数: $f$ (Hz)     | 3.5~3.6       |
| 構造減衰率: $\delta_s$ | 0.0026~0.0030 |
| スクルートン数: $S_c$    | 3.9~4.7       |

## 3. 実験結果および考察

迎角 $\alpha=0^\circ$ について, スパイラルストランドを設置していない場合の応答図を図-3に示す. また, スパイラルストランドを $\theta=60^\circ$ で設置した場合の応答図を図-4に示す.

スパイラルストランドを設置していない図-3の場合, 偏角 $\beta=0^\circ$ では, 無次元倍振幅が $2A/D=0.6$ 程度の渦励振が発生しているが, 偏角 $\beta=10^\circ\sim20^\circ$ では, 渦励振は発生していない. しかし, 偏角が $\beta=25^\circ\sim35^\circ$ とさらに大きくなった場合には, 渦

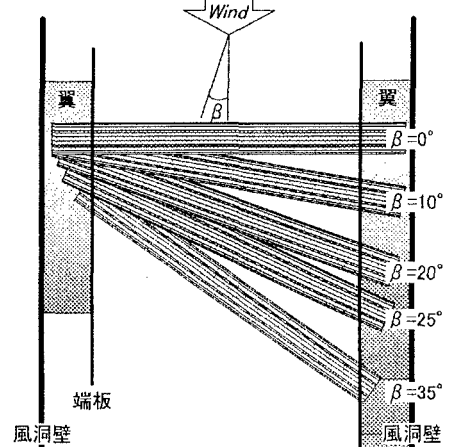


図-2 偏角 $\beta$ の実験ケース

励振が発生している。また偏角 $\beta=20^\circ \sim 35^\circ$ の範囲では、換算風速 $Vr=25$ 以上で振動が発生している。特に偏角 $\beta=35^\circ$ で発生した振動はギャロッピング的な発散振動であった。円柱模型では、 $\beta=25^\circ$ 以上の際に換算風速 $Vr=60 \sim 70$ 程度から振動が発生し始めている<sup>2)</sup>。このような振動の発生要因として軸方向流が報告されているが、ストランドケーブルでは、ストランド間の溝のためこの軸方向流の影響が強いと考えられる。

スパイラルストランドを設置した場合の図-4より、スパイラルストランドを $\theta=60^\circ$ で設置した場合には、偏角 $\beta=0^\circ$ で $2A/D=0.6$ 程度の渦励振が発生している。しかし、偏角 $\beta$ が大きくなった場合には、スパイラルストランドを設置していない状態で発生していた振動は全く発生していない。これはスパイラルストランドが軸方向流に大きく影響したことがその原因と考えられる。また、同様の結果がスパイラルストランドを $\theta=30^\circ$ で設置した場合にも得られた。以上より、風向に対して斜めに配置したマルチストランドケーブルの応答特性の改善にもスパイラルストランドが有効に作用していることが確認できた。

スパイラルストランドによって得られる減衰率の効果について検討するため、図-5に偏角 $\beta=35^\circ$ の各実験ケースの空力減衰率と換算風速の関係を $2A/D=0.4$ の場合について比較する。また、図-6に円柱模型にスパイラルストランドを設置した場合の空力減衰率も示す。

図-5より、マルチストランドケーブルにスパイラルストランドを設置することによって、空力減衰率が最大で0.04程度付加されている。減衰率付加の割合については、図-6の円柱模型にスパイラルストランドを設置した場合に比べてもかなり大きくなっていることが確認できる。また、どの偏角 $\beta$ においても $\theta=60^\circ$ で設置した場合のほうが $\theta=30^\circ$ で設置した場合よりも付加する減衰効果は大きくなっていた。

#### 4. まとめ

- (1) スパイラルストランドを設置しない場合、偏角の影響から、ケーブルは不安定な応答特性を示す。
- (2) 偏角をつけた際に発生する振動が、スパイラルストランドを設置することで抑制できる。
- (3) 円柱模型よりもマルチストランドケーブルにスパイラルストランドを巻きつけた場合の方が減衰率に与える影響が大きく、本研究の範囲内では、設置角度 $\theta=60^\circ$ において付加する減衰効果が最も大きくなった。

#### 参考文献

- <sup>1)</sup> 田中, 久保, 及川ら: 斜張橋用マルチストランドケーブルの空力安定性, 第15回風工学シンポジウム論文集, pp533~538, 1998
- <sup>2)</sup> 松本, 白石, 北沢ら: 傾斜円柱の空力振動特性, 第10回風工学シンポジウム論文集, pp139~144, 1988

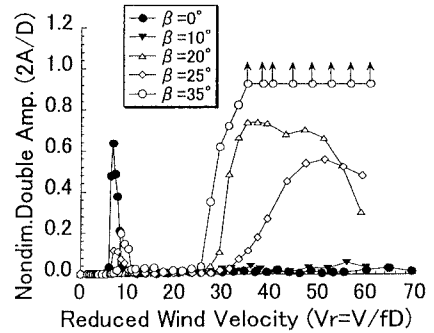


図-3 応答図(スパイラルなし)

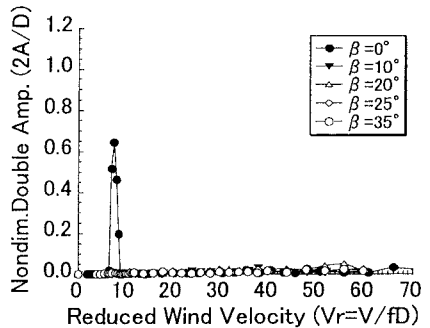


図-4 応答図(設置角度 $\theta=60^\circ$ )

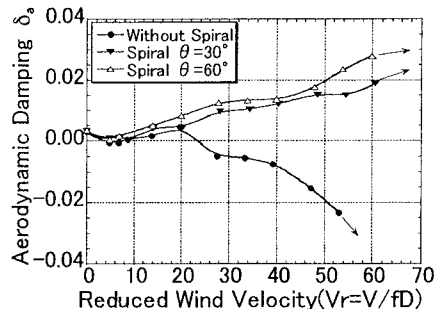


図-5 ストランド模型の空力減衰率  
(偏角 $\beta=35^\circ$ )

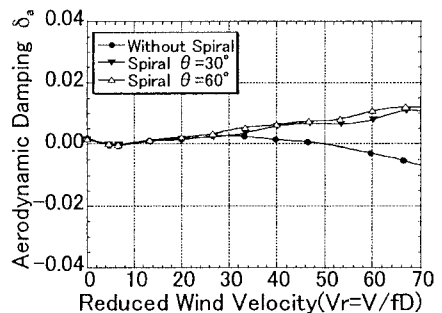


図-6 円柱模型の空力減衰率(偏角 $\beta=35^\circ$ )