

並列円柱周りの流れ場とウェーク・ギャロッピング特性
Flow around Tandem circular Cylinders and their Wake gallopings

社会システム工学コース

1145099 中西 勇太

1 序論

近年では、斜張橋が長大化することに伴い、構造部材として重要なケーブルを並列ケーブルとして採用する事が増えている。この並列ケーブルでは、上流側ケーブルの後流の影響によって、下流側ケーブルが振動するウェーク・ギャロッピングと呼ばれる振動が発生することが知られている。このウェーク・ギャロッピングは大振幅の振動で、ケーブル自体の損傷やケーブル固定部の疲労等が問題視されている。ウェーク・ギャロッピングの対策方法としては、ダンパーやスパーサーによる並列ケーブルの連結等があり、空力的な対策としては、ヘリカルワイヤによる制振がある。しかし、ウェーク・ギャロッピング発生メカニズムには不明な部分があり、合理的な対処法の確立には発生メカニズムの把握が急務である。

2. 研究手順

八木の研究²⁾から、下流側円柱の圧力分布から非定常揚力が求められている。八木の研究²⁾の実験パラメータと今回の実験パラメータを可能な限り合わせ、可視化実験を行い、PIV(粒子画像速度計測法)計測による定量的なベクトルデータ、及び目視から得られた情報で、非定常状態の流れ場と非定常揚力を比較し、ウェーク・ギャロッピング特性の考察を行った。また今回は、下流側円柱がある変位にある場合の流れ場を定常状態と非定常状態と比較するために、定常状態での流れ場の可視化も行った。流れの可視化は、可視化レーザーを用いる。

3. 実験結果

定常状態での実験では、下流側円柱を上下に移動させ固定した状態で、並列円柱の流れ場を計測した。円柱の移動範囲は、2D と 3D で $-10 < y < 10$ 、 $-20 < y < 20$ (単位:mm)とした。

非定常状態の実験では、下流側円柱をモーターで強制振動させ、定常振動状態における流れ場を計測した。実験パラメータは、円柱間隔(2D・3D)、無次元風速(2 ケース)、振幅($-10 < y < 10$ 、 $-20 < y < 20$ (単位:mm))とした。

ギャップフロー箇所での流速の増加は確認されなかった。流速については、約 $0.7 \sim 0.8 \text{m/s}$ であった。定常状態・非定常状態のベクトルを比較したが、流れの遅れを考察するためのデータが想定したモデルと必ずしも一致する結果にならなかった。しかし、流速が変化していない計測点でも角度には変化が見られた。そのことから、流れの遅れは角度に表れると言える。カルマン渦が下流側円柱の位置に関係なく勝手な周期で発生している為、平均した流れ場で見ると、渦が発生している場合の流れと発生していない場合の流れの平均をとってしまう可能性がある。つまり、カルマン渦による影響で、想定したモデルになっていないと想定される。

上流側円柱の後流にカルマン渦が発生し、円柱間に流れ込んでいることがわかった。負圧のピークには、カルマン渦が影響していると推測される。

4.結論

- ・流れの遅れは角度に強く表れている。
- ・負圧のピークは収束した流れによるものではない。
- ・負圧のピークには、カルマン渦が影響していると推測される。

<Abstract>

Flow around Tandem circular Cylinders and their Wake gallopings

Yuta Nakanishi

1. Introduction

In recent years, many cable-stayed bridges with large span are constructed. Most of them are equipped with the parallel cables. These parallel cables are often suffered from the wind induced violent vibration called wake galloping.

As the mechanical measures to suppress the wake galloping, the tied wires are often used. There is an aerodynamic vibration suppression using helical wires also.

However, the mechanism of the generation of the wake galloping has not been completely clarified yet. The grasp of a generating mechanism is required in order to establish rational ways of coping.

2. Study procedure

In this study, the unsteady flow around the tandem circular cylinders is measured and the results are compared with the unsteady lift force obtained by Yagi. Thus the parameters in the experiment are coincides with those conducted by Yagi and the relationship between unsteady lift and flow are investigated. Not only the unsteady flow but the steady flow is also measured and behavior of both flows when the two cylinders take the same position is studied. The visualization is performed using PIV technique.

3. Test results

The visualization is conducted under the condition that the windward cylinder is fixed on the tunnel wall and only the downward cylinder is moved. The range of the movement of the downward cylinder is from -10mm to 10mm and -20mm to 20mm. The distances of the center of two cylinders are 2D and 3D, where D is the diameter of the cylinder.

The visualization shows the fact that the velocity at the gap flow between two cylinders is not increased. The approximate velocity is about 0.7 to 0.8 of the approaching flow. The comparison of the steady and unsteady flow revealed that the flow lag appears in the direction of the flow strongly in some test cases. However in other cases the lag in the direction is not so clear and it is considered that the unsteadiness of the separation of the vortex from the windward cylinder affected on the measured mean flow field.

These vortexes are considered to generate the negative peak pressure on the downward cylinder. This is the reason why the negative pressure is generated in spite of the low velocity at the gap flow.

4. Conclusion

It is concluded that the lag of the flow is appeared in the direction of the flow. The negative peak on the downward cylinder is not caused by the concentrated flow between two cylinders. The test revealed that the negative pressure is generated by the Carman's vortex separated from the windward cylinder.