

# 漁船과 省에너지 시스템 (II)

한국기계연구소 설계기술실  
(대덕선박분소)  
연구원 유희한·김형수

## 목 차

1. 머릿말	2. 7 연구 성과의 개요	과 의장상의 문제점
2. 연안 어선의 집중 제어에 관한 Total system 개발 연구	2. 8 어군 발견 시스템과 제어	3. 1 개 요
2. 1 개 요	2. 9 복원성 경보 시스템과 제어	3. 2 생에너지 시스템의 구성
2. 2 연구의 목적	2. 10 어로 안전 시스템과 제어	3. 3 직결 보기
2. 3 연구 계획	2. 11 어로 기계 Control system과 제어	3. 4 배기 가스 Economizer
2. 4 연구의 전체 계획	2. 12 Total system 채용선의 운항에 의한 효과	3. 5 폐유 연소 보일러
2. 5 연차 계획	3. 각종 생 에너지 플랜트 시스템	3. 6 냉각수의 폐열 이용
2. 6 연구 조직		3. 7 기타의 생에너지 시스템
		4. 맺 음 말

### 3. 각종 생에너지 플랜트 시스템과 의장상의 문제점

#### 3. 1 개 요

본 자료는 일본박용기관학회 기관연구회의 '83년도 연구과제인 "각종 생에너지 플랜트 시스템과 의장상의 문제점을 종합 정리한 내용으로, 금후의 생에너지 선박의 계획 및 설계를 행함에 있어 참고자료로 활용되리라 생각한다."

#### 3. 2 생에너지 시스템의 구성

현재 선박의 생 에너지를 위해 여러가지의 방법이 채용되어지고 있지만, 크게 구분하면 다음과 같다.

##### (1) 추진 효율의 향상

- 선형 형상의 개량
- 프로펠러 설계 개량(대형화, 저회전화, nozzle, 또는 reaction fin 취부 등)

- 저 선속화(주기출력 저감, 저속 운항)

- 선체 저항 계수(선체 오염 방지 대책)

##### (2) 주기 연료비의 저감

- 신형 엔진의 개량(연료 분사계 급기 효율 개선 등)

- Deaerating

- 저질유 사용

##### (3) 보기 구동 효율의 향상

- 주기 구동 보기(이하 직결 보기라 칭한다)의 채용

• 직결 발전기

• 직결 펌프

##### (4) 폐열 회수

- 주기 배기가스 열량의

이용: 배기 가스 Economizer

터보 발전 plant(이하 배기 E-CO T/G plant라 함)

- 주기 냉각수 열량의 이

용

- jacket, piston 냉각수 : 조수 장치 가열, 온수 가열, 거실 공기 조화

- 소기(掃氣) : 온수 가열 방식, 급수 heater

(5) 폐유의 재이용

- 폐유 연소 boiler의 채용

(6) 전력의 절감

- pump의 2속 제어 및 가변속 제어

- 기관실 통풍기의 고속 제어 및 가변속 제어

- Scoop의 채용

- 자연 통풍의 채용

최근의 선박에 있어서는 생 에너지를 추구하는 선박이 아니더라도 상기의 항목 중 몇 항목 인가가 채용되어지고 있다. 양 케이트 대상의 각사의 생 에너지 선에서는 상기의 항목의 적극적인 채용과 동시에 각 생 에너지 항목에 대해서도 보다 고효율을 목표로 해서 각사 독자 의 연구를 하고 있다. 기관부 plant 전체로서의 생 에너지를 검토 할 때는 선종, 항로, 주기 형식, 운항 방법을 종합적으로 판단함으로써, 각각에 그 선박에 최적인 플랜트 구성을 결정할 필요가 있다. 일률적으로 어떻게 해야 할까를 논하는 것은 불가능하기 때문에 여기서는 무시 하는 것으로 했지만, 상기의 생 에너지 항목 중 기관부 의장에 관계가 깊은 (3) ~ (6) 항목을 대상으로 각사의 실정 조사, 검토 를 행했다.

### 3.3 직결보기

#### 3.3.1 개 요

주기 직결 보기로서 최고로 많이 채용되고 있는 것은 발전기 및 주기 윤활유 pump이다. cargo oil pump, 냉각 청수 pump, 냉각 해수 pump, 연료 pump를 직결한 예도 보여진다. 일반적으로 주기 직결 발전기(이하 축발(軸發)이라 칭한다.)는 가변 pitch propeller(C.P.P)와 조합되어서 주 발전기로서 사용되어지는 경우가 많지만, 배기 가스를 이용한 T/G plant의 부족 전력을 보충하기 위해, 혹은 잉여 전력을 추진력으로 환원하기 위해 장비되는 경우가 있다.

직결 발전기의 장점은 다음과 같다.

- 디젤 발전기와 주기와의 연료 소비차 및 A 중유/C 중유의 가격차에 의한 운항비용 절감을 피할 수 있다.

- 디젤 발전기 사용에 비하여 maintenance가 간단하다.

- T/G 발생 전력이 남는 경우 주기를 motoring하여 주기 연료비 절감이 가능하다.

직결 pump의 장점은 다음과 같다.

- 항해 중의 전력 save

전력적으로는 save할 수 있지만, 반면 주기 감속시 혹은 정지시의 back-up 보기도 필요하고, initial cost의 상승, 시스템의 복잡화, 보기 대수의 증가 배치상의 제약이 크다는 단점도 있어 그 해결이 필요하다.

#### 3.3.2 시스템의 구성

직결 보기 시스템의 구성은

주기의 종류, 구동 보기의 종류 등에 따라 여러가지이다(Table 2). 저속 주기에는 증속 기어를 개입해서 보기를 구동하는 방법, 또한 증속 및 multi 주기에서는 감속기에 의해 구동 속을 빼내는 방법이 많다. 증속 주기도 감속 기어가 없는 경우는 주기축에 직접 접속, 혹은 증속 기어를 개입해서 구동하는 방법도 채용되고 있다. 어느 쪽도 보기를 기어(또는 chain)에 의해 직접 구동하는 방식이고, 유압 pump 구동 방식은 보고되어 있지 않다. 생 에너지를 목적으로 한 경우는 유압 구동 방식은 현시점에서는 성립하지 않을 것이다.

