

소프트 골프 샤프트의 킥 포인트와 강성의 차이에 따른 성능 분석

오한영¹, 유미², 김성현³, 장재훈⁴, 김남균⁵, 김동욱^{2,6}

¹전북대학교 공과대학 헬스케어공학과, ²전북대학교 공과대학 바이오메디컬공학부, ³전북대학교 헬스케어기술개발사업단
⁴(주)경호골프, ⁵(주)식스티 플러스, ⁶전북대학교 고령친화복지기기연구센터

Soft-golf™ Shaft Kick Point and Stiffness due to the Difference in Performance Analysis

H. Y. oh¹, M. yu², S. H. Kim³, J. H. Jang⁴, N. G. Kim⁵, D. W. Kim^{2,6}

¹Department of Healthcare Engineering, Chonbuk National University

²Division of Biomedical Engineering, Chonbuk National University

³Center for Healthcare Technology Development

⁴KyungHo Golf co.

⁵Sixty Plus co.

⁶Research Center of Healthcare & Welfare Instrument for the aged, Chonbuk National University

(Received November 18, 2009. Accepted June 7, 2010)

Abstract

This study analyzed performance according to kick point and stiffness of Soft-golf™ shaft. This research team developed soft-golf™ as a new fusion sports with similar motions with golf and it can be learned safely for all age groups in 2002. The head of Soft-golf™ club is made of zinc alloy and has a mesh or a grid structure, and shaft uses carbon graphite to reduce the total weight of the club. To improve carry distance and to assure consistency of a ball during Soft-golf™ swing, this study manufactured shaft with various kick points (low, middle and high) and stiffness (stiff, regular, lady, morelady) and analyzed a swing motion with characteristics of each shaft presented in a dynamic condition such as a ball's speed, a head's torsion angle and a ball's deviation with ProAnalyst program through a high-speed camera taking pictures using a swing machine robot system(Robo-7). From all of the results, this study determined an appropriate shaft of Soft-golf™.

Key words : Soft-golf™, shaft, stiffness, kick point, golf club

1. 서론

골프는 대부분의 기술이 스윙동작과 보행으로 구성되어 스윙 횟수가 적은 것으로 우열을 가리는 경기로, 타구된 공을 가급적 멀리, 의도한 방향의 지점에 도달케 하는 것이 기술의 핵심이다[1]. 골프클럽의 헤드부분은 주로 스틸(steel)로 된 금속재료를 사용하여 만들기 때문에 무게가 많이 나가게 되고 이로 인해 손목이나 팔 관절과 허리 등에 부상 위험이 증가하여 고령자나 어린이가 사용하기에는 적절치 못하다. 이와 같은 단점을 보완하기 위해

미니골프, 게이트볼과 같은 골프 유사 경기가 탄생 되었으나, 기존 골프와 경기 방식이 전혀 달라 상기의 목적을 달성하기 어렵다.

이러한 단점을 보완하기 위해서 본 연구팀은 카본 그라파이트(carbon graphite)로 제작된 샤프트(shaft)와 클럽 헤드는 아연합금으로 제작하여 경량화 시키고, 타격면은 테니스 줄을 사용한 그물망 구조로 만들어 무게를 줄인 골프 클럽을 제작하였고, 이들로 구성된 소프트골프 용구를 개발하였다. 또한 소프트골프공은 고분자 재료를 이용하여 표준 골프공의 1/4무게로 공의 크기는 통상의 골프공에 비해 2.33mm크게 제작하여 타격에 용이 하게 제작하였다. 이와 같이 제작된 소프트골프 용구를 이용하여 본 연구팀은 스윙동작 분석 실험을 실시하였고, 이로 인해 가볍게 제작된 소프트골프 용구를 이용한 스윙이 인체에 부하를 덜어 부상의 감소 효과가 있음을 분석하였다[2]. 그러나 클럽용구의 중량이 줄어 관절에

Corresponding Author : 김동욱
(561-756) 전북 전주시 덕진구 덕진동 1가 664-14, 전북대학교 공과대학 바이오메디컬공학부
Tel : +82-63-270-4060 / Fax : +82-63-270-2247
E-mail : biomed@chonbuk.ac.kr
이 논문은 2009년도 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임. (지방연구중심대학육성사업/ 헬스케어기술 개발사업단).

인가되는 부하량이 감소하고 부상 또한 감소한 대신 소프트골프에서 스윙의 최적 조건을 가질 수 있는 용구 설계에 대한 연구가 시급하였다.

기존의 골프용구에 대한 연구는 샤프트의 성능 보다는 클럽 헤드의 크기나 소재, 반발력 등 비거리에 영향을 주는 부분만이 관심의 대상이었다. 그러나 최근 반발계수와 클럽 헤드의 크기 제한으로 클럽 헤드 부분에서의 기술적 진화에 한계가 드러나면서 골프 클럽의 성능 향상을 위한 또 하나의 방법으로 샤프트로의 관심이 증가하고 있다. 샤프트는 골퍼로부터 클럽의 끝 부분으로 클럽헤드에 에너지와 힘을 전달해 줄 수 있는 유일한 수단으로 클럽에 있어서 추진력을 발생시키는 부분이 되는 것으로써 클럽에 있어서 가장 중요한 부분으로 알려져 있다[3].

