

I-235 角柱の渦励振に対する JET 吹き出し型境界層制御の効果について

NKK 正会員 園部 好洋

NKK 正会員 藤澤 伸光

1. はじめに

境界層制御は、既に実用化されている航空機の翼に見るように、元来、層流境界層内に何らかの方法で刺激を与え、流れの剥離を遅らせる技術であるが、最近これと同様の方法を鈍い物体の空力振動の制振に応用する試みがいくつか報告されている^{(1),(2)}。筆者らは、1:2角柱を対象に、前縁角部に断続的に配置したノズルから空気を吹き出す JET 吹き出し型の境界層制御の効果について調べているが⁽³⁾、これまでのところ渦励振の制振やギャロッピングの限界風速をあげることに効果があることが確認された。本報告は、この効果を定量的に評価することを目的として実施した実験に関するものである。

2. 実験の概要

実験はたわみ 1 自由度のバネ支持試験で、制振の対象は渦励振に限定した。模型は 1:2 角柱(150°×300°×1600)で、模型の重量は 16 (Kgf/m)である。渦励振の制振効果に対する JET 吹き出し量と無次元風速 V_R およびスクルートン数 $S_c (=2m\delta/\rho BD)$ との関係調べるため、振動数を 1.05~2.88 (Hz) に、構造減衰を 0.012~0.035 に、適宜変化させた。図 1 に模型の概要を示す。JET は図 1 のノズル位置から、市販の空気用ノズル(写真 1)を用いて、風軸直角、鉛直方向に扇型(エアカーテン状)に吹き出した。ノズル数は上下合わせて 18 個である。各ノズルからの JET を均一に保つため、ある程度高い圧力が必要であったので、JET の供給には小型のコンプレッサを使用した。

3. 実験結果

吹き出し流量は、従来から一様吹き出しで用いられているブリージング比(無次元流量) Q によって無次元表示する。

$$Q = \frac{q}{DLU} \times 100 (\%) \quad \dots\dots (1)$$

ここに、 q : 吹き出し総流量、 D : 模型高(150mm) L : 模型長(1600mm)、 U : 風速

図 2 は、渦励振応答の各点で振幅と吹き出し流量との関係を調べた結果である。図 2 (b)、(c)、(d) の流量は、(a) の実線の場合($f=2.88$ (Hz)) に対応する総流量である。いずれも流量が増えるに従って振幅が小さくなっているが、振幅減少の状況は、応答に含まれる不安定なリミットサイクルの影響で、各点において若干異なっている。完全に制振できる最小無次元流量は、いずれの場合も 0.6 (%)であった。また、この無次元流量 Q は、模型の振動数を変えた場合(例えば図 2 (a) の点線)でも変化しなかった。図 3 は、スクルートン数と無次元流量の関係を調べた結果である。縦軸の無次元流量は、渦励振を発生させないために必要な最小

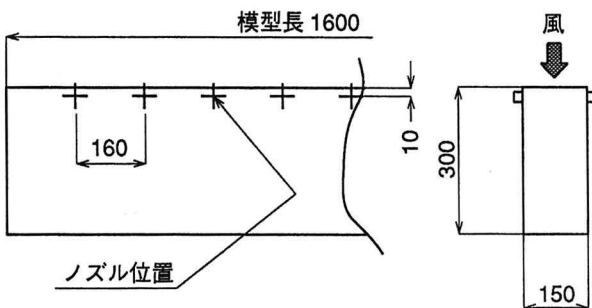
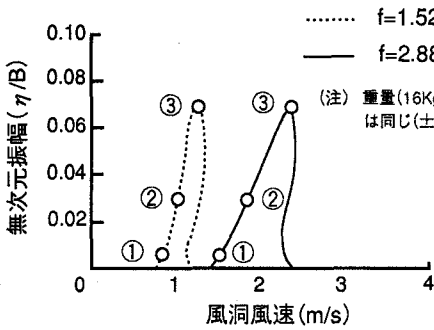


