

23. 과급기 특성선도를 이용한 디젤기관과 과급기의 매칭계산에 관한 연구

기관공학과 신 상 호
지도교수 최 재 성

기관의 출력을 높이기 위한 기본적인 방법에는 회전속도의 증가와 기관 배기량의 증가를 들 수 있다. 이중 기관 회전속도의 증가는 체적효율의 감소, 기계손실의 증가, 소음 및 진동의 증가로 인한 불이익으로 그 한계가 있으며, 기관 배기량의 증가는 가장 확실한 출력 향상의 수법이지만, 기관 치수와 중량의 증대가 동반된다. 이런 이유로 기관 배기량과 회전속도의 증가없이 기관 출력을 크게 향상시킬 수 있는 터보과급 시스템이 도입되었고, 거의 대부분의 기관에 사용되어지고 있다.

과급기 매칭의 목적은 기관으로부터 최고의 성능을 획득하기 위해 기관에 가장 적당한 특성을 가진 과급기를 결합시키는 것으로, 과급기 매칭계산의 최적화를 도모하기 위해서 시뮬레이션을 통한 과급기관의 성능예측 수법은 매우 유효한 수단이다.

본 논문에서는 압축기와 터빈 특성선도의 해석을 위해서 다항식 회귀분석을 이용하여 특성선도상에 임의의 한 점을 추정하였을 시 X축과 Y축의 공기유량과 압력비는 쉽게 알 수 있으나, 압축기의 회전수와 효율은 그 값을 읽기가 매우 어렵다. 이것을 다항식 회귀분석의 수치해석적 내삽법을 이용하여, 추정한 압력비점을 교차하는 종축과 횡축의 직선상에 있는 효율과 회전수의 측정점 n 개에 대해 $m(n-1)$ 차의 다항식을 유도하므로써, 압축기 효율과 회전수를 내사하여 계산할 수 있었다.

이 같은 과급기 특성선도의 해석을 통하여 간단하게 디젤기관과 과급기의 매칭계산을 수행할 수 있는 프로그램을 개발하여 웨이스트 게이트 밸브(waste gate valve)를 가진 소형 4행정 기관과 대형 2행정 기관을 대상으로 시뮬레이션을 행하고, 그 결과를 실험결과와 비교함으로써 그 타당성과 신뢰성을 확인하였다.

또한 터빈의 크기와 효율 및 중간냉각기의 효율과 연료소비량 변화의 경우를 예측 계산하여 과급기의 성능변화가 기관 성능에 어떻게 영향을 미치는 가에 대하여 분석하여 아래와 같은 연구 결과를 알 수 있었다.

1. 터빈의 크기가 클수록 팽창비가 작아져서 터빈 입구압을 감소시키고, 이에 따라 터빈로터의 속도감소를 초래하여 압축기 압력비는 저하된다. 반대로 터빈의 크기가 작아진다면, 압축기의 압력비는 증가하게 된다.
2. 터빈효율의 증가는 터빈의 일을 증가시키므로, 압축기로 전달되는 일의 양도 증가하여 압축기 압력비를 상승시킨다.
3. 중간냉각기의 효율이 낮거나 중간냉각기가 장치되어있지 않다면, 동일한 공기량의 획득을 위해서, 압축기의 압력비 증가가 초래되어진다.
4. 웨이스트 게이트 밸브(Waste Gate Valve)가 설치되어 있다면, 터빈의 유효에너지를 방출시킴으로써, 압축기의 압력비를 감소시켜 기관으로 흡입되는 급기압력을 일정하게 유지한다.
5. 흡기관의 온도와 압력은 특성선도상에서 압축기의 압력비와 효율에 의해서 결정되어지고,

기관 실린더내에서 연소를 통해 배출된 배기가스의 온도와 압력에 의해서 터빈의 팽창비와 효율이 결정되어진다.

24. 박용 대형 저속 디젤기관 연료분사계통의 시뮬레이션에 관한 연구

기관공학과 강 정 석
지도교수 최 재 성

내연기관이 최초로 발명된 이래 에너지의 효율적 이용과 비용절감, 환경보호라는 관점에서 열효율과 내구성을 향상시키고, 유해 배출물을 저감시키기 위한 연구가 계속 이루어져 왔다. 최근에는 기존의 고출력화 연구 중심에서 연료소비율의 감소 및 당면한 환경오염문제로 인하여 배기가스 유해배출물 저감을 위한 연구가 주종을 이루고 있다.

배기가스 유해 배출물을 저감시키기 위해서는 연소에 영향을 미치는 제반 인자들에 대한 연구가 선행되어야 한다. 연소에 영향을 미치는 인자는 여러 가지가 있으나, 연료의 분사상태와 이에 따른 혼합기 형성과정이 매우 중요하다고 할 수 있다. 디젤기관에서의 연소과정은 고온 고압의 연소분위기가 형성된 공기중에 연료를 분사시켜 연료의 자연발화에 의하여 연소가 일어나고, 예혼합연소에 확산연소가 혼합된 상태로 됨으로 복잡한 양상을 나타내고 있다. 분사장치의 기능은 적당한 시기에 적정량의 연료를 연소실로 유입시켜 최적의 연료 혼합기를 형성하는 것이므로, 분사장치의 특성 그 자체가 혼합기 형성에 크게 영향을 미친다.

디젤기관의 성능과 연소 생성물은 연소실에 공급되는 연료의 분사율과 분사압력, 분사기간 등에 따라서 달라진다. 이와 같은 연료의 분사특성은 연소실 내에서 연료의 혼합기 형성과 연소과정을 지배하는 가장 중요한 인자가 되고, 기관의 출력, 열효율, 내구성, 소음, 배출가스의 성분 등과 밀접한 관계가 있기 때문에 연소성능을 파악하기 위해서는 연료의 분사특성을 규명하는 것이 매우 중요하다.

본 연구는 실린더 내에 분사되는 연료의 분사특성을 시뮬레이션으로 실행하여 그 분사특성을 파악하는데 목적이 있다. 연구대상 기관으로는 한국해양대학교 실습선 한나라호 주기관을 선정하고, 이 기관의 연료분사계통의 연료펌프, 고압분사파이프 연료노즐을 모델링하여 시뮬레이션 프로그램을 개발하였다. 한나라호 기관실에 설치된 EMS(Engine Monitoring System)에서 수집한 엔진 부하별 연료분사압력을 계산치와 비교 분석하여 시뮬레이션 결과의 신뢰성을 검토하였다. 또한 시뮬레이션 결과로부터 예측한 연료분사계의 변수 중에서 연료펌프의 회전수, 프런저 직경, 연료노즐 개방압력 노즐 홀 직경, 노즐 니들밸브 변위 변화, 펌프축과 노즐축을 연결하는 고압분사파이프 등이 연료의 분사압력, 분사율, 분사시기 등의 분사계 특성에 미치는 영향을 고찰하였다.

분사계의 이론적 해석에서 분사관 내 비정상 유동방정식을 풀기 위한 방법으로는 특성곡선법 및 유한차분법에 의한 해석방법이 이용되었고, 연료분사계는 룬게-쿠타(Runge-Kutta) IV법을 이용하여 계산하였다. 또한, 고압분사파이프 및 연료펌프, 연료노즐 부분에서의 공동현상에 따른 연료밀도 및 체적탄성계수의 변화를 고려한 해석도 연구하였다.