



# Machinery System Design and Pipe & Instrument Diagram (기관외장 System 및 P&ID )

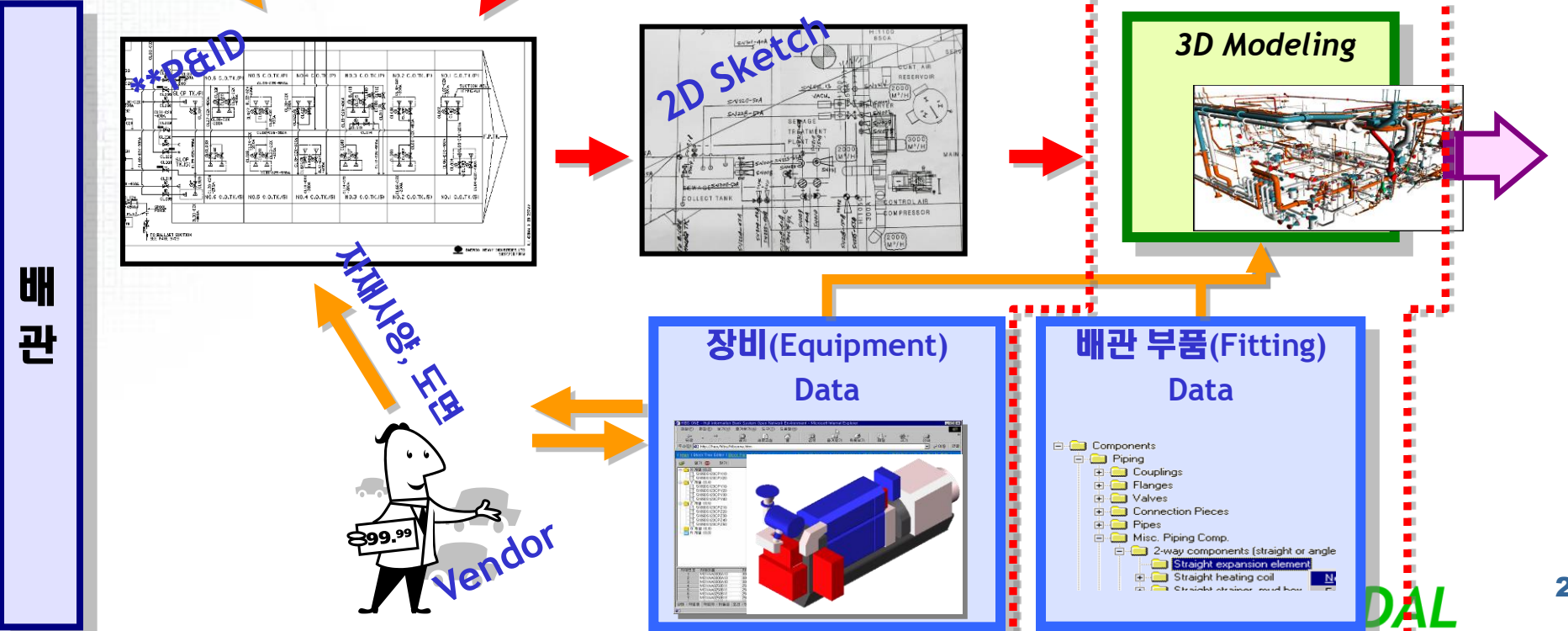
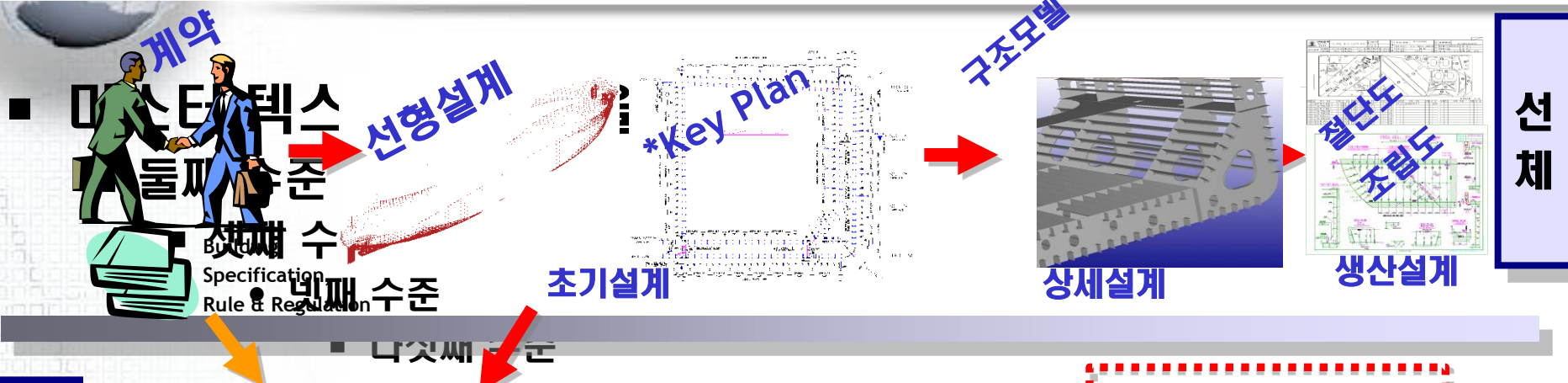
2008.5

서울대학교 조선해양공학과  
이규열

# 계약에서부터 3D 모델링까지

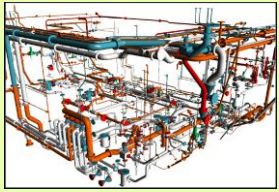
\*Key Plan : MidShip, G/A (General Arrangement), M/A (Machinery Arrangement), Construction Profile, Shell Expansion

\*\* P&ID : Pipe and Instrument Diagram



# 3D 모델링으로부터 설치까지

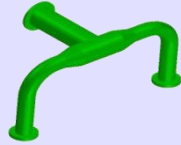
## 3D Modeling



원자재  
소재

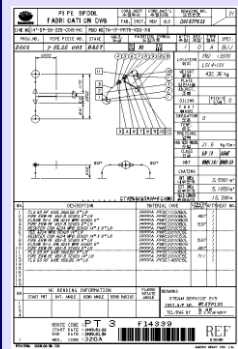
## 제작도면 작성 단계

Piece Generation



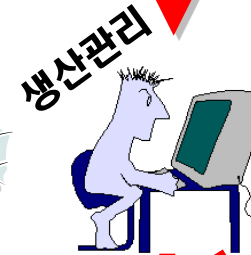
-도금공장 크기 고려  
-자재/생산 설비 고려

도면

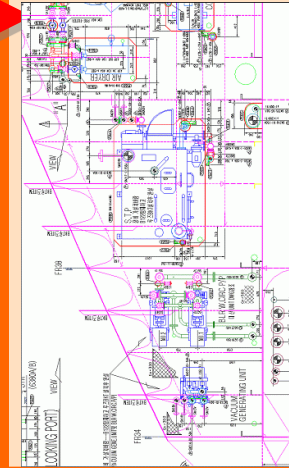


BOM (Bill of Material)

PML (Pallet Material List)

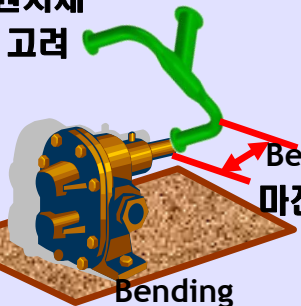


## 설치도면 작성단계



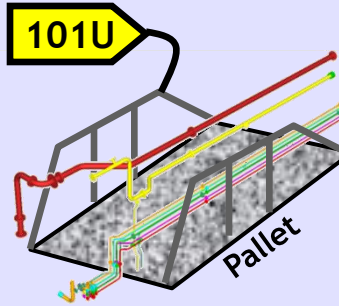
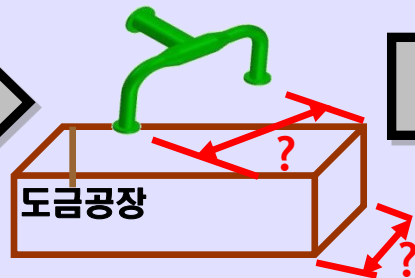
## 배관 제작 공정

