

3. 해설기사

크루즈선 건조의 요소기술과 관련 규정

Essential Techniques and Rules in Cruise Ship



강 호 근

Ho-Keun Kang

- 한국선급 기술연구소 책임연구원
- 본 학회 정회원
- E-mail: hkkang@krs.co.kr



김 형 수

Houng-Soo Kim

- 한국선급 기술연구소 선임연구원
- 본 학회 정회원
- E-mail: hskim@krs.co.kr



하 태 범

Tae-Bum Ha

- 한국선급 기술연구소 소장
- E-mail: tbha@krs.co.kr

1. 서 론

크루즈 선박은 여객선이나 일반상선과는 달리 최고의 편의시설과 위락시설을 갖추고 수준 높은 서비스를 제공하는 고부가가치 선박이다 1960년대의 정기여객선 몰락의 시대에, 카리브해에서 새로운 컨셉에 근거하는 레저산업으로서 현대 크루즈 산업이 싹을 틔웠으며, 70년대 숙성시대, 80년대 대형화 및 과점화를 거쳐 대중화의 시대를 거쳤으며, 90년대 이후에는 유럽과 아시아 등에 확

장되어, 전 세계적인 크루즈 붐이라고 부를 수 있는 상황이 되었다.

크루즈선의 시장규모는 연간 130억 달러로 세계선박시장에서 약 12%를 차지하고 있으며, 적당 선가가 5~10억 달러에 달하는 고부가가치 선박으로 연간 10여 척의 발주가 이루어지고 있다. 유럽 국가들이 세계 크루즈선 건조시장의 약 84%를 점유하고 있으며 국가별로는 이탈리아(Fincantieri), 프랑스(De l'Atlantique), 핀란드(Aker Finnyards), 독일(Meyer Werft) 등 4개국이

Table 1 World cruise fleet (2006년)

선사(국적)	선박수(척)		선복량(천GT)	
		비중(%)		비중(%)
Carnival(미국)	81	24.8	5,667	46.0
Royal Carribean(노르웨이)	29	8.9	2,562	20.8
Star Cruise(말레이시아)	19	5.8	1,104	9.0
Mediterranean(스위스)	7	2.1	380	3.1
기타	191	58.4	2,615	21.1
합계	327	100.0	12,328	100.0

자료: Clarkson Research Services

Table 2 Trend of cruise vessel size

구분	1985년		1995년		2006년	
	척수	비중(%)	척수	비중(%)	척수	비중(%)
1만GT 이하	59	15.8	75	8.5	115	35.2
1만~6만GT 이하	86	78.1	130	67.4	119	36.4
6만~10만GT 이하	2	6.1	17	24.1	69	21.1
10만GT 초과	-	-	-	-	24	7.3

자료: 산업연구원, Clarkson Research Services

80%를 점유하여 과점체제를 구축하고 있다.

전 세계 크루즈선사는 약 110여개가 있으며, 주요 크루즈선사로는 Carnival, Royal Carribean, Star Cruise 등을 들 수 있다. 표 1에서 보는 바와 같이 2006년 기준 세계 크루즈 선박은 총 327척으로, 이들 3개 선사가 선박수 기준 약 40%, 선복량 기준 약 76%를 보유하고 있다.

또한 전세계 크루즈선 중 선령 20년 초과 선박이 37.3%에 달해 대체수요 및 크루즈 관광 증가 수요에 의한 선박 발주가 예상되며, 2006년 말 수주잔량 기준으로 2009년까지 10척 내외의 꾸준한 물량이 있고 표 2에서 알 수 있듯이 적당 규모도 10만GT 이상으로 대형화되는 추세이다.

크루즈선은 많은 승객이, 배를 단순히 이동수단으로서가 아니고 레저로서 배 여행 그 자체를 즐기고 쾌적한 선상 생활을 보내며, 이와 동시에 많은 승무원들이 고객에게 서비스와 안전한 운항을 제공하기 위해 승선하고 있어, 최근 대형 크루즈선의 경우 총 승선인원이 수천명의 규모에 미친다. 이러한 이유 때문에, 크루즈선에는 독립한 하나의 해상 도시로서의 기능을 가지기 위해 일반 상선이나 여객선(Ferry)과는 크기나 용량면에서 크게 다른 기기나, 상선에서는 통상 장비되지 않는 장치들도 많이 탑재되고 있다. 물론 육상의 호텔등에서 동종의 기기가 사용되고 있지만 선박이라는 특수한 환경, 즉 선체운동이나 진동, 한정된 공간, 경량화, 보수·점검·예비품 등 안전이나 신뢰성 면에서 육상장치와는 상당히 다른 점도 많다.

이러한 관점에서 본 보고에서는 공조장치나 주방시설, 폐기물 처리장치 및 추진시스템 등 크루

즈 특유의 기술로서 일반 상선에서는 고려의 측면이 적은 기술을 중심으로, 그 개요나 최근의 환경대책등을 중심으로 소개한다. 또한 최근의 안전성에 대한 규칙 동향으로부터 크루즈선의 배치계획에의 영향등에 대해서도 그 개념적인 내용을 설명한다.

아울러 크루즈선에서 매우 중요한 인테리어나 엔터테인먼트 시스템에 대해서는 관련된 문헌¹⁾을 참고바라며, 승객의 안락함에 관계된 진동·소음 및 선박 안정성에 관련된 장치이중화 시스템(Redundancy Systems)의 상세한 설명은 차후 본 학회지에 지면을 할애하여 보고할 예정이다.

