

1. 緒言

一般的にアマチュアプレイヤー向けのゴルフの指導書の多くは、著者の経験に基づいた感覚的な解説が記述されていることが多く、読者に伝わりづらかったり、主観的で誤解を与えてしまう可能性がある。そこに力学的裏付けがあると、経験や感覚的な表現を理解し、具体的に効率の良いトレーニングができるようになると思われる。そこで本研究では、リストターン開始のタイミングであるリリースポイントに着目し、ゴルフスイングの力学的解釈を行うことを目的とする。プロや上級者は、できるだけリストターンを遅らせるスイング、いわゆるレイトヒッティングにより、リストターンが始まるまでに大きい運動エネルギーを蓄え、リストターン開始後に腕からクラブへのエネルギー移動によりヘッドスピードを高めていると言われている。本研究では、製作したゴルフスイングロボットを用いて、クラブのシャフト長さやヘッドの重さなどの諸元を変更させた場合、リリースポイントに至るまでの時間にどのような影響を及ぼすのか、解析する。

2. 理論⁽¹⁾

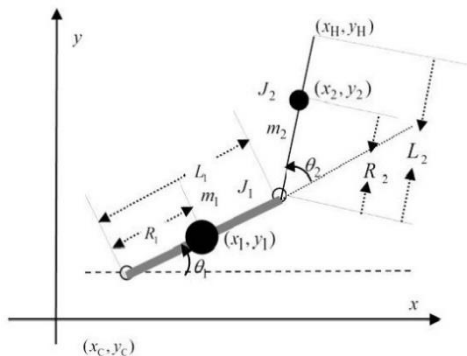


図1 スイング平面におけるゴルフスイングのモデル

ゴルフスイングの動作を、図1のように、腕とクラブを表す2つの剛体リンクからなるモデルと考え、鉛直面からφ傾いたスイング平面での2次元運動であると仮定する。結合部はダウンスイング開始時に設定されたコック角(π-θ₂)よりも内側には変形しないとし、内向きのトルクが加わっている場合には2つの剛体は剛結されて1リンクとなり、結合部を開こうとする外向きのトルクが加わった場合にはそれを拘束する内力は発生せず回転はフリーのピンジョイントで結合された剛体の2リンク系となりリストターンが開始すると考える。1リンク系の運動方程式からリストに加わるモーメントMを計算し、M=0となる瞬間、つまり遠心力(接戦方向の慣性力)によるリストジョイントを開こうとするモーメントが、慣性力によるリストを閉じようとするモーメントに打ち勝った瞬間をリストターン開始のタイミングとすれば、リストターン開始時の条件式が次式のように得られる。

$$\dot{\theta}_{1w}^2 = \phi \ddot{\theta}_{1w} \tag{1}$$

θ_{1w}とθ̈_{1w}は、それぞれリストターン開始時におけるリストの角速度と角加速度であり、φはコック角やクラブの諸元により決定する値である。式(1)は、角加速度一定でスイングを行った場合、クラブの諸元(シャフト長さやヘッドの重さ)が角加速度に影響することがわかる。

3. 実験

ゴルフスイングロボットの角加速度を一定とし、シャフト長さやヘッドの重さを表1のように9パターンに設定し、そのときのリリースポイントまでの時間と角速度を計測する。ここで、ロボットのリストジョイント部に感圧センサを取り付け、慣性力により、センサに圧力が加わり始めた時をダウンスイング開始とし、慣性力と遠心力が等しくなり圧力が加わらなくなった時をリリースポイントとする。

4. 結果

表1に結果を示す。図2は、No.5の条件のときのリリースポイントまでの時間 t_wを t_{w0}として、それに対する各条件時の t_wの比率を示す。ヘッドの重さのみを変化させた場合、リリースポイントまでの時間変化は、小さいものとなったが、シャフトのみを変化させた場合、大きな変化がありシャフトが長い方が、時間 t_wも長く、角速度が速くなった。これらより、クラブヘッドの重さよりもシャフト長さの方がリストターンに与える影響が大きいことがわかった。

表1 各クラブのリリースポイントまでの時間と角速度

	シャフト長さ [mm]	ヘッド重さ [g]	φ	t _w [s](リリス ポイント時)	θ̇ _w [rad/s](リ リスポイント時)
No.1	600	114	1.35	0.43	1.29
No.2		94	1.33	0.43	1.29
No.3		74	1.31	0.42	1.26
No.4	500	114	1.13	0.37	1.11
No.5		94	1.12	0.37	1.11
No.6		74	1.10	0.37	1.11
No.7	400	114	0.91	0.32	0.96
No.8		94	0.90	0.31	0.93
No.9		74	0.89	0.28	0.84

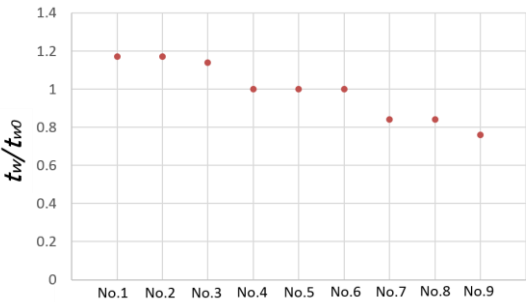


図2 t_{w0}に対する各条件での t_wの比率

5. 結言

ゴルフクラブの諸元がリリースポイントに与える影響についてゴルフスイングロボットを用いた実験により検討した。腕の角加速度を一定として行った実験では、クラブの長さの影響が重さよりも大きく、長いほど、リリースポイントが遅れ角速度も早くなることがわかった。

文献

(1) 李, 井上ほか3名 「ゴルフスイングのリリースポイントに関する動力学(クラブおよび人間の緒元の影響)」, 機論. Vol.80,No.820,pp.1-18,2014.