

円形隅角部付き角柱の表面流れ特性

九州工業大学 学生会員 ○ 河村進一 正 会 員 久保喜延
九州工業大学 正 会 員 山口栄輝 学生会員 久保敦詩

1. はじめに

筆者らは正方形角柱の前縁に曲率を持つ断面の空力特性について研究を行い、前縁の曲率半径を増すことにより、その特性が急変することを確認した。しかし、模型はスパン方向の長さを持ち、その周りの流れは三次元的な広がりを持つため、作用する空気力の特性をより正確に把握するためには、模型近傍の流れの三次元性を明らかにすることが重要であると考えられる。そこで本研究では、模型表面付近の流れの三次元性とそのスパン方向の変化に着目し、タフト法による流れの可視化実験を行った。

2. 実験概要

使用した模型の形状および座標系を図1に示す。基本断面は辺長 $B=100\text{mm}$ の正方形角柱であり、スパン方向長さ $l=782\text{mm}$ を有している。使用したタフトは長さ 20mm の絹の刺繍糸で、模型表面上 ($y=3.5\text{mm}$) に張られた直径 0.3mm のステンレスワイヤーに 20mm 間隔で設置し、ステンレスワイヤーの位置を変えることによって、流れ方向にタフトの設置位置を変更できるようにした。測定パターンは先に行われた模型中央断面での圧力測定と同じく、前縁部の曲率半径 $R=0, 5, 10, 20, 30, 50\text{mm}$ 、風速 $V=1.25\sim 10.0\text{m/s}$ とした。撮影はビデオカメラを使用し、シャッタースピード $1/2000$ 秒で行ったが、模型全体の撮影をすることが困難であったため、撮影範囲を模型表面中央部から片側のみ ($z=0\sim 300\text{mm}$) とした。図2にタフトの設置位置と撮影範囲を示す。実験によって得られたビデオ画像は、画像処理装置によって二値化しながら $1/30$ 秒間隔で 8 秒間取り込み、各画素ごとに論理積演算による重ね合わせを行うことにより、タフトの振れの軌跡が明瞭になるようにした。

3. 実験結果および考察

曲率半径による流れの変化を見るために、風速 $V=10.0\text{m/s}$ での結果を図3に示す。図の上側が風上であり、左端が模型中央部 ($z=0\text{mm}$)、右端が端版付近 ($z=300\text{mm}$) となっている。ある瞬間におけるタフトの向きはその位置における流速ベクトルの向きであるから、この図におけるタフトの振れ幅の大きさは、 z 方向の流速成分の変化であり、三次元性の強さの指標となる。 $R/B=0$ ではタフトの軌跡が円を描くようになり、このタフト位置における流速ベクトルの向きが、時刻によって大きく変動し、あらゆる方向に向いているが、 R/B が大きくなるにつれて、タフトの振れ幅は小さくなり、 $R/B\geq 0.3$ ではほとんど振れなくなる。つまり流れの三次元性が小さくなっていることが分かる。また、 $R/B\leq 0.1$ では z 方向いずれのタフトも一様に激しく振れているのに対し、 $R/B\geq 0.2$ では模型中央部 ($z=0\sim 60\text{mm}$) のタフトは大きく振れているが、それ以外の部分のタフトはほとんど振れておらず、 R/B の変化によるスパン方向の相関の低下が見られる。

風速の違いによる変化を見るために正方形角柱である $R/B=0$ の結果を図4に示す。 $R/B=0$ では、風速 $V\leq 2.5\text{m/s}$ で、タフトは風下側に向いたままでほとんど動かないが、風速が大きくなるとともにタフトの振れ幅は大きくなる。このことから、流速の上昇によって流れの三次元性は強くなることが分かる。この傾向は $R/B\leq 0.1$ の曲率半径が小さい断面で共通して見られる。 $R/B\geq 0.3$ では、測定された風速の範囲内ではタフトがほとんど振れないため、変化が見られなかった。 $R/B=0.2$ の場合の風速による変化を図5に示しているが、 $V\leq 5.0\text{m/s}$ では $R/B\leq 0.1$ の、 $V\geq 5.0\text{m/s}$ では $R/B\geq 0.3$ の特性を持ち、風速によりその特性が変化することが分かる。

ここではタフト位置 $x=0\text{mm}$ の結果のみ示したが、 $x=20, 30\text{mm}$ についても行なった結果、 $x=0\text{mm}$ と同様な傾向が得られている。

4. おわりに

前縁に曲率を持つ断面を対象としてタフト法による可視化を行い、前縁の曲率が大きくなることにより流れの三次元性が弱くなること、 $R/B=0.2$ 付近を境にスパン方向の相関が小さくなることが確認された。

