

ヘリカルワイヤの形状パラメータがウェークギャロッピング制振効果に及ぼす影響

高知工科大学 学生会員 ○岡本 道雄

高知工科大学 フェロー 藤澤伸光

1. はじめに: 昨年の実験¹⁾からヘリカルワイヤがウェークギャロッピングの制振効果を持つことが確認されている。しかし実験パラメータの数が少なく、ワイヤの幾何的形狀精度も高いとは言えないなど、ヘリカルワイヤの制振効果を調べるには必ずしも十分とは言えないところもあったように思われた。そこで本研究ではこれらの問題に改良を加え、ワイヤの巻き方が制振効果に及ぼす影響を詳細に検討することとした。

2. 実験方法: 実施した実験は、上流側円柱は固定とし下流側円柱のみをバネにより弾性支持した2次元模型による1自由度振動実験である。今回では両パイプに巻かれたワイヤの位相(Phase)という新しいパラメータを導入し、両パイプのワイヤの位置が同一の時をPhase=0°とし、そこから30°と60°回転した時をそれぞれPhase=30°、Phase=60°とした。実験では、静止状態から空気力だけによって発生する振動、および手で振幅2Dまで加振した後に観測される定常振動の両方を計測した。便宜上、以下では前者を自発応答、後者を加振時応答ということにする。また、ヘリカルワイヤ付近での風の流れを見るため、細い棒の先に糸をつけ、ヘリカルワイヤ付近の流れを観測することにした。

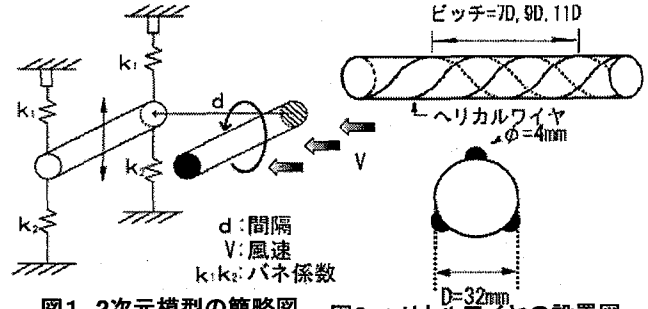


図1 2次元模型の簡略図 図2 ヘリカルワイヤの設置図

円柱径 D(mm)	32
円柱長(mm)	800
固有振動数(Hz)	2.86
円柱間隔	3D 4D 5D
位相	0° 30° 60°
ヘリカルワイヤ径(mm)	4
ピッチ	7D 9D 11D
円周上ワイヤ数	3
実験風速(m/s)	1~11.5

表1 実験条件

3. 応答測定結果

Phase=0° の場合: 全てのケースで自発による振動の発生は見られず、自発応答は完全に抑制されていた。しかし間隔3Dで、ピッチが7Dおよび11Dの場合のみ約9m/s以上の高風速で加振後に大振幅の振動が発生した。

○ 間隔3D自発 ● 間隔3D加振後 □ 間隔4D自発 ■ 間隔4D加振後 × 間隔5D自発 + 間隔5D加振後

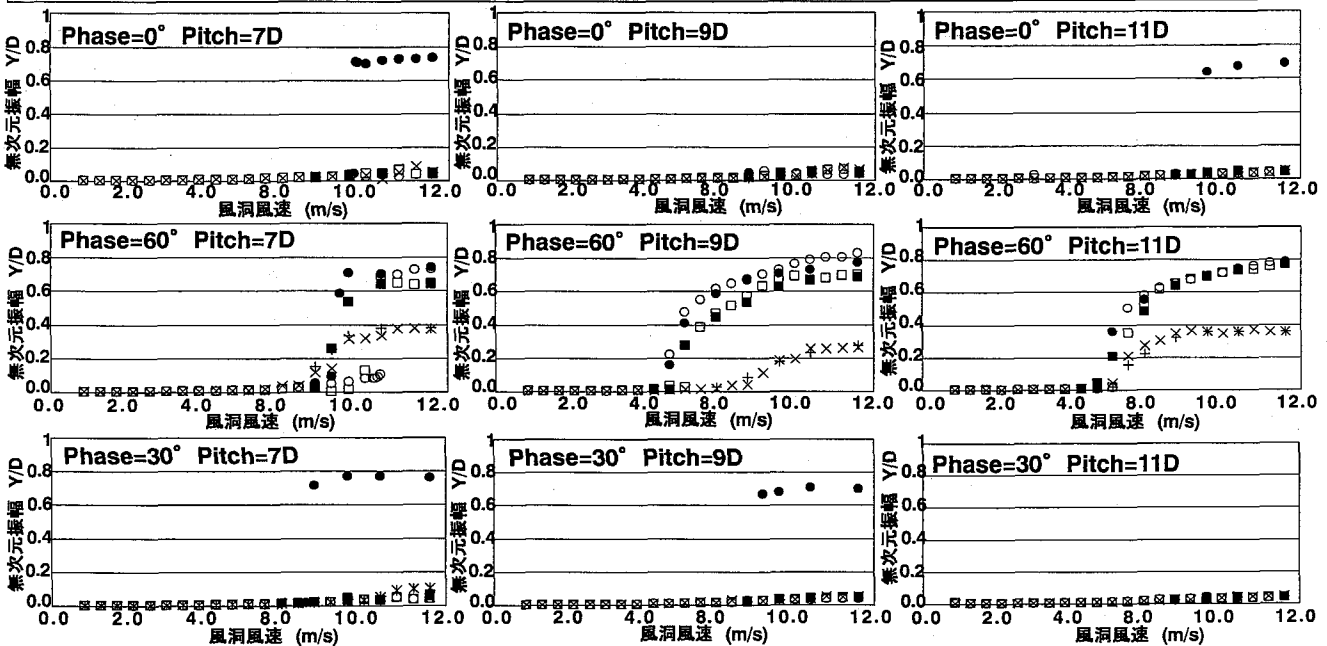


図3 各ケースでの応答結果

Phase=60° の場合:Phase=60° の場合全ての場合で振動が発生した。自発応答と加振後応答の振幅には有意な差はなく、両応答は同じものであると考えられる。またどのケースにおいてもパイプの間隔の減少と共に振幅が増加する傾向が見られる。

