

8속 자동변속기용 오일펌프의 성능시험기 개발 및 평가 Development and Estimation of an oil Pump performance tester for 8th speed automatic transmission

박광민† · 김철수* · 김찬중* · 이봉현* · 차성중**

Gwang-Min Park, Chul-Soo Kim, Chan-Jung Kim, Bong-Hyun Lee, Sung-Jong Cha

1. 서 론

자동변속기에서 모든 변속과 각종 기능은 유압에 의해 제어된다. 즉, 유압으로 마찰요소를 작동하거나 해제시켜 변속장치에서 변속이 이루어지도록 하고 오일을 매개로 동력을 전달한다. 또한 변속기 내의 윤활과 냉각도 적절한 유량의 제어로 이루어진다. 오일펌프는 자동변속기의 유압시스템을 구성하는 핵심부품으로서 오일 팬에 들어 있는 ATF(Auto Transmission Fluid)를 흡입하여 자동변속기 내의 윤활을 담당하고 각 작동 요소에서 요구하는 유량과 유압을 생성하여 공급하는 역할을 한다.

오일펌프가 고장을 일으키면 변속기로서의 기본기능 상실은 물론, 오일공급 부족으로 인해 부품에 치명적인 손상을 초래하므로 오일펌프의 신뢰성은 매우 중요하다. 오일펌프의 신뢰성을 사전에 검증하기 위해서 대부분 전용시험기를 이용한 단품시험 방식을 채택하고 있지만, 실차 상태에서의 신뢰성을 보장하기엔 매우 제한적인 시험법이다. 반면 변속기 다이내모 시험기를 이용한 성능평가 방법은 변속기의 부하 조건이나 주변 부품간의 상호 작용을 고려한 상태에서 유량, 유압, NVH 특성결과 등을 측정할 수 있기 때문에 실차 조건에 근접한 성능평가 결과를 얻을 수 있다.

본 연구에서는 8속 자동변속기용 유량제어 오일펌프의 시험을 위한 다이내모미터 기반 실부하 평가 환경을 구축한 후, 주요 성능평가 지표를 정립하고 이를 평가하기 위한 시험법을 개발하였다. 또한 기

준의 자동변속기용 오일펌프의 성능시험 및 평가 결과는 추후 개발될 가변형 유량제어 오일펌프의 신뢰성 확보를 위한 비교 결과로 사용될 것이다.

2. 자동변속기용 오일펌프 성능시험기 개발

일반적으로 자동변속기의 성능시험의 종류에는 크게 오일펌프를 포함한 자동변속기의 기본 성능을 측정하는 것을 목적으로 하는 기본 성능시험과 부하모터 등이 결합된 상태에서 실차 조건과 유사한 상황에서의 성능을 측정하는 것을 목적으로 하는 실용 성능시험으로 나뉜다. 기본 성능시험은 무부하 상태에서 오일펌프를 포함한 자동변속기와 밸브바디장치의 기본 구동 성능을 테스트할 수 있다. 그리고 실용 성능시험은 내연기관에 해당하는 부하장치를 결합한 상태에서 속도 및 토크를 인가하여 구속조건을 걸고 각 변속단을 전진 또는 후퇴시키면서 시험을 진행한다. 실용 성능시험을 수행하기 위한 선행조건으로서는 무부하 상태에서 밸브바디장치와 오일펌프의 기본 성능시험 결과가 먼저 검증되어야 한다⁽¹⁻²⁾.

본 시험에서는 다이내모미터 기반 오일펌프의 실용 성능시험을 수행하기 위하여 시험 대상 자동변속기, 밸브바디장치, 인버터 제어기와 오일펌프 및 구동모터 등으로 구성된 구동장치, 자동변속기와 밸브바디 내부 오일의 Chilling과 Heating을 담당하는 오일온도 조절장치, 그리고 유량/유압, 토크, NVH 등의 데이터 획득을 위한 측정시스템으로 크게 5개의 모듈로 전체 시스템을 구성하였다. 그림 1은 본 연구에서 구축된 8속 자동변속기용 오일펌프의 다이내모미터의 세부 구성을 나타낸다. 5속 이상의 다단화 자동변속기는 3개 이상의 유성 기어열을 포함하고 있으며, 이와 연계되어 있는 밸브바디에는 20여 개의 밸브 및 스프링이 상호 작동하기 때문에 기존

† 교신저자; 정회원, 자동차부품연구원 대구경북지역본부
E-mail : gmpark@katech.re.kr

Tel : (053)592-8977, Fax : (053)592-3169

* 자동차부품연구원 대구경북지역본부

** 명화공업주식회사

5속 자동변속기와 다르게 연결 구조가 복잡하다. 따라서 자동변속기용 오일펌프의 토출 유량과 라인압을 직접적으로 측정하기 위해서 별도의 지그를 제작하였고, 밸브바디의 각 포트들과 변속기 사이에는 Flexible line을 이용하여 서로 연결하였다. 또한 전기적 신호제어와 기어변속 등을 수행하기 위해 최대 10개의 솔레노이드 밸브를 제어할 수 있는 밸브바디 드라이버를 적절히 제어하여 시험 입력 조건을 생성하였다(3). 본 시험의 최종 결과물로서 자동변속기용 오일펌프의 유압, 유량, 구동토크, NVH 특성 등 다양한 성능 데이터들을 획득할 수 있다.