샤프트의 설계 시 중요한 설계 변수는 강성(stiffness)과 킥 포인트(kick point) 등이 있는데[4], 이러한 강성과 킥 포인트의 변화에 따라서 공을 타격할 때의 위치가 바뀌게 된다[5]. 또한 강성과 킥 포인트의 변화는 클럽 헤드의 스피드에도 관여하게 된다[6]. 강성은 샤프트의 고유진동수를 측정하여 표시되며, 샤프트가 딱딱할수록 진동주파수는 높게 나타나고, 샤프트가 부드러울수록 진동주파수가 낮게 나타난다[7]. 샤프트에 강성을 주기 위해 샤프트를 제작할 때 여러 각도에서 레이어(layer)를 쌓아 제작하게 되는데, 비틀림 강성을 높이기 위해서는 레이어를 $\pm 45^\circ$ 각도로 삽입하여 쌓는 방법을 이용하고, 저항강도를 높이기 위해서는 $\pm 90^\circ$ 각도로 삽입하여 쌓는 방법을 이용한다[8]. 킥 포인트(kick point)는 샤프트가 최대로 휘는 지점을 말하는 것으로 최대로 휘는 지점이 그립(grip) 방향으로 가까우면 하이(high) 킥 포인트, 헤드 방향으로 가까우면 로우(low) 킥 포인트라 한다[7].

본 연구는 일반 골프에 비하여 클럽의 무게가 가벼워 인체에 가해지는 부하량을 줄일 수 있지만, 상대적으로 적게 나가는 비거리를 보완하고, 공의 정확성을 높이기 위한 소프트골프 용구의 샤프트를 개발하기 위해 다양한 킥 포인트와 강성을 가지는 샤프트를 이용하여 스윙 시 공의 속도, 공의 제어능력, 헤드의 뒤틀림 각을 평가, 분석하였다.

II. 실험 방법

A. 소프트골프 용구 제작

본 연구에서는 골프클럽의 무게와 볼의 중량을 줄여 골프공이 날아가는 비거리를 줄임으로써 좁은 공간(33,000평 이하)에서도 정규 규칙에 따라 골프경기를 수행할 수 있도록 고안한 소프트골프 용구의 샤프트를 대상으로 분석하였다. 그림 1처럼 클럽헤드는 그물망 모양으로 아연 합금(Zn alloy)으로 제작하였고, 샤프트는 카본(carbon) 합성수지를 이용해 만든 그래파이트(graphite)로, 제작된 소프트골프 클럽 헤드 무게는 193.5g 으로 기존 헤드 무게 420g의 65%이고 총 클럽의 무게는 285.4g 으로 기존 클럽 무게의 70%에 달하게 제작하고, 소프트골프 골프공은 고분자 재료(천연고무(1등급, 고무 100%)와 울(wool)과 나일론(nylon)이 55대 45로 혼합된 펠트(FELT))를 이용하여 제작된 소프트골프공은 30g 으로 통상의 골프공의 무게 45.93g의 60%에 달하게 제작하였다.

샤프트의 성능을 구분하는 주요 요소는 샤프트의 무게, 굽힘 강성, 비틀림 강성으로 정의 될 수 있다[9]. 킥 포인트와 강성에 대한 부분은 그림 2와 같은 방법으로 측정 할 수 있는데, 킥 포인트는 샤프트 한쪽을 고정시킨 상태에서 한쪽을 밀었을 때 가장 많이 휘는 부분을 측정하여 그 휘는 부분에 따라 로우(low), 미들(middle), 하이(high) 킥 포인트로 나뉘게 되고, 강성은 샤프트의 클럽헤드와 부착되는 부분에 일정한 추를 매달아서 그 진동수에 따라 레귤러(regular), 레이디(lady), 스티프(stiff)로 나뉘게 된다. 본 연구에서 사용된 샤프트는 총 6가지 로써, 하나의 강성에 킥 포인트에 따른 차이를 보기 위한 3종류와, 하나의 킥 포인트에 강성에 따른 차이를 보기 위한 3종류를 사용하였다. 킥 포인트에 변화를 준 샤프트는 일반 골프클럽 샤프트로 사용되는 레이디(lady) 강성보다 조금 더 무른 모어레이디(MoreLady, ML) 강성에 킥 포인트를 로우(L), 미들(M), 하이(H)를 차등 적용하여 MLL(MoreLady stiffness, Low kick point), MLM(MoreLady stiffness, Middle kick point), MLH(MoreLady stiffness, High kick point)의 세 종류와 강성에 변화를 준 샤프트는 각기 다른 레귤러(regular), 레

