

21세기 조선해양 산업 발전 방향

1. 서론

인류의 역사에 발 맞추어 경제가 성장되면서 해상무역은 확대되어 왔다. 선박은 비록 타운송 수단에 비하여 상대적으로 속도는 느리지만 대량수송, 저렴한 운송비 등으로 제품 운송의 핵심적 역할을 수행하면서, 선박 자체의 단점보완과 장점강화를 위한 고속화, 고성능화, 대형화, 전용화를 추진하며 발전하여 왔다.

특히, 20세기 후반에는 LNG라는 새로운 에너지를 나르는 LNG운반선 개발, 건화물을 전용으로 운반하기 위한 컨테이너 전용 운반선 개발, 규모의 경제성을 고려한 초대형유조선 개발 등 새로운 선박이 등장하면서 해상운송의 급진적 발전을 이루었다. 그리고 2차세계대전 이후 선박은 디젤추진장치, 운항 자동화 장비의 적용으로 선박의 운항 성능은 매우 향상되었으며, 선박 건조를 위한 강철재료, 용접기술, 도크에서 대형블록 탑재, 설계전산화 등의 적용으로 선박의 설계와 건조에서 혁신적인 발전이 있었다.

조선해양산업은 21세기에 이 이러한 발전이 계속 진행되어 기존 선박의 대형화, 고속화, 첨단화는 계속될 것이며, 경제성장으로 인해 여가 활용을 위한 초호화유람선과 같은 관광/유람 관련 선박이 지속적으로 성장할 것이다. 그리고 해양석유 자원의 개발, 해양공간을 이용하기 위한 제품 개발, 심해저 광물자원 개발, 해양생물자원 개발을 위한 신형식의 선박을 비롯하여, 극지방의 항로개척으로 내빙상선 등 새로운 선박이 등장할 것이다.

그리고 21세기 중반에는 한정된 화석에너지 자원의 대체로 메탄 하이드레이트를 이용하기 위한 특수전용선이 개발될 것이고, 무공해 에너지원이며 무한한 에너지를 보유하고 있는 해양을 이용한 파력발전, 조력발전, 온도차발전 등 여러 발전시스템이 경제성을 갖고 개발되어 조선해양 산업을 이끌어 갈 것이다.



김 강 수

- 1951년 12월 22일생
- 1974년 서울대학교 조선해양공학과 졸업
- 현 재 : 대우조선해양(주) 기술본부장 직무
- 관심분야 : 선박설계, 선박해양신제품개발
- 연 락 처 : 055-680-2065
016-9689-2065
- E-mail : kskim@dsme.co.kr

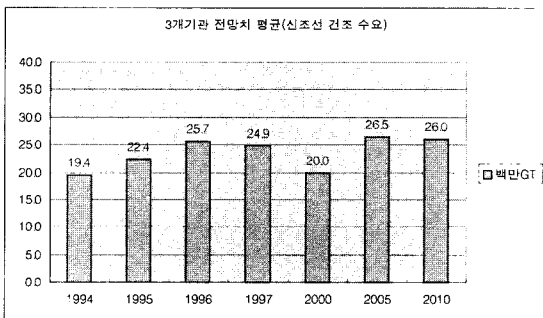
2. 세계 조선해양산업 현황

지구는 해양으로 둘러싸인 대륙으로 구성되어 대륙과 대륙간의 물자 이동을 위한 해상항로가 발전되었다. 북반구의 인구과밀 지역이 남반구의 풍

부한 에너지/곡물 자원을 이용하기 위한 남북항로가 Tanker와 B/C 중심으로 발전되었고, 그리고 북반구에 위치한 산업선진국이 공산품에 대한 세계 분업화 생산으로 북반구의 동서항로가 Container선 중심으로 발전되었다.

