

## 선박 디젤주기관의 운항중 NOx 배출량 예측

김성운<sup>1</sup> · 정균식<sup>1</sup> · 노범석<sup>1</sup> · 최재성<sup>†</sup>

## Prediction of NOx Emission for Diesel Main Engine on Existing Ship

S.W. Kim<sup>1</sup> · K.S. Jung<sup>1</sup> · B.S. Noh<sup>1</sup> · J.S. Choi<sup>†</sup>

지구환경에 관한 관심이 고조됨에 따라 디젤엔진의 배기오염배출물의 저감대책이 요구되고 있으며, 이는 대양을 항해하는 선박용 디젤엔진에도 예외가 될 수 없게 되었다. 한편, 운항중인 선박의 운항정보들을 모니터링하여 효율적 운항관리는 물론 배기배출물의 실질적 배출정보를 파악 관리하고자 하는 요구도 증가하고 있는 실정이다. 그러나 운항중인 실제 선박으로부터 배출되는 오염물질의 배출량을 정확히 파악하기 위하여 항시 배기가스의 배출농도를 측정한다는 것은 경제적으로나 기술적으로도 간단한 문제는 아니다. 따라서 운항중인 선박 주기관으로 부터의 운항상태에 따른 대기오염물질의 배출량을 예측하는 방법은 유용한 방법이라고 판단된다. 그러나 실제 운항중인 선박의 디젤기관으로부터 배출되는 대기오염물질 배출량의 예측은 디젤기관의 실제 실린더내의 상태를 파악하여 배출량 예측에 이용하는 것이 필요하다. 그러므로 NOx 등 대기환경오염물질의 발생량을 예측하기 위해서는 two zone model의 이용이 불가피하게 된다.

한편, 최근의 선박의 경우 대부분 엔진의 상태를 모니터링하고 있으며, 출력측정 또는 연소상태 파악을 위하여 실린더내의 압력을 측정하고 있다. 실린더내의 압력변화를 계측하면 이로부터 실린더내의 연소상태를 열발생율을 통하여 파악할 수 있다. 또한, 기존 선박의 엔진성능을 예측하기 위해서는 실린더 내 상태 즉 압력을 측정하여 이로부터 열발생율을 구하고 이를 예측계산에 이용하는 방법이 일반적이며, 이러한 방법에 의한 실린더 내 압력변화 등 성능예측결과는 계측결과와 잘 일치하고 있다. 따라서 실용성을 고려한다면, 열발생율을 이용한 연소해석결과를 이용하고 이결과를 활용하여 기연영역과 미연영역 두 영역으로 분리하여 연소영역에서의 연소온도를 좀더 현실에 가깝게 예측한다면 연소생성물의 발생량을 실용 가능한 정도까지 예측할 수 있어 유용한 예측수단이 될 수 있을 것으로 판단된다. 디젤기관의 연소를 지배하는 인자는 대단히 많지만, 연소온도는 연소가스의 조성에 크게 관계하고 연소온도를 크게 좌우하는 인자는 연료분무 시 반응영역에 도입되는 공기량이다. 특히 NOx 생성율은 연소초기의 연소최고온도에 크게 영향을 받기 때문에 연소온도를 지배하는 반응영역에서의 공기과잉율의 파악이 매우 중요하다. 따라서, 열발생율을 이용하고, 배기배출농도의 계측결과와 일치하는 공기과잉율의 패턴을 적절히 가정할 수만 있다면 운전조건이 다른 경우에도 배기배출물의 발생량을 실용 가능한 정도까지 예측할 수 있을 것이다.

본 연구는 실린더내 압력의 계측결과를 이용하여 실제 엔진의 NOx 배출량을 예측할 수 있는 방법에 관하여 검토한 것으로 그 결과를 보고한다. 즉, 실린더내 압력계측결과를 이용하여 열발생율 및 실린더내 평균온도를 구하기 위하여 one zone model을 적용한 다음, 이 계산결과를 이용하여 연소온도를 구하였다. 실측한 실린더 내의 압력변화로 부터 구하는 열발생율의 해석에 있어서 공기과잉율은 실린더내 평균 공기과잉율을 이용하게 된다. 따라서 실린더내 상태를 기연영역과 미연영역으로 분리하여 나타내기 위해서는 연소영역(기연영역)에서의 공기과잉율이 중요한 인자로 되고 이는 배기성능의 예측결과에도 영향을 미친다. 그러나 연소영역에 있어서의 공기과잉율의 변화를 정확하게 파악하기는 매우 어려운 문제이다. 따라서 여기에서는 연소영역에 있어서의 공기과잉율 패턴이 연소영역온도 및 NOx 생성량에 미치는 영향을 조사하여 실측결과와의 비교를 통하여 타당한 실제 패턴을 추정하는 방법에 관하여 언급한다.

## 참고문헌

- [1] M. Ishida, et al, Diesel Combustion Analysis by Two-Zone Model (1st Report),  
Trans. of JSME, Vol. 60, NO. 573, pp.1845-1851, 1994.5.  
[2] M. Ishida, et al, (2nd Report), Trans. of JSME, Vol. 60, NO. 575, pp.2592-2598, 1994.7.

†: 교신저자 (한국해양대학교 기관공학부, e-mail : jschoi@hhu.ac.kr. Tel.: 051-410-4262)

1 : 한국해양대학교 대학원