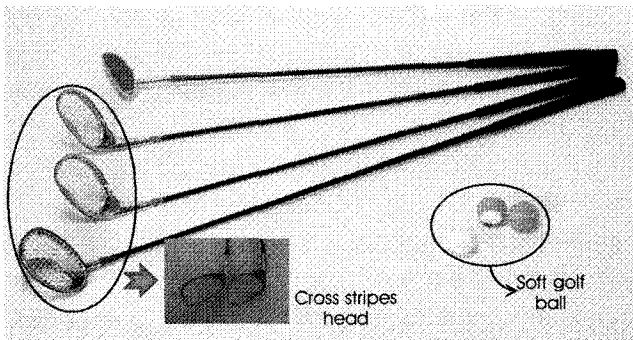


그림 1. 소프트골프 용구
Fig. 1. Soft-golf™ equipment

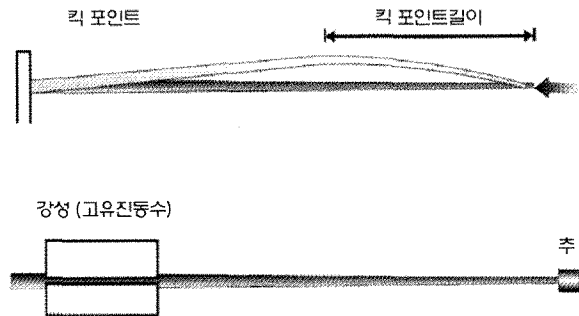


그림 2. 킥 포인트와 강성의 측정 방법
Fig. 2. Kick point and the stiffness of the measurement methods

표 1. 소프트 골프용으로 제작된 샤프트의 제원

Table 1. Speculations of shaft for Soft-golf™

Type	Weight(g)	Tip-Diameter (mm)	Butt-Diameter (mm)	Kick point position	Stiffness (rate/min)
MLL	43.4	8.7	14.5	17cm	160
MLM	47.3	8.8	14.5	34cm	164
MLH	49.4	8.7	14.5	50cm	171
LH	58.2	8.5	14.8	50cm	241
RH	58.4	8.5	14.9	50cm	249
SH	58.5	8.5	15.0	50cm	252

* ML(강성)L(릭 포인트)

S: 일반 stiff shaft, R: 일반 regular shaft, L: 일반 lady shaft, ML: 일반 lady shaft보다 무른 강성, L: low 릭 포인트, M: middle 릭 포인트, H: high 릭 포인트

이다(lady), 스티프(stiff), 모어레이디(morelady) 강성에 동일한 하이(H) 릭 포인트를 차등 적용하여 RH(Regular stiffness, High kick point), LH(Lady stiffness, High kick point), SH(Stiff stiffness, High kick point), MLH(MoreLady stiffness, High kick point)의 세 종류를 실험에 사용하였다. 표 1에 나와 있는 Tip-Diameter는 헤드와 샤프트의 접합 부분의 굵기이고, Butt-Diameter는 그립부분이 끼워지는 부분의 굵기, Kick point position은 헤드를 기준으로 한 low, middle, high 릭 포인트 위치, Stiffness는 샤프트의 무른 정도를 말한다. 릭 포인트에 따른 샤프트는 소프트 골프 특성에 맞게 고려하여 제작하였는데, 이는 일반 골프클럽으로 사용되는 레이디(lady)강성을 기준으로 하여, 샤프트 무게는 55~57g인 일반 골프 클럽보다 평균 9.3g 적게, Tip-Diameter는 9.4mm 인 일반 골프 클럽보다 평균 0.6mm작게, Butt-diameter는 14.95mm 인 일반 골프 클럽보다 평균 0.7mm

작게, stiffness는 249~255(rate/min) 인 일반 골프 클럽보다 평균 80(rate/min)보다 낮게 제작하였다.

B. 실험 방법

본 연구에서는 그림3처럼 아연합금 클럽헤드와 릭 포인트 및 강성 차에 따른 샤프트로 이루어진 소프트골프 클럽을 이용하여 스윙동작을 측정하였다.

스윙머신(Robo-7, MIYAMAE Co., Japan)을 이용하여 일괄적인 스윙동작과 속도(15, 20, 25, 30, 35m/s)로 타격을 실시하였고, 이때 스윙 동작을 초고속 카메라(Fastec Inline, Visko Co.,

