

2. 동력공학 특집

최근의 박용디젤엔진의 동향

Recent Developing Trends of Marine Diesel Engine



전 호 중
H-J Jeon

1. 머리말

지난세기의 박용엔진 동향을 보면 전반부는 증기기관이 지배하였고 후반부는 디젤엔진이 지배하였다. 이 기간중 디젤엔진은 세번에 걸쳐 큰 변혁과 발전을 거듭하였고 현재 네번째 변혁이 진행중에 있다.

변혁의 첫번째는 1920~30년경에 발생하였으며 그때까지의 공기분사식이 무기분사식으로 변환되었다. 첫 번째 엔진의 시운전에 성공한후 약 30년만에 무과급엔진으로서의 성능한계치에 도달하게 된다.

다음은 제2차세계 대전중에 개발이 진행된 배기

터빈과급이 1950년대 후반에 박용 2행정 엔진에 채택되고 고과급화가 추진되면서 출력률이 과급전의 5배까지 증대하게 된다.

세번째 변혁은 1970년대의 유류과동을 거치면서 등장한 초장행정엔진이다. 그결과 대형2행정엔진의 소기법으로서 채용되던 단류, 루프 및 횡단의 세가지 방법이 단류소기로 통일되고 엔진모델도 현재와 같은 MBD, Sulzer, Mitsubishi의 3개로 통합되었다.

이상의 결과로 지난 100년동안에 엔진 출력률은 20~50배, 열효율은 2~3배로 경이적인 발전을 이룩하였다.

현재 디젤엔진은 네 번째 변혁이 진행중에 있으

표1. 박용디젤엔진과 관련된 새로운 기술

대상부분	내 용	기대되는 효과
과급기	VG터어보	과급기 효율향상
흡배기 밸브	전자 유압구동	높은 경제성 및 안전성, 기구의 단순화
연료분사밸브	전자 유압분사	고경제, 저공해운전. 각종 연료 최적연소
기동시스템	전자 제어기동	조종성능 향상, 선박운항의 안전성 향상
냉각, 윤활시스템	전자제어 최적냉각, 윤활	안전성 및 고효율
소, 배기공	소기, 배기 및 스월제어	고효율, 안전성 및 배기공해 저감효과
윤활유공급	최적시, 최적량 공급	고경제, 안전성 및 수명 연장
각종 베어링	최적유막, 유압 유지	안전 및 수명 연장
각마찰 및 운동부	이상탐지, 감시	안전 및 수명 연장

며 그것은 광범위한 전자제어 시스템의 도입이다.

2. 디젤엔진과 관련된 새로운 기술

다음 표.1은 최근 엔진에서 적용하고 있거나 현재 개발이 집중되고있는 엔진 각부의 새로운 기술 내용이다.

표로부터 알수 있는 바와 같이 새로운 기술의 대부분을 전자제어의 도입으로 요약할 수 있다. 이와 같은 전자제어 시스템의 도입과 VG(variable geometry)터어보시스템 등의 도입으로 열효율은 51~52%에서 54%정도로 2~3%향상되고 연료의 미립화, 분사타이밍의 조절 등으로 고점도, 고아스팔텐유도 연소상태를 개선할수 있기 때문에 사용 연료유의 종류와 범위가 그만큼 확대된다.

더구나 배기가스 공해, 특히 NOx저감문제에 대처하기 위하여 지금까지 개발된 습식, 또는 건식 어느 방법을 이용하더라도 연료 경제성과의 교환 관계(trade off)를 피하기 어려운데 전자제어 분사 방식을 도입함으로써 양자가 서로 상충함이 없이 모두 개선되고 있다. 즉, 전자제어의 실적에 의하면 NOx발생이 현재의 20~15g/kwh에서 10g/kwh로 개선된다는 보고가 있다.

