

ゴルフスイングのモデル化に関する研究

知能機械力学研究室

柴川友佑

1. 研究の背景と目的

近年、ゴルフクラブの性能のなかで、インパクト直前のクラブの振動挙動が打球の方向に影響を与えることが注目されており、その効果を考慮した良好な設計をするために、ゴルフスイングの数値シミュレーションがよく行われている。ところが、クラブの振動に大きく影響する手により握られている部分のクラブの境界条件が曖昧にされてきた。そこで本研究では、手がクラブの境界条件にどのような影響を与えているのかについて計算および実験により検討する。

2. ゴルフクラブの解析モデル

境界条件の検討を行う前に、境界条件が既知の状態での、解析値と実測値の比較により、ゴルフクラブ単体のモデル化を行う。対象とするクラブは Taylor Made TUR DRIVER 8.5 度であり、外部から計測可能な、概略寸法、質量、重心を与え、両端自由と片もち梁での固有振動数の解析値と、実測値が一致するようにパラメータを調整して、モデル化を行った。

実験装置の概略を図1に示す。図1のようにインパルスハンマでクラブを打撃し、チャージ式振動計で計測した加速度をFFTアナライザで分析して固有振動数、振動モードを計測した。解析モデルを図示す。解析には有限要素法構造解析ソフトである ANSYS を用いた。

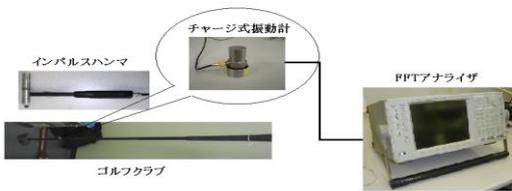


図1 実験装置概略



図2 ゴルフクラブの解析モデル

結果を表1に示す。両者はよく一致し、クラブ単体のモデル化が妥当であることが確認できた。

表1 クラブ単体での実測値と解析結果

モード	両端自由		片もち梁	
	実測値[Hz]	解析値[Hz]	実測値[Hz]	解析値[Hz]
1	40	40	5	6.4
2	123~126	123.1	51.3	60.7
3	231~239	225	80~82.5	83.2
4			201~208	193.8

3. 境界条件の検討

次に、ゴルフクラブを手でつかんだ状態で固有振動数とモード形状を測定する。手による境界条件のモデルをゴルフクラブモデルに加え解析を行い、実測値と同等の結果が得られるような境界条件を作成する。ダウンスイングの状態に相当するしっかり握った状態と、リストターンに相当する緩やかに握った状態を比較の対象とした。

手によるグリップ部の境界条件は、バネ・ダンパー・質量を付加することにより表現する(図3)。

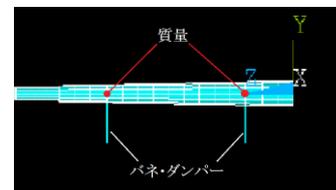


図3 手のモデル

実測値とモデルの解析値の固有振動数を比較したものを表2に示す。また、各物性値を表3に示す。

表2 クラブを手で握った場合の実測値と解析結果

モード	しっかり握る		緩やかに握る	
	実測値[Hz]	解析値[Hz]	実測値[Hz]	解析値[Hz]
1	32	31.5	40	40
2			123	126

表3 物性値

	バネ[N/m]	ダンパー[Ns/m]	質量[kg]
しっかり握る	10	90	0.2
緩やかに握る	0	0	0.2

ここでは振動モードは省略するが、手のモデルを加えた解析結果も実測値と近いことから、作成したモデルと実際にクラブを握った境界条件は同じものと考えられる。