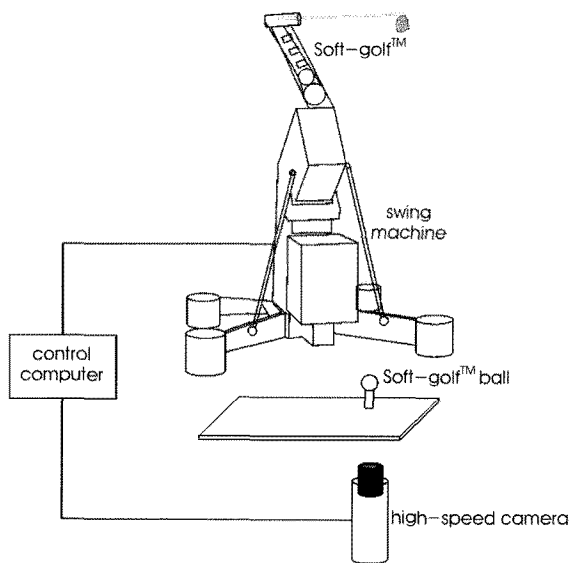
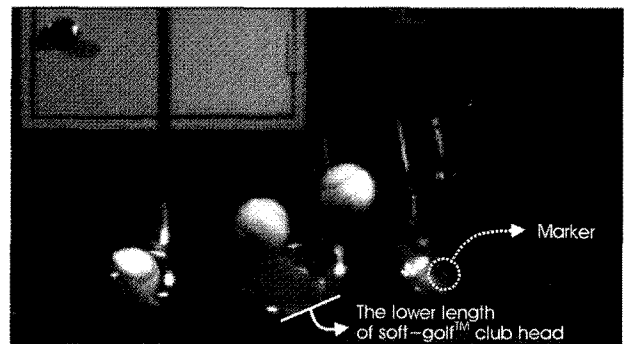
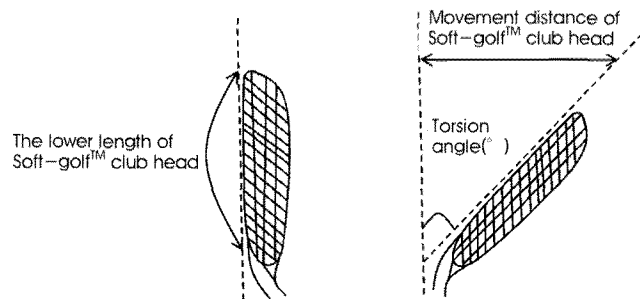


그림 3. 실험 블록 다이어그램
Fig. 3. Experiment blockdiagram



(a)



(b)

그림 4. 헤드 속도에 따른 뒤틀림 각 측정 방법

Fig. 4. (a) Distortion for each measurement method of head speed(picture).
(b) Distortion for each measurement method of head speed(diagram)

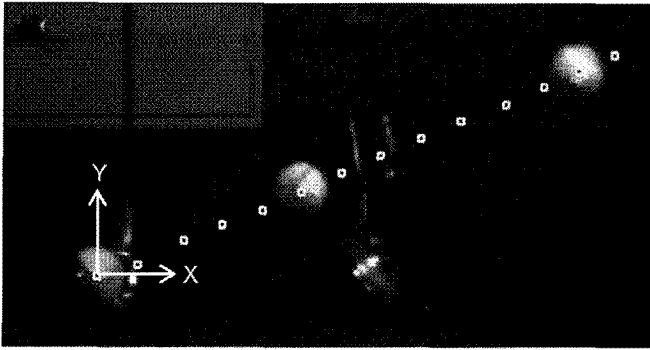


그림 5. 타격 시 소프트골프 공의 이동거리 측정
Fig. 5. Hit to Soft-golf™ ball's of movement distance measure

Korea)로 촬영하였다(Record Speed : 500 frame, Shutter Speed : 1/20,000 sec). 촬영된 영상은 분석 프로그램(Pro Analyst, Xcitex Inc., England)을 사용하여 스윙 시 클럽헤드의 비틀림 각, 소프트골프 공의 이동 속도와 타격점을 이용한 공에 대한 제어능력을 분석하였다.

C. 킥 포인트와 강성 차에 따른 샤프트의 성능 평가 및 분석

1) 클럽헤드 비틀림 분석

클럽헤드에 마커를 부착한 후 초고속 카메라를 이용하여 스윙 속도 별 촬영 영상을 영상 분석 프로그램을 이용하여 그림 4처럼 클럽헤드의 비틀림 각도를 분석하였다. 분석에 사용된 영상에서는 1cm를 0.16pixel로 산출하였으며, 실제 실험에서 사용된 클럽헤드의 밑 부분 길이는 11.7cm였다. 프레임별 헤드의 이동거리는 L_s , 헤드의 밑 부분 거리는 L_x 일 때, 헤드의 비틀림 각 $A_{contortion}$ 은 다음 식 (1)과 같이 정의된다.

$$A_{contortion} = 90^\circ - \left[\frac{180^\circ}{\pi} (\arccos(\frac{L_s}{L_x})) \right] \quad (1)$$

2) 타격 시 소프트골프 공의 이동 속도 분석

그림 5처럼 촬영된 영상에서 공의 중앙 부위에 셋 포인트(set point)를 설정하고 타격 시점부터 공의 이동 경로를 추적하였다. 촬영된 화면상에서 1cm는 0.16 pixel이며, 각 프레임별 시간 간격은 0.002초이므로, set point 사이의 실제 거리를 산출하고 공의 이동 속도를 분석하였다. 공의 이동시간이 T, 공이 이동한 거리가 S일 때, 소프트골프 공의 속도 V는 식 (2)와 같이 정의 된다.

