

# 골프공에 가해진 운동량과 평균력

신광성\* · 이양원\*

\*군산대학교

## Momentum and Average Force applied to Golf Ball

Kwang-Seong Shin\* · Yang-Won Rhee\*

\*Kunsan National University

E-mail : waver@sonit.co.kr, ywrhee@kunsan.ac.kr

### 요 약

골프채로 공을 치면 골프공은 충돌로 인하여 커다란 속도로 긴 거리를 날아간다. 본 논문에서는 골프채와 골프공이 충돌 한 후의 운동량의 크기를 구하고자 한다. 또한 골프채와 골프공의 충돌 시간과 공에 작용한 평균력을 구한다. 우리는 물체에 작용하는 충격량은 물체의 운동량의 변화와 같음을 알 수 있다. 그리고 평균력은 시간에의해 변하는 힘 대신에 어떤 물체의 실제 힘과 똑같은 충격량을 주는 일정한 힘임을 알 수 있다.

### ABSTRACT

Golf clubs hit the ball, and golf balls fly with great speed and long distances due to the conflict. In this paper, the size of the momentum after collision of golf clubs and golf balls should seek. Also, the collision times and average force that served of golf clubs and golf balls are obtained. We know that the impulse acting body is equals the change in momentum of a body. And you can see the average force is constant force that the actual strength of a body to give the same impulse instead of force changing by the hour.

### 키워드

golf club, momentum, average force, impulse

## I. 서 론

백투더퓨처3편은 전편의 인기를 바탕으로 하여 서부를 배경으로 브라운 박사의 사랑과 마티의 서부활극(?)이 벌어지는 영화이다. 마티는 미래로 돌아가야 하지만 이 과정에서 악당 미친개와 결투를 하게 된다. 마티는 총을 버리고 사나이답게 싸우자고 하지만...악당에게 통할 리가 없다... 마티는 총을 맞고 쓰러지지만 다시 일어나서 악당을 물리친다. 이제 총알과 철판 간의 충돌에 대해 생각을 해 보자. 총알의 충격이 가해지는 동안 철판에 매순간 가해지는 힘은 같은 순간에 총알에 가해지는 힘과 같은 크기며 방향은 반대이다. 총알은 철판이 총알에 작용하는 만큼 똑같은 세기로 똑같은 시간 동안 철판에 작용한다. 총알이 드

디어 정지하게 되면 그때의 충격량은 총알의 운동량을 상쇄시킨다. (충격량은 운동량의 변화량과 크기가 같다). 그리고 그 충격량은 철판에 그리고 마티에 같은 크기의 운동량을 주게 된다. 따라서 마티는 그때 얻은 운동량으로 뒤로 튕겨가게 되는 것이다. 물론 총알 만큼 빠르게 넘어지지는 않는다. 왜냐하면 마티가 총알 보다는 훨씬 무거우니까... 또한 총알의 접촉 면적 보다는 철판의 접촉 면적이 크기 때문에 마티는 총알이 직접 작용하는 압력보다는 훨씬 작은 압력을 철판으로부터 받게 된다. 그래서 살아남을 수 있는 것이다[1].

## II. 관련연구

운동량과 관련한 연구를 보면, [2]에서는 3차원

스테레오 영상에서의 시각적 피로도와 안구의 운동량과의 상관관계를 도출하고 시각적 피로도 측정시스템을 제시하였다. [3]에서는 퍼터가 볼과 충돌하면서 손실하게 되는 운동량의 크기는 약간의 마찰력을 제외하고는 그대로 볼에 전달 되며, 볼이 어디로 얼마만큼 이동할 것인지에 대한 추측이 가능하다고 하였다.

### III. 운동량과 평균력

선운동량은 질량과 속도의 곱으로 식 1과 같이 정의할 수 있다.

$$p=mv \quad \text{식 1}$$

$p$ 는 선운동량,  $m$ 는 질량,  $v$ 는 속도를 나타낸다. 식 1에서는 운동량은 벡터량이며 운동량 벡터는 물체의 속도와 같은 방향을 갖는다.

