

## 대형 商船에서의 펌프사용 현황

김유택\* · 남창도\* · 이영호\*\*

### The Present Status of Pumps Installed in the Large Merchant Ships

You-Taek Kim\*, Chung-Do Nam\*, Young-Ho Lee\*\*

Key Words : Turbo Pump(터보펌프), Non-Turbo Pump(비터보펌프), Bulk Carrier(살물 운반선), Container Carrier(컨테이너 운반선), Car-Carrier(자동차 운반선), Tanker(원유 운반선), LNG Carrier(천연가스 운반선)

#### ABSTRACT

Pumps are used extensively for transporting fluid in many ships. However, the present state of pumps used in the large merchant ships has not been studied. In this paper, we have reported the general description of the operating pumps according to the different ship types(Bulk, Container, Car-Carrier, Tanker, LNG). Moreover, the pump total powers are compared with the main engine Normal Continuous Rating power and the pump total weights are also compared with the ship deadweight.

#### 1. 서 론

현재 운항되고 있는 선박<sup>(1)</sup>은 여객을 수송하는 여객선(Passenger Ship), 보통의 크기·중량의 화물이나 포장되어 있는 일반화물만을 대량으로 운송하는 전용화물선(Special Cargo Ship), 원유 및 석유의 운반을 주목적으로 하는 Oil Tanker, 화학제품을 다량으로 운반하는 화학제품운반선(Chemical Tanker), 석탄·광석·곡물 등과 같은 살물을 최대한 포장하지 않고 최대의 화물중량을 운반하는 살물 운반선(Bulk Carrier), 석유 정제시 발생하는 액화된 부탄이나 프로판가스를 운반하는 LPG(Liquid Petroleum Gas)선, 최근 무공해 에너지원으로 각광받고 있는 천연가스(Natural Gas)를 고압 또는 저온으로 유지하도

록 차단구조를 가진 LNG(Liquidified Natural Gas)선, 자동차를 전문적으로 운송하는 자동차운반선(Car Carrier), 컨테이너(자재 및 화물의 운송에 이용되는 용기)를 적재하여 수송하는 것을 목적으로 하는 컨테이너선(Container Carrier)등 여러 선박이 있다. 이러한 모든 선박에서 중요 보조기계의 대부분을 차지하고 있는 것이 각종 펌프(Pump), 압축기(Compressor), 팬(Fan) 등의 유체기계<sup>(2)</sup>이지만, 이들 각종 유체기계들의 사용현황에 대한 자료는 거의 없는 실정이다. 따라서 현재 선박에서 사용되고 있는 각종 유체기계들의 선종별 사용현황 및 특성을 파악할 필요성이 있으며 본 연구에서는 선박의 보조기계의 주류를 이루는 펌프만을 우선 조사하였다. 조사 대상 선박은 ○○회사에서 운항되고 있는 5종류의 비교적 최신의 대형선박으로 하였으며 주요 제원을 Table 1에 나타내었다. LNG선만 Turbine선이며 그 외의 선박은 Diesel선이다.

\* 한국해양대학교 해사대학 기관시스템공학부

\*\* 한국해양대학교 공과대학 기계정보공학부

E-mail : kimyt@hanara.kmaritime.ac.kr

Table 1 Specifications of ships

	Bulk	Con-tainer	Car Carrier	Tanker	LNG
Built(year. month)	90.00	01.03	99.03	97.09	99.07
Length(m)	274.00	304.20	192.89	330.27	288.73
Deadweight(MT)	151,258	80,500	21,483	299,997	77,584
M/E M.C.R.(PS)	17,450	89,640	19,460	32,000	39,000
M/E N.C.R.(PS)	15,705	80,680	17,510	28,800	39,000
G/E Output (PS) : 1set	820	4,246	1,603	1,380	4,710

각 선종별로 사용되는 유체기계 중 펌프는 터보형 펌프(Turbo Pump : 원심·사류·축류펌프)와 비터보형 펌프(Non-Turbo Pump : Gear, Screw & Piston Pump 등)로 구분하여 사용현황을 조사하였다. 또한, 펌프별로 사용 RPM 및 설치형식(Pump Type)을 조사하였으며 해당 선박의 Main Engine NCR(Normal Continuous Rating)대비 펌프 총출력비와 DWT(Deadweight)대비 펌프 총질량 비도 비교·분석하였다.

## 2. 선박에 사용되는 펌프 현황

### 2.1 냉각수 계통

최근에는 Central Cooling 방식(3장의 Container 선에서 설명함)을 많이 사용하고 있으나, 종래의 냉각방식에는 청수 냉각과 해수 냉각의 두 가지 방식이 있으며 주기(Main Engine), 발전기(Generator), 공기 압축기(Compressor) 등은 주로 청수로 냉각하며, 각종 냉각기, 축계 베어링 등은 주로 해수로 냉각한다.<sup>(3)</sup> 주기(Main Engine)의 실린더 재킷(Cylinder Jacket), 실린더 커버(Cylinder Cover)는 소형의 경우에는 해수 냉각을 하는 경우도 있으나 중·대형 기관의 경우 연료로서 저질 중유를 사용하는 관계상 청수 냉각을 행한다. 피스톤(Piston)은 청수나 윤활유로 냉각하고 연료밸브는 청수 또는 연료유로, 과급기(Turbocharger)는 청수로 냉각하나 냉각하지 않는 경우도 있다. Fig. 1은 냉각수 관계 주요 계통도를 보여 주며 이에 사용되는 일반적인 Pump는 다음과 같다.