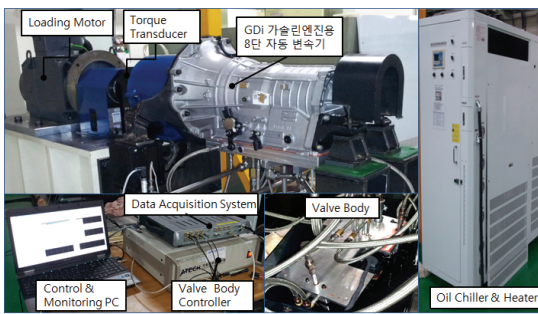


Fig. 1 Configuration of a 8th speed automatic transmission dynamometer

3. 자동변속기 다이내모 기반 성능 평가

자동변속기 다이내모 기반에서 오일펌프의 자체 성능 및 내구성 평가를 위한 시험 규격을 결정하기 위하여 일반적인 차량용 자동변속기 성능시험 규격의 기본적인 사항을 도입하여 시험 초기조건을 만족시킨 상태에서 본 시스템의 작동 특성과 다이내모미터 시험장비에 맞게 성능시험법을 개발하였다. 오일펌프는 엔진 회전력에 의하여 직접 구동되어 자동변속기의 라인압을 형성시키는 중요한 에너지 시스템으로, 에너지 전환식은 다음과 같다.

$$nT = \beta PQ$$

여기서, n 은 엔진회전수, T 는 구동토크, β 는 체적효율, P 는 라인압력, Q 는 토출 유량이다.

자동차 연비와 자동변속기의 에너지 전달효율은 밀접한 관계가 있으므로, 정확한 동력 전달효율 및 성능시험을 수행하기 위해서 자동변속기용 다이내모 성능 평가의 주요 지표를 엔진 rpm(n), 구동토크

(T), 토출 유량(Q)과 라인압(P)으로 확립하고 이를 평가하기 위한 시험법을 개발하였다.

기구축된 변속기 다이내모 시험 환경에서 오일 온도 제어모듈의 초기 설정 온도를 $85 \pm 5^\circ\text{C}$, $120 \pm 5^\circ\text{C}$ 로 각각 일정하게 제어한 상태에서 변속기의 입력 회전수를 500 ~ 4000rpm 까지 구동시킨다. 이때, 밸브바디 제어기에서는 라인압력의 제어범위를 자동 8속 기준일 때 최대 16bar 까지 구간 별로 나누어 일정하게 유지시킨다. 본 시험을 통해 획득한 DAQ 데이터를 분석함으로써 각각의 시험 Case 별로 $P - N$ (압력 - 속도) 선도, $T - N$ (토크 - 속도) 선도, $Q - N$ (유량 - 속도), $\Delta Q - N$ (유량변화 - 속도) 선도로 크게 4가지의 성능 곡선을 획득할 수 있다. 여기서, ΔQ 는 오일펌프의 토출 유량(Q)과 밸브바디에서 변속기 부분으로 되돌아가는 리턴 유량(Q)과의 차이값을 의미한다. 그림 2는 구축된 자동변속기 다이내모 시험 환경에서 측정된 시험 결과를 기반으로 오일펌프의 4가지 성능 곡선을 분석한 결과를 나타낸다.

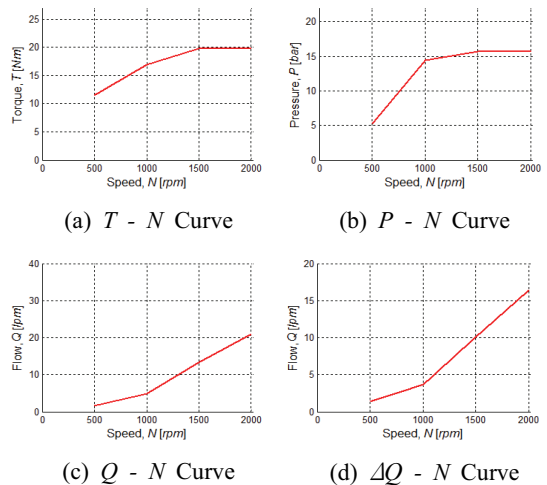


Fig. 2 Experimental performance graph of the oil pump

추가적으로 자동변속기용 오일펌프 다이내모미터 시험기의 NVH 특성을 분석하기 위하여 가속도계와 마이크로폰을 변속기의 측면에 설치하고 다양한 구동 조건에서의 시험결과를 DAQ 장비를 통해 데이터를 계측하였다.

