

脈動噴流によって振動が抑制された角柱周りの流れの測定

日本大学大学院理工学研究科土木工学専攻 学生会員 鈴木 克典
日本大学理工学部土木工学科 正会員 野村 卓史

1. はじめに

物体の空力振動を抑制する方法の1つは剥離流の挙動を変化させるものであり、いろいろな試みがなされている。著者らは角柱内部から脈動噴流を発生させて前縁付近の剥離流を刺激することで振動を抑制できることを実験によって実証した^{1) 2)}。本報告では、脈動噴流がどのように振動抑制に作用しているかを明らかにすることを目的として模型を固定させた時と脈動噴流による振動抑制時の角柱周辺の流れの状況を報告する。

2. 実験装置概要

本研究で使用した実験装置を図1に示す。また、実験で使った角柱模型の内部構造を図2に示す。模型内部は噴流を軸方向にできるだけ均等にさせるためホース挿入口から上下に階段状になっている。2本のACサーボモーター風洞からの気流を、ホースを通し模型内に送り込み、前縁の上下から空気排出溝を通して噴流を吹かす。模型の上下振動の変位をレーザー変位計で読み取り、その変位波形に対応した脈動噴流を一周期後に吹かせる制御電圧をACサーボモーター風洞へ送る。

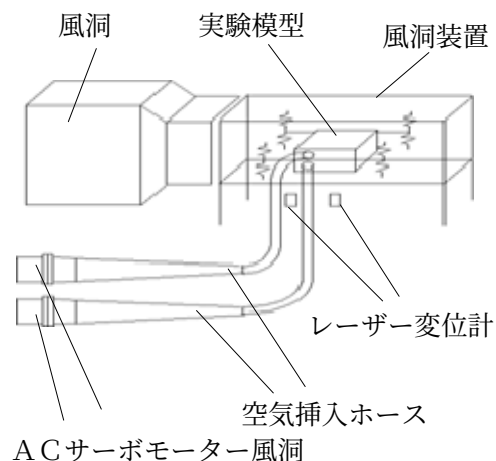


図1 実験装置の概要

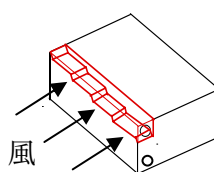


図2 実験模型

高さ	6cm
辺長	12cm
重量	180g
固有振動数	2.89Hz

3. 脈動流による抑制実験結果の例

図3は、抑制始動から噴流開始前後での模型変位とACサーボモーター風洞に送られる制御電圧を示している。制御始動の指示を出してから模型の空気排出溝に噴流が到達するまでの時間は0.32sかかる。そのため、模型振動の周期0.38sにあわせるため、制御信号を0.06s遅らせて与えた。図3に示す制御電圧は模型上縁の空気排出溝から脈動噴流が吹くタイミングに合わせてプロットしている。下縁の噴流は常に上縁と逆位相になるように吹かせた。このタイミングで脈動噴流を吹かせた時が最も抑制効果が得られた。そのときにACサーボモーター風洞に送る入力電圧は図3(b)に示すようにA点で読み取った変位に対応した電圧を1周期後のB点で吹かせるシステムとなる。この実験の結果では、角柱模型の上下振動に対して約3周期で抑制効果が得られた。

