

# 자전거 페달의 페달링 하중 측정을 통한 측면 고정형 자전거 페달시스템 개발

## Measurement of pedaling load of bicycle and development of side clamping bicycle pedal system

\*#김명훈<sup>1</sup>, 김민우<sup>1</sup>, 박자연<sup>1</sup>

\*#M. H. Kim (mhkim@kiflt.re.kr)<sup>1</sup>, M.W.Kim<sup>1</sup>, J.Y.Park<sup>1</sup>

<sup>1</sup>한국신발피혁연구원

Key words : Bicycle, Pedal, Pedaling load

### 1. 서론

자전거용 페달 시스템에는 일반 신발을 신고 페달링을 할 수 있는 평페달 시스템과 신발과 페달을 결합하여 업사이클 시에도 페달에 힘을 전달할 수 있는 전용 클릿 페달 시스템으로 나누어진다.

평페달 시스템의 경우 신발의 종류와 상관없이 페달링을 할 수 있으나 다운스트로크에서만 페달에 힘을 전달할 수 있어 페달링 효율이 떨어지는 단점이 있다. 이러한 단점을 보완하기 위해서 클릿 페달 시스템이 사용되고 있다. 이 클릿 페달 시스템은 신발과 페달을 결합하여 업스트로크에서도 신발과 페달이 떨어지지 않도록 하여 힘을 원활히 한 구조이다. 클릿 페달 시스템의 경우 업스트로크에서 페달에 힘을 전달할 수 있기 때문에 페달링 효율이 약 20~30%가량 향상된다고 알려져 있다.

클릿 페달 시스템의 경우 일반 신발과 달리 바닥면에 클릿 고정장치가 부착되어 일반보행 시 장애가 되는 단점이 있다. 또한 클릿의 결합력이 강하기 때문에 초보자의 경우 넘어지거나 부상을 당할 우려가 있는 문제점도 있다. 금속재질의 클릿 및 페달시스템으로 인해 페달의 중량도 1~2kg 정도 증가하게 된다. 이러한 클릿 시스템은 전문 산악자전거 및 도로경주용 사이클에 적용되어 몇몇 선진기업에 의해 상용화 되고 있다. 그러나 생활자전거를 이용하는 일반인들은 위에 언급한 문제점들로 인해 클릿 시스템의 장점을 활용하지 못하고 있다.

생활자전거 인구를 대상으로 한 페달시스템을 개발하기 위해서는 보행에 지장이 없는 형태의 페달/신발구조와 비정상적인 동작에서 쉽게 탈거될 수 있는 안전한 형태의 페달시스템을 설계하여

야 한다. 또한 중량증가를 억제하고 제조비용을 절감하여 저렴하게 보급할 수 있어야한다. 본 연구에서는 위와 같은 특징을 가진 페달 시스템을 제안하는 것을 목표로 한다.

### 2. 페달링 하중의 측정

측면 고정형 페달시스템을 설계하기 위해 페달링시 발생하는 하중을 측정하였다. 페달링하중을 측정하기 위해 로드셀을 이용한 하중측정용 페달을 제작하여 자전거용 신발과 결합하여 실험하였다. 실험은 자전거의 부하를 0~10단계로 증가시키면서 각각의 부하에서 약 10~15사이클 페달링을 수행하고 이때 발생하는 하중을 로드셀과 DAQ를 이용하여 연속적으로 측정 및 기록 하였다. 피험자는 일반인으로 총 5명을 실험하였다.

하중측정실험결과 하중을 증가하여 페달링을 할수록 음의 하중(업스트로크 부하)이 증가하는 것을 볼 수 있었다. 측정된 하중의 크기는 다운스트로크의 약 10% 내외였다. 페달링이 아닌 정지된 상태에서 업사이클 방향을 최대한 힘을 가하여 최대 분리력을 측정한 결과 페달링시 업스트로크 하중의 약 3배정도의 하중이 측정되었다.



Fig. 1 Measurement of pedaling load on riding



Fig. 2 Loading data of pedaling

### 3. 측면고정구조 설계

보행이 가능한 측면고정구조를 가진 자전거용 신발 및 페달을 설계하였다. 페달의 구조는 내, 외측 고정고리를 가지고 있고 신발에는 고리와 좌, 우측 결합할 수 있는 결합부를 설계하였다. 페달의 외측 고리에 스프링을 이용한 가동구조를 설계하여 신발의 탈착이 가능하도록 하였다. 신발의 탈거는 신발의 뒷꿈치를 외측으로 비틀어 고리를 신발 결합부의 분리홈을 따라 이동시켜 분리하는 구조이며 회전의 원활함을 위해 페달과 신발에 회전축 역할을 할 수 있는 돌기를 추가하였다.

페달 고리 및 신발 결합부의 강도는 페달링 하중 실험을 통해 얻은 데이터를 바탕으로 안전율을 고려하여 설계하였다. 페달은 KS안전규격을 만족하기 위해 축의 강도 및 페달의 충격강도 시험을 실시하여 안전조건을 만족하였다. 신발은 동작분석 및 족저압력 실험을 통해 보행성을 비교평가하여 기존 클릿형 자전거 신발에 비해 보행기능이 크게 향상된 것을 확인하였다.

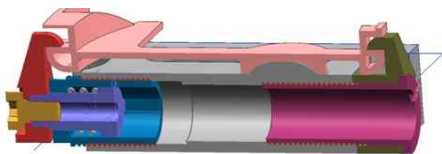


Fig. 3 Design of side clamping pedal system



Fig. 4 Side clamping bicycle shoe and pedal

### 4. 결론

보행 기능성이 향상된 측면 고정형 자전거페달 시스템을 개발하였다. 페달의 강도설계를 위해

로드셀을 이용한 자전거 페달링 하중측정용 페달을 설계 및 제작하여 페달링 시 발생하는 하중을 측정하였다. 탈착이 용이하도록 페달의 구조를 고안하여 페달과 전용 신발을 개발하였다. 개발된 페달과 신발에 대해 KS안전규격 및 인간공학적인 실험을 통해 안전성과 보행성을 평가하였다.

향후 측정된 하중데이터와 고안된 페달시스템의 탈착구조를 바탕으로 상품성향상을 위한 디자인 및 생산성 평가를 통한 설계개선이 이루어질 예정이며 참여기업을 통해 시장에 출시될 예정이다..

### 참고문헌

1. 강대진, “Labview를 이용한 계측 및 센서 활용”, 2012.
2. 김명웅, 김동엽, 박해수, “기능성 신발의 제조기술”, 2005
3. 홍성인, “기계설계”, 1999