2. 크루즈선의 요소기술

2.1 HVAC System

HVAC System은 크루즈선에서 가장 중요한 시스템으로서 승선원의 편의를 위해 선내에 신선한 공기를 공급해주고, 온도 및 습도를 최적의 상태로 유지하는 것이 중요하다. 대형 크루즈선 한척에 필요한 파이프 길이는 VLCC선 대비 약 10배, 덕트 길이는 50배, 케이블 및 온면적은 약 30배 등 일반 대형선 의장물량의 약 30배가 필요하다.

대형 크루즈선에서의 공조장치는 대부분이 Chiller Units를 사용한 냉수 순환에 의해 AHU(Air Handling Units)을 개입시켜 공기를 냉방하는 방식이다. 압축기는 스크류 또는 터보식을 여러 대 장비하며, 냉매는 환경대책을 고려한 대체 프레온(HFC)이 사용된다. 또한 난방은 증기 히터에 온수순환 방식을 사용하는 것이 일반적이다.

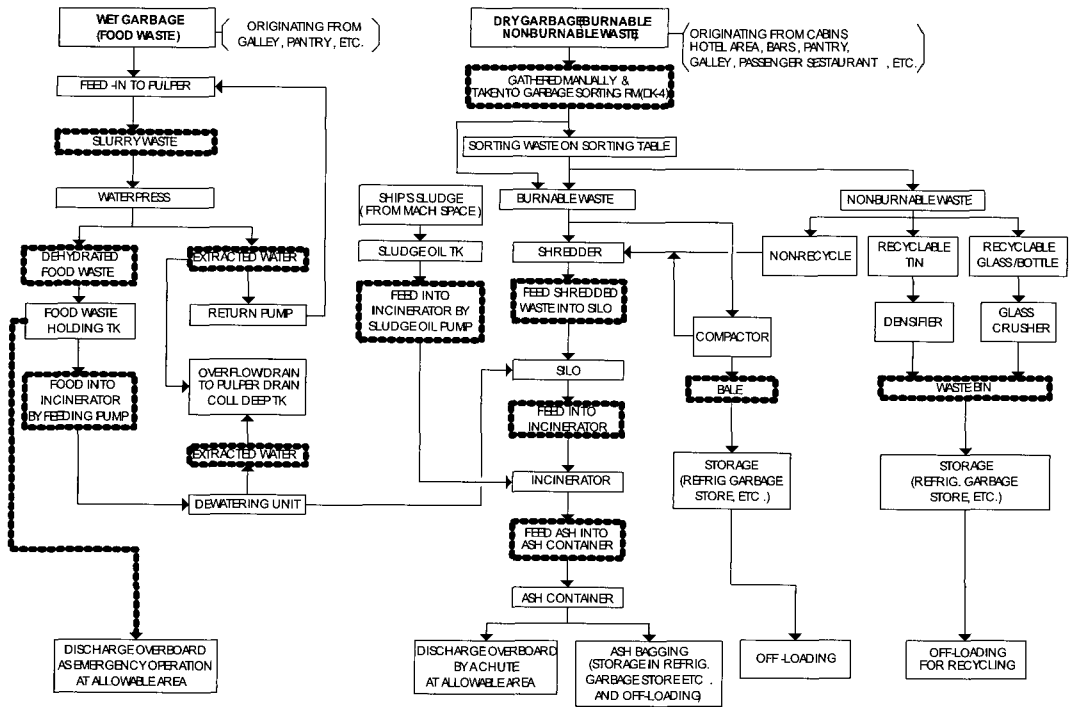


Fig. 1 Flow diagram of wet/burnable/non-burnable garbage disposal system

AHU는 급배기 팬·모터·열교환기·쿨러·히터 및 재열기 등으로 구성되며, 이것에 의해 공조된 공기는 거주구역(Accommodation) 등 소정의 구역에 공급된다. AHU는 기본적으로 약 40m마다 구획된 주수직 구역(MVZ: Main Vertical Zone) 마다 독립하여 분산 배치된 시스템으로 되어 있다.

또한 급기는 구획에 따라 싱글덕트(Single Duct) 방식과 트윈덕트(Twin Duct) 방식으로 구분하여 사용하고 있다. 트윈덕트 방식은 주로 객실 등에 채용되지만, 냉풍과 온풍의 2개의 덕트를 각 대상 구획에 도입하여, 설정온도에 따라 혼합한 후 공급된다. 싱글덕트 방식은 AHU에서 미리 공조된 공기를 송풍하며, 객실등에 채용하는 저속 싱글 덕트방식과 거실등에 공급하는 고속싱글 덕트 방식이 있다.

최근의 크루즈선은 종래의 트윈덕트 방식이 주류인 객실의 공조에, 객실로부터 온도 컨트롤이 가능하도록 재열기를 장비한 고속 싱글덕트 방식을 채용한 예도 많아지고 있다.

크루즈선에 있어 공조장치의 중요도는 매우 중요하지만, 일반상선에 비해 어려운 점은 그 물량이 많을 뿐더러 아니라 저소음화, 집중 제어 등 최고의 사양을 갖추어야 하기 때문에 이러한 장치가 성능계획 및 배치계획 등에 미치는 영향이 매우 크다는 것이다. 특히 초기의 성능계획이 전체 배치계획에 주는 영향이 크기 때문에 기기를 결정할 때는 불확정 요소가 많은 가운데 열용량의 계산을 결정해야하는 등 많은 사전조율이 필요한 장치이다.

