

퍼터의 라이각과 로프트각이 퍼팅한 공의 방향성에 미치는 영향

임 형진 **

Directional relationships of the golf ball with lie and loft angle of the putter

Hyung Jin Yim

Key Words : Key words: Lie angle, Loft angle, Torque(로프트각, 라이각, 회전력)

Abstract

Less than 1 % directional error in the range of 5 meters in the green could cause a stroke or more. Although there are several reasons offsetting the direction of the golf ball, lie angle and sidespin effect are the most crucial factors of the putting game. Simple equation is conformed to the experimental results of the deviation of the directional error in all distance. Also, the experimental results of the putting robot show that there are significant side spin effects.

기호설명

Tf: Torque(회전력)
Vh: 퍼터와의 충돌 직후 공의 평행속도
Vh': 회전력을 얻기 직전의 공의 평행 속도'
Fk: 동적인 마찰력
uk: 동적인 마찰 계수
N: 지면이 느끼는 공의 무게
DeltaE: 오조준의 편차
Al: 퍼터의 로프트각
At: 퍼터의 토우(toe) 들린 각도
Pl: 퍼팅거리

1. 서 론

골프 경기는 크게는 롱 게임과 숏 게임으로 나누어져 있다. 롱 게임이란 풀 스윙에 의존하여 거리를 내는 동작이 되고 숏 게임이란 홀에 넣기 위한 정확한 거리와 방향을 위한 매 홀의 마지막 동작이 된다. 그러나 마지막 동작이 정확하지 못하여 한번 또는 한번 이상의 타수가 필요하게 되며 골프 스코어는 기대보다도 높아지는 것이 정상이다. 물론 롱 게임도 방향성이 중요하지만 퍼터를 제외한 모든 클럽의 방향성은 10 % 내외의 오차가 생겼을 경우 비교적 만족하게 되고 그것이

어프로치 샷의 경우 특히 버디 찬스로 간주되고 타수를 줄일 수 있는 기회가 된다. 그렇다면 그린 위에서의 퍼팅 게임은 어떨까? 가령 5 meter (5,000 mm) 거리에서 반경은 54 mm 인 홀 컵에 홀인 하기 위하여는 방향성의 정확도가 99% 이상이어야 한다. 5 meter 퍼팅 거리는 숏 퍼팅 거리보다는 길지만, 중거리라고도 볼 수 없는 짧은 거리이다. 결국 그린에서 대부분의 첫 번째 퍼팅은 5 meter 보다 먼 거리에서 이루어 지게 된다. 이런 이유로 퍼팅한 공의 방향성의 정확도는 99 % 보다 훨씬 높아야 홀 인이 가능하다는 의미가 된다. 경사를 제아무리 잘 보아도 공이 의도하였던 방향으로 구르지 않으면 홀 인을 기대하기 어렵다. 이러한 이유로 프로를 포함한 대부분의 골퍼들은 '퍼팅은 예술이다' 라며 홀 인이 안된 퍼팅을 보면서 자신을 위안하곤 한다. 퍼팅은 과연 예술인가? 아니면 과학인가? 예술이라고 믿는 대부분의 프로 골퍼들은 한번 슬럼프에 빠지면 한동안 퍼팅의 난조 때문에 컷 오프(cut off)를 당하기도 하고 우승권에서 멀어지기도 하지만 어느 날 갑자기 퍼팅이 잘되어 우승을 하기도 한다. 만일 스트로크가 완벽한 로봏(Fig.1)을 사용하여 퍼팅을 하면 어느 정도의 홀인 확률을 올릴 수 있을까? 로봏 실험의 연구에 의하면 완벽한 스트로크를 구사하는 로봏을 사용하여 경사 없는 그린에서 정확히 홀을 조준하여 스트로크를

† 비회원, ㈜리임코리아

E-mail : hyungjyim@hotmail.com

TEL : (02)3472-0211 FAX : (02)3472-0213

하여도 퍼터 헤드 수평을 유지하지 못할 경우 홀 인이 불가능하게 된다.



