

漁船用內燃機關의 問題點과 앞으로의 展望

韓國海洋大學教授

工學博士 全 孝 重

1. 머릿말

1973年 後半期에 발생한 第1次 油類波動, 1977年에 發生한 200海浬經濟水域設定等 漁業界는 連打를 맞고 비틀거리기 시작하였고 최근에 再發한 第2次油類波動으로 完全 그로키상태가 되었다고 하여도 過言이 아니다.

과거에 있어 漁業界는 漁獲量을 올리는데 注力을 하였을뿐 사실상 漁船의 경제적 運航問題란 考慮의 대상이 되지 못하였다. 따라서 漁船에 있어 機關은 그의 信賴性이나 安全性이 크게 問題로 되었고 그의 경제성은 거의 度外視되었던 것이 사실이다.

최근 漁船에 있어 燃料費가 運航費에 있어 占有하는 비율은 船種에 따라 큰 차이를 보이고 있으나 어떤 것은 30%를 초과하여 50%에 달하는 것도 있어 과거와는 樣相이 크게 변하고 있다.

商船에 있어서는 이미 옛날에 常識化되고있는 事項이나 이제 새삼스럽게 機關出力을 連續最大出力의 80%로 運航하는 운동을 展開하는것 같은 것은 這間의 實情을 잘 설명하고 있다.

앞으로도 지금과 같은 추세가 계속된다면 油價는 더욱 上昇할 것이고 경우에 따라서는 油價 뿐만아니라 量의 確保問題도 심각한 상태가 될 것으로 豫想된다. 특히 漁船에서 지금까지 많이 쓰고있는 燈油, 輕油, A重油와 같은 中間製品은 輕質原油에서 生産量이 많은데 점차 이러한 輕質原油가 줄어들고 低質油의 生産量이 많은 重質原油가 增加하고있는 것을 勘案한다면 漁船의 燃料油문제는 더욱 더 困難하게 될것으로 豫想된다.

여기서는 이러한 燃料油문제를 중심으로하여

앞으로의 문제점에 대한 對處方案과 展望에 관하여 살펴 보기로 한다.

2. 우리나라의 漁船用 內燃機關의 生産實態

1978年末 현재의 漁船에 관한 통계를 살펴 보면 총 漁船 70,310隻中 動力漁船은 33,984隻으로서 48.3%이며 그 중 95%以上이 400ps미만이다. 이들이 장비하고있는 機關은 約 25%정도가 國產이고 나머지는 外國產이며 특히 日製機關이 많은 比率을 찾아하고 있다.

우리나라의 漁船用 小形機關製作會社로서는 大宇重工業, 大同工業, 進一工業(最近에 廢業하였음) 등이 있고 生産內容은 最少 6ps부터 最高 400ps에 達하며 回轉數는 1,200RPM(피스톤速度 8m/sec程度)未滿이 大部分으로 소위 말하는 小型, 中速機關의 範疇에 속하는 機關들이며 機種으로서 약 26種에 達한다. 이들 外에 中型機關製作會社로서 雙龍重機가 있으나 아직은 實績이 거의 없는 狀態이다.

지금까지 市販된것 중에서 가장 最近의 것은 大宇重工業의 MD 496TI型으로서 空氣冷却器붙이 過給機關이며 日本의 Kubota와 技術提携로 製作되고 있다. 이 機關의 燃費는 169g/ps.h(減速機包含)로서 現在の 水準으로 보아 大體로 無難한 性能을 갖고 있다고 볼 수 있다. 다만, 使用者側으로부터 信賴性과 管理上의 經濟性에 대하여서는 結論이 나와 있지 않다.

政府는 國產이 可能한 400ps, 1,800rpm未滿의 機關에 대하여서는 輸入을 制限하는 措置를 取하고 있는데 여기에 대한 使用者側의 不滿이 적지 않다.

要約해서 말하자면 價格問題도 있겠으나 그보다도 國產機關에 대한 不信感으로 因하여 생기는 문제가 大部分이며 과거에 國產機關을 사용한 경험을 갖은 사람의 대부분이 國產機關의 性能과 信賴性을 不信하고 있는 형편이다. 그 원인으로서서는 여러가지 있겠으나 政府側의 品質管理에 대한 통제가 없었던 것에 가장 根本的 원인이 있다고 보아야 할 것이다. 일찍부터 部品에서 完製品에 이르기까지 性能評價를 嚴格히 하고 品質管理에 관심을 갖었다면 오늘날과 같은 不信은 招來하지 않았을 것이다.