운동량은 2차원으로 나타내면 성분으로 나타나므로 다양한 장점이 존재한다. 2차원으로 나타낼 경우  $x, y$  성분은 다음 식 2와 같다.

$$p_x=mv_x, p_y=mv_y \quad \text{식 2}$$

여기서  $p_x$ 는 운동량의  $x$ 성분,  $p_y$ 는  $y$ 성분을 나타낸다.

뉴턴의 제2법칙에 관한 본래 방정식은 다음 식 3과 같다.

$$F=\text{운동량의 변화/시간간격}=\Delta p/\Delta t \quad \text{식 3}$$

여기서  $\Delta t$ 는 어떤 물체의 운동량이  $\Delta p$ 만큼 변하는 데 걸리는 시간을 말한다.

물체가 등가속도를 갖게하는 일정한 크기의 힘을 가정하면 다음 식 4와 같다.

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{mv_f - mv_i}{\Delta t} = \frac{m(v_f - v_i)}{\Delta t} \quad \text{식 4}$$

가속도가 일정할 때 물체의 속도는  $v_f=v_i+a_t$ 로서 이것을 식 4에 대입하고  $\Delta t$ 는  $t$ 라고 하면  $F$ 는 다음 식과 같다.

$$F=ma \quad \text{식 5}$$

평균력( $F$ )이란 시간에 따라 변하는 힘 대신에 물체에 실제 힘과 똑같은 충격량을 주는 일정한 힘을 말한다.

### IV. 실험

지름이  $c$  cm, 질량  $k$ 그램의 골프공이 골프채에 맞아서 골프공에 작용하는 힘은 채와 접촉하는

순간 0에서부터 증가하여 공의 변형이 가장 클때 최대값이 된다. 골프채를 떠나는 순간 힘은 다시 0이 되며, 순간의 속도를  $w$  m/s라 한다. 이때의 충돌에 의한 충격량  $p_f = (k \times 10^{-3}\text{kg})(w \text{ m/s})$ 가 된다. 이때 공이 골프채와 접촉하는 동안 움직인 거리는 골프공의 지름정도 이다. 이 거리를 골프채가 움직이는데 걸린 시간은

$\Delta t=\Delta x/v_i=2 \times 10^{-2} \text{ m}/44 \text{ m/s}=4.5 \times 10^{-4}\text{s}$ 이며 평균력은  $F=\Delta p/\Delta t=p_f/\Delta t$ 가 된다.

### V. 결론

골프를 칠 때 드라이버든 아이언이든 공을 치면 충돌이 발생하고 공은 먼 거리를 무서운 속도로 날아간다. 본 논문에서는 골프를 칠때 충돌한 다음의 운동량의 크기를 구했다. 그리고 골프채와 골프공의 충돌 시간과 공에 작용한 평균력을 구했다. 골프채와 골프공에 작용하는 충격량은 골프채의 운동량의 변화와 같았다. 시간에의해 변하는 힘 대신에 어떤 물체의 실제 힘과 똑같은 충격량을 주는 일정한 힘이 평균력임도 알았다.

### 참고문헌

- [1] [www.chol.com/~nettrek/sf/](http://www.chol.com/~nettrek/sf/) 운동량과그보존.ppt
- [2] Choi Sunghwan, Kim Donghyun, Choi Jaeseob, Sohn Kwanghoon, "Visual Fatigue Evaluation using Eye-movement Detection for Stereoscopic Video," proceeding of The Korean Society of Broadcast Engineers, pp. 145-148, 2010.
- [3] Jin Park, "Ball Velocity Changes Depending on the Different Linear Momentum of Putter Head during the Putting Strokes," The Journal of Korean Society of Sports Biomechanics, Vol. 17, No. 4, pp. 83-88, 2007.