

ヘリカルワイヤ付き並列円柱まわりの流れ場

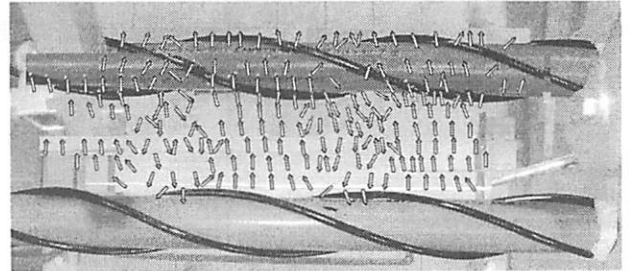
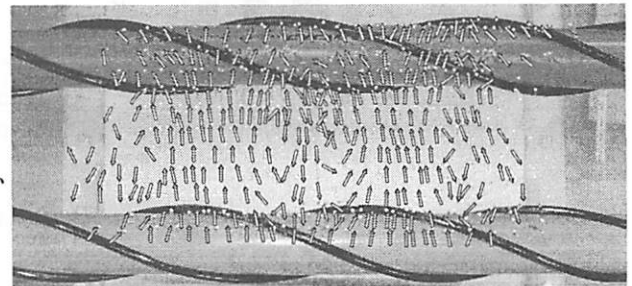
灌上工業株式会社 正会員 ○岡本道雄

高知工科大学 フェロー 藤澤伸光

1.はじめに 一昨年、ヘリカルワイヤを上下流パイプにワイヤピッチ 9D、パイプ間隔 3D、上下流パイプの位相(以下 Phase) 0° で高い制振効果が得られることを報告した。また、昨年、ワイヤを巻いた下流側パイプに発生する揚力を測定したところ、無次元変位 0.75 で揚力ピークが発生することを報告した。本研究ではこれらの結果を踏まえ、ヘリカルワイヤを巻いた上下流パイプ間の流れに着目し、ヘリカルワイヤによる流れの変化と振動応答との関係を検討することとした。

2.可視化実験 上下流パイプ共に固定し、タフトを用いて上下流パイプ間の流れの可視化を行った。タフトに対する重力の影響が現れないように、パイプ軸に対して水平方向と垂直方向の2方向から可視化を行った。

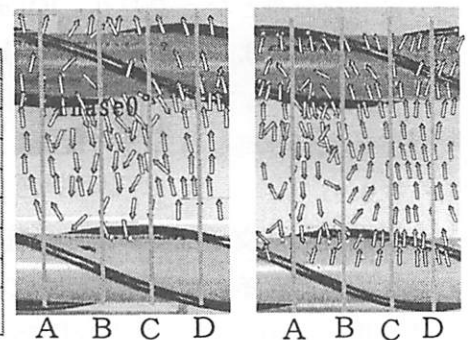
3.可視化結果(水平方向) 写真 1,2 に水平方向の可視化結果を示す。Phase 0° および 60° 共にパイプ間では接近流に対して順向きと逆向きの流れがパイプ軸方向に交互に存在しているということがわかった。またこの時に確認できた逆向きの流れは、上流側パイプの剥離点上に設置されたワイヤの後流部分で発生している。なお水平方向の流れの可視化から、目立ったパイプ軸方向の流れは確認できなかったことから、昨年報告した上流側パイプからの剥離流がパイプ間に流れ込む斜流は支配的ではないといえる。

写真1 可視化結果(水平方向 Phase 0°)写真2 可視化結果(水平方向 Phase 60°)

4.可視化及び風向風速測定実験(垂直方向) 水平方向の可視化より、パイプ間の流れの変化は垂直方向の流れが大きく影響していると考え、以降垂直方向の流れに着目し流れの可視化及び風向風速測定実験を行った。測定箇所は、ワイヤの一区間で4つの断面(写真3)を決め、各断面において流れの可視化及び風向風速の測定を行った。また、上下流パイプの相対変位を無次元変位 0 と揚力測定実験で揚力ピークが見られた無次元変位 0.75 に設定した。

