

I - B 369

斜張橋用マルチストランドケーブルの周辺流れ特性

九州工業大学大学院 学生員 田中 英之
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, 松永 徳重

1. はじめに 斜張橋の長径間化に伴うケーブルの耐久性向上を目的として、ポリエチレン被覆されたケーブルが一般的に用いられるようになったため、ケーブル自身の風による渦励振やレインバイブレーションといった振動が問題として取り沙汰され、さまざまな対策が検討されている。

そこで本研究では、同一ストランドを束ねたマルチストランドケーブル及び、その外周に素線ケーブルを螺旋状に巻きつけたスパイラル付ストランドケーブルを採用し、その制振効果のメカニズムの把握を目的として、マルチストランドケーブル後流の流速測定から、マルチストランドケーブル周辺の流れ特性について検討を行った。

2. 実験概要 供試模型の基本形状は図1に示すような代表長 $D=70\text{mm}$ 、長さ $l=790\text{mm}$ の Type A の模型断面である。応答実験の結果から、ギャロッピングの発生したその Type A と制振効果の認められた Type C の周囲に $\phi=10\text{mm}$ の丸棒を図1のように配置した Type C の両方の模型断面について実験を行った*。また Type C においては、外周に螺旋状に $\phi=10\text{mm}$ のケーブルを巻き角 $\theta=30^\circ$ 、 60° で巻きつけた場合についても実験を行った。

実験には、九州工業大学所有の境界層型風洞縮流部(測定断面: 1800×1100)を用いた。迎角 $\alpha=0^\circ$ について、風速を $V=3, 7, 10\text{m/sec}$ ($Re=15000, 35000, 50000$) として図2に示す測定面で流速測定を行った。

流速測定は図2に示した測定面について、模型中央下端部を $Y=0, Z=0$ とし、Y軸方向にY座標-213から+213まで43mm刻みで測定を行い、Z軸方向に0.5H上昇させてY軸方向に再び測定を行なった。尚、本実験では、X軸方向に測点を移動させた測定は行なっていない。

3. 実験結果 コヒーレンスを用いてスパン方向の相関について検討した。コヒーレンスの基準となる流速の時系列データは測点 $Y=0$ での時系列データとし、この測点と各測点間のコヒーレンスを比較した。

$Re=35000$ 付近における各実験ケースのスパン方向のコヒーレンスを図3に示す。Type A では、 $Z/H=0.5$ と 0.0 のどちらの場合でも図3(a)のようにスパン方向でコヒーレンスは高くなっており、測点による流況の違いは少ないことが確認できる。それに対し、図3(b)に示した Type C では、 $Z/H=0.5$ でのコヒーレンスは低く、 $Z/H=0.0$ でのコヒーレンスは高い値を示している。このように $Z/H=0.0$ でコヒーレンスが高い値を示す原因としては、剥離-再付着-再剥離現象のため伴流幅が狭まっており、測点が剥離流の外側に位置することが考えられる。以上から、Type C では Type A に比べ、後流のスパン方向での流況変化が大きくなると考えられる。