세계의 경제는 '80년대 이후 아시아 지역의 년4% 이상의 경제성장과 연계하여 매년 2~3%의 성장을 지속하고 있으며, 21세기에도 이러한 성장은 계속 될 것으로 예상된다. 특히, 21세기에는 중국, 인도의 경제성장이 높을 것으로 예상되어, 전세계 해상 물동량도 계속 성장하여 2000년 50억톤이, 2010년에는 75억톤으로 늘어 날 것으로 예상되며, 유럽~아시아~북미 지역을 연결하는 항로는 세계의 기간항로로서 변함이 없을 것이다.

세계 조선산업은 건화물에 대한 컨테이너 전용운반선호에 따른 컨테이너화물의 증가로 컨테이너선의 신조는 계속 늘어나 21세기에도 주력선종이 될 것이다. 또한 청정에너지인 LNG는 석탄의 대체에너지로 특히 발전을 위한 연료로 널리 사용되면서 LNG선 관련 제품의 수요 증가가 계속 되면서 신조시장을 리드하며 주력선종으로 계속 성장할 것으로 판단된다. 반면에 Tanker는 해상오염방지에 대한 노후선박의 대체를 위한 선박 건조로 현재 수준의 발주는 지속될 것으로 예상되나, OBO 등 겸용선에 대한 신조 발주는 선박의 전용선 화라는 큰 흐름에 의해 대폭 축소 될 것으로 예상된다.



출처 : 조선공업협회 2001년도 조선자료집
그림 1. 신조선 건조 수요

3. 일반상선의 첨단화

조선소와 선주는 선박 운항의 경제성과 화주들에게 보다 나은 서비스를 통한 경쟁력을 확보하기 위하여 배의 크기와 속력을 경쟁적으로 발전시켜 왔다. 21세기에도 이러한 추세가 계속 이어져 선박의 대형화, 경량화, 전문화, 고급화, 고속화의 추진과 아울러 운항자동화 장비 등 각종 첨단 장비를 통한 선박 운항의 고기능화가 이루어 질 것이다.

3.1 고속화

20세기 후반 선주들의 빠른 화물서비스 차원에서 경쟁적으로 보다 더 빠른 컨테이너선을 요구하게 되었으며, 21세기에는 인터넷, 통신 등의 영향으로 제품 이동의 고속화가 더욱 더 요구됨으로 Feeder선을 중심으로 선박의 고속화가 급진적으로 진행될 것이다. 즉, 세계의 해상 컨테이너 화물 이송이 세계 몇 개의 Hub항을 중심으로 대형선이 움직이고, 환적화물을 이송하는 고속 Feeder Container선이 필요하게 될 것이다.

일본에서는 1,000여개의 컨테이너를 적재하고 60노트 이상의 빠른 속도로 운송하는 초고속화물선인 TSL(Techno Super liner)이 개발되어 일본-홍콩간 시험운항에도 성공했으며, 미국에서도 대서양을 고속으로 운항하는 고속 컨테이너선을 건조하고 있다.

선박 고속화의 목적을 이룰 수 있도록 신선형 개발, 고효율/고속추진시스템 등 기초적인 기술과 함께 혁신적인 개발 연구를 통하여 새로운 해상수송수단을 실현시켜야 할 것이다.

3.1.1 신선형 개발

선박의 고속화 기술의 핵심은 적은 동력으로 요구되는 속력을 얻을 수 있도록 선박의 중량을 지지하는 세가지 힘, 즉 부력, 양력, 공기압력을 적절히 조화시켜 저항을 최소화 시켜주는 복합지지형 선형기술에 달려 있다. 선진 조선기술국은 오래된 조선기술과 훌륭한 연구시설을 바탕으로 체계적인 연구를 해 초고속 성능을 만족시킬 수 있는 핵심기술을 확보하여, 여러 가지 형

