

境界層加速による矩形柱の静的空気力制御

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
 九州工業大学・工学部 正 員 加藤九州男
 九州工業大学・工学部 学生員 小坪 千野

1. まえがき 境界層加速による構造物の制振法とは、風による振動を起こす原因となっている物体からの剥離を遅らせる方法である。本研究ではそのための方法として、図-1に示しているように物体の前縁隅角部に回転軸を設けて、それを回転させる方法を使用した。これまでの研究¹⁾でこの方法により、空力弾性振動の制振が可能であることが分かっている。そこで、今回はこの方法によって静的空気力がどの程度改善されるかについて、詳細な検討を行った。

2. 実験概要 実験に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、供試模型は図-1に示しているように上流側の上下隅に直径15mmの回転軸を設けた正方形角柱(150×150×900mm)を使用した。実験はこの供試模型を使用して、図-2に示しているように回転軸をそれぞれ図中の矢印の方向に回転させる3つのタイプ(TYPE 1, TYPE 2, TYPE 3)について三分力測定を行った。この回転軸の回転効果については回転軸の表面速度を接近風速の比の形にして評価を行った。この三分力測定については各タイプごとに、迎角を -10° から $+10^\circ$ まで 2° 間隔で回転速度比が0, 0.4, 0.8, 1.2, 1.6となる5つのパターンについて測定を行った。

三分力測定によって測定された空気力は次式のように空気力係数として整理している。

$$C_D = D / (1/2 \rho V^2 H \ell)$$

$$C_L = L / (1/2 \rho V^2 B \ell)$$

$$C_M = M / (1/2 \rho V^2 B^2 \ell)$$

ただし、 C_D :抗力係数、 C_L :揚力係数、 C_M :空力モーメント係数

D :抗力、 L :揚力、 M :モーメント、 V :測定風速

ρ :空気密度、 B :模型幅、 H :模型高、 ℓ :模型長

各係数は図-2中に示している矢印の方向を正としている。

以下に用いられる V_u 、 V_l はそれぞれ上側と下側回転軸の表面速度の接近流速に対する比率を示している。

3. 実験結果・TYPE 1: 抗力係数は同一迎角において、回転比を高くするにしたがって低下してくる。迎角 0° において $V_u = V_l = 0$ の値に比べて、最大で $V_u = V_l = 1.6$ のとき約5割程度低下する。それぞれの回転比における抗力係数と迎角の関係についてみると回転比を高くすることで、断面形状を偏平化することと同様な効果が得られている。次に揚力係数についてみると、無回転時には負の勾配であったが、回転比を高くするにしたがって正の勾配へと変化してくる。このことより抗力係数と同様に回転比を高くすることにより、みかけの断面形状が偏平化してると考えられる。空力モーメント係数に関しては回転軸が回転することで、無回転時の勾配よりも大きくなっている。

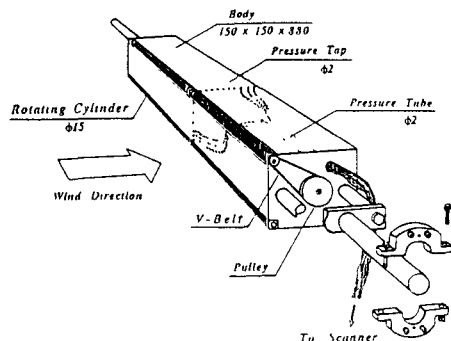


図-1 供試模型

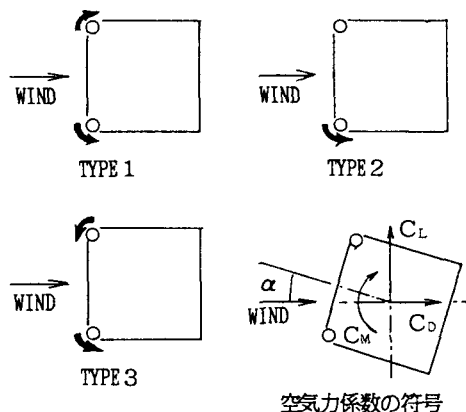
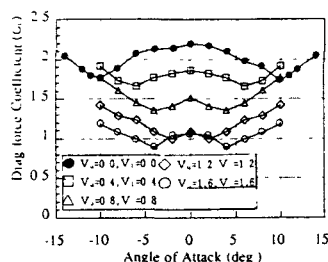
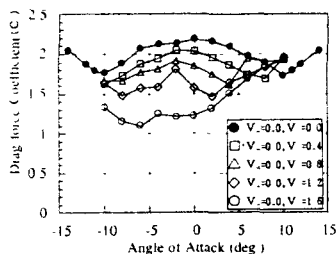