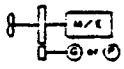
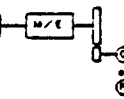

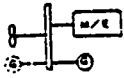
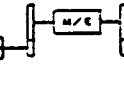
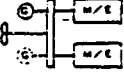
#### 3.3.3 구조 및 배치상의 문제점

기어 또는 주축 직결에 의한 구동 방식의 경우에 최고로 문제로 되는 것이 배치상의 제약이다. 당연히 직결 보기는 주기 또는 주기 가까이에 장비 되어 지지만 주기 및 기어의 형식에 따라 장비 가능한 공간이 한정 되어 있기 때문에 초기 계획 시점에서의 충분한 배치 검토가 필요하다. 특히 직결 보기가 배치되는 기관실 하단 floor는 좁은데다가, 기기 및 배관이 집중되어 있기 때문에 초기 계획 시점에서 부터 개방 점검을 충분히 고려한 배치를 할 필요가 있다.

직결 보기의 구동 취합부에는 주기의 torque 변동 및 축계의 비틀림 진동 흡수를 위해 탄성

Table 2. 축발 및 직결 보기 양케트

⊕ clutch 유  
⊖ clutch 무

방식구분	축 발		직 결 보 기	
	1000 PS 이상	5000 PS 미만	10000 PS 이상	5000 PS 미만
저속주기	 <p>1) 축발, 각종 펌프의 구동</p> <p style="text-align: right;">1사</p>			
	 <p>1) clutch 기동으로 서 spacer를 삽입하고 있다.</p> <p>축발 260 kw × 1</p> <p style="text-align: right;">1사</p>		<p>1) ⊕ 수동clutch /탄성 계수/중속기/gear 계수를 개입해서 L.O pump 구동</p> <p>2) ⊕ L. O pump 구동</p> <p>3) ⊕ L.O pump 구동</p> <p style="text-align: right;">3사</p>	
		<p>1) 축발 240 kW × 1대는 항해중만 사용</p> <p style="text-align: right;">1사</p>		
중속주기	 <p>1) ⊕ air clutch 방식 원격 1기 축 절체</p> <p style="text-align: right;">1사</p>	<p>1) ⊕ clutch는 주기와 R/G간에 있고, gear 식, 기축 수동 주기 회전수 저하에 따라 ACB 자동 차단을 행한다.</p> <p>축발 920kW × 2대</p> <p>2) ⊕ 축발 500kW × 1대 각종 펌프 (L.O, S.W, F.W) 모두 주기구동식 원심 clutch/air clutch 사용</p> <p style="text-align: right;">2사</p>	<p>1) ⊖ 유성치 차에 의한 L. O pump. R/G &amp; T/C L.O pump 구동주기 회전수, 유압으로 전동 펌프 기동</p> <p style="text-align: right;">1사</p>	
			<p>1) ⊖ 축발 450kW × 1대와 주기는 직접 접속 방식</p> <p>2) 축발 180kW × 1대는 직결 C.O.P 370PS × 2대는 clutch부착</p> <p>3) ⊕ 축발 90KVA × 1대 펌프류는 모두 주기관 chain구동</p> <p style="text-align: right;">3사</p>	<p>1) ⊖ L.O 펌프, R/G.L.O pump 구동</p> <p style="text-align: right;">1사</p>
multi주기	 <p>1) ⊕ 축발 1000 kW × 2대 상용 항해, 하역시 사용</p> <p>2) ⊕ 유압다단식 원격수동 축발 1300kW × 2대 상용항해, 하역시 사용</p> <p>3) ⊕ gear 기축 수동절체, 축발 280kW × 1대</p> <p style="text-align: right;">3사</p>	<p>1) ⊕ 축발 220kW × 2대는 추진용 또는 발전용 인가를 선택하는 4기 2축식 CPP</p> <p style="text-align: right;">1사</p>		

계수를 사용하기도 하고, thrust 변위 및 alignment 조정을 위해 각종 flexible joint 가 채용되고 있어, 보기 취부 때에 축의 alignment 및 축계 비틀림 진동에는 특별한 주의를 할 필요가 있다. 직결 보기 구동계의 기어 및 flexible joint로의 주기 축계 비틀림 진동의 영향을 경감하기 위해 취출 위치에 유의할 필요도 있다.

또한 주기관 가까이에 장치되기 때문에 보기대(補機臺)의 설계 및 선각 보강 위치 결정시에는 주기로 부터의 진동에 특히 유의함과 동시에 보기에 연결되는 각 파이프류의 방진에도 유의할 필요가 있다.

3.3.4 주기 직결보기 - (축발)

축발 구동 방식 및 주파수 제어 방식으로서의 다음의 4 가지 방법이 있다.

(1) 간이형 축발 방식 : 주파수 회전수의 제어 장치를 갖지 않고 주기 회전과 직결되어 있다.

(2) 회전수 조정 계수(繼手) 부착 축발 방식 : 전자계수, 다판 clutch 등에 따라 주기 회전의 변동을 흡수하여 일정 회전을 유지한다.

(3) 주파수 변환 장치 부착 축발 방식 : thyristor inverter 등에 따라 비교적 광범위의 주기 회전 변동을 커버 한다.

(4) 유압 펌프 축발 방식 : 유압 펌프로 일정 유압으로 변환에서 발전기를 구동한다. 이번의 양케이트에 보고된 15 건의 축발을 구분하면 다음과 같다.

