

立命館大学大学院 学生員 ○ 朴 峻佑
立命館大学理工学部 正会員 小林 紘士

1. はじめに

構造材料の進歩，構造手法や耐震構造法の発展等により，構造物は，大型化，軽量化，形式の多様化が進み，長大橋が建設されるようになった。フレキシブル構造物では風によって引き起こされる空力弾性振動が重要視されている。本研究では空力弾性振動のうち限定振動である渦励振を対象とする。断面辺長比 ($B/D=$) 4 の長方形角柱の角部にローターを付け，剥離渦を制御して渦励振の発生を制御することを風洞実験により試みる。この研究では，接近風により回転するローター¹⁾を用い，境界層制御法による制振を検討する。

2. 風洞実験の概要

本研究で用いた模型は，図-1 で示すような断面辺長比 ($B/D=$) 4，全長 $L=600\text{mm}$ ， $B=320\text{mm}$ ， $D=80\text{mm}$ の 2 次元剛体模型である。このような模型を鉛直曲げ，ねじれ 2 自由度にバネ支持し，立命館大学理工学部所有のゲッチングン型風洞にて，一様流を風洞風速 $2\sim 7\text{m/s}$ の範囲で作用させ，気流の迎角は 0° ， $+3^\circ$ ， $+5^\circ$ とし，模型のたわみ・ねじれ応答測定実験を行った。そして，ローターは接近風によって回転できるように，図-2 に示す形状を検討した。その結果，最も回転が良かった Cross 形状と Crevice Triangle 形状のうち実験上問題が少なかった Crevice Triangle 形状のローターを用いて，基本断面である $B/D=4$ の長方形角柱との応答特性による渦励振制御の検討を行った。その模型の諸元値を表-1 に示す。

3. 実験結果

3.1 接近風で回転するローターによる制御実験

図-3 のようにローターの設置位置を変化させた 3 ケースの実験を行った。いずれの場合もローターは接近流の力のみで回転した。ローターの回転数は風速に比例して増加する。迎角 0° ，風洞風速 5m/s のときにおけるローターの回転数は前縁上下部で 35rps ，後縁上下部で 10rps 程度であった。Case-1 のたわみ応答の結果を図-4 に示す。迎角 0° では，最大応答振幅が基本断面とほぼ同じ値であるが，迎角 $+3^\circ$ では最大応答振幅が大きく低減され，迎角 $+5^\circ$ では，ほぼ完全に渦励振を制御できた。そして，渦励振の発生する風速域においても迎角 0° では，基本断面より少し狭い範囲を示しているが，迎角が大きくなるにつれ基本断面より狭い範囲を示している。ローターを付けることにより，

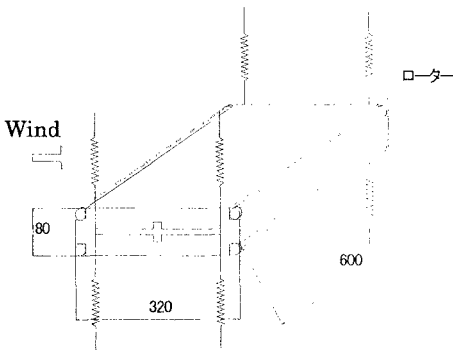


図-1 ローターの模型図

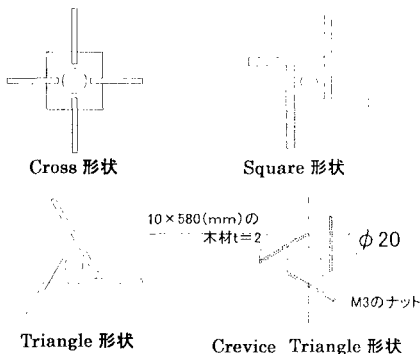


図-2 ローターの断面形状

表-1 模型の諸元値

		基本断面	ローター断面	モーター使用
重量 (Kg/m)		9.37	9.37	10.42
振動数 (Hz)	たわみ	7.23	7.23	6.98
	ねじれ	9.28	9.28	8.96
減衰	たわみ	0.020	0.020	0.020
	ねじれ	0.019	0.019	0.020

