研究班番号【 81 】

# 低反発バットと打球の飛距離について

物理班：村井優斗、鹿谷優太、楠本海晴、橘本悠馬

Abstract

The purpose of this research is to investigate the effects of differences in metal thickness on the coefficient of restitution, and to clarify the relationship between metal thickness and ball flight distance. Experiments have shown that as the thickness of the metal increases, the coefficient of restitution decreases and the flight distance becomes shorter, and after 6 mm, the coefficient of restitution and flight distance remain constant.

## 要約

本研究の目的は金属の厚さの違いが反発係数に与える影響を調べ、金属の厚さと打球の飛距離の関係を明らかにすることである。実験によって、金属の厚さが増加するにつれて反発係数は減少し、飛距離も短くなり、6mm以降では反発係数及び飛距離が一定の値となることがわかった。

## 1. はじめに

2024年から、高校野球で金属バットの規定が変更され低反発バットが導入された。規定により、バットの最大直径をこれまでの67mm未満から64mm未満、打球部の肉厚を従来の約3mmから約4mmとなった。重さは従来と同じ900g以上のままながら、より細く、打球部の厚みが増したことで、日本高野連の実験では、打球初速が約3.6％減少し、反発性能も5％から9％落ちたとある。そこで本研究では、金属の厚さの違いによる反発係数の違いについて研究し、打球部の厚さと打球の飛距離についてどのような関係があるか調べる。

## 2. 実験方法

≪実験1≫

①金属板を水平にスタンドに設置する。(1mm～5mm)また、今回使用した金属板は超ジュラルミンでできたもので、一般的に使われている低反発バットの素材である超超ジュラルミンと同じ反発のしやすさのものを使用している。

②1メートルの高さから静かに野球ボールを落とす。

③その様子を横からスマホで撮影し、後ろに設置しているものさしでボールが最高到達点に達したときの高さを測定する。

④√(跳ね返った高さ[cm])/100cmに代入して調べる。

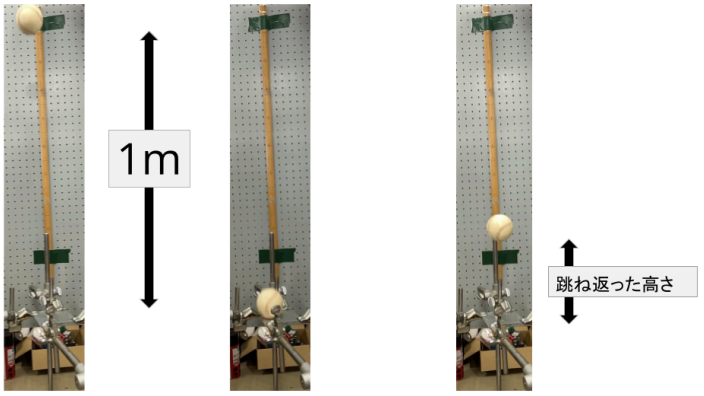
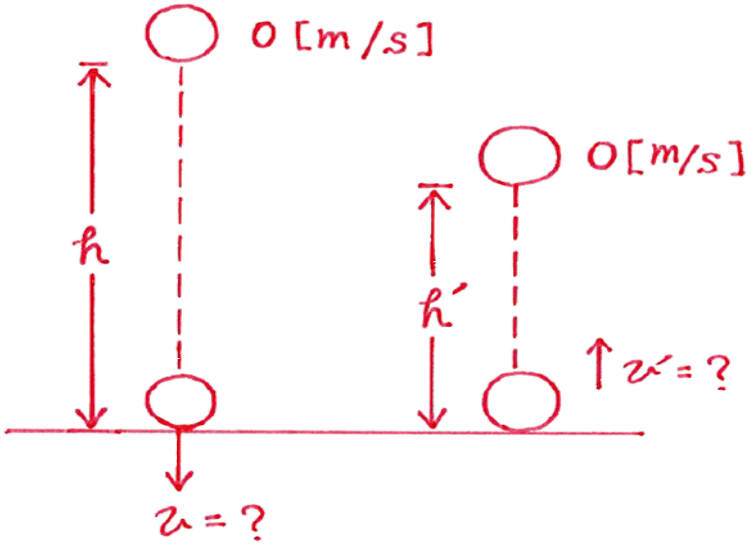