○ 간이형 축발 방식 : 13 건이 채용되어 있고, 모두 다 CPP와 조합되어져 축발의 주파수 변동의 문제 및 주기 torque에 의한 주기 운전 범위의 제한을 회피하고 있다. 그러나, 주기와 기계적으로 결합되어 있기 때문에 황천시는 허용 주파수를 벗어나는 경우도 있다. 이 때문에 축발의 사용이 제한된다. 일반적으로 이 방식은 주기의 회전 변동의 영향을 받기 때문에 기타의 발전기와의 병렬 운전은 할 수 없다. 또한 주기 governor의 균일치 못함 때문에 축발의 운전을 할 수 없었다는 사례도 있다. 그러나 가격이 싸기 때문에 CPP와 조합되어 잘 사용되고 있다. 간이형 축발 방식과 CPP의 조합의 경우에는 원칙으로서 주기 운전 중은 항상 축발의 사용이 가능하고, 3 건이 clutch 없이 4 건이 기축수동식 clutch(gear clutch, spacer 등)를 채용하여 항상 직결 상태로 사용되고 있다.

축발의 on-off는 ACB로 전기적으로 행한다. 나머지 선박에서는 탄성 계수 부착 clutch, 감속기 조립형 clutch, air clutch, 원심 clutch 등이 사용되고 있다. 이 경우는 원격 조작 및 운전 mode에 따른 clutch에 의한 축발의 자동 on-off로 한 예도 있다. back up용 보조 디젤 엔진을 clutch를 개입해서 축발에 연결시켜 주기 정지시 사용할 수 있도록 한 예도 있다.

○ 회전수 조정 계수 부착

축발 방식 : 고정 피치 프로펠러를 장비한 선박(이하 FPP 선이라 한다)에 채용한 예가 1 건 보고되어 있다. FPP이기 때문에 축발의 사용 가능한 주기 출력 범위가 제한되어 있다.

○ 주파수 변환 장치 부착 축발 방식 : 이번의 양케이트에서는 1 건 밖에 보고되어 있지 않지만, FPP선에의 채용 예가 증가하고 있다. thyristor inverter 등의 전기 설비, 무효 전력 공급용의 발전기, 동기조상기(同期調相機) 등의 구성 기기가 많고 시스템이 복잡하고 전기 설비비가 높지만, 사용 가능한 주기 출력 범위가 비교적 넓게 잡혀져 있기 때문에 FPP선에 채용하는 축발로서 적당하다. 그러나 주기 저부하시에는 축발 구동에 의한 주기 over torque 방지면에서 축발의 출력에 제한이 가해지기 때문에 계획시에는 주의를 요한다. 또한 thyristor inverter 방식의 결점으로서의 주파수 변환시에 발생하는 고주파를 포함한 파형이 그러짐의 문제가 있고, 항해 계기 및 컴퓨터 등 양질의 전원을 요하는 기기로서의 영향도 크며, motor generator의 장비 및 충분한 noise filter에 의한 보호 등의 대책이 필요하다.

또한 FPP 방식 또는 축발을 채용한 경우에는 주기 감속시 및 후진시의 back-up이 필요하다. T/G에 의한 back-up(보일러 압력 저하 또는 nozzle valve lift가 크게 됨에 따라 보일러의 자동 추가 연소

또는 D/G 자동기동), 또는 D/G에 의한 back-up(조작 핸들 위치에 따라 자동 기동)에 의해 회전수 저하에 따른 bl-ack-out 발생을 방지하고 있다.

○ 유압 펌프 촉발 방식 : 본 방식은 종합 효율이 낮게 되기 때문에 특수한 예를 제외하고 생 에너지 plant로서의 채용은 곤란하며, 이 번의 앙케트에서는 채용 예가 보고되어 있지 않다.

### 3.3.5 직결 펌프

직결 펌프의 경우에는 촉발의 경우와 달리 조속 장치를 필요로 하지 않기 때문에 FPP 선에도 많은 채용 예가 보여진다. 이 번의 앙케트에 보고된 9건 중 4건이 FPP선이다. 또한 촉발 및 직결 펌프의 양방을 장비한 선박이 5건이고, 소형 주기에 직결 펌프를 장비한 3건도 모두 촉발을 장비하고 있다.

직결 펌프의 종류로 최고로 많은 것은 주기용 L.O 펌프이고 9건 중 8건에 채용되어 있다. 그 밖에 주기 냉각용 청수 펌프, 해수 펌프도 3건에 채용되어 있고, F.O 펌프를 직결로 한 예도 보고되어 있다. 주기용 펌프 이외로는 cargo 펌프를 주기 구동으로 한 예가 소형선에 2건 보고되어 있다. 주기용 펌프만을 구동하는 경우에는 당연하지만, 주기 운전 중 펌프는 항상 운전 중이기 때문에 펌프 분리의 필요는 없고, 5건은 clutch를 장비하고 있지 않다. 2건에 있어서는 clutch를 가지고

있지만 거어식 기축 수동형이고 펌프 고장시 등의 비상용이다. cargo 펌프를 구동하는 경우에는 상용 항해중의 펌프를 분리하고 cargo unloading의 조작을 용이하게 하기 위하여 전자 clutch 등 원격 조작형의 clutch가 설치되어 있다. FPP 선에 있어서 주기용 펌프와 직결된 경우에는 주기 감속시에 펌프의 토출 용량 및 압력이 내려가기 때문에 전동 back-up 펌프가 장비되어 있다. 일반적으로 주기 회전수 및 펌프 토출 압력을 검출하여 주기 부하 저하시의 back-up을 행하는 방식을 채용하고 있다. 전환시는 유압 저하, 상승에 의한 trouble에도 많아 충분한 조정 운전이 요구된다.

## 3.4 배기가스 economizer

### 3.4.1 개요

주기 가스가 갖는 에너지를 유효하게 활용하여 선박의 운항 연료를 저감시키기 위하여 배기가스 에코노마이저(이하 배 ECO라 함)가 널리 사용되고 있다. 배 ECO는 heater류의 가열 및 tank heating 등의 선내의 잠음 증기만을 담당하는 소형 배 ECO와 T/G의 구동을 행하는 대형 배 ECO로 구분된다. 대형 배 ECO에서는 종래의 단압식(單壓式)의 배 ECO에 부가하여, 더욱 효율 향상을 목적으로 해서 2중 압력 방식의 배 ECO(이하 2중 압력식이라 한다)가 채용되고 있다.