원자재 고려



Bending Machine

Bending 마진 고려

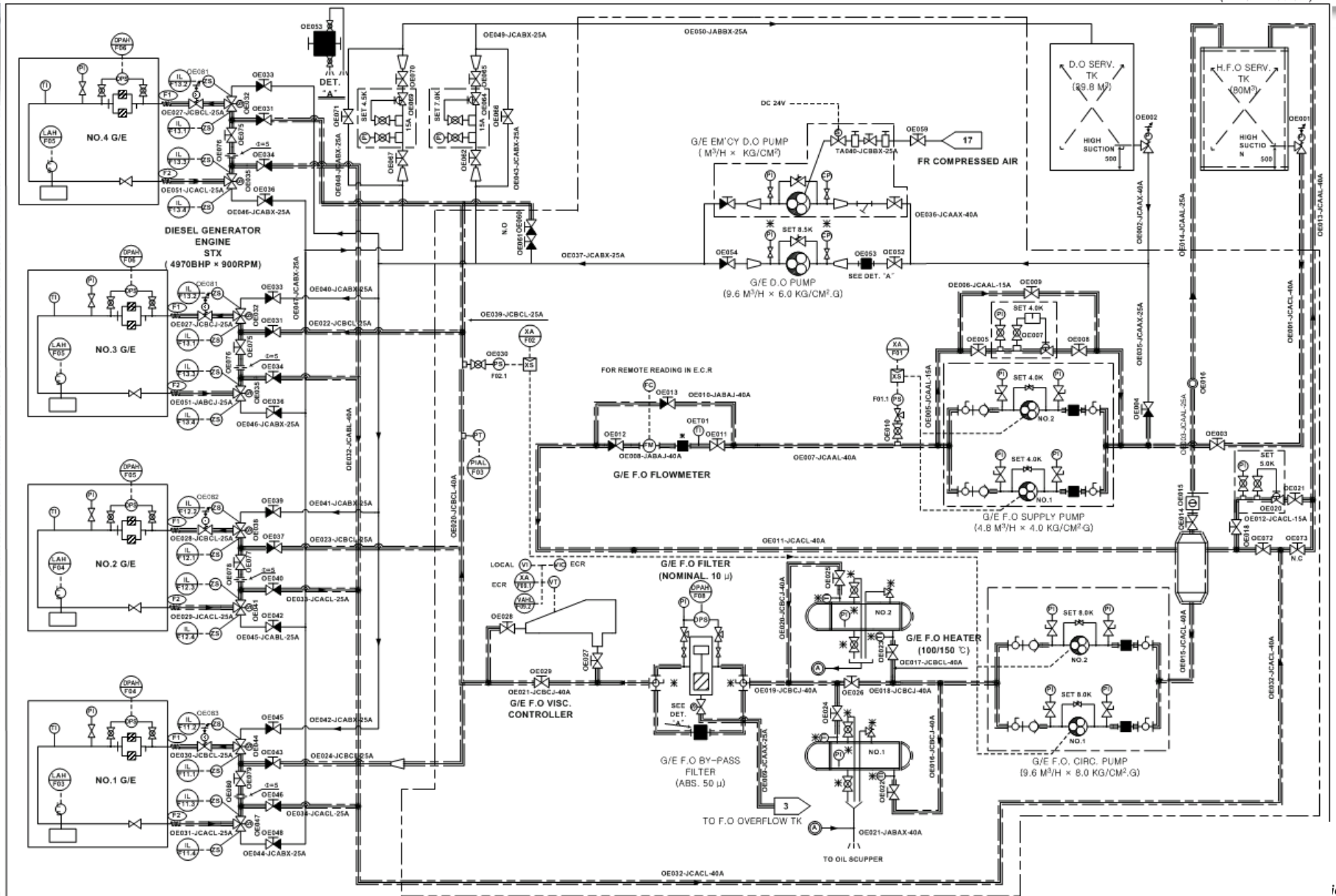


## 설치 공정





# What is P&ID (Pipe and Instrument Diagram)?



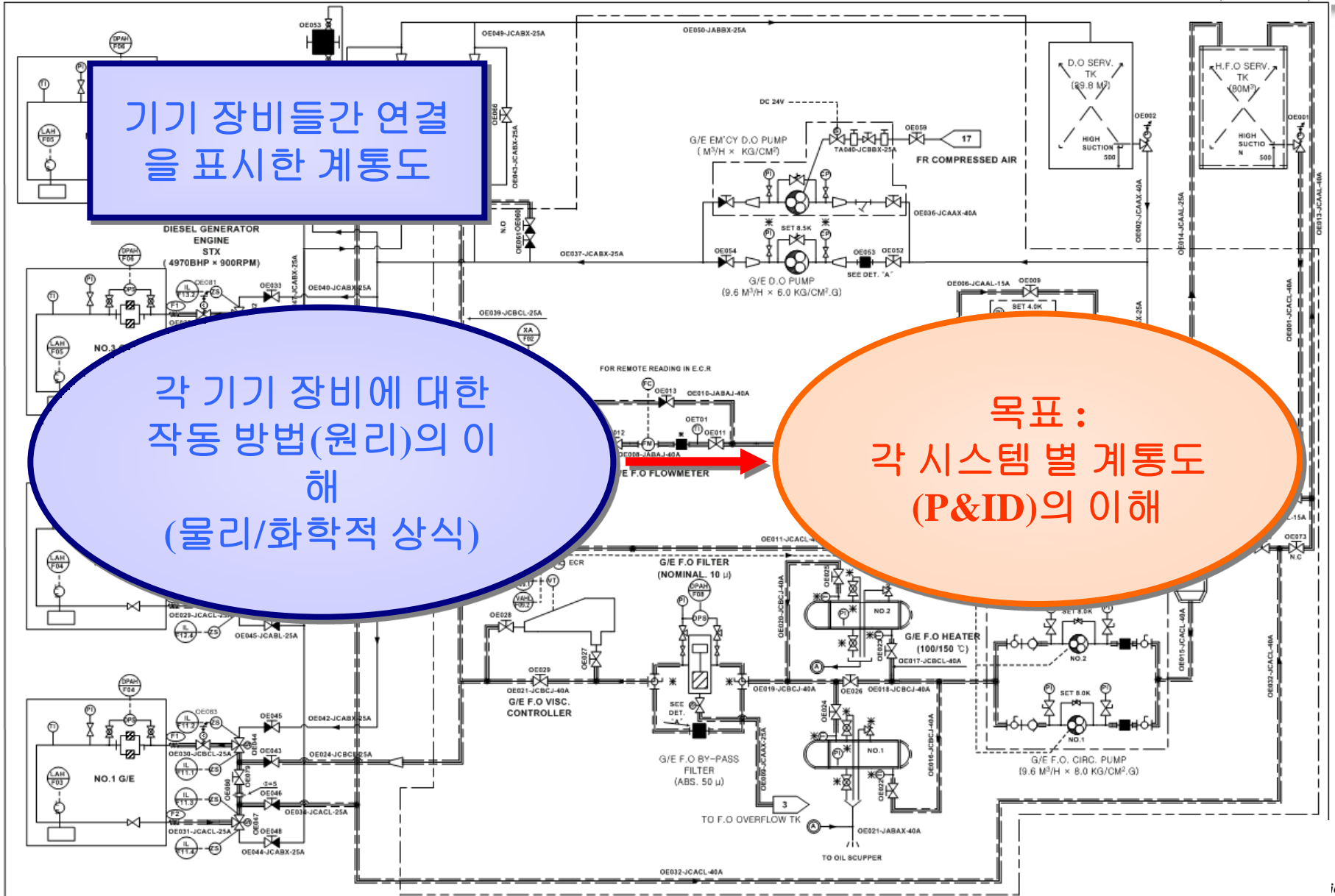


# What is P&ID (Pipe and Instrument Diagram)?

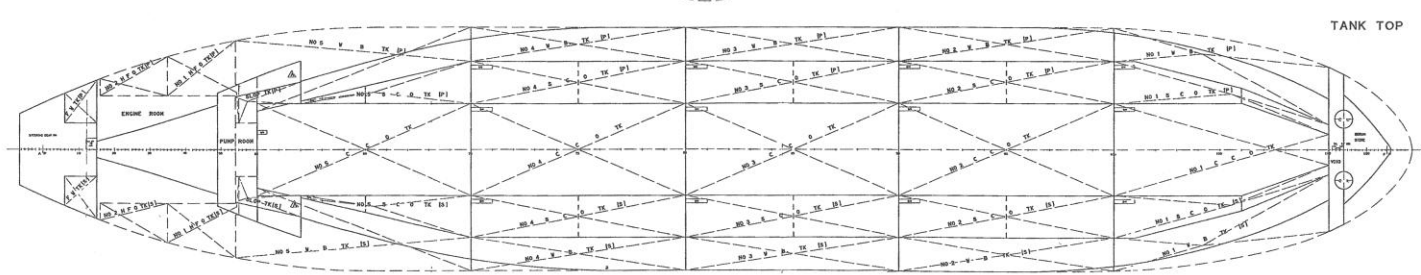
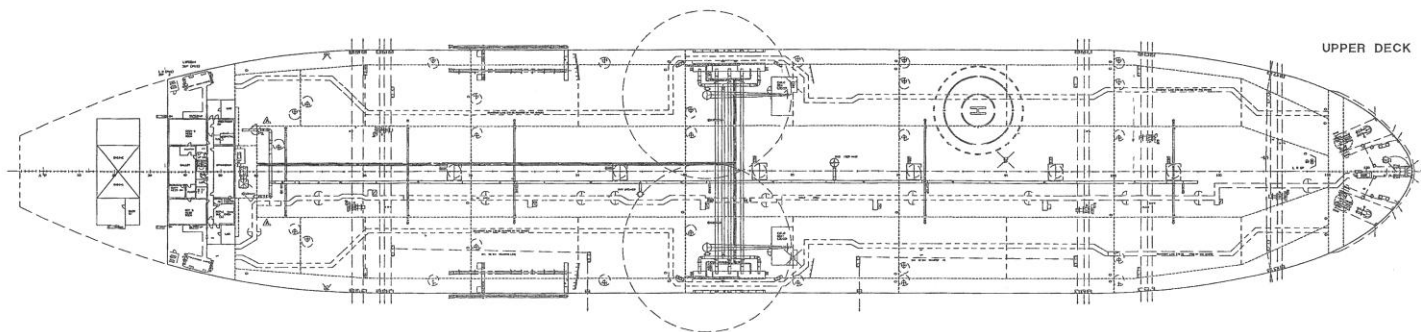
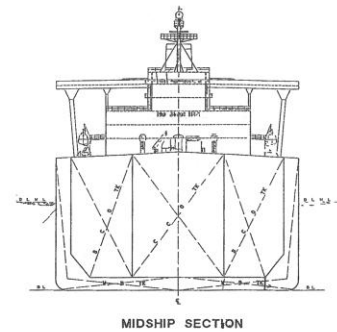
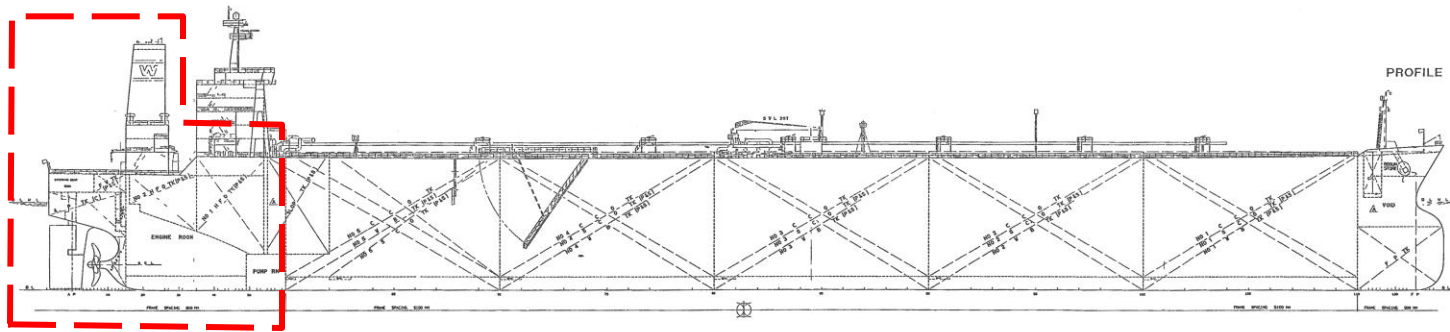
기기 장비들간 연결  
을 표시한 계통도

각 기기 장비에 대한  
작동 방법(원리)의 이  
해  
(물리/화학적 상식)

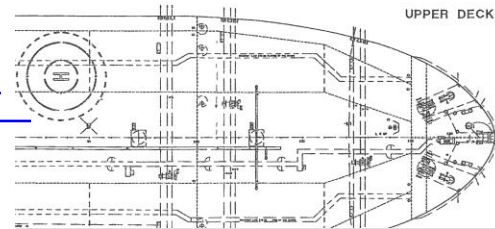
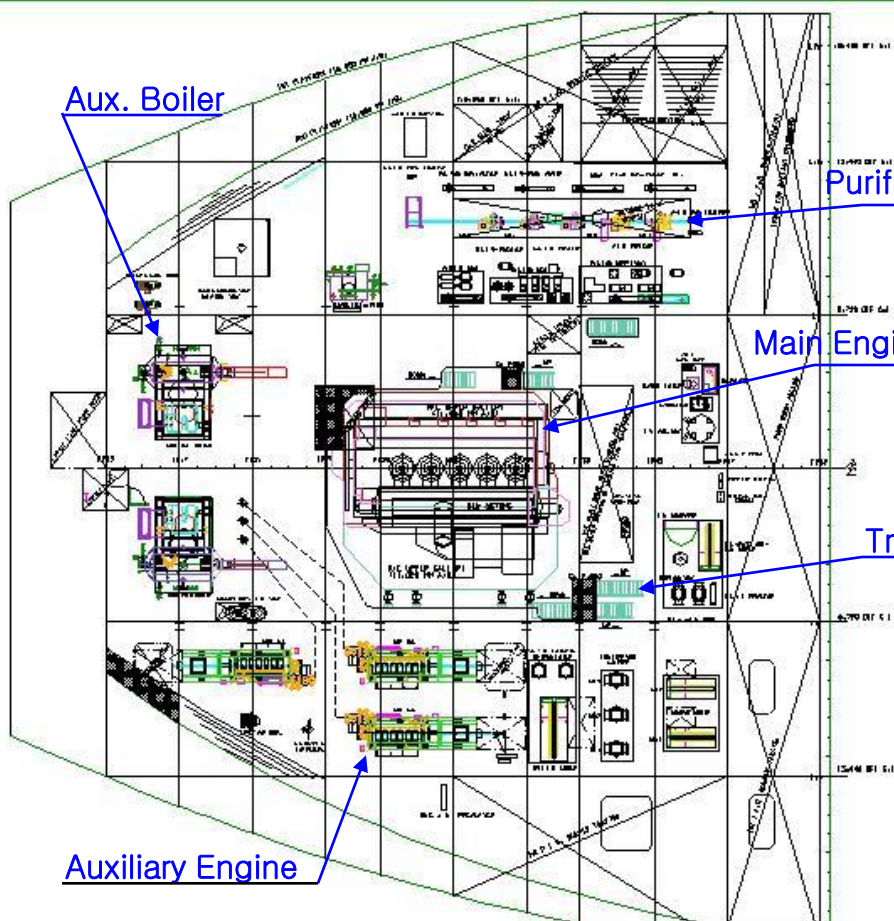
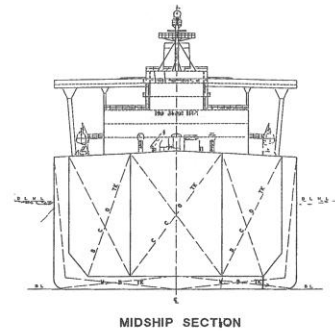
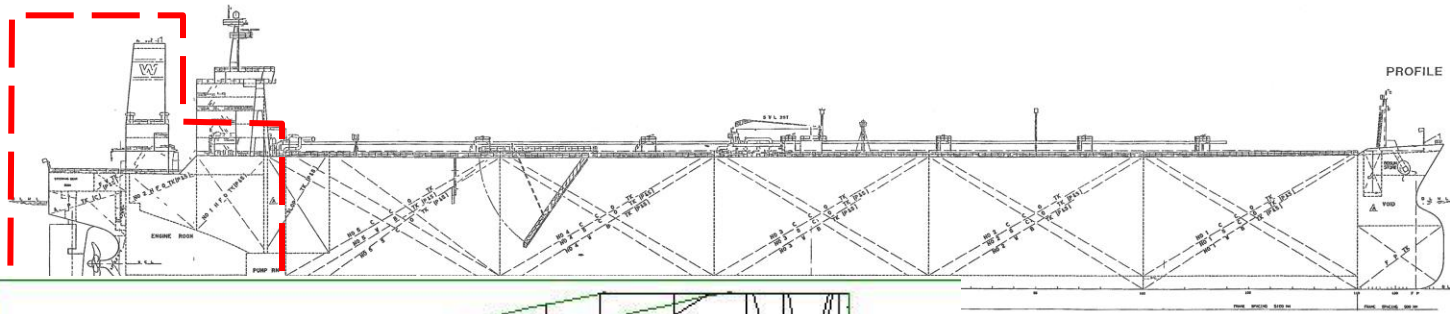
목표 :  
각 시스템 별 계통도  
(P&ID)의 이해



# 기관의장구역의정역집



# 기관의장구역의정의집





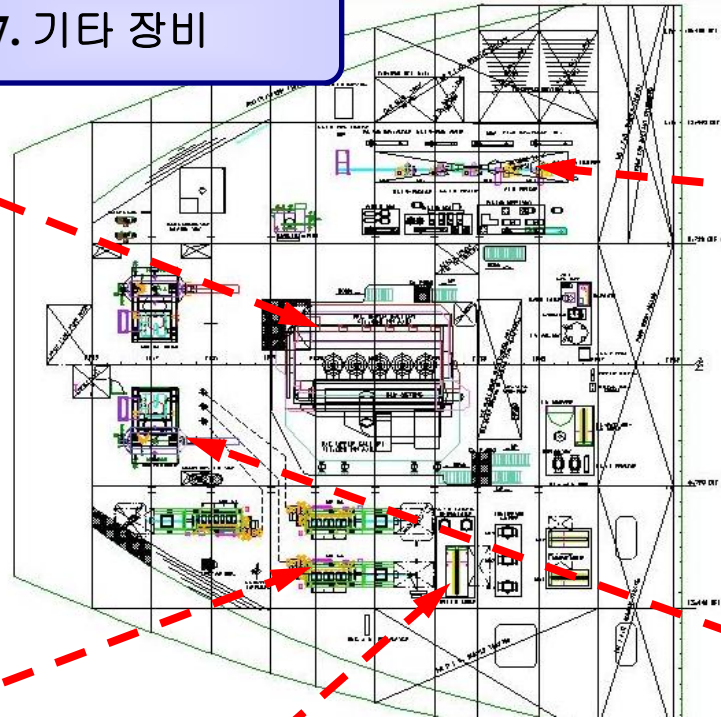
# 기관실 주요 장비일 편집

1. Main Engine



7. 기타 장비

스  
준  
셋  
째



3. Purifier



2. Auxiliary Engine



4. Boiler



5. Fresh Water Generator



6. Main Air Compressor

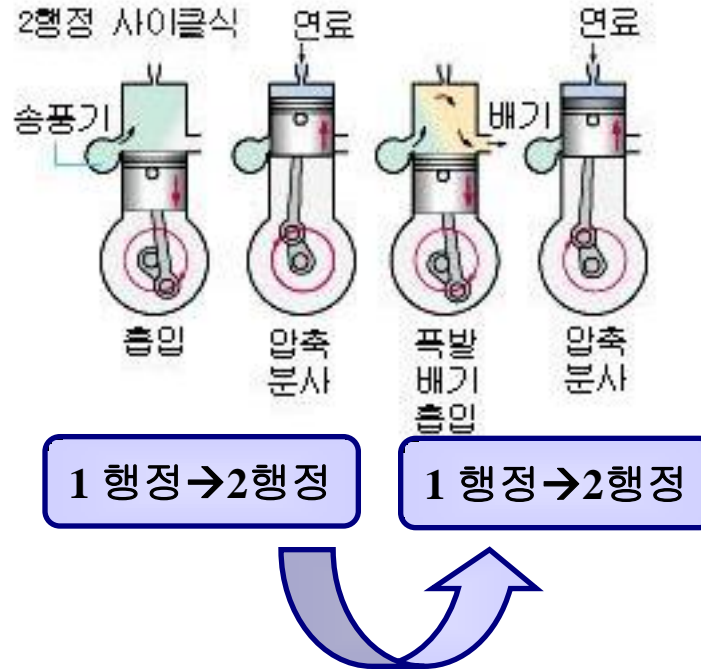
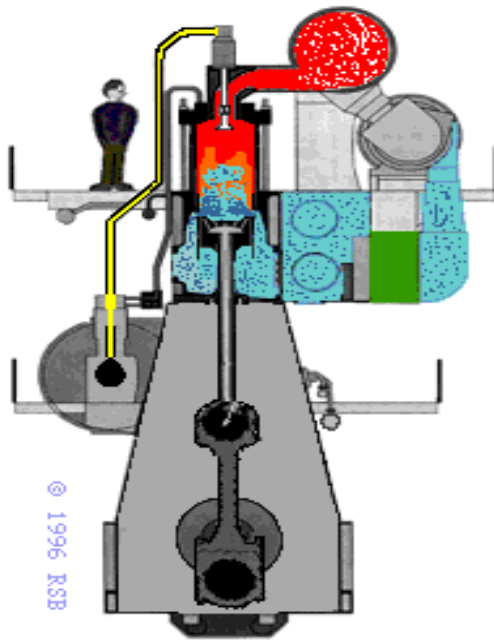


10. Fuel Oil System

8. Compressed Air System

9. Cooling Water System

# 1. Main Engine (주 추진기관)



- 700 cst/50° C의 저질 중유(Heavy Oil)을 사용 → Fuel Oil System 구성을 위한 기기장비 및 Tank 설비(Circulation Pump, Viscosity, Purifier, Heater ..)
- Piston부위 마모 억제 → L.O (Lubricate Oil) System 구성을 위한 기기장비 및 Tank 설비
- Engine 냉각 → Cooling System 구성을 위한 기기장비
- 배기 가스(Exhaust Gas System)의 처리를 위한 설비



# Main Engine 참고자료집

## Viscosity(점도)

### ■ 마스터 텍스트 스타일을 판

- Absolute Viscosity(절대점도): 점도계 액체  
 내의 전단속도가 있을 때 그 전단속도 방향의  
 수직면에서 액체의 방향으로 단위면적에 따  
 라 생기는 전단력 수준으로서 표시하는 유  
 체의 내부저항이다. 점도의 차원은 질량×시  
 간/면적이므로 단위는 N.s/m<sup>2</sup>와 포아즈(Ps) 및  
 센티포아즈(cPs)를 쓴다. (다섯째 수준)  
 1cPs = 1/100 Ps)

- Kinematics Viscosity(동점도): 동점도란  
 점도를 그 액체의 동일상태(온도, 압력)에 있  
 어서의 밀도로 나눈 값을 말하며, 그 차원은  
 (길이)<sup>2</sup>/시간이며, 단위로서는 m<sup>2</sup>/s와 보조단  
 위로서 스톡크(St) 및 센티스톡스(cSt)를 쓴다.  
 (1St = 0.0001m<sup>2</sup>/s, 1cSt = 1/100 St)

- 초당 일정지점에 머물러 있는 면적(점성이  
 높을수록 끈적함)

항목	디젤엔진	가솔린 엔진
연료	경유, 석유	가솔린, LPG
연소사이클	사바테사이클	오토사이클
연료공급방식	분사펌프	기화기 혼합(가솔린은 실린더와 흡기매니폴드에 분사)
혼합기의 형성	압축공기에 연료를 안개상태로 분사(불균일 혼합)	흡입전에 연료와 공기가 혼합된 형태로 흡입(균일 혼합)
착화방법	압축열에 의한 자연착화	전기불꽃에 의한 점화
연소실형상	복잡	간단
압축비	16~23 : 1(공기만)	7~10 : 1(혼합기)
압축온도	500~550℃	120~140℃
폭발 압력	45~70kg/cm <sup>2</sup>	30~35kg/cm <sup>2</sup>
압축 압력	30~45kg/cm <sup>2</sup>	7~11kg/cm <sup>2</sup>
열효율	32~38%	25~32%
연료소비율	150~240g/Psh	230~300g/Psh
기관의 회전수	1600~4000rpm	2000~6500rpm
출력당 중량	5~8kg/cm <sup>2</sup>	3.5~4kg/cm <sup>2</sup>
시동 마력	5 Ps	1 Ps
용도	주로 지프, 버스, 트럭	주로 승용차
장점	·연료소비율이 적고 열효율이 높다. ·연료의 인화점이 높아서 화 재의 위험성이 적다. ·전기점화장치가 없어 고장율 이 적다 ·저질연료를 쓰므로 연료비가 싸다 ·배기가스는 유독성이 적다.	·회전수를 많이 높일 수 있다. ·마력당 무게가 적다. ·진동 소음이 적다. ·시동이 용이하다. ·보수와 정비가 용이하며 부속 품 값이 싸다.



