

## &lt; 特別講演 &gt;

## 漁船機關의 效率化

安 秀 吉

釜山水產大學

## 1. 緒 論

1970년대의 1, 2차 석유파동으로 연료가격이 급상승함에 따라 어선에도 燃料費를 절감하기 위해 기관의 熱效率향상과 低質油 사용기관의 개발뿐 아니라 廢熱의 이용 및 기관의 회전수에 따라 작동 시린더 수가 변하는 可變 시린더 시스템 등이 시도되어 왔다.

최근 디젤기관의 기술적 동향을 보면 小形·輕量化, 高速·高出力化, 高效率化, 低騒音·低振動化, 및 信賴性과 耐久性이 강조되고 있다. 이와 같은 경향은 漁船機關에도 적용되어 中, 高速 디젤기관의 漁船 탑재가 증가하고 있다.

디젤기관의 高效率化와 高出力化에는 噴射系, 吸排氣系 및 燃燒室의 개선과 냉각손실의 저감, 마찰손실의 저감 등이 생각된다. 噴射系의 개선에는 高壓噴射에 의한 微粒化의 촉진과 噴射期間의 단축에 의한 燃燒期間의 단축, 2段 噴射壓 노즐에 의한 初期 噴射率의 制御 및 電子制御장치에 의한 噴射時期, 噴射量, 噴射期間의 制御 등이 시도되고 있고 吸排氣系의 개선에는 吸排氣系의 타이밍(Timing)을 변경시킴으로써 過給機와의 조화에 의한 吸排氣 行程의 펌프 일의 效率化, 저속에서 고속까지 최적의 공기량을 확보하고 응답성을 향상시키기 위한 無段階 制御式 可變노즐 過給機 시스템의 채용, 慣性給氣와 4밸브 시스템에 의한 體積效率의 향상 및 可變給氣 시스템에 의한 연소실 내의 渦流의 制御 등이 행하여지고 있다. 한편 燃燒室의 개선에는 高壓縮比와 長行程의 채택 및 연소실 형상의 개선으로 양

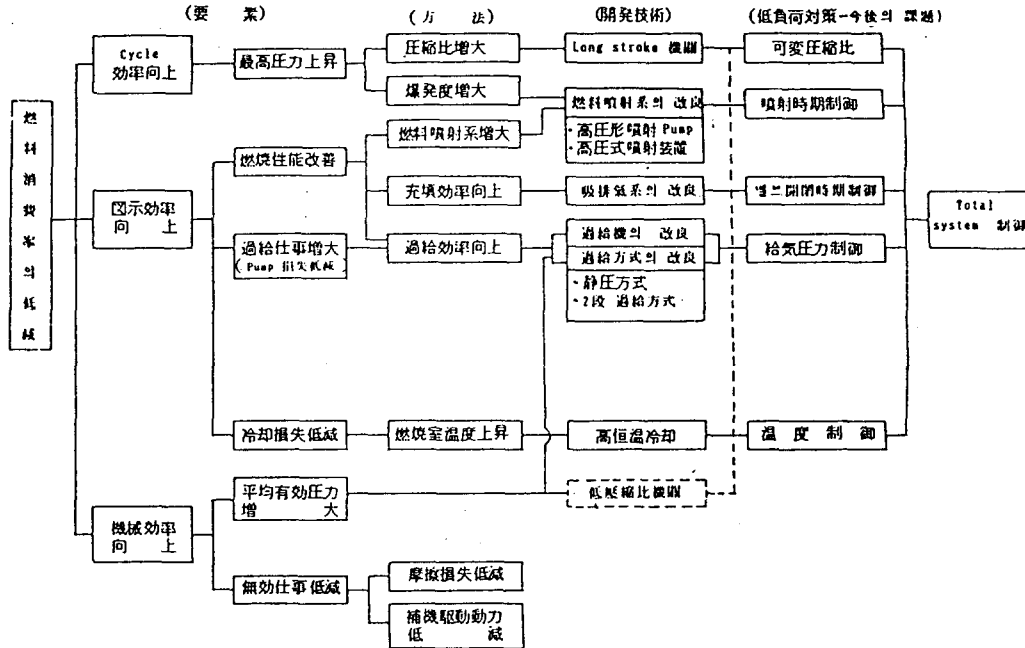
호한 燃料空氣의 混合에 의한 燃燒效率를 향상시키고 있다. 또한 마찰손실을 저감시키기 위해서는 往復動 운동부의 輕量化, 피스톤 링 수의 감소, 윤활유 온도의 상승 등이 행해지고 냉각손실을 저감시키기 위해서는 斷熱材인 세라믹(ceramic)재의 채용 및 냉각수 온도의 상승 등이 행해지고 있다.

漁船機關에의 廢熱의 이용은 燃料油의 가열, 선내난방과 배기가스 터어빈에 의한 발전기 구동과 배기가스 터어빈의 출력 및 추추진기의 출력을 합하는 복합기관 등으로 종합 熱效率를 향상시키고 있다. 漁船에 사용되는 연료는 주로 양질의 경유가 사용되어 왔으나 최근 漁業의 경영합리화에 따라 漁船에도 값이 싼 低質油 사용기관이 개발되고 있다. 그러나 低質油 사용에 의한 補修·整備면에서 低質油 사용기관의 吸·排氣밸브는 시린더 당 2개의 밸브와 밸브상자를 장비하여 整備를 편리하게 하고 있다. 이하 디젤기관의 燃料費 절감을 위한 高效率化와 低質油 사용에 대한 동향을 기술한다.

## 2. 機關의 高效率化 方法

표 1은 高效率化 즉, 燃料消費率 개선요소와 그 방법을 나타낸다. 표에 나타나는 것과 같이 디젤기관의 熱效率의 향상은 사이클(cycle)적으로 보면 엔진의 구조 능력과 수명이 허용되는 한 最高壓力은 높게 될수록 좋다. 그러나 디젤기관의 最高壓力은 엔진의 수명상 제한된다. 뿐만 아니라 機械效率의 향상도 설계상 어느 정도 제한

표 1. 燃料消費率 改善요소와 그 방법



되므로 이것을 저감시키기에는 용이하지 않다. 그러나 圖示效率의 향상은 디젤燃焼의 개선과 기관의 電子制御에 의해 가능하게 하고 있다.

디젤기관의 연소과정은 高溫·高壓의 시린더 내에 연료의 噴射, 微粒化, 蒸發, 燃料空氣의 混合, 着火 및 연료의 熱發生에 의해 압력과 온도가 상승함에 따라 일을 하고 연소생성물을 배출하게 된다. 따라서 연료가 갖는 열에너지를 기계적 에너지로 변화시켜 熱效率를 상승시키기 위해서는 상기의 과정을 개선할 필요가 있다.

### 2.1. 燃料噴射系

燃料噴射系는 분사펌프 및 노즐로 구성되나, 이는 噴射角, 到達距離, 연료의 微粒化 및 噴射率을 좌우하는 디젤기관의 중요한 입력장치로 燃燒期間이 단축되도록 개선되어야 한다. 이에 양호한 微粒化와 噴霧의 벽면충돌 방지를 요구하며 最高壓力를 제한하기 위한 初期噴射率의 制御도 필요로 한다.

