

I - B18

円形隅角部付き角柱の周辺流れ特性について

九州工業大学大学院 学生会員 河村進一
九州工業大学工学部 正会員 久保喜延
九州工業大学工学部 正会員 山口栄輝
住友建設 久保敦詩

1. はじめに

著者らは、正方形角柱の前縁隅角部に曲率を設けた断面の応答および表面圧力測定を行い、曲率半径によって空力特性が変化することを示した¹⁾。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必要がある。そこで、本研究では曲率半径の変化による模型表面近傍の流れの変化、特にその三次元性に着目して、流れの可視化実験と表面圧力測定を行った。

2. 実験概要

供試模型の基本形状は、正方形角柱（100×100×782mm）であり、その前縁隅角部の曲率半径 R を 0～50mm に変化させている（図1）。流れの可視化では図2に示すように、模型側面中央部（ $X=0$ mm）に20mm間隔でタフトを設置し、風洞外部に設置したビデオカメラを使用して、シャッタースピード 1/2000 秒で撮影した。また、模型スパン方向の相関を調べることを目的として、タフトと同じ間隔で $X=5$ mm の位置に圧力孔を配置して表面圧力の測定を行った。測定風速は $V=1.25\sim 10.0$ m/s とし、その時の Re 数は $8.5\times 10^3\sim 6.8\times 10^4$ であった。

3. 結果および考察

3.1 タフト法による流れの可視化

曲率半径 R/B による流れの変化を見るために風速 10m/s での可視化画像を図3に示す。これらの図は、実験によって得られたビデオ画像の内8秒間を、画像処理装置によって二値化しながら取り込み、画素ごとに論理積演算による重ね合わせを行ったものである。ここで、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 方向流速の変動の大きさ、すなわち流れの三次元性の強さを示している。図の上側が風上であり、左端が模型中央部、右端が端板付近となっている。 $R/B=0$ ではタフトの軌跡は円を描くようになり、このタフト位置にお

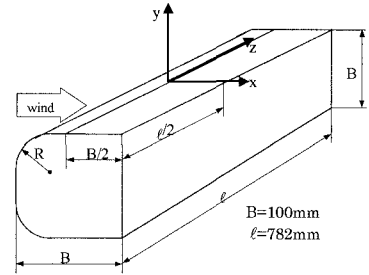


図1 模型形状と座標系

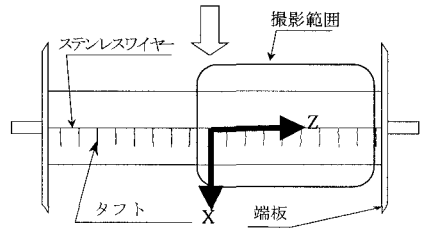


図2 タフト設置方法と撮影範囲

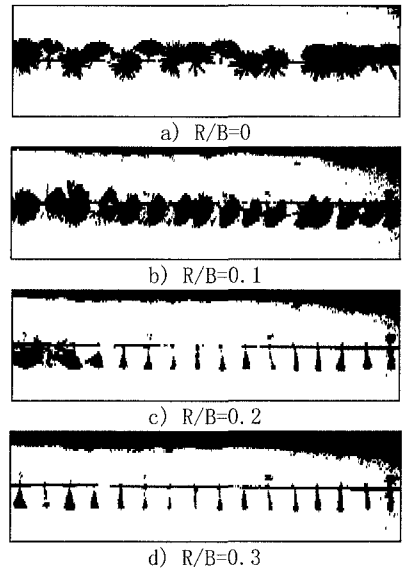


図3 タフト法による可視化画像

キーワード：正方形角柱，流れの三次元性，流れの可視化，表面圧力

連絡先：〒804-8550 北九州市戸畑区仙水町1-1 Tel 093-884-3109 Fax 093-884-3100

る流速ベクトルの向きが時刻によって大きく変動し、三次元性が強いことを示している。しかし、 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、三次元性が弱くなっていると言える。特に、 $R/B \geq 0.2$ では振れ幅が極端に小さくなることが分かる。また、 $R/B=0$ 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、 $R/B=0.2$ では模型中央部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いない。