最近 商工部의 要請으로 船舶用엔진 性能評價委員會라는 것이 發足되어 活動을 하고있으나 때늦은 感이 없지않다. 現場에서 들은바에 의하면 船舶을 發注하여 놓고 國產機關보다는 中古外國製機關을 求하기 위하여 血眼이 되고있다는 것이다. 하루 빨리 當局과 製作會社, 關係團體는 失遂된 信賴性回復에 最善을 다여야 할 것이다.

3. 漁船用機關의 開發動向과 問題點

昨今の 燃料事情은 매우 緊迫하며 특히 船舶用 디젤機關의 主燃料인 輕油和 A重油는 B重油나 C重油에 비하여 價格이 비쌀뿐만아니라 物量의 確保도 어려운 狀態이다. 따라서 漁船用機關은 現時點에 있어 무엇보다도 燃料를 節約할 수 있고 可能하면 低質油, 即 B重油나 C重油를 쓸 수 있을 것이 가장 바람직한 것이다. 그 외에도 省力化, 省資源化問題, 信賴性 向上問題도 等閑히 할 수 없는 實情이다.

漁船을 하나의 시스템으로 보고 省에너지, 省力, 省資源의 問題에 대한 對策을 講究할 때 다음과 같은 事項들이 對象으로 된다.

3·1 船型の 改良과 主機關과의 關係

① 機關室 길이의 縮少

우리나라에서 建造되고 있는 漁船의 大部分이 이웃 日本에서 開發된 船型을 模倣하거나 中古船을 導入한 것이 적지 않다. 이러한 船型은 一般적으로 船首尾가 肥大한 것이다. 이와같이 된 원인중의 하나로 船內配置問題가 있다. 즉, 배

의 길이에 비하여 魚艙의 길이를 크게하는 것이 배의 漁獲物積載率을 높이기 때문에 設計時에 機關室을 가능한 限 船尾側으로 船首居住區域을 되도록 船首側으로 옮기려고한 결과 船首尾가 肥大하여 船體抵抗이 큰 漁船이 된 것이다.

여기에 대하여 船首尾가 여원 型으로하고 中央部를 肥大하게한 省에너지 船型을 採用하고자 하면 機關室의 幅과 길이는 크게되는 反面 船尾部分이 좁기 때문에 機關室前部隔壁의 위치가 前方으로 옮겨져서 魚艙區劃을 壓迫하고 漁獲物積載率이 낮은 魚艙으로 될 可能性이 많다. 따라서 省에너지 船型을 採擇하는 漁船에서는 機關室의 길이를 짧게하기 위하여 최대한의 노력을 하여야되고 여기에 알맞은 機關, 즉 길이가 짧은 高性能機關이 要請된다. 새로이 日本에서 개발된 漁船型의 경우 從來船에 비하여 有効馬力이 평균 20%節減되는 것으로 발표하고있다.

② 船尾船型和 프로펠러設計의 改善

機關自體의 燃費는 당연히 낮은 것이 바람직하지만 여기서 注意할것은 船尾形狀, 프로펠러를 포함한 綜合燃費를 檢討할 必要가 있다. 프로펠러는 一般적으로 低回轉으로 設計할 수록 프로펠러效率이 좋게되는데 反面 그의 直徑이 크게된다.

가령 船速 10노트, 300G/T級의 참치漁船의 경우를 例로 들면 지금까지 이 程度의 船舶에서 通常볼 수 있었던 385RPM으로부터 195RPM까지 回轉數를 대폭적으로 낮추면 직경은 約 40% 증가하고 프로펠러效率은 32%증가하며 所要馬力, 즉 燃料消費量은 23%減少하게 된다. 이 효과는 매우 큰것으로서 가령 機關自體의 燃費가 155g/ps.h이라하면 이것을 23% 낮추기 위해서는 119g/ps.h로 하여야 하는데 이와같은 燃費를 갖는 機關은 10年後에나 可能할지 모르나 現在로서는 到底히 바라볼 수 없는 것으로 프로펠러效率向上의 利點이 크다는 것을 알 수 있다. 이와같은 低回轉 프로펠러를 채용하는 경우 여기에 適合한 回轉數를 自由로 선택할 수 있어야 한다. 이것은 機關自體의 개량, 가령 行程을 길게하는 것等으로는 實現할 수 없고 減速齒車式 디젤機關이 필요하다.