즉, 燃料噴射系의 주기능은 燃料空氣의 양호한

混合氣를 얻는데 있다. 이를 위해 최근 高壓噴射 (90MPa~120MPa)가 요구되고 있다. 噴射系에는 종래에 사용되던 PLN(Pump-Line-Nozzle) 타입과 Unit injection의 2 가지가 사용되어 왔다. 그러나 高壓化에 따라 PLN타입은 대폭적인 개량이 필요했다. 즉, 高壓에 견디기 위한 플랜저와 베럴 및 컵의 개선과 2次 噴射와 캐비테이션을 방지하기 위해 吐出밸브 대신에 逆止밸브와 等壓밸브의 부착이 필요하게 되었고 저속에서의 噴射壓力 저하를 막기 위해 可變自由行程의 燃料噴射펌프 시스템이 적용되기도 했다.

Unit injection 시스템(Pump-Nozzle)은 연료 이송 파이프가 없으므로 2次 噴射와 캐비테이션의 염려가 없는 高壓噴射장치로 電子制御에 의해 高壓噴射와 동시에 燃料量制御 및 時間制御도 행해지고 있다. 그 외에 油壓制御와 電氣制御에 의한 增壓式과 蓄壓式 噴射장치로서 회전수에 관계 없는 高壓噴射를 시도하고 있다<sup>2,3,4)</sup>.

그림 1은 PLN형 高壓噴射系의 2次噴射 및 캐비테이션을 방지하기 위해 等壓밸브를 부착한 펌

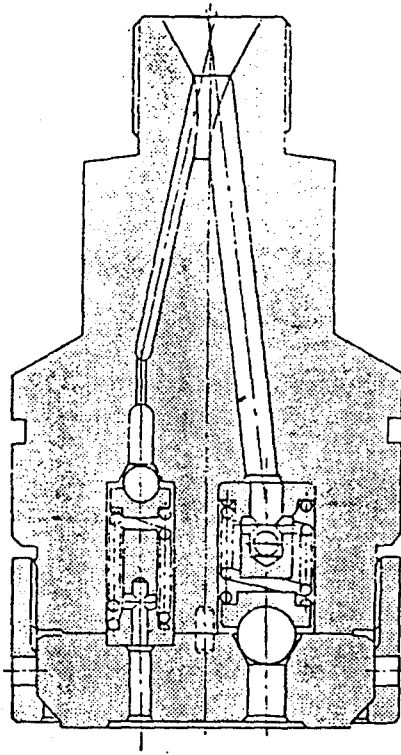


그림 1. 燃料噴射펌프 출구의 등압밸브

프의 출구부를, 그림 2는 종래의 吐出밸브를 부착한 펌프의 高壓噴射時(a)와 吐出밸브 대신에 逆止밸브와 等壓밸브를 부착한 펌프의 高壓噴射時(b)의 노즐 입구에서의 압력특성을 나타낸다. 그림 3은 噴射初期의 噴射率을 制御하여 디젤기관의 노킹 즉, 最高壓力의 상승을 방지하는 2段 噴射壓 노즐의 구조와 시간에 따른 유효면적을

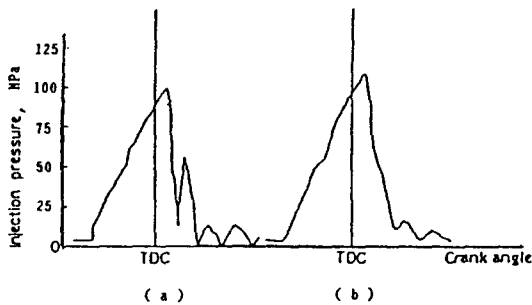


그림 2. (a) 吐出밸브를 부착한 펌프의 噴射壓力  
(b) 等壓밸브를 부착한 펌프의 噴射壓力

나타낸다. 한편, 그림 4는 噴射量과 噴射時期를 制御함으로써 저속시에도 高壓噴射가 가능한 自由行程(free stroke) 噴射펌프의 噴射壓特性을 나타낸다.

이하 噴射系에 있어서의 噴射의 효과에 대해 간단히 설명한다.

#### 가. 到達距離

그림 5는 디젤 噴霧의 구조를 나타낸다. 噴霧는 연료가 分裂되기 전의 코아(core) 부분과 微粒化로 分裂된 液滴 부분으로 되어 있다.

만약 코아 부분의 길이(分裂長)가 피스톤 정부의 길이보다 길면 액체연료는 피스톤의 벽면에 충돌한다. 그러면 액체연료는 벽면에 연료과잉으로 정체하게 되어 着火 또는 燃燒期間이 길어져 효율이 저하하게 된다. 따라서 연소실 형상에 따라 코아 부분의 길이 또는 到達距離는 연소실 설계상 중요하다고 생각된다. 그림 6은 액체코아의 길이와 噴霧의 總到達距離를 나타낸다.

그림에서 기울기가 1.0이 되는 부분은 噴霧의 貫通速度가 일정하다는 것으로 이 부분이 액체연료가 分裂되기 전의 액체코아 부분이다. 액체코아 부분은 噴霧가 分裂하여 微粒化가 시작되면 없어지고 噴霧 내의 공기도입과 동시에 液滴의 속도저하(운동량 법칙)로 噴霧先端의 到達距離와 시간과의 기울기는 0.5가 된다. 보통 Hole노즐의 코아 길이는 노즐 직경의 150배 정도이며 噴霧의 總到達距離는 300배 정도라고 한다. 따라서 중, 소형기관과 같이 연소실이 충분히 크지 않은 기관에서는 噴霧의 벽면충돌을 방지하기 위해 연소실 내에 渦流를 일으키거나 到達距離가 짧은 渦流노즐 및 스톱노즐 등을 사용한다. 그림 7은 Hole노즐과 渦流노즐의 噴霧의 總到達距離를 나타낸다<sup>5,6,7)</sup>.

#### 나. 粒徑

噴霧粒徑의 대소는 燃燒期間을 좌우한다. 일반적으로 粒徑의 크기는 노즐의 구조에 따라 변하지만 噴射壓力 및 粘度에 의해서도 크게 변한다. 따라서 선박에서 중유를 사용하는 기관의 경우에는 연료를 가열하여 最適粘度를 얻음으로써 最適粒徑을 유지하고 있다.

