

境界層制御による偏平断面柱のフラッター制振法

九州工業大学 学生員○幽谷栄二郎

正 員 久保 喜延

正 員 加藤九州男

若築建設(株)

森田恵三郎

1. まえがき

これまで、著者らは正方形断面柱において、ローターを用いた境界層制御による制振対策を試みている。正方形断面柱に発生するギャロッピング等に対して、ローターによって有効な制振効果が確認されている。

そこで、本研究では偏平断面柱にローターを取り付け、フラッターに対する制振効果を検討する。

2. 実験概要

1) ねじれ振動実験 実験には、空力弾性試験用風洞(測定断面1070×1070mm)を用いた。この風洞内に図1に示す偏平率($B/D=10$)の供試模型をねじれ1自由度振動系に板バネで支持し、自由振動法による応答実験と空力減衰の測定を行った。なお、ローターは図2に示すような回転方向に固定し、迎角 α を $-6^\circ \sim +6^\circ$ まで 2° 毎に、ローターの速度比 r (ローターの表面速度/接近風速)を0.0~1.0まで0.2毎に変化させて実験を行った。

2) 三分力測定 ねじれ振動実験と同様の風洞、供試模型を用いて静的三分力測定を行った。また、回転方向および速度比 r はねじれ振動実験と同様に、迎角は $-10^\circ \sim +10^\circ$ まで 2° 毎に測定を行った。

3. 実験結果および考察

① ねじれ振動実験

ローターの速度比の変化による効果は、応答特性に顕著に現れている。ここでは、迎角 $\alpha=+6^\circ$ と $\alpha=-2^\circ$ について述べる。

1) 迎角 $\alpha=+6^\circ$

図3に、速度比 $r=0.0, 0.6, 1.0$ のときの応答図を示す。図4に、換算風速 $Vr=350$ のときのそれぞれの速度比における空力減衰率を示す。図3では、速度比を上げることでよりフラッター発振風速が高換算風速側に移動しており、ローターによる制振効果が現れている。また、図4では、速度比を上げることで、発散力が小さくなり、正減衰力に移行している様子がわかる。このことから、ローターによる境界層制御の制振効果が確認できる。

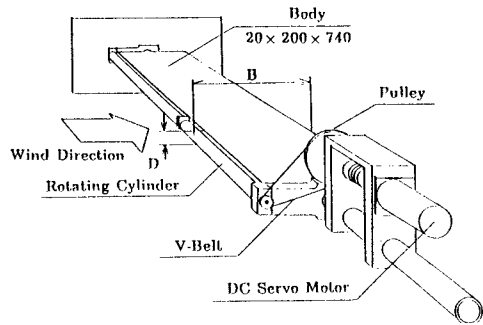


図1 供試模型

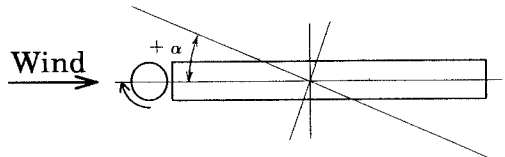
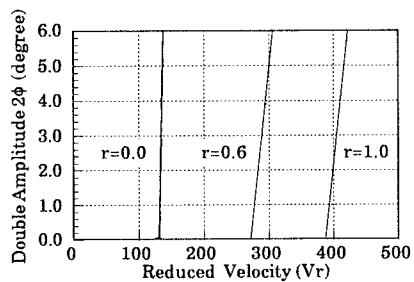
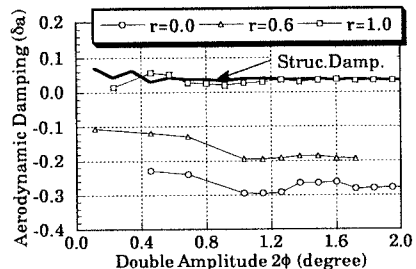


図2 ローター回転方向

図3 迎角 $\alpha=+6^\circ$ の応答図図4 迎角 $\alpha=+6^\circ$ の空力減衰図($Vr=350$)