2.2 폐기물 처리장치와 환경대책

수 천명의 승객 및 승무원이 승선하여 수일 혹은 수십일 동안 선박 내에서 생활해야 하는 크루즈선에서 대량으로 발생하는 쓰레기류나 오수·오물 처리 시스템에 관련된 크루즈선 특유의 장치가 설치 및 운용되고 있다. MARPOL 규칙을 준수하는 것은 물론, 최근에는 알래스카 해역 등 크루즈선의 취항 해역에서의 환경기준이 엄격한 곳이

많기 때문에 최신의 기술을 도입한 친환경에 대한 대책은 필수적 사안이 되고 있다. 그림 1은 선내에서의 폐기물 처리 흐름도를 나타내고 있다

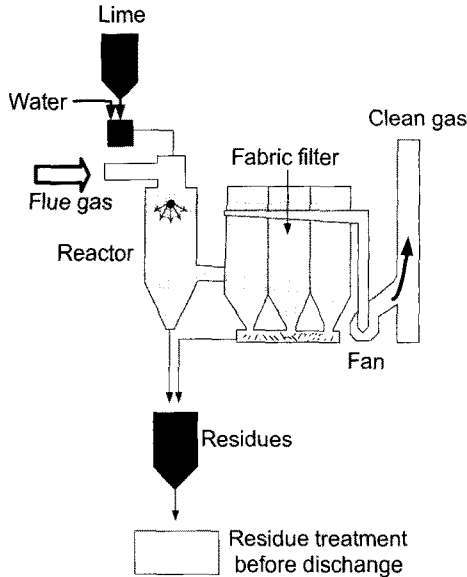


Fig. 2 Semi dry process

□ Dry Garbage

선내에서 발생하는 쓰레기 가운데는 종이 나무, 옷감 등의 가연성(Burnable) 일반 쓰레기와 캔, 병등의 불연성(Non-burnable) 쓰레기로 나뉘어진다. 평균적으로 각 크루즈선에서 고체쓰레기(Non-hazardous Solid Waste)가 1인당 약 4.4 kg/day, 병과 캔이 각2개씩 배출된다⁽²⁾. 또한 전 세계적으로 선박에 의해 버려지는 고체쓰레기의 24%(중량대비)가 크루즈선으로부터 나온다⁽³⁾.

가연성 쓰레기에 대해서는 집적 후 분쇄기등에서 불에 타기 쉽게 파쇄한 후에 소각로에 투입된다. 소각기는 연속운전이나 부하, 재의 처리 등을 고려하여 2대 이상 장비하는 것이 많다.

소각기로부터 나오는 배기가스를 줄이기 위해 배기가스 청정장치(FLUE GAS CLEANING SYSTEM)가 실용화되고 있다.(그림 2) 냉각탑이나 리액터, 필터를 통해 소각기의 배기가스로부터 HCl, NOx, SOx, 다이옥신, 중금속류, 먼지 등

을 제거해 깨끗한 배기(Clean Gas)로서 대기 중 에 방출하는 장치로서, 이로 인한 중량증가나 스페이스 증가를 피할 수 없지만 환경문제를 중시하는 최근 여객선에서 탑재하는 예가 증가하고 있다

불연성 쓰레기도 일단 집적 후 분쇄기나 프레스등에서 분쇄 및 압축하여 저장한 후에 해양투기 또는 양륙된다.

□ Wet Garbage

생활쓰레기나 잔반등의 음식물 쓰레기는 교반기나 디스포저로 처리후, 순환수와 함께 슬러리(Slurry) 상태로 되어 추출장치(Extractor)에서 수분을 제거 및 분리한다. 분쇄 처리된 쓰레기는 소각기로 소각 또는 해역에 직접 해양투기 하던가 전용의 컨테이너등에서 냉장 저장한다. 분리수는 리턴펌프에 의해 순환수로서 생활쓰레기 이송에 재사용된다.

□ 오수처리장치

일반적으로 분뇨나 병실등에서 나오는 오수를 Blackwater, 욕실, 세면, 세탁실등에서 나오는 생활오수를 Graywater로 구분하여 부른다. 대형 크루즈선(3,000명 승선: 승객과 승무원 포함)에서 하루에 약15,000에서 30,000 갤런의 Blackwater가 배출된다⁽⁴⁾. 또한 Graywater는 크루즈선에서 발생하는 액체쓰레기(Liquid Waste)의 대부분을 차지하며(약 90~95%), 하루에 90,000에서 255,000 갤런(1인당 30에서 85갤런)을 배출한다⁽⁴⁾.

크루즈선에서 각 번기로부터의 Blackwater는 통상 진공 화장실 방식을 채용해 저장탱크를 경유해 처리장치에 이송된다. 이와 같은 처리 방식은 통상의 플래시번 방식의 중력 이송 방식보다1/10 정도의 수량으로도 이송할 수 있기 때문에 공간 활용도가 높다. Graywater는 선체에 대용량의 저장탱커(Holding Tank: 발라스트 탱크와 겸용의 경우도 있다)를 설치해 처리 전까지 저장한다.

