

I-218

回転ローターを用いた

境界層加速による耐風制振法

九州工業大学・工学部 学生員 安田 英明

九州工業大学・工学部 正 員 久保 喜延

住友金属工業

沖井 宏成

(研究当時、九州工業大学学生)

九州工業大学・工学部 学生員 田崎 賢治

1. まえがき

現在、風による構造物の振動抑制法が数々開発され実用化されている。本研究でもこのような振動を抑制する方法、特に風向・風速に関わらず振動を抑制する方法を開発することを目的としている。この方法は高揚力装置の開発¹⁾やトレーラートラックの抗力軽減²⁾に利用されている方法を土木構造物の振動に対して応用したもので、図1のように物体の上流側剥離点に回転軸を設けて流体を加速することで流体の剥離を遅らせる方法である。この方法により風による振動を起こす原因となっている境界層を制御し、空力弾性振動を抑制できるかを検討した。

2. 実験概要

実験は九州工業大学建設工学教室付属の空力弾性風洞を使用し、回転軸の回転数を変化させた場合の自由振動実験による応答測定(自由振動実験の諸元は模型重量 $w=6.04\text{kgf}$ 、固有振動数 $f=2.79\text{Hz}$ 、対数構造減衰率 $\delta=0.013$)と静的表面圧力測定を行った。供試模型は図1に示すような上流側の上下隅に直径15mmの回転軸を設けた正方形角柱($150\times 150\times 900\text{mm}$)を使用した。また、この回転軸の回転の評価は回転軸の表面速度が接近風速の何倍かという回転速度比で行っている。この回転速度比を①上下の回転軸を同じ回転速度で回転させた場合②上下を異なる回転速度で回転させた場合③片側の回転軸のみ回転させた場合の3ケースについて測定した。実験では風速を変化させていくとき、回転軸の回転速度比を一定に保つために風速に応じてサーボモータドライバの電圧も変化させる。また供試模型の変位はレーザー変位計を用いて測定し、スペクトルアナライザーで解析する。

3. 実験結果

・ 静的表面圧力での前面圧と背面圧力分布より抗力係数が求められる。その抗力係数と回転速度比の関係が図2である。これによると抗力係数が最も小さくなるのは両軸とも回転させている場合では $V_u=V_l=1.0$ のときで、片軸のみ回転させている場合には $V_l=1.4$ のときである。回転軸の静止時に比べて

