



高性能バドミントン用 練習機の研究開発 —シャトルが破損し難い高速発射—

研究・開発機関 : 公立小松大学 生産システム科学部 スポーツ研究・開発チーム
 利用施設 : 自社設備
 計算規模 : 自社内のPC利用
 利用ソフトウェア : 構造解析ソフト ANSYS、衝撃解析ソフト ANSYS/LS-DYNA

Before

- バドミントンの練習の多くは、コーチ等の人手に頼っており、市販されているバドミントン練習機はほとんどありません。
- トップレベル選手の高度な練習にも使用できる高性能バドミントン練習機の開発を目指しました。

After

- 開発したバドミントン練習機の発射性能:
 発射初速度: 約300km/h
 最大飛距離: 12.4m
 落下位置精度: 0.3m未満
 1.2秒間隔で連射可能(最大96球)
- トップレベル選手も使用可能な高性能練習マシン、2ローラ式練習機を開発しました。

背景と目的

現在、市販されているバドミントン用練習機をシャトルの発射機構で分類すると、ラケット打撃式、圧縮空気式などがあります。しかし、これらの練習機は、シャトルの初速度100km/h以下、最大飛距離5～8m程度の性能しかなく、実用的な練習機には程遠いものです。シャトルの高速発射を阻んでいる一番の要因は、シャトルの特殊性にあります。シャトルは半球状コルクと水鳥の羽根で構成された複雑な形状で、質量がわずか5.2gと超軽量で手で握ると容易に変形し破損します。このような特徴を持つシャトルを初速度100km/h以上で発射することは非常に難しく、仮に高速発射したとしても発射時に生じる衝撃力によって、シャトルの羽根が大きく損傷し、破損することが多くあります。

このため本研究開発チームでは、シャトルのコルク部を二つの対向するローラで挟持し、その摩擦力を利用してシャトルを発射する2ローラ式バドミントン練習機の研究開発を行ってきました。本練習機は全日本のトップレベル選手を対象としており、初速300km/hを超える高速発射と自動的にシャトルを供給し短時間の間隔で連続に発射ができる高い性能があります。本研究開発では、ANSYS/LS-DYNAを用いた数値シミュレーションを活用しました。



図1 開発したバドミントン練習機

利用成果

開発した2ローラ式バドミントン練習機の外観を図1に示します。本練習機は、インバーター制御によって、モータと直結した二つのローラの回転数を0～4200rpmの範囲で任意に速度調整ができます。シャトルの発射機構は、シャトルのコルク部をウレタンゴム製ローラの上に挿入させ、このときの両ローラとシャトルのコルクとの摩擦力で発射されます。両ローラ回転数が等しい場合は、縦方向に変化するヘアピンやスマッシュ等を発射し、他方カットやドライブ等の横方向に変化する球種は両ローラの回転数に差をつけることにより、さまざまな球種のショットを任意の速度で繰り返し発射することができます。

本研究開発では、シャトルの発射速度の高速化および破損の低減化を目的として、発射ローラの形状最適化をシャトル(図2)と発射ローラ(図3)の両モデルを用い、最適手法として2段階応答曲面法を用いて実施しました。シャトルの発射シミュレーションの一例を図3に示します。

初期のローラ端部の形状(図4)はシャトルのコルクと羽根の取り付け角(70°)とほぼ等しい角度の台形状とし羽根損傷の低減を図っていました。最適化後の形状(図5)は、テーパ角 $\alpha=51.9^\circ$ 、挿入高さ $H=17.7\text{mm}$ 、ローラ直径 $D=\phi 315\text{mm}$ となりました。なお、最適化によって、シャトルの初速度は約7.0%向上しました。

最適ローラを用いて実験した結果(図6、図7)、初速度295km/h(≒300km/h)を達成することができました。

今後は、摩擦や摩耗を考慮した発射ローラの材質等の検討を行い、本練習機の商品化を目指していく予定です。

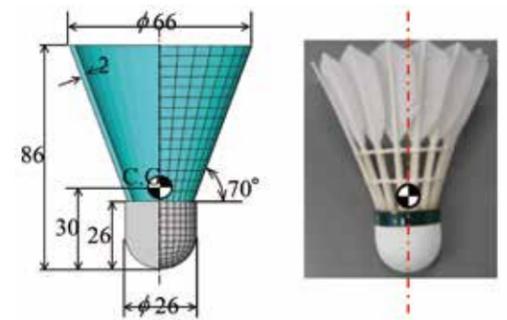


図2 シャトルのモデルと実物

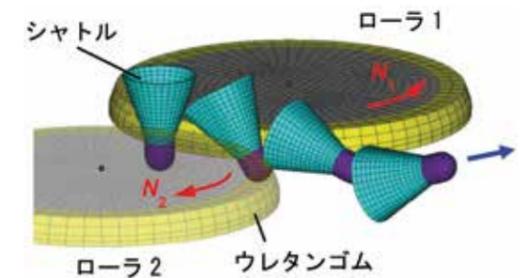


図3 シャトルの発射シミュレーション

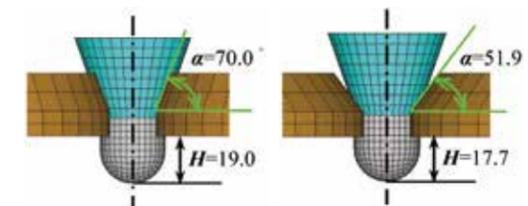


図4 初期形状

図5 最適形状



図6 最適ローラを用いたシャトルの発射シミュレーション



図7 最適ローラを用いたシャトルの発射の様子

出典: 酒井 忍ほか, "2ローラ式バドミントンマシンの高性能化", 日本機械学会論文集, Vol. 81, No. 821, p. 14-00441, 2015.