

## 그립압력과 중심이동이 골프 스윙에 미치는 영향

이근춘\*, 송대찬, 박종대, 조창호

호서대학교\*, 배재대학교 자연과학대학 자연과학부 전산전자물리학 전공

### Effect of grip pressure and center of gravity on golf swing

Kun-Chun Lee\*, Dae-Chan Song, Jong-Dae Park and Chang-Ho Cho  
Hoseo University\*, Pai Chai University.

골프 스윙동안 그립의 압력과 중심이동을 관측하기 위하여 실험장치를 만들었다. 측정된 그립압력과 중심이동은 안정된 프로 골퍼의 스윙자세에서 일정한 형태를 보이 나 스윙이 불안한 프로의 스윙에서는 불규칙한 결과를 얻었다.

Experiment setup was designed to observe the grip pressure and the center of gravity during golf swing. The experimental results of grip pressure and center of gravity during swing showed the constant type in the envelop of force intensity of a stable KPGA pro as a function of time.

Key words : golf swing, grip pressure, center of gravity

### I. 서론

프로 골퍼나 골프 지도자들은 그립 압력을 매우 중요하게 여겨서 “골프는 그립에서 시작하여 그립에서 끝난다.”라는 이야기를 한다. 일반적으로 아마추어 골퍼들은 그립을 너무 세게 잡기 때문에 스윙 동안의 감(feel)을 거의 느끼지 못한다. 그러나 골프 전문가들은 그립의 압력을 최소로 하면서 볼을 치는데 있어서 감을 최대로 끌어 올릴 수 있다

(Toski and Flick, 1978)고 한다. 그러므로 그립을 확실하게 잡는 것이 볼을 제어하는 기본이라고 할 수 있다. 여기에서 프로 골퍼들의 이러한 감에 의하면, 스윙을 하는 동안에 그립에 주는 손바닥의 압력에 대한 강도가 위치와 시간에 따라 변할 뿐만 아니라 임팩트 순간에는 최대가 될 것이라고 하였다. 골프 스윙은 무게중심 이동과 그립 압력에 영향을 받는 복잡한 운동역학이다. 일반적으로 어드레스 자세에서는 체중을 두 발에 균등하게 분배하고 발가락 쪽 보다는 발꿈치 쪽으로 약간 더 쏠려 있도록 하는 것이 좋다고 한다. 백 스윙이 시작되면서 오른쪽 발과 발꿈치 쪽으로 무게중심이 이동하다가 다운스윙에서는 골퍼의 어깨 부분에 작용하는 클럽의 원심력에 의해서 왼쪽 발과 발가락 쪽으로 끌어당기듯이 작용하게 된다. 골퍼의 발과 지면과의 반작용 관계를 통해서 골프스윙을 설명하기 위하여 많은 연구가 이루어져 왔는데, Carlsoo(1967)와 Cooper(1974) 등은 골프 스윙 동안 지면의 반발력과 회전력에 관하여 기술하였으며, Williams와 Cavanagh(1983), Richards(1985) 그리고 Wallace(1990)는 기술적인 수준 차이에 대한 비교를 포함해서 지면 반작용에 관한 더 많은 정보를 제공하였다. Barrentine(1994)는 아마추어 골퍼와 프로골퍼의 스윙에서 지면의 반작용력과 회전력을 관찰하였다.