### 3.4.2 시스템의 구성

대형 배 ECO는 각사에서 독자적인 시스템을 개발하고 있으며 대표적인 예로서 Fig. 7, Fig. 8에 표시하였다. 또한 2중 압력식 배 ECO에 의해 더욱 폐열 회수를 꾀한 열수(熱水) flash 식 배 ECO 시스템의 예를 Fig. 9에 표시하였다.

각사의 시스템 간에는 다음과 같은 다른 점이 있다.

(1) 저압 순환 line : 저압수의 순환 방식으로서의 다음의 2가지 방법이 있다.

- 순환 펌프형 : 5건에 채용되어 있다. 고압수 순환 line과 같이, 전용의 순환 펌프를 장비하고 있기 때문에 저압 순환비 선택의 자유도가 높다.

- 급수 분류형 : 2건에 채용되어 있다. 보일러의 급수의 일부를 저압 증기부에 공급하는 시스템이기 때문에 구성은 간단하다.

(2) 배 ECO 예열부의 유무

- 배 ECO 예열부 유 : 7건 중 4건

- 배 ECO 예열부 무 : 7건 중 3건

(3) 급수 heater의 가열 방식 : 단압식을 포함해금번에 보고된 배 ECO T/G plant는 모두 급수 heater를 장비(복수 개의 것도 있음)하고 있다. 그 가열 방식에는 여러 방식이 있으며 아래와 같이 구분할 수 있다.

- 저압 증기에 의한 가열 : 2중 압력식 2건 채용

- 저압 separator 순환수

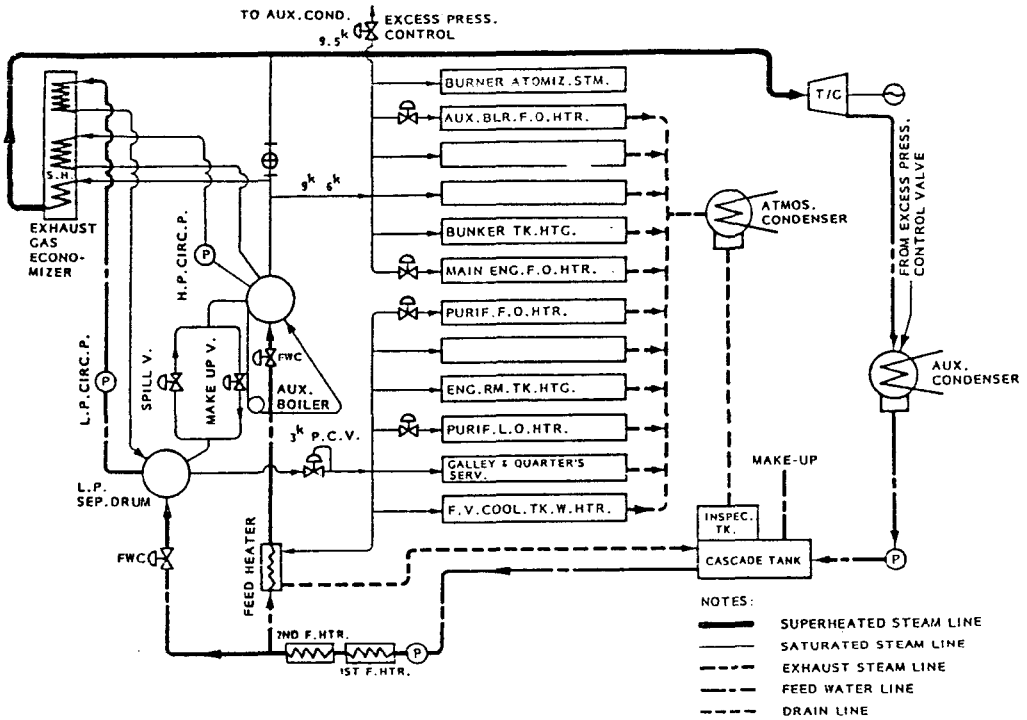


Fig7. A사의 2중 압력식 배 ECO Plant system

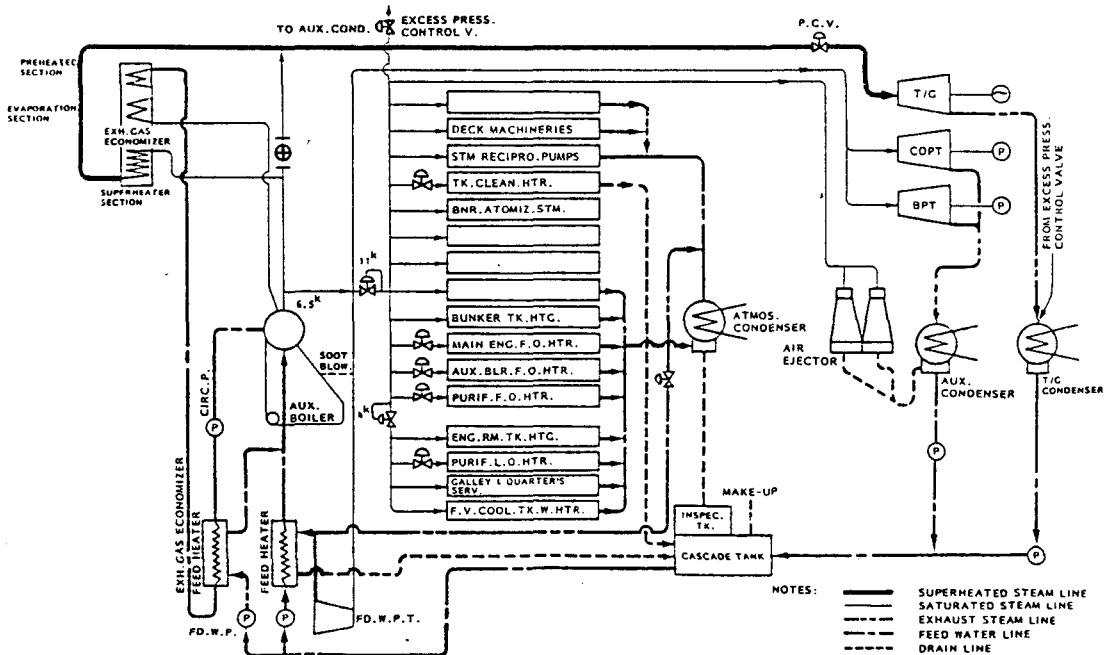


Fig8. A사의 단압식 배 ECO Plant system (T/G 부착)

