

엔진 다이내모 기반 가변 오일펌프 성능 평가

Experimental estimation of a variable oil pump using a engine dynamometer

김찬중†·주형준*·이동원*·이봉현*·배철용*

Chan-Jung Kim†, Hyeong-Joon Ju*, Dong-Won Lee*, Bong-Hyun Lee*, Chul-Yong Bae*

1. 서 론

내연기관 자동차의 연비를 줄이기 위해 여러 가지 기술이 개발되고 있으며, 엔진 작동 메커니즘을 개선시키는 방법 이외에 주변 부품들 중 연비 향상에 기여할 수 있는 핵심 부품들에 대한 연구가 계속적으로 이루어지고 있다. 오일펌프는 내연기관 자동차에서 엔진 윤활을 위해 필수적인 장치이며 구동 토크를 일부 손실하기 때문에 가변형 유량 메커니즘을 적용함으로써 연비 향상에 기여할 수 있다.

가변형 오일펌프는 기존 오일펌프 구조와 비교하여 복잡한 작동 메커니즘을 가지고 있기 때문에 NVH 측면에서 불리할 가능성이 존재한다. 또한 구동 토크 측면에서도 기존 사양 대비 완성차가 요구하는 특성값을 만족해야만 비싼 생산단가를 보상할 수 있다. 본 연구에서는 국내 기술로 개발된 가변형 오일펌프를 시험하기 위한 엔진 다이내모 평가 환경을 구축한 후, 개발 대상부품의 특성을 나타내는 오일 유량, 유압 및 소음 등을 측정하는 평가 기술을 개발하였다. 본 평가기술 및 측정 환경을 바탕으로 고부가가치 오일펌프에 대한 엔진부하 조건에서의 성능을 예측함으로써 실차 평가 이전에 신뢰성을 가지는 시작품을 도출하는데 기여하고자 한다.

2. 오일펌프 평가를 위한 엔진다이내모 시험기

오일펌프를 시험하기 위해서는 크게 3가지의 방법이 있는데, 전용 시험기를 활용한 대상 부품 평가, 엔진 다이내모 시험기를 활용 벤치시험 그리고 개발 대상 차량에 장착하여 만의 성능 및 실차 상태에서 평가를 수행하는 방법이 있다. 완성차 대비 상대적으로 영세한 국내 전문생산 업체들은 개발 시제품의 평가를 위해 모터 구동 방식의 전용 시험기를 활용하여 오일펌프가 회전하는 상태를 모사하여

성능이나 내구성을 사전에 평가하고 있다. 본 시험방법은 비교적 저렴하게 시험기를 제작할 수 있으며 시험장비의 유지보수 뿐만 아니라 여러 가지 조건에서의 시험을 간단히 수행할 수 있다는 장점이 있다. 반면, 본 시험 방법은 엔진의 부하 조건이나 실차 상태의 주변 부품간의 상호 작용을 전혀 고려할 수 없기 때문에 측정된 유량, 유압 그리고 NVH 성능 특성은 실차 조건에서 변화될 가능성이 매우 높으며 실차 상태에서의 신뢰성을 보장하기에 매우 제한적이다. 반면, 많은 비용이 발생하는 엔진다이내모 시험기의 경우 초기 구입비용뿐만 아니라 유지보수에 많은 시간과 노력이 요구되기 때문에 완성차, 특정 연구기관을 제외하고는 자체 구입이 가능한 국내 오일펌프 업체가 많지 않다. 본 시험방법은 시험에 많은 비용이 발생하기는 하지만 실차 조건에 근접한 운전 상태를 보장하기 때문에 평가하고자 하는 오일펌프의 성능이나 내구성이 높은 신뢰성을 가진다. 본 시험 방법은 많은 시험비용이 발생한다는 단점 이외에도 엔진 시험에 부수적으로 오일펌프를 시험하는 형태이기 때문에 구축 시험환경 대비 매우 비경제적인 출력을 기대하는 상황이 된다. 마지막으로 실차 상태에서 개발한 오일펌프를 시험하는 방법은 개발품을 평가할 수 있는 가장 정확한 방법으로써 본 시험을 통해 완성차에서 원하는 성능을 만족해야만 개발품의 성과가 제대로 입증된다. 하지만 오일펌프가 내연기관 내부의 윤활을 책임지고 있기 때문에 개발품의 오작동에 따른 차량 안정성이 심각한 지장을 초래한다는 점에서 완성도가 높은 시제품에 제한적으로 실차 시험은 가능하다.

본 시험에서는 첫 번째 시험방법의 간편함과 두 번째 시험 환경의 높은 신뢰성 장점을 모두 겸비한 모터 구동 기반의 엔진다이내모 시험기를 구축하여 대상품을 시험하고자 하였다. 직접 연료연소를 통해 엔진을 구동하는 방식 대신 모터 구동 방식으로 엔진을 작동하면서 대상 부품인 오일펌프의 성능 및 내구성을 평가하는 것이다. 연소 상태와 유사한 오일 조건을 구현하기 위해 엔진오일의 온도를 제어할 수 있는 유닛을 별도로 설치하여 다양한 엔진오일 온도 상태에서 대상 부품의 작동 특성을 평가할 수 있도록 하였다. 엔진이 연소되지 않기 때문에 엔진 주변의 압력, 온도 등을 측정할 수 있는 센서들이 동작을 하지 않으며, 원하는 위치에서 다양한 물리량을 얻어내기 위해 외부에

† 교신저자: 자동차부품연구원 ICE/EV구동융합연구센터
E-mail : cjkim@katech.re.kr
Tel : (041) 559-3124, Fax : (041) 559-3340

* 자동차부품연구원 ICE/EV구동융합연구센터

별도의 측정 센서를 부착하여 엔진 작동 상태에서의 데이터를 계속하였다.

