

斜張橋用ケーブルの耐風性向上に関する研究

九州工業大学大学院 学生員○松永 徳重
九州工業大学 正員 久保 喜延
九州工業大学 正員 加藤九州男
九州工業大学 学生員 田中 英之

1. はじめに

斜張橋は優れた構造特性と優美な景観から、建設件数が年毎に増加すると同時にそのスパンも長大化している。それに伴って、ケーブルの風による振動も発生し易くなっており、ケーブルの風による振動を抑制することが一層重要となっている。

そこで、本研究では、最近開発されているマルチストランドを用いた斜張橋用ケーブルの振動抑制に対して、ストランドの配置を変更する方法で、渦励振、ギャロッピングに対処することにし、空力的に良好なストランド配置を得ることを目的としている。

2. 実験概要

本実験に使用した風洞は、九州工業大学付属の中型空力弾性試験用風洞（ゲッチンゲン型：測定断面 1.780×910(mm)）である。また、実験模型は、図 1 に示すような断面形状（Type A～E）であり、以後、ストランドケーブルと称し、迎角 α を $0^{\circ} \sim 30^{\circ}$ まで 10° 刻みで変化させ、たわみ 1 自由度振動実験を行った。

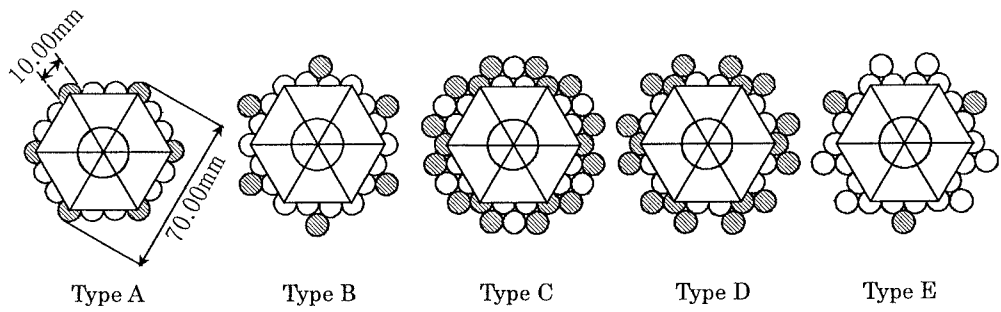


図 1 ストランドケーブルの断面形状（迎角 $\alpha = 0^{\circ}$ ）

3. 実験結果および考察

表 1 に今回の実験で使用した模型の諸元を示す。

表 1 模型諸元

	振動数 f (Hz)	模型重量 W (kgf)	スクルートン数 $S_c = \frac{2m\delta}{\rho d^2}$	対数構造減衰率 δ_s
Type A	3.037	5.54	1.788	0.000933
Type B	2.965	5.60	2.058	0.001059
Type C	2.841	6.08	2.220	0.001052
Type D	2.905	5.84	2.144	0.001058
Type E	2.938	5.70	2.148	0.001086

図 2～6 に、それぞれ Type A～E の迎角 α を $0^{\circ} \sim 30^{\circ}$ まで変化させたときの応答実験の結果を示す。ここで、Type A については、迎角 $\alpha = 10^{\circ}, 20^{\circ}, 30^{\circ}$ ではギャロッピングは発生していないが、迎角 $\alpha = 0^{\circ}$ において、換算風速 $V_r > 7$ 付近からギャロッピングが発生している。ここで、換算風速 V_r の上昇に対して渦励振からそのままギャロッピングにいたるような振動が発生しているが、これは模型の構造減衰率 δ_s が非

常に小さいことが原因であると考えられる。同様に、Type B については、迎角 $\alpha=20^\circ, 30^\circ$ においてそれぞれ換算風速 $V_r>10$ 、Type E については、迎角 $\alpha=30^\circ$ において換算風速 $V_r>7$ 付近からギャロッピングが発生している。これらのことから、Type A,B,E は、良好な断面形状ではないと考えられる。