그러나 低回轉 大直徑프로펠러의 채용에 있어

서는 단순히 프로펠러의 改善뿐만 아니라 배의 길이의 增大며 船尾船型의 改善에 의한 프로펠러沒深度의 確保, 船尾의 流速分布의 均一化, 프로펠러週邊 間隔의 確保等 船型을 포함하여 綜合的으로 檢討하는 것이 效果的인 것이다.

③ 速力競爭의 防止와 機關使用法의 合理化

省에너지船型은 同一速力下에서 燃料油의 節減에 도움이 되나 만약 同一 主機關馬力을 使用하면 高速을 얻을 수 있다. 따라서 速力이 조금이라도 빠른 船舶이 採算上 有利하다고하는 從來의 漁業者의 思考方式이 앞으로도 변하지 않는다고하면 同一主機關馬力으로 보다 高速을 노리는 改良船型의 漁船이 차베로 建造되어 速力競爭은 한층 激化하여 省에너지를 위한 船型改良은 無意味하게될 可能性이 있다.

船型改良을 漁業의 長期에 걸친 經營安定의 手段이 되게하고자하면 이문제를 解消하고 過當한 速力競爭을 根絶하는 일이 무엇보다 重要하다. 關係者가 衆智를 모아 對策을 講究해야할 事項이다.

또한 이와 똑같은 事實이 補機와 漁撈機械의 過大裝備問題에도 該當된다. 이러한 問題들의 對策으로서는 漁業採算性에 관한 模擬演算用 프로그램(Simulation Program)의 開發이 필요하다. 이것에 의하여 漁業計劃上 가장 적절한 航海速力와 使用馬力 및 裝備規模가 구하여지면 省에너지, 省力, 省資源에 큰 공헌을 하게될 것이다.

④ 船底汚損等에 의한 抵抗增加의 把握

앞서 列擧한 문제가 크게 關聯하는 것으로 船底汚損 等에 의한 船體抵抗의 增加가 있다. 현재까지는 여러가지 障害 때문에 그의 抵抗增加의 實態가 不明確하여 主機關馬力의 選定이며 프로펠러設計에 있어 不合理한 點이 있었을까 念慮된다. 금후 早速히 그 實態를 파악하여 設計와 操船法에 有効하게 이용하면 省에너지와 經營合理化에 寄與할 것으로 期待된다.

3.2 省에너지型 機關의 開發

① 燃料油消費率의 低減

현재 各機關製作會社들은 燃料消費率을 低減시키기 위하여 最大 努力을 傾注하고 있는데 그

때문에 排氣가스公害問題, 信賴性向上問題 等이 약간 후퇴한 감조차 있다.

燃料油節減의 方法으로서 시린더內 最大壓力의 上昇, 燃料噴射系의 改善, 사이클의 效率이며 機械效率의 向上, 過給方法의 改善等 옛날부터의 普遍的인 理論의 適用과 再認識에 의하여 大幅的으로 目標達成이 이루어지고 있다. 이들 中에서도 燃費低減에 특히 큰 영향을 갖는 시린더內 最高壓力의 上昇에 대하여서는 지금까지의 輕量 그대로 高出力化하기 위하여 採擇된 最高壓力을 낮게 유지하는 생각을 떠나서 製作費와 重量이 증가 하더라도 燃費가 낮게 되어야 한다는 方針아래 最高壓力과 壓縮壓力을 높게 하고 있으며 이를 위하여서는 高温高壓에 적합한 材料나 部品의 開發이 容망된다.

일반적으로 시린더內 最高壓力은 中, 高速機關쪽이 높으며 최근의 디젤機關에서는 正味平均有效壓力 17~20kg/cm²에서 120~135kg/cm², 低速機關에서 같은 정도의 正味平均有效壓力으로 110~125kg/cm²에 달하고 있다. 燃燒方式의 變化로서는 間接噴射式으로부터 直接噴射式으로 變換으로써 燃費가 10~15%改善되며 밸브를 2個代身에 3個나 4個로하면 排氣狀態가 좋아져서 燃費가 改善된다. 다만 排氣밸브數를 增加시키려는 것은 機關管理上 문제가 되기 때문에 4個의 밸브를 採擇하는 方法으로부터 2個의 밸브로 줄여서 燃費의 向上보다는 管理가 쉬운 方法을 擇하기도 한다.