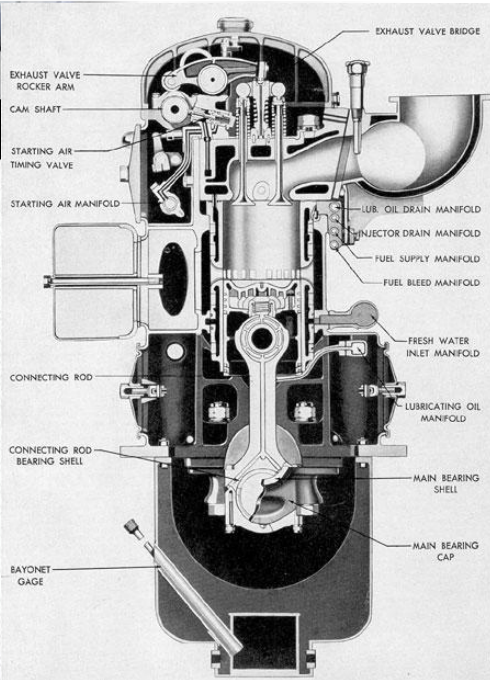
# 1.1 연료유의 분류 및 편집

## 증류순서에 의한 일반적 분류

### 증류순서에 의한 일반적 분류

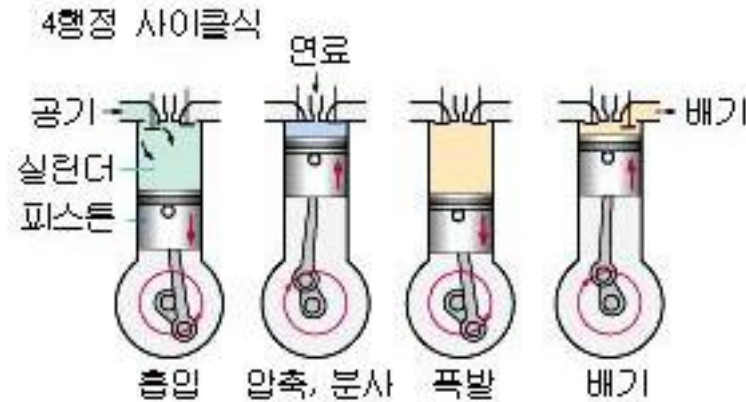
- Gasoline (휘발유)
  - 원유를 정제하여 제일 먼저 증류되어 발생 (미국 : Gas, 영국: Spirit, 독일: Benzine)
- Kerosene (등유)
  - Gasoline 다음으로 증류되는 유분으로 인화점 30~40°C, 비중 0.77~0.85 g/cm<sup>3</sup>, 탄소 85~86.5%, 수소 13.5~14.5%로 구성
- Light Oil or Gas Oil (경유)
  - 등유 다음의 유분으로 인화점 50~90°C, 비중 0.85~0.877
  - 선박에 일반적으로 사용되는 Marine Diesel Oil(MDO)도 여기에 포함됨
- Heavy Oil (중유)
  - 상기 유분을 뺀 마지막 뺀 잔유로서 잔사 연료유(Residual Fuel Oil) 혹은 연료유(Fuel Oil)이라 함
  - 비중 0.9, 수분 0.2~1.0%, 회분 0.02~1.0%, **인화점 80~130°C**
  - 연소시 수분에 의해 소화(消火)되기 쉽고, 회분에 의해 Nozzle이 막히기 쉬우며 과도한 마모를 초래함
  - 주로 디젤기관, 보일러 가열용, 화력발전용으로 사용되는 연료용 중유(Heavy Fuel Oil)를 가리킨다

## 2. Auxiliary Engine (발전기 원동기)



일

본

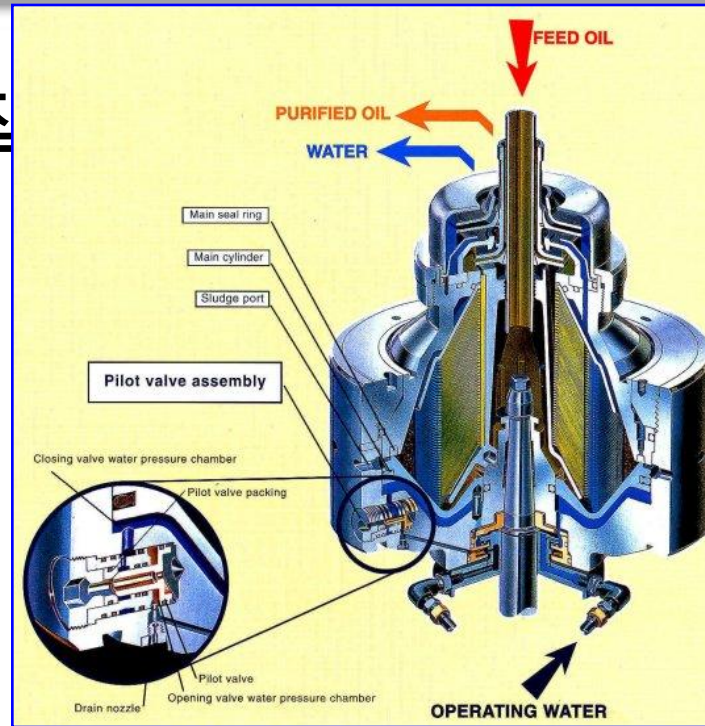


- 선내에 설치되는 모든 전기의 주 전원일 발전기를 구동하는 원동기로서 통상 3~4대가 설치됨
- 통상 중유(Heavy Fuel Oil)를 사용함
- Main Engine의 구동 방식과 거의 동일함으로 유사한 주변 설비 시스템을 구축하여야 함

### 3. Oil Purifier (유청정기)



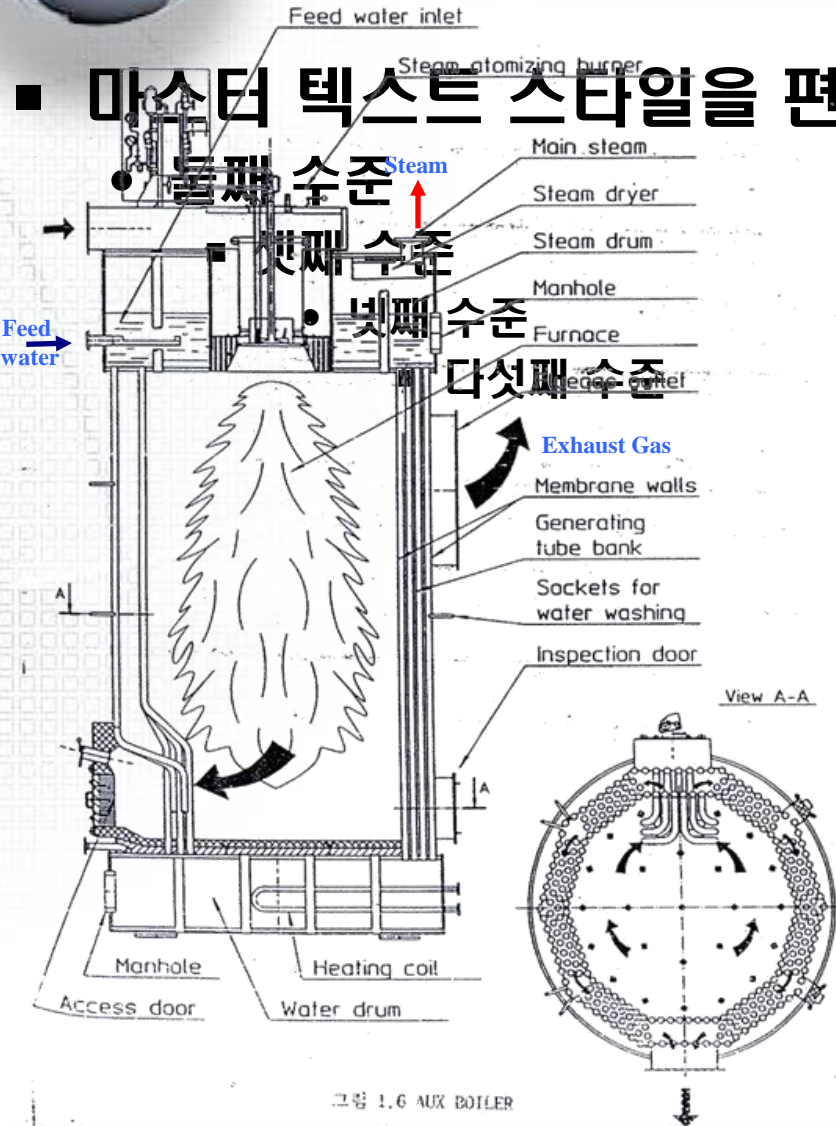
작동



- Main Engine(주기관) 및 Aux. Engine(발전기), Boiler에 사용되는 연료유(H.F.O)에는 수분, 회분등의 불순물은 내연 기관의 연소상태를 나쁘게 하며 마모를 촉진시킨다. 또한, 유회유도 장시간 사용함에 따라 수분과 불순물의 혼입이 발생한다.
- 이와 같은 연료유 또는 유회유에 혼입된 수분 및 불순물을 제거하기 위해 Oil Purifier(유 청정기)를 사용한다.
- 작동원리는 Oil과 불순물 혹은 수분의 비중차를 고속 원심력을 이용 확대시켜 분리한다. (6000~8000 rpm)



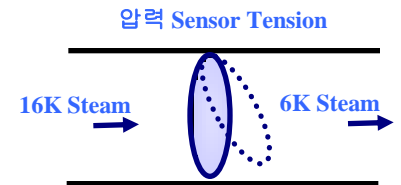
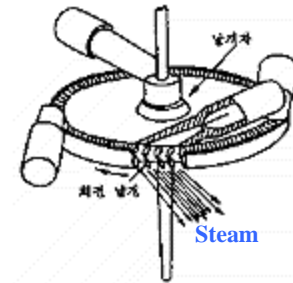
# 4. Boiler 제목 스타일 편집



- 선내의 난방, 취사 및 각종 가열장치에 소요되는 증기를 발생시키는 장치
- Oil Tanker의 경우 Cargo Oil Pump 및 Water Ballast Pump가 Steam 구동 Type일 경우 이를 위한 용량을 고려해야 함
- 일반 상선의 경우 주로 압력 7kg/cm<sup>2</sup>, 온도 169°C 정도의 저압 증기를 생산
- Tanker선의 경우 16Kg/cm<sup>2</sup>의 보일러로부터 16K, 212°C, 6K 168°C, 4K 152°C 등의 증기로 감압하여 사용



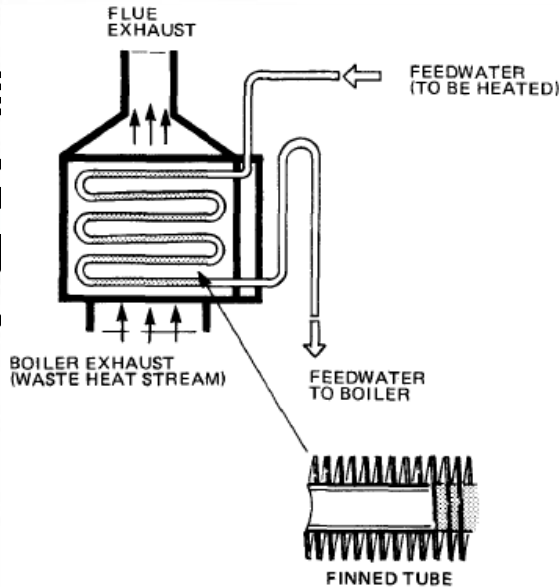
Cargo Oil Pump의 구동



감압밸브

# 4.1 Exhaust Gas Boiler, Economizer (배기 보일러)

- 마스터
- 둘째
- 셋째
- 

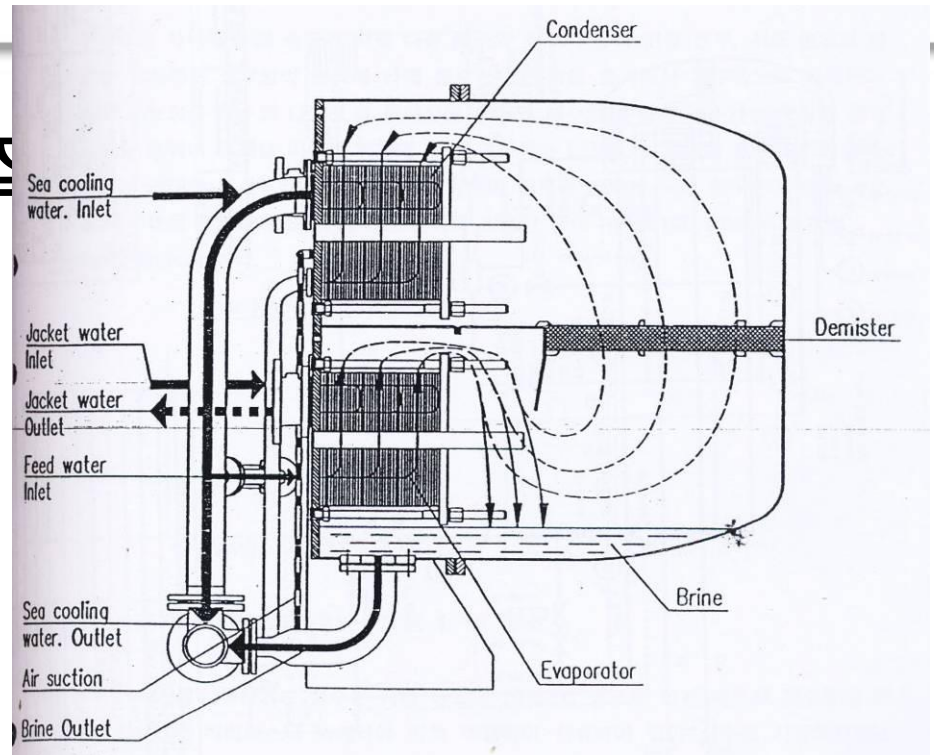


입니다



- 연료 절감을 목적으로 Main Engine의 배기온도가 약 250°C 정도인 것을 이용하여 증기를 발생시키는 장치
- Boiler내의 Boiler Water를 순환펌프로 Economizer를 통해 순환시켜 배기가스로 인해 가열하여 증기를 발생시킴
- Main Engine이 가동 중일 때만 증기발생이 가능하므로 항해시에만 운전됨

## 5. Fresh Water Generator (조수기)

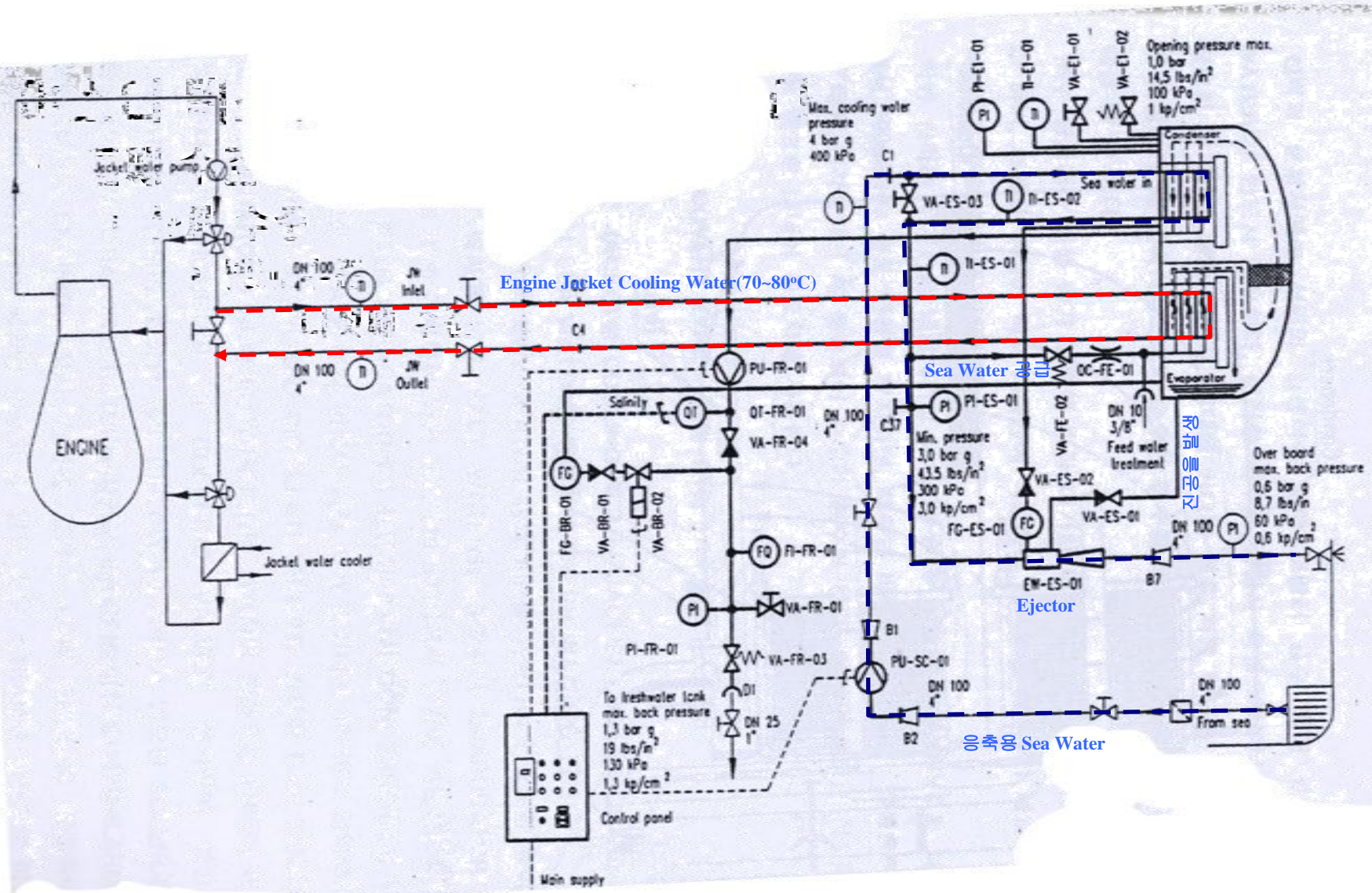


- 선원의 일용수 및 보일러 급수등에 필요한 청수를 생성하기 위한 장비로 해수를 증발시켜 재 응축시킴으로써 순수한 청수를 만든다
- 작동원리는 주기관을 냉각시키고 나온 70~80°C의 엔진냉각수로 해수를 가열/증발하여 Fresh Water를 얻는 Heat Recovery Type과 해수와 청수의 삼투압을 이용한 Reverse Osmosis Type이 있다



