

선박 기본설계

2016년 상반기
김수영

목차

1. 선박 기본설계의 정의
2. 기본 설계의 주요 내용
3. 설계 조건의 검토
4. 산업 동향과 시황 분석
5. Rule & Regulation
6. 주요 치수의 선정
7. 중량 추정
8. 성능 추정과 선형
9. 일반 배치
10. 기본 도면의 작성
11. Basic Scheme과 견적
12. 견현과 의장수
13. 사양서 작성

1. 선박 기본설계의 정의

2016년 상반기
김수영

1-1. 선박설계의 기초

물위에 떠있을 수 있는 부양성, 사람과 화물을 목적지 까지 운송하기 위한 이동성, 배 자체의 경제성을 유지할 수 있는 적재성을 갖춘 수상구조물로 정의

반복되는 의사 결정 과정, 부분적으로 상충되는 제한조건들 (경제적, 기술적, 환경적)내에서 주어진 목적을 최적화하는 작업

선박을 건조하기 위해 형상, 배치 및 성능을 결정하는 과정. 초기설계,기본설계,상세설계, 생산설계의 세부 단계로 나눔.

사물의 밑바탕 또는 건축, 구조물을 받치기 위한 토대. 학습 주제에 대한 물리적,기하학적,언어적 이해가 중요

1-1. 선박설계의 기초

물위에 떠있을 수 있는 부양성, 사람과 화물을 목적지 까지 운송하기 위한 이동성, 배 자체의 경제성을 유지할 수 있는 적재성을 갖춘 수상구조물로 정의

반복되는 의사 결정 과정, 부분적으로 상충되는 제한조건들 (경제적, 기술적, 환경적)내에서 주어진 목적을 최적화하는 작업

선박을 건조하기 위해 형상, 배치 및 성능을 결정하는 과정. 초기설계,기본설계,상세설계, 생산설계의 세부 단계로 나눔.

사물의 밑바탕 또는 건축, 구조물을 받치기 위한 토대. 학습 주제에 대한 물리적,기하학적,언어적 이해가 중요

1-1. 선박설계의 기초

물위에 떠있을 수 있는 부양성, 사람과 화물을 목적지 까지 운송하기 위한 이동성, 배 자체의 경제성을 유지할 수 있는 적재성을 갖춘 수상구조물로 정의

반복되는 의사 결정 과정, 부분적으로 상충되는 제한조건들 (경제적, 기술적, 환경적)내에서 주어진 목적을 최적화하는 작업

선박을 건조하기 위해 형상, 배치 및 성능을 결정하는 과정. 초기설계,기본설계,상세설계, 생산설계의 세부 단계로 나눔.

사물의 밑바탕 또는 건축, 구조물을 받치기 위한 토대. 학습 주제에 대한 물리적,기하학적,언어적 이해가 중요

1-1. 선박설계의 기초



물위에 떠있을 수 있는 부양성, 사람과 화물을 목적지 까지 운송하기 위한 이동성, 배 자체의 경제성을 유지할 수 있는 적재성을 갖춘 수상구조물로 정의

반복되는 의사 결정 과정, 부분적으로 상충되는 제한조건들 (경제적, 기술적, 환경적)내에서 주어진 목적을 최적화하는 작업

선박을 건조하기 위해 형상, 배치 및 성능을 결정하는 과정. 초기설계,기본설계,상세설계, 생산설계의 세부 단계로 나눔.

사물의 밑바탕 또는 건축, 구조물을 받치기 위한 토대. 학습 주제에 대한 물리적,기하학적,언어적 이해가 중요

1-2. 선박 기본설계란 ?

■ 수주 산업에서의 기본설계

□ 기술영업 : **Technical Proposal & Marketing**

선주의 요구 조건에 맞는 선박 또는 해양구조물의 사양, 가격 및 납기 조건을 제시하고, 기술적으로 선주와 대응하는 업무 수행

□ 기본 계획 : **Project Planning**

선박이나 해양구조물의 설계, 건조의 과정에서 선주와 조선소의 투자와 투입 비용에 대한 경제성 중심의 업무 진행 관점에서의 역할

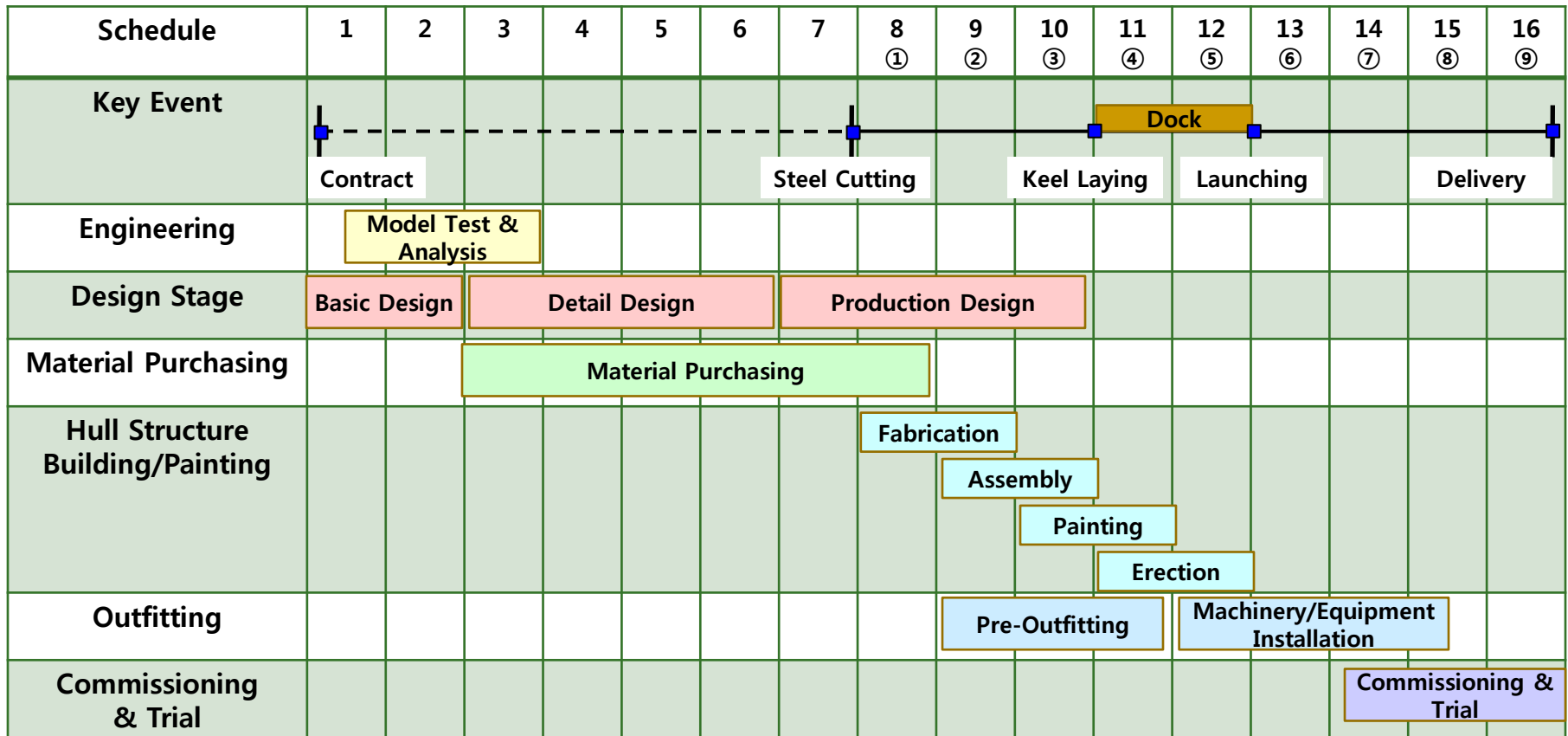
□ 기본 설계 : **Basic Design**

초기설계 또는 개념설계와 상세설계의 중간위치하며, 선주의 요구조건에 맞는 사양, 성능을 가진 제품의 설계, 제작을 위한 도면 및 제반 계산서로 구체화하는 과정

1-2. 선박 기본설계란 ?