4. 角柱周辺の風速変動

脈動噴流を吹かせた時、模型周辺の流れがどのよ

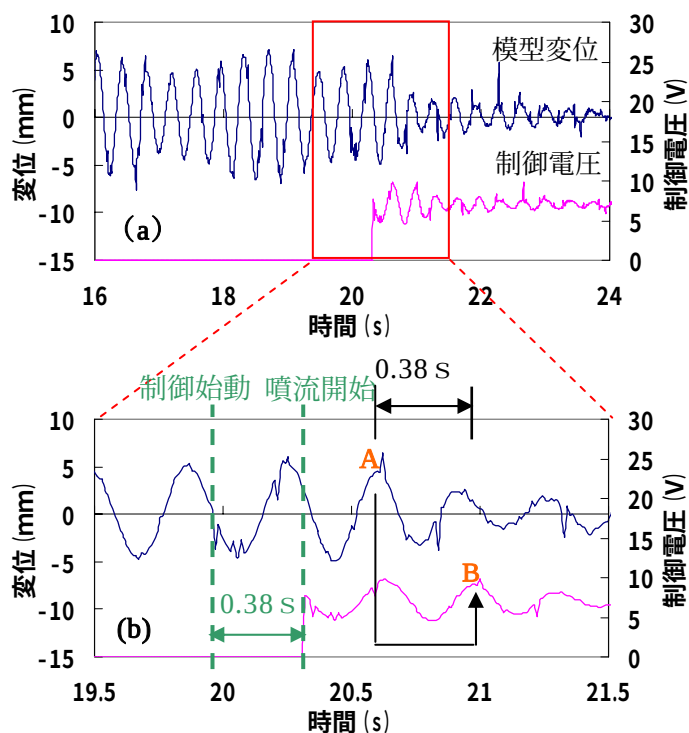


図3 抑制開始前後での模型変位，制御電圧

キーワード：脈動噴流，振動抑制，角柱

連絡先：千代田区神田駿河台 1-8-14 日本大学理工学部土木工学科 Tel03-3259-0411

うな変化をして、振動抑制させるのか知るため、模型周辺での風速測定実験を行った。図4は、熱線流速計の設置位置である。図5の(a), (b)は、風速 $U=3.0\text{m/s}$ の時の模型固定時、抑制時の各測定点での気流の主流方向成分

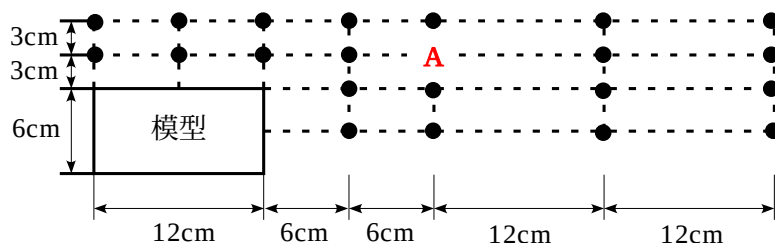


図4 熱線流速計の設置位置

u の平均風速 $\bar{u}$ である。図6の(a), (b)は、その時の乱れ強さを表す。平均風速が 2.5m/s 以下の範囲では、固定時に比べ抑制時は風下側へ伸びた。全体では固定時と抑制時を比べると平均風速が低くなる。図6の乱れ強さを見ると、固定時は模型後流で風速の乱れのピークが見られる。抑制時には固定時に見られる乱れのピークがなくなり、乱れのグラフが風下側に伸びている。

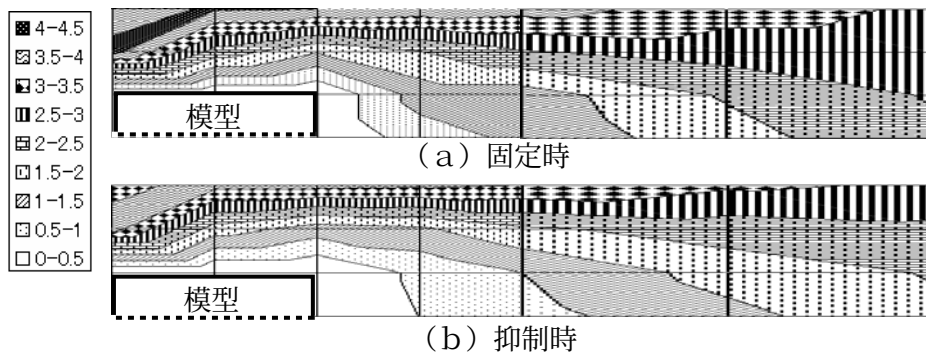


図5 測定点での平均風速（主流方向成分）

しかし、模型上方では、固定時に比べ抑制時は乱れが大きくなった。図7は風速 3.0m/s の気流内で模型固定時、振動抑制時のとき、図4で示しているA点で測定した主流方向成分の気流の風速波形とパワースペクトルである。風速波形を比べると固定時、抑制時ともに風速の乱れがあり、固定時より抑制時のほうが全体的に風速は低くなる。スペクトルの図を比べると固定時ではストローハル数 ($St=0.082$) に対応する渦放出周波数 4.1Hz に近い周波数があるが、抑制時にはパワースペクトルに明確な卓越周波数はない。

