

1. 緒言

一般的にゴルフの指導書の多くは著者の経験に基づいた解説がされており、力学的に現象をとりあげたものは少ない。その理由としてスイングのメカニズムに関する情報が少ないことが挙げられる。ゴルフスイングの研究は様々なところで行われ、当研究室でも行っている。そのなかでリストターンが開始するとそれまでに腕に蓄積された運動エネルギーがクラブヘッドに移動し、ヘッドスピードの増加に繋がることを明らかにした⁽¹⁾。スイングにおいてリストターン開始までに多くの運動エネルギーを蓄えることがヘッドスピードを高める上で重要であり、リストターン開始が遅いほど理想的なスイングと言える。プロと初心者ではリストターン開始位置(リリースポイント)が異なり、その違いはスイングによる影響が大きいと考えた。そこで本稿では、スイングの加速パターンがリリースポイントに与える影響を明らかにするため、ゴルフスイングロボットを試作して実験を行い、別途検討している理論解析結果との比較検討を行う。

2. 理論

ゴルフスイングの基本的なモデルは図1のように平面の2リンクとして考えることができる⁽¹⁾。腕とクラブはピン結合で結合され、クラブはスイング開始時には設定された角度より内側には動かず回転中は固定された1リンクとし、コック開放後は2リンクとなりリストターンが進むと考える。コック開放は、図1より、次式で示す慣性力と遠心力によるモーメントのリストまわりのつりあいから求めることができる。

$$M_C = -(m_2 R R_2 \cos \beta + J_2) \ddot{\theta}_1 \quad (1)$$

$$M_O = (m_2 R R_2 \sin \beta) \ddot{\theta}_1^2 \quad (2)$$

重力による力は非常に小さいため無視することができるので、コック開放の条件式は次式で与えられる。

$$M_O \geq |M_C| \quad (3)$$

つまり、コック開放は、遠心力によるクラブが開こうとする力のモーメント M_O が、回転加速度によるクラブを閉じようとする力のモーメント M_C より大きくなった時点ではじまる。

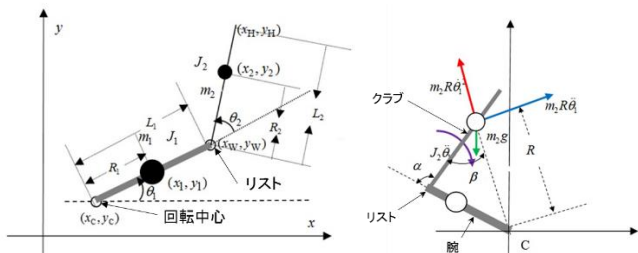


図1 スイングの平面2リンクモデルとクラブに作用する力

3. 実験装置および実験方法

3.1 実験装置

人では定量的な実験が難しいので、その問題を解決し、再現性の高い実験を行うため、図2に示すゴルフスイングロボットを製作した。

リストはピンジョイントになっており、回転中心のモータで加速パターンを制御可能である。この他、クラブシャフトの長さを変えたり、実際のスイングに近づけるためにスイング角度を10°刻みで0°から90°の調整ができる。



図2 ゴルフスイングロボット

3.2 実験方法

「回転中心」「リスト」「クラブヘッド」にマーカーを取り付け、水平に設置する。加速パターンは加速度一定、増加、減少とし、加速度増加と減少は2種類ずつ、計5パターンで実験をした。各加速パターンでの回転開始からリリースポイントまでの時間を3次元動作解析装置で測定し、理論値と比較検討する。なお、リリースポイントの判定は、回転中心からクラブヘッド間の距離が変化したときとする。

4. 実験結果

図3に、加速パターン毎の回転開始からリリースポイントまでの時間の理論解析結果と実測値を示す。図3より、理論値と実験値はよく一致した。また、加速度増加では、回転開始からリリースポイントまでの時間が長く、減少では短くなり、加速度の変化量が大きいほどその傾向が強くなる。この結果から加速度減少ではリリースポイントが早く、加速度増加ではリリースポイントが遅く訪れると言える。そのため、加速度増加のスイングが理想的なスイングであり、増加量が大きければ大きいほど理想的であると実験でも示された。

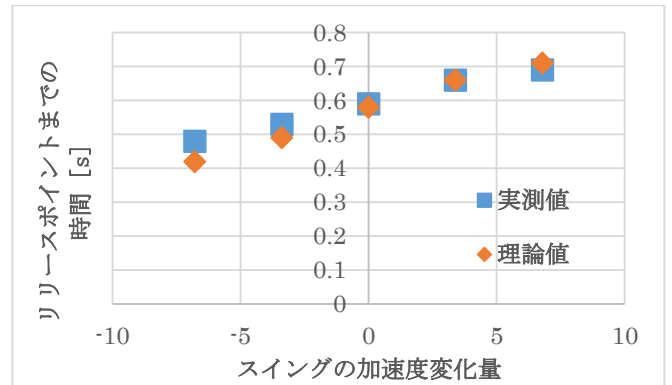


図3 加速パターン別リリースポイントまでの時間

5. 結言

剛体2リンクモデルの実験機を試作し、加速パターンの変化によるリリースポイントへの影響を検討した結果、加速度減少のスイングはリリースポイントが早く、増加のスイングはリリースポイントが遅いことが示された。つまり、加速度の変化量が正に大きいスイングほどリリースポイントが遅くなるため腕に蓄積される運動エネルギーが大きくなり、ヘッドスピードの上昇につながるということが分かった。

文献

(1) 井上 喜雄 他 機講論, No.13-34, 2013