

디젤 주기관의 시운전 결과 및 성능 변화 추이에 관한 연구

+조권회⁺ · 이동훈⁺⁺ · 손민수⁺⁺⁺

A Study on the Trial Results and Performance Trend of Diesel Main Engine

Kwon-Hae Cho⁺, Dong-Hoon Lee⁺⁺ and Min-Su Son⁺⁺⁺

Abstract : Shipping company and operators have to manage well to keep shipping schedules without problems in main engine. Specially operators have to operate main engine within the limit of operation point, and adjust related parameters to be operated safely and continuously. Also operators have ability to analyze fouling condition of hull through comparing data gotten from P-V curve and performance results of new building ships in trial with service ships. In this study, not only compared main engine performance results in shop trial and sea trial, but also investigated performance trend in accordance with the time elapsed for the service ship's diesel engine. They were confirmed as follows. First, shop trial load is higher than sea trial load but ship's speed is satisfied with owner's contract speed. Second as time goes by, load of service ship increases steadily and other parameters related with main engine shows variable change depend on main engine load increasing.

Key words : Trial Results(시운전 결과), Performance Trend(성능 변화), Diesel Main Engine.

1. 서론

조선소는 선박이 인도되기 전 주기관의 공장시운전 성능 측정 및 해상시운전에서의 주기관 성능 측정을 정확히 실시하여 선박 인도 후 운항요원들이 주기관의 성능을 정확히 비교할 수 있는 기준자료를 제공하여야 한다. 해운회사와 운항 요원은 운항스케줄에 문제가 발생하지 않도록 선박을 관리하여야 하는데 특히 선박을 운전하는 기관사들은 부하선도를 이용하여 기관을 안전하게 연속적으로 운전할 수 있도록 한계치 안에서 운전점을 조정하여야 하고, 선체의 오손 정도를 분석할 수 있어야 한다. 그리고 기관을 효율적으로 관리하기 위해 주기적으로 P-V 선도 및 각 부의 지시계로부터 구해진 자료들을 신조선박의 시운전 성능 결과서와 비교를 통해 주기관의 연소상태를 판단하여 최적 연소가 되도록 관련 운전인자들을 조정할 수 있어야 하는 것이다.

본 연구에서는 운항 선박의 주기관 성능 비교 기준자료로 사용되는 공장시운전과 해상시운전의 주기관 성능 결과서를 비교하여 고찰하였고, 주기관 성능에 영향을 미치는 다양한 중요 변수들의 상관관계 분석을 바탕으로 실제 운항되고 있는 선박에서 5년간 매항차 계속된 성능 자료를 통해 주기관의 운전시간 증가에 따른 변화 추이 고찰하였다.

1. 연구대상 선박의 제원

2.1 시운전 비교 선박

- 1) 선종 : 45K 탱커선, 1,700TEU 컨테이너선
- 2) 주기관형식 : B&W 6S50MC-C, B&W 7S 60MC-C.

2.1 성능 변화 추이 비교 선박

- 1) 선종 : 2,000TEU 컨테이너선
- 2) 주기관형식 : B&W 7S70MC-C,

3. 비교 결과 및 고찰

3.1 시운전 선박 비교 결과

Fig.1, Fig.2,는 공장시운전과 해상시운전의 부하별 주기관 회전수 및 부하별 실마력을 조사한 내용이다. 해상시운전에서의 회전수 결정은 모형시험 중 자항시험에서 측정한 프로펠러

곡선에 의해 해당 회전수를 찾아 결정하게 된다. 이는 신조선박이 선주와 계약된 속력으로 항해하기 위한 프로펠러의 회전수를 결정한 것이다. 각 그림에서 살펴보면 주기관의 회전수는 공장시운전에서 값보다 해상시운전에서 측정한 값이 높게 나타났고 해상시운전의 회전수와 모형시험의 예상회전수가 동일한 것을 볼 수 있다. 그리고 해상시운전 부하는 공장시운전보다 낮게 나타났고 모형시험에서 예상한 부하보다도 낮게 나타났다. 해상시운전은 모형시험에서 요구되는 출력보다 낮은 상태에서 실시되었으나 선주사와 계약된 선속은 모두 만족하였다. 이는 일정한 속력으로 장기간 운전할 수 있게 주기관의 출력에 시마진과 프로펠러마진 등으로 적용하기 때문이다.

