

前縁からの脈動噴流による角柱の空力振動制御

日本大学大学院理工学研究科	学生会員	○高木 耕平
宮地鐵工所株式会社		目時 通裕
日本大学大学院理工学研究科	学生会員	岡田 俊彦
日本大学理工学部	正会員	野村 卓史
岡山大学環境理工学部	正会員	比江島 慎二

1. はじめに

物体の空力振動を抑制するアプローチの1つは剥離流の挙動を変化させるものであり、種々の試みがなされている。比江島らは、剥離直後の発達過程にあるせん断層を物体内部からの噴流で刺激することで振動を抑制できることを数値流体解析によって示している^{1) 2)}。著者らはこの着想を実験で実証することを試みてきた³⁾。本研究では、長方形断面の上下の前縁から出る脈動噴流が空力振動に与える影響について実験を行ったので報告する。

2. 実験装置概要

実験装置の概要を図1に示す。使用する小型風洞は縦60cm、幅30cmの断面を有し、最大風速10m/sまで一様に発生させることができる。長方形断面模型はコイルバネで4点支持し、その振動変位をレーザー変位計で測定する。模型から上下に吹き出させる気流はACサーボモーター風洞2本で空気挿入ホースを通して送風する。

実験で使用した長方形断面模型を図2に示す。模型の外形寸法は高さ $D=6\text{cm}$ 、横12cm、軸方向長さ27cmで、上下面の前縁に沿った空気排出溝の幅をいずれも0.4cmとした。また、空気排出溝から噴出する風量が多く、かつ噴出流の風速分布が軸方向にできるだけ一様になるようにするため、模型の内部構造は空気挿入口側を広く模型の奥を狭くするような階段型の仕切りを入れた構造とした。

小型風洞から風を吹かせ模型を振動させた時の模型の倍振幅を図3に示す。模型は風速2m/s以上で上下に発散振動を生じた。

3. 脈動噴流

ACサーボモーター風洞を駆動し、種々の脈動気流を空気挿入口から入れて、空気排出溝から脈動噴流を発生させた。図4はその一例で、ACサーボモーター風洞への入力電圧を中央値6.00V、片振幅1.57V、周期0.38sで空気挿入口から20cmの位置で測定したものである。脈動的な噴流が発生できている。また、ACサーボモーターに電圧を入力してから空気排出溝から噴出するまで約0.32sの遅れがあった。

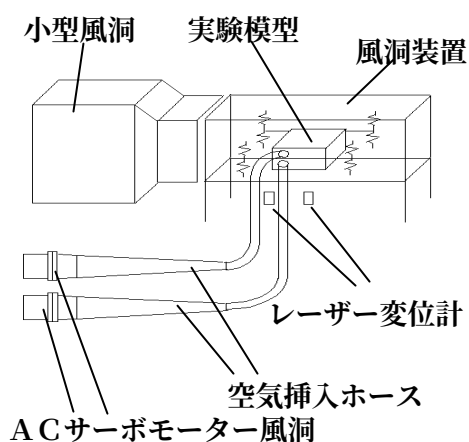


図1 実験装置の配置

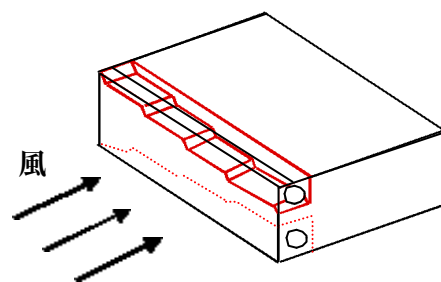


図2 使用模型（空気排出溝）

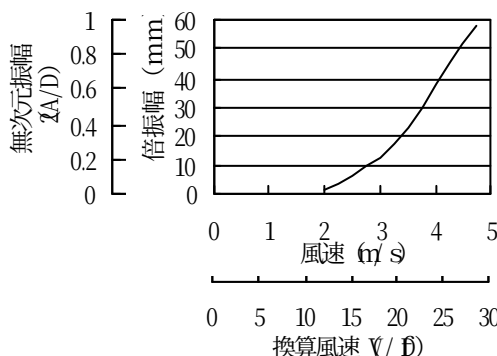


図3 空力振動の倍振幅

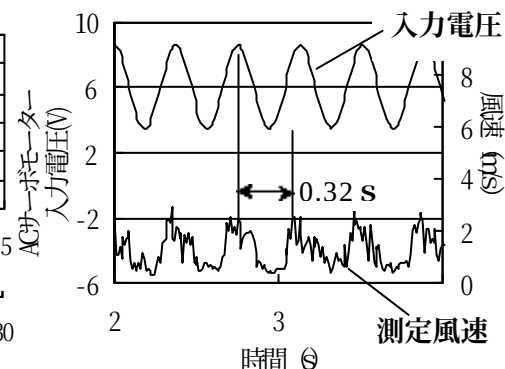


図4 脈動気流の風速測定

キーワード：剥離流，脈動噴流，振動抑制，ACサーボモーター風洞

連絡先：東京都千代田区神田駿河台1-8-14 Tel/Fax 03-3259-0411

4. 振動抑制実験

小型風洞を用いて模型に定常的な気流を作用させ模型が振動している状態で、その模型の振動波形を入力電圧をとって脈動噴流を発生させた。図5は脈動噴流のパターンで、それぞれ模型上面の空気排出溝から出る噴流を示しており、図5の4パターンで振動抑制を行う。空気排出溝の上下で脈動噴流の位相を半周期ずらし、噴流を出す指示を送ってから実際に噴流が空気排出溝から噴出するまでの遅れ0.32sを考慮する。回路構成にはLabVIEW(日本ナショナルインスツルメンツ)を用いた。

