

기어내장형 자전거 허브의 성능평가 시험방법에 관한 연구

A Study on the Performance Test of Bike's CVT Hub Module

이동원†·김찬중*·배철용*·권성진*·김규식*·이봉현*

Dong-won Lee, Chan-Jung Kim, Seong-Jin Kwon, Ku-Sic Kim and Bong-Hyun Lee

1. 서 론

연구에서는 자전거의 핵심 부품 중 하나인 기어 변속기 시스템에 대한 고부가 가치 사업 연계의 일환으로 일반적으로 사용되고 있는 드레일러 방식의 변속 시스템의 단점을 보완한 변속기 내장형 기어허브 개발 과정에서 변속기 내장형 기어허브에 대한 모듈 단위 평가를 수행하기 위한 시험기를 제작하고 제작된 시험기에서 주행 성능을 재현함과 동시에 변속기 내장형 기어허브의 변속 진동 특성 및 변속 소음을 측정하고자 하였다.

2. 본 론

2.1 시험 규격 선정 및 시험 모드 선정

자전거의 변속 시스템은 전달되는 구동력에 의해 지속적인 피로하중을 받으며, 기어 변속시 제품 특성에 따라 변속 충격과 소음을 나타내게 된다. 본 연구에서는 선진제품과 개발 제품에 대한 토크 성능을 측정하여 제작된 전용 평가 시험기를 이용하여 선진 제품과 개발 제품에 대한 주행 성능을 재현하고 이때 발생하는 변속기의 변속 소음 및 진동을 측정하기 위해 아래 Table. 1과 같은 시험 모드에 따라 실차 주행 시험과 시험기를 이용한 모듈 성능 시험을 진행하였다.

Table 1 Test mode of driving torque

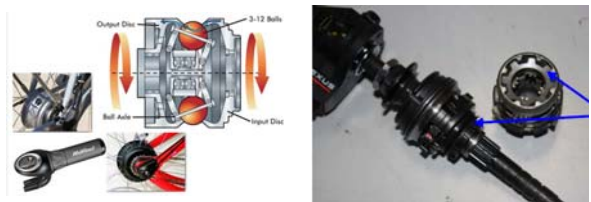
	N사 변속기		S사 변속기		개발 변속기	
	실차 주행	모듈 평가	실차 주행	모듈 평가	실차 주행	모듈 평가
저단 무부하	×	○	×	○	×	○
평지 저단	○	○	○	○	○	○
오르막 저단	○	○	○	○	○	○
고단 무부하	×	○	×	○	×	○
평지 고단	○	○	○	○	○	○
경사로 고단	○	○	○	○	○	○

† 교신저자; 자동차부품연구원
E-mail : leedw@katech.re.kr
Tel : (041) 559-3338, Fax : (041) 559-3340

* 자동차부품연구원

2.2 시험 대상 변속기 내장형 기어허브 선정

변속기 내장형 기어허브는 현재 국내에서는 개발된 사례가 없으며, 변속기 제조 선진 기술을 보유한 해외 변속기 전문 생산 업체에서 개발이 이루어져 생산이 진행되고 있다. 본 연구에서는 fig. 1의 (a)와 (b)와 같은 해외 선진 제품에 대한 벤치마킹을 통해 fig. 2와 같은 변속기 내장형 기어 허브를 개발 하였다. fig. 1의 (a)제품은 기어 변속이 자유로운 무단변속 시스템으로써 드레일러 방식과 달리 정지 상태에서도 변속이 가능한 변속시스템으로써 변속기의 볼의 위치를 변화시킴으로써 변속이 이루어지는 변속기이다. (b)의 변속기는 유성기로 구성된 3단 변속 시스템에 구동 기어를 위치시킴으로써 기어를 변속시키는 구조로써 자전거 운전 중에 변속이 가능한 변속 시스템이다. fig. 2의 개발 제품은 구동 편심판의 위치를 조절함으로써 원웨이 링크를 작동시키는 구간을 변화시켜 변속을 수행하는 시스템으로써 기어 모듈에 의해 동력을 전달하게 되며, 정지 상태에서도 기어 변속을 수행할 수 있는 시스템이다.



(a) Nuvinci CVP System (b) Shimano 3 Speed Hub

fig. 1 Transmission system of advanced technologies

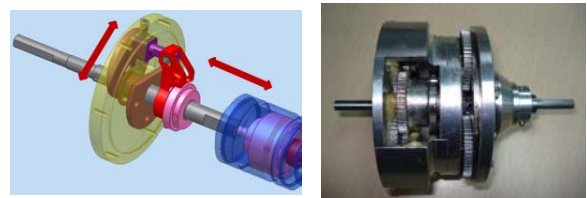


fig. 2 Development CVT system

2.3 실차 주행 시험 및 모듈 평가 시험

본 연구에서는 개발제품에 대한 구동 토크 성능을 측정하

기 위하여 앞서 구성한 Table 1의 시험 모드에 따라 선진 제품에 대한 실차 주행 시험을 통해 각 조건에서의 선진 제품의 구동토크를 측정하고 동등한 부하조건에서의 모듈 평가 시험을 fig. 3과 같이 전용 시험기에서 재현함으로써 시험기의 신뢰성을 확보하고, 동일 하중 조건에서 개발 변속기에 대한 모듈 단위 평가 시험을 진행하고자 하였다. fig. 3의 전용 시험기는 구동 토크를 측정할 수 있는 토크센서와 변속기의 변속 충격을 측정할 수 있는 가속도 센서 및 변속 소음을 측정할 수 있는 마이크로폰으로 구성 되었다.