Blackwater, Graywater 모두, 오수처리 장치에서 배출 가능한 상태로 선외 배출한다. 최근 들어 국제해사기구(IMO) 해양환경보호위원회

(MEPC)는 제55차 회의(2006.10)에서 생물화학식 분뇨처리장치의 개정된 시험기준인 Res. MEPC.159(55)가 채택되었으며, 이는 기존의 성능시험 기준인 Res.MEPC.2(VI)와 비교해 한층 강화된 배출기준으로서 2010년 1월 1일 및 이후 선박에 탑재되는 생물화학식 분뇨처리장치는 표 3에 명시된 개정된 기준을 적용받는다.

2.3 추진장치

크루즈선의 추진 시스템은 일반적으로 디젤구동 추진시스템(Conventional-shaft Propulsion System), 일반 전기추진시스템(Electric-shaft Propulsion System), POD 추진시스템(Electric-POD Propulsion System)의 3가지

로 분류된다.

최근의 크루즈선은 대부분이 전기추진시스템에 의한 추진장치가 탑재되고 있다. 이 방식은 종래의 디젤직결 추진방식에 비해 저진동저소음, 뛰어난 조종성, 유연한 운용성, 배치상의 장점 및 Redundancy 등의 측면에서 여객선으로서는 최적인 시스템이라는 평가를 받고 있다. 즉, Cyclo-converter나 Synchro-converter기술을 이용하는 새로운 세대의 AC/AC구동 시스템을 이용한다.

최근에는 전기추진방식에서도 추진모터를 POD에 넣어 프로펠러와 일체가 된 콤팩트한 추진장치를 선미에 탑재하는 AZIPOD 방식의 추진시스템이 여객선에 많이 채용되고 있다.(그림 3) 이 추진시스템은 90년대 초에 핀란드에서 쇠빙선

Table 3 Res.MEPC.2(VI) vs. Res.MEPC.159(55) 비교표

내용	Res.MEPC.2(VI)	Res.MEPC.159(55)
대장균수의 기하평균	250마리/100ml 이하	100마리/100ml 이하
총 부유물질	50mg/l 이하	35mg/l 이하
생물화학적 산소요구량(BOD)의 기하평균	50mg/l 이하	25mg/l 이하
화학적 산소요구량(COD)의 기하평균	—	125mg/l 이하
배출물의 산성도(pH)	—	6~8.5 사이
시험기간 및 샘플링 주기	10일 동안 총 40개의 샘플을 수집 (최대용량, 최소용량, 평균용량에서 수집)	샘플의 개수는 10일 동안 총 40개로 동일하나 샘플링 시기를 구체적으로 언급함 (샘플링 주기를 나타내는 그림이 제시됨 : 1일 4회 샘플링 - 최대용량 1회, 최소용량 1회 및 평균용량 2회)
	적절한 유입물 샘플 수집	배출물 샘플을 수집할 때마다 유입물 샘플을 수집 및 분석(총 40개)
살균제 잔류물(염소를 살균제로 사용시)	가능하면 낮게 유지	0.5mg/l 미만
제어장비 및 센서의 환경시험	강제요건이 아니었으며, 구체적인 시험방법 및 판정기준이 없음.	Res.MEPC.107(49) 부속서 Part 3에 따라 실시해야 됨(진동시험, 고온시험, 습도시험, 경사시험)
본체에 부착하는 라벨	형식, 모델 및 제조자명을 부착	형식, 모델 및 제조자명에 추가하여 제조일, 운전/설치제한조건을 포함하여 부착
설치, 작동 및 정비에 관한 지침서	주관청이 검사하도록 규정	주관청이 검사해야 되고, 작동 및 정비에 관한 지침서를 항상 선박에 비치해야 됨
선원훈련	—	운전 및 정비와 관련한 내용을 포함해야 됨
참고사항)	우리나라에서는 Sewage Treatment Plant의 용어를 다음과 같이 다르게 사용하고 있으며 이 문서에서는 해양오염방지법 시행규칙의 용어를 사용하였다. - 해양오염방지법 시행규칙 제103조의 8 : 분뇨처리장치 - MARPOL 번역본 : 오수처리장치 - KR 성능시험보고서 : 하수처리장치	

용으로 Kvaerner Masa-Yards와 ABB 사가 개발한 것으로서, 쇄빙 항행시 추진력을 이용할 수 있는 추진기를 갖는 쇄빙선은 쇄빙성능이 전진시에 비해 매우 좋은 것이 알려져 있다.

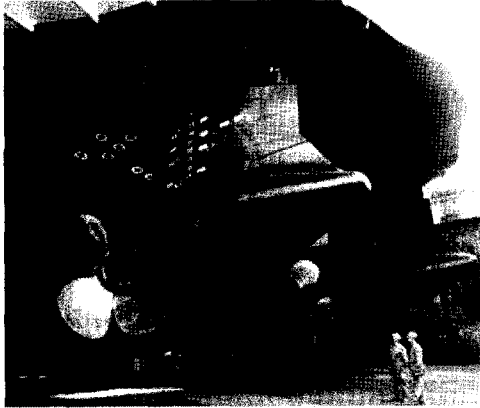


Fig. 3 AZIPOD propulsion

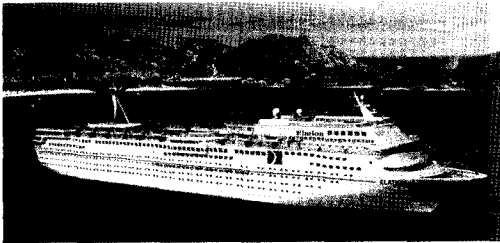
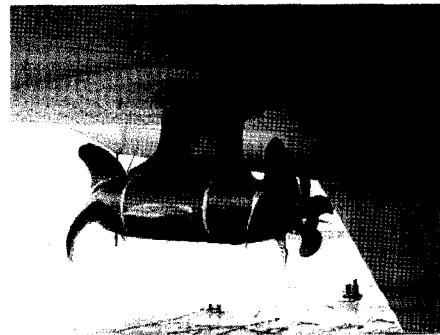