■ 수주 산업에서의 기본설계

Ship Design & Building Schedule

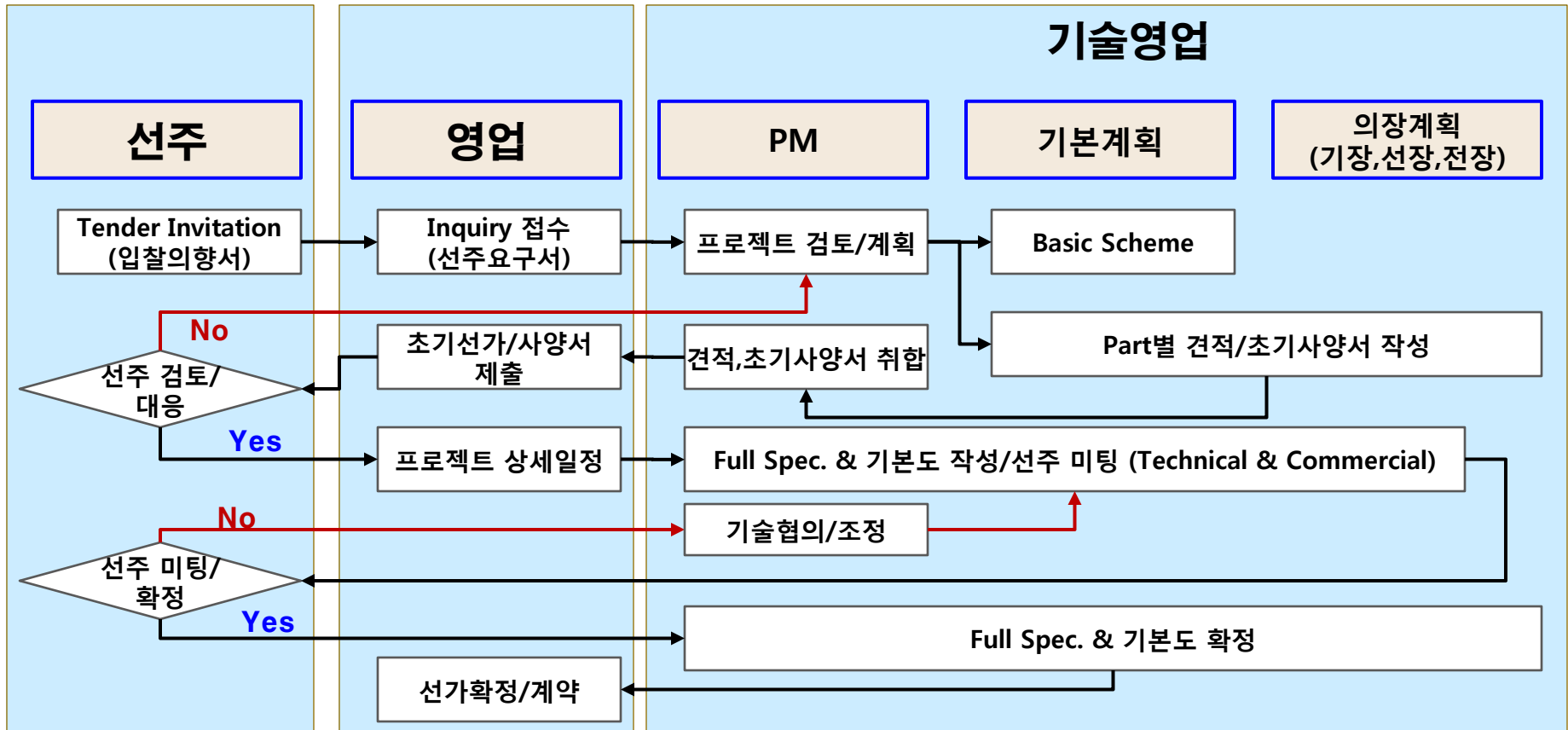


본 자료의 기간은 임의로 정한 것이며, 조선소의 생산성, 설비 그리고 선박의 종류나 크기에 따라 달라짐

1-2. 선박 기본설계란 ?

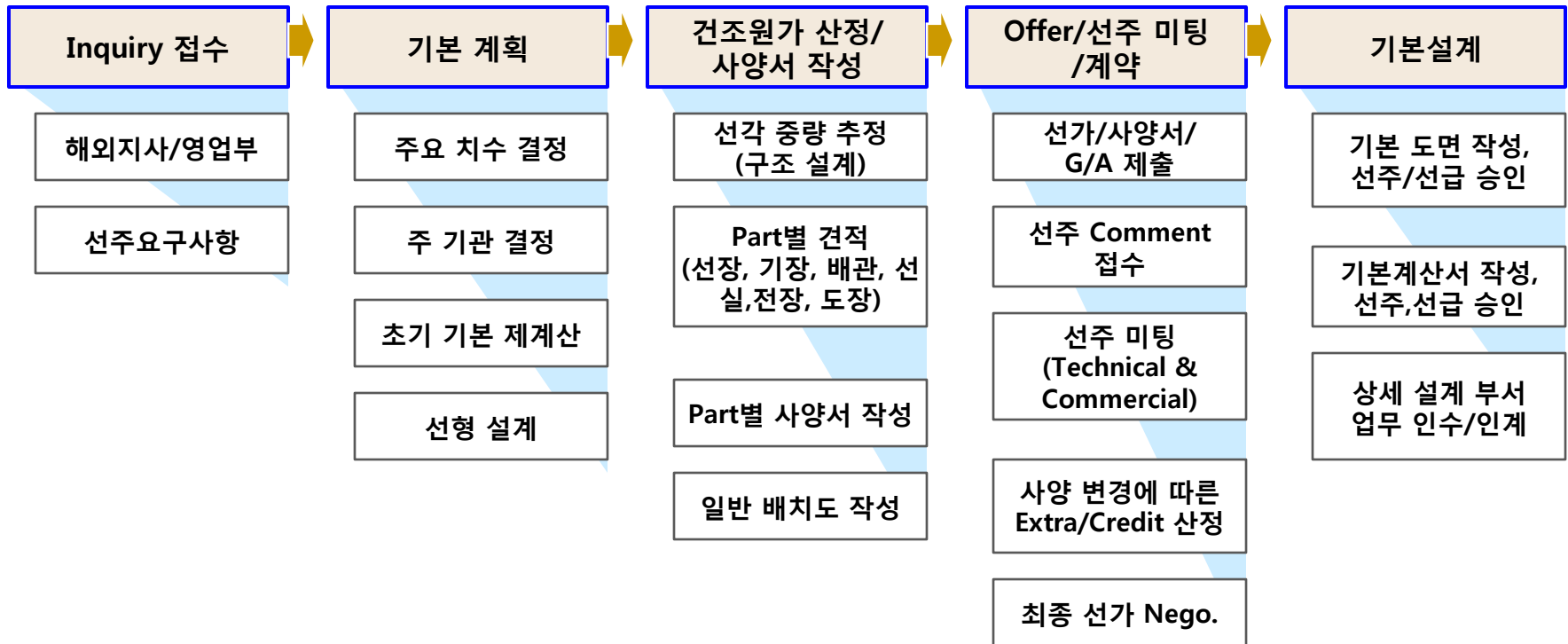
■ 기술영업의 관점

□ 기술 영업 Process



1-2. 선박 기본설계란 ?

■ 기본 계획의 관점



1-2. 선박 기본설계란 ?

■ 기본 설계의 관점

- 설계 조건의 종류 및 검토
- Main Dimension 추정
- Lightweight와 Deadweight 추정 및 계산
- Ship's speed 및 요구마력 추정
- 항해거리 (Endurance / Cruising range)
- 구획배치(Cargo tank area, Fwd part & Aft part 구획 분할)
- Engine room part구획 분할
- Trim & Stability 계산
- 각종 제 계산
- 도면 작성
- 견적

1-3. 선박 기본설계와 최적화

■ 최적화(optimization)

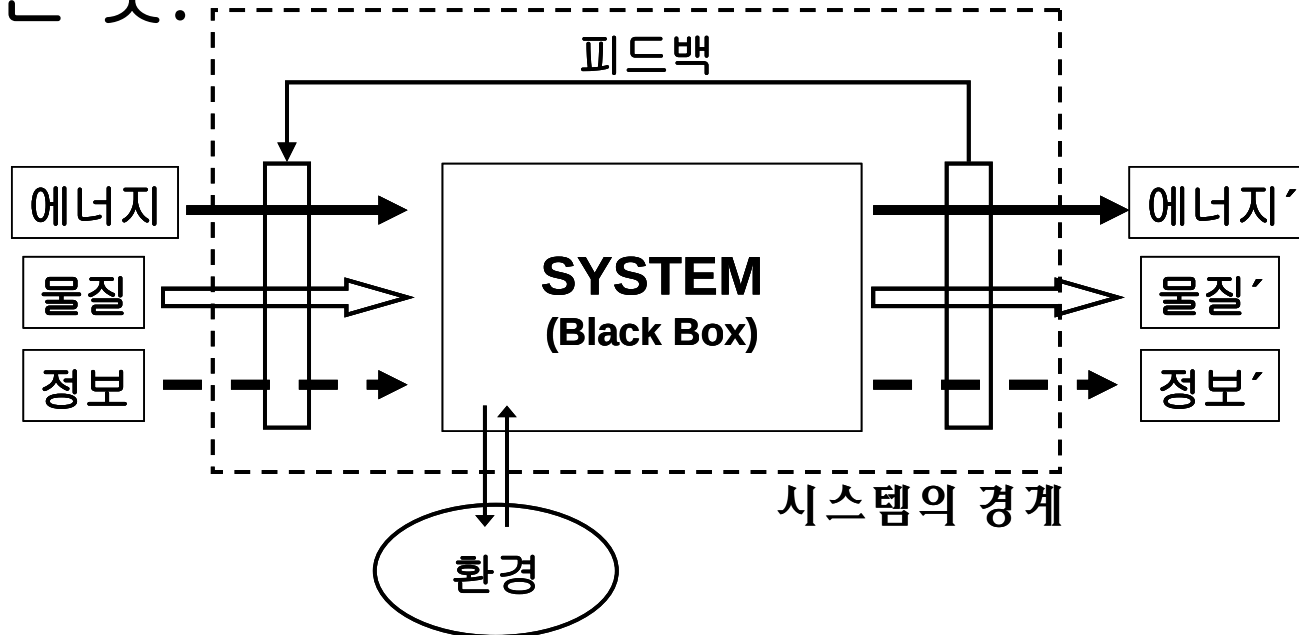
- 주어진 제한 조건 내에서 목적함수를 최대 혹은 최소로 하는 설계 변수들을 찾는 것.

