

剥離流刺激による空力振動の抑制に関する実験

株式会社西原衛生工業所 正会員 ○森山 洋平
 コンピュー・トロン株式会社 水口 貴弘
 日本大学理工学部 正会員 野村 卓史

1. はじめに

断面内部から噴出させる気流によって断面周辺の剥離流の挙動を変化させて空力振動を抑制する方法の研究が行われている。岡南らは、長方形断面の前面と後面から主流方向に定常的な噴流を発生させる実験的研究を行っている¹⁾。比江島らは、円柱表面において湧き出しと吸い込みを交替的に与えて剥離せん断層を刺激することが振動抑制効果があることを数値解析によって示している²⁾。本研究では、長方形断面の上下の前縁からの定常的あるいは周期的刺激流が空力振動に与える影響について実験を行ったので報告する。

2. 刺激流の生成方法

・実験装置（図1）

使用する小型風洞は最大風速 10m/s まで一様に発生させることができる。断面模型はコイルバネで 4 点支持し、その振動変位をレーザー変位計で測定する。模型から上下に吹き出させる気流は AC サーボモータ風洞 2 本で送風する。

・実験模型

図2に示すように長方形断面の模型を作成した。模型端部に端板を設置した。模型内部に気流を送り込むため端板に口径 1.4cm の空気挿入口を 2 個設け、模型内部に入った気流を模型の前縁から上下方向に吹き出させるために模型上下面の前縁近くに空気排出溝を設けた。

空気挿入口の近くから出る気流が少なく、遠くから出る気流が多くなってしまうので、模型内部では図2に示すように仕切りを設け、気流の分布がなるべく均等になるように努めた。

模型の固有振動数は自由振動実験の結果 3.00Hz であった。

・空気挿入ホース

AC サーボモータ風洞から吹き出す風を模型の空気挿入口から内部に送り込むために空気挿入ホースを作成した。AC サーボモータ風洞の吹き出し口の口径が 10cm、空気挿入口の口径が 1.4 cm と違うため、収縮部でできるだけ風量の損失が無いように口径を徐々に収縮する形状にした。

AC サーボモータ風洞の吹き出し口に空気挿入ホースを取り付け、ホース先端から 1cm 隔った位置で熱線流速計を用いて測定した。ホースを装着しないときの AC サーボモータ風洞の風速とホース先端の風速はほぼ等しく、十分な風速と風量があることが確認できた。

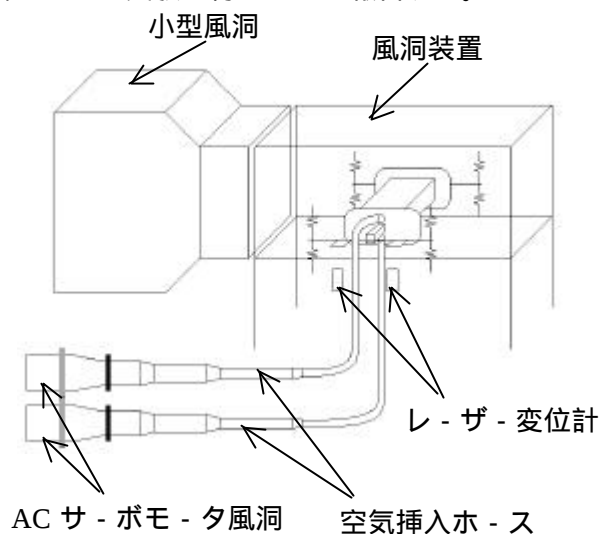


図1 実験装置

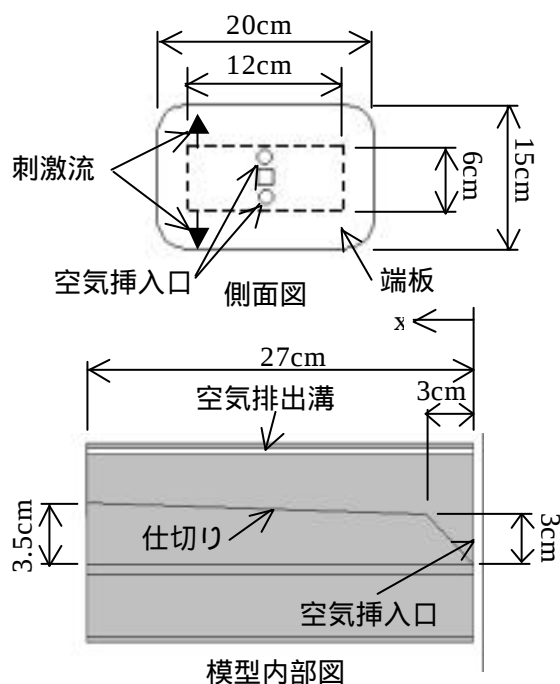


図2 実験模型

キ・ワ・ド：剥離流、渦励振、AC サーボモータ風洞、振動抑制

連絡先：東京都千代田区神田駿河台 1-8-14 Tel/Fax 03-3259-0411

3. 風速測定

空気排出溝から 0.5cm 隔った位置の風速を熱線流速計で測定した。

・ 定常風の風速分布

ホ - ス先端で風速 8m/s の定常風が吹くように入力電圧を与えたときの、気排出溝から出る定常風の分布を測定した。(図 3)測定位置 x は空気挿入口からの距離(図 2)に表わす。

・ 正弦波で変動する脈動気流の風速測定

ホ - ス先端で中央値 4m/s・片振幅 4m/s の脈動気流を吹かせたときに空気排出溝から吹き出す気流を測定をした。測定点は $x=10.0$ 、 17.0cm とした。図 4 は脈動気流の周波数 3.33Hz の場合である。

