

ゴルフボール周り流れの可視化 (未だに不明なディンプルのなぞ)

長嶋健¹⁾、平原裕行²⁾

1) 埼玉大学大学院理工学研究科機械科学系専攻

2) 埼玉大学大学院理工学研究科人間支援・生産科学部門

目的：ゴルフボールのディンプルは、ボールの飛翔に大きな影響を与える効果があるとして広く知られている。その効果は、ディンプル形状を変化させた場合のボールの抵抗係数および揚力係数の変化に顕著に現れる。ここでは、ボール周りの流れの基本構造の解明と理解のために CAVE を用いて流れの中に没入し、流体の粘性力と慣性力のバランスが作る境界層の構造変化について考えてみたい。

方法：1組の3次元の Navier-Stokes 方程式と連続の式を有限体積法によって数値シミュレーションを行う。ソルバーは Star-CD である。ゴルフボールの飛翔にはボールの回転数が重要であることからスライディングメッシュ法を用いて回転しているボールについて計算を行う。ボール近傍のメッシュは、数 $10\mu\text{m}$ 程度の大きさであり、スライディングメッシュ内部には約 90 万の計算セルを設けた。外部領域は十分大きく $225D$ (D :ボール直径)の直方体である。ここには約 40 万セルを設けた。乱流モデルは、これまでの経験と設計への反映を考慮して $k-\epsilon$ 、RNG モデルを用いた。計算結果は、Ensignt によって処理を行った。特にディンプル近傍の流線とその剥離に注目している。

結果：ボールの流体力学的な特性は、流れの剥離によってほぼ把握できるといっても過言ではない。今回は全体の流れを一望した後に、ディンプル近傍の流れの挙動について多方向からの表現と考察を試みる。図 1 と 2 は、その一部である。図 1 は、剥離領域の全体像を把握するための図。図 2 は、ディンプル近傍の循環流構造を探るための解析例である。

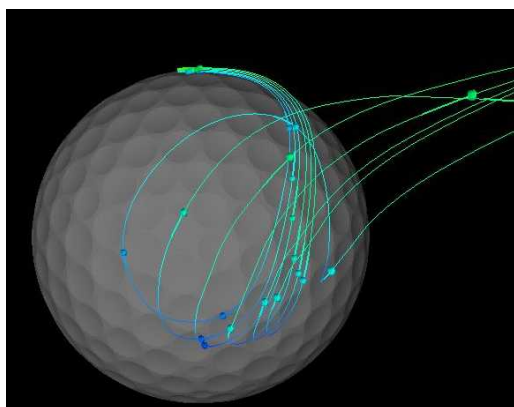


図 1 ボール表面近傍の流線

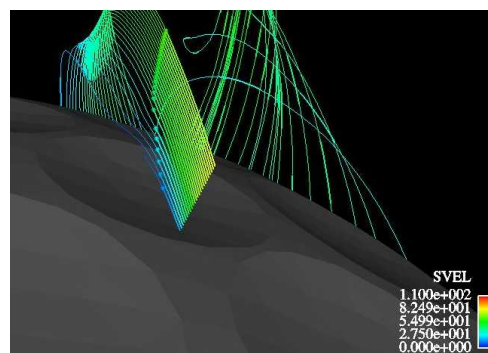


図 2 ディンプル近くの流れ

結論(まとめ): 物体の流体力学的な特性の変化は、物体形状に対して非常にデリケートであり、特に境界層内の力学的な相互作用、エネルギーの出入りに関しては 3 次元構造の直感的な理解のために今回のような可視化を、言わば実験的(試行的かつ思想的)に繰り返すことで、N-S 方程式の理解につながると考えている。