Fig. 4 Carnival Elation cruise ship (GT:70,367; Length: 260.6 m; Pass. Capacity: 2,052; Total Crew: 920)

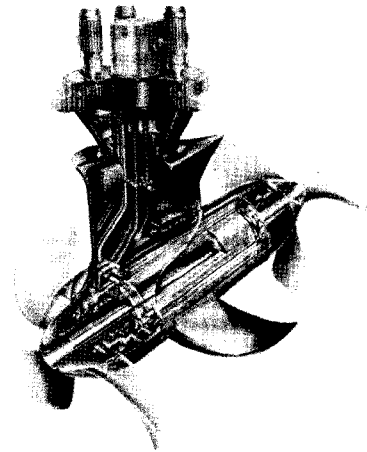
크루즈선으로는 98년 준공한 카니발 크루즈사의 7만톤형 여객선 Elation(그림 4)가 최초이며, AZIPOD (14 MW × 2기)가 탑재되었다.

이 방식의 특징은 추력방향을 360도 바꿈으로서 조종성 및 선회성의 현저한 개선은 쇄빙선이나 크루즈선에 적합하게 하였다. 또한 포드형 추진장치의 최대 이점은 선미 형상이 종래의 프로펠러 축직결형에 비해 제약이 없어져 추진저항이 적은 선형으로 할 수 있는 것, 주기관 대신에 복수의 발전기를 중간 데크(Deck)에 배치할 수 있기 때문에 기관실 배치의 자유도가 향상되며, 그 배에 가정 적합한 배치를 실현할 수 있어 결과적으로 적재성

능의 향상이나 진동-소음에 대한 대책이 용이해지는 점이다. 포드형 추진장치를 실현시키는 핵심 기기는 전동기의 출력을 자유자재로 제어할 수 있는 고효율 전력변환장치이다. 포드라고 하는 한정된 공간에 소형 경량으로, 한편 보수가 적은 신뢰성있는 전동기를 안에 탑재하기 위해서는 가변속이 가능한 교류전동기는 필수이다. 독일의 SIEMENS와 SCHOTTEL은 영구자석에 의한 여자와 Twin 프로펠러를 채용해 그림 5와 같이 한층 더 소형화 및 고효율을 실현했다.



(a)



(b)

Fig. 5 Siemens-SCHOTTEL Propulsor (SSP). The two pillars of the SSP - a joint development of Siemens and SCHOTTEL - are the SCHOTTEL Twin Propeller technology and a permanently excited motor (PEM) from Siemens characterized by its high efficiency and slim-line construction.

통상 크루즈선에 본 방식을 채용하는 경우에 2기의 AZIPOD를 탑재하는 것이 일반적이지만 최근 10만톤을 넘는 초대형 크루즈선에 채용된 예에서는 3내지 4기의 포드를 장비해, 이 중에 1 내지 2기는 고정식 포드로 장착하고 있다

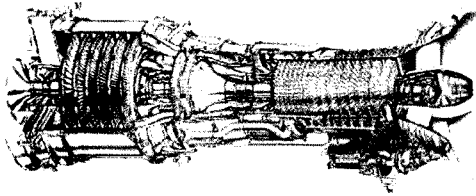


Fig. 6 GE's LM2500+ for ship

2.4 Galley기구 및 USPH 대책

크루즈선에서 galley 설비는, 식사가 크루즈 최대의 즐거움인 것과 동시에, 승무원도 포함하면 수천인 규모의 식사를 매회 다채로운 메뉴와 함께 제공한다고 하는 면에서, 일반상선뿐만 아니라 육상설비를 포함해도, 종래의 기술이나 경험의 연장 범위를 넘는 크루즈선 특유의 설비라 할 수 있다. 또한 미국 공중위생국(USPH: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health)의 세세한 규정은 galley 기기뿐만 아니라, 많은 위생관련 기기, 배치에까지 영향을 미치기 때문에 관련 규정의 검토 및 설계·시공의 전문 컨설턴트와의 협조가 필요하지만, 현재 이와 관련된 시설들은 EU의 몇몇 회사가 독점하고 있는 것이 실상이다.