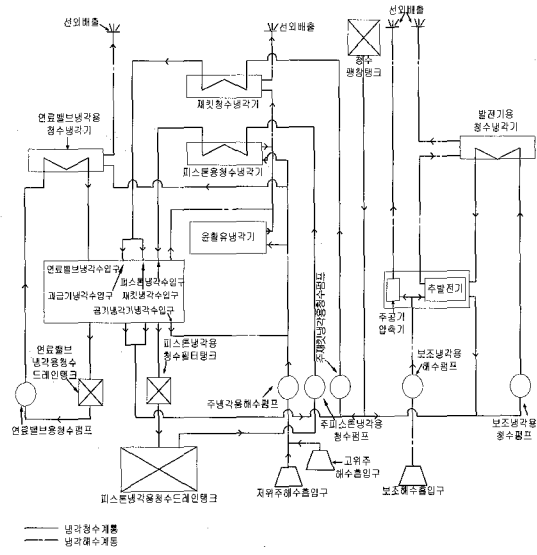


Fig. 1 Schematic Diagram of Cooling System

- 1) 주 냉각용 해수 펌프(Main Cooling Sea Water Pump) : 냉각을 위해 Sea Chest로부터 해수를 흡입하여 각 부로 공급해 주는 펌프이다. 주기나 발전기, 공기 압축기 등 선박의 운항과 직접적인 관련이 있는 곳은 보통 청수로 냉각하며 이러한 청수를 다시 냉각하는데 필요한 해수를 공급하는데 이용되는 펌프이다.
- 2) 보조 냉각용 해수 펌프(Auxiliary Cooling Sea Water Pump) : 정박시 발전기의 냉각용으로 큰 용량의 주 냉각용 해수 펌프를 사용하지 않고 적은 용량인 이 펌프를 사용한다.
- 3) 주 재킷 냉각용 청수 펌프(Main Cooling Jacket Fresh Water Pump) : Main Engine Jacket 냉각용 청수를 공급하는 펌프이다.
- 4) 보조 냉각용 청수 펌프(Auxiliary Cooling Fresh Water Pump) : 주 재킷 냉각용 청수 펌프의 스탠바이(Stand-By)개념으로 사용되는 펌프이다.
- 5) 조수기 이젝터 펌프(Fresh Water Generator Ejector Pump) : 조수기의 진공도를 낮추기 위한 펌프로써 해수를 흡입하여 Ejector를 통과시켜 조수기 내의 진공도를 낮추어 해수의 비등점을 낮게 하기 위한 펌프이다.
- 6) 온수 순환수 펌프(Hot Water Circulating Pump) : 선내의 온수가 필요한 곳으로 온수를 공급해주는 펌프이다.
- 7) 보일러 급수 펌프(Boiler Feed Water Pump) : 보일러

러수를 보일러에 급수해 주기 위한 펌프로써 보일러 드럼 내의 압력보다 높은 압력으로 급수하는 펌프이다.

- 8) 보일러 순환수 펌프(Boiler Water Circulating Pump) : 보일러내의 물을 Economizer(배기가스를 이용한 보일러)로 보내는 역할을 하는 펌프이다.
- 9) 잡용수 펌프(Bilge, Fire & General Service Pump) : 본선에서 발생하는 화재, 기관실의 침수, Deck 청소 시 운전되는 펌프이다.
- 10) Main Engine Air Cooler Chemical Cleaning Pump) : M/E Air Cooler의 Chemical Cleaning서 사용되는 펌프이다.
- 11) 밸러스트 펌프(Ballast Water Pump) : 해수로써 탱크에 주수하는 것을 밸러스팅(Ballasting), 그리고 배수하는 것을 디밸러스팅(Deballasting)이라 한다.<sup>(4)</sup> 밸러스트의 목적은 항해 중에는 물론, 정박과 하역 등의 각종 상황에 따른 적절한 배수량과 흡수 및 트림을 확보하고 적절한 GM을 갖게 하여 상시 복원력을 확보한다. 또한 과대한 굽힘 모멘트와 과대한 전단력의 경감 및 선체의 진동을 감소시키는 역할을 한다.

## 2.2 윤활유 계통

주기, 발전기 등의 윤활유는 드레인 탱크 또는 Sump 탱크에 모여서 각각 강제 윤활 방식에 의해 윤활된다. 주기의 피스톤을 윤활유로 냉각할 경우에는 주 윤활유와 동일 계통으로 공급된다. 과급기의 윤활은 과급기에 부속되어 있는 펌프 또는 독립 펌프에 의하는 경우와 주 윤활과 동일 계통으로부터 행하는 경우가 있다. 주기의 실린더는 주기 부속의 주유기(Lubricator)로부터 윤활된다. 발전기와 기타 윤활을 필요로 하는 보기는 일반적으로 부속 펌프로 윤활한다. 윤활유의 열화를 방지하기 위하여 유청정기를 갖춘다. Fig. 2는 윤활유 관계 주요 계통도를 보여주며, 이에 사용되는 일반적인 펌프는 다음과 같다.

- 1) 주 윤활유 펌프(Main Lubricating Oil Pump) : 윤활유를 주기로 보내기 위한 펌프이다. 메인 베어링(Main Bearing), 크랭크핀 베어링(Crank Pin Bearing) 등을 윤활한다.
- 2) 윤활유 이송 펌프(Lubricating Oil Transfer Pump) : 각종 윤활유를 이송시키는 펌프이다.

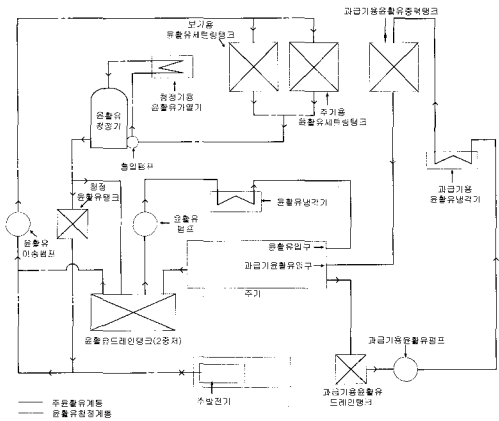


Fig. 2 Schematic Diagram of Lubricating Oil System

- 3) 과급기 윤활유 펌프(Turbo Charger Lubricating Oil Pump) : 과급기용 윤활유 드레인 탱크의 윤활유를 냉각기로 보내는 역할을 하는 펌프이다.
- 4) Stern Tube Lubricating Oil Pump : Stern Tube (선미관)에 윤활유를 공급해주는 펌프이다.
- 5) M/E Camshaft Lubricating Oil Pump : M/E의 캠축(Camshaft)에 윤활유를 공급해주는 펌프이다.