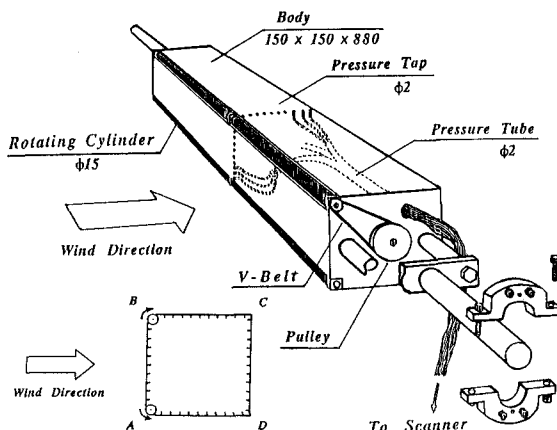


図1 供試模型

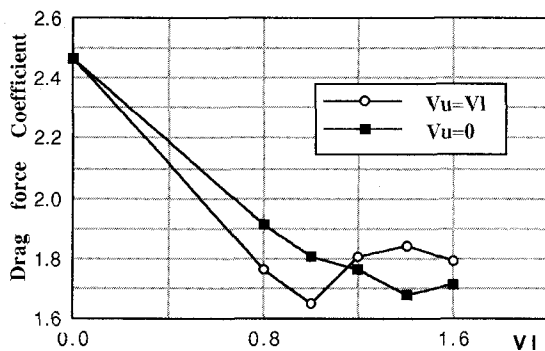


図2 抗力係数

どちらの場合も 3割程度抗力係数が低減する。

・ 自由振動実験により回転軸を回転させた場合の応答結果が図 3～5である。図 3は両軸を同じ回転速度比と応答振幅の関係である。この図から両側の回転軸が静止しているときには $V_r = 6$ 付近からギャロッピングが発生しているが、上下の回転軸の回転速度比が同じ $V_u = V_l = 0.8$ では $V_r = 9.6$ に移行している。しかし、回転軸が静止しているときに発生しなかった渦励振が $V_r = 4.8$ で発生している。回転速度比を増すことで、ギャロッピングは高風速側に移行してゆくが、渦励振の振幅はわずかに小さくなるだけでほぼ同じ風速で発生している。この渦励振の最大振幅と上下を同じ回転速度比で回転させたときの関係が図 4である。これによると回転速度比が $V_u = V_l = 1.4$ 倍以上では渦励振の最大振幅はほとんど変化しないことが分かる。このように上下を同じ回転速度比で回転させるだけでは十分な制振が行えなかった。図 5は片軸のみを回転させたときの回転速度比と応答振幅の関係である。これによると回転軸が静止しているときに $V_r = 6$ 付近で発生していたギャロッピングが $V_l = 0.8$ では $V_r = 7.1$ と高風速側に移行している。しかし、両軸同回転比である $V_u = V_l = 0.8$ で見られた渦励振は発生していない。また、 $V_l = 1.2$ でわずかな渦励振が発生しているが、ギャロッピングは制振されていることが分かる。また、 $V_l = 1.6$ では、渦励振およびギャロッピングの振動は測定した風速域では発生せず、回転軸の回転により制振されていることが分かる。また、②の実験については①と③の中間的な特性を示すことが分かった。

4.まとめ

今回の実験結果から次のような結果が得られた。

- ・ 片軸だけの回転でも回転軸が静止しているときに比べて抗力係数は最大 3割低減することができる。
- ・ 上下の回転軸を同じ回転速度比で回転させるだけでは十分な制振を行えなかったが、片軸の回転だけで十分な制振を行えたことから境界層加速による制振では、上下面で交互に発生する負圧を生じさせないようにすることが重要であると考えられる。

今回測定の出来なかった応答に寄与する上下面での変動圧力の挙動について、さらに詳細な検討を行う予定である。

なお、本研究は科学研究費補助金一般研究(B)の補助で行われていることを記して謝意とします。

参考文献

- 1)V.J.Modi ; Moving Surface Boundary-Layer Control as Applied to Two-Dimensional Airfoils
American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc. ,1989
- 2)V.J.Modi ; Moving Surface Boundary-Layer Control as Applied to Two and Three Dimensional Bluff bodies , Prc. of 8th International Colloquium on Industrial Aerodynamics , 1989.
- 3)久保喜延 ; 境界層加速による正方形角柱の耐風制振法 ,1991 構造工学論文集

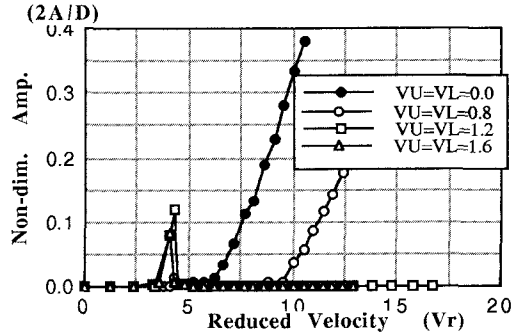


図 3 応答図(両軸同回転)

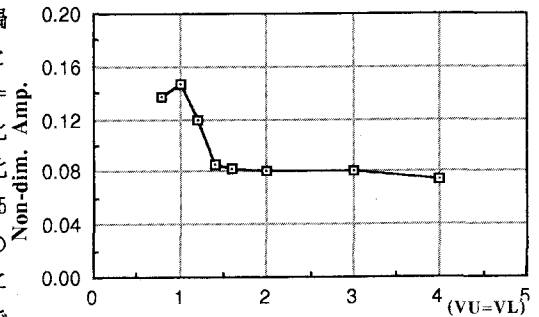


図 4 最大渦励振(両軸同回転)

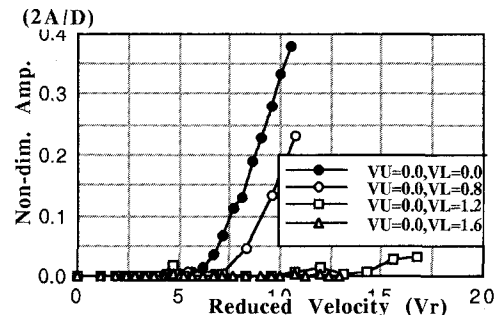


図 5 応答図(片軸のみ回転)