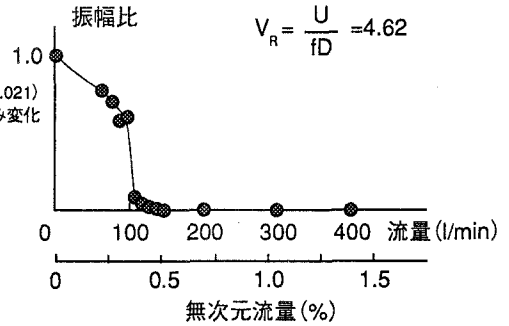
図 1 模型の概要



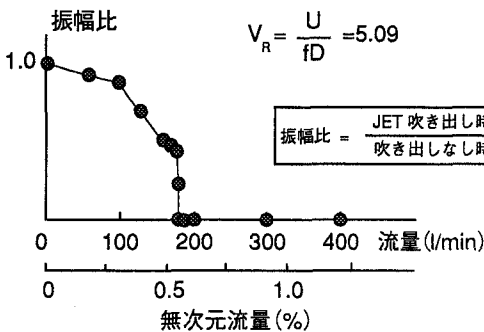
写真 1 吹き出しノズル



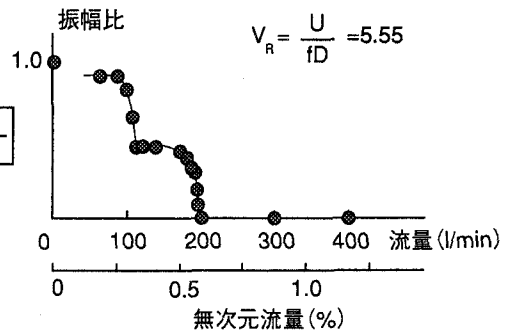
(a) 1:2角柱の渦励振



(b) 振幅と吹き出し量の関係(①付近)



(c) 振幅と吹き出し量の関係(②付近)



(d) 振幅と吹き出し量の関係(③付近)

図2 JET 吹き出し量と制振効果

の流量である。流量 Q は、スクリーン数にはほぼ反比例していることがわかる。以上のように、本実験の範囲内では、振幅のピークを与える無次元風速 V_R 、振動数 f 、図3を使って、(1)式の無次元流量 Q から振動を完全に制振できる JET の総流量 q を求めることが可能であり、(1)式の Q が境界層制御の効果を評価する一つのパラメータになり得るのではないかと思います。

4. あとがき

従来から指摘されているように、JET 吹き出し型境界層制御の効果を定量的に評価するためには、例えば JET の流速や方向等を考慮する必要がある。このような定量的評価の確立や制振のメカニズム解明、JET の最適配置等が今後の課題である。

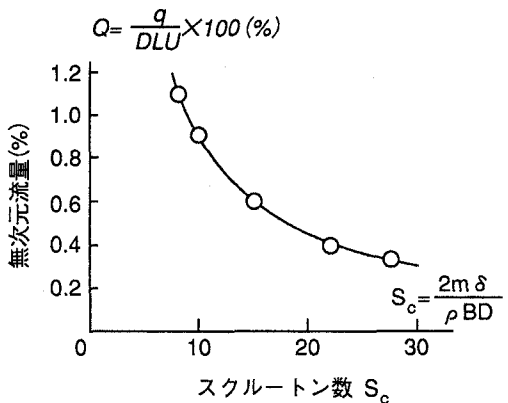


図3 スクリーン数と必要流量の関係

(参考文献) (1)岡南博夫他; Jet による空力安定化効果に関する基礎的研究(1), 日本風工学会誌第41号, 1989 (2)久保喜延他; 境界層加速による正方形角柱の耐風制振法, 構造工学論文集 Vol.37A-II, 1991.3 (3)園部好洋; 境界層制御による角柱の安定化に関する一実験; 土木学会第45回学術講演会概要集, 1990.9