$$V = \frac{S}{T} \quad (2)$$

3) 공의 제어능력 분석

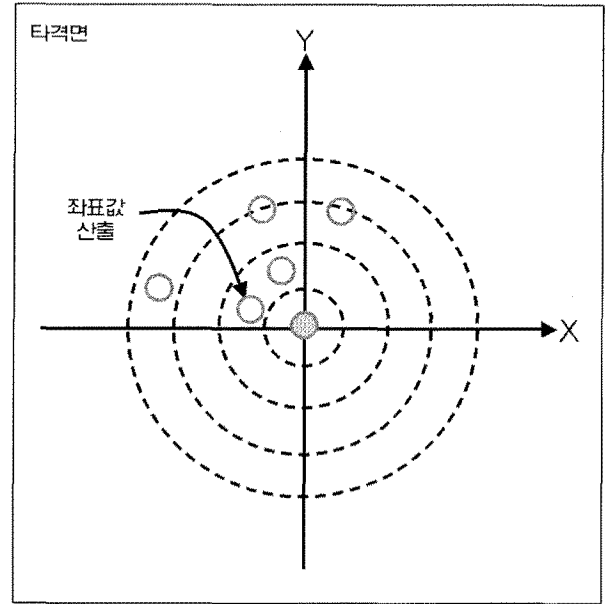


그림 6. 볼의 타격 지점 분포도 측정
Fig. 6. Ball hitting point distribution measurement

그림 6처럼 타격 전의 소프트골프 공의 원 위치에서 실험실 공간을 고려하여 최대 212cm 떨어진 거리에 타격면을 설치하였고, 소프트골프 클럽헤드의 스윙 속도 별 20회의 스윙 시 타격면에서의 공의 타격 위치의 일관성을 측정하여 공에 대한 제어능력을 분석하였다. 공의 원 위치에서 일직선으로 타격면을 향하는 축에 대하여 수평, 수직 축(X, Y축)을 설정하였고, 이를 기준으로 스윙 시 공이 타격면에 맞는 지점을 2차원 평면에서 X, Y좌표로 환산하여 타격점의 분포도를 구하고, 공의 제어능력을 분석하였다.

III. 결과

본 연구에서는 아연합금 클럽헤드와 킥 포인트 및 강성 차에 따른 6종류의 샤프트로 구성된 소프트골프 클럽을 이용하여 스윙 시 클럽헤드의 비틀림 각, 소프트골프 공의 이동 속도와 타격점을 이용한 공에 대한 제어능력을 분석하였다. 통계분석은 윈도우(window)용 SPSS 12.0 version(SPSS Inc., KOREA)을 이용하였고, 클럽헤드의 비틀림 각, 소프트골프 공의 이동속도와 제어능력을 이원분산법(2-way ANOVA test)을 실시하여 결과 값의 유의성을 판단하였다. 통계적 유의성 검정을 위한 p값은 0.05 미만으로 하였다.

A. 킥 포인트와 강성 차에 따른 샤프트와 클럽 헤드 비틀림 각의 관계

킥 포인트와 강성 차에 따른 샤프트를 이용하여 스윙 시, 스윙 속도의 증가에 따른 클럽헤드 비틀림 각을 그림 7에 나타내었다. 킥

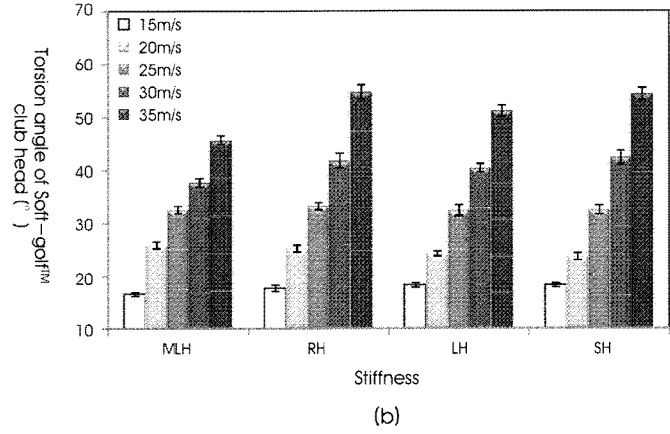
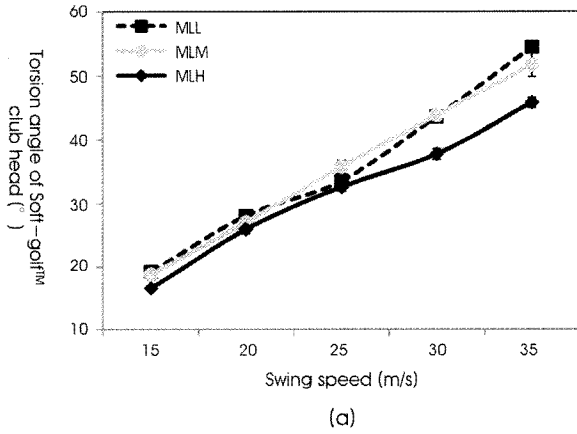


그림 7. (a) 킥 포인트별 헤드 타격 속도에 따른 헤드 비틀림 각 (b) 강성별 헤드 타격 속도에 따른 헤드 비틀림 각

Fig. 7. (a) Kick point according to the speed according to the head hitting the head of each torsional (b) Stiffness according to the speed according to the head hitting the head of each torsional