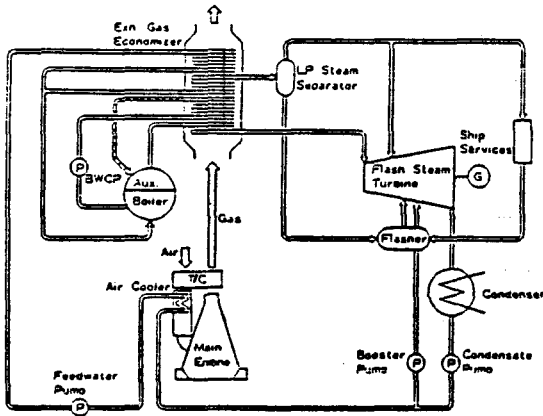


Fig 9. B사의 열수 Flash 배 ECO Plant system

에 의한 가열: 2중 압력식 2진 채용

- 저압 separator drain에 의한 가열: 2중 압력식 2진 채용

- 주기 air cooler에 의한 가열: 2중 압력식 2진 채용

- 보일러 순환수에 의한 가열: 단압식 2진 채용

- 보기 배기 증기에 의한 가열: 단압식 2진 채용

- 예열기 출구 온수에 의한 가열: 단압식 2진 채용

급수 가열 방법은 이상과 같이 여러가지 방식이 채용되어 있지만, cascade tank의 온도, 급수 계획 온도, 저압(고압)수 순환비, 증기 demand 등 전체의 heat balance로 부터 그 plant의 구성에 최적의 방법을 채용해야만 한다. 또한 소형 배 ECO 2진에 있어서는 모두 다 급수 heater는 장비 되어 있지 않다.

3.4.3 계획 조건

전항에 서술한 바와 같이 현

재 채용되어 있는 배 ECO 시스템에는 여러가지 방식이 있어 한번에 비교하는 일은 곤란하지만, 양케트 결과에 따라 특기해야할 점을 pick up하면, 다음과 같이 정리되어진다.

(1) 증기 압력: 2중 압력식의 경우는 고압측이 6~8.5 kg/cm<sup>2</sup>, 저압측이 3~4.5 kg/cm<sup>2</sup>의 압력으로 계획 되어 있다. 2중 압력식의 예로 습압(濕壓) 터빈을 채용하여 한층 효율 향상을 꾀한 plant도 볼 수 있다. 대형의 단압식의 경우에는 5~6.5 kg/cm<sup>2</sup>로 되어 있으며, 2중 압력식의 고·저압의 중간의 압력으로 되어 있지만, 단압에서의 배기 가스 회수 열량의 최적 포인트를 목표로 하는 것도 생각할 수 있다. 소형 배 ECO에서는 7~8 kg/cm<sup>2</sup>의 압력이 채용되어 있다.

(2) 급수 온도: 배 ECO 입구에서의 급수 온도는 낮은 만큼 배기 가스 에너지가 회수 열량을 증가시킬 수 있다. 그러나 너무 낮게 계획하면 배 ECO

tube의 가스 측의 저온 부식의 문제 및 배 ECO tube에 그을음이 부착해서 soot-fire의 원인으로 되는 등의 부적합성을 생기게 한다. 따라서 급수 온도를 몇 도로 계획하는 가는 중요한 포인트이다. 배 ECO 입구 급수 온도의 양케트 결과를 집계하면 다음과 같다.

- 2중 압력식 예열기 장비

• 예열기 입구 온도 90℃ : 3진

• 예열기 입구 온도 102℃ : 1진

- 2중 압력식 예열기 무

• L.P 증발기 입구 온도 100℃ : 1진

• L.P 증발기 입구 온도 135℃ : 2진

- 단압식 예열기 유

• 예열기 입구 온도 120℃ : 1진

- 단압식 예열기 무

• L.P 증발부 입구 온도 120℃ : 1진

• L.P 증발부 입구 온도 150℃ : 2진

배 ECO 입구 온도가 90~100℃의 plant에서 배 ECO tube에 그을음 부착이 많기 때문에 급수 heater를 설치해서 급수 온도를 120~130℃로 한 예도 있다. 또한 배 ECO tube 저온부에는 황산 부식 방식 때문에 각사 모두 내후성강(耐候性鋼) 및 내황산강(耐硫酸鋼) 등의 내식강을 사용하고 있다.

(3) 순환비: 배 ECO tube 내면의 부식 및 소손 방지면에서

순환비의 선정도 중요한 사항이다. 앙케이트의 결과를 집계하면 각사의 순환비의 상황은 아래와 같으며, 일반적으로 저압측은 고압측보다도 순환비를 높게 설정하고 있다.

- 2중 압력식(고압측)
  - 5미만 : 8건 중 1건
  - 5~7.5 : 8건 중 4건
  - 7.5~10 : 8건 중 2건
  - 10 이상 : 8건 중 1건
- 2중 압력식(저압측)
  - 5미만 : 8건 중 1건
  - 5~7.5 : 8건 중 2건
  - 7.5~10 : 8건 중 2건
  - 10~15 : 8건 중 2건
  - 15 이상 : 8건 중 1건
- 단압식(소형 배 ECO 포함)

- 5미만 : 6건 중 2건
- 5 ~ 7.5 : 6건 중 3건
- 7.5~10 : 6건 중 1건

(4) 배기 가스 온도 : 주기 과급기 출구 부터 배 ECO 입구까지의 배기 가스 온도 강하는 2~17°C의 범위에서 고려되고 있다. 통상 5~10°C로 하는 예가 많으며, 앙케이트의 결과는 다음과 같다.