전반적인 신뢰성 향상으로 유지보수관리의 필요성이 줄고 특히 윤활유공급의 시기 및 양의 적정화 및 냉각, 윤활유 시스템의 최적화에 의하여 라이너 마모율이 30%, 윤활유 소모량이 0.1~0.2g/kwh 저감하며 이상 감지시스템의 도입 등으로 입거간격을 2.5년까지 연장할 수 있게된다.

한편 조종성능의 향상은 정선거리를 20%단축하고 토크 변동율도 3% 이내로 유지할 수 있게되었다고 한다.

3. 공통관 시스템의 도입

전자제어 시스템중 가장 주목할만한 부분은 연료분사밸브의 전자제어 시스템 도입이다. 이 결과로 특히 부분부하에서의 운전성능이 향상되어 연료비 절감과 배기가스 개선이 현저하다.

이 시스템에서는 캠축 및 그의 구동장치가 없어지고 독립 분사펌프가 폐지된 대신에 일정 고압을

유지하는 공통 유압관이 설치된다. 이로부터 각 실린더와 고압유압관이 연결되며 전자제어에 의하여 연료유를 적정시기에 적정량을 공급한다.

이러한 공통관 개념은 이미 1930년대에 중형엔진에서 많이 사용되던 시스템이 었으나 기계식 연료밸브 개폐장치의 구조가 복잡하고 고장이 잦기 때문에 폐지된 시스템이다.

또한, 연료분사의 전자제어시스템도 유류과동 직후에 개발이 되어 캐다로구등에는 등재되었으나 실제로 제작되지는 못하였다.

4. NOx, SOx문제

NOx에 관하여서는 거의 모든 대책이 나온 형편이고 앞으로의 채택이 남아있을 뿐이다. 지금까지의 실적으로는 습식이 호평이며 이 방법은 다시 에탈존법, 직접분사법(물, 또는 증기) 및 모터법(hot air motor method)등으로 나누어진다.

특히 구라파를 중심으로 하는 쿠르츠선에 디젤엔진을 탑재하면서 공해가 적고 배기가 맑으며 진동이 적은 쾌적한 선박을 건조하는 문제로 선박용 디젤엔진의 양대 제작사인 MDB와 WARTSILA가 각기 물을 첨가하되 직접분사나 혼합분사나하는 문제로 논란이 일고있는 것은 흥미 있는 일이다.

NOx규제에 대하여서는 효력을 발휘하는데 필요한 15개국의 승인은 요원하고(2001년현재노르웨이, 스웨덴, 싱가포르 등3개국) 선복량50% 도달도 요원하다(2001년현재 9%).

SOx에 대하여서는 근본적으로 기름 판매업자에게 달려있는 문제이며 사용자로서는 방법이 없다는 것이 지금까지의 분위기이고 따라서 규제치도 4.5%미만이라는 있으나마나한 값이다. 다만, 최근에는 배기가스를 세척하여 SOx를 제거하는 방안의 연구가 발표되고있어 선내에서 배기가스를 정화하는 방안이 고려될 수 있음을 보여주고 있다.

5. 연료의 다각화 문제

현재 LNG선에서는 BOG를 이용하여 증기터빈으로 추진되는 것이 보통이다. 그러나 BOG의 액화장치가 개발되고있으며 기존의 디젤엔진을

용이하게 가스 연소엔진으로 이용할 수 있음이 실증되고 있으나 LNG선 주기로서 디젤엔진의 채용은 지연되고 있다. 최근 유럽과 일본에서 BOG를 이용한 디젤엔진 추진선이 취항하였으므로 앞으로 LNG선 추진장치의 향배가 주목된다.

또한, 일부 조선소에서 BOG를 연소하는 2원연료 엔진을 탑재한 LNG선을 발표하고있는데 여기에는 직접 디젤엔진을 이용하는 방법으로부터 디젤전기추진, 디젤 가스터빈 전기추진 등 여러가지 방안이 발표되고 있다.

마찬가지로 원유탱커에서 발생하는 다량의 VOG(volatile organic gas)문제가 있다. VOG를 대기중에 방출하는 대신에 이것을 연료로 사용하는 문제인데 샵탱커의 경우 90%까지 기존 연료를 대체할 수 있다는 연구결과가 나와있다.

