

大阪府立工業高等専門学校 正 員 岡南博夫

大阪府立工業高等専門学校 ○学生員 吉岡靖記

1. まえがき 構造物を対象としたアクティブ振動制御において、制御力の発生方法は、制御理論と共に重要な研究課題となる。従来、建築構造物では、アクチュエータとしてアクティブテンドン・AMD等が採用されているが、風に起因する振動を考えると、高風速域での制御力が極めて大きなものを必要とするため、受動制御と組み合わせたHMD等が用いられることも多い。また、アクティブフィン・アクティブフラップを用いて風のエネルギーを利用しようという試みも報告されている。そこで、本研究も風のエネルギーを利用する方法として、断面隅角部よりジェットを噴出しフローパターンを変化させることによって生ずる流体力を制御力とすることを考えた。ここでは、ジェットの噴出をコントロールすることによって流体力が制御力として利用できるかどうかを風洞実験的に調べた基礎的な結果を報告する。

2. 実験方法 使用した風洞は、京都大学防災研究所の境界層風洞

(測定部：幅2.5m、高さ2m、長さ21m)である。模型は、高さ32cm、辺長8cmの正方形断面を有する矩形柱であり、風上面両側隅各部にそれぞれ高さ方向に沿って5個の噴出孔を設けた。ジェットの噴出方向は、高さ方向上向き(ケース1)と下向き(ケース2)の2ケース、ジェットの制御は、電磁バルブとPC98による制御信号で行った。模型に作用する空気力は、風洞床下に設置した6分力検出器(日章電機KK製)で抗力・揚力と各々による転倒モーメントを計測した。抗力は風下向き、揚力は風下に向かって左・右の噴出孔より交互、および同時に周期的に変動させた状態と、それぞれ定常的に噴出させた状態で空気力の計測を行った。実験装置のブロック図を図1に示す。また、周辺気流の流れの様子を調べるためにドライアイスを用いた流れの可視化を行った。

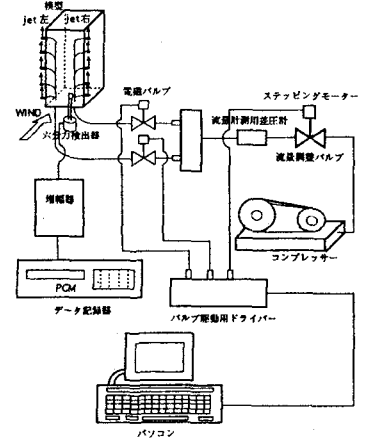


図1 実験装置ブロック図

3. 実験結果 迎え角が 0° の状態における制御力として期待した抗力・揚力とジェットの噴出状態との関係は、左右の噴出孔から同時にジェットを噴出させたときに抗力変動を発生させることができ揚力変動は生じないこと、一方、交互に噴出させたときには揚力変動を発生させることができ抗力変動が出ないことである。このことを調べた実験結果が図2、図3に示す結果であり、無次元変動抗力係数と無次元変動揚力係数のジェットに関する周波数変化特性である。これらの結果は、ほぼ予想した成果が得られたものと考えられる。ただし、図2において無次元周波数が0.1付近で無次元変動揚力係数にピークが認められる。これは、模型製作上の精度で、左右のジェットの特性が相違していること、あるいは

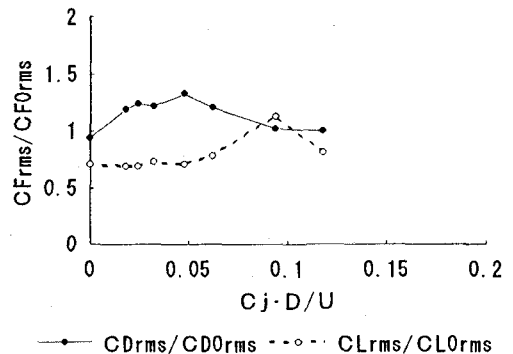


図2 無次元変動空力係数

(jet同時に変化: $Cq=0.37\%$)

Hiroo OKANAN, Yasuki YOSHIOKA

は、カルマン渦との同期現象が生じたことが考えられる。いずれにしても、動的な外部刺激に対してカルマン渦の同期現象の発生することがあるが、この問題に対しては別の機会に報告することにして、つぎに静的な実験結果を示す。