자연스러운 그립을 강조하는 것은 클럽헤드의 회전운동에서 이루어지는 관성에너지의 릴리스(release)를 중요시하기 때문이다. 이러한 릴리스 동작이 원활하게 이루어지면, 클럽헤드의 관성(inertia)으로 인해 목표방향으로 회전하게 되고 자연스럽게 방향성의 향상이 이루어 질 수 있게 되는 것이다. 대부분 전문가들의 공통된 의견에 따르면, 그립을 무리하게 쥐어짜듯이 하지 않고 가볍게 유지해야 하며, 그립 압력을 스윙 전반에 걸쳐 일정하게 가져가는 것이 필요하다는 이론이 상식으로 통하여 왔다. 그러나 현대 이론들 중에는 그립을 무조건 가볍게 유지하는 것이 좋은지의 여부와 실제 스윙에 있어서 그립의 세기가 변화되지 않고 일정한가에 관한 새로운 개념들이 등장하고 있다. 그립에 있어서는 두 손의 모든 부분에 일정한 힘을 가지고 잡아야 하며, 그립의 세기도 손의 힘을 최소에서 최고를 10으로 했을 때 6-7 정도의 다소 강한 힘으로 잡을 것을 요구하고 있다(Barber, 1978). 스윙 동안에 나타나는 그립의 세기 변화에 관해서는 여러 가지 가설이 존재하고는 있지만, 이를 증명할 수 있는 참고할 만한 실험이 이루어지고 있지는 않았다. Budney(1978)는 압력센서를 그립에 접착하여 시간적 변화를 측정하였는데, 이때 사용한 압력센서는 잡음에 민감하게 반응하고 압력의 변화를 정확하게 측정할 수 없다는 단점을 가지고 있었다.

본 연구에서는 골프 스윙에서 나타나는 중심이동과 그립의 압력을 실시간으로 측정하여 골퍼 개개인의 스윙 특성에 얼마나 영향을 미치는가를 관찰할 것이다. KPGA

프로골퍼 5명을 실험 대상으로 하여 스윙에서 나타나는 그립의 압력과 중심이동의 변화를 실험 장치를 구성하여 측정하였다. 중심이동 측정으로부터 안정된 스윙 동작을 가진 프로골퍼와 그렇지 않는 경우를 비교 검토하였고, 스윙이 이루어지는 동안에 그립 압력의 변화가 뚜렷하게 나타나는 것을 확인하였다. 그리고 고속카메라로 저장된 영상으로부터 스윙의 부분 동작에서 나타나는 압력 패턴에 대해서 논의하였다.

## II. 실험방법

<그림 1>은 골퍼의 스윙에서 중심이동과 그립압력을 측정하기 위해 구성한 실험장치들의 구성도이다. 중심이동 측정 장치는 발의 4 지점인 상하 좌우의 체중 이동을 시간의 함수로 측정할 수 있도록 설계하였고, 그립압력은 골퍼의 왼손 엄지손가락에 해당하는 그립의 위치에 스트레인 게이지를 부착하여 측정 하였다. 그리고 스윙 자세는 고속 카메라를 사용하여 영상으로 저장하였다. 세 개의 실험장치는 컴퓨터와 연결되어 동시에 측정이 가능하도록 하였고, 스윙동작과 중심이동을 시간의 함수로 일치시켰다.

그림 1. 골프에서 스윙이 이루어지는 동안 그립 압력과 지면반발력의 시간적인 변화를 측정하기 위한 실험장치의 구성도

그립 압력을 측정하기 위해서 압력소자인 스트레인 게이지(strain gauge)를 사용하였다. 물리적인 변화량인 스트레인과 저항 변화 사이에는 일정한 관계가 나타나는데, 이것을 게이지상수(gauge factor: G.F)라고 한다. G.F의 값을 알면 저항 값의 변화를 정확히 측정할 수 있으며 구조물의 표면에서 일어나는 물리적인 변화량인 스트레인 값을 쉽게 계산할 수 있다. 중심이동을 측정하기 위한 압력소자 역시 스트레인 게이지인 로드 셀(load cell)을 사용하였다. 로드 셀은 하중 센서로서 힘이나 질량의 측정에 주로 사용된다.

미소한 물리적 현상인 스트레인 량은 스트레인 게이지를 통해서 전기적인 신호로 바뀌게 되며 오실로스코프와 같은 계측기를 사용하여 그 크기를 측정할 수 있다. 압력측정 실험의 간단한 열개는 다음과 같다. 프로플퍼의 스윙 동안에 손과 발에서 형성되는 압력의 변화는 스트레인 게이지를 통해서 감지되며, 구성된 전자회로에서 잡음을 제거하고, 신호를 증폭하여 전압으로 변환시킨다. 변환된 신호인 전압을 고속 실시간 신호 저장용 오실로스코프(Tektronics Co. TDS 220)를 사용하여 측정한다. 측정된 신호를 기록 보존하기 위해서 RS232 통신을 사용하여 노트북 컴퓨터와 연결하였다. 측정된 신호는 약 1.5초의 스윙동안 압력의 변화를 나타내는데 Wavestar(Tektronics Co.) 프로그램을 사용하여 컴퓨터에 저장하였다.