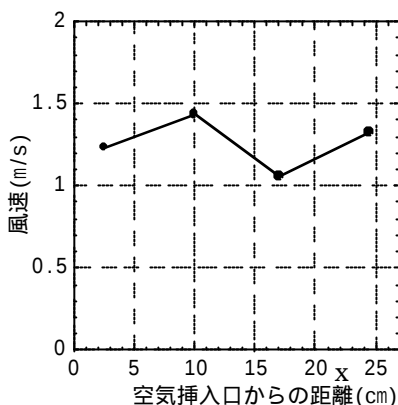


図 3 定常風の風速測定

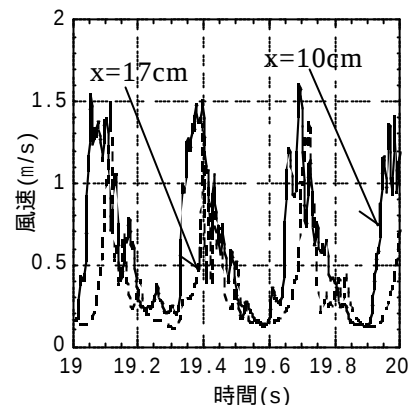


図 4 脈動気流の風速測定

4. 振動抑制実験

1) 実験方法

小型風洞を用いて模型に定常的な気流を作用させ、渦励振を起こした。渦励振が起きる風速は 2.6m/s であった。渦励振が起きている時に、模型の空気排出溝から様々な刺激流を発生させ、レーザ変位計で模型の振動を計測した。刺激流は計測開始から 1.5 秒後に発生させた。振幅の測定は全体で 30 秒間を行った。

2) 実験結果

・ 定常風による振動抑制実験

様々な定常風を吹かせ、振幅の計測をした。一例(ホ - ス先端の風速 8m/s)を図 5 に示す。定常風を発生させた結果、模型の振幅が大幅に減少した。

・ 脈動気流による振動抑制実験

様々な脈動気流を吹かせ、振幅を計測した。一例(ホ - ス先端で中央値 4m/s・片振幅 4m/s・周波数 3.33Hz)を図 6 に示す。脈動気流を発生させた結果、振幅が減少した。

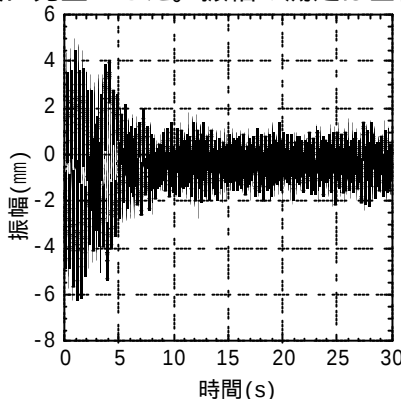


図 5 定常風による
振動抑制実験

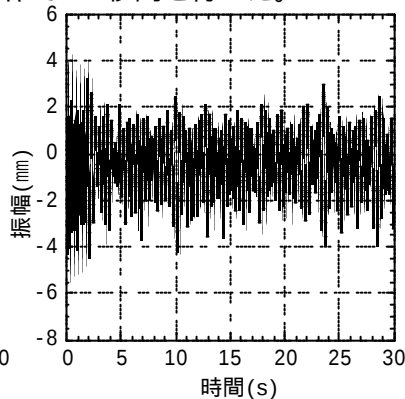


図 6 脈動気流による
振動抑制実験

3) 実験のまとめ

渦励振の振幅を基準として、模型の振幅低減率を求め、振動の低減の効果を求めた。図 7 が定常風、図 8 が脈動気流の振動低減率を表している。図 7 に示すように定常風ではホ - ス先端の風速が強くなると振幅の低減の効果が上がることがわかる。図 8 に示すように脈動気流では周波数が 3.33Hz のときが最も振幅の低減に効果があることがわかった。

この結果より剥離流を刺激することにより振動を抑制する可能性が示された。

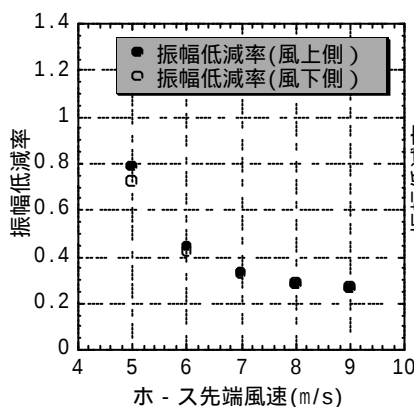


図 7 振幅低減率(定常風)

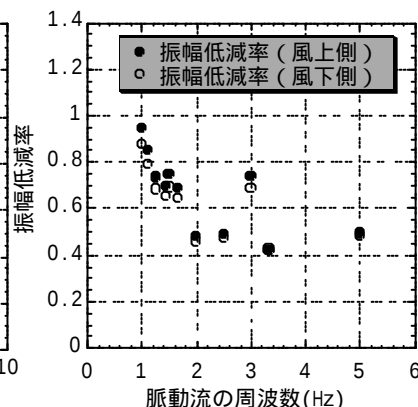


図 8 振幅低減率(脈動気流：
中央値 4m/s・片振幅 4m/s)

<参考文献> 1) 岡南博夫ほか：Jet による空力安定効果に関する基礎的研究、風工学シンポジウム論文集、1990 2) 比江島慎二ほか：振動円柱の空力安定性に及ぼす周期的沸き出し・吸い込みの影響、応用力学論文集、Vol.1、pp.641-648、1998 3) 赤松弘一郎、荒井剛：上下ねじれ振動用風洞実験装置の作成、日本大学卒業論文、1997 4) 一色保宏、橋本晃一：風の流れの可視化、日本大学卒業論文、1998