

자동변속기 체결 볼트에 대한 실험적 고찰

박 종 환^{*1)} · 김 대 현¹⁾ · 조 명 수¹⁾

현대파워텍¹⁾

Experimental investigation of fastening bolts for automatic transmission

Jonghwan Park^{*1)} · Daehyun Kim¹⁾ · Myungsoo Cho¹⁾

Hyundai-powertech Company¹⁾

Key words : Automatic transmission(자동변속기), Bolt(볼트), Vibration(진동)

* 박 종 환, E-mail: jhpark@powertech.co.kr

이중 재질 부품의 결합 또는 부품간 체결을 위해 사용하는 볼트는 시스템에 작용하는 외력에 의해 풀리는 경우가 종종 발생한다. 이는 시스템의 진동(소음)을 야기하여 부품 손상을 일으키고 궁극적으로 시스템 전체적인 큰 고장을 발생한다.

볼트가 풀리는 것을 방지하기 위해 1) 와서를 추가적으로 조립하여 볼트 머리부와 맞닿는 면적을 넓혀 마찰면을 증대하거나, 2) 나사산에 접착제를 도포하여 나사산의 마찰력을 높이는 방법이 있다.

볼트의 체결력을 검증하는 방법으로 융커(Junker) 테스트가 일반적으로 알려져 있다. 융커 테스트는 체결된 두 부재 중 한 쪽 부재에 횡방향 진동을 가하고 시험 진행에 따른 잠금력(clamping force)을 측정하여 볼트 사양에 따른 성능을 비교해 볼 수 있다. 주로 시스템 상태에서의 성능보다는 볼트 자체의 성능을 평가하는 시험 방법이다. 볼트 체결력에 영향을 미치는 인자로 결합 부재의 강성(재질 및 형상), 맞닿는 면의 마찰력(조도, 면적), 가해지는 힘(힘의 크기 및 방향) 등이 있는데 융커(Junker) 테스트 방법은 시험시 별도의 지그 제작이 필요하여 시간 및 비용 측면에서 다소 불리하다.

자동변속기에서 볼트를 사용하는 시스템 상태, 즉 실제 변속기 상태에서 볼트 체결력을 검증하기 위해서는 엔진에 장착하여 다이나모(Dynamometer)를 연결하여 시험하는 방법이 있으나, 많은 비용과 시간이 소요되어 짧은 시간 내에 볼트의 다양한 사양이나 장착 조건 변경을 하면서 시험을 하기에는 어려움이 따른다.

본 논문에서는 볼트를 적용하는 시스템(자동변속기) 상태 그대로 볼트 조립 부재에 직접 진동을 가하여 볼트의 성능을 평가하는 시험 방법으로 접근하였다. 별도의 가공이나 수정 없이 자동변속기 부품을 그대로 사용하기 때문에 위에서 언급한 체결력에 영향을 미치는 인자들이 그대로 적용되므로 실제 작동 상태 조건과 가장 유사하여 시험 신뢰성을 향상시킬 수 있고, 적은 비용과 짧은 시간 내에 다양한 볼트 사양을 시험할 수 있다.

변속기 어셈블리(Assembly) 상태와 가장 유사한 조건으로 단품 상태에서 사양 검증을 마친 후 엔진 다이나모 내구 시험을 통해 최종 확인하는 것이 개발시 비용과 시간을 최소화하는데 유리하며, 이것이 본 연구의 궁극적인 목적이다.

본 연구에서 시험하는 볼트는 자동변속기 내부에 사용하는 것으로 장착부 형상 및 구조는 Fig. 1과 2와 같다. 변속기 케이스(Case, ①)에 베어링 리테이너(Retainer, ②)와 클러치 리테이너(③)를 조립하고 볼트(④)를 이용해 체결하는 구조이며, (Fig. 1) 볼트는 원주방향으로 일정한 간격이 아닌 불규칙적인(irregular) 간격으로 조립하며 케이스와의 조립면과 접촉하지 않는 구간이 있다. (Fig. 2)

볼트에 작용하는 외력은 1) 엔진 진동에 의한 케이스의 진동, 2) 베어링 회전에 의한 진동, 3) 헬리컬 기어(⑤) 회전에 의해 발생하는 추력, 4) 브레이크 작동시 리테이너에 가해지는 축방향 힘 등이 있으며, 주로 2)와 3)의 힘에 의해 볼트의 체결력을 약화시킨다.

본 논문에서는 변속기 부품 상태 그대로 시험기에 장착하여 베어링 회전에 의한 진동을 모사하는 시험 장치를 구현하고, 볼트의 나사산에 도포하는 접착제의 양(도포하는 나사산의 길이)을 달리하여 시험한 후 조임토크의 영향성을 살펴보았다.

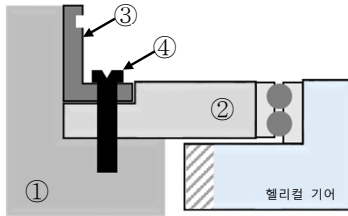


Fig. 1 체결볼트 장착부 구조



Fig. 2 체결볼트 장착부(케이스)사진