Fig. 1 퍼팅 실험에 사용한 RHIM-1 호 퍼팅 로봇

필자의 연구에 의하면, 퍼팅이 어려운 이유는 크게 세가지로 나누게 되는데 첫번째 요인은 좌우 경사 보는 능력과 위 아래 경사에 따른 거리감을 느끼는 능력(Fig. 2 에서 brain 에 해당)의 부재이고 두번째는 사용하는 퍼터 그립(Fig. 2 에서 손잡이 부분)의 근본적인 문제점 때문에 생기는 퍼팅 스트로크의 문제와 관련이 있고, 세번째는 사용하는 퍼터 또는 공(Fig. 2 에서 퍼터 헤드/공 부분)에 관한 이해가 부족하기 때문이다.



Fig. 2 퍼팅 어드레스 자세

2. 로프트각(loft angle)과 회전력(torque)

모든 골프클럽에는 로프트각이 있는 것처럼 퍼터에도 로프트 각이 존재한다. 기존의 모든 퍼터들은 대략 2.5 ~ 6 도 사이의 로프트 각(Fig.3 참조)이 있다.

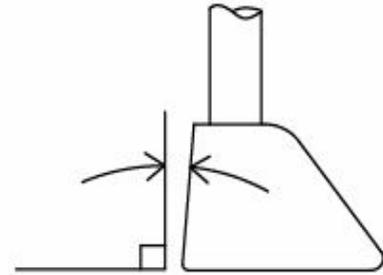


Fig. 3 퍼터의 로프트각

이렇게 로프트각이 있어야 하는 이유는 퍼팅한 공에 적절한 회전력을 주어야 하기 위함이며 회전력(Tf)는 아래와 같은 함수 관계를 갖고 있다.

$$Tf = f\{Vh', Fk(uk, N)\}$$

그런에서 퍼터의 스트로크에 의하여 운동 에너지를 전달 받은 골프 공은 사용자의 어드레스 자세에 따라 아래 그림과 같이 크게 세 가지의 유형이 된다.

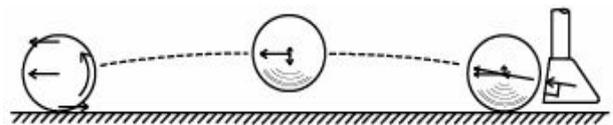


Fig. 4 '+' 의 로프트 각에 의한 공의 진행 현상

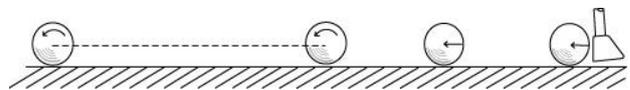


Fig. 5 0' 의 로프트 각에 의한 공의 진행 현상

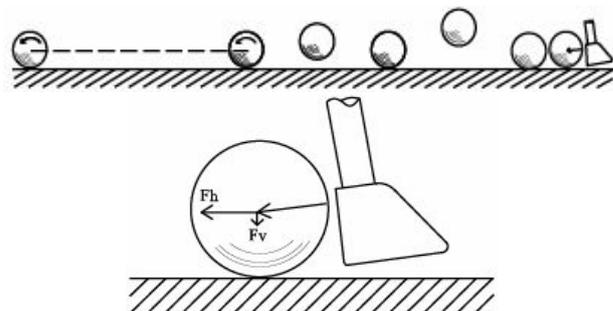


Fig. 6 '-' 의 로프트 각에 의한 공의 진행 현상

Fig. 4의 경우는 정상적인 퍼팅 스트로크에 따른 공의 진행운동이 되며 이때 공은 가장 큰 회전력을 얻게 된다. 그 이유는 공의 V_h' 이 V_h 와 별 차이가 없고, N 은 공의 실제 무게(45 gram)보다 더 커지기 때문이다. Fig. 5의 경우에는 스키딩 현상에 의하여 V_h' 은 V_h 에 비하여 적게 되고 N 은 공의 무게와 같기 때문이다. Fig. 6의 경우는 로프트각이 '- ' 상태로 지면의 반 작용으로 공이 여러 번 지면에서 튀어 오르고 떨어져 에너지 소멸과 함께 진행 방향이 불안정 하게 된다.