해상시운전에서 연속최대출력을 맞추기 위해 실제로 주기관의 회전수를 더 올릴 수 없는 것은 선박의 배수량이 낮은 상태에서 주기관의 출력을 더 올리게 되면 그 만큼 주기관 회전수가 더 높아지게 되므로 연속운전이 가능한 최고 회전수를 초과하게 된다. 이 범위를 넘어 운전할 시에는 당장 큰 문제는 생기지 않겠지만, 각 회전부에서 발생하는 관성력 및 스트레스로 인하여 베어링에 무리를 주어 보통 허용 이상의 마모를 촉진한다.

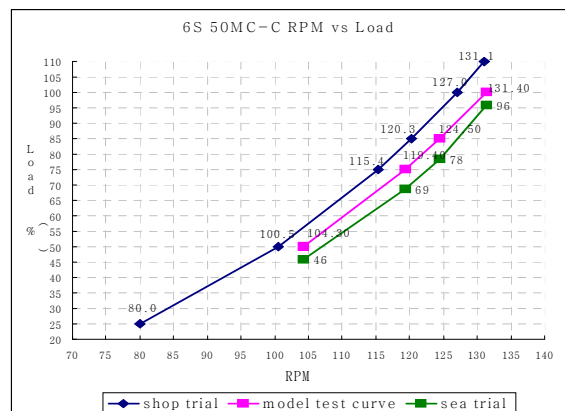


Fig.1 45K Tanker

+ 조권회 (한국해양대학교 기관시스템공학부) E-mail : khcho@mail.hhu.ac.kr Tel : 051)410-4252

++ 이동훈 (한진중공업 의장팀)

+++손민수 (한국해양대학교 대학원)

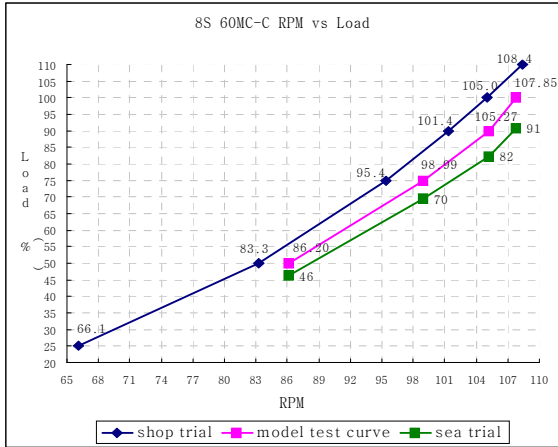


Fig.2 1,700TEU Container Carrier

Fig.3은 선주사의 요청으로 주기관 부하 기준이 아닌 공장시 운전 당시의 엔진 회전수를 기준으로 해상시운전을 진행한 결과를 볼 수 있다. 이 결과에서는 동일 주기관 회전수에서 주기관 부하가 해상시운전에서 13.1%~18.7% 낮게 나타나는 것을 볼 수 있다.

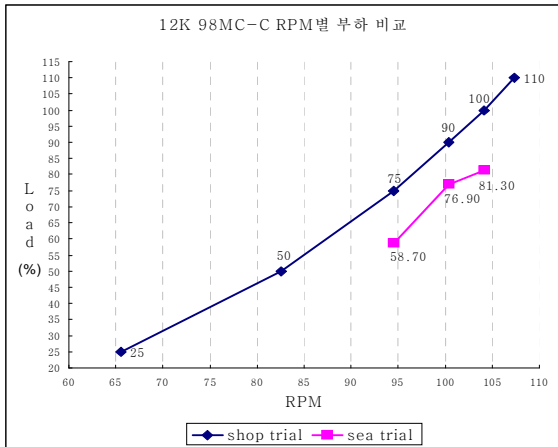


Fig.3 6,000TEU Container Carrier

3.2 운항 선박 성능 변화 추이

Fig.4는 운전시간에 따른 프로펠러 회전수 마진 변화 추이를 나타내고 있다. 선박 A의 경우 초기 운전시간(해상시운전)에서 약 3.4%, 선박B의 경우 약 4%의 프로펠러 마진을 가지고 건조된 것을 볼 수 있다. 마진을 가지고 설계된 프로펠러의 회전수는 운전시간이 지남에 따라 하향 곡선을 그리고 있다. 이는 선체나 프로펠러의 오손으로 인해 동일 출력에서 프로펠러의 회전수가 낮게 나타나는 것이며, 신조 당시의 프로펠러 회전수를 맞추기 위해서는 더 높은 출력이 필요한 것이다. 프로펠러 회전수 마진이 점점 하향될수록 주기관의 부하는 더욱 높아져가고 이에 연료소비율은 차츰 증가될 것이다. 이 때문에 선박운항 2년을 기준으로 선저검사를 실시하여 선체 및 프로펠러오손 정도를 파악하여 입거 여부를 판단하고 운항에 큰 영향을 미치지 않는 한 5년(운전시간 : 30,000h)을 기준으로 정기 입거를 실시하였지만, 최근 평균적으로 2.5년(운전시간 : 15,000h)이 지나면 프로펠러 회전수 마진의 하락에 의해 기관의 연료소비를 증가가 높아지기 때문에 정기 입거일을 앞당기고 있는 추세이다.

