

# 유성치차 방식을 이용한 속도제한 안전바퀴 개발 Development of speed limit safety wheel by planetary gear mechanisms

\*이동근<sup>1</sup>, 이시영<sup>1</sup>, 구재민<sup>2</sup>, #석창성<sup>2</sup>

\*D. K. Lee<sup>1</sup>, S. Y. Lee<sup>1</sup>, J. M. Koo<sup>2</sup>, #C. S. Seok(seok@skku.edu)<sup>2</sup>

<sup>1</sup>성균관대학교 대학원 기계공학과, <sup>2</sup>성균관대학교 기계공학부

Key words : Safety wheel, Speed limit, Planetary gear

## 1. 서론

유모차, 쇼핑카트, 캐리어 등 일상에서 사용하는 바퀴가 장착된 제품의 경우 경사로 등에서 속도에 의한 안전사고가 발생할 수 있으며, 이러한 안전사고를 방지하기 위해 제품의 속도를 제한할 수 있는 기술이 필수적이다. 하지만 기존의 속도를 제한하기 위한 기술의 경우 가격이 비싸고, 구동 원리가 복잡하여 보편적으로 적용되기에는 한계점이 있다.

따라서 본 연구에서는 기존의 복잡하고, 사용하기 불편한 속도제한 장치를 대체할 수 있는 간편한 속도제한 바퀴를 개발하고자 한다. 이를 위하여 대상 제품의 사용조건을 분석하고, 간단한 원리로 속도제한이 가능한 유성치차 메커니즘을 선정하였다. 또한, 선정된 메커니즘을 바탕으로 안전바퀴 시제품과 이를 평가하기 위한 장치를 제작하여 다양한 조건에 따른 속도제한 성능을 평가하였다.

## 2. 설계조건 검토

본 연구에서는 속도제한 안전바퀴를 적용하기 위한 대상으로 일상에서 가장 쉽게 접근 가능한 쇼핑 카트를 선택하였다. 적용 조건은 과한 하중이 부가된 상태에서 내리막을 내려갈 때 가속을 저지하지 못하는 경우를 기준으로 하였으며, 경사 20°에 내용물을 포함한 카트 무게 392N의 조건에서 시속 5km 이하로 속도를 제한하도록 설계 조건을 도출하였다. 도출된 설계조건을 이용하여 카트를 가속시키는 힘 F를 계산하면,  $F=392N \times \cos 70^\circ = 134N$  이 되며 따라서 카트 속도 5km/hr(1.39m/s)에서 바퀴에 의한 저항력이 134N을 만족하도록 설계 및 제작을 진행하였다. 이를 바퀴 당 저항토크로 환산할 경우 바퀴 반지름을 0.045m 로 가정하면  $Torque = (134N/4) \times 0.045m = 1.51N \cdot m$  가 된다.

본 연구에서 적용된 유성치차 방식을 이용한

속도제한 원리는 Fig. 1과 같다.

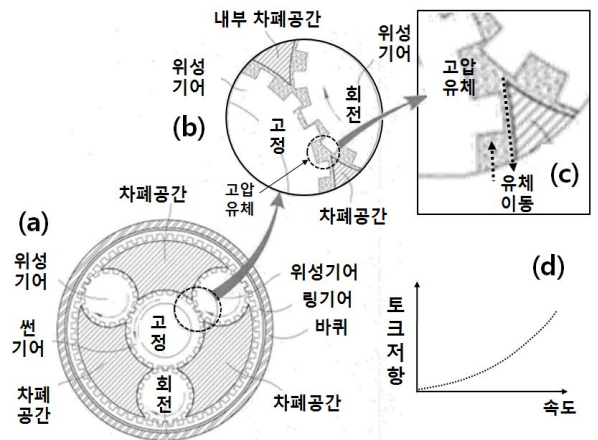


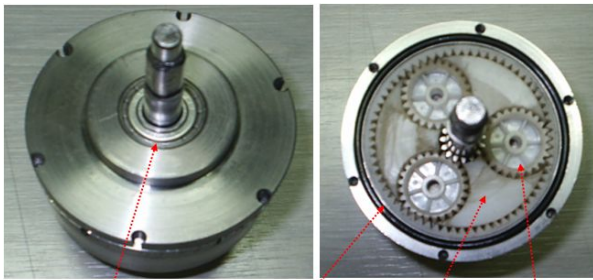
Fig. 1 Planetary gear mechanisms in speed limit wheel

Fig. 1의 (a)와 같이 구성된 유성치차 방식을 적용한 바퀴에서 중앙의 선기어는 바퀴 축에 고정되어 있으며, 바퀴가 회전함에 따라서 주위의 위성기어가 선기어를 중심으로 공전과 자전을 하게 된다. 이때, (b)와 같이 기어가 회전함에 따라서 선기어와 위성기어가 맞물리는 지점에 기어가 회전하면서 이동시킨 유체가 모이는 지점이 발생한다. 이 부분을 확대하면 (c)와 같으며 바퀴의 회전 속도가 느릴 때에는 기어치 사이를 통해 이동된 유체가 맞물리는 지점에서 기어 사이의 미세한 틈으로 유체가 자유롭게 이동하여 압력이 거의 발생하지 않지만, 회전 속도가 빠를 경우에는 기어 사이의 틈으로 유체가 미처 빠져나가지 못하여 고압의 유체가 머물러 바퀴의 회전을 저항하는 힘이 발생하게 된다. 이를 그래프로 나타내면 (d)와 같은 형태가 된다. 본 연구에서는 이와 같은 원리를 이용하여 속도제한 안전바퀴를 제작하였다.