## 2.3 연료유 계통

연료유 계통은 디젤유(Diesel Oil)와 저질유(Heavy Fuel Oil)의 두 계통으로 이루어지고 일반적으로 주기는 저질유를, 발전기는 디젤유를 사용하는데 최근에는 대형기관의 경우 단일유로 통일하여 발전기에도 주기와 같은 계통의 저질유를 사용하는 경우가 많다. 또한, 주기에 저질유를 사용하는 경우라도 주기의 시동, 정지시에는 저질유를 디젤유로 바꾸어 사용하는 경우가 있다. 기관의 형식에 따라 연료 밸브를 연료유로 냉각하는 것이 있다. 디젤기관에 사용하는 연료유는 유청정기에 의하여 수분, 기타 불순물을 제거할 필요가 있으며 특히, 저질유에는 불순물이 많이 포함되어 있으므로 충분히 청정할 필요가 있다. 또한, 주기에 저질유를 사용하는 경우 저질유는 점도가 높고 상온에서는 양호한 연소를 시키는 것이 곤란하므로 이것을 연소에 가장 적합한 점도까지 가열한다. 유청정기에서도 청정효과를 높이기 위하여 기름을 적정 온도까지 가열한다. Fig. 3은 연료유 관계 주요 계통도를 보여주며, 이에 사용되는 일반적인 펌프는 다음과 같다.

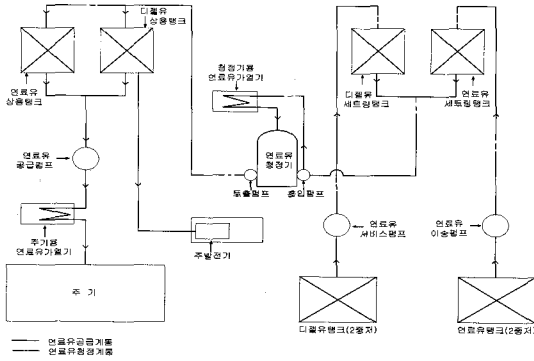


Fig. 3 Schematic Diagram of Fuel Oil System

- 1) 연료유 이송 펌프(Fuel Oil Transfer Pump) : 각 연료유 탱크(Fuel Oil Storage Tank)에서 Settling Tank 또는 다른 연료유 탱크(Fuel Oil Storage Tank)로 이송하는 펌프이다.
- 2) M/E Fuel Oil Supply Pump : M/E에 Fuel Oil을 공급하는 일차 펌프이다.
- 3) M/E Fuel Oil Circulating Pump : M/E에 Fuel Oil를 공급하는 이차 펌프이며 파이프 연료는 Nozzle을 통과하여 재 순환된다.
- 4) Generator Engine Supply Pump : G/E에 Fuel Oil을 공급하는 일차 펌프이다.
- 5) Generator Engine Booster Pump : G/E에 Fuel Oil을 공급하는 이차 펌프이다.

### 3. 각 선종별 펌프의 사용현황

본 장에서는 각 선종별 펌프의 사용현황에 대하여 다루고자 한다. Fig. 4~Fig. 8은 각각 Bulk, Container, Car-Carrier, Tanker, LNG 선박의 사용현황을 그래프로 나타낸 것이다. 각각의 그림에서 (a)는 Turbo Pump, (b)는 Non-Turbo Pump, (c)는 RPM(Revolution Per Minute)의 그래프이다. 그림 중의 1 Pump(kW)는 해당 펌프 1대의 소요동력을, Total Pump(kW)는 복수대의 펌프가 설치된 경우의 동일 기종의 펌프의 소요동력을 합한 값이며, Head는 양정을 의미한다. 양정은 그래프 상에서 비교하기 쉽도록 일정배수를 곱하여 나타내었다. 따라서 각각의 양정 그래프에 곱해진 수로 나누면 실제의 양정을 알 수 있다. Capacity는 단위시간당의 유량을 의미한다. RPM그래프에서 Number는 해당 RPM의 펌프 설치 수를 의미한다. 또한 모든 Date는 Instruction Book만을 근거로 하였다.

## 3.1 BULK선

### 3.1.1 Turbo Pump

Ballast Pump가 다른 펌프에 비하여 월등히 1 Pump(kW)나 유량(Capacity)이 큰 것을 알 수 있다. 또한, 디밸리스팅(De-ballasting)의 총시간에 크게 영향을 미치는 것이 잔유의 처리능력이다. 즉, 주 밸리스팅 펌프의 용량이 충분한데도 불구하고 잔유의 처리능력이 작기 때문에 드레인의 배수에 장시간이 소요되는 경우가 때때로 발생한다.

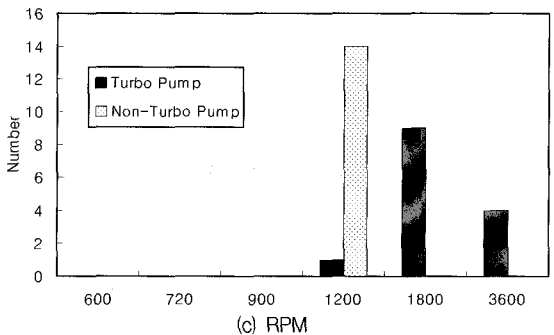
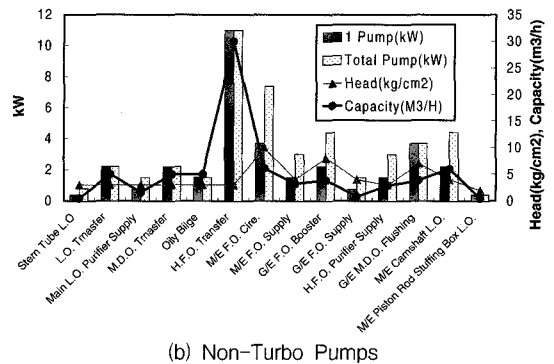
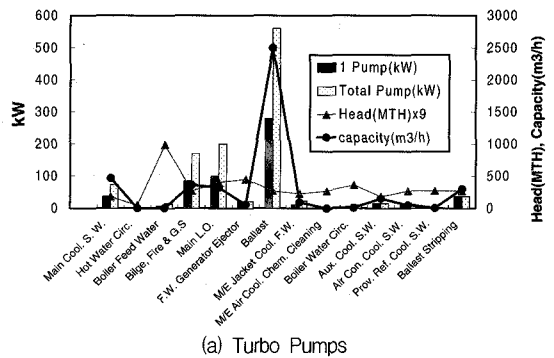
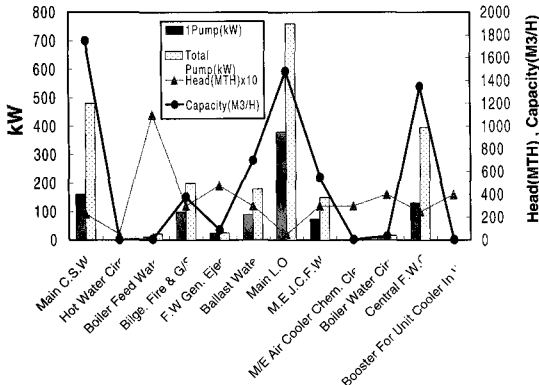
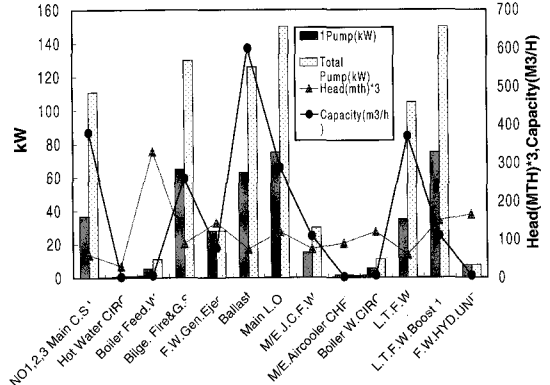


