

軟式野球用バットの反発性に関する研究

製品科学課 浦上 晃、上野 実 企画管理部 溝口正人*1

金沢大学 保富大輔、酒井 忍

1. 背景

軟式野球は、日本のみで行われている種目であり、競技人口は約 120 万人を数えるなど、非常に多くの人に親しまれている。軟式ボールはゴム製で柔らかく安全に競技できる一方、打撃時の変形が大きく、エネルギー損失によって打球の飛距離が硬式ボールに比べて低下する特徴がある。このため各バットメーカーは、飛距離を伸ばすためこれまでに様々な工夫を凝らした軟式バットを開発、販売してきており、現在も高性能化へのニーズは非常に高い。

そこで本研究では、軟式バット反発性を評価するための基礎データを得ることを目的として、軟式ボールの衝突特性を実験的およびシミュレーション解析により調査し、その反発現象について検証した。

2. 軟式ボールと固定円柱の衝突解析

2.1 衝突試験

これまでの研究で、固定した円柱状の鉄製剛体に軟式ボールを衝突させ、その衝突速度 V_{in} と反射速度 V_{out} からボールの反発係数 (V_{out}/V_{in}) を算出したところ(図 1)、円柱径が小さいほど反発係数が大きくなる傾向があることが明らかになった⁽¹⁾。本稿では、同試験のシミュレーション解析を行い、実試験と比較した結果を報告する。

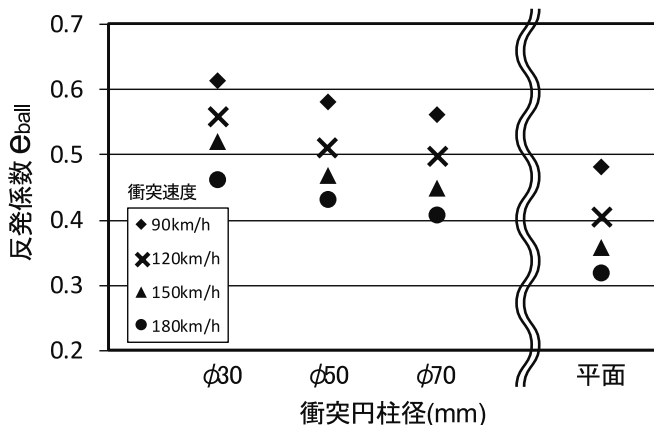


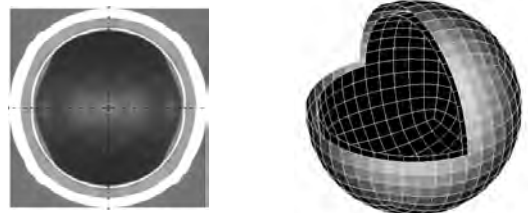
図 1 ボール反発係数の衝突面形状依存性

2.2 衝突解析

2.2.1 有限要素解析モデル

本研究では、有限要素解析ソフトウェア (ANSYS/LS-DYNA Ver.12) を用いて衝突解析を行った。実際のボール (断面) とその有限要素モデルを、図 2 に示す。ボ

ールモデルは大変形を考慮してシェルモデルで作成し、実物と同様に中空の 2 層構造で、内側は等方弾性体、外側は 3 要素の粘弾性モデルとした。実際の軟式ボールには、硬式ボールのような縫い目状の突起が存在するが、衝突試験では衝突面に突起が当たらないよう調整しているため、本モデルでは突起を省略した。ボールおよび円柱の両モデルとも、左右の対称性を考慮し 1/2 モデルとした。



実際のボール (断面) 有限要素解析モデル

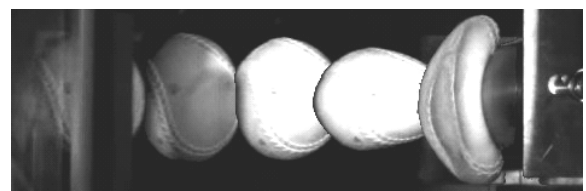
図 2 軟式野球ボール

2.2.2 解析条件

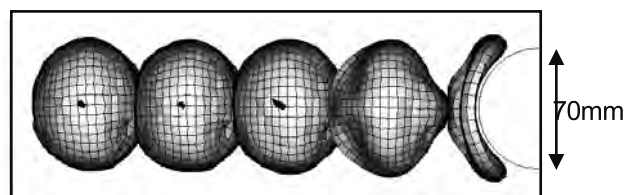
2.1 の衝突試験と同様、無回転のボールを固定した円柱に衝突速度 V_{in} で衝突させる解析を行い、反発速度 V_{out} を計測した。衝突面形状は円柱径 3 種 ($\phi 30$ 、 50 、 70 mm) と平面の 4 つ、衝突速度は 2 水準 (90 、 180 km/h) 設定し、計 8 パターンの解析を行った。反発速度は、ボールが円柱に衝突した瞬間から $10 \sim 14$ ms 時の反発速度の平均値と定義した。