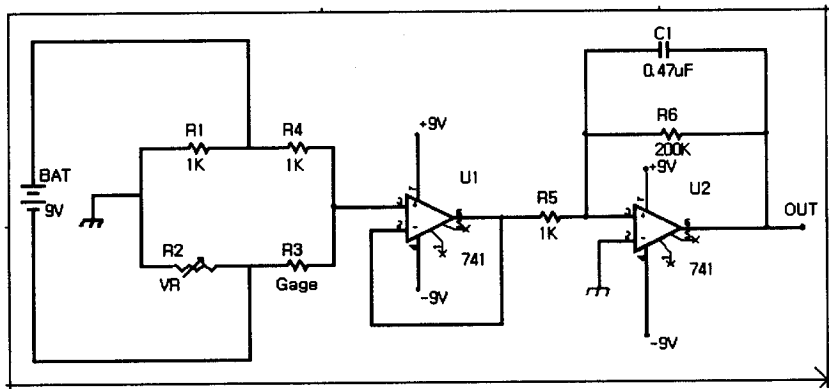


그림 2 그립 압력과 지면반발력의 시간 변화를 측정하기 위한 휘트스톤 브리지와 OP증폭기가 포함된 신호처리 장치의 회로도

본 실험에서는 외부의 고주파 잡음을 제거하고, 저주파만 선택하기 위하여, <그림 2>와 같은 회로를 제작하여 사용하였다. 또한, 스트레인 게이지의 미세한 변화를 측정하기 위해서 감도의 변화를 높이기 위해 별도의 회로를 구성하였다. 스트레인 게이지의

신호를 얻기 위해서는 필수적으로 휘트스톤 브리지(Wheatstone Bridge)라 부르는 저항의 변화를 전압의 변화로 바꿀 수 있는 간단한 회로가 필요하다. 휘트스톤 브리지를 형성할 때 R1과 R4는 고정저항  $1\text{ k}\Omega$ 을 사용하였으며, R2는 미세 조정을 위하여 가변저항을 사용하였다. 이때 나오는 신호는 외부 잡음에 비하여 상당히 작았다. 잡음 속에서 신호를 잡아내기 위하여 OP증폭기(741)를 2개 사용하여 신호를 증폭하여 관찰하였다. 첫 번째 OP증폭기(741)는 비반전 증폭기로서 측정이 스트레인 게이지에 영향을 주지 않도록 하는 역할을 담당하며, 두 번째 OP증폭기(741)는 신호를 증폭하고 콘덴서를 사용하여 고주파의 잡음을 필터하기 위하여 사용하였다.

스트레인 게이지는 (주)카스 (Test Pattern: AE-11-S50N-120-EC)에서 구매하여 사용하였는데 저항이  $120\ \Omega$ 이고 G.F가 2.1이었다. 골퍼의 스윙 동작을 정밀하게 분석하기 위하여 사용된 고속카메라는 Kodak Ektapro Imager이다. 고속카메라의 영상 센서는  $192 \times 239$  픽셀 NMOS 배열이고, 드라이버는 초당 1000프레임으로 4800프레임까지 저장이 가능한 장비로 시간에 따라 변화하는 스윙동작을 저장하는데 사용하였다.

