

I - B 328 前縁隅角部の曲率による角柱周辺流れの三次元性

長崎大学工学部 正会員 河村進一
九州工業大学工学部 正会員 山口栄輝

九州工業大学工学部 正会員 久保喜延
九州工業大学大学院 学生員 島田雅志

1. はじめに

著者らは、正方形角柱の前縁隅角部に曲率を与えた断面の空力特性について検討を行ってきている。これまでの研究によって、無次元曲率半径 $R/B=0.2$ (R :隅角部の曲率半径, B :角柱の辺長) を境に空力特性が変化することを明らかにしている。本研究では、角柱静止時の側面近傍の流れの三次元性について検討した。

2. 風洞実験および数値流体解析概要

供試模型は、辺長 $B=100\text{mm}$ 、長さ $l=782\text{mm}$ の正方形角柱で、前縁隅角部の曲率半径を $R=0\sim 50\text{mm}$ ($R/B=0\sim 0.5$) に変更可能である。図1に示すように角柱側面から高さ $Y=3.5\text{mm}$ に、スパン方向に 20mm 間隔でタフトを配置して、風速 $V=1.25\sim 10\text{m/s}$ ($Re=8.5\times 10^3\sim 6.8\times 10^4$) の一様流中にて流れの可視化を行った。また、タフトの設置位置と同じ間隔に 16 点圧力測定孔を設置して表面圧力を測定し、圧力のスパン方向相関を算出した¹⁾。

数値流体解析²⁾では、スパン方向に角柱の辺長の 2 倍の解析領域を設けて、三次風上差分を用いた直接シミュレーションを行っている。数値解析における Re 数は、 $Re=1.3\times 10^4$ とした。

3. 結果および考察

3.1 スパン方向流速の変化

まず、風速 $V=10\text{m/s}$ ($Re=6.8\times 10^4$) での $R/B=0$ および $R/B=0.2$ のタフト法による可視化実験結果を図2に示す。この図はタフトの動きをビデオカメラで撮影し、8秒間の画像を重ね合わせたものである。図の上側が風上であり、左端のタフトが模型中央 ($Z=0\text{mm}$)、右端のタフトが端板付近 ($Z=300\text{mm}$) 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と一致すると考えられるので、この図におけるタフトの振れ幅の大きさは、流速のスパン方向成分の変化量であり、三次元性の強さの指標となると考えられる。

正方形角柱である $R/B=0$ では、図2(a)に示すようにタフトの軌跡が円を描くようになり、流速ベクトルの向きが時刻によって大きく変動し、流れの三次元性が強いことを示している。一方、図2(b)に示す $R/B=0.2$ のタフトは、ほとんど振れておらず、 R/B の増大によって流れの三次元性が弱くなると考えられる。また、 $R/B=0.2$ では、模型中央部(図2(b)の画面左側)のタフトが大きく振れるという特徴がある。

タフトによる可視化実験では、タフト自身の慣性の影響も考えられ、タフトの向きが必ずしも時々刻々の流速ベクトルを示しているとは言えない。そこで、数値流体解析結果を用いて検討を行った。図3はタフト設置高さ ($Z/B=0.035$) 付近の格子点における瞬間の流速ベクトルを示したものである。 $R/B=0$ 、 $R/B=0.2$ と

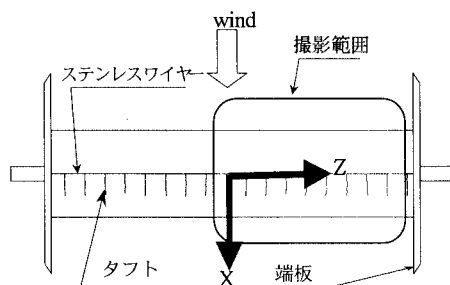
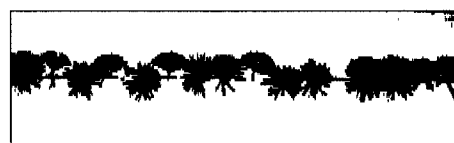
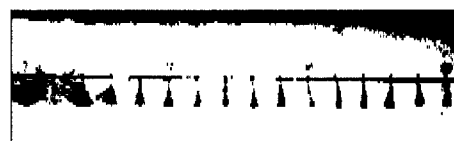


図1 タフトの設置位置

(a) $R/B=0$ (b) $R/B=0.2$ 図2 R/B による角柱側面近傍の流れの変化

キーワード：流れの三次元性、正方形角柱、隅角部形状、スパン方向相関、表面圧力

連絡先：〒852-8521 長崎市文教町 1-14 Tel 095-847-1111 Fax 095-848-3624

もにスパン方向(Z方向)の流れが存在しているが、スパン方向の流速変化は $R/B=0$ の方が大きい。また、 $R/B=0$ の流速ベクトルの向きが、場所によって大きく変化していることから、流れの三次元性が強いことが確認でき、タフト法による可視化実験結果と一致した傾向を持っていると言える。