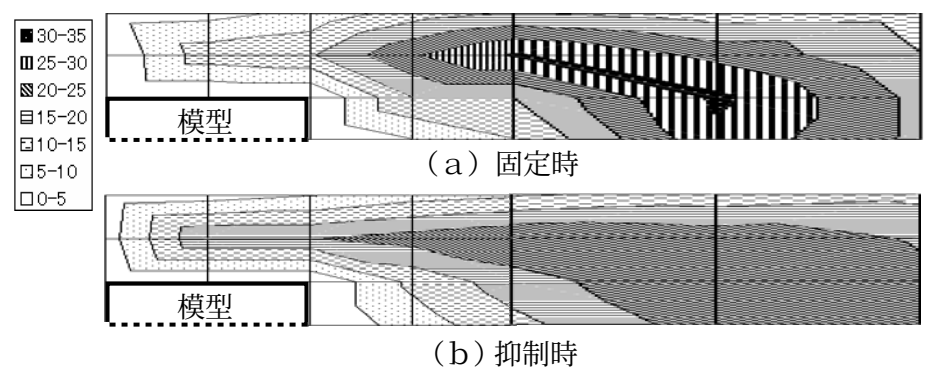
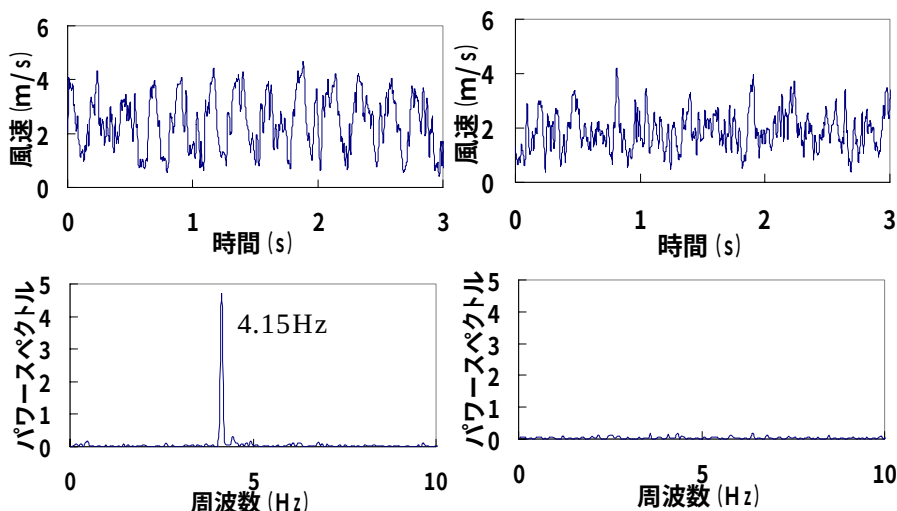


図6 模型周辺の乱れ強さ

5. まとめ
本実験で、模型固定時と抑制時では角柱周辺において、異なる流れが生じていることがわかった。今後は角柱周辺の流れの違いが振動抑制にどのように影響しているのか知るため詳細な風速測定実験と可視化実験を行う。また、模型振幅の大きさに応じて抑制ができるアルゴリズムの修正を目指す。



(a) 固定時

(b) 抑制時

図7 測定した風速と気流のスペクトル解析 (a) (b)

参考文献 1) 野村卓史 他：角柱前縁からの脈動噴流による空力振動の抑制に関する実験的研究，第18回日本風工学会シンポジウム論文集，2004

2) 岡田俊彦 他：角柱前縁からの脈動噴流による空力振動の抑制実験，日本風工学会誌，2004