# 5.1 Fresh Water Generator (Heat Recovery Type) 의 원리(1)

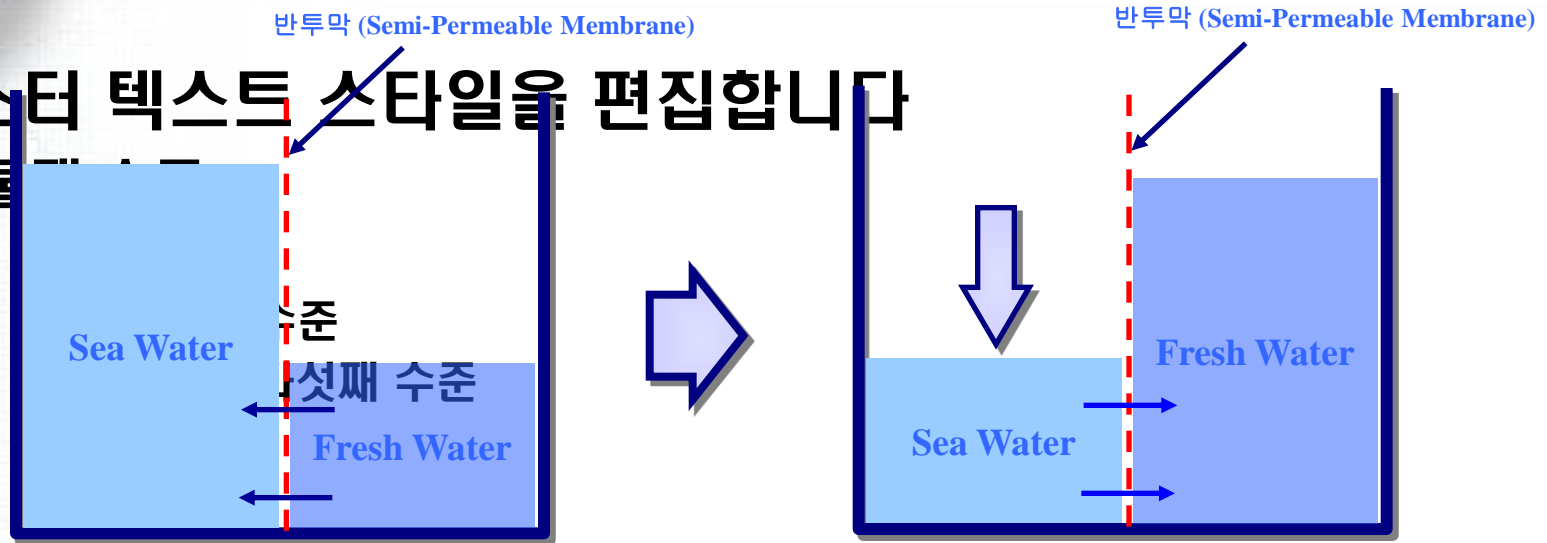
## - P&ID 이해의 기초



## 5.1 Fresh Water Generator (Heat Recovery Type) 의 원리(2)

- Jacket Cooling Water에 남은 열 (70~80°C)을 이용하여 Sea Water를 증류시키는 방식
- Air Ejector를 이용하여 Evaporator내의 Air를 흡출하여 진공도를 높여 낮은 온도(40~50°C)에서 증발이 가능하도록 함
- 여기서 발생된 증기를 다시 Condenser에서 복수(復水)시킴 즉 Sea Water를 조수기 공급용으로도 사용하고, 증기의 응축을 위해 온도를 낮추는데도 사용함, 또한 Ejector를 이용하여 Evaporator내의 공기를 흡출하여 진공을 만드는데도 기여함 (기차가 빠르게 지나가고 나면 주위 공기가 빨려 들어가 순간적으로 진공이 이루어지는 원리)

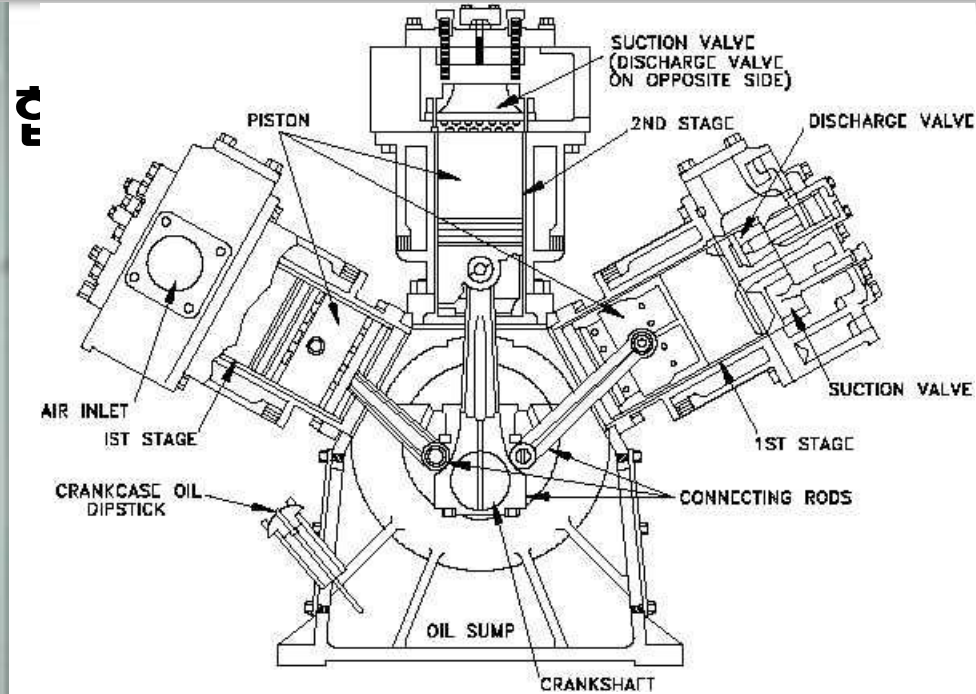
## 5.2 Fresh Water Generator (Reverse Osmosis Type, 역삼투압) 의 원리



- 반투막을 사이에 두고 농도가 서로 다른 해수와 청수가 같이 있을 경우, 서로 농도의 평형을 이루려는 삼투압의 원리를 이해 청수가 반투막을 투과하여 해수로 이동함
- 이때 어느 정도의 해수 Level이 높아지면 투과하려는 압력과 해수의 수압이 평형을 이루게 됨 → 이때 Level의 차이를 삼투압이라 함
- 이 상태에서 해수에 압력을 가하면 해수중의 청수성분만 반투막을 투과하게 됨



## 6. Air Compressor (공기압축기)



- 압축공기는 Main Engine 및 Aux. Engine의 시동에 이용되며 각종 제어장치, 원격 조정장치, 계측, 경보 및 기계정비시 소제용으로 사용됨
- Main Engine 과 Aux. Engine의 시동에는 30kg/cm<sup>2</sup>의 고압공기가 이용됨으로 2대이상의 왕복동(Piston 방식) 공기 압축기로 압축공기를 생산하여 시동 공기조(Starting Air Reservoir)에 저장하고 이를 시동에 사용함

# 6.1 Air Compressor의 종류

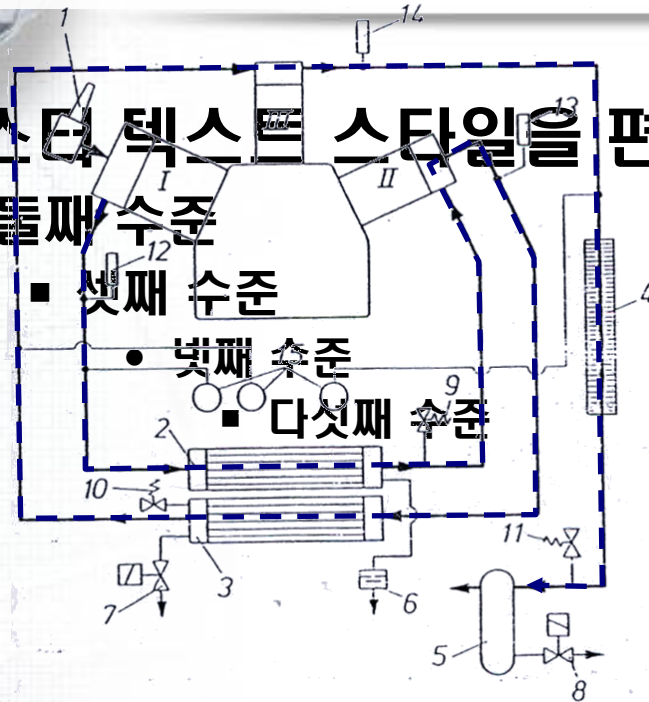
## ■ 마스터 텍스트 스타일을 편집한

### ● 둘째 수준

### ■ 셋째 수준

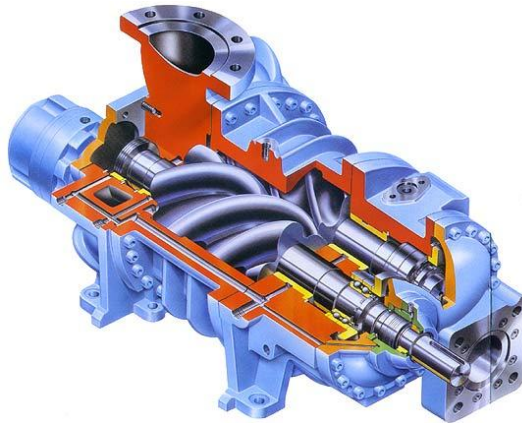
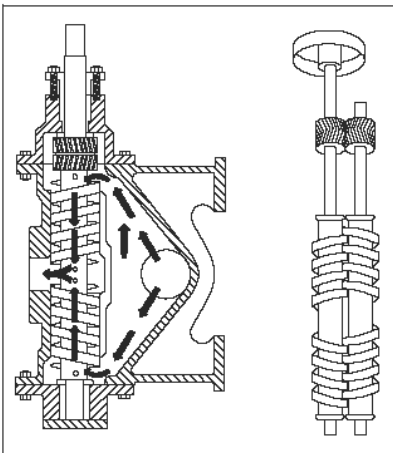
### ● 넷째 수준

### ■ 다섯째 수준



## 왕복형 Compressor

- ① Piston의 하향 Stroke시 1<sup>st</sup> Stage(I) Cylinder에 들어온 Air는 Piston의 상향 Stroke가 시작됨에 따라 배기 Valve가 닫히고 Cylinder내에서 일정압력에 도달할 때까지 압축된다
- ② 일정 압력에 도달하면 I의 배기 Valve가 열리고 압축된 Air는 Cooler(2)를 거쳐 2<sup>nd</sup> Stage(II) Cylinder에 유입되어 일정 압축된 후 Cooler(3)로 유입된다
- ③ 같은 방식으로 3th Stage에서 3단 압축된다



## Screw Type Compressor

두개의 Screw Rotor Shaft가 Motor에 의해 구동되며, Male Rotor의 돌출부와 Female Rotor의 홈과 맞물려 서로 역회전 하면서 그 사이의 공기를 압축하는 방식

# 기타 주요 기기장비(1)



Sterilizer

일

진



Rehardening Filter



Hot Water Calorifier

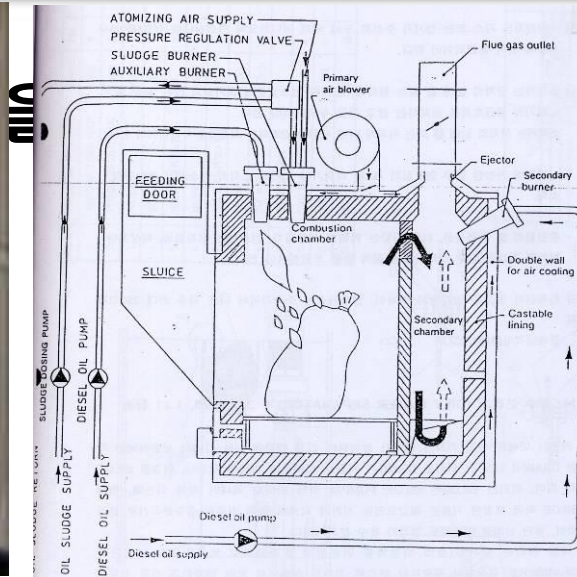
- Sterilizer(살균기) : Fresh Water Generator(조수기)로부터 생산되는 청수(Fresh Water)는 가열 온도가 70~80°C로 낮기 때문에 해중에 포함되어있는 바이러스나 박테리아 등의 미생물이 함유되어 식용으로 사용하기 부적절함 → 자외선 살균식, 음이온전해식, 염소주입식등의 살균기를 설비함
- Rehardening Filter(경수화장치) : 조수기로부터 생산되는 청수(Fresh water)는 증류수(Distilled Water)로서 식용으로 사용할 수 없으며, 조수기 내부에서 과냉각 응축되어 공기중의 CO<sub>2</sub>를 흡수하여 산성으로 된다. 이러한 청수를 수산화 이온(OH<sup>-</sup>)을 발생시키는 화합물에 통과시켜 PH치를 상승시켜 약 알칼리수로 만들며 칼슘(Ca), 마그네슘(Mg)등도 녹아 들어가게 하여 경수화하여 자연수와 같은 음용수로 변환시키는 장치
- Hot Water Calorifier (온수 가열기) : 선내에 필요한 온수를 공급하기 위해 청수를 가열시키는 장치로서, 주로 증기 혹은 전기를 이용한다. (약 70~80°C)



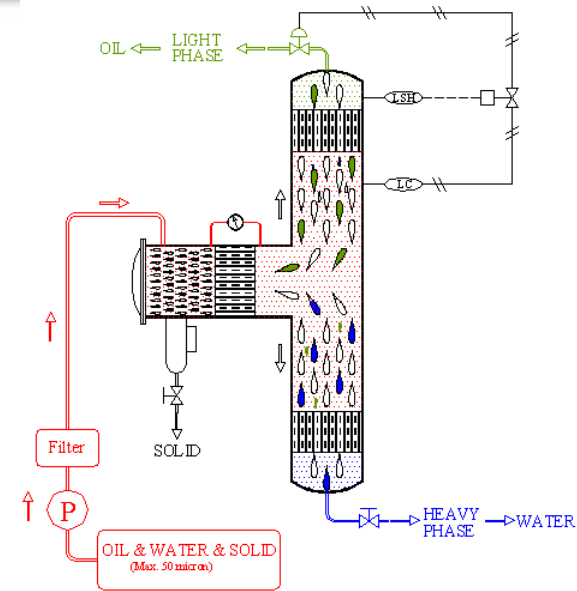
# 기타 주요 기기장비(2)



Swage Treatment Plant



Incinerator



Oil Separator

- Sewage Treatment Plant (오수처리기) : 선내에서 발생하는 오수 및 폐수를 해상오염을 방지하기 위해 미생물학적(Biological Type) 혹은 화학적(Chemical Type)으로 분해하여 배출하는 장비
- Incinerator (소각기): 생활 폐기물, 연료유나 윤활유의 폐유, 기관실 Bilge로부터 분리해낸 기름등을 선내에서 소각하는 장비 (예열온도 : 650°C, 배기가스온도: 850~1200°C)
- Oil Separator (유수분리기) : 기관실내의 장비의 운전시 발생하는 Drain은 최하부 Floor에 모이는데 이를 Bilge라 함. 통상 Bilge는 Bilge Pump에 의해 바다로 내보내게 되는데 이때 물과 기름을 분리하는 장치

## 기타 주요 기기장비(3)



양극 (anode) :  $2\text{Cl} \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}$

음극 (Cathode) :  $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e} \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2$

