

I-A 246 近接一体型2本円柱の表面圧力特性—斜張橋ケーブルを対象として—

九州工業大学 学生員 前田 博
 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 福島 誠二

1. はじめに

斜張橋はその構造特性の有利性および景観の優美性を併せ持つことから、年々その架設数は増加しており、スパンも長大化してきている。斜張橋の主構造部材であるケーブルは、スパンの長大化により、ケーブルの大型化あるいはケーブルが複数本用いられる場合が多くなってきている。しかしながら、メンテナンス上および架設時の問題、建設費の削減などを考慮すると、複数本ケーブルが採用される場合が多い。複数本ケーブルを用いる場合には、ウェイクギャロッピングと呼ばれる風による振動問題を内在している。斜張橋ケーブルのウェイクギャロッピング対策として、著者らは、ケーブルの間隔および配置を変化させて振動を抑制することを検討^{1)~2)}してきている。そこで、斜張橋ケーブルの中でも比較的採用例の多い2本ケーブルの場合に着目して、ウェイクギャロッピングの制振対策を検討することにした。これまでの検討結果³⁾の中から、とりわけ高い制振効果が得られている近接一体型ケーブルについて、ケーブル間隔が異なる場合の表面圧力測定を行い、風洞実験による検討を加えた。

2. 実験概要

実験には、九州工業大学の境界層型風洞（測定断面 1800mm×2600mm）を用いた。風洞試験に使用した円柱模型は、直径 $D=50\text{mm}$ のアルミニウム製パイプである。模型の両端部を、図-1 に示すようなスペーサーおよびクランプにより、中心間隔を一定に保ち一体型とした。圧力分布は、模型の周囲に圧力測定用の真鍮製タップを 10° 間隔で 36 個設置し、順次スキャンして表面圧力を測定した。円柱中心間隔 $D=1.0d, 1.2d$ 、迎角 $\alpha=0^\circ, 2^\circ, 4^\circ, 6^\circ, 8^\circ$ とし、模型が静止状態および強制加振状態の場合について測定を行った。模型の断面図および測点の配置を図-2 に示す。

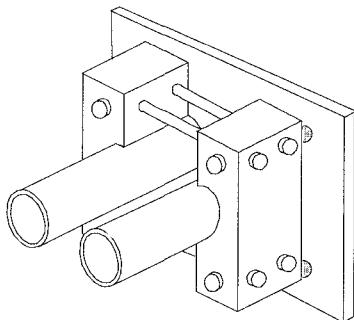


図1 スペーサーおよびクランプ

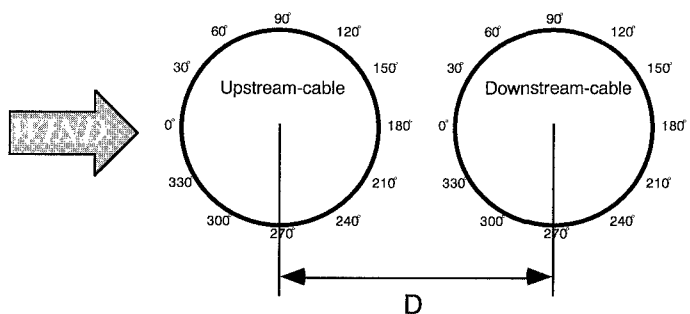
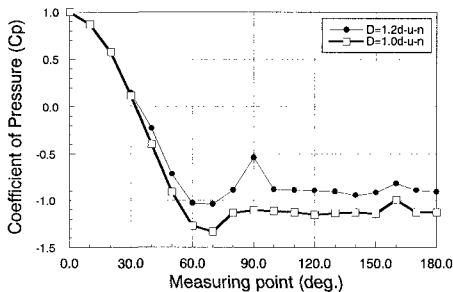
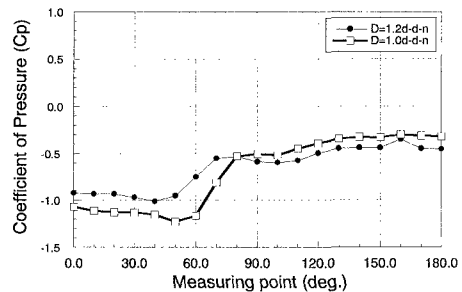


図2 模型断面図および圧力測定点

3. 実験結果

図3～6に円柱に作用する表面圧力を圧力係数として表し、図7, 8には、加振振幅と圧力との位相差を示す。図3に示すように、 $D=1.0d$ の場合、剥離点が 80° 程度となっており、背面においては、圧力係数はほぼ一定値を示し、完全剥離していることがわかる。 $D=1.2d$ の場合、剥離点は $D=1.0d$ の場合と同じ位置と考えられるが、 $\theta=90^\circ$

図3 $D=1.0, D=1.2d$ の上流側円柱の表面圧力特性
（強制加振無し）図4 $D=1.0, D=1.2d$ の下流側円柱の表面圧力特性
（強制加振無し）

において急激な圧力回復が認められる。これは、円柱間に発生する gap-flow⁴⁾ がかなり不安定である事が原因であると考えられる。次に、下流側円柱に着目した図4に示すように、 $D=1.0d$ の場合、 $\theta=90^\circ$ において剥離流れの再付着点と考えられる圧力回復が確認できる。 $D=1.2d$ の場合は、 $\theta=70^\circ$ において剥離流れの再付着点と考えられる圧力回復を確認することができる。