- 2중 압력식의 경우
  - 배기 가스 온도 저하 2°C : 11건 중 2건
  - 배기 가스 온도 저하 5°C : 11건 중 7건

- 배기 가스 온도 저하 7°C : 11건 중 1건
  - 배기 가스 온도 저하 12°C : 11건 중 1건
    - 소형 배 ECO의 경우
      - 배기 가스 온도 저하 2°C : 6건 중 1건
      - 배기 가스 온도 저하 5°C : 6건 중 2건
      - 배기 가스 온도 저하 7°C : 6건 중 1건
      - 배기 가스 온도 저하 12°C : 6건 중 1건
  - 17°C : 6건 중 1건
- 소형 배 ECO에 비교해서 대형 배 ECO의 경우, 온도 강하는 상대적으로 작게 설계되고 있다. 이것은 대형 배 ECO에서의 폐열 회수가 한계 가까이 까지 행해지고 있기 때문이라고 생각되어진다.

(5) 배기가스 손실 저항 : 앙케이트 결과는 다음과 같다.

- 대형 배 ECO의 경우
  - 100mm H<sub>2</sub>O 이하 : 9건 중 7건
  - 150mm H<sub>2</sub>O 이하 : 9건 중 1건
  - 200mm H<sub>2</sub>O 이하 : 9건 중 1건
- 소형 배 ECO의 경우
  - 100mm H<sub>2</sub>O 이하 : 6건 중 2건
  - 150mm H<sub>2</sub>O 이하 : 6건 중 4건

대형 배 ECO의 경우 일반적으로 100 mm H<sub>2</sub>O 이하로 설정하는 것이 많다.

(6) 배기 가스 온도 변경시의

조치 :

오늘날 주기 연료 소비의 개선이 수 많이 되어있고, 경우에 따라서는 설계가 꽤 진전된 단계에서 배기 가스 온도가 변경되는 경우도 있다. 배기 가스 온도 변경에 대해서는 기본적으로는 배기 ECO의 전열 면적의 변경으로 대처하는 것이 보통이지만, 전열 면적이 불가능한 경우에는 다음의 대책이 취해지고 있다.

- 무 냉각형 과급기의 채용
  - 배기 가스 line에 주기 과급기와 by-pass관의 설치
  - 주기 과급기의 급기측의 공기 출입
  - 주기 과급기의 matching의 조정

그러나 위의 어느쪽도 배기 가스 온도가 상승하면서 연료 소비율이 악화하기 때문에 plant 전체로서의 검토가 필요하다.

### 3.4.4 급수 발산 대책

대형 배 ECO의 경우, 급수 중의 용존 산소를 감소시키는 것은 중요하다. 따라서 배 ECO의 예열부 tube 내면을 산소 부식에서 보호하기 위해 탈산소제 및 PH 상승제 투입 cascade tank의 가열(90°C 정도) 등의 대책이 행해지고 있다. 대형 배 ECO에 관한 앙케이트 결과는 다음과 같다.

- 약품 투입 방법 채용 : 9건 중 7건
- 약품 투입 방법 채용 않



음 : 9 건 중 2 건  
이 중 사용하고 있는 약품으  
로서는 다음과 같다.

- 비트라진 : 8 건 중 6 건
- 이황산 소다 : 8 건 중  
1 건
- 인산 및 가성 소다 : 8

건 중 1 건

약품 투입 방법은 다음과 같  
다.

- 중력식 : 11 건 중 6 건
- 컴파운드 벅셀 식 :  
11 건 중 3 건
- 펌프식 : 11 건 중 2 건

약품 투입 장소는 다음과 같  
다.

- Cascade tank :  
9 건 중 2 건
- 보일러 입구 :  
9 건 중 4 건
- 급수 펌프 입구(중력식)  
: 9 건 중 3 건

또한 cascade 탱크의 가열에  
대해서도 5 건 보고되어 있다.

### 3.4.5 Tube 교환방법

배 ECO tube 교환 방법으로  
서는 다음의 방법이 행해지고  
있다.

(1) 대형 배 ECO의 경우

- 본체 casing을 직접 절  
단하고 빼내는 방법 :

9 건 중 5 건

- 교환용 cover 방식 (man-  
hole 등) : 9 건 중 3 건
- 기타 : 9 건 중 1 건

(2) 소형 배 ECO의 경우

- 발출 space를 확보하는  
방식 : 6 건 중 1 건
- 교환용 cover 방식 :

6 건 중 5 건

2중 압력식과 같이 대형 배  
ECO의 경우 배치상의 제약이  
있어 본체의 casing을 직접 절단  
해서 tube를 빼는 방법이 많고  
소형 배기 ECO의 경우 교환용  
cover를 설치하는 방법이 많다.

### 3.4.6 Soot blow 대책

(1) 대형 배 ECO의 경우 :  
Soot blow에 대해서는 다음과  
같이 분류된다.

- 강구식(鋼球式) :  
8 건 중 3 건
- 증기식 : 8 건 중 2 건
- 수 분사식 : 8 건 중  
2 건
- 공기 분사식 :  
8 건 중 1 건

또한 Soot blow를 행할 때  
증기 등의 부족 대책에 대해서  
의 각사의 생각하는 방법은 다  
음과 같다.

증기식의 경우, 증기 소비량  
이 많기 때문에 Soot blow를  
중단하고, 증기 압력의 회복을  
기다려 재개하는 방식, 보조 보  
일러를 추가 연소하는 등의 방  
식이 채용되고 있다. 또한 수 분  
사의 경우, 주기감속 운전시에  
는 보조 보일러 추가 연소에 의  
한 증기식 Soot blow를 행하는  
방식이 채용되고 있다.

그울음의 퇴적이 약간 빨리되  
기 때문에 fin tube 방식에 대  
해서는 배기 가스 전량 by-  
pass를 행하는 예도 보고되어  
있다.

(2) 소형 배 ECO의 경우

- 증기식 : 11 건 중 9 건

- 수 분사식 : 11 건 중  
1 건

- 강구식 : 11 건 중 1 건  
거의 증기식을 채용하고 있고  
필요에 따라 보일러에 의한 추  
가 연소 방식을 채용하고 있다.