■ 선박설계의 제한 조건

- 선주 요구조건
- 국제 해사 법규 및 선급 규정
- 항로, 항만에 따른 선박 치수의 제한
- 설계 경험에 기반한 설계 변수의 허용 범위
- 조선소의 건조 능력에 의한 치수의 제한

1-4. 시스템(system)의 정의

- 시스템: 두 개 이상의 개체가 유기적으로 결합하여 하나의 목적을 이루는 것 혹은 그 상태.
- 시스템의 입·출력: 에너지, 물질, 정보.
- 피드백(feedback): 출력의 일부가 입력에 영향을 주는 것.



1-4. 종합과 시너지 효과

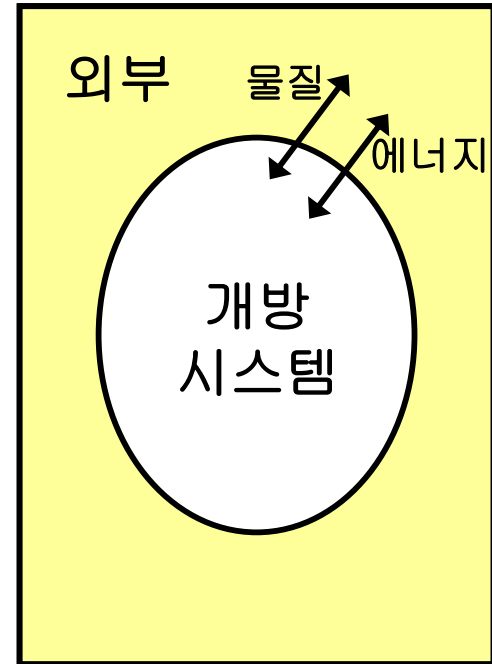
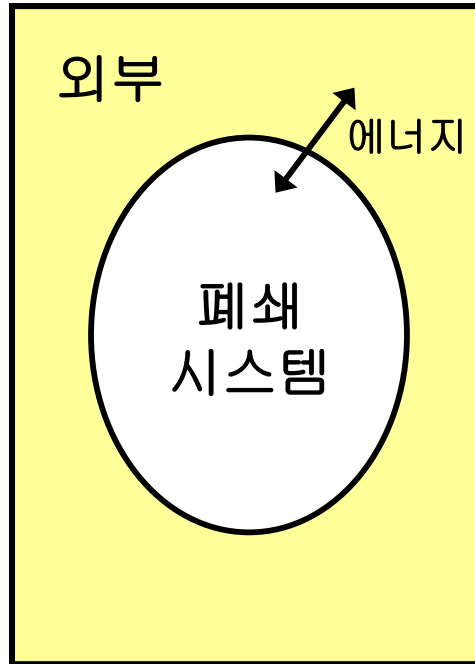
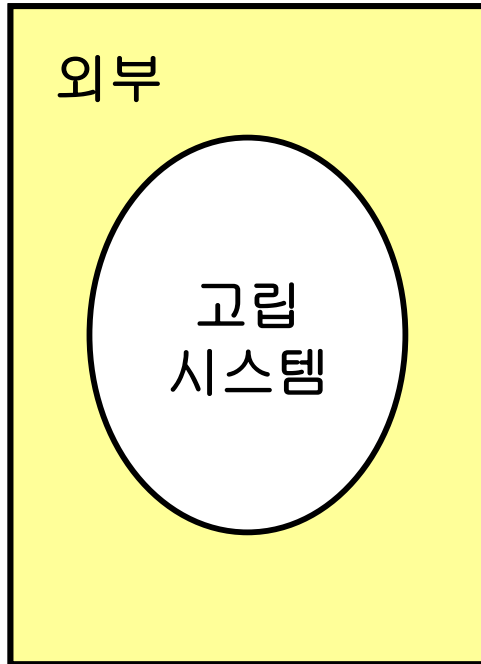
■ 종합

- 부분이나 요소를 모아서 새로운 효과를 낼 수 있도록 하며, 이 효과들이 전체적인 질서를 만들어 낼 수 있도록 해준다.
 - 탐구, 발견, 편집과 조합 등으로 구성
 - 모든 설계작업의 필수적 특성

■ 시너지(synergy) 효과

- “전체는 부분의 합보다 크다.”
- 여러 개체를 시스템적으로 종합하면, 부분들에 없는 특성이 나타나는데 이를 시너지 효과라 한다.

1-4. 개방성 따른 시스템의 분류



고립(isolated) 시스템: 외부와 에너지, 물질, 정보의 교환이 없는 시스템.

폐쇄(closed) 시스템: 외부와 에너지만을 교환하는 시스템.

열린(opened) 시스템: 외부와 물질, 에너지를 교환하는 시스템.

2. 기본 설계의 주요 내용

2016년 상반기
김수영

2-1. 설계 조건의 검토

선주 요구 조건

선박의 종류
선급, 국적
재화중량
적하의 종류
비중
재화계수
주기관 종류
항해속력
항속거리
하역장치
승선원 정원
설계 외적 제한
납기

각종 규약

건현과 구획침수

트림

세로굽힘모멘트

날알복원력

유조선의 구획 배치

선급 규칙

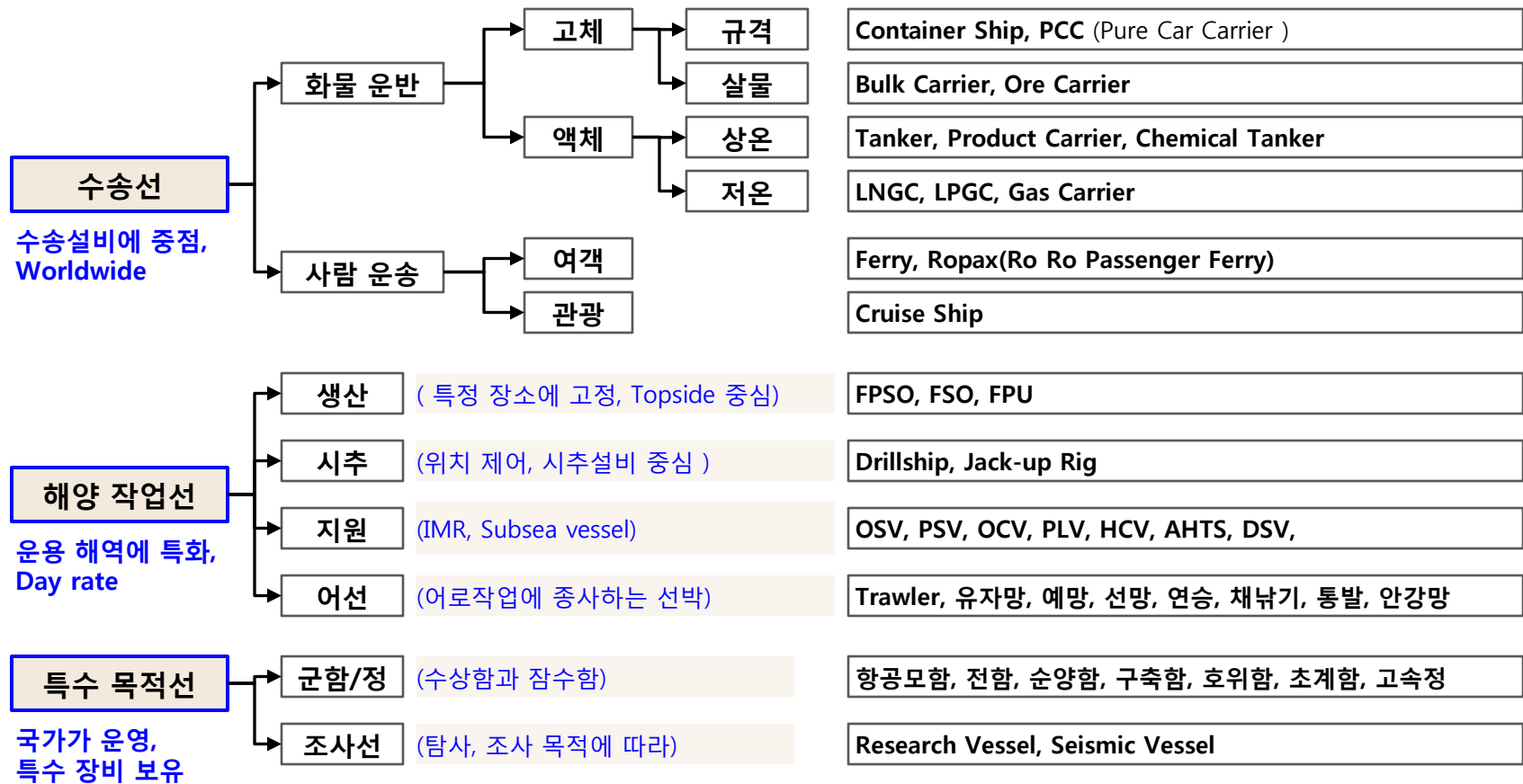
2-1. 설계 조건의 검토

■ 선주 요구 조건 목록

1. 선박의 종류
2. 선급, 국적
3. 재화중량
4. 적하의 종류, 비중, 재화계수
5. 주기관의 종류
6. 항해속력
7. 항속거리
8. 하역설비
9. 승선원 정원
10. 설계 외적 제한
11. 납기