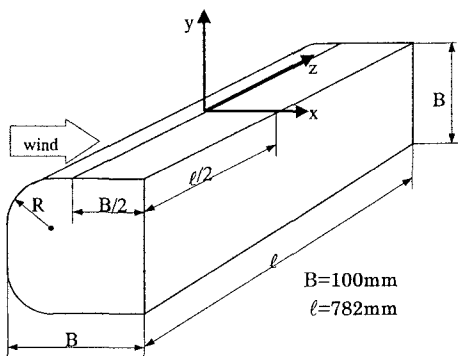


図1 模型形状と座標系

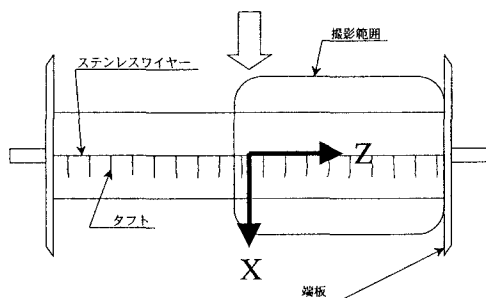
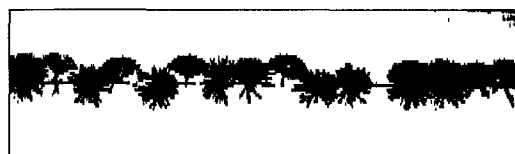
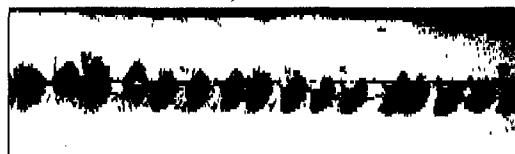


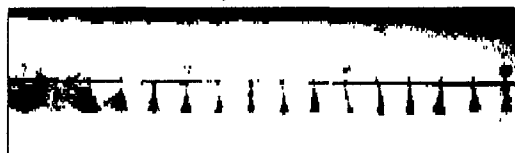
図2 タフト設置位置と撮影範囲



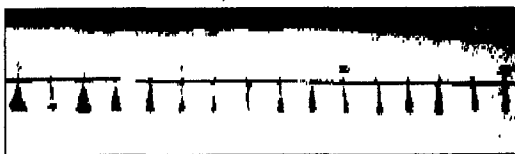
a) $R/B=0$



c) $R/B=0.1$

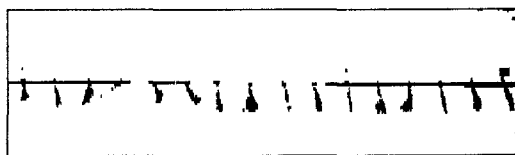


d) $R/B=0.2$

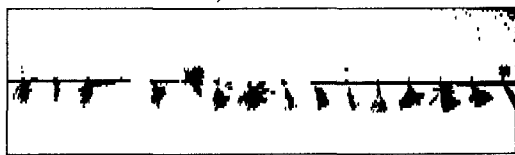


e) $R/B=0.3$

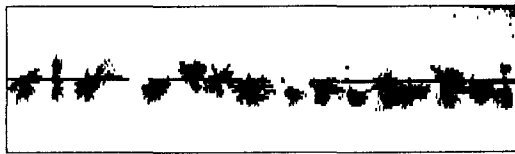
図3 曲率半径による変化 ($V=10.0\text{m/s}$)



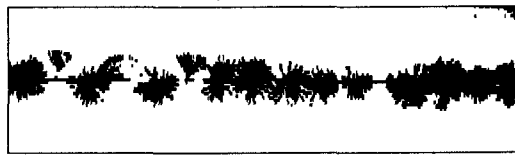
a) $V=2.5\text{m/s}$



b) $V=3.75\text{m/s}$

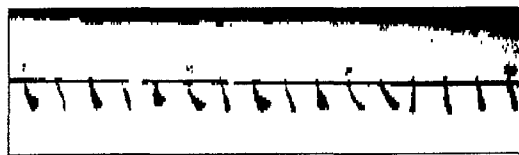


c) $V=5.0\text{m/s}$

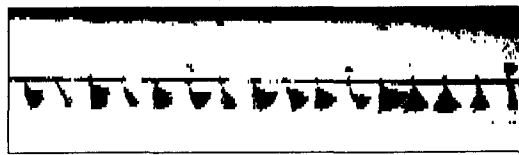


d) $V=7.5\text{m/s}$

図4 風速による変化 ($R/B=0$)



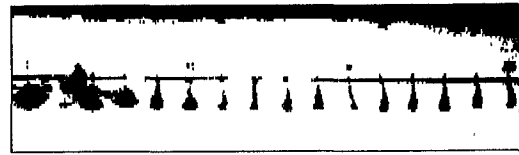
a) $V=2.5\text{m/s}$



b) $V=3.75\text{m/s}$



c) $V=5.0\text{m/s}$



d) $V=7.5\text{m/s}$

図5 風速による変化 ($R/B=0.2$)