2.2.3 解析結果

解析結果の一例として、 $V_{in}=180$ km/h、円柱径 $\phi 70$ mm での衝突試験と解析のボール変形挙動比較を、図 3 に示す。また、 $V_{in}=180$ km/h での衝突後のボール速度の経時変化を、図 4 に示す。



<試験結果>



<解析結果>

図 3 ボール変形挙動比較 (衝突後)

*1 現 中央研究所 加工技術課

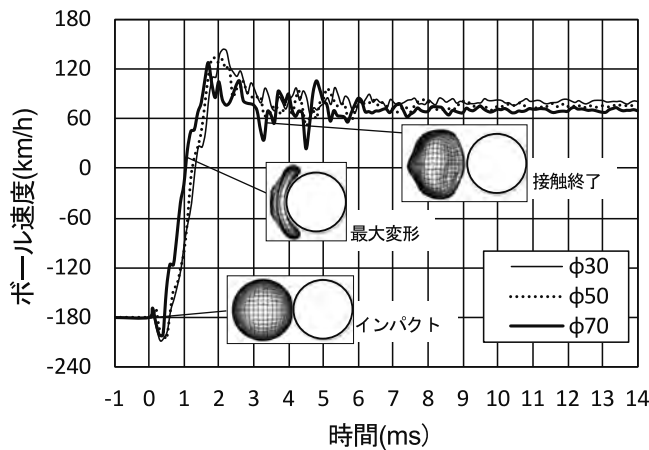


図4 ポール反発速度経時変化（解析結果）

試験結果および解析結果の反発速度 V_{out} の比較を、図5に示す。図5からわかるように、いずれの条件でも円柱径が小さいほど V_{out} は大きくなった。解析結果の円柱径 $\phi 30$ と $\phi 70$ で比較すると、 $V_{in}=180\text{km/h}$ では約 6.6%、 $V_{in}=90\text{km/h}$ では約 14.5%、 $\phi 30$ の方が大きい反発速度となった。試験値と解析値で比較すると、 $V_{in}=90\text{km/h}$ では誤差が最大約 24.8%となったものの、 $V_{in}=180\text{km/h}$ では約 4.6%と、非常に小さい誤差となった。また、平面衝突については、どちらの衝突速度においても試験値と解析値はほぼ同等であった。これより、本解析で用いた軟式ボールの有限要素解析モデルの妥当性が確認できた。

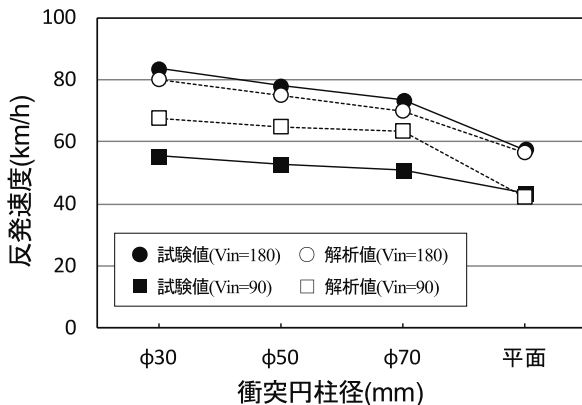


図5 反発速度の衝突面形状依存性

キーワード：軟式野球用バット、ボール、反発係数、有限要素解析モデル、軟式ボール規格変更

3. 軟式ボールの規格変更について

2016年12月、(公財)全日本軟式野球連盟と野球ボール工業会が、2018年から軟式ボールの規格を変更することを発表した。新軟式ボールは「より硬式ボールに近く」というテーマで、バウンドを抑える一方で飛距離は維持するように開発した、という発表があった。

実際に新ボールを手にする機会があり、旧ボールと比べて反発係数等の物性値が大きく変化する可能性もあることから、今後新ボールを用いてバット反発性試験等の研究を推進する必要がある。

4. まとめ

本研究では、軟式ボールと固定円柱の衝突現象について試験および解析を行い、それぞれの結果を比較することにより、解析モデルの妥当性を確認した。今後も、バット性能向上のための最適仕様を追及していきたい。

また、軟式ボールが来年規格変更されるため、将来的には新ボールについても各物性の調査、新ボールを用いたバット反発性試験等を実施する必要がある。

参考文献

- (1)浦上ほか：富山県工業技術センター研究報告 30 (2016) 76

謝辞

本研究に当たり、国立大学法人金沢大学 理工研究域の酒井忍先生、保富大輔様に多大なご協力を頂きました。ここに謝意を表します。

Study on the rebound characteristics of a bat for rubber-ball baseball

Product Development Section Akira URAKAMI, Minoru Ueno
 Planning and Information Section Masato MIZOGUCHI
 Kanazawa Univ. Daisuke YASUTOMI, Shinobu SAKAI

In this research, the collisional property of a bat and ball was investigated experimentally and using a simulation analysis for the purpose of hitting performance improvement of the rubber-ball baseball bat which is one of the popular sports in Japan. As a result, the validity of the rubber-ball analysis model which used by this study was confirmed by comparing a result of the collision analysis with an experiment with a ball and a fixed pillar rigid body.