2-2. 선박의 종류

■ 사용목적(기능)에 의한 선박의 분류



OSV : Offshore Supply(Support) Vessel , PSV : Platform Supply(Support) Vessel
 OCV : Offshore Construction Vessel , PLV : Pipe Laying Vessel
 HCV : Heavy Crane Vessel , AHTS : Anchor Handling Tug & Supply
 DSV : Diving Support Vessel, IMR : Inspection, Maintenance, Repair

2-2. 선박의 종류

■ 크기에 의한 선박의 분류

통과 운하

Panamax : 파나마 운하를 통과할 수 있는 최대선형으로 6만~7만 톤급 선박이 여기에 해당하며, 선박의 밑바닥을 운하의 밑바닥처럼 평평하게 건조함

Suezmax : Suez Canal Maximum의 준말로 수에즈 운하를 만재(滿載)한 상태로 통과할 수 있는 최대 선형이며, 13만~15만 톤급의 선박

통과 해협

Malaccamax : 말라카 해협은 아라비아해와 남중국해를 연결하는 해협으로 이곳을 통과할 수 있는 최대 크기의 초대형유조선과 광탄선박을 지칭함

Capesize : 남아프리카공화국 동쪽 해안 석탄 적출항이 리차드 항에 입항 가능한 최대 선형으로 10~15만 톤급의 선박

기타

Aframax : 아프라(Afra)는 운임, 선가 등을 고려했을 때 최대의 이윤을 창출할 수 있는 이상적이고 경제적인 사이즈란 뜻으로 통상 95,000톤 급 유조선을 지칭하며 8만~11만 톤까지 포함

Valemax : 브라질 선사인 Vale Shipping에서 발주한 세계 최대크기의 광탄선박으로 DWT가 40만 톤에 이르며 전장 360m~362m이름

Supramax : 52,000DWT 정도 크기의 벌크운반선

Handy size : 2만~4만 톤급 규모의 배로 일정한 항로 없이 운항하는 것이 특징이며, 크기가 작기 때문에 접안 시설의 규모에 구애받지 않고 시설이 빈약한 항구로도 자유로운 왕래가 가능

Handymax : 핸디사이즈보다 조금 큰 5만 톤급 Bulk 선박

VLCC : Very Large Crude oil Carrier의 약자로 초대형유조선을 이르는 20~30만 톤 선박

ULCC : Ultra Large Crude oil Carrier의 약자로 30만 톤급 이상의 초대형 유조선

VLBC : Very Large Bulk Carrier, 18만 ~ 25만 톤급(DWT)의 초대형 벌크선박

2-2. 선박의 종류

■ 용도에 따른 선박의 분류

구 분			세 분 류
상선	탱 커	원유운반선(Crude Oil Tanker) 정유운반선(Product Carrier) 화학제품운반선(Chemical Tanker) 가스운반선(Gas Carrier)	원유 휘발유, 경유, 중유 등 Sulphur, Naphtha 등 LPG, LNG
	겸용선	Combined Carrier	Ore/Bulk/Oil, Ore/Oil, Oil/Bulk, Oil/Coal 등
	건화물선	Bulk Carrier General Cargo Carrier Full Container Ship Pure Car Carrier Multi Purpose Cargo Carrier Reefer	Ore, Coal, Grain, Cement, Log, Lumber 등 Container 이외의 포장화물 Container 각종 차량 등 General Cargo/Bulk/Container 냉장 및 냉동화물
어선	어로선(Catcher Boat), 공선(Factory Ship), 모선(Mother Ship), 운반어선(Fish Carrier), Trawler, Stern Trawler, 참치선망어선, 유자망어선, 포경선, 어업지도선, 어업조사선		
특수 작업선	수로측량선, 해양관측선, 해저전선부설선, 공작선, 기중기선, Tug Boat, Supply Vessel, 소 방선, 해양오염방제선, 병원선		
합정	전투함, 순양전함, 순양함, 경순양함, 구축함, 잠수함, 원자력잠수함, 항공모함, 소해정, L.S.T., L.S.M.		

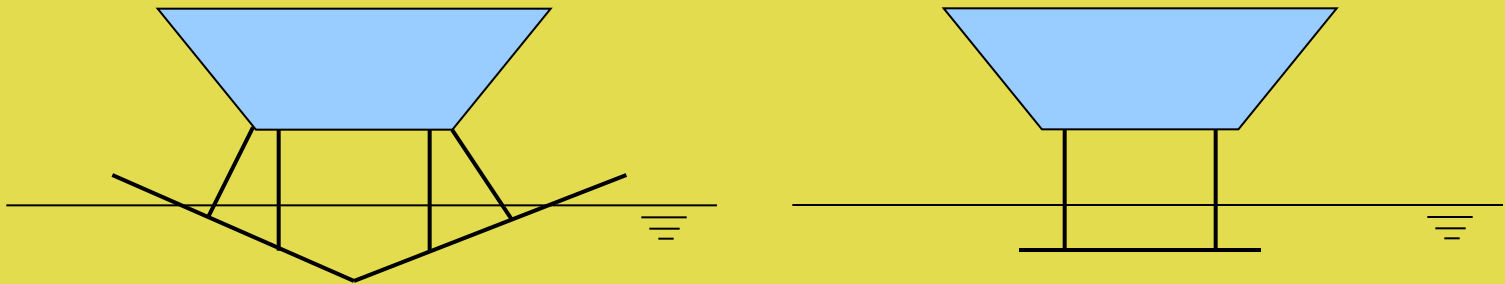
2-2. 선박의 종류

■ 지지방식에 따른 선박의 분류

배수량형



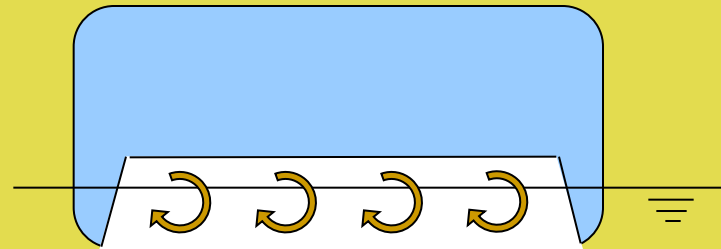
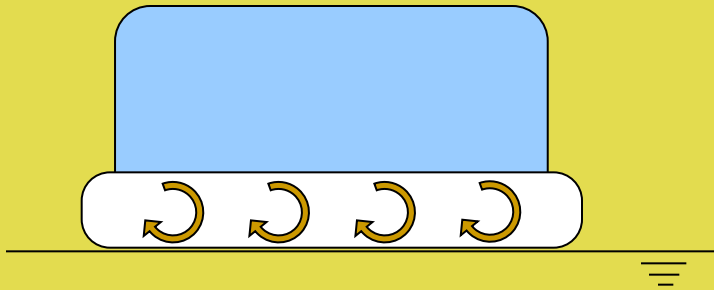
수중의 지지형



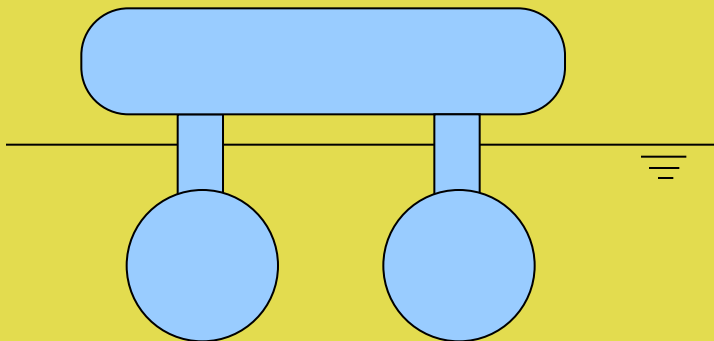
2-2. 선박의 종류

■ 지지방식에 따른 선박의 분류

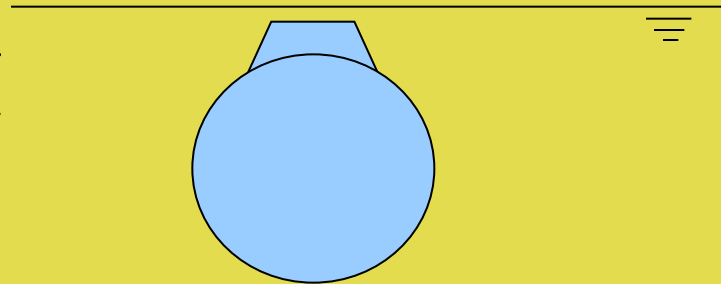
고기부양형



반잠수형



잠수형

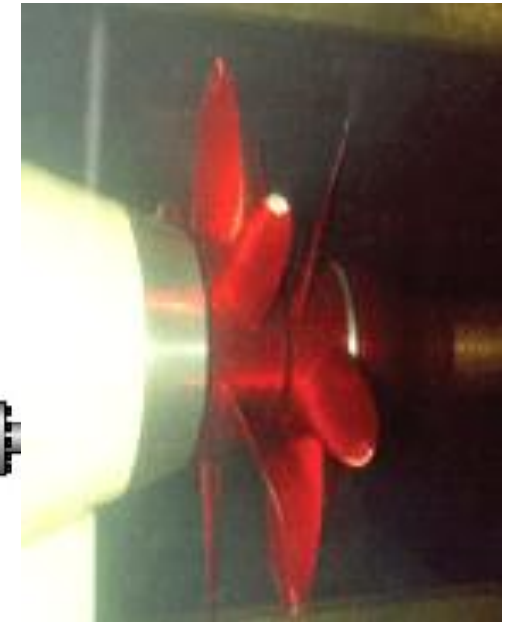
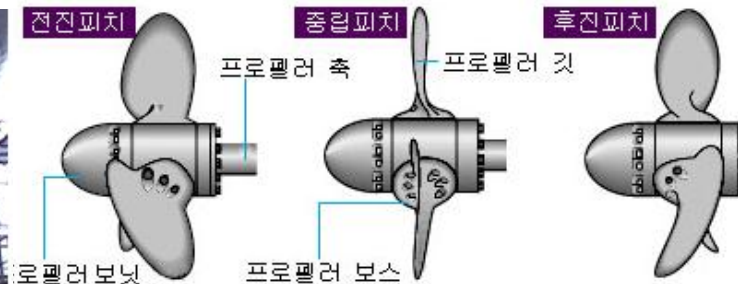