그림 8은 분위기압력이 3.0MPa일 때 動粘度



漁船機關의 效率化

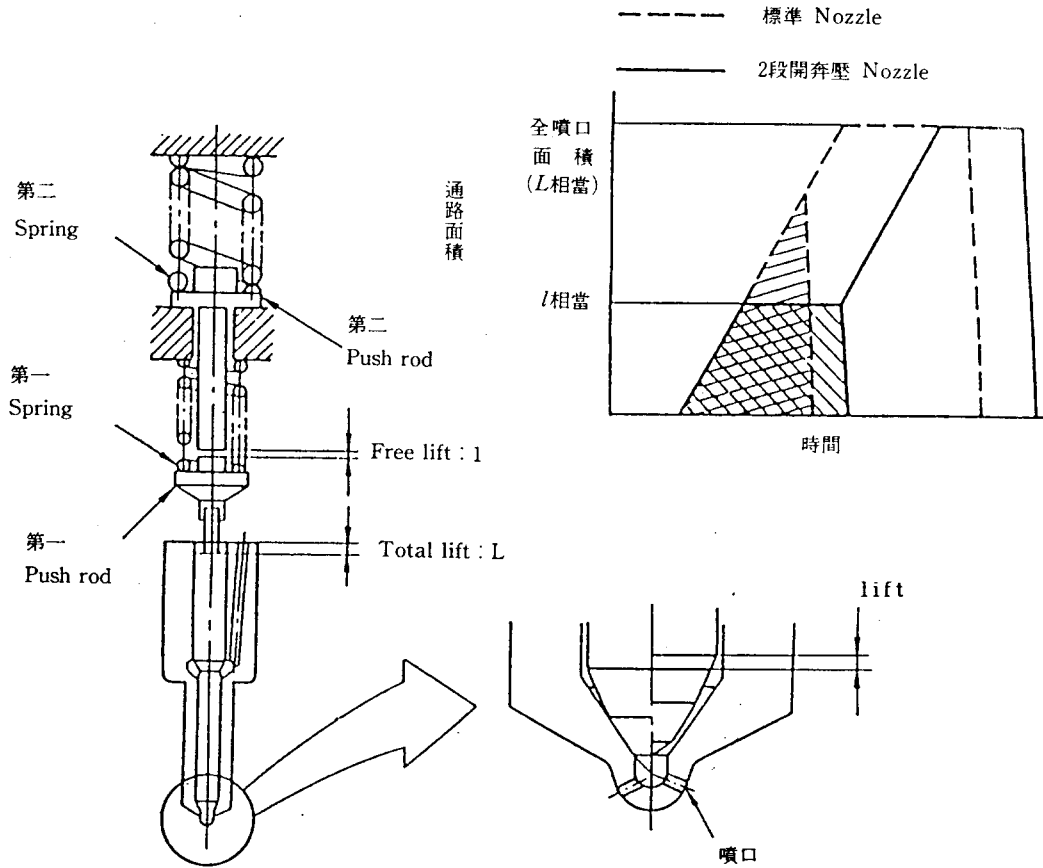


그림3. 2段 噴射壓 노즐과 유효면적

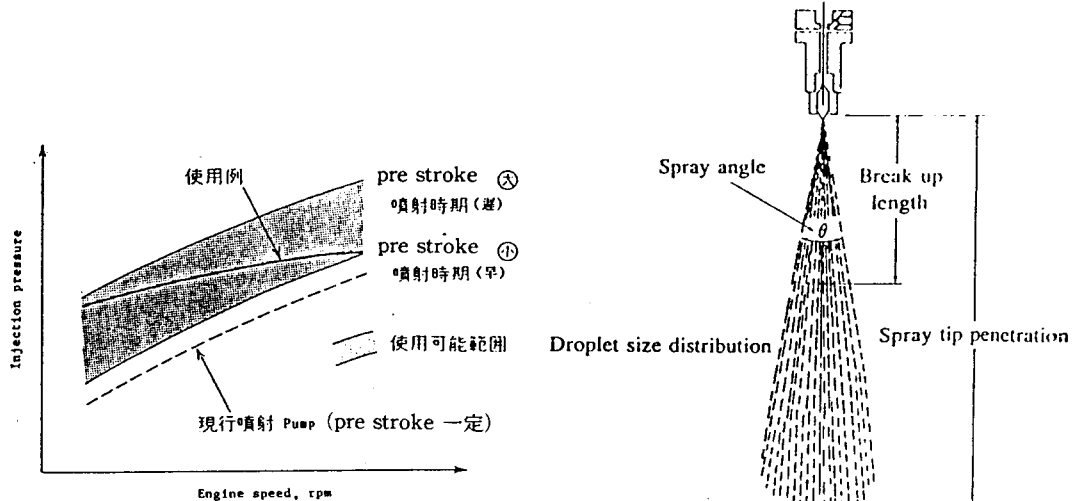


그림4. 自由行程 噴射泵的 噴射壓特性

그림5. 柴油噴霧의 구조

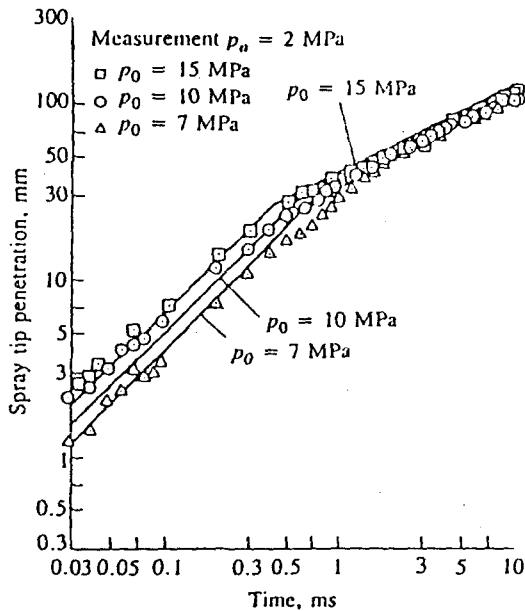


그림6. 噴霧의 到達距離

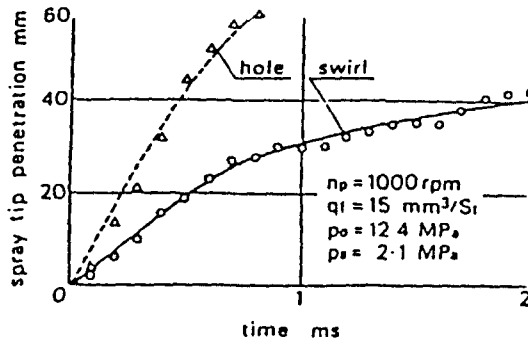


그림7. Hole노즐과 渦流노즐의 噴霧到達距離의 비교

에 따른 噴射壓力와 平均粒徑과의 관계를 나타낸다. 그림에 의하면 平均粒徑은 動粘度의 증가에 따라 증가하지만, 고압이 되면 動粘度의 차이에 의한 平均粒徑의 차이는 적으며 動粘度에 따라 최저 平均粒徑이 될 수 있는 限界噴射壓力이 존재함을 알 수 있다<sup>8)</sup>.

그림 9는 粘度는 거의 동일해도 表面張力이 다른 중유와 글리세린 수용액의 平均粒徑과 噴射壓力의 관계를 나타낸다. 즉, 글리세린 수용액의 表面張力( $66 \times 10^{-3} N/m$ )이 중유의 表面張力

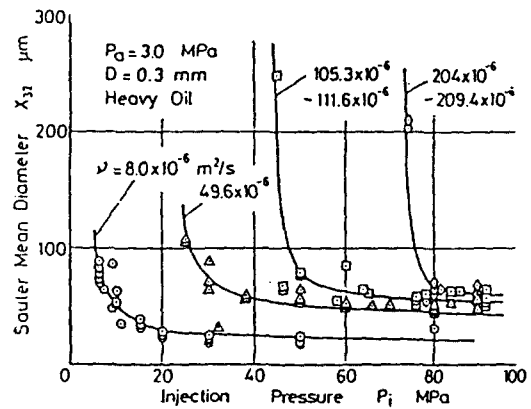


그림8. 平均粒徑과 噴射壓力의 관계

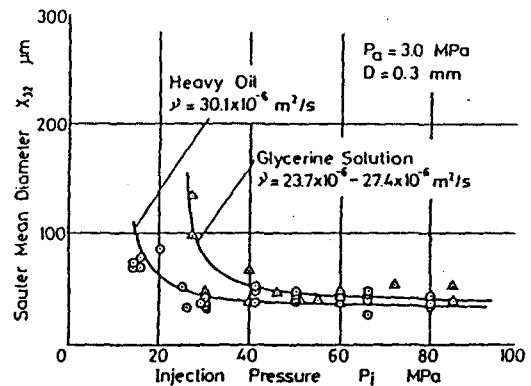


그림9. 重油和 글리세린 수용액의 平均粒徑의 비교

( $33 \times 10^{-3} N/m$ )보다 약 2배 정도 큰 경우이다. 그림에 의하면 噴射壓力이 높은 곳에서는 表面張力의 차이에 의한 平均粒徑의 차이는 미미함을 알 수 있다.