↓



↓



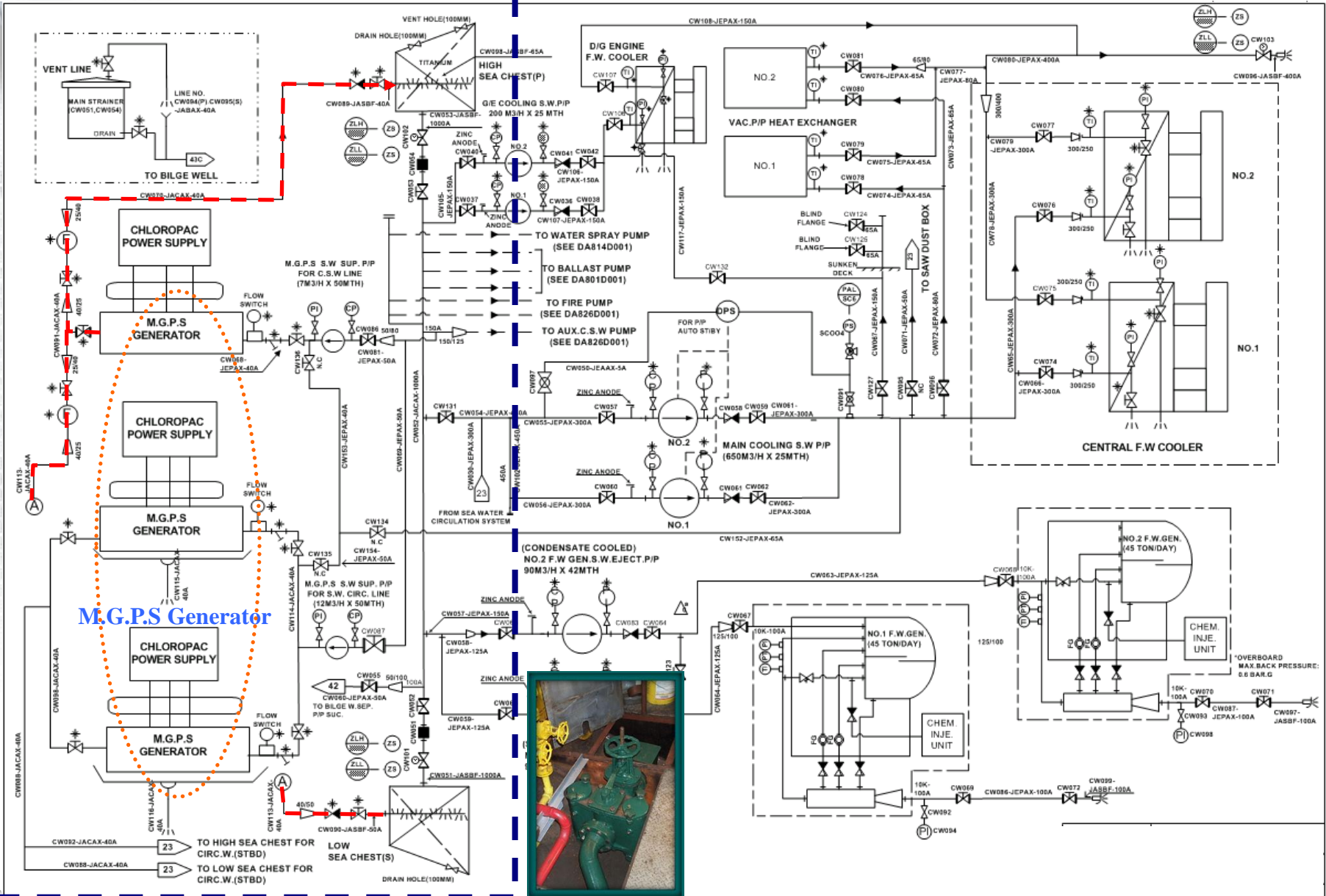
### ■ M.G.P.S (Marine Growth Preventing System)

선박의 Cooling System을 구성하고 있는 기기 및 Piping에 해수가 유입됨으로써, 해수에 의한 생성물 (Growth of Micro-Organisms, Shells, Slime, Seaweed etc.)이 고착하여 Piping 및 기기내부에 Damage를 입히고 나아가 원활한 Flow를 방해하고 관로를 차단하는 결과를 초래함

이러한 문제를 해결하기 위해 전기 화학적으로 여러 가지 해양 생성물들의 고착을 저지시키는 장치를 말함

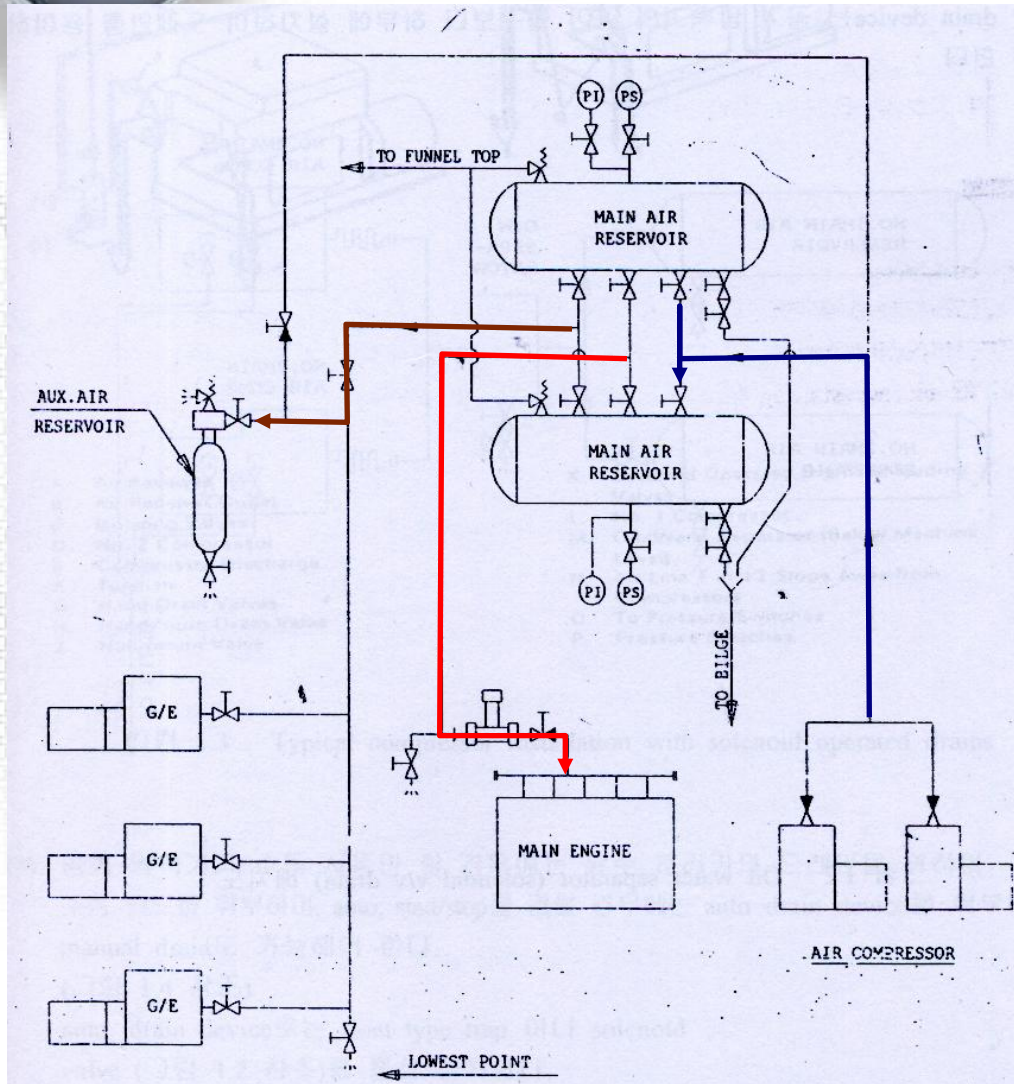
일반적으로 해수에 15,000~2000 ppm의 염소가 ION상태로 존재하는데 이를 전기분해하여 결론적으로 일반 염소보다 수십배 내지 수백배의 강력한 살균작용을 가진 NaClO(차아염소산) 및 HClO(하이포아염소산)을 생성하여 투입하는 방법임

# Sea Water Cooling System (M.G.P.S)





# 8. Compressed Air System의 분류(1)

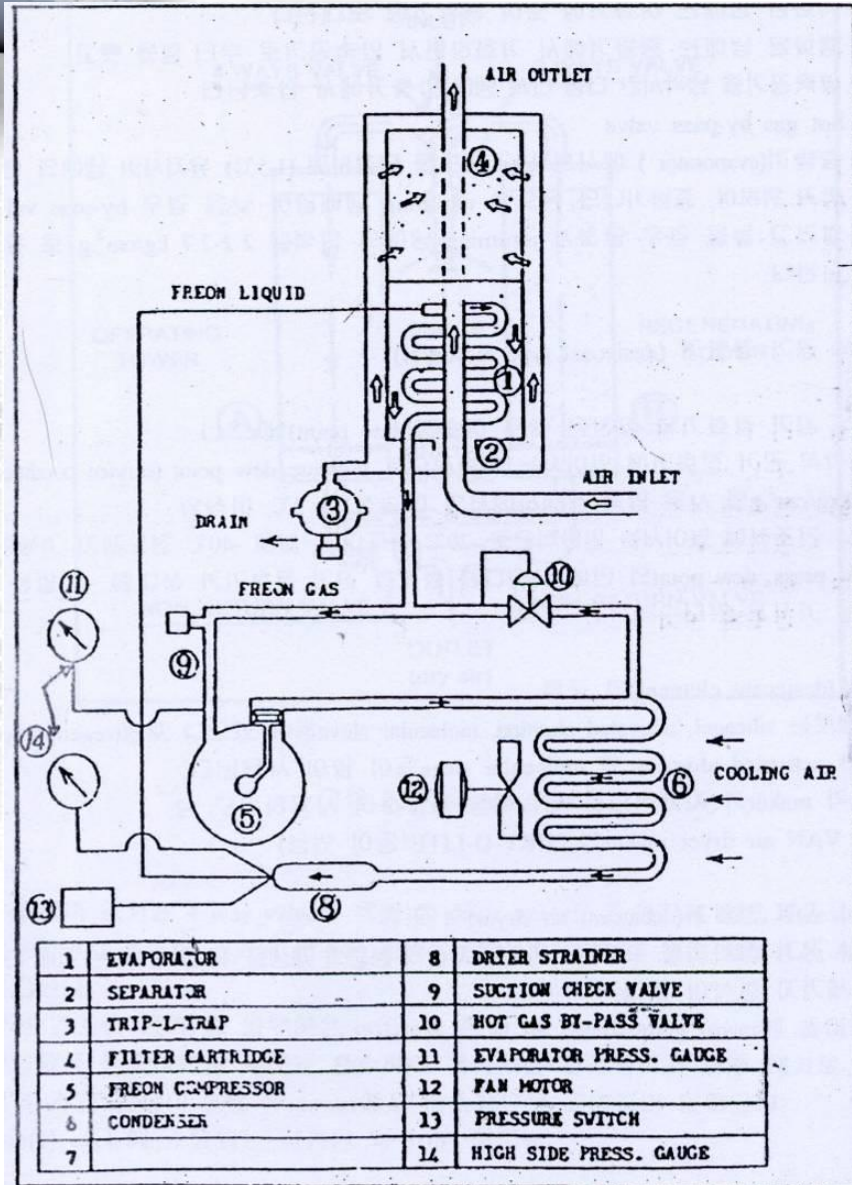


- **Starting Air System** : Main Air Compressor에서 생성된 고압의 Air는 Main Air Reservoir에 저장되며, 이 Main Air Reservoir에서 Main Engine 및 Aux. Engine의 시동용 압축공기로 공급되는 System

## 8. Compressed Air System의 분류(2)

- **Control Air System** : Main Reservoir, Automatic Control Valve, Control Valve, Pneumatic Gauge, 각종 기기류의 Automatic Control 등 자동제어장치 등의 작동용으로 사용되는데 Main Reservoir로부터 Pressure Reducing Valve를 통해 감압시켜 사용하거나, Control Air Compressor과 Reservoir를 전용으로 설치하기도 한다 (Control Air의 경우 System 내의 정밀한 부위를 통과해야 함으로 **Control Air Dryer**로 먼지, 수분, 유분 등을 제거해 주어야 한다)
- **Service Air System** : Radar Mast 와 Funnel Top의 Air Horn, Fire Alarm 및 주요 장비 근처의 청소용으로 사용되며 주로 Main Air Reservoir의 고압공기를 감압시켜 Service Air Reservoir를 채우거나 별도로 Compressor를 설치하기도 한다
- **Quick Closing Air System** : 선박의 화재 발생시 인화물질인 Oil이 F.O or L.O Tank로부터 유출되어 화재가 확산되는 것을 미연에 방지하고 Tank Outlet Pipe Line이 Damage를 입었을 때 Oil 누출을 방지하기 위해 Engine Room Outside에서 주요 Valve류등을 Remote Shut-off 시키는 System

# Control Air Dryer 일 편집



## Air중 수분과 유분의 제거

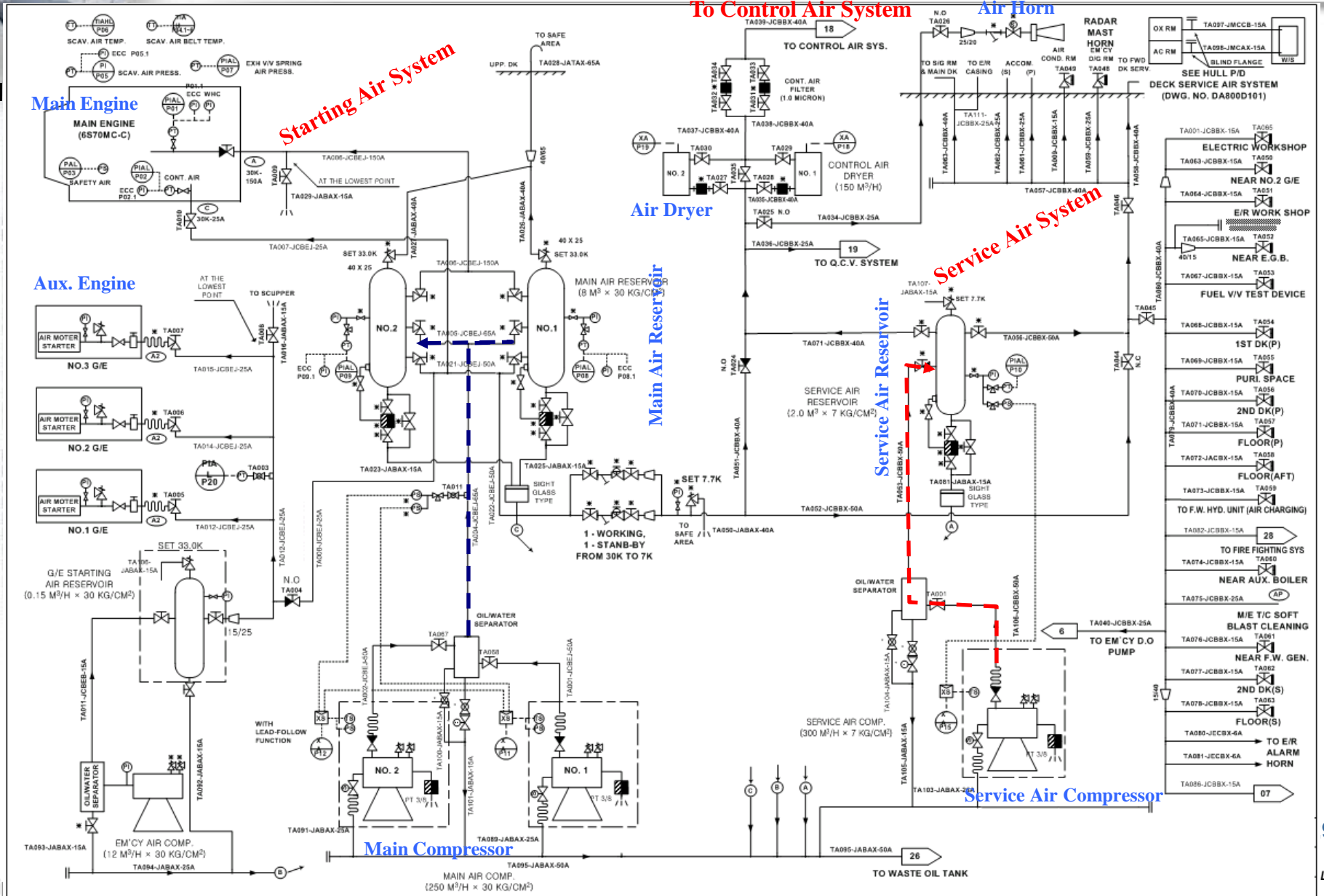
- Air inlet을 통해 들어온 Saturated Air는 ① Condenser Evaporator에서 1.7~5°C까지 냉각되어 수분과 유분이 응축된다
- 응축된 수분과 유분은 ② Separator에서 Compressed Air와는 분리되어 ③ Drain Trap을 통해 Drain된다

## 냉매(Freon)

- ⑤ Compressor에 의해 압축된 Hot and High Pressure Freon Gas(냉매)는 ⑥ Condenser를 지나면서 ⑫ Fan에 의해 냉각되어 액화된다.
- 액화된 냉매는 ⑧ Dryer에 모여 ① Evaporator에 보내진다.
- 액화된 냉매는 Evaporator에서 기화하면서 Compressed Air로부터 열을 빼앗고 냉각시킨 다음 다시 압축된다.