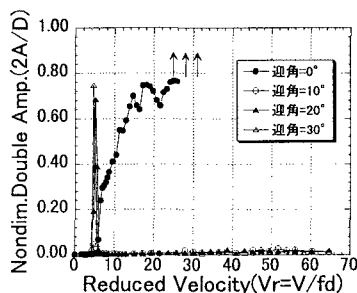


図2 Type A の応答図

る。しかし、Type C では、迎角 $\alpha=10^\circ$ のとき、渦励振が換算風速 $V_r=8$ で発生し、その後、換算風速 $V_r=15\sim35$ の間で渦励振と同じ程度の振幅の振動が発生しているが、ギャロッピングと思われる振動は発生していない。さらに、迎角 $\alpha=20^\circ$ のときは、渦励振が換算風速 $V_r=8$ で発生し、その後、換算風速 $V_r=20\sim60$ の間で渦励振より大きい振幅の振動が発生しているが、ギャロッピングと思われる振動は発生していない。その他の迎角においても、ギャロッピングは発生しておらず、これらのことから、Type C は良好な応答特性を有すると考えられる。また、Type D では迎角 $\alpha=10^\circ$ のとき、渦励振が換算風速 $V_r=8$ で発生し、その後、換算風速 $V_r=10\sim30$ の間で渦励振より大きい振幅の振動が発生しているが、ギャロッピングと思われる振動は発生していない。その他の迎角においても、ギャロッピングは発生しておらず、このことから、Type D も良好な応答特性を有すると考えられる。

また、ストランドケーブルを採用することによって、渦励振の振幅を減少させるということも本研究の目的であったが、渦励振の抑制はできなかった。

本実験で以上のような結果になったのは、Type A については、迎角 $\alpha=0^\circ$ のとき、流れの剥離点である斜線部のストランドが図1のように配置されたためではないかと考えられる。このように考えると、Type B,E において、ギャロッピングが発生している迎角 $\alpha=30^\circ$ 近傍でのストランドの配置がType A の迎角 $\alpha=0^\circ$ 時のストランド配置とほぼ一致する。以上のことより、流れの剥離点が、Type A の迎角 $\alpha=0^\circ$ のようになったときに、図の斜線部において明確な剥離が起き、ギャロッピングが発生したと考えられる。また、Type C,D において、ギャロッピングが発生しなかったのは、流れの剥離点がType C,D において共通して図1の斜線部に示すような形状になっているため、明確な剥離が起きなかったためではないかと考えられる。

4.まとめ

Type A,B,E では、ギャロッピングが発生し、良い制振効果は得られなかったが、Type C,D において、多少広い範囲の V_r で渦励振と同じ程度の振幅の振動が発生するが、ギャロッピングには至らず、良い制振効果が得られた。しかし、渦励振の振幅を減少させるということについては、良い成果が得られなかった。

<参考文献>

1) 前田 博；斜張橋ケーブル耐風制振法に関する研究，九州工業大学学位論文，1996.2

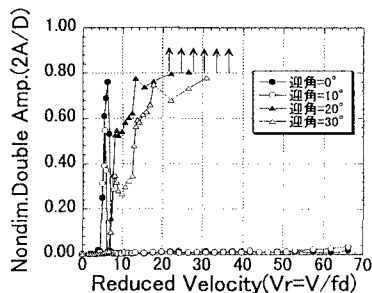


図3 Type B の応答図

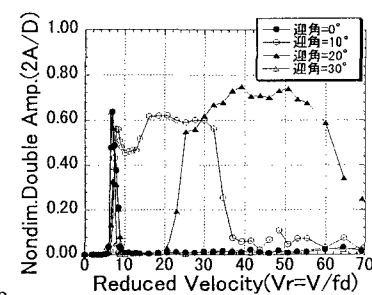


図4 Type C の応答図

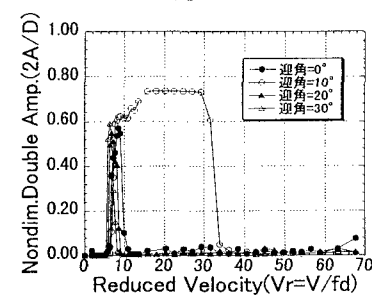


図5 Type D の応答図

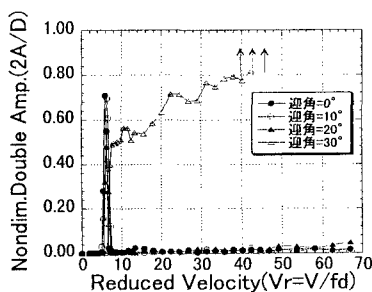


図6 Type E の応答図