

## G106

Immersed boundary 法による正多面体断面を有する物体の  
流体抵抗値の算出

(静大院)(学)森勇人・(静大工)(正)高木洋平・(静大創科院)(正)岡野泰則\*

## [Introduction]

物体の形状を変化させて流体抵抗を制御することは航空、海洋、建築、土木など化学工学以外の他分野においても極めて重要な課題である。そのため、多くの研究者によって流体解析が行われ、実験と同様に数値計算が問題解決のための強力なツールとして広く認識されている。しかしながら、物体を通り過ぎ、かつ高レイノルズ数であるはく離流の予測には境界適合座標系の利用など煩雑な数値解析手法が必要である。この問題に対して直交座標系において比較的容易かつ高精度に計算を行える immersed boundary (IB) 法<sup>1,2)</sup>が注目され幅広く用いられている。

本研究では IB 法を用い、正多面体断面形状を有する柱状物体に関する流体抵抗を算出し、物体形状と流体抵抗の関係についての調査を行った。解析モデルとした正多面体断面の物体は流体抵抗を減少させる効果があり、かつ実現化が容易な形状として選定した。

## [Numerical method]

解析には Fig.1 に示す二次元平面内の一様速度の流れの中に置かれた物体周囲の流動を想定した。解析境界上下面をすべり条件と設定し、左側流入境界に一様速度を与え、右側流出境界は対流流出条件とした。解析基礎式には連続式、Navier-Stokes式を用いこれらの式を物体の外接円直径(D)と流入速度( $U_\infty$ )により無次元化し、有限差分法により離散化を行った。速度と圧力のカップリングには fractional step 法を用い、ポアソン方程式の反復計算手法にはSOR法を用いた。なお、直交座標系で計算を行うIB法を導入しているため、物体境界と格子点が一致しない場合は境界上の速度の補間値より Navier-Stokes 式中に boundary body force  $f_i$  ( $i = x, y$ )を加え、連続式を満たしている。

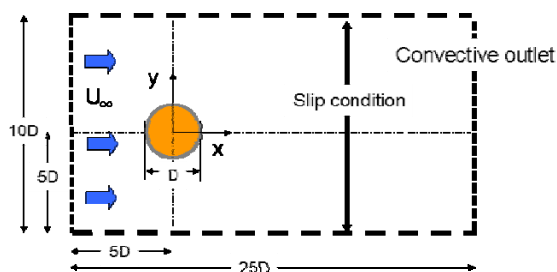


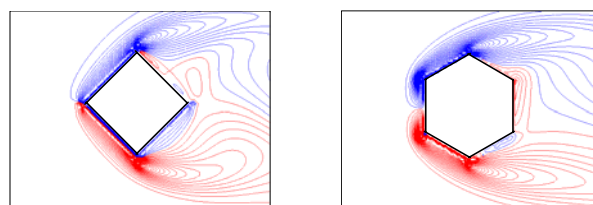
Fig. 1 Computation domain and boundary conditions.

## [Results and discussion]

Figure 2 に正方形、正六角形における渦度等高線分布を示した。IB 法を用いることによって計算格子が直交座標系においても境界線と格子点が一致していない形状を考慮して計算することが可能となってい

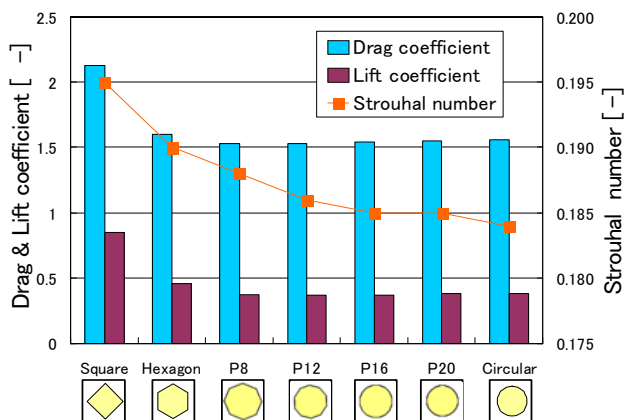
る。

Figure 3 に計算結果から得られた  $Re = 100$  における物体の時間平均した抗力係数、揚力係数、ストローハル (St) 数を示した。結果より、抗力係数、揚力係数に関しては八角形以上になると角数に関係なく円柱モデルと同様の値となった。レイノルズ数が比較的低い領域では物体後方に発生するはく離流の強度は同程度であり、負圧の領域に大きな違いがないためこのような結果になったと考えられる。また、St 数は角数が増加するにつれ減少していくことが示された。これは、多面体の外角が小さくなるほど流れが物体に沿う距離が長くなるとともにはく離渦の放出周波数が減少し St 数を減少させたと考えられる。



(a) Square shape

(b) Hexagonal shape

Fig. 2 Instantaneous vorticity contour levels; (a) -90 to 108 with  $\Delta\omega = 1.98 \text{ s}^{-1}$ , and (b) -84 to 77 with  $\Delta\omega = 1.61 \text{ s}^{-1}$  ( $\omega > 0$ :red,  $\omega \leq 0$ :blue).Fig. 3 Time averaged drag coefficient ( $C_D$ ), lift coefficient ( $C_L$ ) and Strouhal number (St) for each shape at  $Re = 100$ .

## [Conclusion]

IB 法を用い正多面体形状の物体に関する流体抵抗の算出を行った結果、角数を変更させることにより、はく離流を操作できることが示された。今後はレイノルズ数と抗力の相関を詳細に調査する予定である。

## [Reference]

- [1] 梶島、竹内、化学工学、**73**, pp.210-213 (2009).
- [2] T. Ikeno and T. Kajishima, *J. Comput. Phys.* **226**, pp.1485-1508 (2007).

\*Tel &amp; FAX 053-478-1169 E-mail tcyokan@ipc.shizuoka.ac.jp