2.5 가스터빈기관과 환경 대응형 디젤기관

전기추진 발전기 엔진으로 기존의 중속 디젤기관을 탑재하는 경우가 대부분이었다. 대형 크루즈선의 경우, 추진용 전력과 선내 소비전력을 공급

하기 위해 4 ~ 6기의 중속 디젤기관을 탑재하고 있다. 하지만 최근에는 디젤기관 대신에 가스터빈 발전기관을 탑재하는 경우가 나타나고 있다. 2000년에 건조된 "Millennium 및 동 시리즈 선"에는 COGES (Combined Gas Turbine and Steam Turbine Integrated Electric Driven System)방식으로 가스터빈과 증기터빈의 병합 시스템을 이용하고 있다. 이것은 그림 6에서 보이는 GE사의 LM2500+(25,000 KW) 2기와 배열 회수에 의한 증기터빈의 복합발전 방식을 채용하고 있으며, 디젤엔진을 탑재하지 않는 획기적인 것이며, 포드추진장치와 조합한 최신방식의 추진 플랜트선이라 말할 수 있다. 이와 같은 가스터빈 탑재의 최대목적은 NOx, SOx의 대폭적인 감소를 위한 환경문제에 대처하기 위함이다. Table 4는 MARPOL 73/78, Annex VI 규제기준 강화를 위한 회의에서 잠정 동의된 적용시기가 2011년 1월 1일 이후에 건조되는 선박에 탑재되는 디젤엔진에 NOx의 기준을 나타내고 있다. 이 밖에도 콤팩트하고 소형·경량이기 때문에 기관실의 축소나 소음·진동 저감 등의 효과도 있다. 하지만, 연비의 악화나 양질의 연료를 사용하는 것 등 연료비의 증가 및 정기적 보수정비 등의 과제가 있다.

가스터빈 탑재의 다른 플랜트 시스템으로서 CODAG (Combined Diesel and Gas Turbine Electric Driven System)방식이 있으며, 가스터빈과 수대의 디젤엔진의 병용에 의한 발전시스템을 이용한 방식으로서 Princess에 적용하여 탑재를 하고 있다. 이 경우, 양자의 출력배분은 운용방법에 의해 다르지만 가스터빈만 운용하는 경우 환경대책에 엄격한 해역 등을, 어느 정도의 선속으로 항행 할 수 있도록 설정된다.

한편, 디젤 주기관 그 자체에의 대책으로서는 Smokeless Engine이라고 칭하는 Common

Table 4 NOx standards for new engines (MARPOL 73/78, Annex VI)

RPM	현행	개정안(Tier II)
n이 130rpm 이하일 때	17.0 g/kWh	[15~13.5]
n이 130 이상 2000 rpm 미만일 때	45.0×n ^(0.2) g/kWh	[minus 3.5~2]
n이 2000 rpm 이상일 때	9.8 g/kWh	[7.8~6.3]

Rail 연료분사시스템을 채용한 배연 저감형 엔진을 탑재하고 있다. 이러한 시스템에서는 엔진의 저부하시라도 연료분사 모드를 자유롭게 제어 가능하기 때문에, 특히 저부하시 검댕이나 흑연 대책에 효과가 있어 최근의 크루즈선용의 중속 디젤기관에서는 많은 채용 실적이 있다.

3. 안전관련 규칙동향

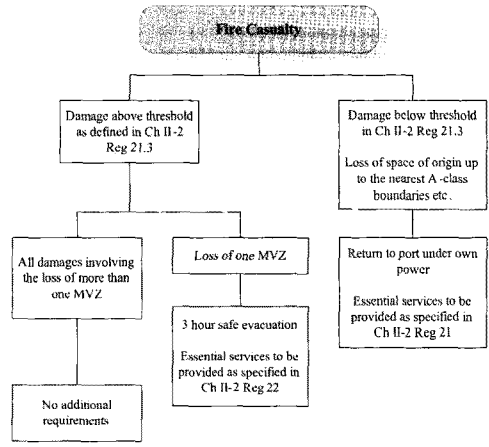
Titanic호 침몰 이후 SOLAS 협약이 제정된 이래 선박 및 승객의 안전에 관한 기준이 강화되어 왔다. 여객선의 경우 대형화에 따라 승선 인원의 현격한 증가로 인하여 사고가 발생할 경우 많은 인명피해가 예상되기 때문에 인명의 안전 확보는 최대의 중요한 사항이 되어왔으며, 이에 대한 SOLAS 협약에 근거하여 안전설계하기란 매우 엄격한 기준들을 부합해야만 한다. 특히, 복원성과 화재안전성 및 피난탈출(Evacuation Program)에 대한 고려가 크루즈선의 배치 설계에 많은 영향을 미친다. 이하 여객선에 적용되는 규칙 및 배치 계획 측면에서 고려해야 할 사항들에 대해 간략하게 기술한다.

□ Redundancy Systems

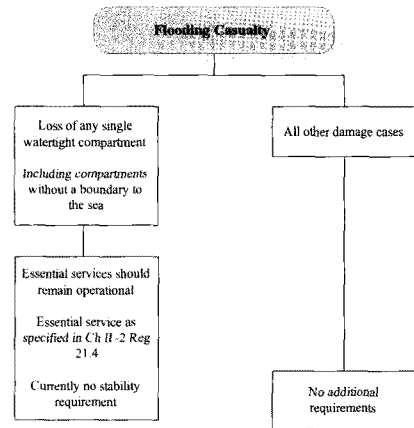
2010년 7월부터 적용될 새로 도입될 여객선의 Redundancy Requirements인 'Safe Return to Port' 개념 적용으로 선박의 안전성능은 대폭 확대될 것으로 전망되지만 크루즈선을 포함한 여객선을 설계하는 입장에서 많은 어려움이 예상된다. 특히 현재 수주하는 크루즈선이 대부분 2011년 이후 건조되어 본 규칙의 적용에 맞게 되어야 한다. 주요개념은 그림 7에 명시한 바와 같이 선박의 화재나 침수로 인하여 Casualty Threshold 시, 즉 하나의 구획(Compartment) 내에서 손상 시, 선박은 자력(Own Power)으로 안전하게 항구로 돌아갈 수 있도록 설계되어야 한다.