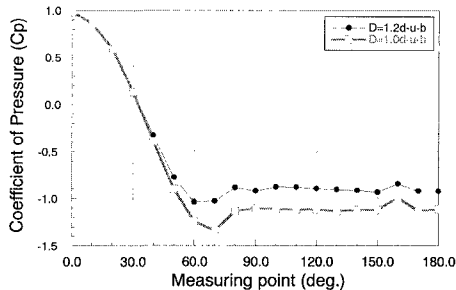


図5 $D=1.0$, $D=1.2d$ の上流側円柱の表面圧力特性
(強制加振有り)

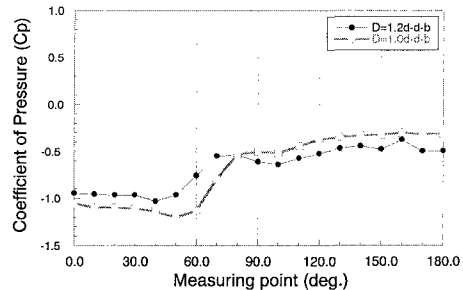


図6 $D=1.0$, $D=1.2d$ の下流側円柱の表面圧力特性
(強制加振有り)

次に、円柱模型を強制加振した場合の上流側円柱の表面圧力係数を図5に示す。 $D=1.0d$ の場合は、強制加振無しの場合とほぼ同様な傾向を示している。 $D=1.2d$ の場合は、 $\theta=90^\circ$ における圧力回復が認められない。これは、強制加振することにより、模型周辺流れが定常状態となり、gap-flow が安定するものと考えられる。下流側円柱については、図6に示すように、強制加振無しの場合とほぼ同様な傾向を示す。 $D=1.0d$ の場合は、 $\theta=90^\circ$ 、 $D=1.2d$ の場合には、 $\theta=70^\circ$ において剥離流れの再付着点と考えられる圧力回復が確認できる。

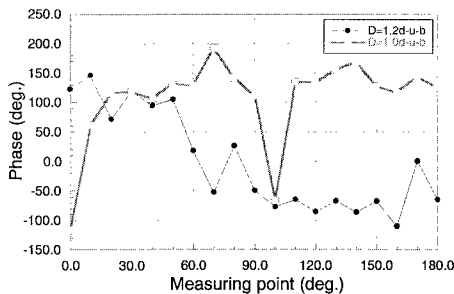


図7 $D=1.0$, $D=1.2d$ の上流側円柱の位相差

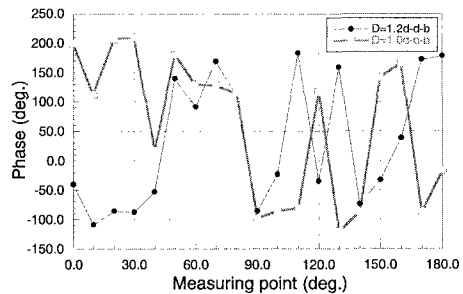


図8 $D=1.0$, $D=1.2d$ の下流側円柱の位相差

また、 $D=1.0d$ および $D=1.2d$ の上流側円柱の位相差を図7、8に示す。位相差のばらつきがかなり見られるが、 $D=1.0d$ の場合、円柱上面に振動を励起すると考えられる圧力が作用していると考えられる。下流側円柱の場合の位相差にもかなりのばらつきが確認できる。これは、圧力を測定する際に上流側および下流側ともに測点を順次スキャンしていく方法を採用しており、今回の様な不安定な流れが作用している場合、測定方法を再検討する必要があると考えられる。つまり、平均時間を増やすかあるいは圧力計を増設して、測定回数を少なくすることにより、測点毎の同時性を得ることが必要であると考えられる。

4. まとめ

本研究では、応答実験において良い応答特性を示していた近接一体型ケーブル形式について、その表面圧力特性を風洞実験により検討を行った。今回の実験から得られた結果をまとめると次のようになる。

- ①円柱の中心間隔が異なることにより、下流側円柱の再付着点が異なることが確認できた。
- ②円柱の中心間隔が gap-flow に影響をかなり与えていることが確認できた。

『参考文献』

- ①久保、中原、加藤、金尾：斜張橋ケーブルを対象にした複数円柱の空力弾性振動、第11回風工学シンポジウム論文集、1990、pp275-280
- ②Y. Kubo, T. Nakahara and K. Kato, "Aerodynamic behavior of multiple elastic circular cylinders with vicinity arrangement", Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, Vol. 54/55 (1995), pp.227-237
- ③Y. Kubo, H. Maeda, K. Kato, K. Oikawa, T. Takeda, "NEW CONCEPT ON MECHANISM AND SUPPRESSION OF WAKE-GALLOPING OF CABLE-STAYED BRIDGES", in Proceedings of International Conference on Cable-stayed and Suspension bridges, 1994, pp.491-498
- ④M.M.Zdravkovich, "Interference Between Two Circular Cylinders; Series of Unexpected Discontinuities," J. of Ind. Aerod. Vol.2, 1977