포인트별 클럽헤드 비틀림 각의 분석에서는 MLH, MLM, MLL 킥 포인트 순으로, 스윙 속도가 증가함에 따라 클럽헤드 비틀림 각도가 증가하였다(킥 포인트: $p < 0.001$, 스윙속도: $p < 0.001$, 킥 포인트×스윙속도: $p < 0.001$). 강성별 클럽헤드 비틀림 각의 분석에서는 MLH, LH, SH, RH 강성 순으로, 스윙속도가 증가함에 따라 클럽헤드 비틀림 각도가 증가하였다(강성: $p < 0.001$, 스윙속도: $p < 0.001$, 강성×스윙속도: $p < 0.001$). 샤프트의 킥 포인트와 강성 차에 따른 클럽헤드 비틀림 각은 MLH 킥 포인트와 MLH 강성에서 스윙 속도가 증가할 때 클럽헤드 비틀림 각의 변이가 적게 나타났다.

스윙 속도에 따른 공의 이동 속도를 비교하여 가장 큰 공의 이동 속도를 갖는 샤프트를 분석하였다. 킥 포인트별 공의 이동속도는 스윙 속도가 증가할수록 MLL, MLM, MLH 킥 포인트 순으로 공의 이동 속도가 증가하였다(킥 포인트: $p < 0.001$, 스윙속도: $p < 0.001$, 킥 포인트×스윙속도: $p < 0.001$). 강성별 클럽헤드 비틀림 각의 분석에서는 RH, LH, SH, MLH 강성 순으로, 스윙속도가 증가함에 따라 공의 이동 속도가 증가 하였다(강성: $p < 0.001$, 스윙속도: $p < 0.001$, 강성×스윙속도: $p < 0.001$). 샤프트의 킥 포인트와 강성 차에 따른 공의 이동속도는 MLH 킥 포인트와 MLH 강성에서 가장 크게 나타났다.

B. 킥 포인트와 강성 차에 따른 공의 이동 속도

타격 시의 속도를 산출하여 그림 8과 같이 각각의 샤프트에서 스

C. 킥 포인트와 강성 차에 따른 공의 제어

공의 타격 일관성에서는 6종류의 샤프트를 통해 스윙 시 발생하

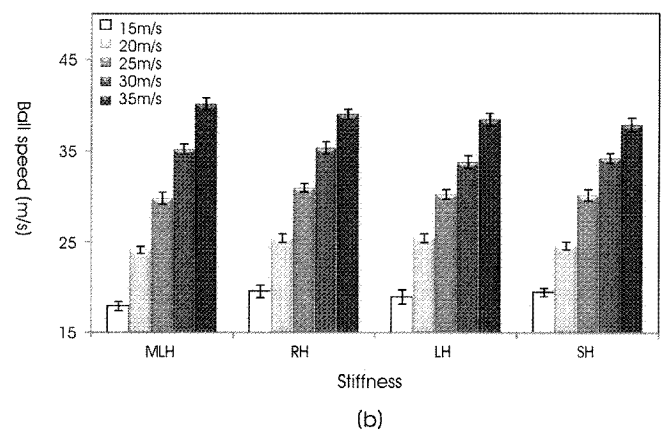
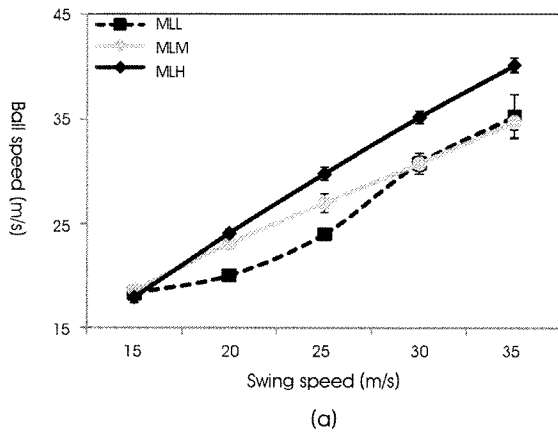


그림 8. (a) 킥 포인트별 헤드 타격 속도에 따른 공의 이동 속도 (b) 강성별 헤드 타격 속도에 따른 공의 이동 속도

Fig. 8. (a) Kick point according to the speed according to the head hitting the head of ball's movement speed (b) Stiffness according to the speed according the head hitting the head of ball's movement speed