그러나 噴射壓力이 낮은 곳에서는 중유가 글리세린 수용액보다 微粒化가 양호함을 알 수 있다. 즉, 高壓下에서는 表面張力이 微粒化에 큰 영향을 미치지 않음을 알 수 있다.

#### 다. 噴射系에 의한 기관의 성능

그림 10은 燃料噴射壓力의 변화에 따른 燃燒期間, 검정농도 및 燃料消費率을 나타낸다. 그림에 나타나는 바와 같이 噴射壓力이 高壓으로 될수록 燃燒期間이 짧아지고 검정농도의 감소와 燃料消費率이 개선됨을 알 수 있다. 그러나 高壓噴射에

다른 동력소비와 이에 대한 燃料消費率의 저감관계는 확실하지 않다.

그림 11은 噴射時期와 燃料消費率의 관계를 나타낸다<sup>9)</sup>. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 低負荷 영역에서는 기준 噴射時期보다 噴射時期를 늦춤으로써 燃料消費率을 개선시킬 수 있음을 알 수 있다. 따라서 燃料消費率을 저감시키기 위해서는 기관의 운전조건에 따라 燃料噴射時期를 자동적

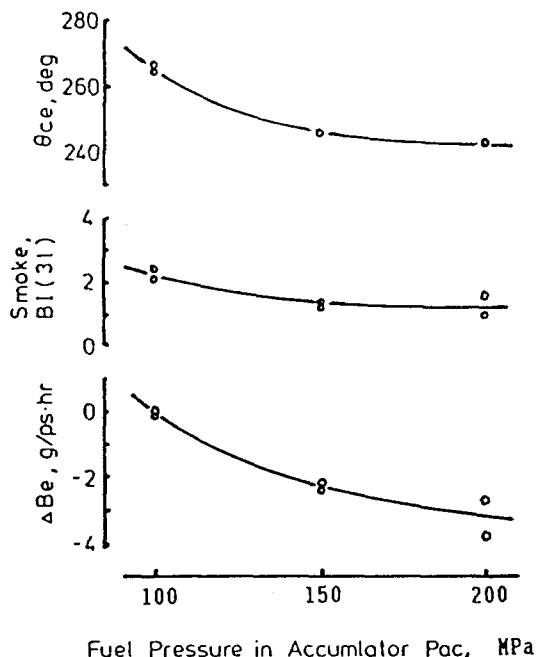


그림 10. 燃料消費率과 검정농도 및 燃燒期間에 대한 燃料噴射壓力의 영향

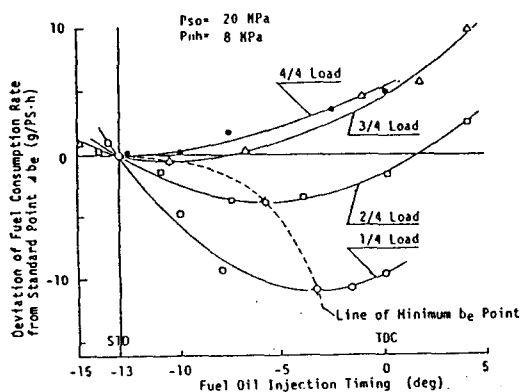


그림 11. 噴射時期와 燃料消費率의 관계

으로 변화시킬 수 있는 燃料噴射 시스템이 필요하다. 이를 위해 電子制御 燃料噴射 시스템이 개발되고 있다.

## 2.2. 吸排氣系

吸排氣系는 空氣充填效率의 상승, 펌프일의 저감 및 연소실 내의 過流強度를 좌우한다.

그림 12는 대표적인 실험결과로, 吸排氣밸브의 오버랩(Overlap) 기간의 변경에 의한 성능비교를 나타낸다<sup>10)</sup>. 그림에 의하면 오버랩 기간을 짧게 함에 따라 給氣空氣量이 감소하고 給氣壓力比와 給·排氣가스의 差壓이 증대하여 過給機의 효율이 개선되므로 燃料消費率이 개선되는 경향이 있다. 그러나 오버랩 기간이 변경되면 吸·排氣系에 대한 기관저항이 변화되어 過給機의 작동특성이 변하므로 過給機의 특성에 알맞은 오버랩 기간을 선택할 필요가 있다. 한편 최근 자동차 디젤기관의 경우에는 吸氣에이 설치된 電子制御 可變渦流장치에 의해 엔진의 전 회전범위에서 실린더 내의 渦流強度를 최적으로 제어함으로써(시동시와 고속시는 약하게, 중속시는 강하게 제어) 始動性 개선과 燃費低減 및 토오크 증대를 가능하게 하였다.

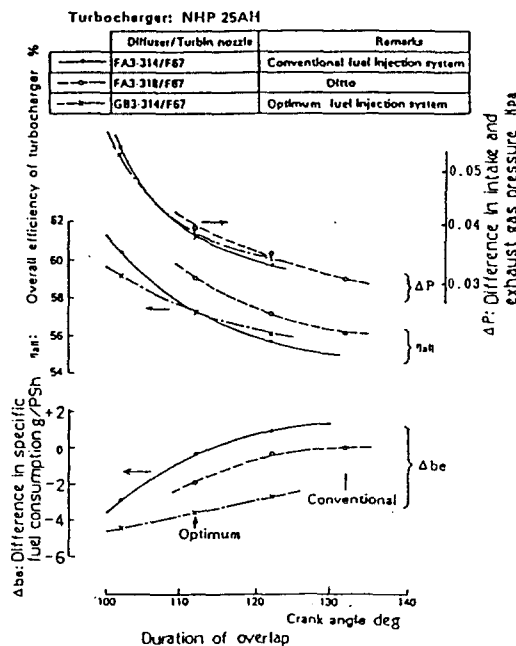


그림 12. 밸브의 오버랩과 기관의 성능

그림 13은 可變渦流吸氣系를 나타내고 그림 14는 渦流制御領域을 나타낸다. 최근의 過給機를 부착한 디젤기관에서는 可變노즐過給機(VNT)를 부착하여 저속에서 고속까지 전 회전영역에 대해 기관성능을 개선하고 있다<sup>11~13)</sup>.