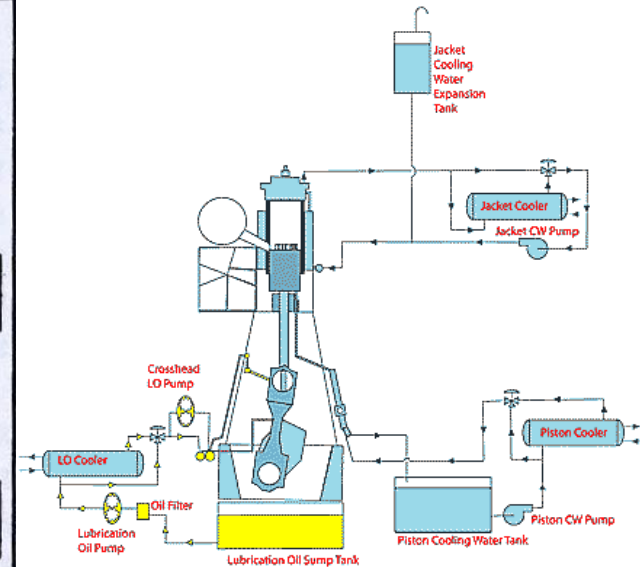
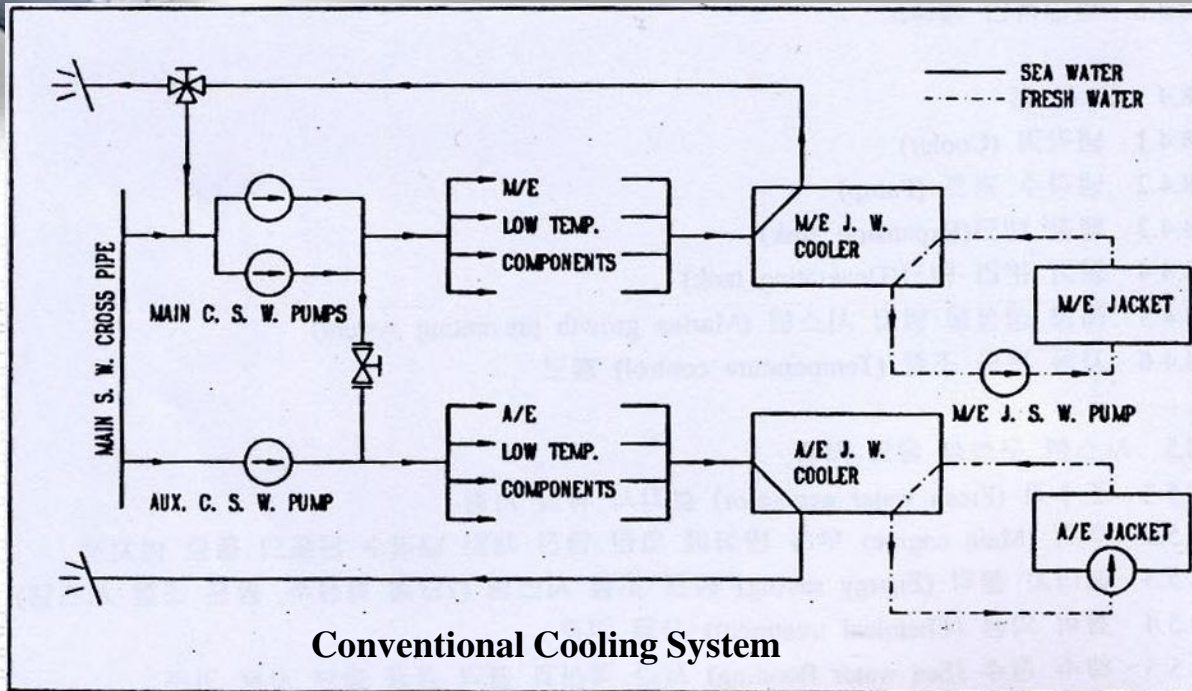


# 8.1 Compressed Air System P&ID



# 9. Cooling Water System(1)

## - Conventional Cooling System



- **Cooling Water System** : 기관실내 Main Engine(주기), Aux. Engine(보기)등의 내연기관의 냉각, Exhaust(폐기) Steam의 응축 및 냉각을 위해 구성하는 시스템
- **Conventional Cooling System**

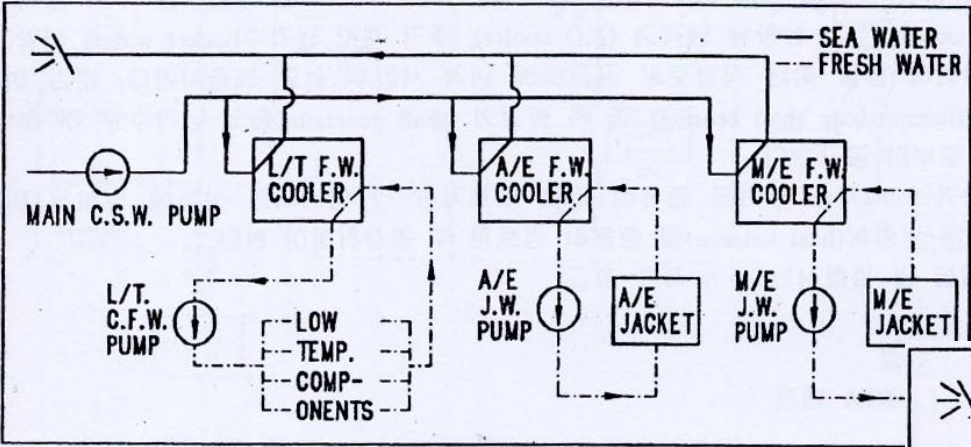
Main Engine 및 Aux. Engine의 Cylinder Jacket을 Fresh Water(청수)로 냉각시키고, 그 외의 장비는 Sea Water(해수)로 냉각시키는 시스템으로 해수 냉각 시스템은 크게 2개 그룹, 주 해수 냉각 Pump에 의해 해수 냉각수가 공급되는 주기관련 장치 그룹과 보기 해수 냉각 펌프에 의해 해수 냉각수가 공급되는 보기 관련 장치 그룹으로 나눌 수 있다.

장비 기능별로 독립적인 해수 냉각 시스템을 형성함으로써 펌프 구동비 절감 및 시스템 작동에 장점이 있으나 대부분 관이 해수로 이루어져 관부식에 대한 결점이 있다.

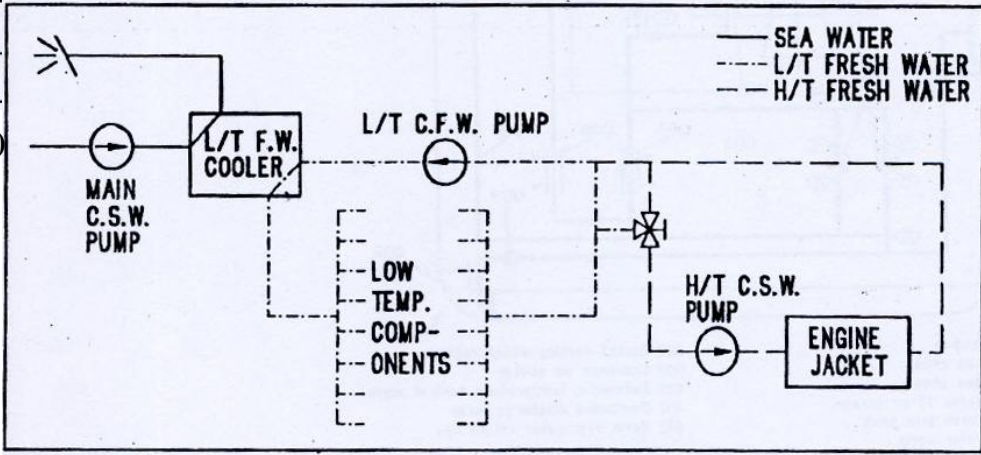
# 9. Cooling Water System(2) - Central Cooling System

니다

9.1 열 평형식  
(Heat Balance)



분리형 중앙 집중 냉각 시스템(Separated Central Cooling System)



- Central Cooling System(중앙 집중 냉각)은 Main Engine 및 Aux. Engine의 Cylinder Jacket을 냉각시키기 위한 고온 청수 냉각 순환 방식(High Temperature Cooling System)과 그 외의 냉각기 및 장비들의 냉각을 위한 저온 청수 냉각 순환 방식(Low Temperature Cooling System)으로 구성되어 있음

또한 이를 다시 저온 청수 냉각 방식과 고온 청수 냉각 방식을 독립적으로 구성하는 분리형 중앙 집중 방식(Separated Central Cooling System)과 두 순환 방식을 자동 온도 조절 Valve를 통해 서로 연결하고 같은 냉각기를 통해 냉각되도록 하는 혼합형 중앙 집중 냉각 시스템(Combined Central Cooling System)으로 크게 구분된다



# 9.1 Heat Balance (열평형식)

■ 선박의 운항조건별 각 기기의 방열량 방열 냉각수 입구량 및 온도 조건을 나타내는 것으로서 이는 펌프 및 열교환기의 용량을 결정하는데 필요하다

■ 선박의 운항조건 분류

- Normal Sea going
- Normal Sea going with ballast / deballast
- Normal Sea going with cargo heating (tanker)
- Normal Sea going with tank cleaning (tanker)
- Normal Sea going with refrigerated plant (냉동선)
- Maneuvering
- Loading / unLoading
- In Harbour

■ 각 기기의 방열에 따른 냉각수 양과 온도차 계산

$$H = Q \times R \times C \times T$$

(H : 기기의 방열(kcal/h)

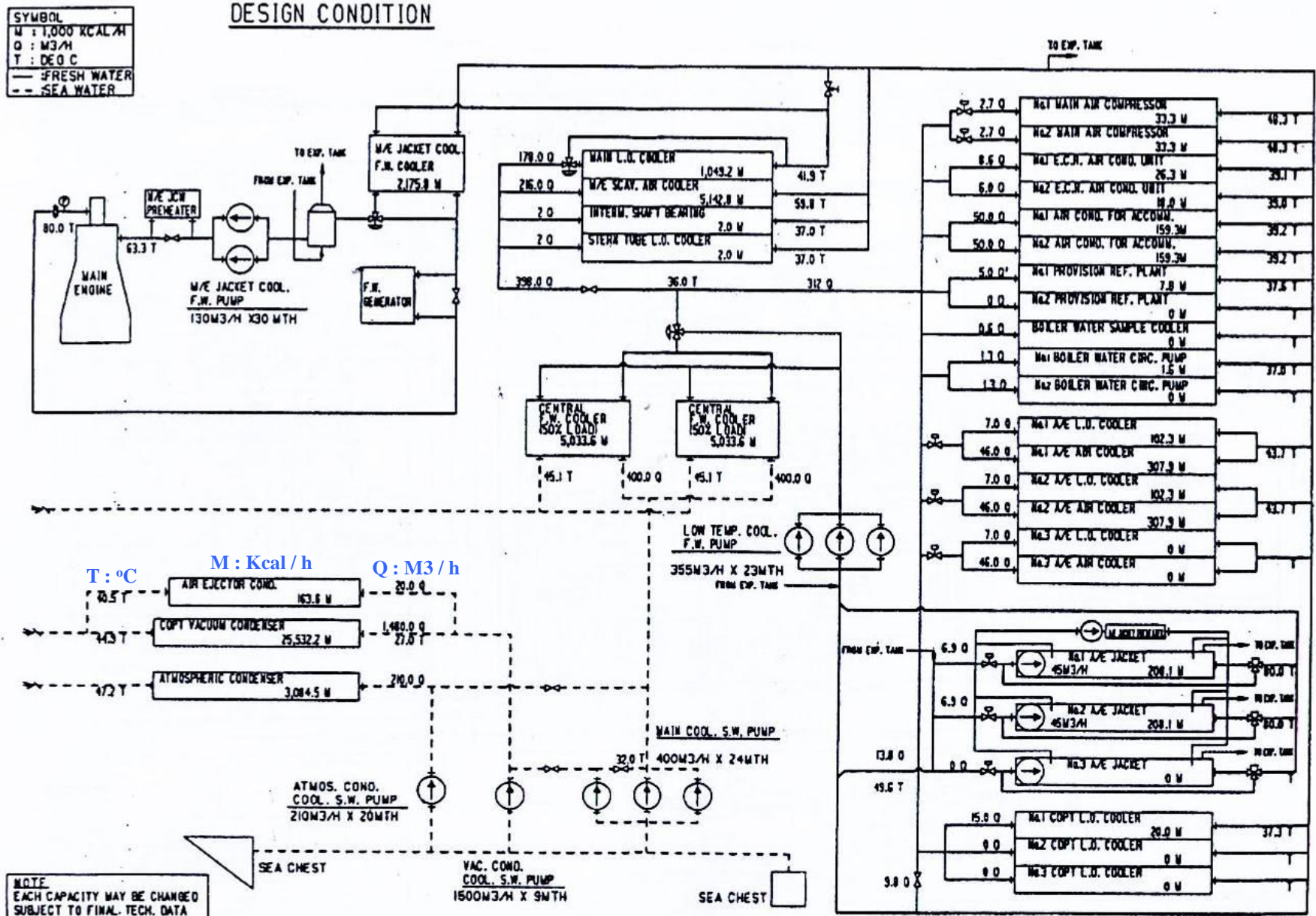
Q : 냉각수의 양 (m<sup>3</sup>/h)

R : 냉각수의 비중 (해수 1025 kg/m<sup>3</sup>, 청수 1000 kg/m<sup>3</sup>)

C : 냉각수의 비열 (해수 0.94 kcal/kg °C, 청수 1.0 kcal/kg °C)

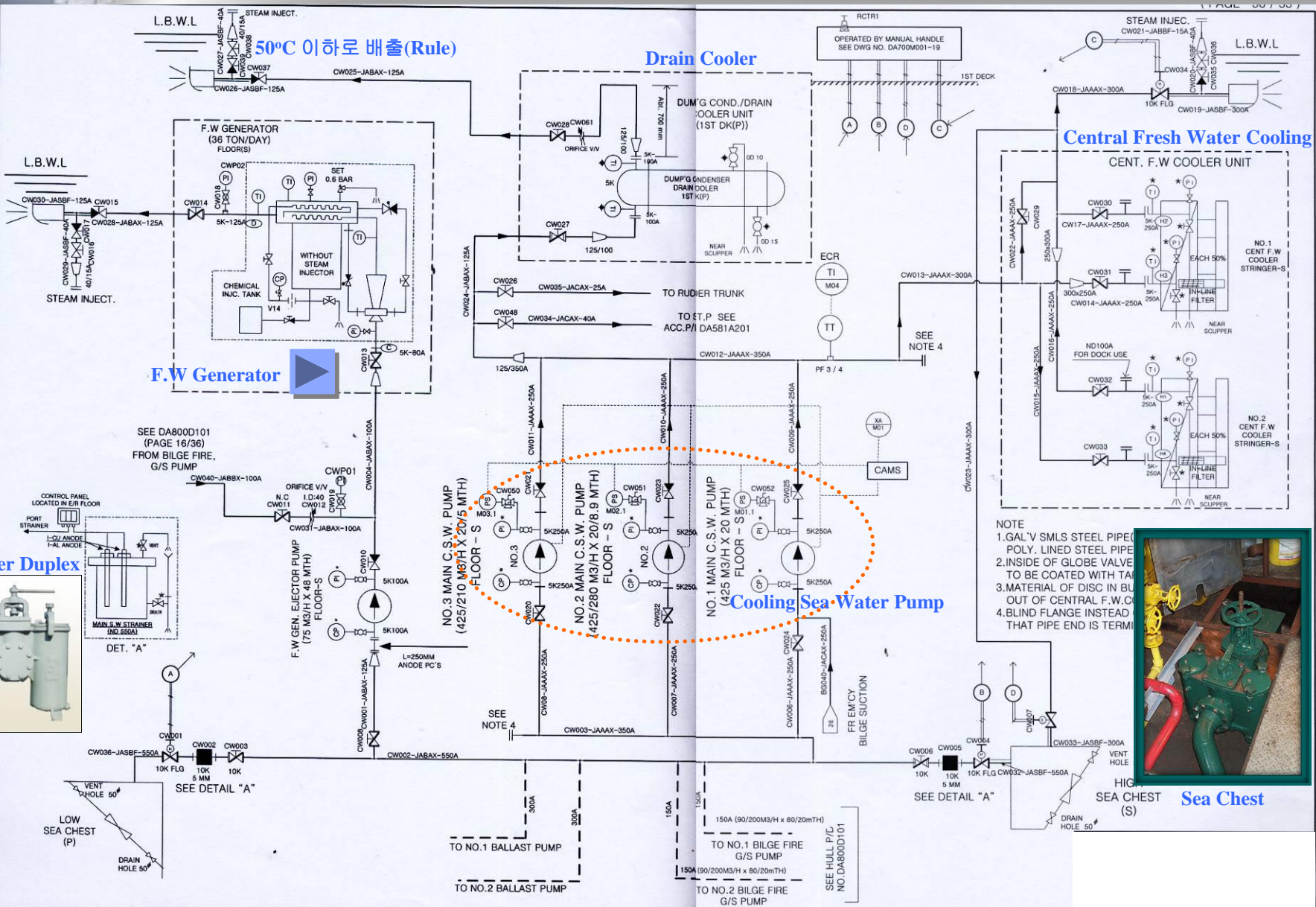
T : 장비입구측과 출구측의 온도차 (°C)