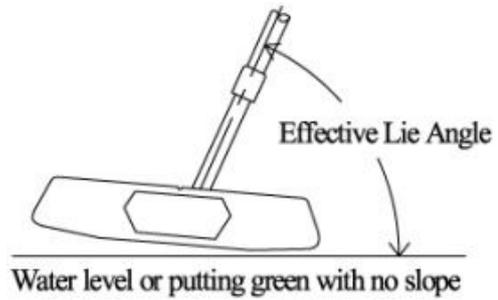


Fig. 8 퍼터 헤드가 수평을 이루지 않은 상태

3. 라이각(lie angle)에 의한 오조준

퍼터 헤드에는 사용자가 스트로크를 할 수 있도록 샤프트가 연결되어 있는데, 퍼터의 라이각이란 퍼터윗면과 샤프트가 이루는 각이다. 제조사마다 약간의 차이는 있으나 시중에 구입 가능한 거의 모든 퍼터는 대개 70~72 도의 고정된 라이각을 갖고 있다. 그러나 주말 골퍼들이 이렇게 고정된 라이각을 갖는 퍼터를 사용하면, 자신의 체형과 습관에 의하여 퍼터헤드는 수평(수면에 평행)을 유지하기가 어렵게 되어, Fig. 8과 같이 퍼터의 오른쪽(toe)이 들리거나 왼쪽(heel)이 들리는 현상을 경험하게 된다. 이런 상태에서 수면과 샤프트와의 각도는 실제적인 라이각이 되고, 만일 실제적인 라이각이 퍼터의 라이각과 일치 하지 못하면, 퍼터 앞면은 사용자가 원하는 조준점을 보지 못하게 된다. 그 결과 퍼터의 토우가 들린 상태로 스트로크하게 되어 공은 홀의 왼쪽으로 구른다 더욱이 퍼터의 앞면은 스트로크 방향과 수직을 이루지 못하여 공에 사이드 스핀을 주게 되어, 홀 근처에서 좌측으로 심하게 휘는 현상을 경험하게 된다. 반대로 퍼터의 힐(heel:뒷부분)이 들리면 공은 홀의 오른쪽으로 구른다.

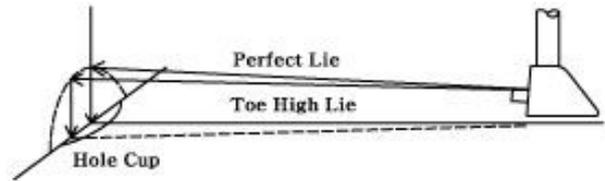


Fig. 9 라이 각에 따라 퍼터 앞면이 보는 지점

4. 오조준의 편차

간단한 기하학을 도입하여 오조준의 편차는 로프트각, Toe 또는 heel 이 들린 각도와 퍼팅 거리의 함수로 표시되며 아래와 같다.

$$\Delta E = PL * \tan(AI) * \sin(At)$$

이 수식에 의하여 여러 경우를 도표로 만들어 보면 다음과 같다.

Table 1 4도 Loft Putter 의 오조준 편차(cm)

거리(m) / Toe 들린 각도	1	3	6	9
5	0.61	1.83	3.66	5.48
7	0.85	2.56	5.12	7.68
10	1.21	3.69	7.37	10.93

