

面取り角柱の空力特性評価

九州工業大学 学生員○河村進一

九州工業大学 正 員 久保喜延

九州工業大学 正 員 山口栄輝

九州工業大学 学生員 林田宏二

1. はじめに 従来、構造基本断面の静的空力特性の評価は縮尺模型を使用した風洞実験によって行われてきた。しかし、この方法では、対象とする断面の形状を細部まで忠実に再現した模型を作成する必要があり、多大な労力と費用が必要となる。一方、コンピュータの演算速度の向上と数値シミュレーション技術の発達によって、流れ場を支配する方程式を直接解くことが可能になりつつある。そこで本研究では、正方形角柱および正方形の隅角部に曲率を設けた面取り角柱を対象として、2次元数値流体解析により空力係数を計算し、空力特性の評価を試みた。

2. 計算方法 数値計算は楕円型偏微分方程式の解を用いて生成されたO型境界適合格子上で行った。計算に用いた格子の物体近傍の拡大図を図-1に示す。計算の基礎方程式は Navier-Stokes の式と圧力に関する Poisson 方程式とし、流速と圧力を同一点に配置するレギュラーメッシュ上で差分法により離散化した。時間積分には Euler の1次陰解法を用い、対流項は3次風上差分の Kawamura-Kuwahara 法、その他の空間項は2次中心差分により近似した。数値解法で現れる連立1次方程式はすべてSOR法によって計算した。境界条件は角柱表面に滑りなしの条件、遠方境界には一様流を与えた。また、レイノルズ数は $Re=1000$ とし、乱流モデルは用いていない。計算は一様接近流

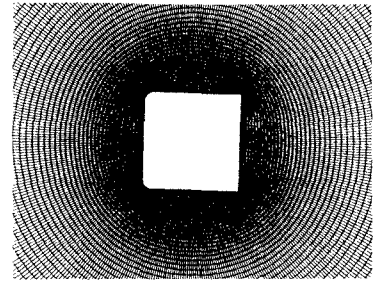


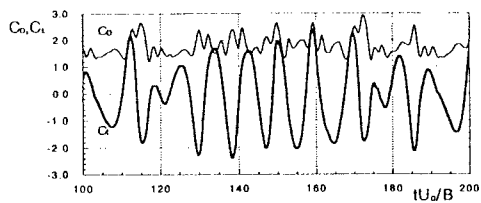
図-1 格子形状

速 U_0 と正方形角柱の辺の長さ B で無次元化した時間 $tU_0/B=200$ まで時間積分間隔 1.0×10^{-2} で行い、空気力係数は表面圧力を積分することによって計算し、その評価は $tU_0/B=100 \sim 200$ の結果を用いて行った。

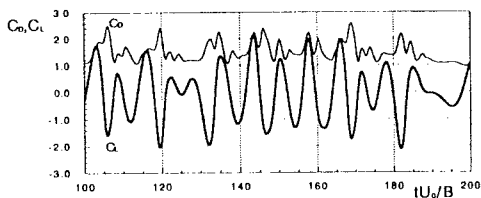
3. 結果 隅角部の曲率半径は $r=0.1B$ とした。以後、正方形角柱を TYPE 1、前縁隅角部のみに曲率を与えたものを TYPE 2、全ての隅角部に曲率を与えたものを TYPE 3、後縁隅角部のみに曲率を与えたものを TYPE 4 と呼ぶ。

ここでは、迎角 $\alpha=2^\circ$ の結果についてのみを示す。図-2に抗力係数 C_D および揚力係数 C_L の時間変化を、表-1に抗力係数および揚力係数の平均値を示している。また、それぞれのパターンの $tU_0/B=200$ での等圧力線図を図-3に示す。面取りパターンが異なっても、等圧力線図では大きな違いは認められなかった。いずれのパターンにおいても、抗力、揚力ともに変動は正弦波ではなく不規則な波形になっている。また等圧力線図からもわかるように、渦の配置は規則的な交番渦ではなく、上下面から放出された渦は後流で複雑に干渉している。隅角部の形状に着目して空気力係数を比較すると、前縁が丸い TYPE 2,3 と後縁形状が同じ TYPE 1,4 とをそれぞれ比較すると、抗力は10%程度、揚力については約75%も減少している。逆に後縁が丸い TYPE 3,4 と、TYPE 2,1 とをそれぞれ比較すると、抗力は若干増加しているものの有為な差は認められないが、揚力は50%も増加している。

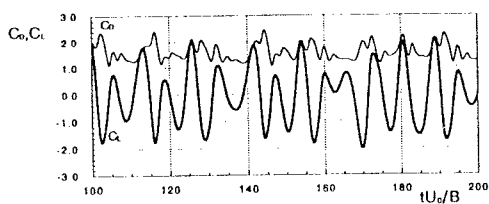
4. おわりに 面取り角柱を対象として、2次元計算によって抗力係数および揚力係数を推定した。風洞実験との定量的な一致とまではいかないが、隅角部の形状の小さな変化に対しても定性的にはよく一致し、この手法の有効性が示された。



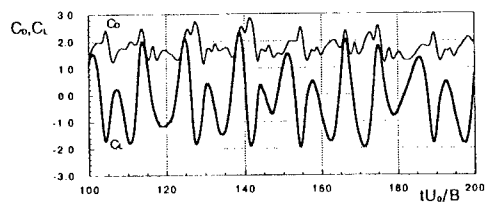
a) TYPE 1



b) TYPE 2



c) TYPE 3

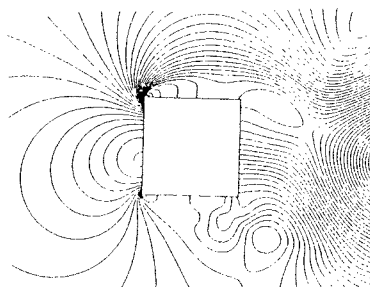


d) TYPE 4

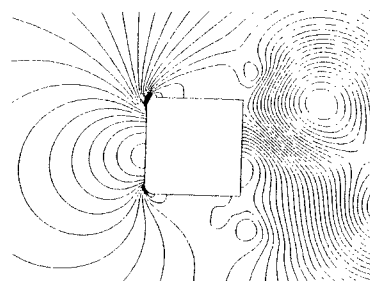
図-2 空気力の時刻歴

表-1 抗力および揚力係数

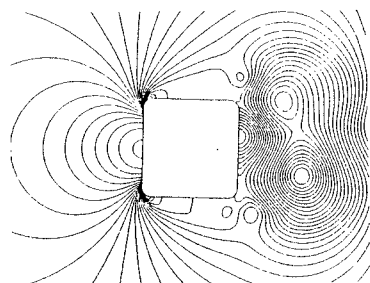
	Drag Coef.	Lift Coef.
TYPE 1	1.766	-0.124
TYPE 2	1.503	-0.032
TYPE 3	1.587	-0.051
TYPE 4	1.787	-0.183



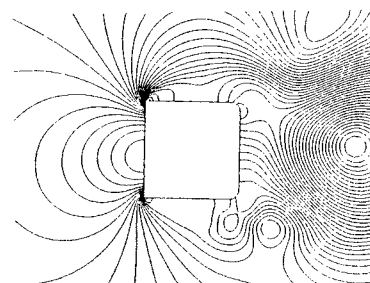
a) TYPE 1



b) TYPE 2



c) TYPE 3



d) TYPE 4

図-3 等圧力線図