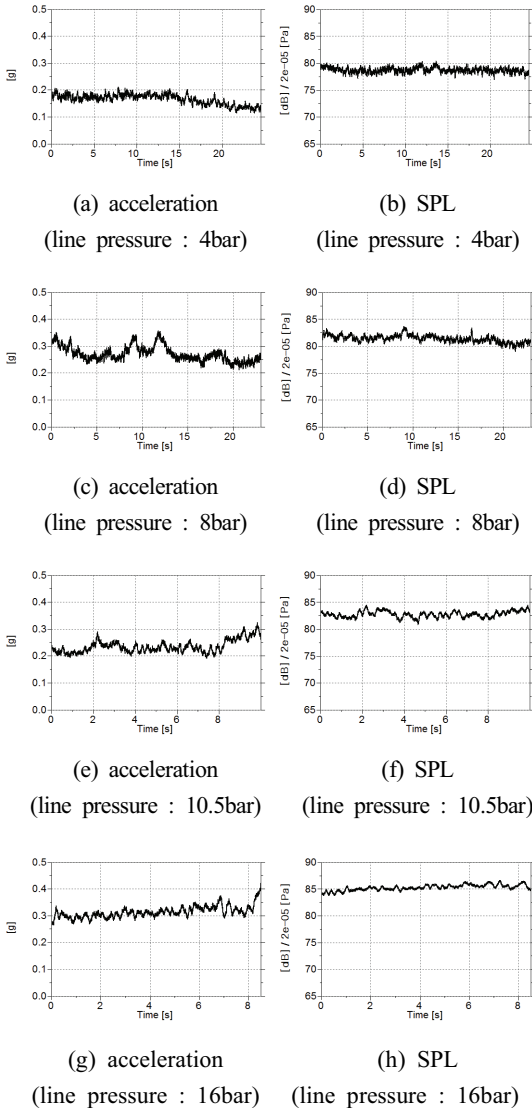


Fig. 3 Measured acceleration and SPL in the case of 2000rpm input

그림 3은 NVH 시험 결과의 한 가지 예로, 입력 회전수를 2000rpm으로 유지한 상태에서 오일펌프의 라인압력을 각각 4bar, 8bar, 10.5bar, 16bar로 제어할 때 측정된 배경소음 및 가속도 값을 나타낸다.

시험 결과에서 단품시험 결과 대비 다이노미 시험에서는 변속기의 관성 토크, 토크컨버터 등의 영향으로 부하토크가 상대적으로 크게 측정이 되었다. 각각의 시험 조건에서 라인압력이 최대로 작용하여

리턴 유량이 토출 유량에 비해 훨씬 적기 때문에 유량변화 곡선은 비교적 선형적으로 증가하였다. 그리고 NVH 특성 시험에서는 다이노미 시험의 특성상 부하모터, 기어부, 그리고 오일온도 조절장치 등에서 발생하는 소음이 함께 측정되기 때문에 특정 주파수 대역에 대한 후처리 또는 향후 설계 변경이 필요하다.

4. 결 론

본 논문에서는 8속 자동변속기용 오일펌프의 다이노미터 기반 실부하 시험 환경을 구축하고, 본 시스템의 작동 특성과 다이노미 시험환경에 부합하는 성능 평가 기법을 개발하였다. 또한 개발 대상부품의 동특성을 나타내는 오일 유량, 유압, 구동토크 및 소음 진동 등의 성능 데이터를 확보하고 세부적인 시험방법 및 규격을 정립하였다. 본 시험평가 방법 및 기존 오일펌프의 다이노미 성능시험 결과를 활용하여 자동변속기의 유량제어 오일펌프 시작품의 국내 시험규격 정립과 국산 오일펌프의 신뢰성 확보를 위한 비교 결과 등으로 활용할 수 있을 것으로 기대한다.

후 기

본 연구는 지식경제부에서 시행중인 클린디젤 자동차 핵심부품산업육성사업(자동변속기용 유량제어 오일펌프 개발, A000600022)의 지원하에 수행되었습니다.

참고 문헌

- (1) KS R 1086 : 2008, “자동 변속기 성능 시험 방법”.
- (2) 김찬중, 주형준, 이동원, 이봉현, 배철용, “엔진 다이노미 기반 가변 오일펌프 성능평가”, 소음진동공학회 2011 춘계학술대회논문집, pp. 379-380, 2011.
- (3) 정규홍, 이근호, “자동변속기용 솔레노이드밸브 성능시험기 개발”, 유공압시스템학회 2006 춘계학술대회논문집, pp. 158-163, 2006.