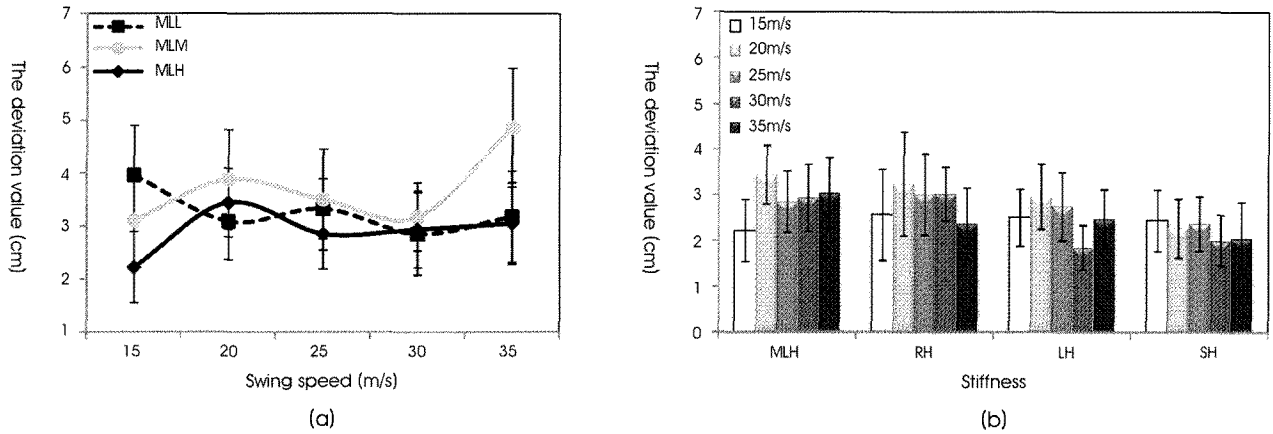


그림 9. (a) 킥 포인트별 헤드 타격 속도에 따른 공의 제어 (b) 강성별 헤드 타격 속도에 따른 공의 제어
 Fig. 9. (a) Kick point according to the speed according to the head hitting the head of ball's accuracy (b) Stiffness according to the speed according to the head hitting the head of ball's accuracy

는 공의 이동 방향에 대한 제어 우수성을 분석하였다. 각 스윙 속도 당 20회의 타격을 통해 타격 지점에서의 타격점 분포를 측정하였고 샤프트의 스윙이 공의 이동 방향에 어느 정도의 일관성을 제공하는가를 측정하여 그림 9와 같이 공의 타격 분포도를 얻었다. 공의 타격 분포 편차 값이 클수록 공의 제어 능력이 떨어진다고 할 수 있는데, 킥 포인트별 공의 타격점 분포는 스윙 속도가 증가할수록 MLH, MLM, MLL 킥 포인트 순으로 공의 타격점 편차가 증가하였다(킥 포인트: $p=0.002$, 스윙속도: $p=0.112$, 킥 포인트×스윙속도: $p=0.014$). 강성별 공의 타격점 분포는 스윙 속도가 증가할수록 SH, LH, MLH, RH 강성 순으로, 공의 타격점 편차가 증가하였다(강성: $p=0.004$, 스윙속도: $p=0.079$, 강성×스윙속도: $p=0.480$). 샤프트의 킥 포인트와 강성 차에 따른 공의 타격 일관성은 MLH 킥 포인트와 SH 강성에서 가장 크게 나타났다.

IV. 고찰

본 연구에서는 아연합금 클럽헤드와 킥 포인트 및 강성 차에 따른 6종류의 샤프트로 구성된 소프트골프 클럽을 이용하여 스윙 시 클럽헤드의 비틀림 각, 소프트골프 공의 이동 속도와 타격점을 이용한 공에 대한 제어능력을 분석하여 소프트골프용 클럽으로 적합

한 샤프트의 특성을 연구하였다. 일반적으로 골프 용구에서는 클럽헤드 비틀림 각의 변이가 적고, 공의 이동속도가 빠르며, 공의 타격 지점이 일관적인 것이 좋다[1]. 스윙속도의 증가에 따라 비틀림 각이 증가하게 되면 토크(Torque)값이 크게 변화하여 공을 제어 하기에 어려움이 있고, 스윙 시 사용자에겐 큰 부하가 발생되어 부상으로 연결될 수 있는 문제점을 안고 있기 때문에 클럽헤드의 비틀림 각의 변이가 적은 샤프트를 사용하는 것이 적합하다. 본 연구에서 클럽헤드 비틀림 각의 분석에서는 스윙 속도의 상승에 따른 비틀림 각의 변이가 적은 H 킥 포인트와 ML 강성이 소프트골프용 샤프트의 특성으로 적합하였다.

정해진 스윙 속도에서 공의 이동 속도를 크게 발생시킨다는 것은 같은 힘을 사용했을 때 에너지의 손실이 가장 적다는 것을 의미하므로 이동속도를 증가시킨다는 것은 같은 힘으로 더 큰 비거리를 내어 높은 에너지 효율을 제공한다는 것을 의미한다. 따라서 본 연구에서 공의 이동 속도의 분석에서는 H 킥 포인트와 ML 강성이 소프트골프용 샤프트의 특성으로 적합하였다.

공의 이동 방향 일관성은 사용자로 하여금 실타 유발을 줄여주는 것을 의미하는데, 이를 토대로 샤프트의 특성에 따라 타격지점에서 타격점들이 분산되는 정도를 분석하여, H 킥 포인트와 S 강성이 소프트골프용 샤프트의 특성으로 적합한 것으로 분석하였다.

