

京都大学大学院 学生員 ○島原 明 京都大学工学研究科 フェロー 松本 勝
 住友重機械工業 正会員 大東義志* University of Hawaii Corey Matsuoka**
 京都大学大学院 学生員 市川靖生 京都大学工学研究科 正会員 陳 新中
 * 研究当時京都大学大学院 ** 研究当時京都大学研究生

1. はじめに 断面辺長比 $B/D=2.0$ 及び $B/D=0.5$ の矩形断面は風向に対して垂直に振動するCross振動のみならず、風向に対して流れ方向に振動するIn-line振動がおこることが報告されている¹⁾。本研究では、それらの矩形断面について3次元弾性模型及び2次元剛体模型を用いて風向偏角の相違による振動応答特性を自由振動実験によって明らかにするとともに1せん断層渦及び2せん断層渦の渦放出の特性について考察を行った。

2. 自由振動実験からの評価 模型の形状を図1に示す。三次元弾性体模型の幅/長さが $B/D=140/70\text{mm}$ 、高さ $L=1000\text{mm}$ である。模型弱軸方向の振動方向をX軸、模型強軸方向の振動方向をY軸と定義し、また風向偏角 β は $B/D=0.5$ の時を $\beta=0^\circ$ 、 $B/D=2.0$ の時を $\beta=90^\circ$ と定義した。(図2)

2次元剛体模型と3次元弾性模型の風向偏角の相違による振動応答特性(V- β 図)を図3に示す。3次元弾性模型、2次元剛体模型ともに $\beta=20^\circ \sim 25^\circ$ と $\beta=82^\circ \sim 85^\circ$ 、 $\beta=88^\circ \sim 90^\circ$ で振動応答特性が大きく変化することが明らかになった。また2次元模型と3次元模型の応答特性の違いは、カルマン渦の渦放出が3次元的な流れ場の影響を受けているためと思われる。

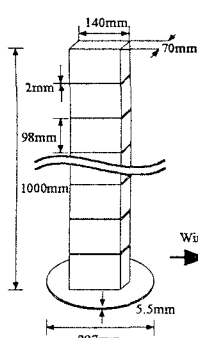


図1 三次元弾性体模型の形状

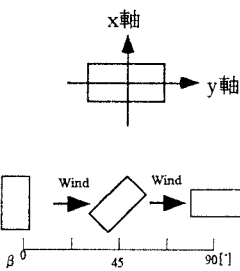


図2 本研究における模型の軸と迎角の定義

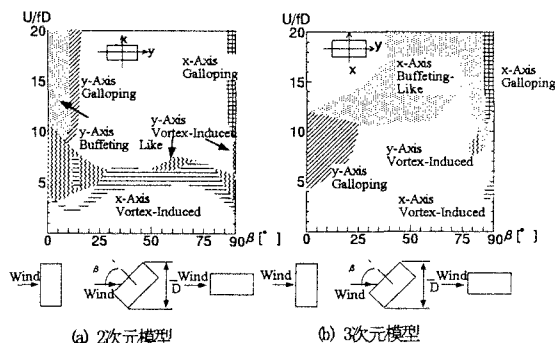


図3 風向偏角による振動応答特性

3. 1せん断層渦および2せん断層渦の渦放出特性について 2次元剛体模型のIn-Line振動時における後流域の渦放出特性を調べるため模型後流の上部および下部の2個所に熱線風速計を配置し、変動流速を計測した。図4より $\beta=0^\circ$ ($B/D=0.5$)について無次元風速 $1/4St$ ($V/f_s D=1.8$)の風速域でカルマン渦の渦放出周波数成分(1.5Hz)は、上下の位置で位相が 180° ずれていることから交互に渦放出がなされていることが分かる。また断面の固有振動数成分(6.0Hz)のみ抽出すると、同相で渦放出がなされていることから、1せん断層渦(同時対称渦)が存在していることがわかる。従ってこの風速域で振動する要因の一つに1せん断層渦が考えられる。またカルマン渦が小さくなると、1せん断層渦(同時対称渦)が大きくなっている傾向があり、このことからカルマン渦と1せん断層渦(同時対称渦)が互いに相関をもちつつ交互に渦放出がなされていることが確認できる。無次元風速 $1/2St$ ($V/f_s D=3.5$)の風速域では、そのような相関がかなり小さくなりかなり非定常に両方の渦放出が行われていることがわかる。しかし固有振動数成分(6.0Hz)では同相の渦放出がなされているためこの風速域における振動は1せん断層渦(同時対称渦)による可能性が考えられる。