3.2 圧力のスパン方向相関

流れの三次元性を示す指標として良く用いられている変動圧力のスパン方向相関を図4に示しているが、 R/B が大きいほど、スパン方向の相関が低くなるという傾向がある。角柱近傍の流れの挙動と圧力変動との間に密接な関係があるとする、スパン方向の相関が低いことは、流れの三次元性が高いことを意味する。しかし、図4の結果はタフトの振れ幅に見られる傾向とは異なり、 R/B が大きいほど流れの三次元性が高いことを示している。この違いは、 R/B が大きい場合には圧力変動が小さく³⁾、相関係数が圧力変動の分散で正規化しているために、相関係数の変化が大きく計算されることが原因であると考えられる。そこで、このような影響を小さくするために、平均値成分を含む形で算出した相関係数を図5に示した。平均値を含む圧力の相関係数は、全体的に見れば $R/B=0$ の場合に相関が最も低く、 R/B が大きいほどスパン方向の相関が高くなっている。また、 $R/B=0.2$ の相関係数は、模型中央部にあたる $Z/B \leq 1$ において、 $R/B=0$ の値を下回っている。これは、タフト法による可視化実験結果において、模型中央部のタフトが大きく振れたことに対応し、流れの可視化結果を良く表していると考えられる。

4. まとめ

角柱近傍の流れの三次元性について、タフト法および数値流体解析による流れの可視化結果と、側面圧力のスパン方向相関から検討した。その結果、可視化実験により視覚的に得られる流れの三次元性、すなわちスパン方向流速の変化は、平均値を含む圧力の相関と一致し、 R/B が大きいほど流れの三次元性が低下する傾向があることを確認した。

【参考文献】1) 河村進一ほか：円形隅角部付き角柱の周辺流れ特性，第15回風工学シンポジウム論文集，p.281-286，1998。2) 河村進一ほか：前縁隅角部に曲率を有する断面の空力特性に関する風洞実験および数値流体解析，土木学会論文集，1999年4月(掲載予定)。3) 河村進一ほか：隅角部に曲率を有する断面周辺流れの二次元数値流体解析，応用力学論文集，Vol.1，p.649-654，1998。

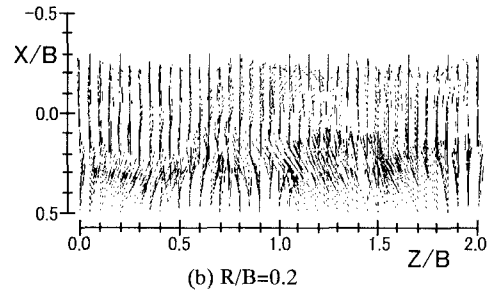
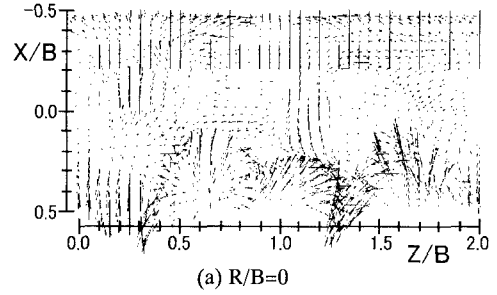


図3 $Y/B=0.035$ の格子点における瞬間流速ベクトル(数値流体解析結果)

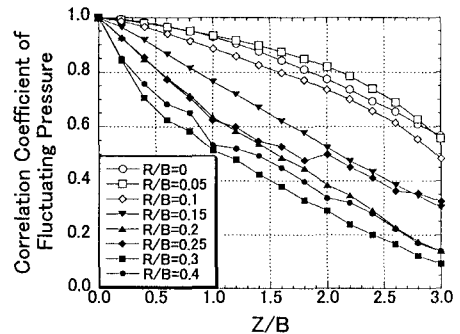


図4 変動圧力のスパン方向相関

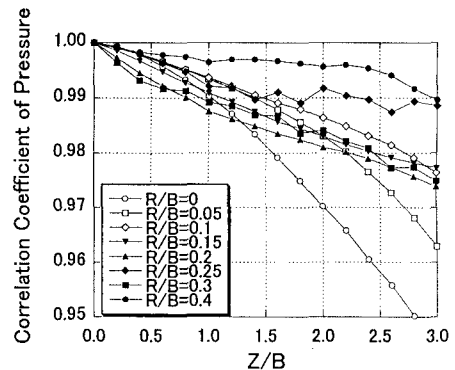


図5 圧力のスパン方向相関