Fig. 4 The Characteristics of Bulk

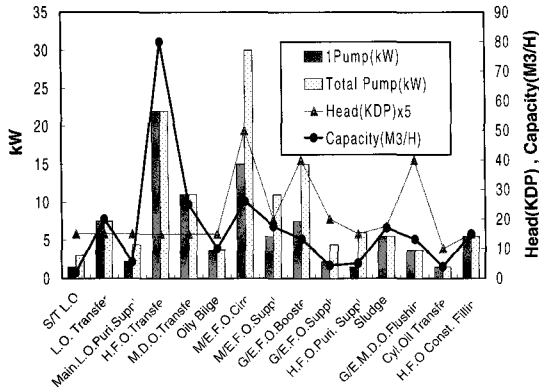
대형 商船에서의 펌프사용 현황



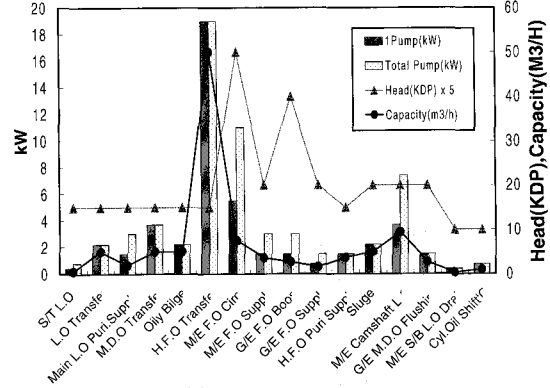
(a) Turbo Pumps



(a) Turbo Pumps



(b) Non-Turbo Pumps



(b) Non-Turbo Pumps

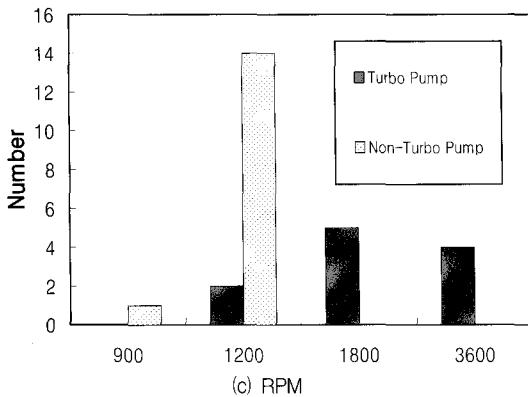


Fig. 5 The Characteristics of Container

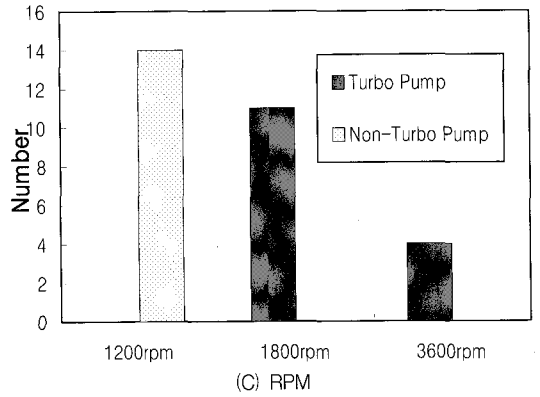
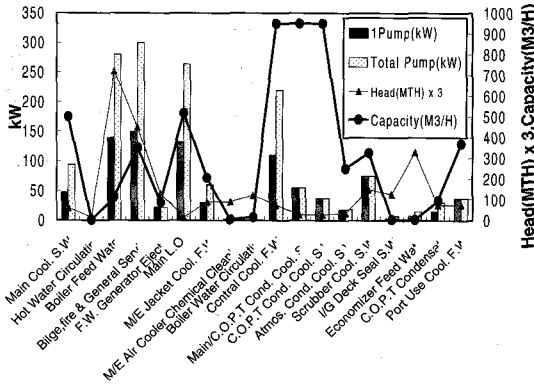


Fig. 6 The Characteristics of Car-Carrier

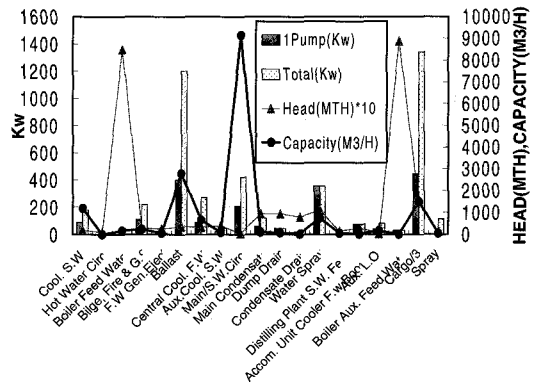
이를 위하여 사용하는 펌프가 Ballast Stripping Pump이다. Boiler Feed Water Pump가 다른 Pump에 비하여 양정이 큰 것을 알 수 있다. 이 Pump는 Boiler의 드럼 내로 직접 물을 공급하기 때문에 Boiler 드럼 내의 압력보다는 높은 압력을 항상 유지해야 하므로 양정이 높은 것을 알 수 있다.