또한 동력계통의 주요 기술은 선박의 운항 안정성을 고려한 Redundancy 설계 기술로서 발전 및 추진계통의 어떠한 Failure Mode에도 안전운전이 가능해야 하며, 조명계통에 있어서는 Backout

상황에서도 수천명의 승객이 안전하게 대피/탈출할 수 있는 비상 조명계통이 작동되어야 한다. 그림 8은 전기추진 시스템에 있어서의 Redundancy에 대한 개략적인 설계개념을 보이고 있다. 전기추진 시스템에 있어 Redundancy의 채용은 추진계통의 유성성(Flexibility), 안전성 및 경제성을 고려하는데, 그림 8(a)와 같이 단축선에서 두 대의 전기모터와 감속기를 이용한 Redundancy 방식, 그림 8(b)는 감속기 없이 전기모터로 구동하는 쌍축 추진방식의 Redundancy 개념, 그림 8(c)는 감속기 없이 전기모터를 직렬(Tandem)배열하는 Redundancy 방식등을 사용한다.



(a) Fire casualty



(b) Flooding casualty

Fig. 7 Fire & Flooding casualty for evacuation program

□ 방화구조 시스템

여객선에서의 화재는 대피공간 및 진화수단의 제한으로 수천명의 승객이 승선하는 환경에서는 많은 인명피해를 유발하는 특징이 있다. 선박 내에서 화재가 발생하는 것을 조기에 발견하는 경보 장치와 화재를 진압하는 소화장치를 구비하고 선체구조 및 실내 내장재에 가연성 재료의 사용을 제한하며 한 구역에서 발생한 화재가 다른 구역까지 확대되지 않도록 방화구조를 갖추어야 한다. 특히 여객선의 공간 계획과 관련하여 방화벽인 주수직구역(MVZ: Main Vertical Zone)과 수밀 격벽의 설치에 중요하다. 그림 9는 2006년에 Star Princess에서 발생한 화재의 사진을 나타내고 있다.



Fig. 9 Fire casualty in Star Princess (2006년)

방화구조에 대해서 여객이 36명을 넘는 여객선은 주수직구역(MVZ)의 길이가 40m 이내, 최대 넓이는 1,600 m² 이내에서 A60급의 구분에 의해 선체·선루를 주 수직구역으로 분할해야 한다(그림 10). 그러나 최근 건조되고 있는 대형 크루즈

선의 경우 대부분 선폭이 35 m를 넘어 이 기준을 만족하기 어렵다. 이러한 새로운 개념의 설계를 위한 규칙에서는 기존 규칙에서 요구하는 기준을 만족하지 못하더라도 새로운 설계의 성능 기준(Performance Criteria)이 기존 설계보다 높을 경우 관계당국의 승인을 받아 반영할 수 있다.

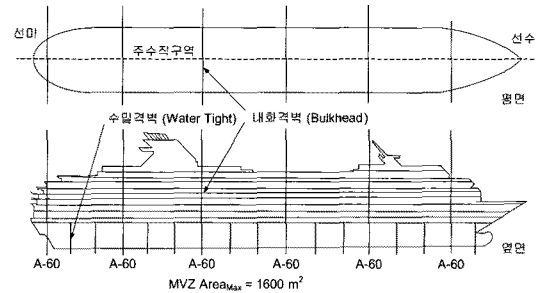


Fig. 10 Structural fire subdivision in cruise ship

□ 복원성 규정

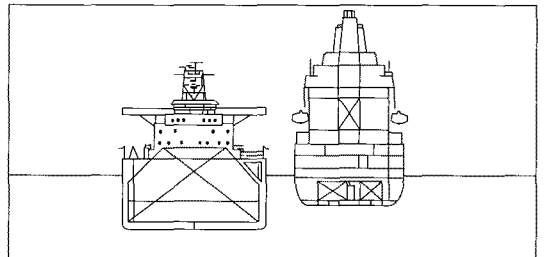


Fig. 11 Comparison of midship shape in general ship (left) vs. cruise ship (right)

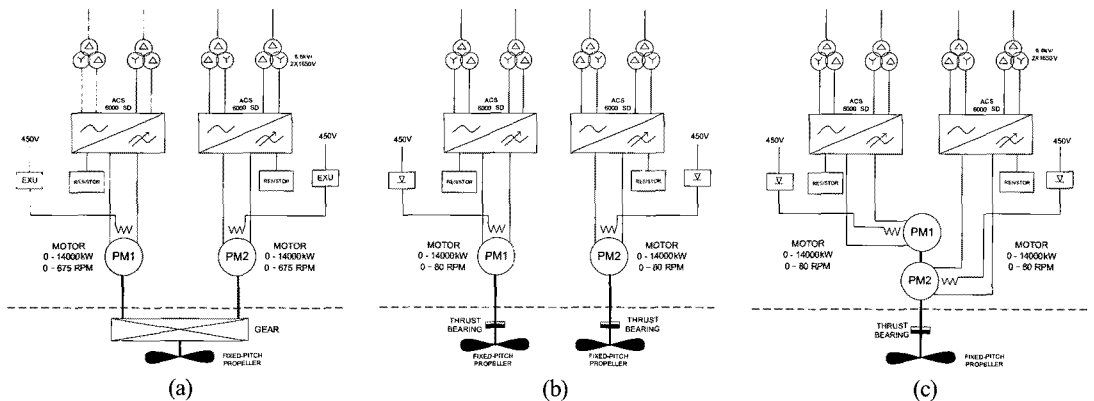


Fig. 8 Redundancy concepts in electric-shaft propulsion

크루즈선은 다수의 Deck에 객실 및 공실 (Public Space)등을 배치하므로 그림 11과 같이 일반상선보다 적은 흘수(Draught)이면서 무게중심(KG)이 높아 구조안전성 기준을 만족시키는 것이 매우 까다롭다.