2-2. 선박의 종류

- 추진방식에 따른 선박의 분류
 - 프로펠러에 의한 추진(축계)



<가변 피치 프로펠러>



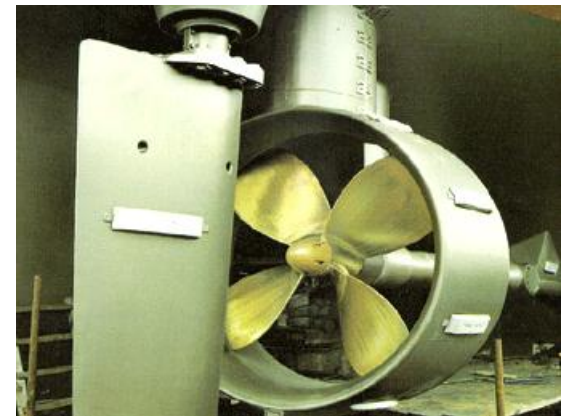
<상호반전 프로펠러>

2-2. 선박의 종류

- 추진방식에 따른 선박의 분류
 - 프로펠러에 의한 추진(비축계)



<선회식 전기추진 프로펠러>

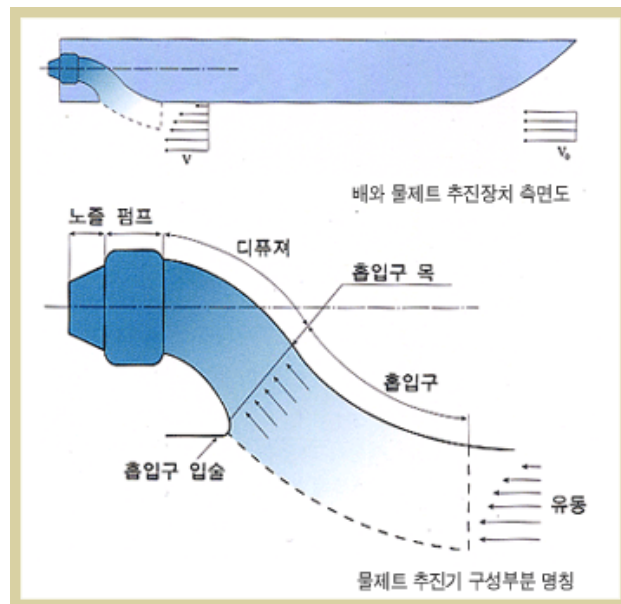


<덕트 프로펠러>

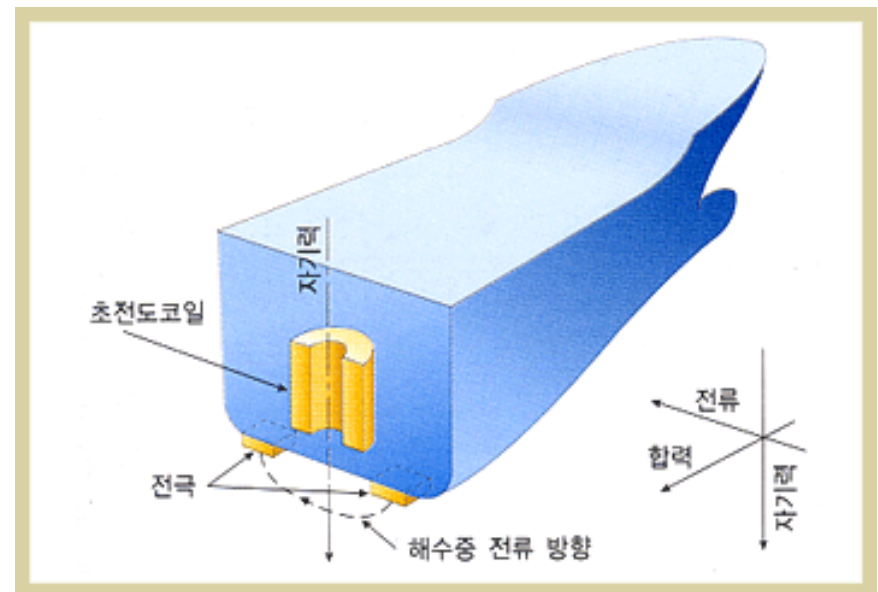
2-2. 선박의 종류

- 추진방식에 따른 선박의 분류
 - 프로펠러 외의 추진 방식

워터젯(waterjet)에 의한 추진



초전도 전자 추진기에 의한 추진



2-3. 선급, 국적

■ 선급(class)

- 각 국 정부의 위임을 받은 입급을 담당하는 법인 조직
- 입급(classification)
 - 선체의 구조를 비롯하여 선체, 기관 및 전기 의장이나 주요재료와 공작법 등 기술적인 것에 대한 상세한 규칙을 마련하고, 설계, 재료, 공작 등이 그 규칙대로 지켜지고 있는가를 검사하여 모든 것이 일정한 기준에 합격한 배에 대하여 일정한 자격을 부여하는 것
- 각 국의 선급 명칭

국가명	선급 명칭	국가명	선급명칭
노르웨이	DNV-GL	한국	KR
영국	Lloyd	일본	NK
미국	ABS	프랑스	BV
독일	DNV-GL	이탈리아	RINA

2-3. 선급, 국적

■ 국적(flag)

- 선박이 국제 항해를 위해서는 국적을 등록해야 하며, 국적을 등록하기 위해서는 국제법규뿐만 아니라 해당 국가의 국내법 역시 만족해야 함.
- 등록된 선박은 국가에 납세할 의무가 있음.
- 국적의 표기는 선미에 함.
- 편의국적(convenience flag)
 - 적은 세금 혹은 행정상의 편의를 목적으로 특정 국가에 선박을 등록한 국적
 - 대표적 편의 국적으로는 파나마(Panama), 라이베리아(Liberia) 등이 있음.



2-4. 재화중량

■ 재화중량의 중요성

- 재화중량은 곧 선사가 운송을 통하여 수입을 낼 수 있는 화물의 중량을 의미
- 재화중량은 개략의 주요치수를 결정하는 중요한 인자
- DWT: DeadWeight Tonnage
- 만재배수량 = 재화중량 + 경하중량

■ 재화중량의 구성

- $\text{재화중량} = \text{화물중량} + \text{소모품 중량} + \text{재화중량톤수 불변량}$
 - 소모품(Consumables) 중량: 연료유, 디젤유, 윤활유, 청수
 - 재화중량 불변량 (DWT constant): 선원, 선원의 짐, 식량

2-5. 적하의 종류, 비중, 재화계수

■ 적하의 종류

- 다양한 적하를 실을 수 있게 설계를 하면 배의 쓰임새는 다양하여 변동하는 시장 상황에 맞춰 선박을 유연하게 운용할 수 있지만, 다양한 재화계수를 가지는 화물을 적재하도록 설계를 하면 선가가 비싸져서 경제성이 떨어지는 단점이 있음.

