

I-A 228

回転ローター付正方形角柱の空力特性および乱流中での耐風特性の検討

鹿島建設(株) 正員○林田 宏二
 (研究当時 九州工業大学大学院生)
 九州工業大学 正員 久保 喜延
 福岡県 藤 浩二郎
 九州工業大学 学生員 伊東弘一郎

1. まえがき

これまで著者らは、回転ローターを用いた境界層制御による耐風制振法について検討を行ってきた。今回は既往のものと異なる曲率半径のローターを取り付けた二次元供試模型を用いて、隅角部の形状や露出程度による空力特性の変化について検討を行った。また、乱流格子による一様乱流中におけるたわみ応答実験を行い、乱流中での応答特性およびローターによる制振効果について検討を行った。

2. 実験概要

実験は、九州工業大学付属の空力弾性試験用風洞(測定断面 1070×1070mm)で行った。供試模型には、Fig.1のように全隅角部に直径 20mm のローターを取り付け、隅角部の曲率半径は辺長の 10%としている。

(模型諸元：対数構造減衰率 $\delta=0.011$ ，たわみ固有振動数 $f=2.40\text{Hz}$ ，重量 $m=6.20\text{kgf}$)

各実験諸元についてまとめたものを Table.1 に示す。

Table.1 実験諸元

	隅角部処理		ローター 回転パターン	回転速度 比 sr	迎角 $\alpha(\text{deg})$
	1/4 露出	全露出			
静的 三分力測定	○	○	TYPE1 TYPE2A,B	0.0,0.408 1.0,1.2	-15~+15 まで2おき
たわみ測定 (層流・乱流)	*	○	TYPE3A,B TYPE4	0.0,0.408 1.0,1.2,1.6	0

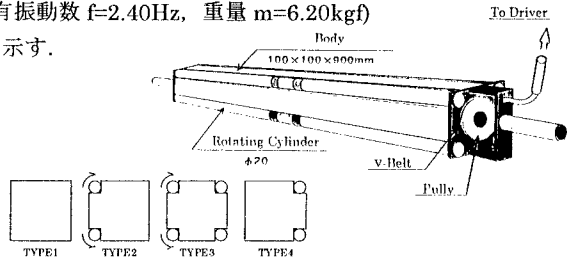


Fig.1 二次元供試模型およびローター回転パターン

ローターの露出程度は 1/4 露出と全露出の 2 パターンとし、ローター回転パターン名は片側回転を A，両側回転を B とする。ローターの回転速度比 sr は接近風速に対するローターの表面速度の比で評価している。

3. 実験結果および考察

以下に、既往の検討の結果、最も制振効果が高かった TYPE2B(両側回転)の実験結果について述べる。

ローターの露出程度による空力特性の変化

Fig.2 および Fig.3 に静的揚力係数についてローターを 1/4 露出させたケースと全部露出させたケースを比較したものを示す。これより、1/4 露出させたケースでは回転速度比による空力特性の変化は小さく、全部露出させたケースの方が空力特性の大きな変化を得られていることが分かる。このことは剥離点以外の隅角部近傍のローターの回転が空力特性の変化に関与していることを示している。

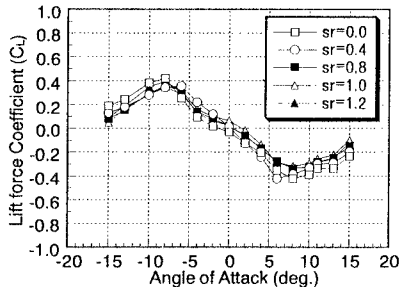


Fig.2 静的揚力係数 (ローター 1/4 露出)

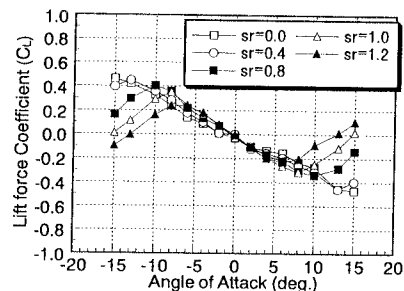


Fig.3 静的揚力係数 (ローター 全露出)