図4は、迎え角が 0° の状態における静的揚力係数であり、ジェットを左右どちらか片方だけから噴出させた場合の結果をジェットの噴出流量に関する変化特性として示した。なお、ジェットの流量は以下のように無次元化した C_q で表す。

$$C_q = 100 \cdot q / (D \cdot H \cdot U_H) \quad (\%)$$

ここに、 q ：ジェットの流量、 D ：模型断面辺長、 H ：模型高さ、 U_H ：模型頂部の平均風速。

左側のジェットを噴出すれば、左向きの揚力が発生し、右側のジェットを噴出すれば、右向きの揚力を発生する。また、ジェットの流量が増大するに従って、その大きさが増大する。このようなジェットの流量あるいは、噴出速度に関する変化特性は、断面の形状変化特性あるいは迎角変化特性的な傾向を示す。アクティブフィンでは、受風面積を増減することによって風力の増減を発生させ、構造物の振動制御に利用するが、同様に、ジェットは風のエネルギーを利用する制御力になり得る可能性を有すると考えられる。

図5は模型周辺の床面付近における流れの様子をドライアイスを用いて可視化した結果である。これらの写真より、ジェットを同時に噴出させれば、両側剥離せん断層は両側面に付着しWAKE幅が小さくなることが認められる。これは、同時にジェットを噴出しているときに抗力が低下する原因となる。一方、片側の場合には、ジェットを噴出している側の剥離せん断層が側面に付着し、ジェットの噴出している側向きの揚力が発生することが推定できる。これは、断面に迎え角を与えたフローパターンに類似したものとなり、 C_L に及ぼすジェットの噴出効果が迎角効果に対応することが知られる。

4. むすび ここで示した結果より、準定常的な領域でジェットが制御力として利用できる可能性が示された。カルマン渦との同期現象等に関しては、さらに実験結果に対する詳細な検討を加えたい。最後に、御支援をいただいた防災研の桂教授と谷池助教授に感謝の意を表します。

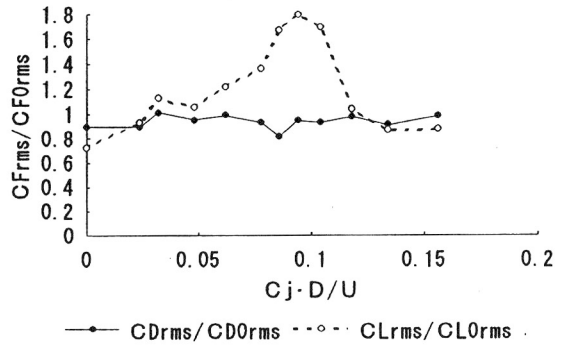


図3 無次元変動空気力係数
(jet交互に変化: $C_q=0.19\%$)

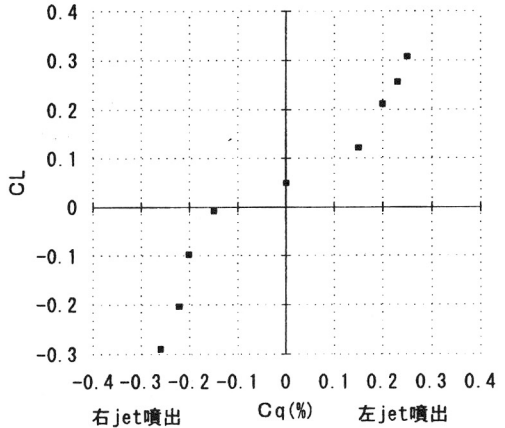


図4 $CL-C_q$

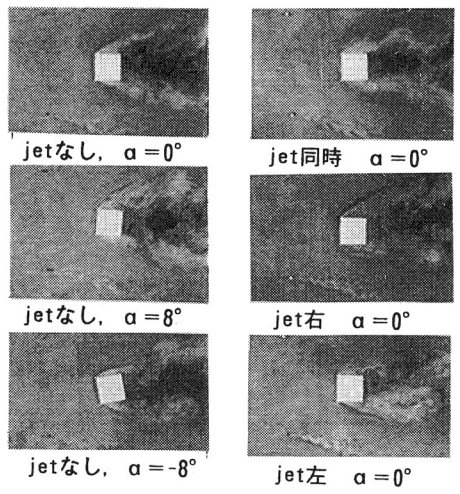


図5 床面付近の流れの様子