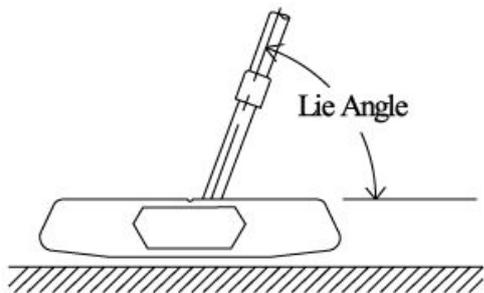


Fig. 7 퍼터의 라이각

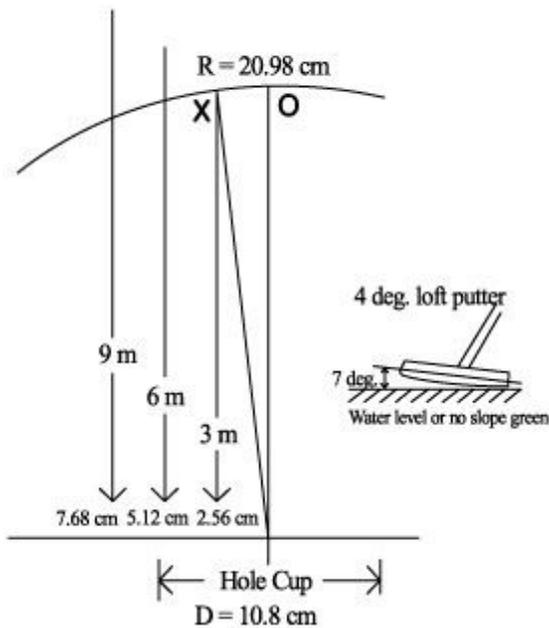


Fig. 10 4도 로프트 퍼터의 경우 앞부분이 7도 들렸을 때 거리에 따른 오조준 편차

우선 한 경우의 예를 들어 보면 4도의 Loft 를 갖는 퍼터를 사용하였을 때 퍼터 헤드가 수평을 유지하면 3m 거리에서 홀의 정 중앙을 향하여 퍼터를 조준하면 앞면이 보는 지점은 홀의 정 중앙 위로 $20.89(=3m \times \sin(4 \text{ 도}))\text{cm}$ 떨어진 지점 “O”를 보게 되지만 앞부분(toe)이 7도 들린 상태로 어드레스 하면 퍼터 면이 보는 위치 “X”는 반경이 20.98cm 인 원주상에 있으며 Table 1 과 Fig. 10 에서 보는 바와 같이 홀 중앙에서 2.56cm 왼쪽으로 벗어난 지점의 윗 쪽이 된다.

만일 6도의 로프트를 갖는 퍼터를 사용하였을 경우에는 도표에서 보는 바와 같이 오조준의 편차는 더욱 커져, 앞부분(toe)이 7도 들린 상태로 3m 거리에서 홀의 정 중앙을 향하여 조준하면 퍼터 면이 보는 위치 “Y”는 반경이 32.53cm($=3m \times \sin(6 \text{ 도})$)인 원주상에 있으면 Table 2 과 Fig. 11 에서 보는 바와 같이 홀 중앙에서 3.84cm 왼쪽으로 벗어난 지점의 위쪽이 된다.

Table 2 6도 Loft Putter 의 오조준 편차(cm)

거리(m) / Toe 들린각도	1	3	6	9
5	0.92	2.75	5.50	8.24
7	1.28	3.84	7.69	11.53
10	1.81	5.48	10.95	16.43

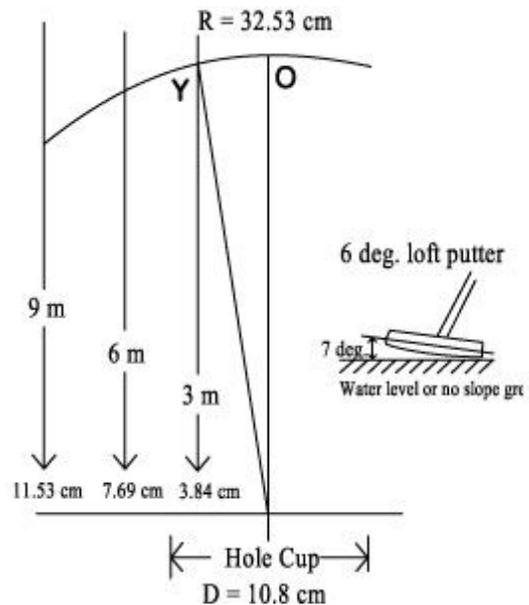


Fig. 11 6도 로프트퍼터의 경우 앞부분이 7도 들렸을 때 거리에 따른 오조준 편차

홀 컵의 반경이 5.4cm 인 점을 고려한다면 홀 컵의 크기가 반 이하로 줄어들게 된다고 볼 수 있다. 그러나 더 큰 문제점은 스트로크 당시 퍼터 앞면이 진행 방향보다 왼쪽을 보고 있어 퍼터헤드의 진행방향과 다르기 때문에, 시계 도는 방향의 반대 방향으로 사이드 스핀을 얻게 되어 결과적으로 공의 직진 방향의 힘이 떨어져가는 홀 근처에서 왼쪽으로 심하게 휘어지게 되는 훅(hook)현상인 것이다. 이러한 현상 때문에 앞부분(Toe)이 들리는 골퍼들의 경우 중, 장거리 퍼팅에서 공은 예상하였던 지점보다 훨씬 왼쪽 지점에 머물게 되어 두번째 퍼팅을 어렵게 한다. 그러나 중, 장거리 퍼팅은 일단 1m 이내에 들어가면 만족하게 되지만 숏 샷 핏(3m 미만의 거리)의 경우는 거의 모든 골퍼가 시각적으로 공과 홀을 동시에 볼 수 있기 때문에 중 장거리 퍼팅보다 더 정확하게 조준할 수 있는데도 불구하고 왕왕 홀을 놓쳐 점점 더 퍼팅에 대한 자신감을 잃게 된다.