ACサーボモーターに送る脈動流入力電圧の中央値を6.95V(吹出し風速約1.49m/sに対応)、初期の片振幅を2.95V(吹出し風速片振幅約0.77m/s)とし、入力電圧の振幅は模型の振幅に比例させた。模型に当てる風速は2.5m/s, 3.0m/s, 3.5m/sとし振動抑制実験を行った。4パターンの振動抑制実験の振幅比を図6に示す。小型風洞の風速3.0m/sを模型に作用させた時の変位を図7に、その時の脈動流(パターン1)による振動抑制結果を図8に示す。

5. まとめ

脈動噴流では小型風洞の風速3.5m/sまではパターンによっては抑制効果が見られた。脈動噴流の場合、パターン1が一番振動抑制に適していることが分かった。これは文献等から、角柱変位が最大となる時は前縁から新たな剥離渦が発生するタイミングであると推測され、噴流が剥離渦の発生あるいは発生直後の剥離渦の発達を妨げているため抑制されていると考えられる。

しかし、脈動噴流パターン2の場合は模型の振動が大きくなる。これは逆に、脈

動噴流が模型の周りにできる渦を強くしてしまったためと考えられる。このことから、脈動噴流による振動抑制はタイミングが大事である。以上より、前縁の剥離流を刺激することにより振動抑制できることが示された。

本研究は平成15年度科研費(萌芽)の補助を受けた。

参考文献

- 1) 比江島慎二ほか：振動円柱の空力安定性に及ぼす周期的吹き出し・吸い込みの影響，応用力学論文集，Vol.1, pp.641-648, 1998.
- 2) 比江島慎二ほか：流速攪乱を用いた円柱後流渦のフィードバック制御，第17回風工学シンポジウム論文集，pp.427-432, 2002.
- 3) 野村卓史，伊丹智晴，田中正之：前縁からの噴流による空力振動の抑制に関する実験，日本風工学誌，第95号 pp.157-158, 2003.

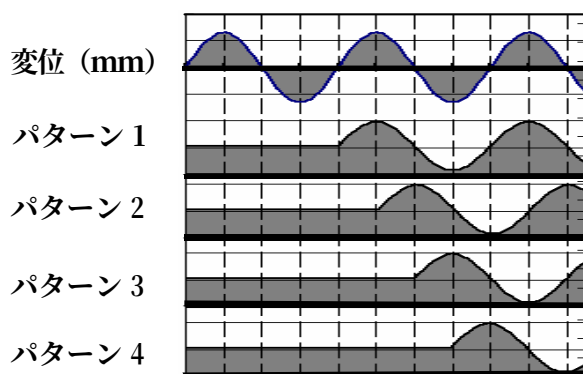


図5 脈動流のパターン

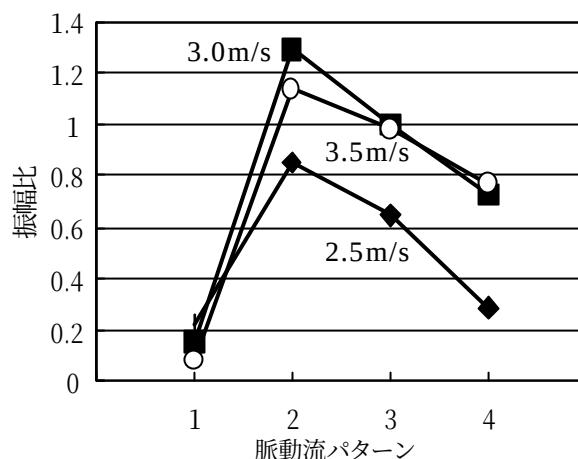


図6 パターン別による振幅比

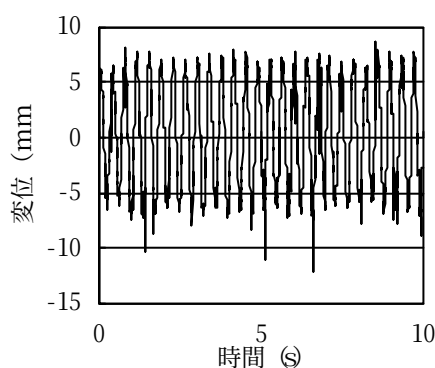


図7 小型風洞 3.0m/s, 模型の変位時刻暦図

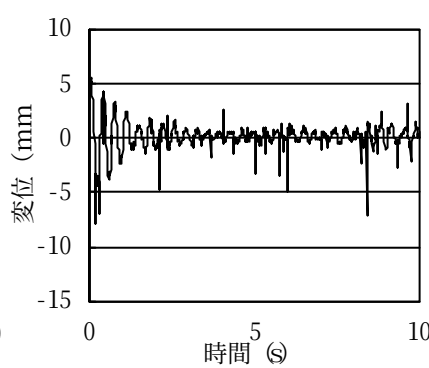


図8 小型風洞 3.0m/s, 脈動流(パターン①)による振動抑制結果