### Ⅲ. 실험결과

스윙을 어드레스, 테이크 어웨이, 백스윙, 탑 오브 백스윙, 다운스윙, 팔로우 스루 각각의 구분 동작에서 자세의 움직임이 그립압력과 중심의 이동과의 상관관계를 설명하기 위하여 스윙 역학에 대한 이해가 필요하다. 숙련된 KPGA 프로 골퍼를 피 실험자로 하여 시간의 변화에 따른 팔과 샤프트(shaft)의 중심각을 측정하여 <그림 3>에 나타내었다. <그림 3>은 백스윙 시작에서 다운스윙 그리고 임팩트까지 샤프트의 움직임을 고속카메라를 사용하여 0.02초 간격으로 촬영한 결과를 연속적으로 나타낸 그림이다. 대부분 프로골퍼들의 스윙에서 테이크 어웨이(take away)의 시작으로부터 임팩트까지 1.2-1.5초가 소요되므로 테이크 어웨이의 시작과 백스윙의 완성까지는 정확하게 정의되어 있지 않다. 그림의 숫자는 팔과 샤프트와의 각을 나타낸다. 백스윙에서는 백스윙의 탑까지 일정하게 각이 감소하나 다운스윙에서는 각이 일정하게 감소하다가 증가하는 점이 관측되었다. 이 동영상의 사진으로부터 코킹의 시작점과 코킹의 풀리는 점을 쉽게 관측이 가능하다. 일반적인 교과서에서는 6시 방향에서 백스윙이 시작하고, 9시 방향에서 코킹을 시작하라고 기술하고 있으나 현대 파워 스윙에서는 7시 방향부터 시작을 요구하고 있다. 머리의 움직임, 임팩트 순간의 각도 등 골프공의 궤

적에 영향을 미치는 자세를 관측이 가능하다.

그림 3. 프로 골퍼의 백스윙과 다운스윙에서 팔과 샤프트의 각도 (KPGA Pro.; H. Kim)

<그림 4>는 정상적인 프로와 스윙이 불안정한 프로들의 중심이동의 결과를 나타낸 그림이다. <그림 4>에서 원은 왼쪽 발과 오른쪽 발의 지면 반발력을 나타내는데 세로 축의 양의 방향은 오른쪽 발의 지면 반발력을 나타내고, 음의 방향은 왼쪽발의 지면 반발력을 나타낸다. 어드레스에서 오른쪽 발에서 서서히 왼쪽 발로 지면반발력이 이동하다가 백스윙 탑 바로 직전에 오른쪽 발로 이동하고, 다운스윙 시작점에서 급격하게 왼쪽 발로 이동함을 보였다. 임팩트 순간 왼쪽 발과 오른쪽 발이 동시에 지면 반발력이 같아짐을 보였다. 그리고 임팩트 후 팔로우 스루에서 오른쪽 발로 지면 반발력이 이동함을 보였다. 0%가 의미하는 것은 양 쪽 발에 똑같이 몸무게가 균등하게 분배되어 있는 경우이다. 만일 양의 방향으로 10%이면 70Kg 몸무게인 경우 오른발에 38.5Kg의 무게가 작용하고 있음을 의미한다. <그림 4>에서 각각 프로들의 중심 이동의 형태를 나타내고 있는데, Huh 프로의 결과는 스윙이 불안정한 프로골퍼에 대한 중심이동 측정 결과이다. 우선 백스윙에서 좌우의 무게 중심 이동이 거의 없다. 그리고 탑 오브 백스윙에서 자세가 불안하여 무게 중심의 이동이 좌우로 흔들리고 있음을 보여주고 있으며, 임팩트 전 무게 중심의 급격한 이동이 없었다. 또한, 임팩트 후 팔로우 스루에서 지면 반발력이 일정함을 보여주고 있다. 백스윙에서 발의 상하 무게 중심의 이동은 탑 오브 백스윙에서 불안정한 자세를 보이고 있다. 그리고 임팩트 후의 지면반발력은 변화가 없이 감소하고 있음을 나타내고 있다.