즉 저속일 경우에는 노즐의 유량통과면적을 작게 하여 배기가스의 팽창에너지를 높임으로써 저속시의 給氣壓力을 상승시켜 기관의 성능을 개선하고, 고속시에는 과대 給氣壓力에 의한 燃燒最高壓力을 방지하기 위해 노즐의 유량통과면적을 크게 하여 다량의 배기가스량을 소비함과 동시에 배기가스 에너지를 적절히 사용함으로써 給氣壓力의 과도한 상승을 억제하여 전 회전영역에서 최적의 운전이 가능하도록 하였다.

그림 15는 종래의 웨이스트 게이트(고정노즐을 부착한 過給機에서 고속시의 과대 給氣壓力의 상

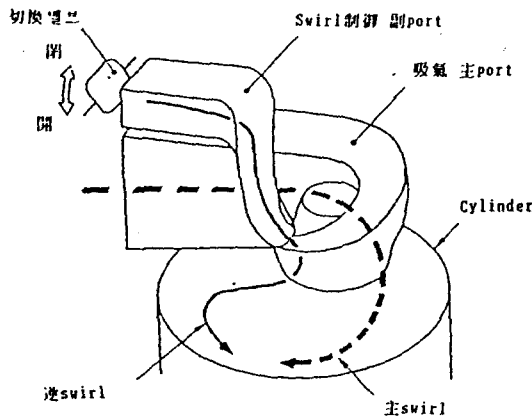


그림 13. 可變渦流吸氣系

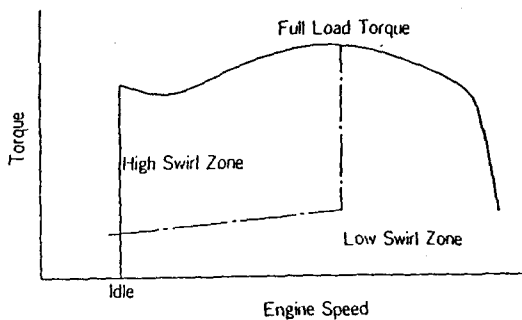


그림 14. 渦流制御領域

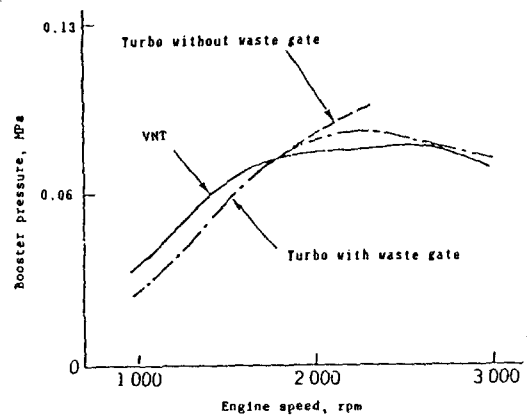


그림 15. VNT의 過給特性

승을 막기 위해 배기가스를 過給機 밖으로 배출시키는 장치)를 부착한 過給機와 VNT의 給氣壓力을 나타낸다. 그림에서 보는 바와 같이 저,중속에서 VNT에 의해, 기관의 성능이 향상되었다.

### 2.3 燃燒室 形狀

디젤기관의 燃燒室 형상은 噴射系 및 吸排氣系와 더불어 熱效率을 크게 좌우하므로 噴射系와 吸排氣系 및 기관의 大·中·小에 따라 다양하다. 그러나 주목적은 양호한 燃料·空氣混合에 의한 燃燒效率의 增加(燃燒期間의 단축)와 公害排出物의 저감 및 熱損失의 저감에 있다.

일반적으로 디젤기관의 연소실은 副室을 가지는 間接噴射式 燃燒室(IDI, 間接室式이라고도 함)과 연소실이 하나만 있는 直接噴射式 燃燒室(DI, 直噴式이라고도 함)로 대별된다. 소형·고속기관에 주로 사용되고 있는 間接室式은 副室의 강한 初期燃燒噴流에 의해 燃料空氣를 主室에서 강제적으로 혼합하기 때문에 燃燒은 양호하지만 噴流의 絞縮損失과 傳熱損失때문에 熱效率이 좋지 못하다. 따라서 최근의 디젤기관의 燃燒室은 直噴式을 사용하고 있다.

그런데 直噴式 디젤기관에서는 熱效率의 상승을 위하여 연료가 노즐에서 분출된 후 가능한 긴 시간 동안 연소실 벽면의 영향을 받지 않고(즉 벽면충돌없이) 자유로이 운동할 수 있어야만 한

다. 왜냐하면 噴霧가 벽면충돌을 하게 되면 충돌면의 산소부족에 의한 연료과잉과 벽면에 의한 냉각으로 불완전연소를 일으켜 열효율을 저하시키고 公害物質인 검정 및 탄화수소(H.C)의 배출을 초래하기 때문이다. 따라서 연료와 주위기체의 양호한 혼합을 위하여 自由噴霧 자체의 운동능력이 장기간 보존될 수 있는 燃燒室의 형상이 필요하다. 그러나 이와 같은 燃燒室은 중형이상의 기관에서는 가능하지만 소형기관에서는 噴霧의 벽면충돌을 피할 수는 없다. 따라서 소형·直噴式 燃燒室에서는 噴射方法과 渦流强度 및 燃燒室 형상의 最適化가 필요하다.

그림 16의 上部는 渦流에 의해 噴霧의 벽면충

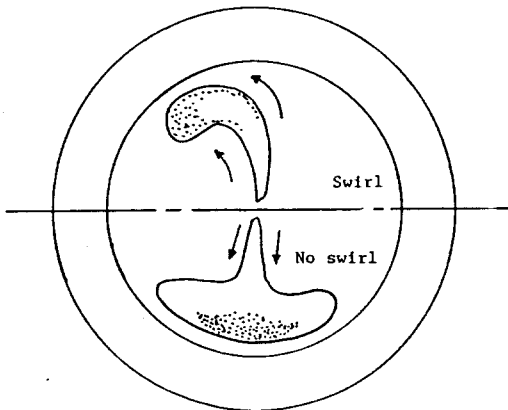


그림 16. 渦流에 의한 非충돌 噴霧(上)와 無渦流時의 충돌 噴霧(下)의 形態

돌을 방지하고 燃料空氣의 혼합을 촉진시키는 噴霧形態를, 下部는 벽면충돌시의 噴霧形態를 나타낸다.

直噴式 소형 디젤기관의 燃燒의 良否는 渦流 및 燃料噴霧의 조화(matching)에 의해 좌우된다. 즉, 渦流가 약하면 燃料噴霧가 液滴인 채로 燃燒室 벽면에 충돌하거나, 피스톤과 시린더 헤드의 간극부에 침입하여 산소부족으로 불완전연소가 발생하여 검정과 탄화수소의 배출이 증가하게 된다. 반대로 渦流가 강하면 燃料噴霧는 강한 渦流에 의해 燃燒室 중심부에만 모이게 되어 주위의 공기를 이용하지 못하므로 불완전연소를 일으킬 뿐만 아니라 강한 渦流에 의해 냉각손실도 증가하게 된다. 기관의 渦流强度는 기관의 속도에 비례하므로 저속에서 渦流가 적당하면 고속시에는 강하게 된다. 따라서 저속과 고속의 넓은 범위에서 最適의 渦流를 얻을 수 있는 燃燒室의 형상이 필요하다. 예를 들면 이스즈의 4角 燃燒室은 4角 코너부에서의 渦流가 燃燒室 벽면에 부딪혀 감쇠하는 효과가 강하게 나타나는 것을 이용하여 저속에서 고속까지 最適의 渦流에 의해 機關性能을 개선시키고 있다<sup>1)</sup>.