ローターの曲率半径による空力特性の変化

Fig.4 および Fig.5 に、ローターの回転による空力特性の変化が大きかったローター全露出について、ローターの曲率半径が 5%と 10%でのたわみ応答図を示す。実験結果を比較した場合、いずれもローターによって制振することが可能であるが、曲率半径が5%のローターよるものが有効な制振効果を示していることが分かる。これはローターの曲率半径が増加したことにより、基本断面に対して断面形状が変化する範囲の増加が、ローターの効果に影響しているものと考えられる。

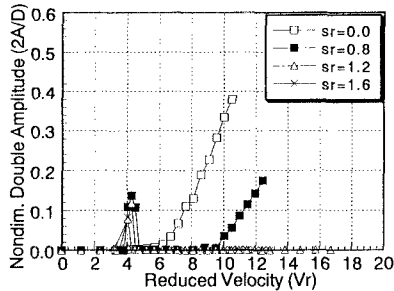


Fig.4 たわみ応答図（ローター曲率半径 5%）

乱流中でのローターの制振効果

次に、乱流格子による二次元一様乱流中(乱れ強度 8～9%程度)での 1 自由度たわみ実験の応答図を Fig.6 に示す。ローター静止時における TYPE2 の乱流中での応答傾向は正方形断面のものより $B/D=2$ のものに近い。また、ローターの回転速度比による応答の変化について着目すると、 $sr=0.4$ においてギャロッピング発振風速が低下し、応答特性が悪くなっている。これはローターを低速で回転させた場合には、周辺流れの流速変動を小さくする程度の効果しか得られず、その結果、乱れ強度が小さくなることでギャロッピング発振風速が低下したと考えられる。さらに回転速度比を上げると応答は安定化傾向を示し、 $sr=1.0$ 以上では完全に制振される。

また、乱流中において問題となる不規則強制振動のバフェッティングに対するローターの効果に着目した場合、Fig.7 に示すように回転速度比を上げることで二乗平均応答振幅(RMS 値)および最大応答振幅(MAX 値)ともに減少しており、ローターを回転させることはバフェッティング制振に対しても大きな効果があることが判明した。

4. まとめ

今回の実験より、ローターの露出程度が空力特性の変化に対し、重要なパラメーターであることが判明した。また乱流中においてもローターによる有効な制振効果を得ることができ、不規則強制振動であるバフェッティングに対しても制振効果を発揮することが分かった。今後は、乱流中での低回転速度域での応答変化やローターの露出程度によるローターの効果について詳細な検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 松本 勝 他『各種空力振動現象に及ぼす乱れの影響』,第 10 回風工学シンポジウム(pp.115-120,1988.12)
- 2) 久保喜延 他『ローター付正方形角柱の境界層制御による二次元静的空気力特性』,第 12 回風工学シンポジウム(pp.155-160,1992.12)

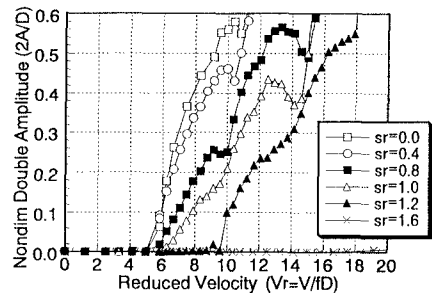


Fig.5 たわみ応答図（ローター曲率半径 10%）

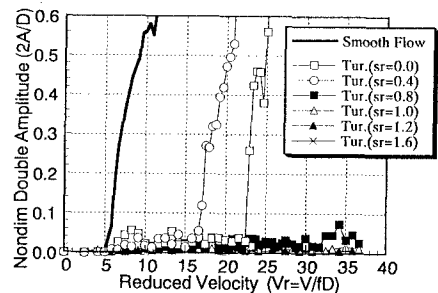


Fig.6 乱流中でのたわみ応答図

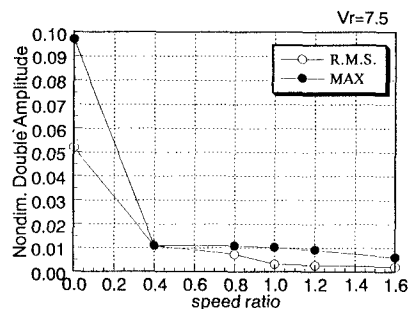


Fig.7 バフェッティングに対するローターの効果