■ 재화계수

- 재화계수는 화물 1톤(2240파운드[lbs])을 적재하는데 필요한 화물창 용적(ft³)으로 비중의 역수에 비례

화물의 종류	재화계수(CF/LT)
철광석	12~19
석탄	42~48
소맥	46~55(표준치 47)
대맥	53~59(표준치 54)
라이맥	48~55(표준치 50)
옥수수	48~50(표준치 49)
대두	44~60

※CF: Cubic Feet(ft³),

LT: Long Ton(롱톤)

-> 2240lbs(1016kg)을 1톤으로 하는 영국식 계량법

ST : Short Ton(숏톤)

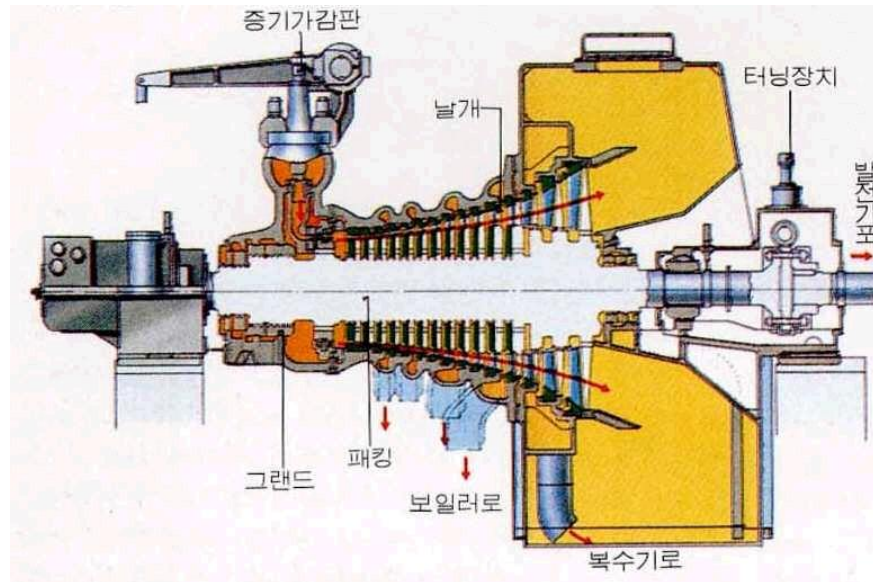
2001 lbs(907.2kg)을 1톤으로 하는 미국식 계량법

< 디젤엔진 >

2-6. 주기관의 종류

■ 증기터빈(steam turbine)

- 보일러에서 발생시킨 고온고압의 증기를 노즐 또는 고정된 날개로부터 분출·팽창시켜 나온 고속의 증기류(蒸氣流)를 회전하는 터빈 날개에 부딪쳐서 그 충동작용 또는 반동작용에 의하여 축을 회전시키는 장치.

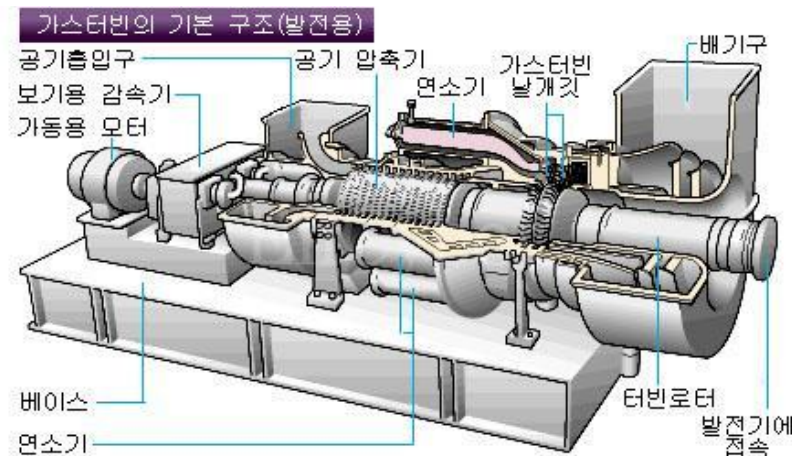


<증기터빈의 구조>

2-6. 주기관의 종류

■ 가스터빈(gas turbine)

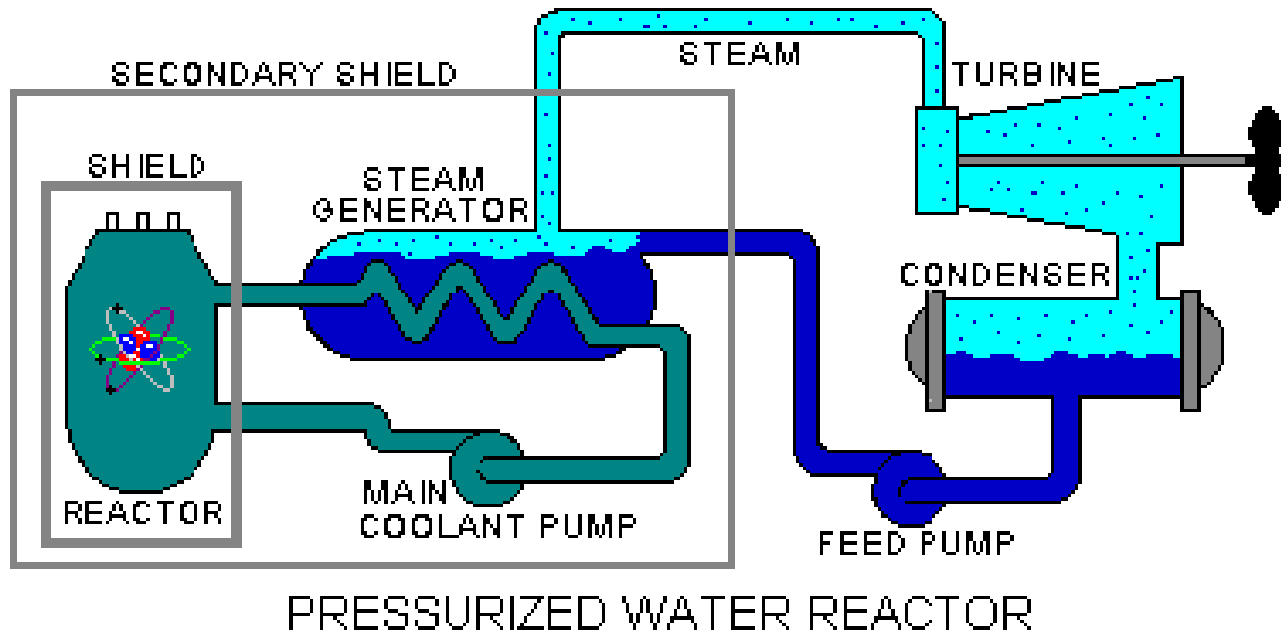
- 기본적인 요소로서 압축기(壓縮機)·연소기·터빈으로 이루어져 있다. 가스터빈은 압축기로 공기를 압축하고 압축된 공기를 연소실로 이끌어, 여기서 연료를 분산해서 연소시킨다. 이때 생긴 고온·고압의 가스를 터빈에 내뿜으면서 팽창시켜 터빈을 회전시킨다.



<가스터빈의 기본 구조>

2-6. 주기관의 종류

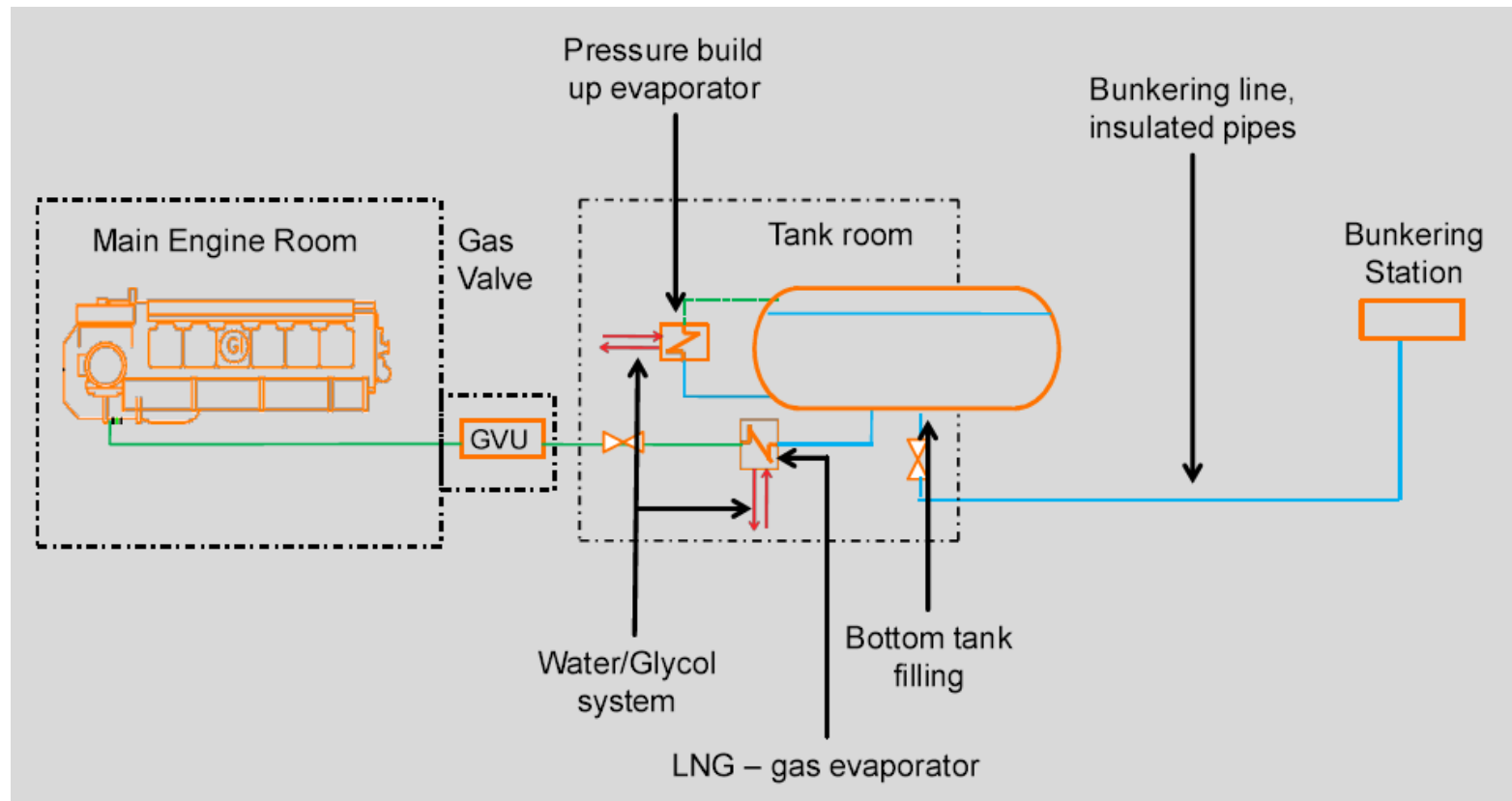
- 원자력 추진장치(nuclear propulsion plant)
 - 증기터빈과 유사한 구조로 되어 있으며, 차이는 고온고압의 가스를 원자력으로 발생시킨다는 것.