3. 엔진 다이내모 기반 가변형 오일펌프 특성 평가 환경

모터 구동 기반으로 엔진 다이내모 장비를 구축한 후 오일펌프 관련 원하는 물리량을 얻기 위해 엔진오일 필터 부분에 별도의 지그를 제작하여 유량계를 설치하였다. 또한 완성차 업체에서 요구하는 측정압력 위치에 압력센서를 부착하여 유량과 함께 유압을 동시에 측정하였다. 또한 오일펌프 작동 상태에서 발생하는 소음이나 진동 특성을 평가하기 위해 다수의 마이크로폰과 가속도 센서를 부착하여 측정값을 계속하였다.

대상 부품의 성능을 비교 평가하기 위해 대상 엔진에 양산 사양으로 제공된 비 가변형 오일펌프를 기본적으로 준비하였으며, 평가하고자 하는 다수의 가변형 오일펌프 시제품을 제작하여 서로 다른 설계안에 대한 비교 평가를 수행하고자 하였다. 동일 시험을 3번 이상 반복함으로써 시험 과정의 오차를 최소화하도록 하였다.

현재 구축된 엔진다이내모 시험기는 오일온도와 회전속도를 변경할 수 있기 때문에 2가지 변수를 시험 인자로 선정하였다. 따라서 서로 다른 초기 오일온도 아래 엔진의 회전수를 변경하면서 유량, 유압 및 NVH 특성 값을 연속적으로 얻어 내었으며 작동 중간의 오일온도 변화는 별도로 제어하지 않았다. 아래 그림 1은 모터 구동 방식의 엔진다이내모 시험기 사진이다. 지그 제작의 용이성을 위해 엔진 구동에 불필요한 주변 부품들을 대부분 제거하였으며, 이에 따른 실제 구동과의 차이는 무시할 수 있을 정도라고 가정하였다. 실제 엔진의 흡기밸브 부분은 제작된 지그와 간섭이 일어나서 제거한 상태로 시험을 진행하였기 때문에 실제 엔진 구동 상태에서 나타나지 않는 소음이 일부 발생할 가능성이 높다.

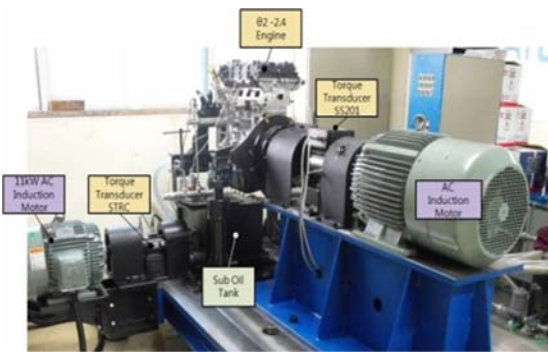


Fig. 1 Configuration of a AC type engine dynamometer

4. 엔진 다이내모 기반 가변형 오일펌프 평가

구축된 엔진 다이내모 시험 환경에서, 엔진오일을 상온에서 140℃, 엔진 회전수를 0에서 6,000(rpm)까지 변화시키면서 대상 오일펌프에 대한 특성 값을 측정하였다. 측정된 유량과 유압은 엔진오일 온도 및 엔진 회전수 별로 정리하여 유량특성 곡선과 유압 특성곡선을 얻어내었다. 소음은 엔진 다이내모 시험기가 외부의 소음 차단 혹은 장비에서 발생하는 소음/진동 성분들을 차폐할 수 있는 별도의 설비가 갖추어져 있지 않기 때문에 오일펌프 치형을 고려하여 관심 조화 성분들에 대해서 비교 평가를 수행하였다.

시험 결과 기존 비 가변형 오일펌프의 특성 대비 개발된 가변형 오일펌프의 유량과 유압은 동등 수준의 성능을 발휘하였다. 하지만 NVH 특성의 경우에는 일부 주파수 대역에서 기존 오일펌프 대비 동등 이상의 값이 도출된 스펙트럼 영역이 존재하였다. 향후 설계 변경을 통해 문제가 되는 주파수 대역에 대한 소음제어가 요구된다.

4. 결 론

본 연구에서는 가변형 오일펌프에 대해 엔진 구동 상태에서의 특성 값을 얻어내기 위해 엔진 다이내모 시뮬레이터를 활용하여 시험 환경을 구축하였다. 본 시험 환경에서 기존 엔진에 장착된 비 가변형 오일펌프와 개발 중인 가변형 오일펌프 사양들에 대해 성능 시험을 수행하였으며, 시험 결과 엔진오일 압력과 유량은 다양한 엔진 회전수 및 오일온도 조건에서 동등한 값을 얻어내었다. 하지만 NVH 특성 값은 일부 주파수 대역에서 개선해야 할 점들을 관찰할 수 있었다. 가변형 오일펌프는 구동 토크 감소를 통해 엔진의 효율 향상에 기여하기 때문에 복잡한 구조에서 발생하는 NVH 특성에 대한 연구를 좀 더 수행할 경우 국산 제품의 양산화가 앞당겨질 수 있을 것으로 기대한다.

후 기

본 연구는 동남광역경제권 선도산업 기술개발사업(과제명 : 오일펌프의 엔진상태 성능 평가기술 개발)의 연구 성과물 로써 관계자 여러분께 감사드립니다.

참고 문헌

- (1) E. J. Sung, "The dynamic characteristic test of oil pump integrated balance shaft module", Proceedings of the KSNVE Annual Autumn Conference, pp. 403-408, 2007.