

ボッチャランプ装置におけるボール射出機構の自動化

Automation of ball ejection mechanism in boccia ramp equipment

○内山卓巳（徳山高専）, SAMPATH Vitharana Sandun（徳山高専）

三浦靖一郎（徳山高専）

Takumi UCHIYAMA, National Institute of Technology, Tokuyama College, Gakuendai, Syunan-shi, Yamaguchi

SAMPATH Vitharana Sandun, National Institute of Technology, Tokuyama College, Gakuendai, Syunan-shi, Yamaguchi

Seiitiro MIURA, National Institute of Technology, Tokuyama College, Gakuendai, Syunan-shi, Yamaguchi

Key Words : Assistive Technology, Boccia ramp, Automation

1. 緒言

徳山工業高等専門学校基礎物理研究室では、これまで競技参加が困難だった重度障害者にもボッチャ競技に参加できるよう電動ボッチャランプ装置を開発した。開発した装置は、専用設計の装置と既存ボッチャランプに無加工で取付け可能なアドオン装置である。この装置により、ランプの移動やボールの昇降、ボールのリリースをする装置および操作するための様々なコントローラを製作・利用することで、手での投球が困難な人でもボッチャ競技ができるようになった。また、装置改良について、様々な機会に障害者や支援者に接したところ、1人でできる練習環境があったらよいとの意見をいただいた。そこで、先行研究を基盤とし、一連の操作を全自動で行う装置の開発することを目標とした。本研究では、ランプのボール射出機構に焦点を当て、装置の全自動化に向けて考慮すべき要素を明らかにすることを目的とする。

2. ボールのリリース高さ 各パラメータとの関係について

2. 1 実験目的

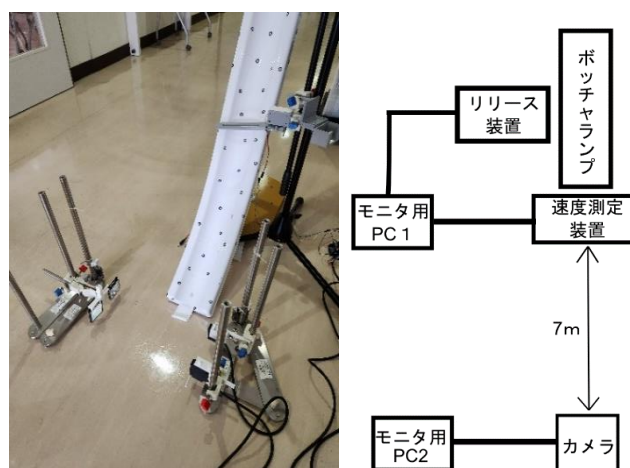
電動ボッチャランプ装置における操作項目は、「ランプの向き」「ボールのリリース高さ」「ボールのリリース」の3つである。特に、ボールのリリース高さは、ボールを狙った位置に送ることに大きく影響する。そのため、ボールのリリース高さに対してリリースされたボールの各パラメータがどのような関係があるか実験により調査することにした。

2. 2 実験方法

実験は、ボールを床面からの高さを 0.5m, 0.6m, 0.7m の 3 パターンでリリースすることにした。測定するパラメータは、ランプ出口でのボールの速度、

リリースからボールが止まるまでの移動時間、リリースしたボールの移動した距離、そして、ランプから直進を角度の基準 (0 度) としたときの停止後のボールの偏角の 4 つとした。ボール速度については、Arduino Uno と光学センサ(OMRON E3JK-RN12)を用いて製作した測定装置にて測定した。この測定装置は、2 つの光学センサをボールが通過した時間の差から速度を測定する仕組みである。

また、その他の 3 つのパラメータに関しては画像認識にてボールの停止やボールの座標を記録することで測定した。図 1 に、ボールの速度測定装置の外観を、図 2 に実験環境の概略図を示す。実験は、それぞれの高さについてボールを 30 回リリースして各データを計測した。



2. 3 実験結果とその考察

図 3 に、各リリース高さと速度データの関係を示す。図 3 より、どのリリース高さにおいても速度分布の範囲はそれぞれ約 0.30m/s であり、ほとんど差はなかつ

た。また、標準偏差に関しても、それぞれ 0.084 m/s, 0.075 m/s, 0.084 m/s となっており、速度の平均値と比較してもほぼ差はないといえる結果であった。

これらのことから、どの高さからボールをリリースした場合でも一定の誤差範囲内で速度を想定できることがわかった。さらに、平均値と個々のデータの比較したところ、平均値よりも速度が速いデータが割合として多かった。しかし、図3を見ると、平均値より遅い速度の分布幅が速い速度の分布幅より広がっている。これらより、何らかの要因で速度が遅いデータは外れ値が多くなってしまっていると考えられる。