3.1.2 Non-Turbo Pump

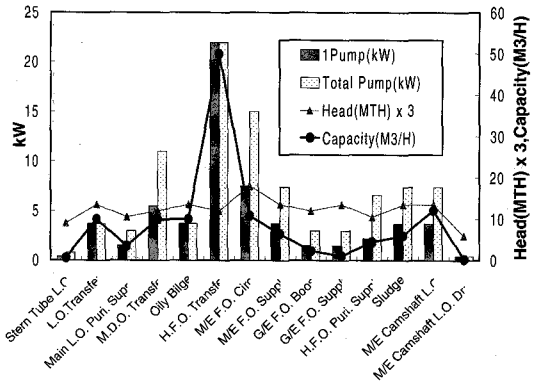
우선, 펌프당 소요동력(kW)을 살펴보면 가장 큰 것은 Heavy Fuel Oil Settling Tank로의 Fuel Oil의 이송이나 특히 Bottom Tank사이에 연료 이송 시 사용되는 Heavy Fuel Oil Transfer Pump로 용량이 다른 펌프에 비해서 훨씬 크다. Total Pump (kW)도 1대인 Heavy



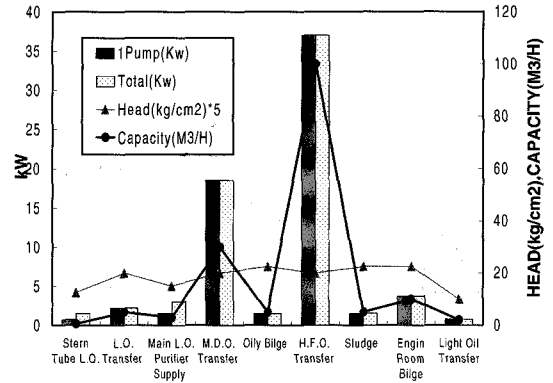
(a) Turbo Pumps



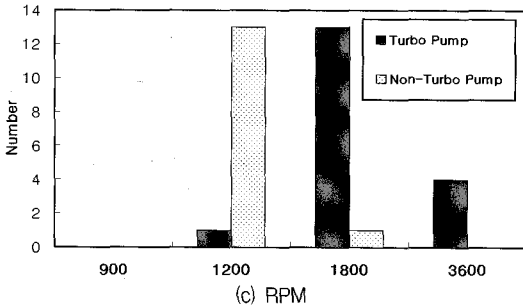
(a) Turbo Pumps



(b) Non-Turbo Pumps

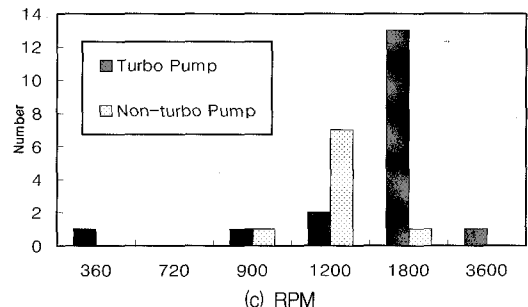


(b) Non-Turbo Pumps



(c) RPM

Fig. 7 The Characteristics of Tanker



(c) RPM

Fig. 8 The Characteristics of L.N.G

Fuel Oil Transfer Pump가 가장 큰 것을 알 수 있다. 양정(Head)은 M/E Fuel Oil Circulating Pump의 값이 가장 크다. 이는 Main Engine Fuel Oil Pump에 적합한 높은 압력을 제공하기 위한 역할을 담당하고 있기 때문이다.

### 3.2 CONTAINER선

#### 3.2.1 Turbo Pump

펌프당 소요동력(kW)은 본선에서 Main L.O. Pump

가 선내에 설치된 다른 Turbo Pump에 비해 눈에 띄는 정도로 큰 비중을 차지하고 있고, 용량(Capacity) 또한 큰 비중을 차지하고 있다. 이유는 본선이 속도를 중요시하는 Container선이므로 빠른 선속을 위해 M/E 이 크고 이로 인한 M/E 각 부의 마멸을 방지하기 위해 많은 양의 L.O.가 필요하기 때문이다. 다음으로 크기가 큰 Turbo Pump는 Main Cooling S.W. Pump, Central F.W. Cooling Pump 순이다. Central F.W. Cooling Pump는 선내에 설치된 모든 Cooler들의 냉각

을 청수로 행하기 위하여 사용하는 펌프이다. 기존의 해수 냉각방식은 각 Cooler의 보호 아연(Zinc) 등을 정기적으로 교환해 주어야 하는 번거로움이 있었지만 청수 냉각방식에서는 그러한 번거로움이 많이 해소되어, 해수 냉각방식과 비교하여 열효율은 다소 떨어지지만 이러한 Central Cooling 방식(모든 Cooler의 냉각을 청수로 행하고 냉각에 사용되었던 청수는 한 곳에 모여 해수로 냉각하는 방식)이 신조선에서 많이 설치되는 경향을 보이고 있다. 양정(Head)은 Boiler Feed Water Pump가 가장 크다. 다음 크기는 F.W. Generator Ejector Pump, Boiler Water Circulating Pump 순이다.

유량(Capacity)은 Main C.S.W. Pump가 가장 크다. 이 Pump는 본선에는 3대가 설치되어 항해 중에는 2기가 운전되고 나머지 1대는 Stand-By상태이며, 정박 중에는 1대만이 운전된다. 다음 크기는 Main L.O. Pump, Central F.W. Cooling Pump순이다.

### 3.2.2 Non-Turbo Pump

펌프당 소요동력(kW)은 본선에서 H.F.O. Transfer Pump가 가장 큰 크기를 차지하고 있다. 다음 크기는 M/E F. O. Circ. Pump, Marine Diesel Oil Transfer Pump순이다. 양정(Head)은 M/E F.O. Circ. Pump가 가장 크다. 다음 크기는 G/E F.O. Booster Pump와 G/E Marine Diesel Oil Flushing Pump가 차지한다. 유량(Capacity)은 H.F.O. Transfer Pump가 가장 큰 크기를 차지하고 있다. 다음 크기는 M/E F.O. Circ. Pump, Marine Diesel Oil Transfer Pump순이다.