또한 오리마리존(Orimulsion, 베네즈에라의 오리노코강 유역에 매장된 피치형 기름)의 연소문제가 있는데 현재는 석탄대용으로 이용하고 있으나 대형 디젤엔진에서 잔사유와 아무런 차이없는 운전실적을 쌓고있으며 언제든지 현장 투입이 가능하다고 하며 단지 연기와 검댕이 약간 늘어날 뿐이라 한다.

6. 대형 신기종 엔진의 개발

현재 고속 대형 컨테이너선은 6,000~8,000 TEU를 한계로 제자리 거름을 하고있는 형편인데 이것의 한가지 요인으로서 추진엔진의 마력부족을 들 수 있다. 기존 엔진의 회전수(따라서 피스톤속도)와 과급도 및 실린더수(12실린더이내)등으로 마력을 10만마력이상으로 올리는 것이 불가능한 형편이다.

대책으로 생각되는것이 2축으로 하는 방법, 실린더 수를 12실린더이상으로 하는 방법, 대형 실린더를 V형으로 하는 방법, 보조 동력장치를 부가하는 방법 등 여러 가지 방안이 논의되고 있는데 이 중에서 현재 가장 유력하게 추진되고있는 것이 2축선, 실린더수를 12실린더 이상으로 하는 방법과 보조동력을 부가하는 방법 등이다.

이들에 관하여서는 본 특집기사의 다른 곳에서 논하고있으므로 생략하고자 하며 보조동력을 부

가하는 방법으로는 Podded CRP에 의한 방법이 유력하게 검토되고 있다.

그러나 결국 이문제를 해결할 수있는 가장 합리적인 방법은 현재보다 구경이 큰 엔진을 개발하는 방안이다. 현재 최대 엔진은 구경이 980mm이다. 1973년 제1차 유류파동당시 1,000mm가 넘는 엔진이 실제로 만들어졌으나 이에 대한 부정적 인상이 아직도 남아있고 무엇보다도 실린더 지름이 1,000mm를 넘는다는 심리적 저항감이 있어 온 것이 사실이다. 그러나 들리는 바에 의하면 MBD에서는 이미 실린더 지름 1,080mm인 대형 엔진 K108의 설계를 완료하였다는 기사가 전문잡지에 보이고 있어 멀지않아 1,000mm가 넘는 대형엔진이 출현할 가능성이 높아졌다.

7. 결 론

20세기말에 배기가스 규제가 선박용 엔진까지 미치지 않은 사람들이 디젤엔진의 장래에 대한 비판적 의견을 발표한 적이 있었다.

현재 극동 구라파간을 취항하는 고속컨테이너선의 경우 적재화물의 약25%,세계일주 컨테이너선의 경우에는 1/3이 자신이 소모할 연료가 점유한다고 한다. 이렇게되면 짐을 싣는 배인지 연료를 싣고 다니는 배인지 알 수 없게되고 이러한 배가 앞으로 20년, 30년후에도 취항이 가능한지 의심스럽다는 의견을 갖는 것은 환경론자나 원자력 전문가 등처럼 내연기관을 비판적으로 보는 사람들의 견해이다.

그러나, 현재 최량의 열효율을 갖는 디젤엔진이 이 정도라면 그보다 열효율이 낮고 에너지 이용률도 떨어지는 가스연료나, 연료진지와 같은 공해가 적은 연료로 추진되는 선박일 경우 연료가 차지하는 비율은 50%를 넘게되어 도저히 채산을 맞추기 어려울 것이고 따라서 앞으로 상당기간동안 디젤엔진의 이용이 줄어들더라도 소멸하는 일은 없을 것이라고 장담하고 있다.

다만 앞으로도 환경 보존차원에서 디젤엔진에 가하여지는 제한은 더욱더 엄해질 것만은 틀림없는 사실이므로 이에 대한 끊임없는 연구개발이 필요함은 말할 필요조차 없을 것이다.