

I - B53

斜張橋用マルチストランド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
(株) エスイー 正員 及川 孝一

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、レインパイプレーション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

2-1 たわみ1自由度振動実験

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（測定断面 1.780×910 (mm)）である。又、実験模型は、基本断面を Type A とし、斜線で示したストランドを図1に示すように配置した5つのケーブル模型（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。

2-2 可視化実験

実験には可視化試験用小型風洞（測定断面 400×400 (mm)）を使用し、スモークワイヤー法で可視化実験を行った。たわみ1自由

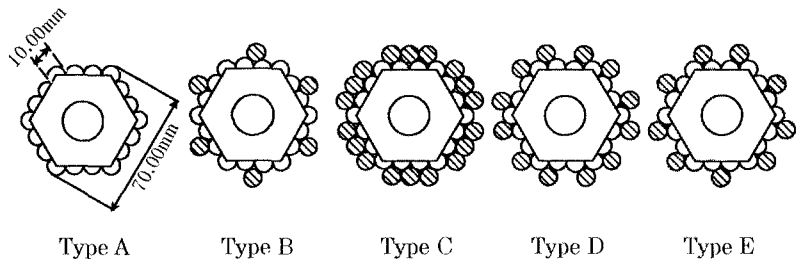


図1 ストランドケーブル用模型の断面形状(迎角 $\alpha = 0^\circ$)

度振動実験での換算風速 V_r ($V_r = V/fd$) に対応させるために、風洞風速を 0.6m/s で一定とし、模型を振動数 f で強制加振させ、換算風速 V_r を決定した。

3. 実験結果および考察

図2,3に、ギャロッピングの発生した例として Type B、ギャロッピングの発生しなかった例として Type C のそれぞれ迎角 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。図2より、Type B については、迎角 $\alpha = 20^\circ, 30^\circ$ で換算風速 $V_r > 10$ 付近からギャロッピングは発生している。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至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 A については、迎角 $\alpha = 0^\circ$ において換算風速 $V_r > 10$ 、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。しかし、図3に示す Type C では、迎角 $\alpha = 10^\circ, 20^\circ$ のとき、広い換算風速範囲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。その他の迎角においても、ギャロッピングは

キーワード：斜張橋、ストランドケーブル、渦励振、ギャロッピング、剥離渦

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

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。同様に、Type D でも迎角 $\alpha=10^\circ$ のとき、広い換算風速範囲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。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、渦励振の振幅に顕著な違いは見られなかった。しかし、既往の研究より、単独円形断面ケーブルの渦励振の振幅は無次元倍振幅で約 0.8~1.0 ということが報告されている。よって、単独円形断面ケーブルと比較すると、渦励振の抑制効果もわずかながら存在したと考えられる。

以上のような結果になった原因としては、Type A において迎角 $\alpha=0^\circ$ のとき、流れの剥離点であるストランドが図 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、剥離点が、Type A の迎角 $\alpha=0^\circ$ のようになったときに、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。そこで、ギャロッピングが発生した場合としなかった場合の剥離渦の状態を視覚的に検討するため、可視化実験を行った。図 4 にギャロッピングが発生した Type B, 迎角 $\alpha=30^\circ$, $V_r=20$ の可視化映像、図 5 にギャロッピングが発生しなかった Type C, 迎角 $\alpha=30^\circ$, $V_r=20$ の可視化映像を示す。なお、これらの図は模型の上向き速度が最大になる瞬間での可視化映像である。図 4 に示されるように、Type B では模型の上側に渦が発生し始めており、模型の上側に負圧が働くため、模型の振動方向に力が作用する。そのため、振動が助長されギャロッピングが発生すると考えられる。それに対し、Type C では、下側に渦が発生し始めており、模型の下側に負圧が働くため、振動方向とは逆向きの力が作用する。そのため、振動が抑制され、ギャロッピングが発生しなかったと考えられる。

4.まとめ

各 Type において渦励振の抑制効果が確認された。Type A, B, E では、ギャロッピングが発生し、良好な制振効果は得られなかったが、Type C, D においては、広い V_r の範囲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、良好な制振効果が得られた。また、可視化実験の結果から、その原因も明らかになった。

<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

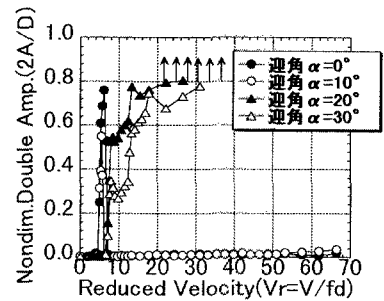


図 2 Type B の応答図

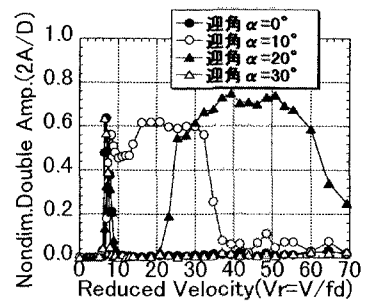


図 3 Type C の応答図



図 4 Type B の可視化映像



図 5 Type C の可視化映像