# 9.1 Heat Balance (열평형식)





# 9. Cooling Water System(3) - Sea Water Cooling System

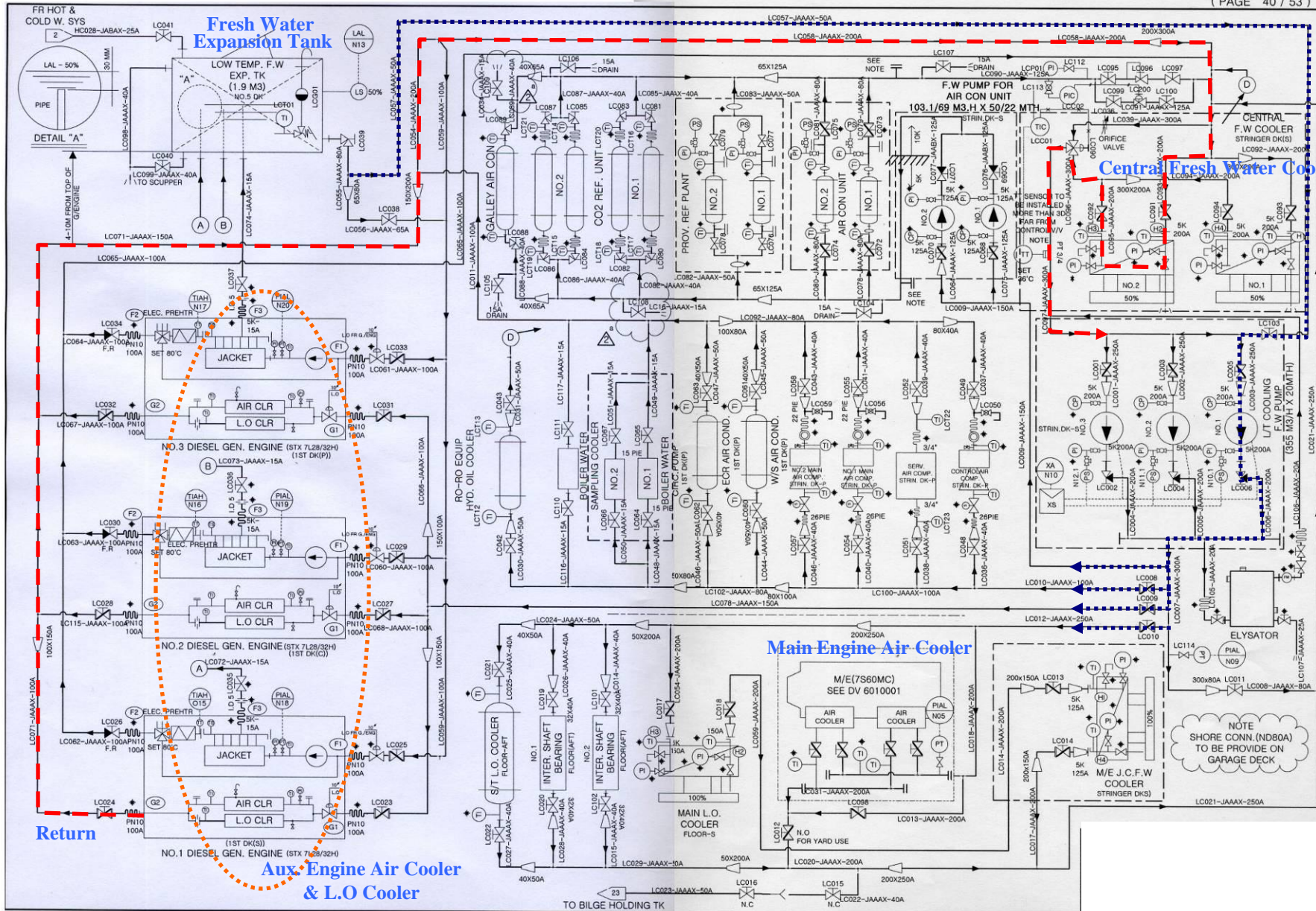


- NOTE
1. GAL'V SMLS STEEL PIPE (POLY. LINED STEEL PIPE)
  2. INSIDE OF GLOBE VALVE TO BE COATED WITH TA
  3. MATERIAL OF DISC IN B.L. OUT OF CENTRAL F.W. COOLERS
  4. BLIND FLANGE INSTEAD THAT PIPE END IS TERM



# 9. Cooling Water System(4)

## - Low Temperature Cooling System



Central Fresh Water Cooling

Main-Engine Air Cooler

Aux Engine Air Cooler & L.O Cooler

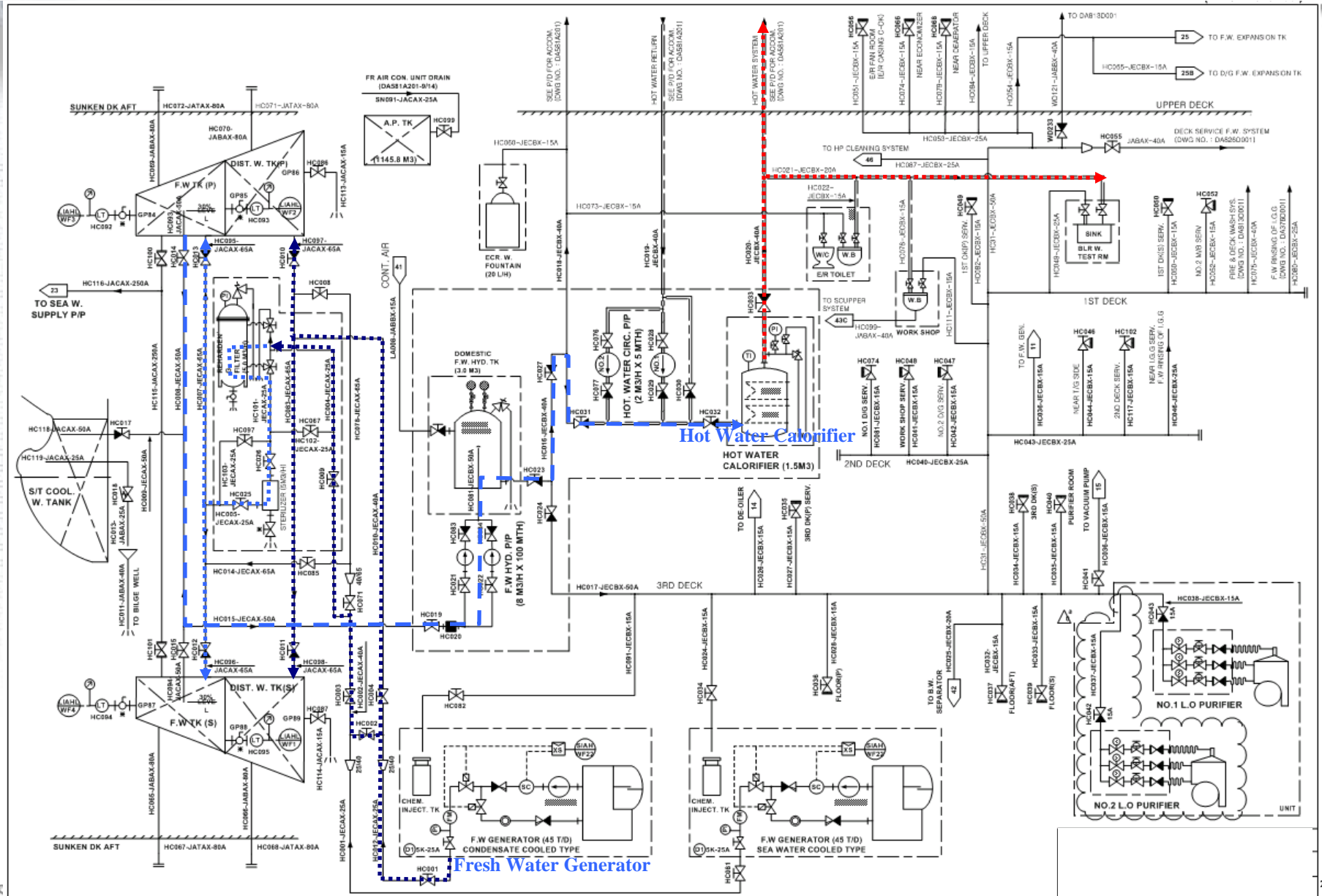
Supply

Return





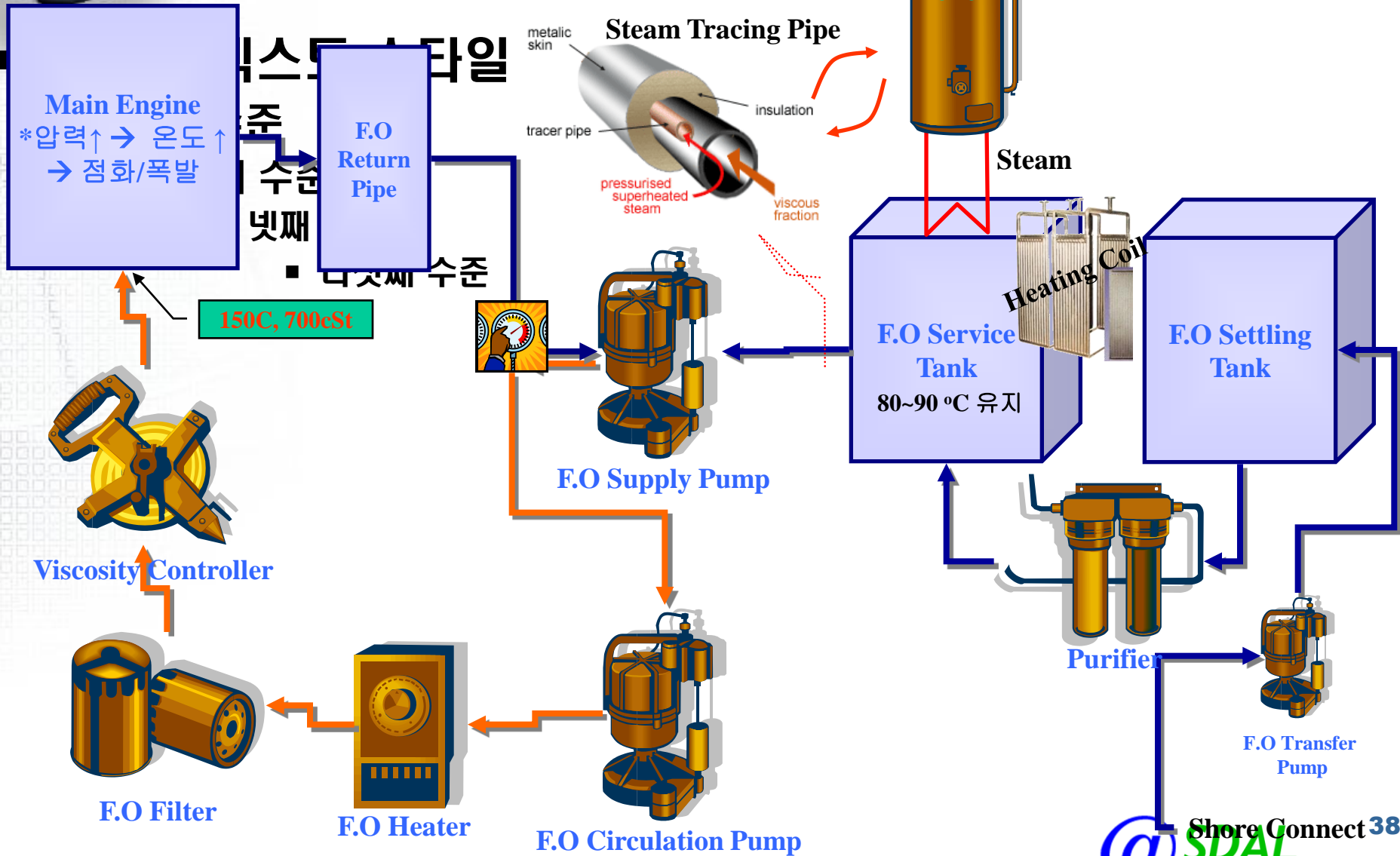
# 9. Cooling Water System(6) - Fresh Water System





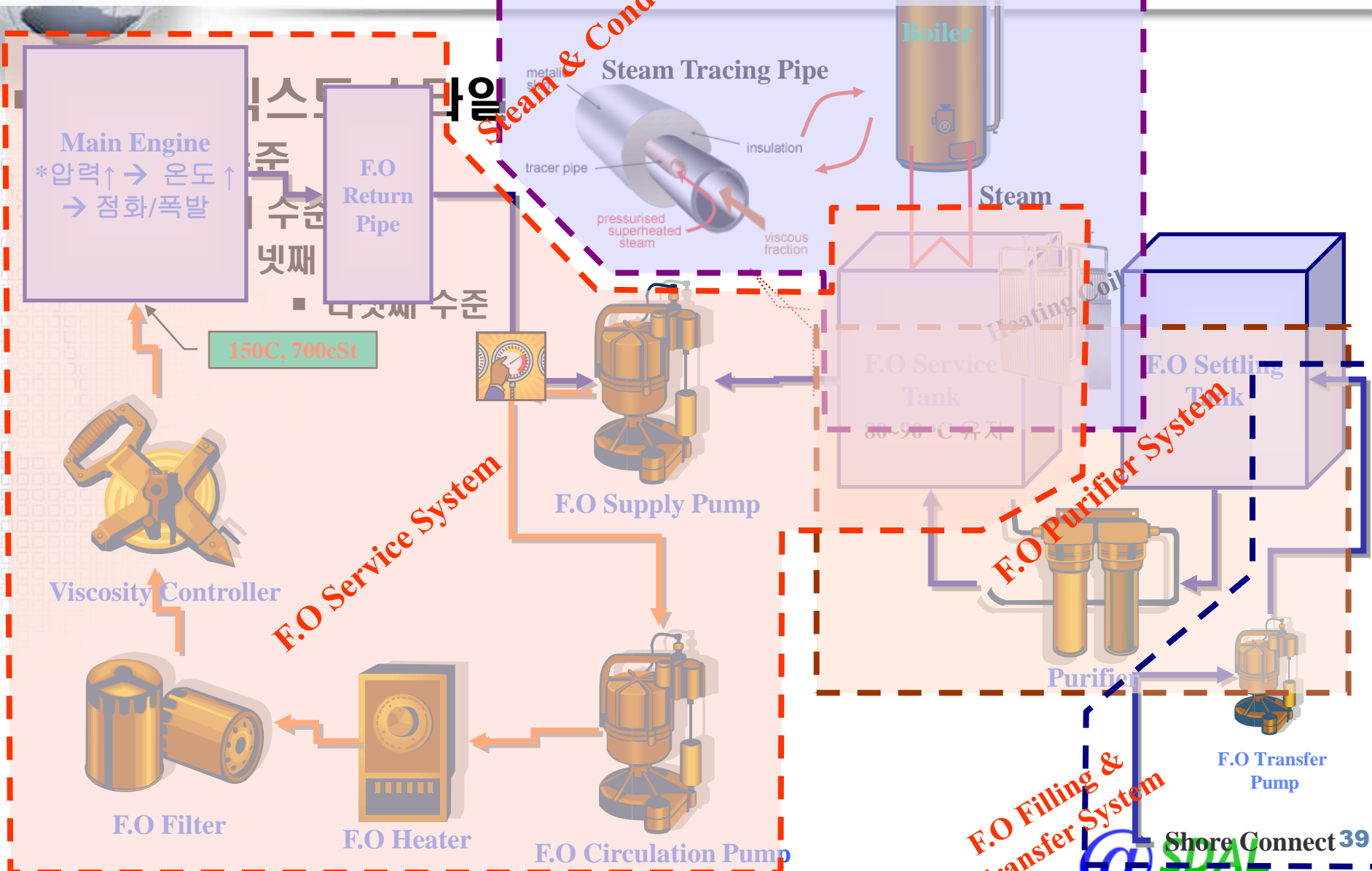
# 10.1 P&ID에서의 각 System 구별(1)

\* 보일/샤를의 법칙(PV/T= const)  
이상기체상태방정식(PV=nRT)



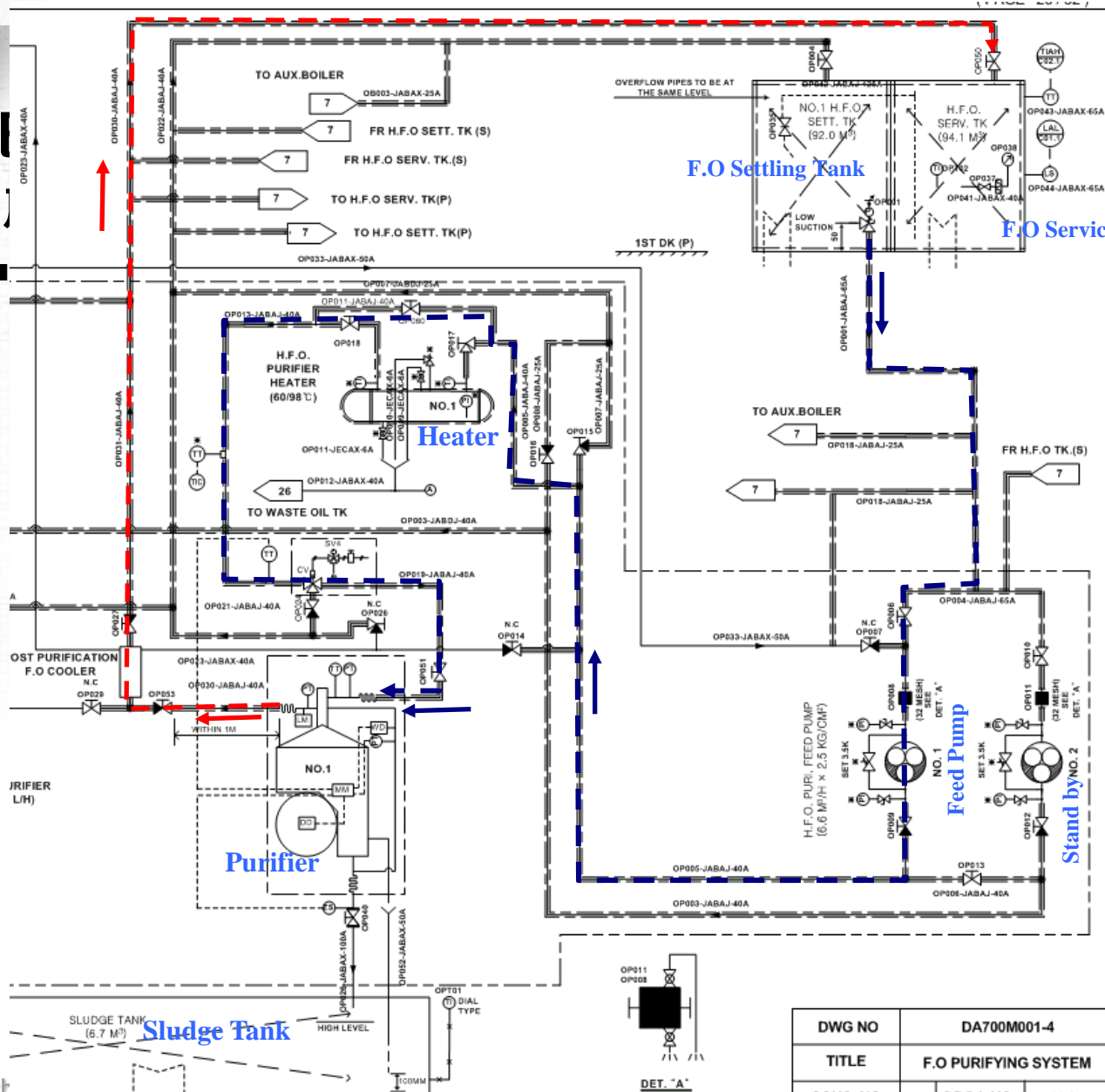
# 10.1 P&ID에서의 각 System 구별 (2)