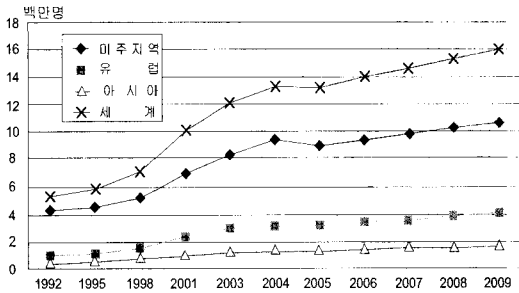
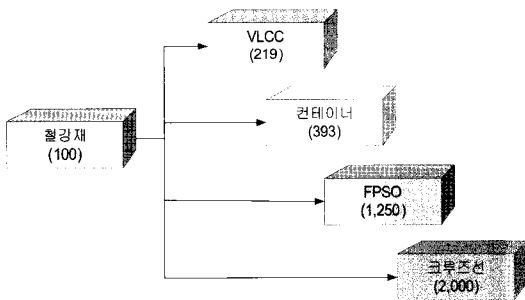


Fig. 12 Outlook for cruise industry



(자료: HEL A.T. Keamey Analysis)
(주: 철강재를 100으로 할 때의 선종별 부가가치 지수임.)

Fig. 13 Comparison of added value in vessel type

비손상시의 복원성 규정(IMO Res.A.749(18)) 중 Weather Criteria (바람과 횡동요에 의한 요구사항)의 적용이 요구는 경우가 대부분이며, 이를 만족시키기 어려우므로 설계 시 만족 여부를 반드시 확인해야하며, 너무 높은 GM을 가지면 내항성능이 떨어진다는 점도 주의의 필요로 한다.

또한 손상복원성 규정(IMO Res. MSC.194 (80))은 구획(Subdivision)과 구획실들(Compartments) 설계에 영향을 미치므로 운항하중 조건들을 고려한 세밀한 검토가 요구된다. 특히 2009년 1월 이후 Keel Laying 하는 여객선에 적용되는 새로운 SOLAS 규정을 만족해야 하기 때문에 수밀격벽

의 배치나 격벽 갑판의 위치 결정 등에 한층 더 주의가 필요하다.

□ 긴급 시 피난 탈출 규정

탈출경로의 배치는 계단실을 각 수밀구획, 주수직 구역마다 설치할 필요가 있기 때문에 승객의 공실배치에 영향이 크고, 그 면적에 대해서도 SOLAS에 결정 기준이 명기되어 있기 때문에 승객 및 승무원의 분포를 포함한 초기의 배치계획으로부터 충분히 고려해 두지 않으면 안된다.

SOLAS 제III장에서는 생존정의 탑재 위치에 관해 높이 방향의 제한이 추가되었기 때문에 여객선의 디자인에 큰 영향을 주고 있다. 즉, SOLAS 규정에서 「데빛진수형 생존정의 경우 승정 위치에서의 생존정의 데빛끝단의 높이는 가능한 한 최대경하 항해상태의 수선에서 15 m를 넘지 아니하여야 한다.」라고 규정하고 있다.

덧붙여 안전성에 관해서는 대형화하는 여객선 및 크루즈선을 고려해 IMO에서도 계속 검토 항목이 되고 있으므로 향후의 움직임도 주의 깊게 지켜볼 필요가 있다.

4. 결 론

지금까지 세계의 크루즈산업은 항상 꾸준한 성장 산업으로, 크루즈 인구는 그림12에 나타난 바와 같이 전 세계에서 연간 약 1300만명('05년), 연성장률 5~10%를 계속하고 있으며, 대형 크루즈선도 매년 10수척이 건조되고 있다.

크루즈 선은 지금까지 거의 대부분 유럽의 조선소에서 건조되어 왔기 때문에, 기술적, 산업적인 기반이 유럽에 있는 것은 부정할 수 없다. 여객선 건조에는, 문화적인 측면에서도 높은 장벽들이 있어 가벼이 참가할 수 없는 것은 확실하다. 하지만, 우리나라가 세계 제1위의 조선강국의 위치를 유지해 가기 위해서는 고부가가치뿐만 그림 13) 아니라 관련 사업에 미치는 영향이 큰 크루즈선 건조체제가 구축되어 가능한 빠른 시일 안에 유럽 수준의 기반기술을 확립하는 것을 희망하는 바이다.

참고문헌

- [1] 변량선의 4인, 크루즈선 인테리어디자인, 일진사, 2007.
- [2] The Center for Environmental Leadership in Business, "A Shifting Tide, Environmental Challenges and Cruise Industry Responses," p.14.
- [3] National Research Council, Committee on Shipboard Wastes, Clean Ships, Clean Ports, Clean Oceans: Controlling Garbage and Plastic Wastes at Sea (National Academy Press, 1995), Table 2-3, pp.38-39.
- [4] The Ocean Conservancy, "Cruise Control, A Report on How Cruise Ships Affect the Marine Environment," May 2002, p.13.