

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 ○今津弘貴
 大阪府立工業高等専門学校 龍後貴彦

1. まえがき 長大吊り橋、および超高層ビルのような極めて規模の大きな構造物の出現に伴って振動問題がクローズアップされ、その振動対策が重要となってきた。風に起因する振動の制振対策を考える場合、特に高層ビルでは強風時アクティブ制御システムに供給するエネルギーは極めて大きくなる。そこで、本研究では制御力の発生方法として外力となる風のエネルギーを利用する方法を考えた。ここでは、ジェットを噴出させ、断面周りのフローパターンを変化させることによって発生する流体力を利用し、振動模型実験によって基礎的なデータを収集することを目的とした。

2. 実験概要 風洞は、大阪府立高専に設置された吹き出し式風洞（測定部：高さ=1.35 m幅=1.5 m長さ=8 m）を使用した。使用した模型は、辺長17 cmの正方形断面を有し、高さ60 cmの三次元角柱である。振動モードは、風洞床面付近に設置した板バネで弾性支持することにより、風向と直角方向のロッキング振動モードを有する。

図1に実験時のブロック図を示す。ジェットの噴出方法は、ブロック図に示すように、風上面両側隅角部に各々高さ方向に沿って設けた4個の噴出孔から噴出する。ジェットの噴出タイミングは、模型の変位応答をフィードバックすることによって決定する。このジェット噴出タイミングに関するデータの収集が実験目的の一つである。さらに、風上面中央で高さ方向に沿って等間隔に20個の噴出孔を設け、その内接近する4個の噴出孔から同時に定常的に噴出させ、その位置を変化させることにより制振効果の変化特性を調べた。

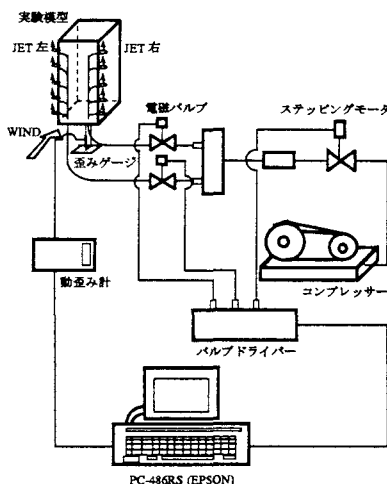


図1 実験装置ブロック図

3. 実験結果 模型高さHの0.15倍の領域で風上面中央における高さ方向に沿った4個の孔からジェットを噴出させた状態において、渦励振時の応答変位振幅の最大値に関して制振効果を調べた。ジェット無しの値で無次元化した結果を図2に示したが、これはジェットの噴出位置によって制振効果に変化を生ずるかどうかを調べたものである。図2より4個の噴出孔の中心位置が0.65~0.7H付近で極小値を示す傾向が認められる。三次元角柱の周辺気流の特性を調べた研究結果によれば、境界層中においては、周期的な渦が、模型高さの1/2より若干上側から発生し始め、下方へ伝搬するとの

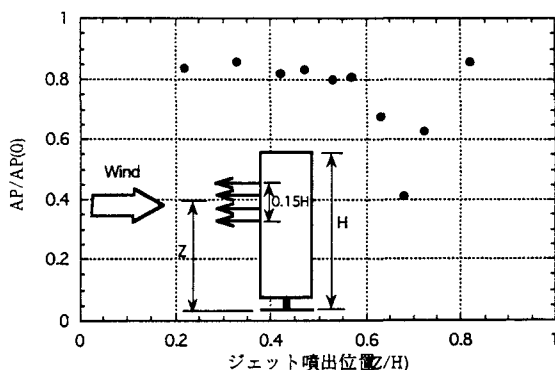


図2 前面定常ジェットによる制振効果（位置による比較）

Hiroo OKANAN, Hirotaka IMAZU, Takahiko RYUUGO

研究結果が報告されている。本研究においても、実験は境界層の厚さが約20cm程度発達した流れのなかで行われたことから判断すれば、図2に認められるように、最適制振効果を発揮する位置は、発生初期における渦をジェットによってその成長を抑制できる位置にあると考えられる。