3.2 圧力測定結果

図4に風速 $V=10\text{m/s}$ における変動圧力係数の分布を示す。横軸は模型中央からの距離を無次元化した Z/B である。この図より R/B が大きくなるほど変動圧力係数が低下し、 $R/B \geq 0.25$ ではほぼ一定となる。このことは上述のタフトの振れ幅の大小とほぼ一致している。図5に測定圧力のスパン方向相関を示す。この相関係数の低下の度合いは $R/B=0$ の場合が最も大きく、 R/B の増加によって相関の低下は減少している。しかし、 $R/B=0.2$ および 0.3 は $Z/B \leq 1$ において、相関係数が $R/B=0$ の値を下回っている。この結果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ていると考えられる。また、測定圧力の変動分のみから求めた相関係数は図6のようになり、 $R/B \leq 0.1$ では、 Z/B に対する相関の低下が小さいのに対し、 $R/B \geq 0.15$ ではその低下が大きくなっている。これらのことから、流れの三次元性の強弱についての指標を示すためには、更なる考察が必要である。

図7に表面圧力から算出したストローハル数を示す。 $R/B \leq 0.15$ では正方形角柱に近い値を示すが、 $R/B \geq 0.25$ では $R/B \leq 0.15$ のほぼ2倍の値となっている。また、 $R/B=0.2$ では圧力変動に卓越する周波数成分がなく、ストローハル数を特定することができなかった。変動圧力のスパン方向の相関が低下すること、ストローハル数が増加することから、 $R/B=0.2$ 付近を境に、剥離せん断内に形成される渦のスケールが小さくなっていると考えられる。しかし、 $R/B=0.2$ においてストローハル成分が特定できないことから、 $R/B=0.2$ 付近の特性については更に詳しく検討する必要があると考えられる。

4. おわりに

タフト法による可視化実験および表面圧力測定を行い、曲率半径によって模型表面近傍の流れの三次元性の強さが変化し、この変化が特に $R/B=0.2$ 付近で顕著に現れることが確認された。

参考文献 1) 河村, 久保, 山口: 前縁隅角部に曲率を有する断面の応答特性と表面圧力特性, 構造工学論文集, Vol. 44A, pp. 995-1000, 1998.

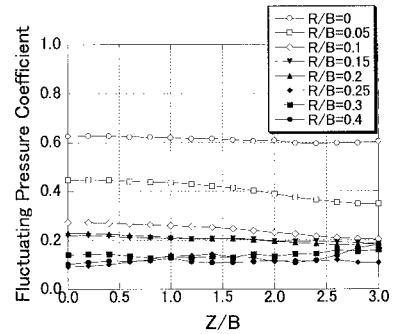


図4 変動圧力係数分布

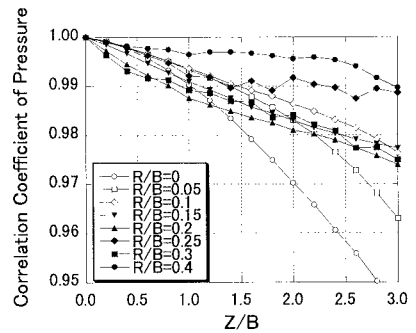


図5 測定圧力のスパン方向相関

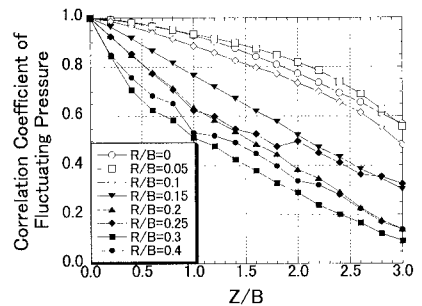


図6 変動圧力のスパン方向相関

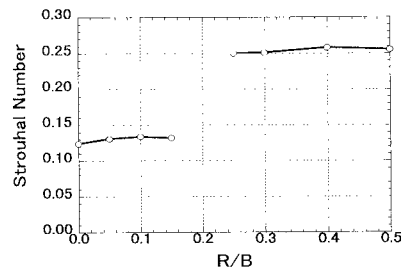


図7 ストローハル数