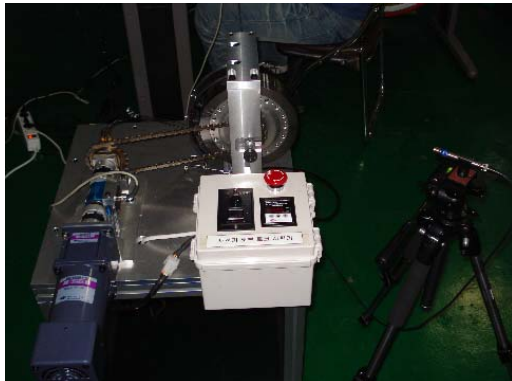


fig. 3 CVT Hub module testing machine

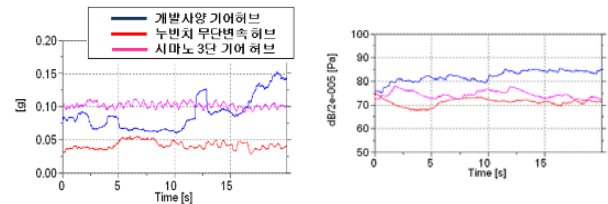
Table 2는 실차전거 주행시험에서 측정한 구동 토크와 이를 시험기에서 재현한 구동 토크의 결과로써 선진사의 제품과 개발 제품은 구동 성능 면에서는 유사한 크기의 구동 성능을 나타내는 결과를 얻을 수 있었다. 또한 각각의 제품에 대한 재현을 수행한 결과 5%내외의 오차 범위를 가지므로, 실 자전거의 주행 성능을 시험기에서 재현한 결과는 신뢰성을 가지는 것으로 판단된다.

Table 2 Result of CVT hub driving performance test

단위 (Nm)	N사 변속기		S사 변속기		개발 변속기	
	실차 주행	모듈 평가	실차 주행	모듈 평가	실차 주행	모듈 평가
저단 무부하	-	0.07	-	0.03	-	0.1
평지 저단	31	29.6	39	37.0	29	27.2
오르막 저단	47	47.9	48	50.3	41	41.0
고단 무부하	-	0.15	-	0.05	-	0.22
평지 고단	58	56.5	60	59.2	60	58.6
경사로 고단	68.5	71.1	70	68.6	73	74.3

자전거의 변속기는 주행을 진행하면서 지속적인 변속을 수행하게 된다. 운전자는 변속을 수행하는 도중 변속기에서 과도한 진동과 소음이 일어날 경우 자전거에 대한 신뢰도가 떨어짐과 동시에 주행에 있어 불안감을 가지게 된다. 본 연구에서는 앞서 수행한 변속기 내장형 기어허브 구동 성능 평가 시험을 진행함과 동시에 선진 제품의 변속 충격 및 변속 소음을 개발 제품과 비교 평가함으로써 평가 제품에 대한 소음 진동 측면에서의 성능을 평가하고자 하였다. 자

전거는 운행 특성상 기어 허브가 외부에 노출되어 있고 노면으로부터 전달되는 노면 진동이 큰 관계로 본 연구에서는 노면의 주행을 재현하고 외부의 소음원 및 진동원을 제거한 상태에서 개발 제품에 대한 성능 평가를 수행하기 위해 제작된 전용 시험기를 이용하여 무향실에서 시험을 진행하였다. 각 선진 제품과 개발 제품에 대한 소음 진동 측정 시험은 주행 속도와 동일한 구동 속도에서 기어를 변속하면서 나타나는 각 제품의 변속 충격과 변속 소음을 측정하였다. fig. 4의(a)는 각 제품에 대한 기어 변속을 저단에서 고단으로 수행할 때의 기어 허브의 변속 주방향으로의 변속 시 진동 값을 비교한 결과이며, fig. 4의(b)는 이때의 각 제품의 소음 값을 비교한 결과이다.



(a) Result of acceleration (b) Result of Microphone

fig. 4 Result of shifting gear test

fig. 4의 결과 기존 선진 제품의 경우 기어 저단에서 고단으로의 기어 변속시 변속 충격 및 변속 소음이 특별히 크게 발생하는 것을 찾아 볼 수 없었으며, 변속시의 소음이 크게 발생하지 않는 결과를 얻을 수 있었으나 개발 제품의 경우 기어 변속시 특정 구간에서 변속 충격이 발생하며, 선진 제품에 비하여 높은 소음 값을 가지는 결과를 얻을 수 있었다.

3. 결 론

본 연구에서는 변속기 내장형 기어 허브에 관한 구동 성능 평가 시험을 평가 할 수있는 평가 모드를 선정하였으며, 모듈 단위 평가를 위해 시험기를 제작하였다. 변속기 내장형 기어 허브에 대한 모듈 단위 시험 평가를 위해 제작된 시험기를 이용하여 선진 제품 및 개발 제품에 대한 구동 성능 재현 시험을 수행하였으며, 이와 동시에 변속기 내장형 기어 허브 자체의 소음 진동 특성 평가를 수행할 수 있었으며, 본 연구에서 개발된 시험 방법을 이용할 경우 자전거 변속기에 대한 모듈 단위 성능 평가 및 내구 평가가 가능할 것으로 판단된다.

후 기

본 연구는 지식경제부가 주관하는 자전거·해양레저 장비산업육성사업의 성과물로서 관계자분들에게 감사드립니다.