## 3. 안전바퀴 및 성능 평가장치 제작

검토된 설계조건과 메커니즘을 적용하여 안전

바퀴를 제작하였으며 이를 Fig. 2에 나타내었다.



베어링 누유 방지 오링 인서트 위성기어

Fig. 2 Speed limit safety wheel

바퀴 제작에는 1개의 선기어와 3개의 위성기어가 사용되었으며, 누유 방지를 위한 오링 및 리테나, 회전 시 축에 발생하는 마찰을 최소화하기 위한 베어링 등을 삽입하였다.

Fig. 3은 안전바퀴의 속도제한 성능을 평가하기 위한 장치를 나타낸다. 바퀴 단품에 대한 속도제한 성능평가를 위해 전압조절장치, 구동부, 로드셀, rpm측정기, 인디케이터 등으로 구성된 장치를 제작하였다. 성능 평가 시 바퀴 회전에 따라 발생하는 저항력이 로드셀에 가해지며 이 값을 토크로 환산하여 결과 값으로 사용하였다. 또한, 속도의 경우 rpm측정기에 입력된 값을 바퀴 지름을 고려하여 선속도로 환산한 후 사용하였다.

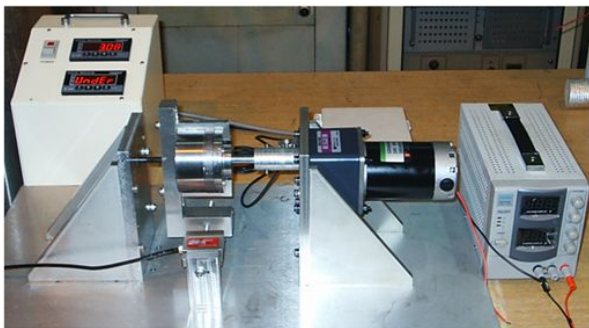


Fig. 3 Device for evaluation of the safety wheel

#### 4. 속도제한 성능 평가

제작된 안전바퀴와 성능 평가 장치를 이용하여 안전바퀴의 속도제한성능을 평가하였다. 바퀴 내부의 유체 점도와 바퀴의 속도에 따른 저항력을 측정하였으며, 바퀴 내부에 충전 되는 오일은 점도 1,000,000cS 의 실리콘 오일과 점도 65cSt 의 체인오일을 사용하였다. Fig. 4는 안전바퀴 속도제한 성능 평가 결과를 나타낸다.

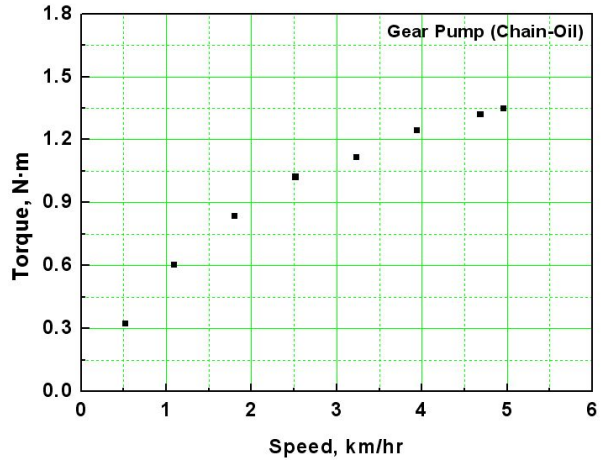


Fig. 4 Result of the safety wheel performance test

성능평가 결과 실리콘 오일을 사용한 경우 과도한 점도로 인해 바퀴의 회전이 불가능 하였다. 체인오일을 사용한 경우 그래프와 같이 5km/hr 에서 목표 토크저항 1.51N·m 에 근접하는 결과를 나타내는 것을 알 수 있다.

성능평가 결과에 따라 본 안전바퀴를 이용할 경우 적절한 내부 유체를 사용한다면 상용 카트에 적용하여 속도제한이 가능할 것으로 판단된다. 하지만, 대상의 속도가 느릴 경우 저항력이 매우 작아야 함에도 불구하고 본 연구에서 개발된 안전바퀴의 경우 초기 저항력이 비교적 큰 관계로 이를 해결하기 위한 개선책이 필요할 것으로 판단된다.

#### 5. 결론

1. 유성치차 방식을 적용한 속도제한 안전바퀴의 경우 적절한 점도의 내부 충전 유체를 사용한다면 속도제한 구현이 가능할 것으로 판단된다.
2. 유성치차 방식을 적용한 속도제한 안전바퀴의 경우 초기 저항력이 상대적으로 높게 나타나며, 이를 해결하기 위한 추가 개선책이 필요하다.

#### 후기

This work has been supported by National Research Foundation of Korea (No. 2011-0020024).

#### 참고문헌

1. 이동근, 석창성, “능동형 속도 제한 바퀴 조립체”, Korea patent, 10-2012-0009534, 2012.