이와는 반대로 퍼터 뒷부분(Heel)이 들리면 퍼터 앞면은 홀 중앙 보다 오른쪽의 지점에서 위로 떨어진 지점을 보게 되고 슬라이스(Slice)성 퍼팅을 하게 된다.

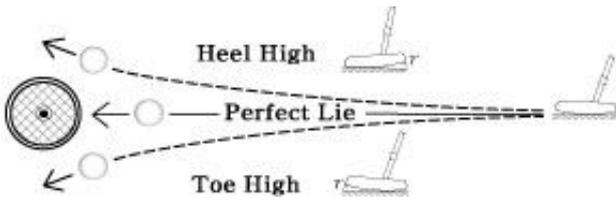


Fig. 12 라이각에 따른 슬라이스 또는 훅성 퍼팅

이러한 라이각에 의한 오조준 현상은 로프트가 클수록 더욱 심하게 나타나 로프트가 적은 퍼터가 상대적으로 도움이 된다고 생각할 수 있으나 로프트가 적은 퍼터는 핸드 트리거로 인하여 로프트가 마이너스(-)로 될 수 있는 가능성을 배제할 수 없기 때문에 로프트가 적은 퍼터 또한 적절한 해답이 될 수는 없는 것이다.

5. 결론

위의 설명을 종합하면, 퍼터 자체의 라이각이 실제적인 라이각과 맞지 않을(퍼터 헤드가 수평을 유지하지 못할) 경우 로프트각에 의하여 생기는 오조준의 편차는 로프트 각도가 큰 퍼터일 수록 더욱 크게 나타나며, 중 장거리 퍼팅에서도 문제가 되지만 특히 홀 아웃이 가능한 2 ~ 3 meter 내의 짧은 퍼팅을 두렵게 하는 근본적인 문제가 된다.

사용하는 퍼터가 자신의 체형에 맞지 않을 경우, 임시적인 방법으로 fitting을 통하여 평상시 편하게 느끼는 어드레스 자세에서 퍼터 헤드가 수평을 유지하도록 샤프트나 하셀 부분에 물리적인 힘을 가하여 fitting하는 방법이 있다. 그러나 이러한 fitting 방법은 샤프트 또는 하셀의 물질에 따라 균열이 생기거나, 실제로 정확한 fitting이 어렵다는 것을 경험하게 된다. 그 이유는 상용자의 자세가 시간이 흐름에 따라 조금씩 변하기도 하고, 밀면이 곡면으로 설계된 일반 퍼터의 경우, 그날 그날에 따라 변할 수 있는 자세에 따른 변화를 감지할 수 없기 때문이다.

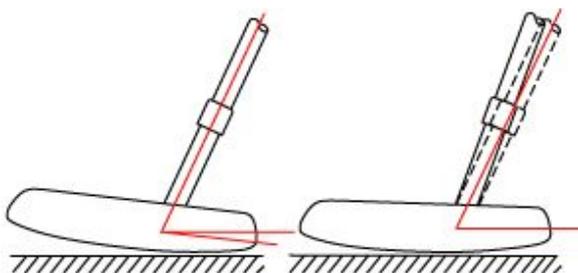


Fig. 12: 일반 퍼터의 Fitting 방식

결론하면, 오조준의 편차를 해결하기 위한 최선의 방법은 사용자가 직접 체형에 맞추어 라이각 조절이 가능한 퍼터를 사용하는 것이다. 일명 차세대 퍼터로 알려진, RHIM 퍼터의 경우, 65 ~ 79도 사이의 라이각을 사용자가 직접 조절할 수 있는 장치가 부착되어, 티오프전 자신의 라이각을 1~2 분내에 쉽게 조절 할 수 있을 뿐만 아니라, 밀면이 평면으로 설계되어 있어 매 홀마다 변할 수 있는 자신의 라이를 쉽게 감지하여, 자세를 수정할 수 있도록 도와주기 때문에, 항상 동일한 어드레스를 가능하게 하여 준다.



Fig. 13 라이각 조절 장치가 부착된 차세대 RHIM 퍼터(R2020D)

참고문헌

(1) No more Three Putts(“Three Putt 은 없다”)

1. Yim, Hyung J.
2. August 17, 2007(2nd edition)
3. No more Three Putts(“Three Putt 은 없다”)
4. N/A
5. 2nd Edition.
6. 42~52, 105~111, 132~135
7. N/A