<원자력 추진장치의 개념도>

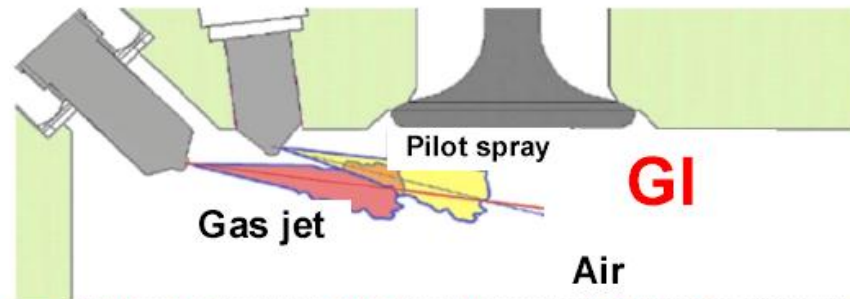
2-6. 주기관의 종류

- LNG 연료 추진엔진(DF 엔진, 전기 추진 엔진)
 - DFDE : Dual Fuel Diesel Electrical engine

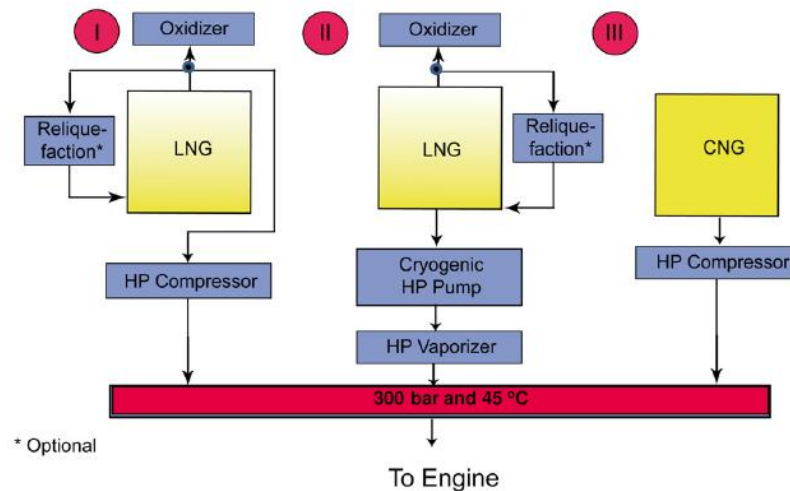


2-6. 주기관의 종류

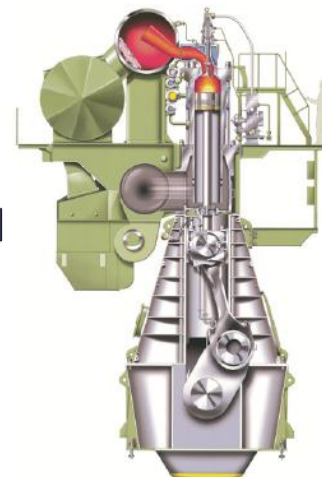
- LNG 연료 추진엔진(ME-GI 엔진)
 - ME-GI : Main engine Electronic control Gas Injection



GI (Gas Injection) type : Natural gas diffusive combustion like a diesel engine

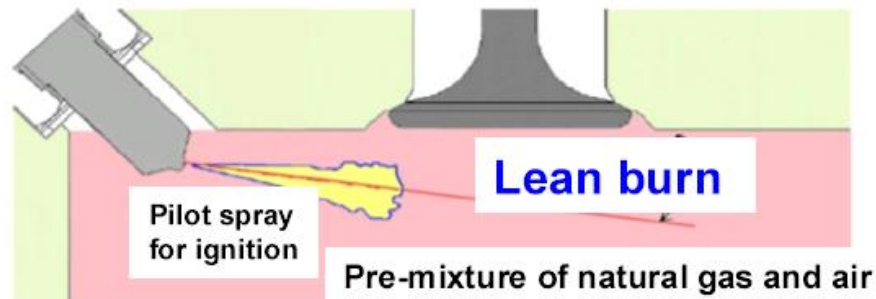


ME - GI Engine

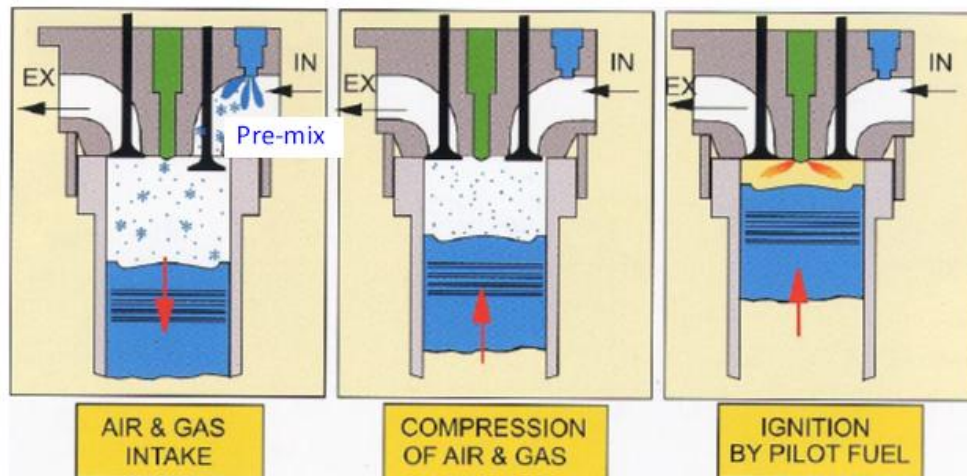


2-6. 주기관의 종류

- LNG 연료 추진엔진(X-DF 엔진)
 - X-DF : Wartsila DF 엔진

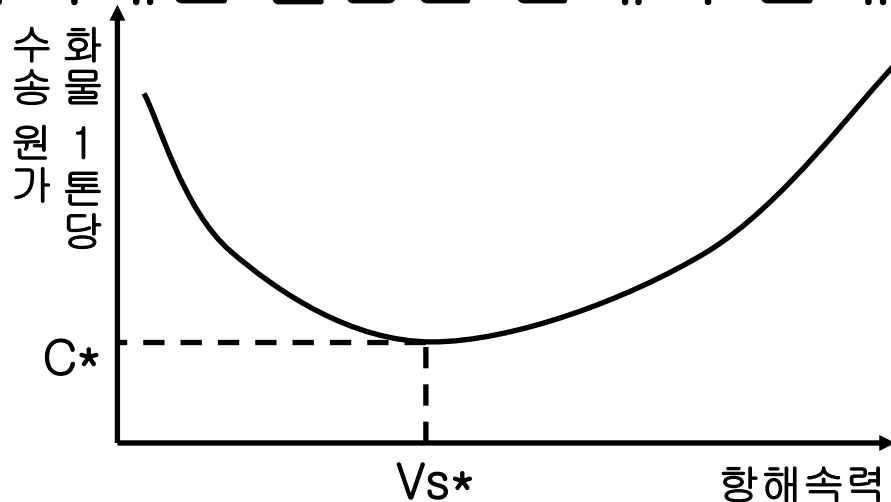


Lean burn type : Natural gas pre-mixed combustion like a gasoline engine



2-7. 항해속력

- 화물 1톤당 수송원가가 최소가 되는 지점이 가장 경제적인 항해속력
- 최적의 항해속력은 연료가격의 변동에 따라 조금씩 달라짐.
- 일정한 항해속력에서 주기 마력과 L/B , C_b 사이에는 밀접한 관계가 존재



항해속력이 낮아지면, 연간 수송 화물의 양의 적어져서 RFR이 증가

항해속력이 높아지면, 주기관의 마력 증가로 인한 건조비 상승으로 RFR이 증가

2-8. 항속거리

- 배가 가지고 있는 연료유(C중유)로 항해할 수 있는 거리
- 항해일수, 연료유 필요량과의 관계
 - $\text{항해일수}(\text{day}) = \text{항속거리}(\text{knot}) / \{ \text{항해속력}(\text{knot/hr}) \times 24(\text{hr/day}) \}$
 - $\text{연료유 필요량}(\text{ton}) = \text{항해일수}(\text{day}) \times \text{연료소비량}(\text{ton/day})$

2-8. 항속거리

- 연료유 탱크 용적의 결정
 - 연료유 필요량을 비중으로 나누어 얻는 값에 얼리지 마진을 주어 결정
 - 얼리지 마진(ullage margin)
 - 연료유 탱크에 연료를 100% 적재할 경우 연료유가 넘쳐 흐를 위험이 있으므로 주는 여유분
 - 일반적으로 4% 정도를 줌.
 - 화물선의 이중저에 연료유를 배치할 경우 넘쳐 흐를 위험이 높으므로 선주가 10% 내외의 마진을 요구하는 경우도 있음.