表1 実験条件

パイプ径D (mm)	60
パイプ長(mm)	800
パイプ間隔	D
位相(Phase)	0° 60°
ワイヤ径(mm)	9
ワイヤピッチ	9D
円周上ワイヤ数	3
実験風速(m/s)	7
上下流パイプ間の無次元変位	0 0.75

写真3 測定箇所 左:Phase 0° 右:Phase 60°

5.可視化及び風向風速測定結果(垂直方向) 可視化結果を写真 4~13、風向風速測定結果を図 1~2、図 4~10 に示す。写真は左:断面箇所、右:可視化結果である。

Phase 0° 断面A(写真 4,図 1)では上流側パイプに設置されたワイヤによって一方向に巻き込む流れとなっており、ワイヤの位置が A と対称な断面 C(写真 6,図 4)では巻き込む向きが逆になっていることが分かる。断面 B(写真 5,図 2)ではパイプ間で渦状の流れとなっており、これは上流側パイプの剥離点上に設置されたワイヤによって巻き込まれた流れと、下流側パイプに設置されたワイヤに

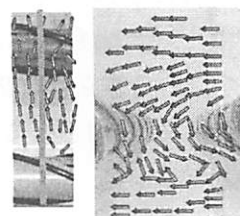


写真4 可視化結果

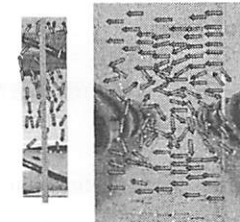


写真5 可視化結果

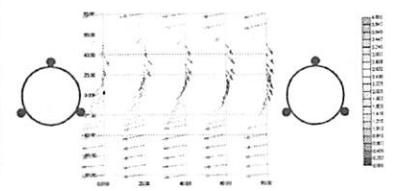


図1 風向風速測定結果 断面A

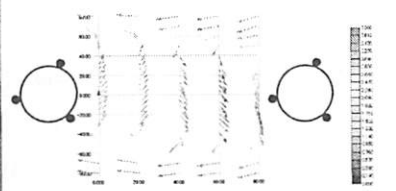


図2 風向風速測定結果 断面B

よって引き込まれた流れによって発生したものと思われる。また、水平方向の可視化で見られた逆向きの流れはこの渦の流れの一部であると思われる。

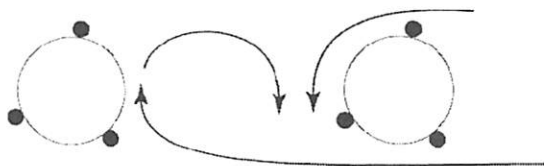


図3 Phase0° 断面Bの流れの様子

Phase60° 断面A(写真8,図6)と断面C(写真10,図8)でパイプ間の流れは流れの向きが安定しない複雑な流れになっている。一方断面B(写真9,図7)と断面D(写真11,図8)では一方向に巻き込む流れになっていることが分かる。このようにPhase60°では、一方向へ巻き込む流れの断面と、複雑な流れを持つ断面が交互にパイプ軸方向へ存在している。

無次元変位 0.75(Phase0°, 60°) 上下流パイプに相対変位無次元変位 0.75を設定した場合、Phase及び断面に関わらずパイプ間でギャップフローが確認できた。(写真12,13、及び図9,10)これは揚力測定実験の時に見られた揚力ピークの原因であるギャップフローであり、ヘリカルワイヤを設置した場合でも上下流パイプに相対変位が生じた場合はギャップフローが発生すると言える。

6.結論 可視化及び風向風速測定実験から、Phaseの違いによってパイプ間の流れが異なっていることが分かった。また各Phaseのパイプ間の流れも上下流パイプのワイヤの位置によって異なる流れになっている。これはヘリカルワイヤの位置が連続的に変化しているという特性によるものであり、つまりパイプ間の流れには上下流パイプのワイヤの配置が関係していると思われる。Phase0° 無次元変位 0の時に渦状の流れが確認できたが、この流れは特に高い制振効果を発揮したPhase0°のワイヤの配置で発生した流れである。この渦状の流れがPhase0°とPhase60°で大きく異なる点であることから、Phase0°での認められたウェークギャロッピングの制振効果と密接に関係しているのではないかと想像される。