② 低質油의 使用

지금까지 漁船은 大部分이 輕油나 A重油를 使用하여왔으나 이러한 中間製品은 그 값이 B重油나 C重油에 비하여 高價일 뿐만아니라 世界的으로 輕質原油가 줄어들고 重質原油가 增加하고있는 것으로 보아 漁船에서도 점차 輕質油로부터 重質油로 바꿀 必要가 있다. 그러나 이 問題는 좁은 漁船의 機關室形便을 생각할 때 燃油加熱裝置, 冷却清水熱交換器, 燃料油清淨機等 많은 附帶施設物을 必要로 하기 때문에 解決해야할 點이 적지않다. 또한 機關構造로 보아 시린더徑 200mm未滿의 機關에 대하여서는 앞으로 輕油나 A重油를 使用하는 것이 經濟的이고 信賴性的인 觀點으로 보아서도 有利한 것이다.

③ 排氣가스와 冷却水의 排熱利用 및 主機에 의한 補機驅動

機關을 船舶이라는 시스템의 一部로 보고 그의 效率를 생각할 경우 冷却水와 排氣가스에 의하여 廢棄되는 熱量이 全體熱量의 60~70%에 達한다는 事實은 매우 重要하며 이것을 利用하기를 누구나 바랄것은 너무나 當然하다. 그러나 아직도 漁船에서의 利用程度는 微微하며 앞으로의 연구개발에 기대하는 바가 크다. 지금까지의 實績으로 보아 排氣가스보일러에 의한 排氣熱의 回收나 冷却水에 의한 蒸氣의 生成 등을 생각할 수 있으나 漁船機關의 發生馬力이 적기 때문에 經濟性이 낮다. 現段階로서는 排氣터빈過給을 통한 排氣가스의 利用程度에 그치고 있다.

한편 補機類를 主機로 구동하는 문제는 일찍부터 漁船에서 實施하고 있는 사항이다. 특히 主機에 의하여 發電機를 구동하는 경우에는 主機의 回轉數에 관계없이 一定速度를 얻을 수 있는 定速裝置가 必要하다. 이러한 경우에 可變피치프로펠러를 이용한다면 機關의 使用狀態에 관계없이 主機의 運轉狀態를 一定하게 維持할 수 있을 것이므로 機關室의 省力化와 더불어 最適運轉狀態의 確保, 船舶의 操縱性向上이라는 立場에서 可變피치프로펠러의 採擇을 積極적으로 고려할 需要가 있다.

3.3 運航狀態의 改善

주로 中, 小形機關을 利用하고있는 漁船의 경우 低質重油 前處理裝置의 設置가 一般적으로 어려우며 따라서 輕油나 A重油使用이 當分間 繼續될것으로 豫想된다.

이와같은 背景下에 있어서는 燃料油消費量의 節減이 漁業經營上 最重要課題로 등장하게 된다. 그러나 燃料消費量의 저감은 그렇게 용이하게 얻어지는 것이 아니며 單純히 機關燃料消費量의 저감만으로는 燃燒室形式이 같은 限 고작 數%에 지나지 않는다.

그런데 實際 漁船의 運航狀態를 보면 與件이 허락하는 限 機關의 常用最大出力으로 運航되고 있는 것을 흔히 목격할 수 있다.

지금 배의 排水量이 一定하다고 보고 全抵抗을 R , 배의 速力을 V 라하면 R 은 V 의 제곱에

比例하며 所要推進馬力은 $R \times V$ 에 比例한다. 따라서 推進馬力은 배의 速力의 3乘에 比例하게 된다. 機關出力은 燃料消費量에 正比例하므로 결국 燃料消費量은 速力의 3乘에 比例하게 된다. 한편 一定距離를 航海하는데 必要한 燃料은 船速의 제곱에 比例한다. 따라서 약간만 船速을 낮추면 大幅적으로 燃料을 節約할 수 있으므로 兇되이 過大한 船速으로 달리는 것을 止揚하고 運航計劃上 適切한 船速으로 달리도록 努力하여야 할 것이다.