この要因として、ボールがランプ内で蛇行し側面と衝突することで勢いが失われているということが考えられる。ポッチャのボールは中に詰められている材料の分布によって場所により密度に偏りが出してしまう。その偏りによってボールが転がる際に曲がってしまうことがある。

実際にランプ上端からリリースされたボールの軌跡を確認したところ、ランプを滑り落ちる最中に側面にぶつかりながら蛇行する様子がいくつか確認できた。したがって、ボール密度の不均一性が要因で蛇行が起きた場合にボール速度が遅くなる可能性がある。これを解決するためには競技者が行っているように真っ直ぐ転がる向きを記録しておき、常に決まった向きでボールをセットする必要があると考える。

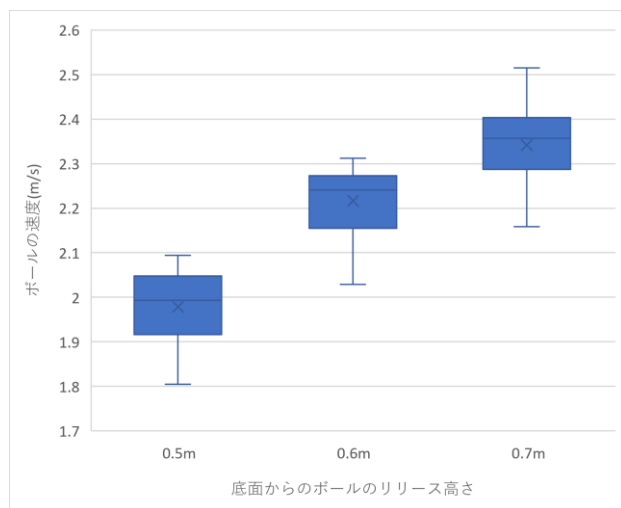


図3 リリース高さと速度の関係

2. 4 速度の計算式の検討

2. 3 より、速度の誤差はどの高さからリリースしてもほぼ一定のため同じ計算式から速度を予想することにした。今回使用したランプは傾斜 60° で設置

しているため、斜面もランプ傾斜角と同様に 60° と仮定すると、そのときのランプ終端でのボールの速度 v m/s は、次に示す摩擦を考慮したエネルギー保存則の式

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{\sqrt{3}}\mu'mgh \quad (1)$$

より

$$v = \sqrt{2gh \left(1 - \frac{\mu'}{\sqrt{3}}\right)} = k\sqrt{2gh} \quad (2)$$

と計算できる。ここで、 m はボールの質量(kg)、 v は

μ' はボールがランプ斜面を移動する際の動摩擦係数、 g は重力加速度定数 9.8 kgm/s^2 である。

式 2 において、 h は実験パラメータ、 v は実験による測定値であるため、実験的に比例定数 k を求めた。今回測定した速度の平均値と傾斜 60° の滑らかな斜面を転がした場合の速度の理論値を比較したところ、どの平均値も理論値の約 0.63 倍となった。

よって、比例定数 $k = 0.63$ として計算することでリリース高さを変えた場合にランプ終端でのボールの速度を想定できると考えられる。また、比例定数 k の値より、使用した FRP 製のランプとボールの間の摩擦係数 μ' は終端のカーブの影響を考慮しない場合、約 0.64 となった。今後、より多くのデータを測定することによりこの計算式の正確性を検証する予定である。

3. 結 言

(1) ランプ終端でのボールの速度は、どの高さでも一定の誤差範囲内で想定できると考えられる。しかし、ボールの向きにより外れ値が出る可能性があるため、ボールをセットする向きなどを工夫することで、その原因の更なる追究と検証する必要がある。

(2) 斜面を滑るボール速度の理論値と測定データの平均値の比較により、ランプ終端でのボール速度の計算式を検討し、実験的に導出した。

参考文献

- (1) NAKAMURA Seishiro, UCHIYAMA Takumi, SAMPATH Vitharana Sandun, TANIMOTO Keiji, FUJIMOTO Hiroshi, MIURA Seiichiro, "Universalization of Boccia Ramps Through Motorization-Application of Assistive Technology to Adapted Sports-", 11th International Conference on Industrial Application Engineering, pp238-243 (2023)
- (2) 中村征志郎, 内山卓巳, SAMPATH Vitharana

Sandun,三浦靖一郎，”機械化によるボッチャのユニバーサル化-支援技術の障害者スポーツへの応用-”，第 26 回日本福祉工学会学術講演会講演論文集，pp12-13 (2022)

