C301

高速度カメラを用いたナックルボールの3次元飛翔軌道解析

○小倉 聡樹 (福岡工業大学大学院), 溝田 武人 (福岡工業大学知能機械工学科教授)

3D flight analysis of knuckle ball with high-speed camera

Satoki OGURA

Taketo MIZOTA

ABSTRACT

A knuckle ball shot by a knuckle ball launcher was captured using one digital high-speed camera. The aspect of the change of the knuckle ball was analyzed from the image. As a result, we got 3-D numerical data of its trajectory. And 3-D features of this trajectory were expressed as a 3-D flight figures. This invisible we could recognize knuckle ball loop-like change.

Keywords: knuckleball, digital high-speed camera, 3-D flight

1. はじめに

野球ボールには様々な球種がある。その中でも大リーグ Boston Red Sox で活躍している Tim Wakefield 投手の投げるナックルボールは 100km/h 程度の遅いボールであるが、有名な強打者でも空振りする脅威的なものである。ナックルボールのメカニズムについては本研究室でも研究している¹⁾。本報告では、ナックルボール発射装置より打ち出されたナックルボールを 1 台のデジタル高速度カメラを用いて撮影し、その画像からナックルボールの 3 次元飛翔軌道解析を行った結果を述べる。

2. 発射実験及び画像解析方法

2. 1 ナックルボール発射速度測定実験

Tim Wakefield 投手の投げるナックルボールと同じ速度での解析をするため球速を 110[km/h] に設定する。ナックルボール発射装置は過去に本研究室で作製されたもので圧縮空気を利用しボールを発射させる。実際の撮影を行う前にナックルボールの発射速度とコンプレッサーの圧力の関係を調べた。そこで、コンプレッサーの圧力を 0.5~0.9[Mpa] まで 0.1[Mpa] の間隔で上昇させてボールを発射しそれぞれの圧力で 10 球ずつスピードガンを用いてボール速度を測定した。

2. 2 撮影実験

ナックルボールの画像を撮影するために撮影速度が 50[fps]~8000[fps] の高速度カメラを使用した。この高速度カメラは撮影速度を上げると有効画素数が減少し撮影視野が狭くなる。そこで本実験では画像上のボールのピクセル数確保を優先しボール直径のピクセル数が最大の 52~72 ピクセルになるように 250[fps] での撮影を行った²⁾。撮影はボールが発射されてからホームベースの距離 18.44m の間できるだけ長い距離でピントが良く合うように被写体深度を深くするため望遠レンズを用いて発射装置から約 80[m] 離して行った。撮影風景と座標系の簡単な図を Fig.1 に示す。

Fig.1 Set-up of shooting experiment

2. 3 画像解析

画像解析には、画像解析ソフトであるイメージトラッカーを使用した。このソフトで、動画上の指定した対象物を追跡すると 2 次元の Y, Z の座標位置がピクセルデータとして出力される。このソフトを使用し撮影されたボールの位置をまずピクセルデータとして捉える。また、このピクセルデータを物理的位置に変換する必要がある。そのためにボール直径 (70.25mm) が画像上で何ピクセルに表現されているかを求めて実際の距離を出し物理的位置 (Y, Z) を求めた。また、X 方向距離は現在の所、18.44[m] の間でほぼ等分して示している。

3. 実験結果

3. 1 発射圧力と速度の関係

Fig.2 のように圧力とボール速度はほぼ比例関係にあることが分かった。従って圧力を上げていけばよりスピードのあるナックルボールを発射することができる。今回は平均球速が110[km/h]に近い0.9[Mpa]の圧力で発射して撮影実験を行った。

Fig.2 Relation between pressure and initial speed

3. 2 画像解析結果

イメージトラッカーによる画像解析の結果を Fig.3 (a), (b), (c) に示す。

Fig.3 (a) Displacement of direction of X-Z plane (Top view)

Fig.3 (b) Displacement of direction of X-Y plane
(3trd Base view)

Fig.3(a)より、捕手側からみて初めに右側に打ち出されたボー

ルが、途中一度左の方向に軌道を変えてその後また右の方向に軌道に戻しているのが分かる。また Fig.3(b)より発射口から捕手に届くまでに上下55[cm]程度の変位していることが分かる。次に、Fig.3(c)に (a), (b)で示した Y, Z 方向の変位を基に、捕手側から見た軌道の変化の様子を示す。

Fig.3 (c) Displacement of direction of Y-Z plane
(catchers View)

Fig.3 (a)(b)(c) Orbit of knuckle ball (110km/h)

Fig.3(c)では、グラフ中心付近の点である1コマ目が発射直後である。発射後ボールは右方向へ動き6[m]程度飛行した辺り (Fig.3 (a)参照) で一度左へ軌道変えその後10[m]付近 (Fig.3 (a)参照) で右方向へと軌道を変化させ最終的に捕手に届く時には、10[cm]程度右方向に動いていることが分かる。これらより、ナックルボールの特異なループ状の変化を確認することができた。

3. まとめ

- (1) 高速度カメラにより、ナックルボールの変化の様子を撮影することができた。
- (2) 画像解析ソフトを使用することにより、ナックルボールの3次元飛行軌道を数値データとして表示することができた。
- (3) 数値データを基に、ナックルボールの3次元飛行軌道をグラフ化した。

4. おわりに

今回の実験でナックルボールの不規則な変化を確認できた。しかしながら、今回のデータは物理的な位置の補正は充分ではない。またこれは1球のみのグラフであるので、画像の歪みの補正をするためのキャリブレーション及び数多くのボールや変化の様子についても撮影及び画像解析を行い変化のメカニズムを探り発表する。

参考文献

- 1) 溝田武人, 錦織大介, 久羽浩之: ナックルボールの不思議? (第3報) 日本風工学会誌, 日本風工学会論文集 No.99, pp105-106, 2004.
- 2) 株式会社デジモハイスピードカメラ VCC-H1000, VCC-H7000 取扱説明書