그림 17은 圓形 燃燒室과 4角 燃燒室의 공기유동을 나타내고 그림 18은 圓形 燃燒室과 4角 燃燒室의 회전수에 따른 성능을 비교한 것이다.

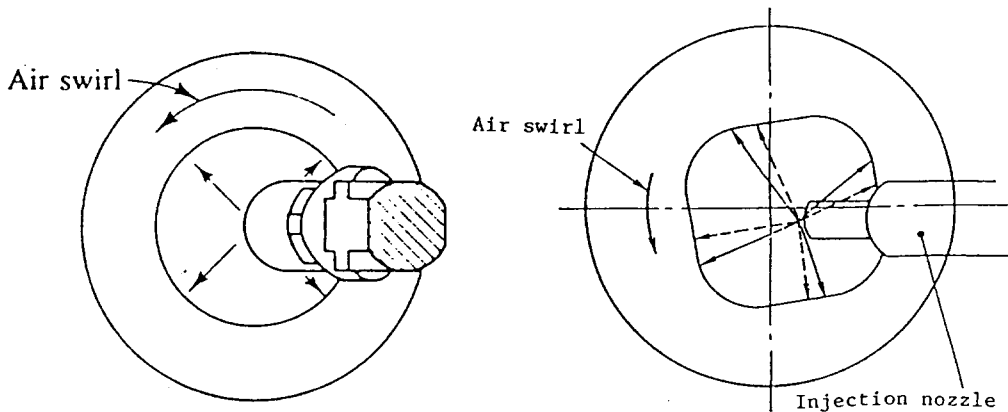


그림 17. 圓形 燃燒室과 4角 燃燒室



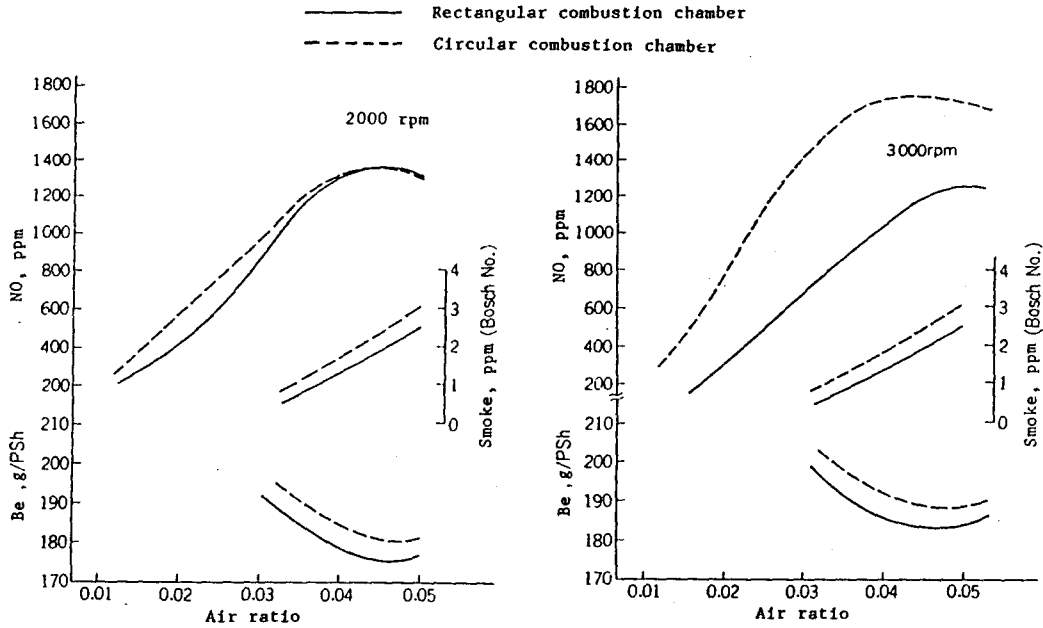


그림 18. 圓形 燃燒室과 4角燃燒室의 성능비교

### 3. 燃 料

최근 漁船에서도 운항비를 절감하기 위하여 低質油인 重油를 사용하는 저속기관의 탑재가 증가하고 있다. 석유제품중의 輕質油의 수요가 증가함에 따라 석유정제법에도 輕質油의 취득율이 높은 熱分解法이나 觸媒分解法이 적극적으로 채용되어 선박에 사용되는 重油의 性狀은 더욱 低質化되고 있다. 즉, 密度와 粘度가 증가하고 着火性이 저하하며 아스팔텐과 잔류탄소분 및 유황분이 많이 포함되어 있으므로 噴霧特性과 燃燒性의 악화와 배기밸브의 부식 및 연료펌프와 피스톤링, 시린더 라이나 등의 이상마모를 일으킨다. 특히, 觸媒分解法에 의해 만들어진 重油는 觸媒중의  $Al_2O_3$  및  $SiO_2$  등이 重油중에 포함되어 기관부품의 마모를 촉진시킨다<sup>15,16</sup>.

표 2는 低質重油를 연료로 사용할 때 발생하는 장애 및 그 대책을 나타낸다.

