Aerodynamic force measurements of hard rubber base ball

楠 卓朗 (福岡工大) 伊藤 篤志 (福岡工大) 神田 峻輔 (福岡工大)

正 鳴尾 丈司 (ミズノ(株)) 正 溝田 武人 (福岡工大)

Takuro KUSUNOKI, Fukuoka Institute of Technology

Atsushi ITO, Fukuoka Institute of Technology

Shunsuke KANDA, Fukuoka Institute of Technology

Takeshi NARUO, Mizuno Corporation, Taketo MIZOTA, Fukuoka Institute of Technology

Key Words: aerodynamics, hard rubber ball, wind tunnel experiment

1. 緒言

軟式野球は、コルクなどを使用した硬式球と違い、ゴムをボールの主材に使用した野球競技で、日本発祥の競技である。平成 18 年度の大会から、新しい公認球が使用となり公認球の意匠変更は 55 年ぶりとなる。

ここでは、新しい公認球の空力特性を風洞実験により求めて、3 つの硬式球 (統一球, 旧硬式球, メジャーリーグ硬式球) との比較を試みる。

2. 実験装置及び実験方法

2.1 実験に使用する無次元量

風洞気流方向に対するボールの縫い目と回転軸方向の関係が決まれば、空気力はレイノルズ数 Re とスピンプラメータ Sp で表すことが出来る。回転するボールに加わる空気力を抗力 $D[N]$, 揚力 $L[N]$, 横力 $S[N]$, 空力トルク $M[Nm]$ とすれば、抗力係数 C_D , 揚力係数 C_L , 横力係数 C_S , はレイノルズ数 Re とスピンプラメータ Sp の無次元量で示すことが出来る。

$$C_D = \frac{2D}{\rho U^2 A} \quad C_L = \frac{2L}{\rho U^2 A} \quad C_S = \frac{2S}{\rho U^2 A}$$

$$Re = \frac{Ud}{\nu} \quad Sp = \frac{\pi d N}{U}$$

U : 流速[m/s] ρ : 空気密度[kg/m³]
 d : ボール直径[m] A : ボールの直径断面積[m²]
 ν : 動粘度係数[m²/s] N : ボールの回転速度[rps]

2.2 実験装置

風洞装置は、最大で流速 44[m/s] を得ることが出来る。Fig.1 のようにアクリル製の測定断面の板を囲んで、アルミフレームを取り付ける。このアルミフレームを 3 分力ロードセルに乗せることによって空気力を測定する。

実験で使用する軟式球には、外径 $\phi 10[mm]$ のシャフトの中に内径 $\phi 3[mm]$ ミニチュアボールベアリングを取り付け、外径 $\phi 3[mm]$ の回転軸を入れている。外径 $\phi 3[mm]$ の軸にピアノ線を通して、アクリル板にあいている穴を通りアルミフレームで吊るしている。アルミフレームとピアノ線の間には、ターンバックルを入れて 8 方向から引っ張ることで、ピアノ線は緩むことなく吊るすことができる。

2.3 実験方法

実験では、ボールを回転させるためにエアーコンプレッサーの圧縮空気を噴出し、約 80[rps] まで回転させる。実験結果には 17~60 [rps] までの安定的に減衰する過程を使用する。流速は、30[m/s]・35[m/s]・40[m/s]・44[m/s] の 3 種類で行う。空気力は 3 分力ロードセルの出力を、キャリブレーション値により、抗力・揚力・横力の値に変換する。計

算の際にピアノ線の抗力は差し引いてある。

Fig.1 Set-up of wind tunnel test

3. 軟式と統一球と日米硬式野球ボールの比較

3.1 硬式球 3 種類の比較

3 種類の硬式球の実験結果¹⁾を、Fig.2 に回転速度 17~60[rps]における空力係数とスピンプラメータ Sp の関係を示す。

Fig.2 Aerodynamics characteristics of three kinds of balls
[$Re = (1.39 \sim 2.06) \times 10^5$]

Fig.2 より統一球の抗力係数 C_D は、メジャーリーグ硬式球より低い値をだが、揚力係数 C_L はほとんど同じ値である。旧硬式球は、抗力係数 C_D がメジャーリーグ硬式球より低く、揚力係数 C_L は高い値を示している。

3.2 軟式球と硬式球の比較

次に、軟式球と硬式球の比較を行う。Fig.3 に軟式球の空力特性, Fig.4 に軟式球と統一球, Fig.5 に軟式球とMLB, Fig.6 に軟式球と旧日本球における空力特性とスピンパラメータ Sp の関係を示す。

Fig.3 Aerodynamics characteristics of hard rubber ball

Fig.4 Comparison between hard rubber ball and New NPB
[$Re=(1.35\sim2.05)\times 10^5$]

Fig.5 Comparison between hard rubber ball and MLB
[$Re=(1.35\sim2.06)\times 10^5$]

Fig.6 Comparison between hard rubber ball and Old NPB
[$Re=(1.35\sim2.04)\times 10^5$]

4.軟式球と硬式球の投球軌道の比較

Fig.7(a) にピッチャーが流速 40[m/s] (球速 144[km/h]), 回転速度 40[rps]でマウンドからホームベースに向かって投げたと仮定した時の 4 シーム直球の軟式球と 3 種類の硬式球の投球軌道²⁾を示す。Fig.7 (b)に先ほどの Fig.7(a) の 17[m]から 18.44[m]までを拡大した図である。

Fig.7(a) Ball trajectory of X-Y plane

Fig.7(b) Ball trajectory of near the home base

軟式球、統一球、旧硬式球、メジャーリーグ硬式球のボールの投球軌道計算によると、統一球より軟式球が約 0.08[m]低い軌道を描く。

5.結言

本研究の主要な結論は、以下の通りである。

- (1)軟式球の揚力特性は、3 種類の硬式球より低い値を示した。
- (2)揚力特性の違いにより、軟式球は投球時、3 種類の硬式球より低い軌道になる。

6.今後の課題

- (1)軟式球の旧公認球の空力特性を調べ、新公認球と比較する。
- (2)軟式球の回転軸を変えた場合での空力測定。

7.参考文献

- 1) 長谷川 淳哉; 風洞実験による硬式野球ボールの空力測定と飛翔軌道解析, 平成 23 年度修士論文, 福岡工業大学
- 2) 坂本 誠馬, 田多 輝洋; 硬式野球ボールの空力特性 (統一球と変化球の風洞実験), 平成 23 年度卒業論文, 福岡工業大学