## 3.3 CAR-CARRIER(자동차운반선)

### 3.3.1 Turbo Pump

펌프당 소요동력(kW)중 출력이 가장 큰 펌프는 Container선의 경우와 마찬가지로 Main L.O. Pump인데 Container선처럼 현저한 차이를 보이지는 않는다.

이외에도 Low Temperature Fresh Water Boost Pump와 Bilge, Fire & G.S. Pump가 출력이 큰데, 다종의 냉각기에 유입되어야 할 청수의 양이 필요하므로 커다란 출력의 펌프가 사용된다.

유량(Capacity)이 가장 큰 Turbo Pump는 Ballast Pump이며 다음으로 Low Temperature Fresh Water Pump와 Main C.S.W. Pump가 유량이 크다. 양정이 큰 Turbo Pump는 타 선박의 일반적인 경우와 같이 Boiler Feed Water Pump이다. Low Temperature

Fresh Water Pump는 Central Cooler에서 해수로 냉각되어진 저온의 청수를 각 기계로 보내기 위한 압력을 형성시켜주는 펌프이다.

### 3.3.2 Non-Turbo Pump

펌프당 소요동력(kW)이 제일 큰 펌프는 H. F. O. Transfer Pump이다. 마찬가지로 유량(Capacity)이 가장 큰 펌프 또한 H. F. O. Transfer Pump이다. 양정(Head)은 거의 비슷하지만 그 중에서도 가장 큰 것은 M/E F.O. Circulating Pump이다.

## 3.4 TANKER(원유운반선)

본선에는 Turbine 구동의 대형펌프인 C. O. P. T. (Cargo Oil Pump Turbine) [1xPump(kW) : 2457, Total Pump(kW) : 7371, 양정(Head) : 1500, 유량(Capacity) : 5000]이 3대, Water Ballast Pump [1xPump(kW) : 453, Total Pump(kW) : 453, 양정(Head) : 450, 유량(Capacity) : 3000]가 1대, Cargo Oil Stripping Pump [양정(Head) : 1500, 유량(Capacity) : 400]가 1대 설치되어 있다.

### 3.4.1 Turbo Pump

모터 구동 중에서 펌프당 소요동력(kW)이 가장 큰 것은 Bilge, Fire & General Service Pump이다. 위의 펌프와 거의 비슷한 전력소모량을 가지는 것으로 Boiler Feed Water Pump가 있는데 이는 다른 선종과 비교해도 큰 비율을 차지한다. 그 이유는 Boiler Feed Water Pump가 정박 중 Cargo Oil 하역 시 C. O. P. T.를 작동시키기 위해 16kg/cm<sup>2</sup>정도의 높은 압력의 스팀(Steam)을 사용해야 하며 그 소모량도 많기 때문이다.

또한, Boiler Feed Water Pump가 다른 Pump에 비해 양정이 큰 이유가 바로 이 때문인 것이다. 유량(Capacity)에서 보면 Central Cooling F. W. Pump와 Main C. O. P. T. Condenser Cooling S. W. Pump와 C. O. P. T. Condenser Cooling S. W. Pump가 가장 큰 것을 알 수 있다. 본선에만 설치되어 있는 펌프로는 다음과 같은 펌프가 있다.

- 1) C. O. P. T. Condensate Pump : C. O. P. T.를 작동시키고 응축된 응축수를 흡입하여 Cascade Tank로 이송하는 펌프이다.

- 2) Scrubber Cooling S. W. Pump : Scrubber라는 가스 세정기에 I. G. (Inert Gas : 불활성 기체)를 보내어 위에서 이 펌프를 이용하여 물을 뿌려주면 불순물이 제거된다. Tanker선에서는 Cargo Tank의 폭발 위험성을 막기 위하여 산소농도를 8%이하로 유지하여야 한다. Boiler에서 연소한 Gas는 보통 산소 2~3%, 이산화탄소 12~14%, 이산화황 0.3%, 질소 80%정도이다. 여기에서 유황성분을 제거한 Gas를 하역(Discharging)에 의한 빈 공간에 대신 채워주는 장치가 Inert Gas System이다.
- 3) I. G. Deck Seal S. W. Pump : Cargo Oil Tank의 폭발을 방지하기 위하여 I. G.를 공급하며 이 I. G.가 누설하지 않도록 하기 위하여 해수로 막아주는 데 사용되는 펌프이다.
- 4) Economizer Feed Water Pump : 항해 중에 사용되는 펌프로 Boiler Feed Water Pump의 역할을 대신하는 펌프이다.

### 3.4.2 Non-Turbo Pump

펌프당 소요동력(kW)을 보면 가장 큰 것은 H. F. O. Transfer Pump이다. 특히 이 펌프는 1대의 kW가 다른 펌프의 Total Pump(kW)보다도 크다. 양정(Head)은 M/E F. O. Circulating Pump가 가장 크고 유량(Capacity)은 H. F. O. Transfer Pump가 가장 많은 것을 알 수 있다.

## 3.5 LNG

그래프 중의 Cargo/3은 실제로는 9대가 설치되어 있는 것을 의미한다. 그래프의 작성 편의상 3대분만을 나타내었다.

### 3.5.1 Turbo Pump

펌프당 소요동력(kW)은 Cargo Pump가 가장 크고 그 다음으로는 Ballast Pump, Water Spray Pump순이다. 양정(Head)은 Boiler Auxiliary Feed Water Pump가 가장 크고 근소한 차이로 Boiler Feed Water Pump(Turbine 구동 펌프)이고, Water Spray Pump가 그 다음 순이다. 용량(Capacity)은 Main S.W. Circ. Pump가 다른 펌프에 비해 3배 이상 큰 것을 알 수 있다. 다음 크기로는 Ballast Pump, Cargo Pump순이다. 타 선종에 비해 Ballast Pump가 3대이다. 이는 특별히 LNG선이라 하여 Ballast Pump를 3대씩 설치한 것은

아니다.