### 3.4.7 배 ECO의 trouble 사례

각사에서 보고된 배 ECO  
trouble 사례는 다음과 같다.

(1) tube의 소손, 누설 : 대형  
배 ECO, 소형 배 ECO 모두  
각사에서 여러 대책이 실행되고  
있어, 소손, 누설 등의 보고는  
작게 되고 있다. 주요한 대책으  
로서는 Soot blow 회수의 증가  
(증기식, 강구식(鋼球式) 으로  
2~6 회/일, 수세식으로 1~  
2 회/일), 주기 정지후의 보일  
러 수 순환수 펌프 운전 시간의  
확보(30분~12시간), 배 E  
CO 본체 부속 배관의 변경  
(header 부에서의 축류(縮流)  
방지, 연도(煙道) 수세 장치의  
추가 설치), 감시 계기의 추가  
설치(배기 가스 draft 계, 고온  
도 경보 등), 배 ECO tube 의  
설단금, 병행류 방식의 채용 등  
을 열거할 수 있다.

(2) Spark 방출 : 출입항시, 연  
돌로부터의 Spark 방출의 cl-  
aim에 대해 2개 회사로 부터  
보고 되었다.

## 3.5 폐유 연수 보일러

### 3.5.1 개 요

최근 선주측 수요에 따라 생  
에너지, 저질 폐유의 유효 활

용의 일환으로서 폐유를 보일러로 처리하는 예가 있다.

여기에서는 주로 폐유 연소 보일러의 실적과 burner, settling tank, 폐유전처리, 운전, 계장에 대해 서술하도록 한다. 또한 금후의 생각해야 할 점도 고려해 보도록 한다.

### 3.5.2 폐유 연소의 실적

연체로서는 폐유 연소 보일러가 채용되어 있는 예가 적다.

보일러에 의한 폐유 연소의 장비가 일반화하지 않은 이유로서 다음과 같은 점을 열거할 수 있다.

(1) 폐유 중에는 수분 및 sludge 등의 미연분(未燃分)을 많이 포함하고 있기 때문에 착화성이 나쁘고 연소가 불안정하다. 또한 현재 장비되어 있는 폐유 소각로에서도 문제를 일으키고 있는 예도 있다.

(2) 폐유 보일러로 처리하는 경우, 다량의 수분 및 sludge가 보일러 노벽(爐壁) 및 전열관에 부식 및 오염을 발생시키지만, 그 정도가 정량적으로 파악되고 있지 않다.

(3) 항해 중의 증기를 배기 ECO에서 담당하는 경우, 폐유 연소 보일러에서 열 회수하는 의미는 없다.

### 3.5.3 폐유 연소의 주의점

(1) 폐유 중의 수분 처리: 폐유의 수분 함유량은 30~50% 정도로 추정된다. 수분에 의한 보일러에서의 폐유 연소시의 실화(失火)를 일으키기 때문에 탱

크 내에서의 수분 처리는 충분히 행할 필요가 있다. 더욱 폐유 service tank 내를 균일하게 하기 위해 agitator 및 분열 펌프에 의한 순환을 충분히 행해 폐유 중의 sludge 및 수분이 편재하는 것을 방지하고, 안정된 연소가 얻어질 수 있도록 배려해야만 한다.

(2) 계장의 방식: 앙케트. 결과는 다음과 같다.

- 폐유 탱크 저 level 일부 trip): 9건 중 3건
- 폐유 온도 고: 9건 중 2건
- 폐유 온도 저: 9건 중 2건
- maker 표준: 9건 중 1건
- 특별한 것 없음: 9건 중 1건

## 3.6 냉각수의 폐열 이용

### 3.6.1 개요

선내의 폐열 중, 주기 배기 가스 다음으로 열량이 큰 것은 주기 냉각수 폐열이며, 소기 폐열 및 Jacket 냉각수의 폐열 등을 비교적 낮은 온도의 가열체로의 이용함에 따라, plant total 효율의 향상을 꾀할 수가 있다. 일반적으로 냉각수를 직접 가열 매체로 하는 온수 가열 방식이 채용되고 있지만, 증기가열에 비해, 온도가 낮기 때문에 전열 면적의 증가가 필요하다. 또한 주기 저부하시 또는 정지시의 back-up용의 설비(증가 가열 heater 등)도 필요하기

때문에 시스템의 복잡화와 가격 상승은 피할 수 없다.

그러나 최근의 저선속화에 따른 주기관의 저마력화 및 주기 저연료 소비화에 따른 배기 가스 열량의 저하에 의해 배 ECO T/G plant의 성립이 곤란하게 되어 배 ECO 부족 증기를 보충하기 위해 주기 냉각수, 소기 등의 폐열 이용이 유효하여 최근 은 채용 예가 증가하고 있다.

### 3.6.2 소기 폐열

소기 폐열을 이용하는 경우에는 주기관의 공기 냉각기를 2단 또는 3단식의 구조로 하고 고온부와 저온부로 나눠 고온부(100~120℃)에서 이용하기 쉬운 온도 수준의 폐열이 얻을 수 있도록 하고 있다. 소기 폐열 회수의 이용 예로 최고로 많은 것은 주기관 공기 냉각기의 고온부를 배 ECO T/G plant 용의 급수 heater(또는 예열기)로서 사용하는 방법이고, 4건의 채용 예가 보고 되어 있다.

그외 주기관 공기 냉각기의 폐열을 비교적 저온의 유가열기 및 탱크 가열, 거주구 난방 등의 가열원으로서 사용한 예도 있다. 소기 폐열을 흡수식 냉동기에 이용하는 방법도 있지만, 고가라는 점과 일반적으로 여름철은 배 ECO에 여유가 있다는 점에서 채용 예는 적다.

### 3.6.3 주기관 Jacket 냉각수 폐열

Jacket 냉각수는 종래부터 조수 장치의 가열원으로서 이용되

어 오고 있어 폐열의 상당분을 회수하고 있다. 그 밖에 탱크 가열 및 거주구 난방용으로 사용 되는 예도 있다.