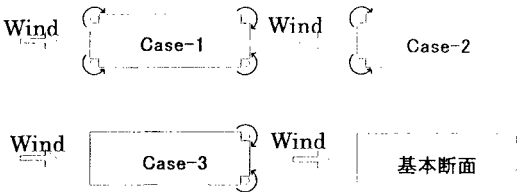


図-3 ローターの設置位置

本実験の範囲においては迎角が大きくなるにつれてより高い制御効果が認められた。

ローターを前縁のみ (Case-2)、後縁のみ (Case-3) に付けた場合の応答を調べた。迎角 $+5^\circ$ の結果を図-5に示す。いずれの場合も低風速での渦励振は制御された。Case-2ではCase-1と同様迎角 $+5^\circ$ においてほぼ完全に渦励振が制御され、渦励振が発現する風速域も基本断面よりも狭い結果を示している。Case-3では基本断面の最大応答振幅よりも大きな値が得られた。これにより、前縁部ローターの制御力が渦励振の制振効果に大きく影響する結果を得られた。本実験で行ったねじれ応答測定結果においても、たわみ応答特性と同様にCase-3においては制振効果が見られず、Case-1, Case-2において渦励振制御効果がみられた。

3.2 モーターを用いたローターによる制御実験

ローターの回転数は渦励振応答特性に大きな影響をもたらす。そこで、ローター回転数と応答振幅の関係を把握するため、迎角を 0° とし、Case-2の断面を用いてローターの回転数をモーターで調節し、応答実験を行った。ローターの回転数を変化させた時の最大応答振幅測定結果を図-6に示す。ローターの回転数が低い0, 1200, 1800rpm (0, 20, 30rps)の時はローターの回転数の増加につれ最大応答振幅が減少し、ローターの回転数が2400 rpm (40 rps)時にたわみの応答振幅が無くなり、これより高い回転の時も同様の結果を得られた。以上から、本研究ではローターの回転数を増加させることによってより高い制御効果が得られた。

4. まとめ

本研究は基本断面 ($B/D=4$ の長方形角柱) の渦励振を制御するために、風によりローターを回転させ渦励振を制御することを目的とし、風洞実験により応答測定を行った。その結果は以下のようである。

- (1) 接近流により回転するローターで、迎角 0° では基本断面との最大応答振幅は変わらないが、発生風速域が狭まる。迎角 $+3^\circ$ 、 $+5^\circ$ では最大応答振幅が大きく低減する。
- (2) ローターの渦励振制御効果は前縁部で生じ、後縁部は低風速の渦励振のみに効果がある。
- (3) ローターの回転数を増加することにより、迎角 0° 時の渦励振も押さえられる。

【謝辞】 本研究を遂行するにあたり御協力頂いた立命館大学理工学部4回生の岡田孝氏に謝意を表します。

【参考文献】 1) 久保喜延, 安田英明, 小坪千野 : 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, 1992

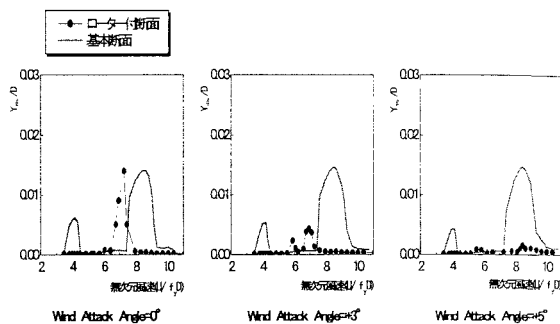


図-4 ローター付角柱のたわみ応答特性

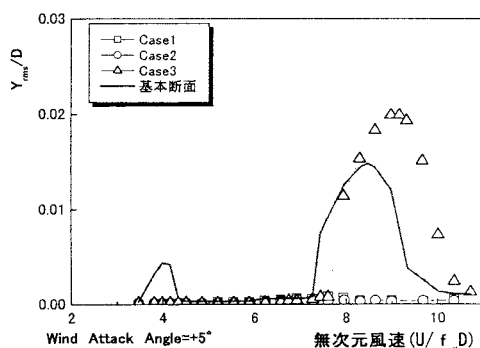


図-5 ローターの設置位置変化によるたわみ応答特性

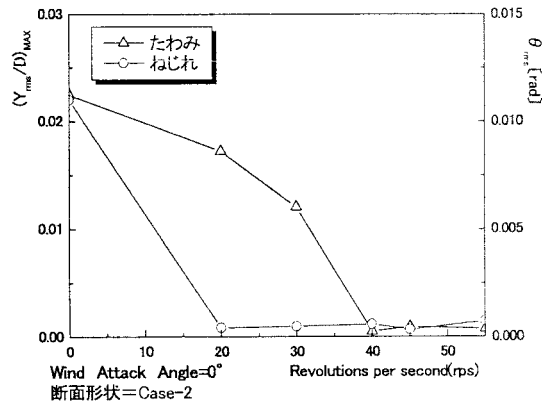


図-6 回転数変化による応答特性