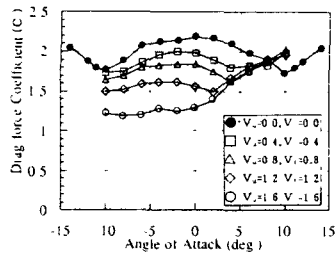
図-2 実験タイプと空気力係数の符号



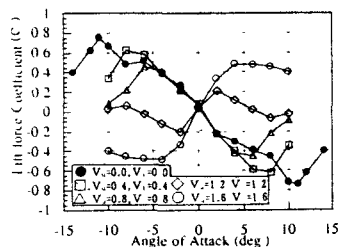
(a)TYPE1:抗力係数



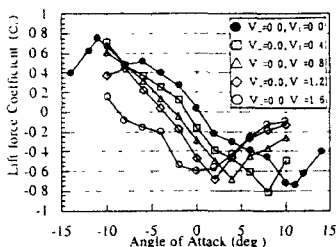
(a)TYPE2:抗力係数



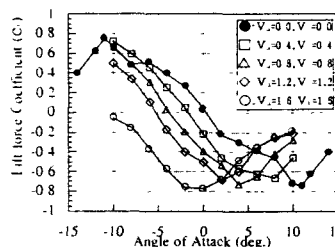
(a)TYPE3:抗力係数



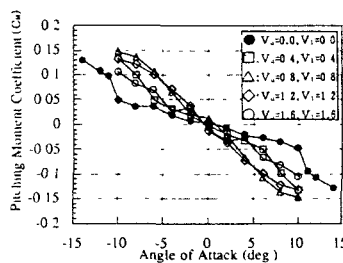
(b)TYPE1:揚力係数



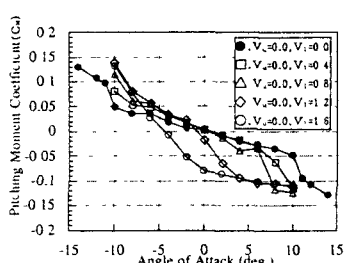
(b)TYPE2:揚力係数



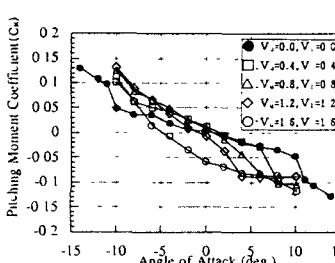
(b)TYPE3:揚力係数



(c)TYPE1:空力モーメント係数



(c)TYPE2:空力モーメント係数



(c)TYPE3:空力モーメント係数

図-4 TYPE 1 : 各空気力係数

図-5 TYPE 2 : 各空気力係数

図-6 TYPE 3 : 各空気力係数

・TYPE 2 : 抗力係数は同一迎角において回転比を高くするにしたがってTYPE 1と同様に低下している。しかし、TYPE 1ほどには低下していない。揚力係数についてみると、揚力係数が零となる迎角は回転比を高くするにしたがって負の迎角側に移行している。例えば $V_1=1.6$ では迎角が -9° 付近で揚力係数が零となっている。また、揚力係数の勾配が負から正へ変化する迎角は $V_1=0$ で $+11^\circ$ であったが $V_1=1.6$ では 0° となっているように、勾配が変化する迎角は回転比を高くすることで負側に移行している。下側だけの回転では迎角をよりマイナス側にしたことと相当していると考えられる。空力モーメント係数については片側だけの回転ではいずれの迎角においても無回転時より大きくなっている。これは片側だけの回転によって、回転させている側での表面圧力分布が一様でなくなり、中心軸に関するモーメントが大きくなったためである。

・TYPE 3 : 各係数ともにTYPE 2と同様の傾向であり、ほとんど同じ結果である。これは上側の回転軸を逆回転させる効果がないことを意味している。

4.まとめ 今回の実験結果から次のようなことが分かった。

1. 両回転軸が同回転比の場合は断面形状をみかけ上偏平化し、回転比を高くすることで断面の偏平化を促進させることに相当している。また、無回転時に比べて抗力係数を最大で50%程度低減させることができた。
2. 片側だけの回転では、みかけ上迎角をつけることに対応し、回転比を高くすることで、より迎角を大きくすることに相当している。また、無回転時に比べて両軸同回転ほどではないが抗力係数を低減することができた。

参考文献 1) 久保他：境界層加速による正方形角柱の耐風制振法、構造工学論文集 Vol.37A,1991