각 선종의 Ballast Tank의 양에 따라 건조 시 계산된 값에 의해 Ballast Tank Capacity를 감당하기 위해 3대를 설치한 것으로, 예를 들면 LNG의 경우 화물의 양·하역을 단시간에 해야하므로 Ballasting을 제한된 시간 내에 하지 못한다면 선박 운항에 지장을 가져올 수 있다.(위험 화물로 분류되어 LNG선은 항내에 24시간 이상 정박할 수 없다.) 본선에만 설치되어 있는 펌프로는 다음과 같은 펌프가 있다.

- 1) Water Spray Pump : LNG선에는 일반적으로 Main Turbine의 냉각체계가 없고 Main Turbine 시동 중에 Astern Steam이 들어갈 때 터빈 내부에 들어갈 Steam의 온도를 낮추기 위해 이 펌프를 사용한다.
- 2) 보일러 보조 급수 펌프(Boiler Auxiliary Feed Water Pump) : Dock 후 초기에 Cool Start할 때나 보일러 작업 후 Cool Start할 때 초기에 사용되는 Pump이다.
- 3) Auxiliary Lubricating Oil Pump : Main L. O. Pump가 정해진 일정 RPM이하로 떨어지면 이 펌프가 작동된다. 타 선종에서 많은 용량을 차지하고 있는 Main L.O. Pump는 전동기로 가동되는 것이 아니라 정상 항해 중 Shaft에 연결되어 기동된다.
- 4) 주 해수 순환 펌프(Main S.W. Circ. Pump) : Boiler에서 발생된 Steam을 Turbine에서 사용하고 응축시키기 위한 냉각용 순환수 펌프이다. 용량이 매우 크고 또한, 펌프 크기도 크다.
- 5) Main Condensate Pump : 응축된 물을 Boiler로 보내는 Pump이다. 정상 항해 시에는 Condensate Drain Pump 2대가 가동되지만 Emergency 상태나 LNG의 특성상 Steam이 기관을 정지하고도 Pipe Line에 남아 있다가 한꺼번에 응축되어 Condensate Drain Pump에 과부하가 걸리게 되면 Dump Drain Pump가 작동하게 된다.
- 6) Accommodation Unit Cooler F.W. Booster Pump : 거주구역에 Cooler가 장착된 급수대에 급수를 하는 Pump이다.

### 3.5.2 Non-Turbo Pump

펌프당 소요동력(kW)이 월등히 큰 것은 H. F. O. Transfer Pump이고 다음 크기로는 M. D. O. Transfer Pump, Engine Room Bilge Pump순이다. 양정(Head)은 Oil Bilge Pump, Sludge Pump, Engine Room Bilge



Pump는 같은 수치로 가장 큰 값을 보여주고 나머지 다른 펌프들은 거의 그 수치가 비슷한 것을 알 수 있다. 유량(Capacity)은 펌프당 소요동력(kW)과 마찬가지로 H. F. O. Transfer Pump가 가장 크고 그 다음으로는 M. D. O. Transfer Pump, Engine Room Bilge Pump순이다.

#### 4. 펌프의 선종별 사용특색

##### 4.1 Turbo Pump의 선종별 사용특색

펌프당 소요동력(kW)값이 Bulk선에서는 Ballast Pump가 제일 크며, Container선과 Car-Carrier선에서는 Main L. O. Pump가 제일 크고, Tanker선에서는 Bilge, Fire & G. S. Pump가 제일 크다. 또한, LNG선에서는 Cargo Pump가 제일 크다. 양정(Head)값은 LNG선을 제외한 모든 선종에서 Boiler Feed Water Pump가 제일 크다는 것을 알 수 있다. LNG선에서는 Boiler Aux. Feed Water Pump가 제일 큰 값을 가진다. 용량(Capacity)값은 Bulk선과 Car-Carrier선에서는 Ballast Pump가 제일 크고, Container선에서는 Main Cooling S. W. Pump가 제일 큰 값을 가진다. 또한, Tanker선에서는 Cargo oil Pump, LNG선에서는 Main S. W. Circ. Pump가 제일 큰 값을 가진다.

##### 4.2 Non-Turbo Pump의 선종별 사용특색

펌프당 소요동력(kW)값이 모든 선종에서 H. F. O. Transfer Pump가 제일 크다. 양정(Head)은 Turbine선인 LNG선을 제외한 모든 선종에서 M/E F. O. Circ. Pump가 제일 큰 값을 가진다. LNG선에서는 Oily Bilge, Engine Room Bilge, Sludge Pump가 같은 값을 가지며 이들이 제일 큰 값을 가진다. 용량(Capacity)은 모든 선종에서 H. F. O. Transfer Pump가 제일 큰 값을 가진다.

##### 4.3 펌프RPM의 선종별 사용특색

모든 선종에서 터보펌프(Turbo Pump)의 RPM은 대부분이 1800 RPM이다. 특히 LNG선을 제외한 모든 선종에서는 Boiler Feed Water Pump, Boiler Water Circ. Pump, M/E Air Cooler Chem. Cleaning Pump는 3600 RPM으로 운전되고 있다. 이는 높은 양정을 필요로 하는 곳에 사용되는 펌프들이다. 또한, LNG선에는 360 RPM의 저속으로 운전하는 주 해수 순환 펌프가 있다. 모든 선종에서 비터보펌프(Non-Turbo Pump)의 RPM은 대부분 1200RPM이다. 특히 LNG선, Container

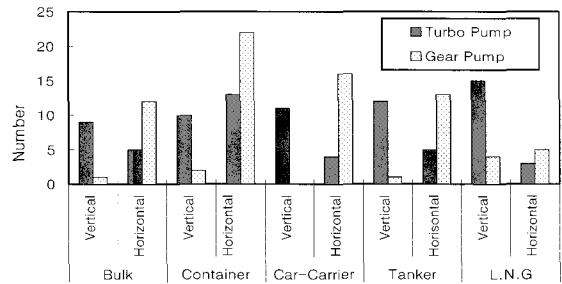


Fig. 9 The characteristics of Pump Types

선에서의 H. F. O. Transfer Pump는 900 RPM이다. LNG선의 Light Oil Transfer Pump와 Tanker선의 Oily Bilge Pump는 1800 rpm이다.