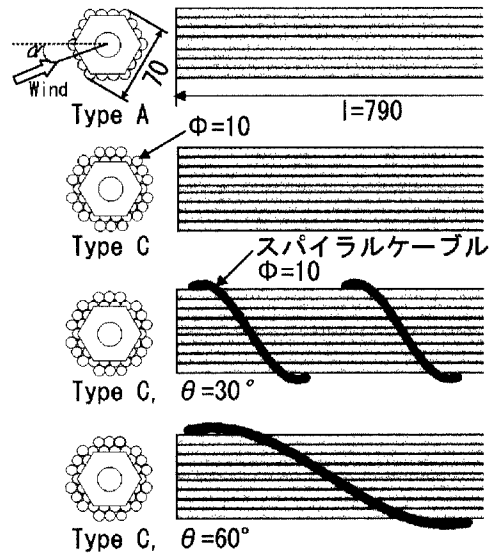


図1 供試模型

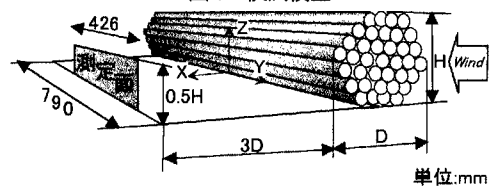


図2 測定面および座標

キーワード: 斜張橋用ケーブル, マルチストランドケーブル, 後流, コヒーレンス

連絡先: 〒804-8550 北九州市戸畑区仙水町 1-1 Tel. (093) 884-3109 Fax. (093) 884-3100

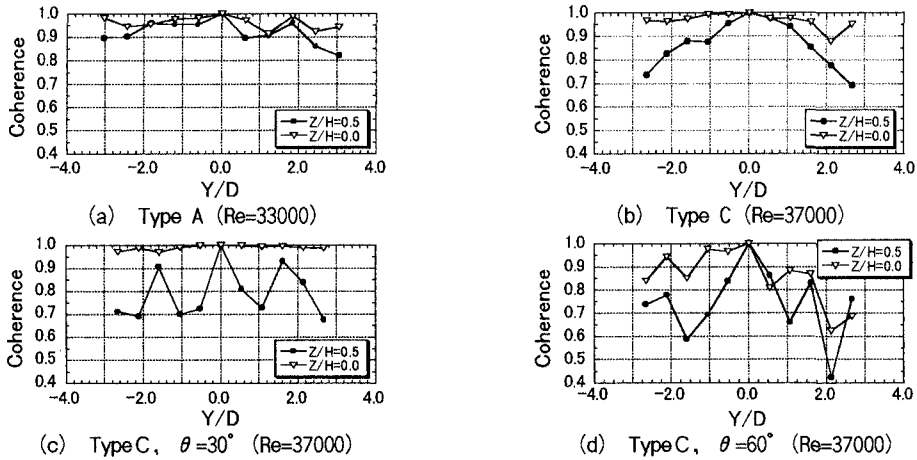


図3 スパン方向のコヒーレンスの変化

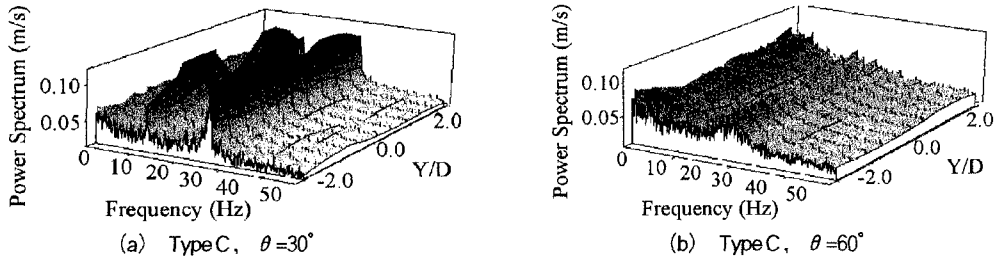


図4 スペクトル解析結果 (Re=37000, Z/H=0.5)

次に、図3(c)に示すように Type C にスパイラルケーブルを巻き角 $\theta=30^\circ$ で巻きつけた場合、 $Z/H=0.5$ のコヒーレンスは、周期的に小さい値を示しており、スパイラルケーブルの影響が認められる。しかし、 $Z/H=0.0$ においてはコヒーレンスが $\text{Coh} \approx 1.0$ と高い値を示しており、Type C と同様に伴流幅の減少が考えられる。スパイラルケーブル後方においてもコヒーレンスは小さくなっていないが、これは、スパイラルケーブルの巻き角が $\theta=30^\circ$ と流れ方向に対して平行に近い角度で巻きつけられているため、スパイラルケーブルの影響が小さく、三次元性が低いことが原因と考えられる。図3(d)に示した Type C にスパイラルケーブルを巻き角 $\theta=60^\circ$ で巻きつけた場合では、 $Z/H=0.5$ のコヒーレンスは低い値を示しており、スパン方向でコヒーレンスの値も変化している。また、 $\theta=30^\circ$ の場合とは異なり、 $Z/H=0.0$ において、スパイラルケーブルの後方にあたる $Y/D \geq 2.2$ でコヒーレンスが $\text{Coh} \approx 0.6$ 程度と急激に小さくなっている。以上から、スパイラルケーブルを巻き角 $\theta=60^\circ$ で巻きつけることによって、模型後方での三次元的な流れが大きく変化すると考えられる。

図4に $\theta=30^\circ$ および $\theta=60^\circ$ でスパイラルケーブルを巻きつけた場合のスペクトル解析の結果を $\text{Re}=35000$, $Z/H=0.5$ のケースについて示す。図4(a)の $\theta=30^\circ$ の場合にはストローハル成分の卓越したピークが確認できるのに対し、図4(b)の $\theta=60^\circ$ の場合にはこのような卓越したピークは確認できない。このことから、スパイラルケーブルを $\theta=60^\circ$ で巻きつけることで模型後方の流況を大きく変化させる効果が得られる。

4. まとめ

- (1) 応答実験において制振効果の見られた Type C では Type A に比べ、スパン方向の流況の変化が大きい。
- (2) スパイラルケーブルの巻き角 $\theta=60^\circ$ では、スパイラルケーブル無し、巻き角 $\theta=30^\circ$ に比べ、スパン方向を含めた三次元的な流れが強くなる。

参考文献

- *) 田中、久保、及川、加藤、松永：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