표 2. 킥 포인트에 따른 소프트골프용 샤프트의 성능 평가
 Table 2. Performance evaluation for Soft-golf™ shaft according to kick points

종류	MLL	MLM	MLH
클럽헤드 비틀림각	△	X	○
공의 이동속도	X	△	○
공의 제어	X	△	○

* 샤프트의 성능평가에 따라 우수함 순으로 ○, △, X로 표기

표 3. 강성에 따른 소프트골프용 샤프트의 성능 평가
 Table 3. Performance evaluation for Soft-golf™ shaft according to stiffness

종류	MLH	SH	RH	LH
클럽헤드 비틀림각	◎	X	△	○
공의 이동속도	◎	X	○	△
공의 제어	X	◎	○	△

* 샤프트의 성능평가에 따라 우수함 순으로 ◎, ○, △, X로 표기

클럽헤드의 비틀림 각, 소프트골프 공의 이동 속도와 타격점을 이용한 공에 대한 제어능력의 결과를 표 2와 표 3에 정리하였다. 킥 포인트와 강성 차에 따른 총 6종류의 샤프트 스윙 동작 분석 결과 킥 포인트를 차등하게 설정한 샤프트의 경우, H 킥 포인트로 설정된 샤프트가 비틀림, 공 스피드, 공의 타격 일관성 등 실험을 통해 측정된 모든 데이터에서 가장 우수한 결과를 나타내었다. 강성을 차별화한 샤프트의 경우에는, ML 강성의 샤프트가 다른 강성 (L, S, R)의 샤프트에 비해 비교적 우수한 결과를 나타내었다.

소프트골프용 샤프트 평가에서 H 킥 포인트와 ML 강성이 소프트골프용 샤프트에 적합함을 알아내었지만 ML 강성에서 공의 제어 능력은 다른 강성에 비해 확연하게 떨어지지 않음을 알 수 있었다. 이에 공의 이동속도나 공의 제어가 보다 더 향상될 수 있게 ML 강성을 좀 더 세밀한 구간으로 나누어 공의 이동속도나 공의 제어능력을 향상 시키는데 적합한 샤프트를 고안해야 할 것이다.

V. 결론

본 연구는 일반 골프에 비하여 클럽의 무게가 가벼워 인체에 가해지는 부하량을 줄일 수 있지만 상대적으로 짧아진 비거리를 보완하고, 공의 속도와 공의 정확성을 높이기 위한 소프트골프 용구의 개발에 있어 일반 골프와 유사한 효과를 내기 위해 킥 포인트와 강성 차에 따른 샤프트로 스윙 시 공의 속도, 공의 제어능력, 헤드의 뒤틀림 각을 평가, 분석하였다. 그 결과 각각의 지표로부터 high 킥 포인트와 기존 lady 강성보다 더 무른 morelady 강성이 소프트골프용 샤프트의 특성으로 적합하다는 결론을 얻을 수 있었다. 본 연구를 이어 향후 연구에서는 다양한 클럽헤드의 재질과 세밀한 강성 차에 따른 샤프트에 대한 연구가 수행되어 최적의 스윙 상태를 지원할 수 있는 소프트골프용구를 개발해야 할 것이다.

참고문헌

- [1] K. I. Lee, M. S. Jung, J. J. Park, Y. H. Park, H. K. Lee, B. I. Moon, "The Analysis of Kinetic Characteristics during the Golf Swing", *Journal of Sport and Leisure Studies*, vol. 24, pp. 291-303, 2005.
- [2] Y. W. Kim, S. H. Kim, N. G. Kim, "Kinematic and Kinetic Analysis of the Soft Golf Swing using Realistic 3D Modeling Based on 3D Motion Tracking", *Journal of Biomedical Engineering Research*, vol. 28, no. 6, pp. 744-749, 2007
- [3] S. I. Kim, K. H. Kim, H. S. Kim, H. S. Lee, J. W. Kim, C. K. An, H. J. Kim, "Analysis of golf swing motion for specific properties of club shaft", *Korean Society of Sport Biomechanics*, vol. 12, no. 2, pp. 17-32, 2002.
- [4] M. R. Lee, "Design Optimization of Graphite Golf Club Shafts That Can Reflect Golfer's Swing Behaviors and Dynamic Characteristics", *The Korean Journal of Physical Education*, vol. 44, no. 1, pp. 376-377, 2005.
- [5] Kojima A, Horii H. "Effect of torsional properties of CFRP golf club shafts on the speed and the directional stability of the ball", *Proceedings of the japan international SAMPE symposium*, vol. 4, no. 2, pp. 1328-1333, 1995.
- [6] JT Worobets, DJ Stefanyshyn, "Shaft stiffness significantly influences golf clubhead speed at impact", *Journal of Biomechanics*, vol. 40, no. S2, pp. S279, 2007.
- [7] Y. H. Park, K. W. Seo, J. S. Lee, "applied for golf equipment for scientific principles", *Journal of the KSME*, vol. 43, no. 7, pp. 58-59, 2003.
- [8] Douglas Steven S. Swanek and Jason Carey, "Braided composite materials for the production of lightweight, high rigidity golf shafts", *Sports Engineering*, vol. 10, no.4, pp. 196, 2007.
- [9] M. S. Kim, D. C. Han, S. J. Kim, W. I. Lee, "Optimization of stacking sequence for composite golf club shafts", *The Korean Society for composite Materials*, vol. 20, no. 1, pp. 2, 2007.