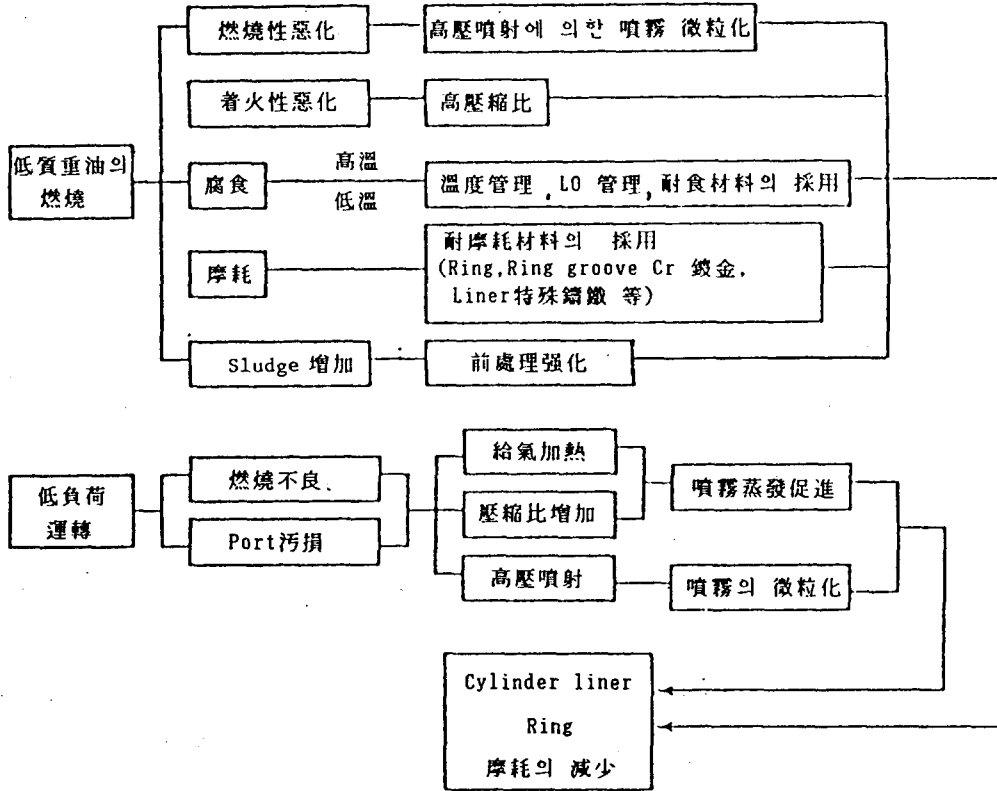
#### ◎ 디젤기관의 代替燃料

석유파동에 의한 석유가격의 상승은 석유수요의 감소와 OPEC지역의 석유개발 및 선진공업국

의 代替燃料의 개발에 큰 영향을 주었다. 그러나 1980년대 초의 석유의 공급과잉 및 OPEC의 시장지배력이 약화됨에 따라 低油價시대가 도래하고 있다. 그러나 이와 같은 低油價는 代替燃料 개발의 지연 및 석유소비의 증가 등으로 인하여 1990년대에는 다시 상승하리라는 것이 국제에너지기관(IEA)과 몇 개의 큰 석유회사가 생각하고 있는 通說(conventional wisdom)이며 미국의 에너지 省(DOC)도 1990년대에 이르러 원유가격은 계속 상승하여 1995년에는 배럴 당 30~40달러에 이를 것이라는 견해를 피력하고 있다. 반면에 최근 해외의 에너지 전문가들의 새로운 通說(new conventional wisdom)은 앞으로 5~10년 간의 원유가격은 배럴 당 15~20달러의 범위를 넘지 않을 것이라는 견해이므로 그 누구도 앞으로의 석유가격을 예측하기는 어렵다고 하겠다<sup>17</sup>. 따라서 앞으로 代替燃料에 대해서 고찰할 필요가 있다고 생각된다.

일반적으로 代替燃料로서 고려되고 있는 것은 수소연료, 알콜연료(에탄올, 메탄올), 천연가스 연료, 乳化油, 魚油, 植物油 등이다. 수소연료는 물의 전기분해에 의해 쉽게 만들어질 수 있으나

표 2. 低質重油 사용시의 장애 및 그 대책



저장상의 문제 및 液化 등의 문제가 있지만 일부 선진국에서 계속 연구중이다. 한편 감자, 고구마 및 사탕수수 등에서 추출할 수 있는 에탄올과 메탄가스, 석탄 등에서 추출할 수 있는 메탄올 등의 알콜연료는 연료 자체가 포함하고 있는 산소때문에 低公害燃料로 주목받고 있다. 그러나 석유계 연료보다 氣化潛熱이 크고 自己着火溫度가 높아 알콜연료 단독으로 사용하기에는 문제가 많기 때문에 글로우 플러그나 스파크에 의한 強制着火法, 着火促進劑를 첨가하는 방법 및 吸氣포트에 알콜을 흡입시키고 주노즐에서 輕油를 噴射하여 着火시키는 퓨미게이션(fumigation)법과 輕油와 혼합하는 블랜드(blend)법 등을 채택하고 있다.

그림 19는 순수경유와 경유에 95%의 에탄올을 혼합했을 때의 着火遲延을 비교한 것이다<sup>18)</sup>.

한편 천연가스를 운반하는 선박의 경우에는 별도의 연료탱크를 설치하지 않기 위하여 천연가스용 디젤기관을 개발중이며 重油와 물을 혼합한 乳化油는 油중의 물입자의 급속한 氣化에 의한

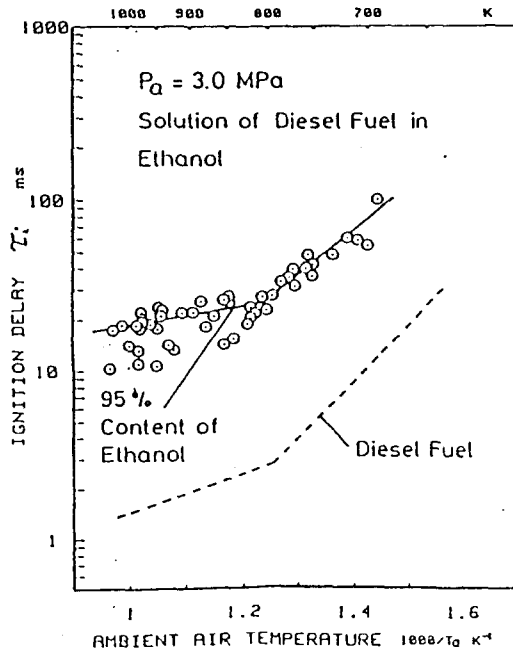


그림 19. 순수경유와 95%에탄올 혼합유의 着火遲延

微細爆發로 연소를 촉진시켜 효율을 증대시키는 방법<sup>19)</sup>도 일부 시행중이나 고압의 경우에는 微細爆發의 경향을 저하시킨다는 보고도 있다. 그 외 해바라기 기름과 같은 植物油는, 着火點은 비교적 양호한 편이나 粘度가 높아 최대의 문제로 되어 왔고, 정어리유 및 명태유 등의 魚油는 B重油와 비슷한 정도이지만 글리세린의 성분이 많이 포함되어 있으므로 魚油만의 사용은 燃燒生成物을 燃燒室에 퇴적시킬 염려가 있다. 그러나 輕油와의 혼합에 의한 混合魚油의 사용은 가능할 것으로 보아 앞으로 차체에서 魚油 생산이 가능한 선박의 연료로서 연구의 필요성이 있다고 생각된다.

#### 4. 效率化에 따른 排氣밸브의 문제

최고압력의 상승(高效率化)과 高出力化에 의한 기계적 負荷와 열적 負荷의 증가는 燃燒室의 強度向上을 요구한다. 특히 排氣밸브는 燃燒室의 부품중 가장 가혹한 사용조건하에 있으므로 그 耐久性이 문제가 된다. 高出力化, 高效率化 및 燃料油의 다양화에 의하여 예상되는 排氣밸브의 장애는 그림 20과 같다<sup>20)</sup>.

排氣밸브의 주된 손상은 밸브헤드 R부의 균열과 파손, 시이트의 燒損 및 밸브헤드면의 부식

등이다. 이 중에서 밸브헤드 R부의 균열과 파손의 원인은 應力過大와 고온조건하에 있는 강도의 저하이다. 밸브헤드 R부의 過大應力은 燃燒壓力에 의한 荷重, 조립시의 변형, 운전상태에서의 열변형 및 충격하중등으로 조립시의 변형을 제외한다면 나머지는 모두 반복하중으로서 疲勞破壞의 원인이 된다. 그 외 腐蝕孔에 의한 應力集中도 고려할 필요가 있다. 또한 밸브헤드면의 부식은 밸브헤드면이 항상 고온의 연소가스에 접하므로 低質燃料중의 바나듐(V), 나트륨(Na), 유황(S) 등의 비교적 融點이 낮은 화합물이 고온부에 溶解되어 金屬면에 응집함으로써 부식이 발생하는 것으로 이를 高溫腐蝕이라고도 한다. 高溫腐蝕의 메카니즘에 대해서는 몇 개의 說이 있지만 확실한 것은 아니고, V화합물에 의한 급격한 酸化腐蝕(가속산화)과 S화합물에 의한 硫化腐蝕이 복합되어 부식이 발생한다고 생각된다. 한편 밸브시이트의 온도는 보통 400~500℃ 정도이지만 연소 퇴적물이나 윤활유첨가제의 퇴적물이 밸브시이트에 불균일하게 부착되거나 고형물에 의해 시이트면에 흠이 생기면 고온의 연소가스가 이곳을 고속으로 통과하여 局部的으로 온도가 상승하고 高溫腐蝕이 발생하여 부분적으로 밸브시이트가 燒損된다.