##### 4.4 설치형식의 선종별 사용특색

Fig. 9는 선종별 펌프 설치형식을 보여준다. 모든 선종에서 대부분의 터보펌프(Turbo Pump)는 Vertical Type이다. 그러나 고압을 요구하는 Boiler Water Circ. Pump, Boiler Feed Water Pump, Hot Water Circ. Pump, M/E Air Cooler Chem. Cleaning Pump는 Horizontal Type을 사용한다.

LNG선을 제외한 모든 비터보펌프(Non-Turbo Pump)는 대부분이 Horizontal Type이다. LNG선은 Sludge Pump, H. F. O. Transfer Pump, Engine Room Bilge Pump, Oily Bilge Pump가 Vertical Type이다. 또 Container선, LNG선에서는 Oily Bilge Pump, Sludge Pump가 Vertical Type이다. 보통 Pump는 대부분 Horizontal Type인데, 오수용 Pump로는 Vertical Type이 적당하다. Vertical Type은 설치 장소가 좁거나 흡입양정이 높아서 공동현상이 일어날 우려가 있을 경우 등에 사용한다.

##### 4.5 Pump kW/NCR의 선종별 특색

Fig. 10은 각 선종별로 향해 중 사용하는 펌프와 정박

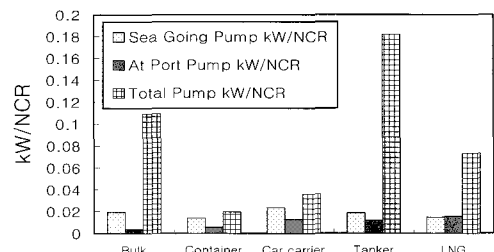


Fig. 10 The Characteristics of Pump kW v.s. NCR

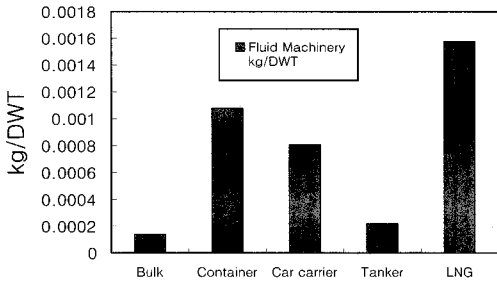


Fig. 11 The characteristics of Pump kg v.s. DWT

중 사용하는 펌프, 그리고 작동 유무와 상관없이 각각의 선박에 설치되어 있는 펌프들의 총 kW의 값을 주기의 NCR(Normal Continuous Rating)로 나눈 값을 보여준다. LNG선을 제외한 모든 선종에서 항해 중 가동되는 펌프가 정박 중 가동되는 펌프보다 Pump kW/ NCR 값이 크다. 이것은 주기의 차이(Diesel Engine과 Turine Engine)로 인하여 LNG선을 제외한 Diesel Engine을 사용하는 선종에서 항해 중 주기와 관련된 펌프들의 사용에 의한 것이다. 각 선박의 제원이 천차만별임에도 불구하고 모든 선종에서 Pump kW/NCR값은 항해 중에 거의 같은 값을 나타냄을 알 수 있다.

#### 4.6 Pump 질량/DWT의 선종별 특성

Fig. 11은 각 선종별 펌프만의 무게(복수대가 설치된 것은 합한 값을 사용하였음)의 DWT대비 값을 보여준다. 위의 Pump kW/NCR값과는 달리 일정한 값을 갖지 않으며 LNG선에서 가장 큰 것으로 나타났다. 제일 작은 값은 Bulk선이고, 그 다음은 Tanker선이다.

### 5. 결 론

5종류(Bulk, Container, Car-Carrier, Tanker, LNG)의 비교적 최신의 선박을 대상으로 선종별 사용현황 및 특색을 조사하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 각 종별 사용현황을 그래프를 통하여 도식화할 수 있었다.

- 2) Turbo Pump의 펌프당 소요동력(kW)이 Bulk선에서는 Ballast Pump, Container선, Car-Carrier선에서는 Main L. O. Pump, Tanker선에서는 Bilge, Fire & G. S. Pump, LNG선에서는 Cargo Pump가 제일 크다. 양정(Head)값은 모든 선종에서 Boiler Feed Water용 Pump가 제일 크다. 용량(Capacity)값은 Bulk선과 Car-Carrier선에서는 Ballast Pump, Container선에서는 Main Cooling S. W. Pump가 제일 큰 값을 가진다.
- 3) Non-Turbo Pump의 펌프당 소요동력(kW)은 용량(Capacity)은 모든 선종에서 H. F. O. Transfer Pump가 제일 크다. 양정(Head)값은 모든 선종에서 M/E F. O. Circ. Pump가 제일 크다.
- 4) 모든 선종에서 Turbo Pump는 대부분 1800R.P.M.이며, Non-Turbo Pump는 대부분 1200R.P.M.이다.
- 5) 모든 선종에서 대부분의 Turbo Pump는 설치형식이 Vertical Type이며 Non-Turbo Pump는 대부분이 Horizontal Type이다.
- 6) Turbine선은 항해 중과 정박 중 Pump kW/NCR값의 변화가 없으며 Diesel선은 항해 중 이 값이 증가한다. 그러나 각 선종의 제원이 다름에도 불구하고 항해 중 모든 선박의 Pump kW/NCR값이 비슷하다.
- 7) Pump kg/DWT는 선종별로 일정한 값을 갖지 않는다.

### 후 기

자료조사에 도움을 준 한국해양대학교 해사대학 운항시스템공학부 4학년 정훈, 안우준, 이현우 군과 기관시스템공학부 4학년 박중환, 김해연 군 그리고 자료정리에 도움을 준 공과대학 기계정보공학부 3학년 박준욱 군에게 감사한다.

### 참고문헌

- (1) 대한조선학회, 1993, 조선해양공학개론, 동명사.
- (2) 이일영, 오인호, 1999, 선박보조기계, 일오출판사.
- (3) 진효중, 김춘식, 1998, 박용보기, 효성출판사.
- (4) 대한조선학회, 2000, 선박의장, 동명사.