\* 보일/샤를의 법칙(PV/T= const)  
이상기체 상태방정식(PV=nRT)



# 10.2 F.O Purifier System (1)

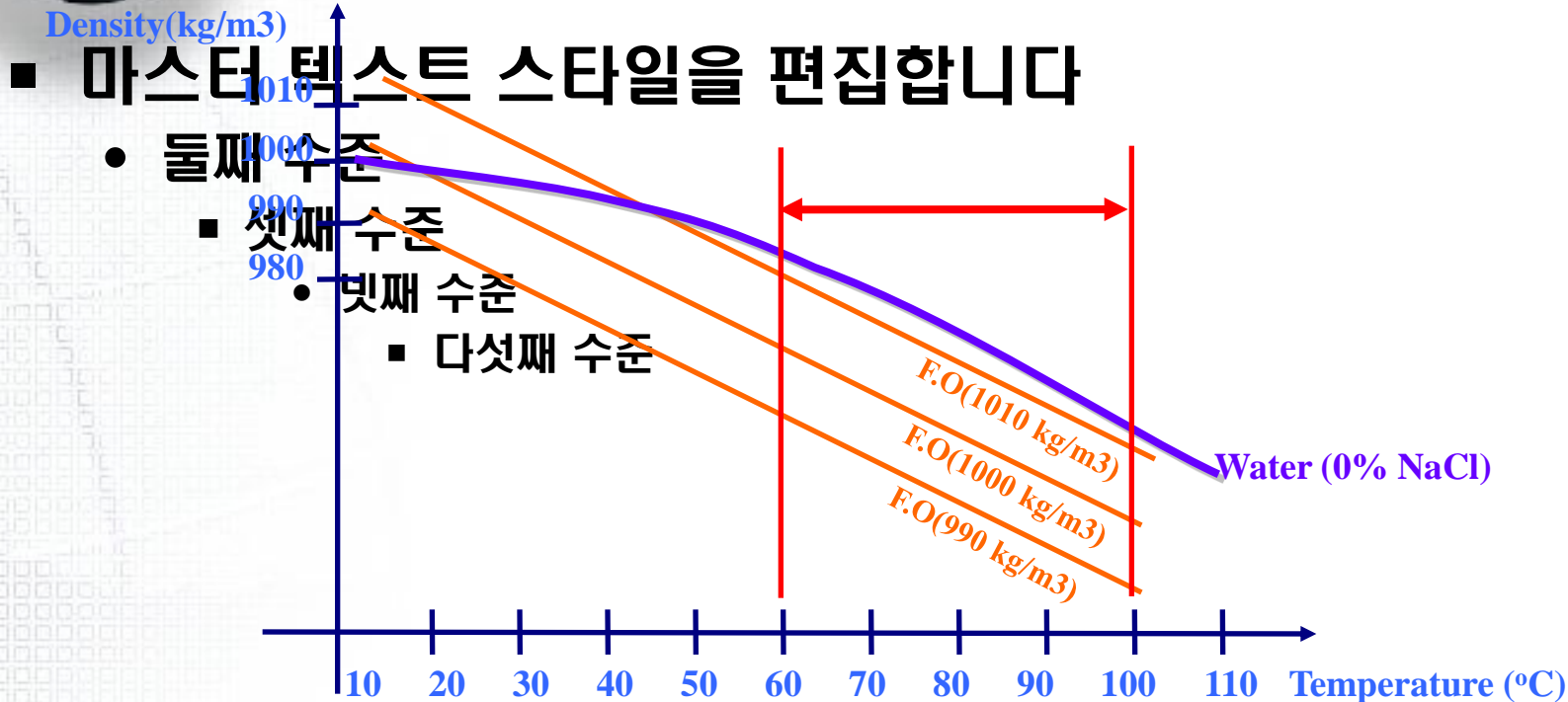
■ 마스  
● 풀



DWG NO	DA700M01-4
TITLE	F.O PURIFYING SYSTEM
CONS. NO	4
PROJ. NO	2245



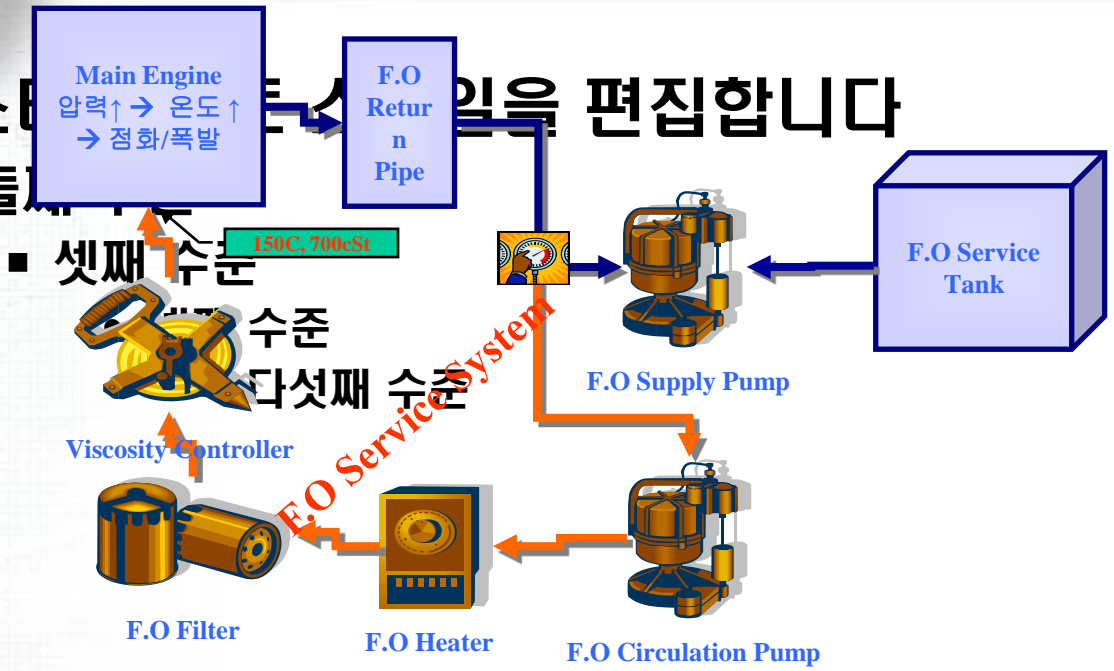
## 10.2 F.O Purifier System (2)



- 표에서와 같이 60~ 100°C 범위에서 물과 기름최대의 비중차이를 갖게 된다. 유 청정기(Purifier)는 물과 기름의 비중차이가 클수록 또한 점도가 낮을수록 처리효과가 높다. (Purifier System에서 Heater의 장비설치 이유)
- 예열 온도를 높일수록 좋으나 100 °C이상으로 가열할 경우 기름에 포함된 물의 비등으로 처리효과가 낮아짐

# 10.3 가압식 연료유 시스템(1)

■ 마스터 엔진 룸을 편집합니다



- 선박용 연료유로 저질중유를 사용함에 따라 기존의 Gravity Supply F.O System은 사용상 많은 문제점이 발생했음
- 즉 저질 연료유의 고온화로 인해 연료유 중에 함유된 수분과 공기가 Boiling(Vaporizing)하여 Air Pocket을 형성 연료유의 형성을 방해하거나, 순환펌프의 Cavitation을 유발하여 압력 저하 및 부식을 초래함
- F.O Circulation Pump와 Engine, F.O Return Pipe 등을 연결하는 F.O 폐 회로를 만들고, F.O Supply Pump에 의해 Engine에서 소모된 F.O를 공급하는 가압식 연료유 시스템(F.O Pressured System)을 사용함

# 10.3 가압식 연료유 시스템(2)

Main Engine 사별 요구 F.O 상태

## ■ 마스터 텍스트 스타일을 편집합니다

• <b>첫째 수준</b> Inlet Pressure	MAN B&W	Wartsila-NSD
▪ <b>셋째 수준</b> Service Pressure (분사압력) <b>다섯째 수준</b>	10 bar	9~14 bar
Service Temperature	MAX. 150 °C	MAX. 150 °C (1 bar = 1.01972 kgf/cm <sup>2</sup> 1 atm = 1.013 bar)

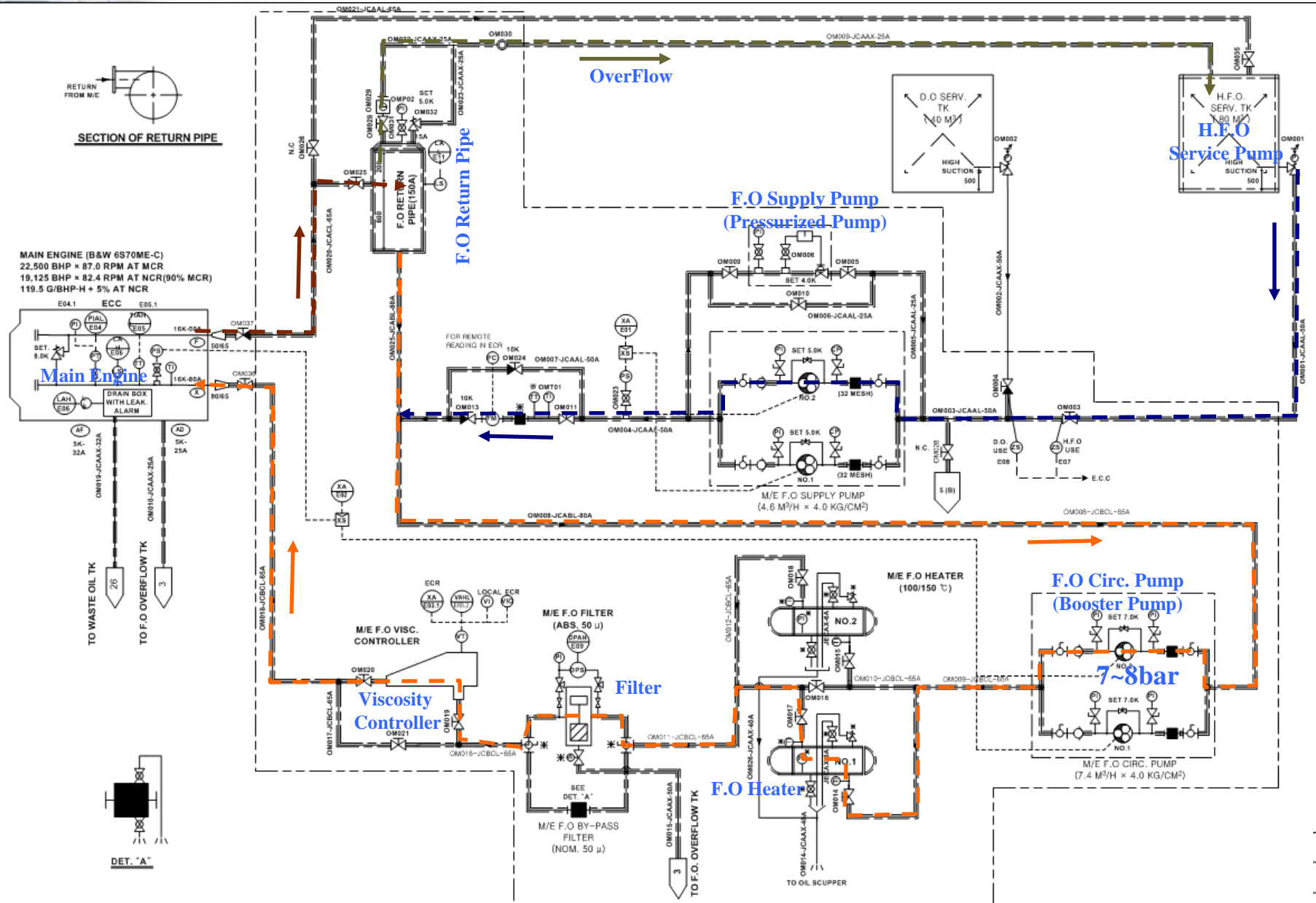
증기의 임계온도\*

압력 (kg/cm <sup>2</sup> )	5
온도 (°C)	151.11

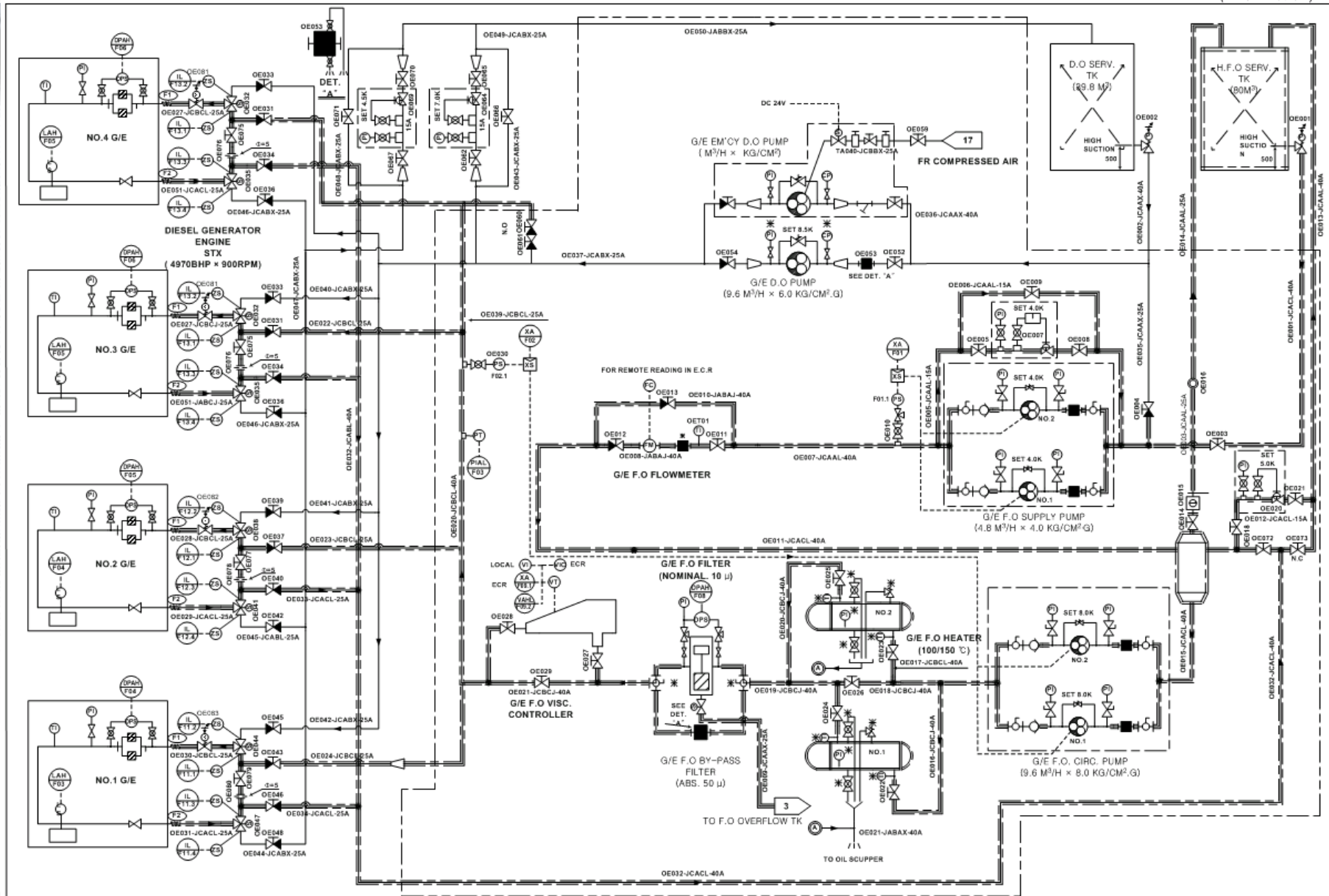
- F.O Service System 배관 내에서 F.O의 온도(임계온도 5K, 150 °C)보다 적은 상태에서 Circulation Pump에 의해 가압하면 전체적으로 관내에 증기(Air Pocket)가 발생하지 않고 액화상태로 유지되게 된다. (F.O Circulation Pump의 압력 : B&W(7~8bar), Wartsila(10bar))



# 10.4 Main Engine F.O Service System



# 10.5 Auxiliary Engine F.O Service System



# 10.6 Auxiliary Boiler F.O Service System