<参考文献>

田中 佑典：ヘリカルワイヤによるウェークギャロッピング制振 土木学会四国支部 第14回技術研究発表会講演概要集 2008年 P.58-59

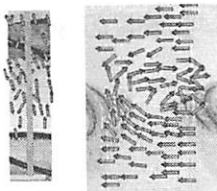


写真6 可視化結果

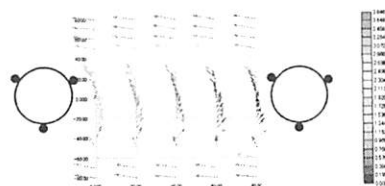


図4 風向風速測定結果 断面C

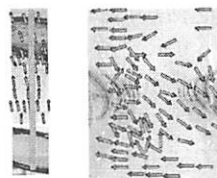


写真7 可視化結果

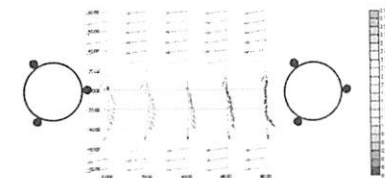


図5 風向風速測定結果 断面D
Phase60°

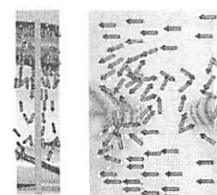


写真8 可視化結果

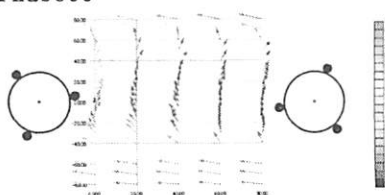


図6 風向風速測定結果 断面A

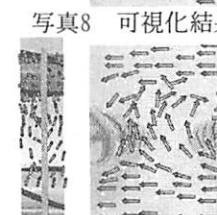


写真9 可視化結果

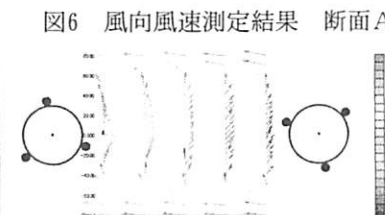


図7 風向風速測定結果 断面B

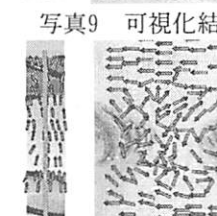


写真10 可視化結果

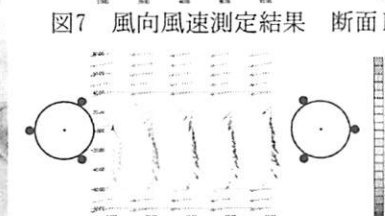


図8 風向風速測定結果 断面C

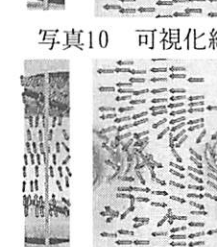


写真11 可視化結果

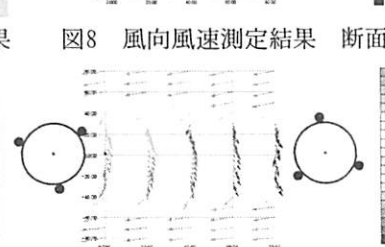


図8 風向風速測定結果 断面D
Phase0° 無次元変位Y/D0



写真12 可視化結果

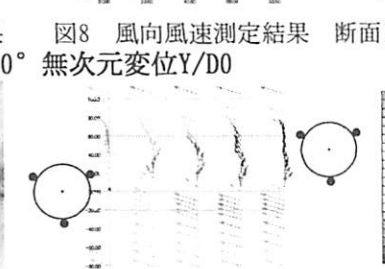


図9 風向風速測定結果 断面C
Phase60° 無次元変位Y/D0



写真13 可視化結果

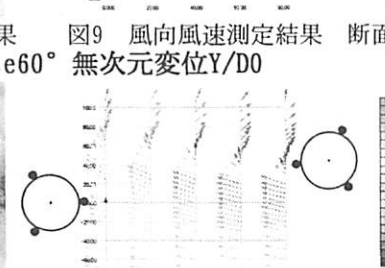


図10 風向風速測定結果 断面A