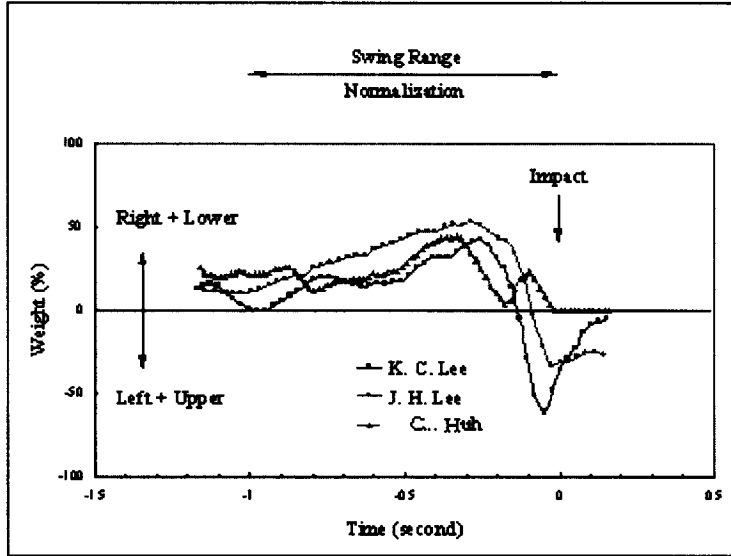


그림 4. 스윙 동안 중심의 이동

<그림 3>에서 숙련된 프로 골퍼의 스윙 역학에 있어서 샤프트의 움직임은 시간에 따른 변화를 보이고 있는데 방향은 스윙 평면의 직각 방향이다. 다운스윙의 시작은 임팩트 전 0.25초이다. 대부분의 골퍼는 테이크 어웨이(take away)의 시작으로부터 임팩트까지 약 1.5초 걸린다. 테이크 어웨이의 시작과 백스윙의 완성까지는 정확하게 정의되어 있지 않고, 그립 압력의 그림에서 따로 형성되어 있다. <그림 5>는 숙련된 프로골퍼의 엄지손가락에 대한 압력의 분포를 보여준다. 가로축은 시간 축으로 단위는 초이고, 임팩트를 0으로 기준해서 경과된 시간이다. 가로축은 힘의 단위로서 상대적 힘의 분포를 나타낸다. 테이크 어웨이 시작점은 임팩트 약 1.5초 전이었고, 그리고 테이크 어웨이에서 백스윙 톱까지 1.1초이었다. 다운스윙의 시작은 임팩트 전 0.3초이었다. 임팩트 전 0.1초에서 작은 피크가 보이는데 팔과 샤프트의 각이 줄어들다가 다시 증가하는 점을 나타내고 있으며, 코킹이 풀리는 점은 최대 피크 점으로 관측된다. 임팩트 순간의 엄지손가락의 압력은 감소하는 지점에서 이루어지게 된다.

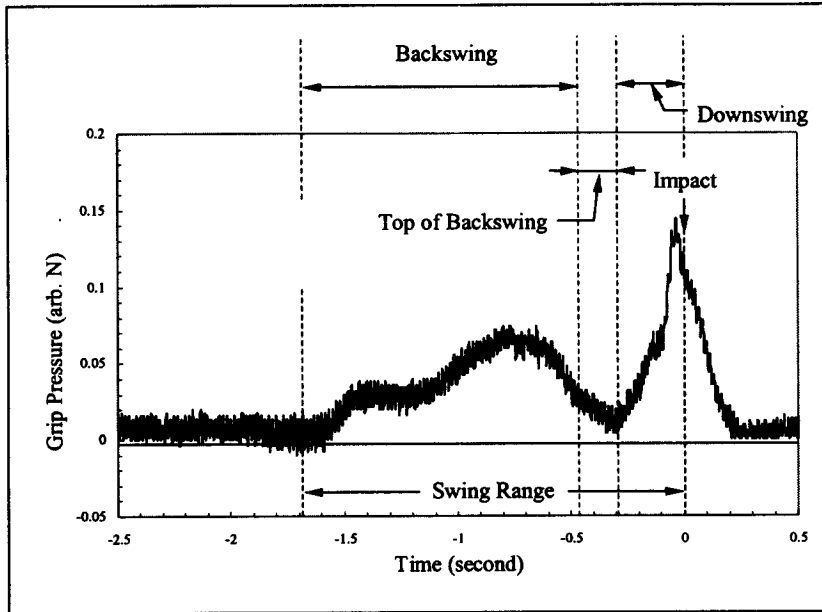


그림 5. 스윙동안에 왼손바닥 오른쪽 아래에서 그립에 가하는 시간의 변화에 따른 압력의 변화 (KPGA Pro.; K. C. Lee)