具體의 例를 들면 10노트 速力으로 航海할 때 每時 2ton의 기름을 消費하는 배에서 速力을 2노트 減하여 8노트로 航海하면 燃料消費는 每時 約 1ton으로 되고 결국 燃料消費量이 切半으로 줄어들게 된다.

최근 MCR(速續最大出力)의 80%로 運航토록 當局에서 指導하고 있는데 原來 MCR이란 機關製作者가 가장 適切한 與件下에서 連續적으로 發生할 수 있는 最大馬力이다. 따라서 與件이 크게 다른 船舶에서 더구나 運轉하는 사람의 技能도 크게 낮은 船員이 安全하게 利用할 수 있는 速續最大出力은 MCR의 80~90%정도이고 經濟出力은 이보다 10%정도 낮게되는 것이 보통이다. 따라서 機關을 經濟出力으로 運航한다는 것은 燃料節減뿐만아니라 機關의 耐久性和 信賴性 確保에도 決定的 要因이 된다는 것을 銘心할 需要가 있다. 機關을 最大出力狀態로 長時間 運轉하게 되면 過多한 燃料消費뿐만아니라 排氣가스溫度上昇으로 인한 피스톤頂部, 排氣밸브, 밸브시트의 燒損, 燃燒生成物에 의한 피스톤링과 라이너의 摩滅增大 등을 促進하여 機關壽命을 短縮하고 修理補修費를 增大시키게 된다.

4. 結 論

筆者는 얼마전에 漁船의 機關修理에 關聯한 民事訴訟의 鑑定人으로 選任된적이 있다. 排氣밸브시트의 脫落原因에 관한 것인데 燃料噴射狀態를 確認하여 본 結果 6氣筒中 適正水準의 90%가 1氣筒이고 나머지 5氣筒은 120~190%로 大部分의 氣筒이 甚한 過負荷狀態로 運轉되고 있었음을 보여주었다. 勿論 밸브시트의 材料

選擇이나 施工上에 많은 問題點이 있을 수 있으나 이와같은 狀況에서 圓滑한 運轉狀態나 正常的인 機關管理는 到底히 想像할 수 없을 것이다 船用機關에 關心을 갖는 사람으로서 寒心한 생각을 拂拭하기 어려웠다. 만약 이 機關이 過給機關이라면 過給機도 오래지않아 破損되었을 것이 틀림없다.

元來 모든 燃料噴射펌프는 시린더內에 供給되는 燃料油量이 空氣量과 比較하여 過多하게 되어 있는 것이 보통이다. 그러나 一部 小型船機關長들은 이 封印을 除去하여 마음대로 燃料噴射量を 調節하는 것을 볼 수 있다. 燃料油를 아무리 많이 供給하더라도 適量의 空氣가 없으면 不完全 燃燒를 일으켜 出力은 늘어나지 않고 機關만 過負荷狀態로 된다.

結論的으로 말하자면 漁船機關士, 특히 小型 漁船機關士의 訓練과 教育이 切實히 要請된다. 이것은 어느 個人이나 團體의 일이나 아니고 國家的 次元에서 計劃되고 遂行되어야 할 것이다.

한편 最近 船用內燃機關의 國產化가 活潑히

推進되고 있다. 現段階에 있어서는 獨自的인 開發보다는 外國과의 技術提携에 의한 組立生産이 大宗을 이루고 있으나 그것이 組立生産이든 獨自的인 開發이든 앞서 言及한 韓國의 實情을 充分히 考慮하여 機種을 選擇하여야 할 것이다.

一般的으로 高性能機關이 꼭 經濟的이거나 信賴性이 높다는 保障은 없다. 오히려 그와는 反對인 경우가 많다. 따라서 性能과 經濟성과 信賴性等은 相容되지않을 경우가 많으며 어느 한 가지를 優先할 경우가 생기게 된다. 筆者의 見解에 의한다면 우리나라 漁船機關의 경우 信賴性이 무엇보다 優先해야 할 것이고 다음이 經濟性이 되어야 할 것이다. 具體的으로 말하자면 機關은 되도록 低速으로서 A重油나 輕油를 使用하되 直接噴射式機關이 바람직하며 밸브는 2 個式이 4個式보다 管理上 좋을 것이다. 減速裝置와 클라퀴는 油壓驅動機械式이 無難할 것이며 可能하면 可變피치프로펠러를 採擇함으로서 船舶의 操縱성과 長時間 低速運轉으로 생기는 被害를 줄일 수 있을 것이다.