Phase=30° の場合:Phase=30° は位相角という意味ではPhase=0° と60° の中間ではあるが、応答特性はPhase=0° の場合に近いものであった。間隔3Dで生じる大振幅振動がPhase=0° ではPitch=7D、11Dで生じていたのに対してPhase=30° ではPitch=7D、9Dで生じている点だけがPhase=0° の場合と異なる。

応答測定の結果、Phase=0°、30° では一部のケースを除いてワイヤが高い制振効果を示したのに対し、Phase=60° では全てのケースで高風速での振動が発生した。特に制振効果の高かったワイヤの配置であるPhase=0° では、パイプ軸に垂直な断面で考えると上下流のパイプの同じ位置にワイヤが配置される。従ってある部分では図4A-A部のように剥離点付近に両パイプともワイヤが配置され、別の部分ではB-B部のように両パイプともワイヤがない状態になる。網糸を用いて可視化した結果、A-A部では剥離流が両パイプの間に激しく巻き込み、B-B部では巻き込まずに一般流とほぼ平行に流れていることが分かった。このように特性の異なる流れが軸方向に交互に存在するのがPhase=0° の特徴であり、制振効果と何らかの関連があると思われる。なお可視化によれば、図5のようにワイヤ付近の流れはワイヤに垂直になっていて、いわゆる軸方向流が存在していることが分かった。

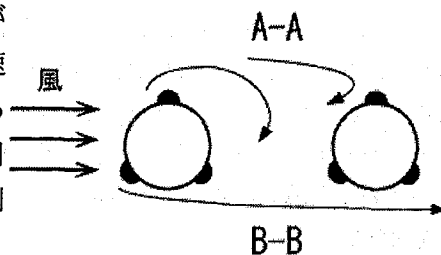


図4 断面においてヘリカルワイヤによるパイプ周辺の気流(Phase=0°)

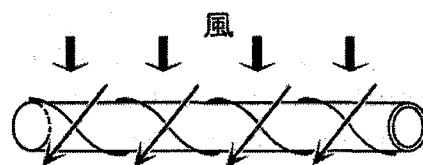


図5 ワイヤによる軸方向流

4. 追加実験:パイプ軸に垂直な断面内の形状という2次元的な考え方で、ワイヤの制振効果を説明できるかどうかを調べるため、写真1に示すようにパイプ軸に平行にワイヤを設置したモデルによる実験を行った。図4のA-A部、B-Bを交互に配置したモデルとも言える。パイプ間隔は3D、ヘリカルワイヤのPitch=9Dに対応するようにワイヤの長さを4.5Dとしたケースに限定して実験した。実験の結果、図6のようにヘリカルワイヤの場合とは逆にPhase=60°では振動が発生せず、Phase=0°で高風速での振動が生じた。今回の実験では現象が逆転した理由は明らかに出来なかったが、ヘリカルワイヤに見られた軸方向流の影響も考慮する必要があるかもしれない。

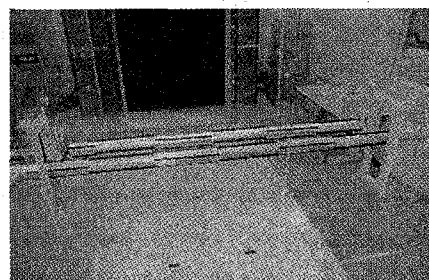


写真1 Pitch=4.5D Phase=0° 間隔3Dでワイヤを平行に設置

5. 結論

- ① ヘリカルワイヤの制振効果はPitch=9D、Phase=0° の時が最も高い。
- ② この時両パイプに流れを巻き込む断面と巻き込まない断面が交互に存在する。
- ③ 断面変化を2次元的に表現したモデルの応答は、ヘリカルワイヤの場合と逆になる。

<参考文献>

- 1) 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の制振
土木学会四国支部 第12回技術研究発表会講演概要集 2005年 P50-51

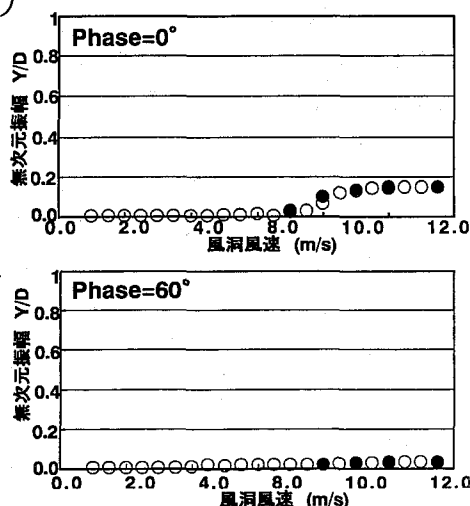


図6 追加実験の応答結果