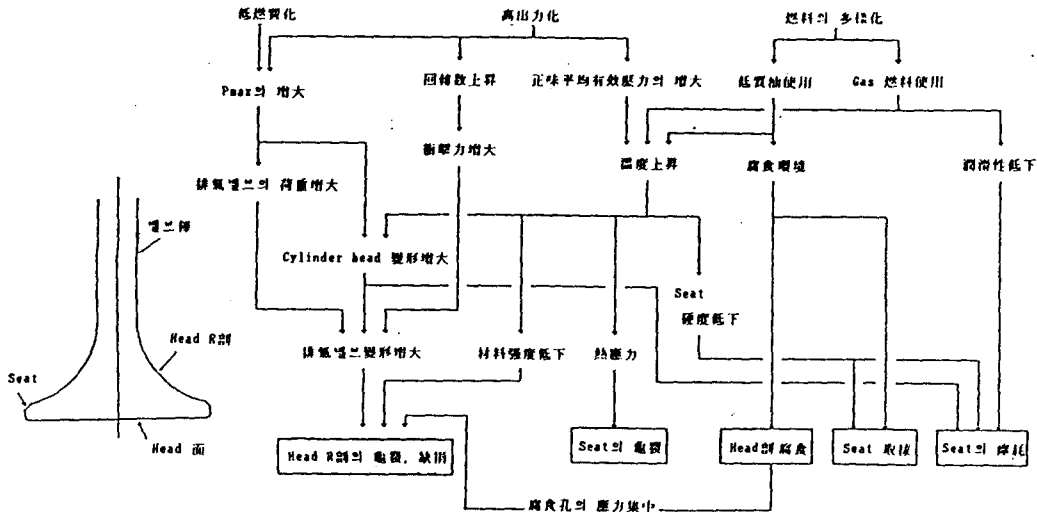


그림 20. 排氣밸브에 예상되는 손상

## 5. 要 約

이상과 같이 漁船의 運航費를 절감시키기 위한 방법으로 기관의 效率化와 燃料 및 排氣밸브의 損傷 등에 중점을 두어 설명하였다.

일반적으로 디젤기관의 개발은 사회적要求和 연료의 價格에 의해 크게 영향을 받게 된다. 漁船用 디젤기관도 陸上用 디젤기관과 크게 다를 바 없으나 사회적 要求에 따라 漁船기관의 가혹한 운전조건하에서도 經濟적이고 信賴性이 높으며, 高性能이고 補修取扱이 간편한 構造의 기관이 요구된다. 그러나 開發費의 면에서 보면 漁船에서 뿐만 아니라 기타의 선박에도 사용할 수 있는 기관의 개발이 필요하다.

앞에서 언급한 바와 같이 디젤기관의 效率化는 噴射系와 吸排氣系 및 燃燒室의 形狀 등에 의해 좌우되므로 이들에 대한 기초적 연구와 또 최적 상태로 제어할 수 있는 電子制御 시스템의 개발이 요구된다. 이는 信賴性 있는 센사(sensor)와 액츄에이터(actuator)의 기본적인 개발과 컴퓨터 제어에 의해 가능하리라 생각되며 최근 자동차에 사용되는 電子制御 시스템<sup>21)</sup>을 漁船機關의 제어에도 이용할 수 있도록 개발하면 漁船機關의 效率化가 촉진될 것으로 생각된다.

## 參考文獻

1. 住田享(1986) : 過去10年の發達とその展望(ディーゼル發電機關). 日本舶用機關學會誌 21(11), 670~672.
2. 田中規稔, 駒田秀朗(1987) : 中大形ディーゼルエンジン用燃料噴射裝置の高壓化への對應. 內燃機關 26(337), 48-57.
3. 小宮山邦彦(1988) : 建設機械用機關. 內燃機關 27(341), 15-22.
4. 久保田公, 中込章(1987) : ビグホーン用 4 JB1T 2.8l 直噴ディーゼルエンジン. 內燃機關 26(338), 69-76.
5. Beck, N.John, and Otto A.Uyehara(1988) : Effects of Fuel Injection on Diesel Combustion. SAE paper No. 880299.
6. Heywood, John B.(1988) : Internal

- Combustion Engine Fundamentals. McGraw-Hill, 522-536.
7. 안수길, 배종욱(1989) : 디젤기관의 분무선단 도달거리에 관한 모델링. 大韓機械學會論文集 13(1), 140-152.
8. 廣安博之, 新井燃料油, 田端道彦(1985) : ディーゼル噴霧の粒徑に及ぼす 燃料粘度の影響. 日本舶用機關學會誌 20(3), 194-202.
9. 塩出敏二郎(1989) : 舶用燃料油 燃燒技術の動向. 日本舶用機關學會誌 24(8), 269-278.
10. 永井建夫, 川上雅田의 3명(1985) : 中形ディーゼル機關の熱效率向上に 關する研究. 日本舶用機關學會誌 20(3), 203-212.
11. 嶋田泰三, 及川洋의 2명(1985) : 可變スワール 吸氣システムの開發. 內燃機關 24(310), 9-16.
12. 新田義征, 飯田真(1986) : Isuzu 65DI-TC ディーゼル機關. 內燃機關 25(324), 73-81.
13. 木下秀利, 乘藤和哲의 2명(1989) : 日産ディーゼルFE6TA形 インタークーラーボエンジン. 內燃機關 28(352), 98-103.
14. 柳澤直樹, 高目俊昭(1987) : 直接噴射式 ディーゼルエンジンの 燃燒室. 內燃機關 26(338), 63-68.
15. 石橋德憲(1989) : 發電機用機關のリングライナ磨耗の現狀. 日本舶用機關學會誌 24(9), 394-398.
16. 水沼達夫(1989) : 漁船用小形ディーゼル機關. 內燃機關 28(357), 29-38.
17. 十市勉(1989) : 石油情熱の中長期展望. 日本舶用機關學會誌 24(8), 265-268.
18. 権純翼, 廣安博之(1989) : ディーゼル機關のアルコールブレンドおよびフューミゲーションにおける着火遅れ. 日本舶用機關學會誌 24(5), 124-131.
19. 安秀吉(1986) : 乳化燃料의 燃燒改善效果. 韓國舶用機關學會誌 10(4), 223-230.
20. 伊藤恭裕, 白島征也의 2명(1989) : 最近の排氣牟の諸問題. 日本舶用機關學會誌 24(8), 317-328.
21. 安秀吉(1989) : 內燃機關과 Mechatronics. 韓國舶用機關學會誌 13(2), 97-102.