2-8. 항속거리

■ 유조선의 주요 항로의 항속거리

항로	편도항로거리(해리)	비고
페르시아만-극동	6,700	말라카 해협 경유
페르시아만-극동	7,600	룸복도 경유
페르시아만-유럽	11,500	케이프타운 경유
페르시아만-유럽	6,600	수에즈운하 경유
페르시아만-미국(동부)	11,900	케이프타운 경유
페르시아만-미국(서부)	12,600	룸복도 경유

■ 벌크화물선의 주요 항로의 항속거리(곡물)

항로	편도항로거리(해리)	비고
미국(남동부)	4,400	
미국(남부)	9,800	파나마운하 경유
캐나다(서부)	4,800	
캐나다(동부)	3,300	
호주-유럽	10,200	
아르헨티나-유럽	6,400	

2-8. 항속거리

■ 벌크화물선의 주요 항로의 항속거리

항로	편도항로거리(해리)	비고
미국(동부)-극동	9,700	파나마운하 경유
미국(동부)-유럽	3,500	
호주-극동	4,400	
개타다(서부)-극동	4,100	

■ 벌크화물선의 주요 항로의 항속거리

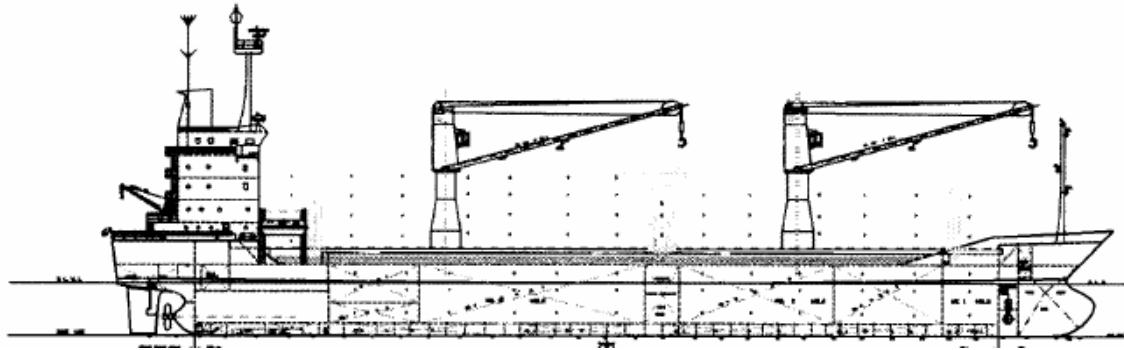
항로	편도항로거리(해리)	비고
호주-극동	4,000	
남미(동부)-유럽	4,800	
남미(동부)-극동	11,300	케이프타운 경유
남미(서부)-극동	9,100	
인도-극동	4,700	
서아프리카-극동	12,000	

2-9. 하역설비

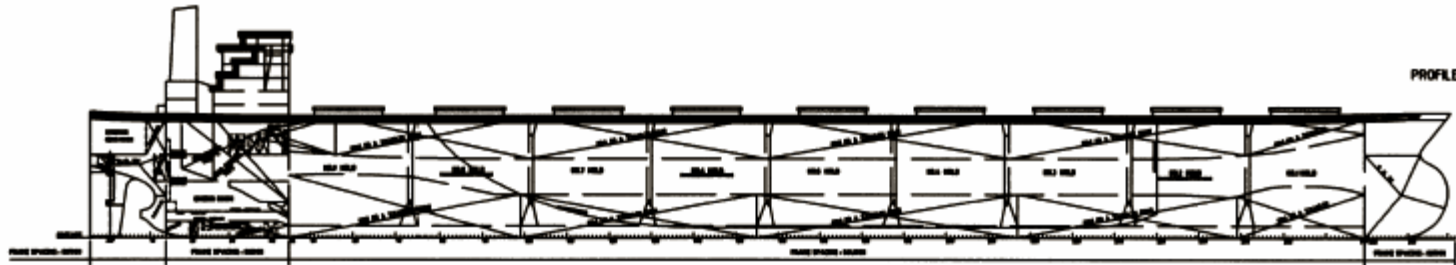
- 50K 이하의 중소형 화물선
 - 중소형 화물선의 경우, 하역설비가 불충분한 항구에 입출항 하는 경우가 많으므로 하역설비를 요구하는 경우가 많음.
- 하역설비의 중량
 - 하역장치의 유무에 따라서 경하중량이 많이 달라짐.
 - 하역설비가 위치하는 지점에 집중하중이 발생하므로 구조, 강도 측면에서도 충분한 고려가 필요
- 일반배치의 검토
 - 화물창의 배치에 따라 하역장치의 작업 길이 및 하중이 달라짐.
 - 하역장치의 수와 크기를 경제성 관점에서 고려해서 결정.

2-9. 하역설비

- 자체 하역 설비를 갖는 선박의 예
 - 400 TEU/ DWT 7,400 ton 급의 세미 컨테이너선



- 자체 하역 설비를 갖추지 않은 선박의 예
 - DWT 160K ton급 벌크화물선



2-10. 승선원 정원

- 승선원 정원에 맞게 충분한 선내 복지 시설 및 소모품의 배치가 요구됨.
- 승선원 정원은 거주구(deck house) 배치에 중요한 요소
- 거주구 배치는 초기 선주 상담에서 사용되고 일단 결정된 거주구 배치의 변경은 많은 설계 비용을 발생시키므로 초기 설계 단계에서부터 실적선을 바탕으로 거주구의 크기를 고려하여 주요치수를 선정하여야 함.

2-11. 설계 외적 제한

- 선박의 성능 외에 운항 상의 조건에 의해 발생하는 주요치수의 제한 조건
 - 항구조건
 - 흘수, 길이, 공기흘수(air draft; 만재흘수선에서 선박의 최고 높이까지의 연직 길이) 등
 - 수로, 해협 및 운하에 의한 치수의 제한
 - 폭, 길이, 흘수의 제한

2-11. 설계 외적 제한

- 파나마운하(Panama canal)
 - 태평양과 대서양을 잇는 약 46해리의 운하
 - 통행가능한 배의 최대폭은 106ft(32.31m)
 - B_{mld} 는 32.24m이하로 잡는 것이 보통
 - 허용 최대흘수는 39ft(12.04m)
 - 계획 만재흘수는 12m보다 약간 크게 잡을 수도 있음.
→ 운하를 지날 때, 선박이 만재상태가 아니므로
 - L_{pp} 는 230m 이내로 결정.
 - 최대허용 흘수가 배 길이에 따라 달라지므로 이를 고려하여야 함.

2-11. 설계 외적 제한

□ 파나마운하의 사진과 지리적 위치



2-11. 설계 외적 제한

- 수에즈운하(Suez canal)
 - 지중해와 홍해를 잇는 약 88해리의 운하
 - 중동전쟁으로 폐쇄되었다가 1975년 6월에 재개통
 - 운하의 확장
 - 운하의 폭과 깊이를 확장하는 1,2단계의 계획중 1단계 확장공사가 1981년 완성
 - 폭: 85m → 160m
 - 허용흘수: 11.58m → 16.15m
 - 통행가능한 최대 선박 중량
 - 만재상태: DWT 150K ton
 - 밸러스트상태: DWT 370K ton
 - 연료유조와 화물유조 사이의 코퍼댐 설치 배치, 신호장치, 톤수 등이 별도로 규정되어 있음.

2-11. 설계 외적 제한

□ 수에즈운하의 위성사진과 지리적 위치



2-11. 설계 외적 제한

- 세인트로렌스 수로(St. Lawrence Seaway)
 - 캐나다의 몬트리올항과 에리이호(5대호 중 하나)를 잇는 수로
 - 몬트리올항과 온테리오호를 잇는 157해리의 세인트로렌스운하와 온테리오호와 에리이호를 잇는 웰랜드운하로 이루어져 있음.
 - 통행가능한 최대 치수
 - 전장(Loa): 730 ft (222.5 m)
 - 폭(B): 75 ft 6 in (23.01 m)
 - 흘수(d): 26 ft (7.925 m)
 - 공기흘수(air draft): 110 ft (33.5 m)



2-12. 납기

■ 납기의 중요성

- 선주의 입장에서는 물동량의 변화 및 수요를 예측하여 미리 선박을 발주하기 때문에 적기에 선박을 인도 받지 못하면, 물동량의 변화에 적극적 대처가 어려워지기 때문에 적기에 인도되지 못한 선박은 그 가치가 하락되며 선주는 이에 대해 벌금(penalty)을 부과할 뿐만 아니라 지연된 기간이 긴 경우 아예 인도 자체를 거부할 수도 있다.
- 조선소의 경우, 적절한 건조 기간을 확보하여 계약하고 반면 가능한 일찍 인도를하기를 원한다. 건조된 선박이 인도되지 않고 도크나 안벽에 있는 시간을 가능한 줄이는 것이 비용을 절감하는 것임.