### 3.7 기타 생 에너지 시스템

#### 3.7.1 해수 line의 scoop 방식

디젤선의 경우에는 비교적 소형의 냉각기가 장비되기 때문에 scoop 방식은 곤란하다고 생각된다. 또한 그 성능상, 배관 길이는 최단으로 할 필요가 있고, 냉각기를 기관실 하부에 집중해서 배치하지 않으면 안된다는 제약 조건도 크다. 그러나 선내 전력의 저감책으로서서는 효과적이며, 특히 주기관련 대형 냉각기를 대상으로 한 경우에는 주기 방열 특성이 거의 scoop 유량 특성에 일치 한다는 점, 주기 기동시에는 냉각이 필요 없다는 점에서 보조 펌프는 불필요하고 단순한 냉각 계통으로 될 수 있는 가능성도 있다.

또한 central cooling 방식 채용의 경우에는 위의 제약 조건도 완화되기 때문에 scoop 방식의 채용이 비교적 용이하다고 생각된다. 현재 scoop 방식의 채용에는 적고, T/G 복수기 용에 채용한 예가 2건 보고되어 있다. 이 경우 전동의 back-up 펌프를 장비하고 있고, 선속 및 telegraph의 신호에 따라 전동 펌프가 자동 발정하도록 계획되어 있다.

#### 3.7.2 자연 통풍 방식

자연 통풍 방식의 채용에 의

해 기관실 통풍 fan의 용량을 간소함과 동시에 선내 전력 절감 면에서 유효한 방법이다. 자연 통풍으로 채용 예가 많지만 주기관의 선외 흡기 방식으로 11건 중 6건의 채용 예가 보고되어 있다. 기타, 기관실 전체의 통풍을 대상으로 자연 통풍구를 설치한 예가 2건 있고 기타의 3건은 자연 통풍의 채용 예가 없는 것으로 되어 있다.

#### 3.7.3 펌프 팬의 2속 제어 방식

냉각 해수 펌프의 2속(또는 가변속) 제어는 비교적 채용 예가 많으며, 주해수 펌프, 복수기 순환 펌프 등 대용량의 펌프를 2속(혹은 가변속)식으로 해서 여름철 이외의 상용 항해시를 저속으로 담당케 함에 의해 선내 전력의 절감을 꾀하고 있다. 펌프 저속시의 토출 압력이 낮기 때문에 cooler의 장비 위치에 제약을 받는 경우도 있어 기관실 하부 스페이스에 cooler flat를 설치해서 cooler를 배치한 예도 있다. 2속(혹은 가변속)으로 함에 의한 각 cooler의 해수 유량 배분에 대한 부적합함, trouble은 별로 없다.

기관실 통풍기를 2속식으로 한 예도 2건 보고되어 있다. 통풍기는 일반적으로 복수대를 장비하고 있고, 외기 온도 및 plant의 운전 상황에 따라 통풍기의 운전 대수를 증감할 수 있기 때문에 2속 fan의 채용 예는 적다. 펌프 및 냉동기 등을

부하에 따라 가변속한다는 것은 생 에너지면에서 최고로 효과적이지만, 비용이 높아 채용 예는 거의 없다.

## 4. 맺음 말

일본어선협회가 실시한 total system에서 조업관리시스템으로서 구성된 시스템 중의 기관 control 시스템, 어로기계 control 시스템 및 안전관리시스템으로서 구성된 복원성 경보 시스템, 어로안전시스템은 어선이 파랑 중에서 일어나는 동요와 선박의 조종 성능과가 복잡하게 얽혀져 있다. 따라서 이와 같은 관련을 명확하게 해서 어선과 어로작업의 안전을 유지해서 승조원의 안전을 확보하기 위해서는 자동제어시스템이 필요하게 되지만, 이번에 소개한 보고 내용에는 이와 같은 종합적인 검토는 행해져 있지 않다.

예를 들면, 파랑 중에서 동요하는 선박의 전복을 방지하기 위한 복원성 경보시스템의 개발을 행하고, 또한 파랑 중에서 동요하는 선박에 의한 외력 및 장애물에 의한 이상의력에 의해 어구의 파손과 승조원의 위험을 방지하기 위한 경보 처리 장치의 개발을 행했지만, 기관 control에 의한 선속의 제어 및 조타장치에 의한 선박의 자세 제어 등에 대해서까지는 연구가 수행되지 않았다. 그러나 연안어선에 대해서 이상과 같이 기술면, 운용면에 걸쳐 종합적인 연구를 행한 예는 없고, 다

양한 연구성과를 얻게 되어 이것을 실용화하고 보급함에 있어서의 지침자료로 활용되리라 기대되며, 일본박용기관학회가 조사한 각사의 생에너지 시스템과 의장상의 문제점의 내용은 금후 점점 선박 plant의 생에너지화

가 요구됨에 따라 금후의 생에너지 선박의 계획 및 설계를 행함에 있어서 참고 자료로 활용되리라 생각된다.

-참고문헌-

1. 日本海事協會會誌,

No. 176, 1981

2. 日本 舶用 機關學會誌,  
Vol. 20, No. 6, 1985  
3. 日本漁船誌, 1985. 4  
4. 日本 漁船機關, 1985. 9

해난사고의 원인과 예방

출연 : 한국어선협회

농 어 민 의 시 간 방 송		(KBS 제 1방송 라디오) 05:05~05:50, 15분간	
6 월		7 월	
일 자	내 용	일 자	내 용
7	충돌 또는 좌초에 의한 해난 사고의 원인과 예방	4	해중전락 또는 조난에 의한 인명피해사고의 원인과 예방
13	전복 또는 침수에 의한 해난 사고의 원인과 예방	11	선체보수와 정비
20	화재에 의한 해난사고의 원인과 예방	18	기관보수와 정비
27	기관고장에 의한 해난사고의 원인과 예방	25	어선검사 준비사항과 검사의 필요성