また、図5より $\beta=90^\circ$ ($B/D=2$)において無次元風速 $1/4St$ ($V/f_s D=3.1$)付近の風速域で断面の固有振動数成分

のみ抽出すると、同相で渦放出がなされていることから、1せん断層渦(同時対称渦)が存在していることがわかる。また無次元風速 $1/2St$ ($V/f, D=6.7$)の風速でも1せん断層渦(同時対称渦)の存在が確認できる。しかし、無次元風速 $1/St$ ($V/f, D=13$)ではカルマン渦のみの渦放出が行われていることが分かる。これらのことから $\beta=0^\circ$ ($B/D=0.5$)と $\beta=90^\circ$ ($B/D=2$)のIn-line振動の現象は1せん断層渦によって励起されているものと考えられる。

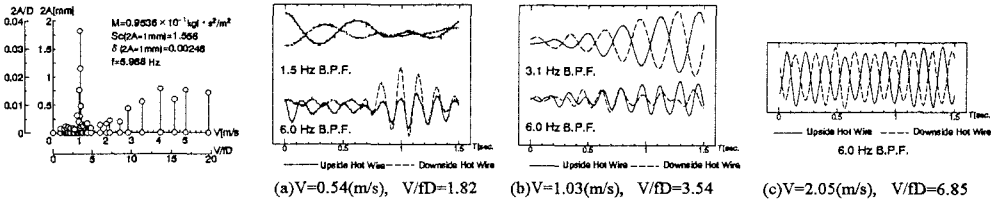


図4 B/D=0.5矩形断面後流域の渦放出特性(2次元模型)

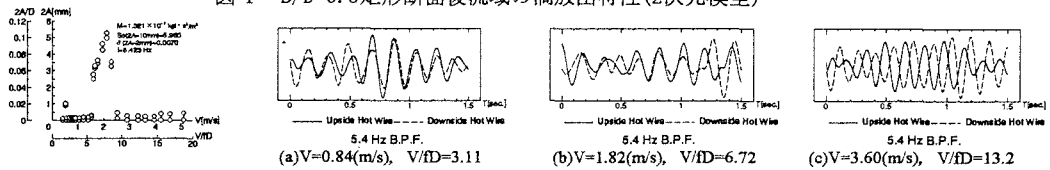


図5 B/D=2矩形断面後流域の渦放出特性(2次元模型)

4. 迎角変化によるストローハル数と静的空気力の変化に対する考察 模型の振動応答特性の原因を考えられるストローハル数(以下St数)の風向偏角に対する変化特性について考察を行った。図6に示すようにSt数は $\beta=23^\circ$ 付近と 83° 付近にピークがあり、 88° 付近で急変していることがわかる。また図7, 図8に示した静的空気力(C_L , C_D)特性も同様に 23° と 83° 付近にピークが存在していることがわかる。その理由として、模型前縁側から流れが剥離していたのが剥離点の位置が $\beta=23^\circ$ と 83° 付近で前縁から後縁に変化することで、カルマン渦の渦放出特性が変化したものと考えられる。

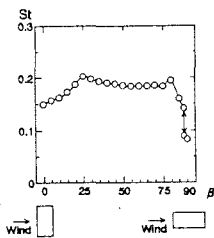


図6 St数の風向偏角に対する変化特性

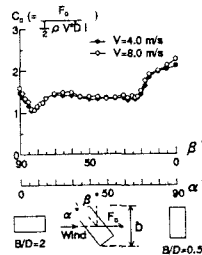


図7 抗力係数 C_D の風向偏角に対する変化特性

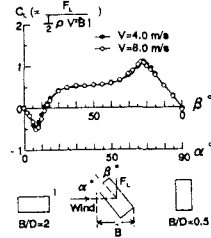


図8 揚力係数 C_L の風向偏角に対する変化特性

5. 結論 ストローハル数の風向偏角に対する変化特性から $\beta=23^\circ$ と 83° 付近にピークが存在することが明らかになった。これは模型側面における剥離点の位置が $\beta=23^\circ$ と 83° 付近で前縁から後縁に変化することで、カルマン渦の渦放出特性が変化したものと考えられる。従って、2次元剛体模型と3次元弾性体模型について風向偏角に対して $\beta=23^\circ$ と 83° 付近で振動応答特性が大きく変化することが明らかになった。

謝辞 本研究を遂行するにあたり多大なる御協力をいただいた京都大学工学研究科助手白土博通氏、及び京都大学工学大学院、重村好則氏をはじめとする京都大学気圏工学講座の方々に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 松本 勝, C. Knisely, F. Menacher 非定常流れの中での矩形断面流れのパターンと空気力特性について, 第8回風工学シンポジウム論文集, 1984