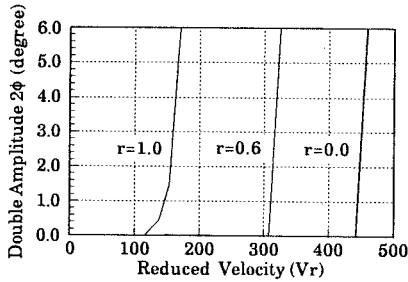


図5 迎角 $\alpha = -2^\circ$ の応答図

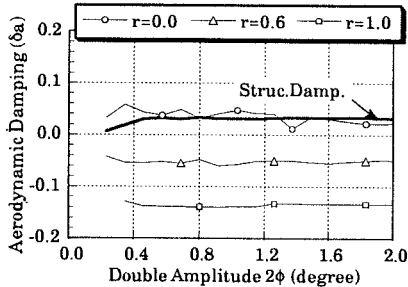


図6 迎角 $\alpha = -2^\circ$ の空力減衰図 ($Vr = 350$)

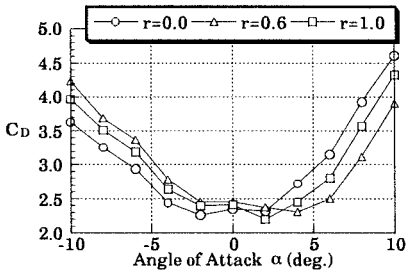


図7 抗力係数 C_D

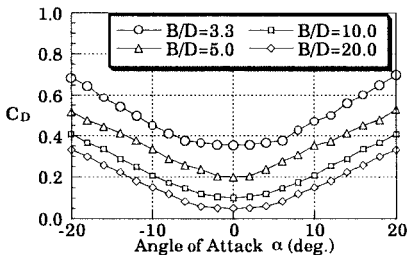


図8 長方形断面柱の抗力係数 C_D

【参考文献】

- 1) 安田, 久保, 加藤: 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. 3
- 2) 安田, 久保, 加藤: ローターによる境界層制御時の静的三分力特性, 土木学会第47回年次学術講演会, 1992. 9

2) 迎角 $\alpha = -2^\circ$

図5に, 1)と同様のときの応答図を示す。図6には, 換算風速 $Vr = 365$ のときのそれぞれの速度比における空力減衰率を示す。図5, 6ともに1)で述べた事柄と全く逆の傾向を示しており, 負の迎角では制振効果は発揮されずに, 振動を誘起すると言える。

②三分力測定結果 抗力係数を図7, 空力モーメント係数を図9に示す。また, 揚力係数については速度比 r によりほとんど変化しないので, ここでは割愛する。

1) 抗力係数について

$+4^\circ \leq \alpha \leq +10^\circ$ では速度比 r を上げることににより, 抗力係数が減少し, $-10^\circ \leq \alpha \leq +2^\circ$ の範囲では, 抗力係数の増加がみられる。この傾向を, 長方形断面柱の断面比が変化したときの抗力係数のグラフ(図8)の傾向と比較すると, 前者では, 速度比を上げることににより, 断面を偏平化させたものと同じような効果を示している。後者では, 逆の効果を示している。

2) 空力モーメント係数について

速度比 r を上げると空力モーメント係数が全ての迎角で減少している。特に正の迎角での減少効果が大きいようである。これは, ローターによる境界層制御の効果が, 物体に静的に働く空力モーメントの減少という形で現れているものである。

4. まとめ

今回の実験で, 境界層制御によるフラッター制振法の有効性が確認できた。ただし, この制振法では, ローターの回転方向によっては, 振動を誘起する場合があることがわかる。

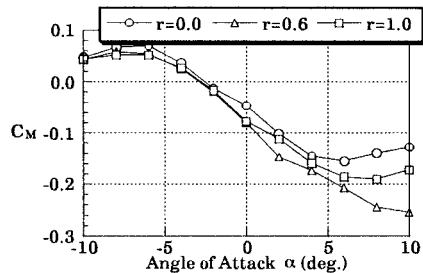


図9 空力モーメント係数 C_M