図1.実験の様子

※床から高さhの位置で、小球を初速度0m/sで自由落下させる。金属板に衝突する直前の速さをv、衝突した直後の速さをv'とする。また、衝突後に小球の速さが0になるときの高さをh' とする。




このときの反発係数eはe=v'/vと表すことができる。
また、力学的エネルギーが保存されていることを利用して衝突前の小球の速さvを導く。金属板を位置エネルギーの基準点に定め、この位置エネルギーを0Jとする。すると、最初は運動エネルギーが0Jで位置エネルギーmghだけなので、この物体を自由落下させると、衝突直前に物体の運動エネルギーは$1/2mv^2$ 、位置エネルギーは0Jとなる。したがって、以下のような式が立てられ、速さvが求まる。

$$K + U = \text{一定より}$$

$$0 + mgh = \frac{1}{2}mv^2 + 0$$

$$v = \sqrt{2gh}$$

次に衝突後の速さv'を、同様に力学的エネルギー保存の法則から求める。物体の衝突直後の 運動エネルギーは$(1/2)mv'^2$で、位置エネルギーは0Jである。高さh'に達したときの運動エネルギーは0Jで、位置エネルギーがmgh'となる。したがって、力学的エネルギー保存から次の式が立てられる。
$(1/2)mv^2+0=0+mgh'$つまり、$v'=\sqrt{(2gh')}$ である。求めたv、v'を反発係数の式に代入すると、$\sqrt{h'/h}$となる。今回h'＝跳ね返った高さ(cm),h=100cmとなるので反発係数は$\sqrt{(\text{跳ね返った高さ[cm]}/100\text{cm})}$で求められる。

≪実験2≫
参考文献より、金属バットにおける打球飛距離$d$[m]は打球初速度$V$[m/s]を用いて
$d=3.1\times V-21.8$ と表せる。
これに、値を代入して調べる。
※計算する際の条件として、スイングスピードは一般的な甲子園球児レベルで、時速120キロメートルとし、球速は2022年夏の甲子園の平均速度から時速134kmとする。打球速度は、ボールとバットの相対速度と反発係数をかけることで求めることができ、ボールとバットの相対速度は甲子園球児の一般的なスイングスピード120km/hと甲子園球児の平均球速134km/hをたして254km/hと求めることができる。また、飛距離の導出に使う単位はm/sなので254×1000/3600で70.556m/sと求めることができる。

## 3. 結果

結果は以下の表のようになった。

| 板の厚さ (mm) | 跳ね返った高さの平均 (cm) | 反発係数 | 飛距離 (m) |
|---|---|---|---|
| 1 | 20.10 | 0.44 | 79.47 |
| 2 | 17.10 | 0.41 | 63.31 |
| 3 | 15.35 | 0.39 | 55.41 |
| 4 | 13.70 | 0.37 | 48.63 |
| 5 | 12.70 | 0.35 | 44.47 |
| 6 | 17.20 | 0.41 | 63.31 |
| 7 | 18.00 | 0.42 | 70.006 |
| 8 | 17.20 | 0.41 | 63.31 |
| 9 | 17.00 | 0.41 | 63.31 |
| 10 | 16.90 | 0.41 | 63.31 |

表1.実験結果

反発係数、飛距離ともに5mmまでは減少していき6mm以降はほとんど一定になった。
また、高校野球における金属バットの肉厚部分の新旧基準である3mmと4mmでは打球飛距離は6.78m減少した。

## 4. 考察

参考文献より、飛距離は反発係数に比例する。金属を厚くしていくと反発係数が何らかの影響で減少するが、金属の厚さが6mm～になると、衝撃時の金属の変形が小さくなり反発係数が安定したと考えられる。実際は実験よりも速い速度でボールが衝突するので、6mm以降金属が変形し、反発係数及び飛距離が減少する可能性も考えられる。

## 5. 結論

金属の厚さの増加により、反発係数が低下することが分かり、一定以上の厚さになると、反発係数が安定し、打球飛距離への影響についても、厚さの違いに応じた変化が確認された。今後の課題として、実際の野球の速度で実験したり、バットにより近似するために金属を円柱型にするなどしていきたい。

## 6. 参考文献ならびに参考Webページ

及川研著(1995)東京学芸大学紀要出版委員会発行 「野球の打球の初速度・方向とその飛距離との関係について」http://hdl.handle.net/2309/41566