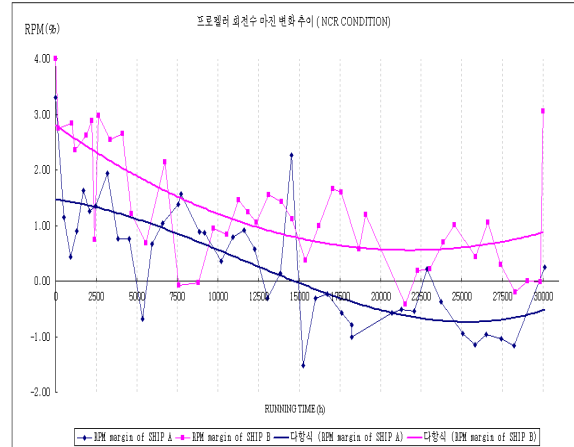


Fig.4 Trend of Propeller Margin (1year ≙ 6,000h)

4. 결 론

본 연구에서는 신조선박의 공장시운전 결과서와 해상시운전 결과서를 가지고 주기관의 회전수에 대해 분석, 고찰하였다. 또한 실제 운항선박의 주기관 운전시간 변화에 따른 성능변화 추이를 고찰하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

(1) 연속정격출력이 예상되고 해상시운전에서 정격출력이라 일컬어지는 모델시험의 회전수는 공장시운전의 연속최대출력보다 3~9% 낮게 나타났고 선주의 요구에 의해 해상시운전에서의 주기관 회전수와 공장시운전에서의 주기관 회전수를 동일하게 고정하여 부하를 계측한 결과 공장시운전의 부하보다 해상시운전에서 13.1~18.7% 낮은 부하가 계측되었다. 낮은 부하에서도 계약된 선속을 얻을 수 있는 것은 선체가 요구하는 출력보다 프로펠러와 주기관의 출력이 마진을 가지고 있기 때문이다. 결국 공장시운전에서는 회전수와 부하의 관계에 중점을 두어 확인하는 반면, 해상시운전에서는 회전수와 선속과의 관계에 중점을 두고 있는 것을 확인하였다.

(2) 해상시운전에서 주기관 성능을 분석하기 위한 중요변수들이 주기관과 프로펠러의 마진에 의해 다소 낮아진 시운전 부하 때문에 수치상으로 절대적으로 비교하기는 어려움이 있다. 이에 운항 선박에서는 프로펠러마진 변화를 제외한 나머지 값을 공장시운전 결과서와 비교하여 성능을 분석하여야 한다.

(4) 해상시운전시 주기관은 공장시운전보다 낮은 부하에서 운전된다. 따라서 운항중의 성능변화를 분석하기 위해서는 인도 후 초기의 주기관 성능을 정확히 계측하여 이를 기준으로 주기관 운전시간에 따른 성능변화의 경향을 잘 기록, 분석하여야 한다.

(5) 정상적인 주기관 성능변화는 선체오손이나 손상에 의해 증가하는 부하에 의해 발생하고 기계적인 결함이나 돌출적인 성능변화는 여러 가지 다른 변수들과 연동하여 나타나므로 다른 돌출된 변수값이 없는 경우 기상조건이나 운항구역 등의 영향으로 추정할 수 있다.

선박의 운항요원들은 신조선에서의 공장시운전 결과서와 해상시운전 결과서를 통해 주기관 성능분석을 위해 필요한 부분을 잘 선택하여야 하며, 주기관의 운전시간에 따라 변화하는 주기관 성능변화 경향을 잘 분석하여 기관을 안전하게 연속적으로 운전할 수 있도록 주기관을 조종할 수 있는 능력을 갖추어야 할 것이다.

참고문헌

- [1] 한진중공업, 공장시운전 성능결과서, 2000~2004.
- [2] 한진중공업, 해상시운전 성능결과서, 2000~2004.
- [3] 현대상선, 운항선박 성능결과서, 2000~2005.