<그림 3>에서 숙련된 프로 골퍼의 스윙 역학에 있어서 샤프트의 움직임은 시간에 따른 변화를 보이고 있는데 방향은 스윙 평면의 직각 방향이다. 다운스윙의 시작은 임팩트 전 0.25초이다. 대부분의 골퍼는 테이크 어웨이(take away)의 시작으로부터 임팩트까지 약 1.5초 걸린다. 테이크 어웨이의 시작과 백스윙의 완성까지는 정확하게 정의되어 있지 않고, 그립 압력의 그림에서 따로 형성되어 있다. <그림 6> 숙련된 프로골퍼의 엄지손가락에 대한 압력의 분포를 보여준다. 가로축은 시간 축으로 단위는 초이고, 임팩트를 0으로 기준해서 경과된 시간이다. 가로축은 힘의 단위로서 상대적인 힘의 분포를 나타낸다. 테이크 어웨이 시작점은 임팩트 약 1.5초 전이었고, 그리고 테이크 어웨이에서 백스윙 톱까지 1.1초이었다. 다운스윙의 시작은 임팩트 전 0.3초이었다. 임팩트 전 0.1초에서 작은 피크가 보이는데 팔과 샤프트의 각이 줄어들다가 다시 증가하는 점을 나타내고 있으며, 코킹이 풀리는 점은 최대 피크 점으로 관측된다. 임팩트 순간의 엄지손가락의 압력은 감소하는 지점에서 이루어지게 된다.



## IV. 결 론

골프 스윙 동안 무게 중심과 그립의 시간적인 변화는 골퍼의 자세와 직접적인 관련이 있고, 임팩트 후의 골프공의 궤적에 영향을 미친다. 정상적인 프로골퍼의 중심 이동의 경향은 반복된 실험 결과에도 불구하고 거의 일정한 패턴을 유지하였다. 스윙이 불안정한 골퍼의 자세는 백스윙 시간이 정상의 골퍼보다 상당히 길었고, 탑 오브 백스윙에서 자세가 흔들리고 있음을 고속카메라의 사진으로 확인하였다. 이 결과는 중심이동 측정 결과와 일치하였다. 숙련된 프로골퍼의 스윙동안 왼손바닥 오른쪽 아래가 그립에 가하는 압력의 변화를 측정하였다. 실험에 참여한 프로 골퍼는 거의 같은 형태의 압력의 시간적인 변화를 보였다. 그러나 스윙이 불안정한 프로 골퍼는 불규칙한 결과를 보이고 있음을 관측하였다. 중심 이동의 본 실험의 결과는 골퍼 개개인의 스윙 동작과 임팩트까지의 시간에 차이가 있으므로 측정된 결과를 규격화해서 종합적으로 관측/분석한 결과이다.

## 참 고 문 헌

- Carlsoo, S. (1967). A kinetic analysis of the golf swing. *J. sports Med phys. Fitness*, 7, 76-82.
- Cooper, J. M., Bates, B. T., Bedi, J., and Scheuchenzuber, J. (1974). kinematic and kinetic analysis of the golf swing, in *Biomechanics IV* (eds R.C. Nelson and C.A. Morehouse). University Park Press, Baltimore, pp.298-305.
- Richards, J., Farrell, M., Kent, J., and Kraft, R. (1985). Weight transfer patterns during the golf swing. *Res. Quarterly Exerc. Sport*, 56(4), 361-365
- Wallace, E. S., Graham, D., and Bleakley E. W. (1990). Foot-to-ground pressure patterns during the golf drive: a case study involving a low handicap player and a high handicap player, in *science and Golf*(ed Cochran, A.J.), E. & F. N. Spon, London, pp. 25-29
- Williams, K. R., and Cavanagh, P. R. (1983). The mechanics of foot action during the golf swing and implications for shoe design. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 15(3), 247-255
- Barber, J., (1978). Jerry Barber explains his unorthodox swing theories, *Golf Digest*, 29(12), 131-137
- Budney, D. R., and Bellow, D. G., (1978). A dynamic model for the golf swing. *Science in Sports, Acad. Pub.* 3-20
- Toski, B., and Flick, J. (1978). How to become a complete golfer. Golf Digest Publication.