図3はジェットを上流側隅角部から交互に噴出した場合の応答特性である。変位がゼロとなる時刻から時間 τ だけ遅らせてジェットを噴出させた結果であり、 τ の変化に伴う制振効果の変化の様子と、ジェットの流量が同じ場合には、隅角部全体にジェットを噴出させるよりも上側半分に集中して噴出するほうが制振効果の大きいことがわかる。

図4は、渦励振発生風速領域における応答振幅の τ に関する変化特性を示す。上側半分に集中して噴出した結果は、ジェット流量を毎分9, 13, および16リットルで実験した結果を示すが、これからわかるように、流量が大きくなれば、制振効果が極めて大きくなる。また、 τ に関する最適値の存在することが認められるが、この最適値は上側半分と全体で噴出する場合とで結果は大きく異なる。これは、ジェットの噴出位置、流量によって断面周りのフローパターンが大きく変化することに起因すると考えられる。

図5は、ジェットの流量が同じ場合の応答特性を示した図であり、定常的に全面から噴出させた場合（最適位置）、隅角部上半分から交互に噴出させた場合（最適 τ ）、および隅角部全体から交互に噴出させた場合（最適 τ ）に対し制振効果を比較した。このように、上半分で交互に応答をフィードバックしてジェットを噴出するとき制振効果は大きい。

5. むすび 風上隅角部に設置した噴出孔から、応答をフィードバックしてジェットを高さ方向に噴出することにより、3次元角柱の振動応答に及ぼす制振効果を風洞実験的に調べた。その結果、ジェットの噴出流量は大きいほど制振効果の大きいこと、ジェットの噴出には最適なタイミングの存在すること、ジェット噴出には最適な位置が存在するが、その位置は、3次元的に発生する周期渦の発生開始位置付近であることが推定できた。

本研究は、科学研究費一般Cの補助を受けて実施した。ここに感謝の意を表する。

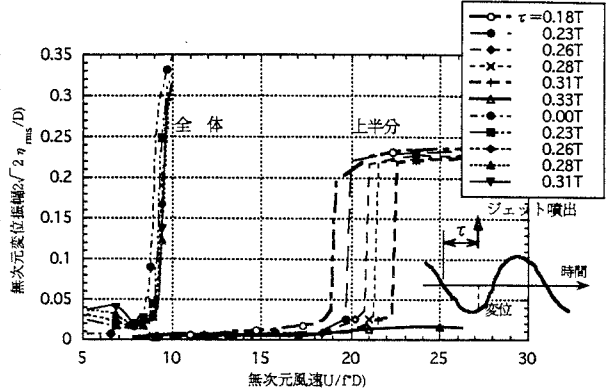


図3 無次元変位応答の無次元風速特性（ τ に関する比較）

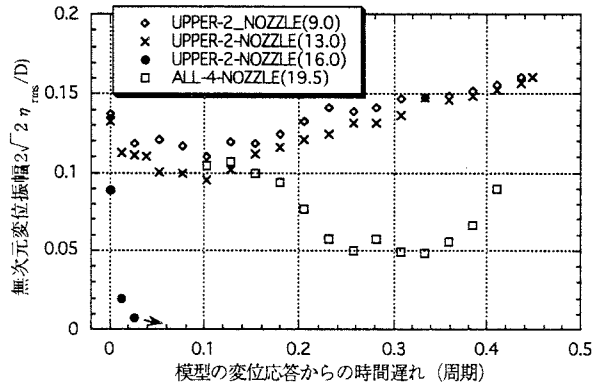


図4 渦励振時の応答のジェット噴出タイミングに関する変化特性

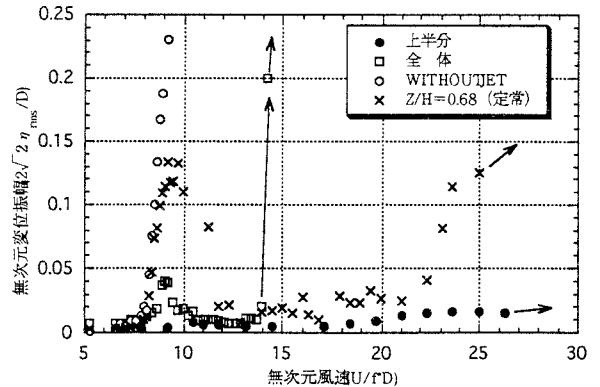


図5 無次元変位応答の無次元風速に関する変化特性