표 1. 컨테이너선박의 대형화 세대 추이

세 대 항 목	I	II	III	IV	V	VI
	(본격화) 1960년후반	(대형화, 고속화) 1970년대	(생에너지) 1970년대말~ 1980년대초	(거대화) 1980년대 후반	포스트파 나막스형 1990년대 전반 (P' max)	(초대형화) 1990년대 후반 (Over-P' max)
적재능력(TEU)	700~	1800~	2,000~	2,500~	4,300~	6,000~
컨테이너선 주요제원						
T E U	752	1,887	2,464	4,407	4,340	6,000
선 장 (m)	187.0	263.3	258.5	281.6	260.8	318.0
선 폭 (m)	26.0	32.2	32.2	32.25	39.4	42.8
깊 이 (m)	15.5	19.6	24.1	21.4	3.6	-
G T	16,240	37,799	53,050	53,800	61,900	81,488
흘 수 (m)	10.5	11.5	13.2	13.5	12.5	14.0

대의 복합지지형 초고속 선형을 보유하고 있으며, 21세기에는 초전도 전자추진선, WIG선 등이 실현될 것으로 예상된다.

3.1.2 고효율 추진 시스템

10,000TEU 이상의 대형 Container선에는 현재 개발된 Diesel Engine을 단축시스템으로 적용하면 원하는 속도를 얻기 어렵다. 이로 인해 쌍축으로 전환되면서 선가의 가파른 상승과 함께 선박의 유지보수비가 상대적으로 증가되지만 고속화를 위한 요구는 계속되고 있다.

선박의 고속화를 위하여 고효율 프로펠러와 추진에 너지 저감 장치 등 선박 추진 효율을 향상시키기 위한 장치 개발이 필요하다. 선미부의 Energy Saving Device는 적용 위치에 따라 에너지 저감의 개념을 달리하므로, 이들에 대한 기술분석 및 필요기술을 개발해야 한다.

선박의 스크류 프로펠러는 캐비테이션의 문제로 고속 추진에 한계를 가지고 있는 반면 고속에서 양호한 캐비테이션 및 진동성능과 우수한 조종성능을 갖는 물제트(Water-jet) 추진장치가 35~50노트급 중형 고속선에서 널리 이용될 것이다.

또한 현재 선박의 공간활용, 진동소음, 조종성능 등

의 장점으로 여객선 등에 사용되는 High Voltage Motor에 의한 전기추진방식은 21세기 선박에도 더욱 활발히 적용될 것이다.

한편 Gas Turbine의 사용도 증가될 것이다. 고속선의 주추진 장치로서 경량의 Gas Turbine이 사용될 뿐만 아니라, 해상 Plant나 해양설비에서 주 동력원으로 Gas Turbine 구동 발전기가 더욱 많이 사용될 것이다

3.2 대형화

20세기 선박의 대형화는 유조선이 주도하여 '70년대 초에 30만톤의 원유를 운반할 수 있는 탱커는 이미 보편화되었으며, 지속적인 기술개발로 현재의 탱커는 선체 중량이 '70년대에 비해 25% 정도 경량화 된 상태이다. 그러나 선박의 대형화가 가장 급진적으로 진행되는 것은 컨테이너선으로 이미 9,000TEU급의 건조를 넘어서 12,000 TEU급까지 개발이 완료되었으며, 지금은 20,000TEU급이 개발되고 있다. 또 선박의 대형화를 주도하는 선종은 LNG선 및 크루즈선으로 규모의 경제에 맞춰 대형화가 추진되고 있다.

3.2.1 컨테이너선 대형화

20세기 후반 선박의 대형화를 주도적으로 이끈 제품은 컨테이너선이라 해도 과언이 아니다. '70년대 초반

표 2. 크루즈선의 척당 평균 총톤수

구분/년도	선박의 총톤수 (GRT)	선박의 기본 침상수	평균 총톤수	평균 기본 침상수	총톤수 증가치	신조선 평균 총톤수	기본침상수 증가치	신조선 평균기본 침상수
기존자료	1997	4,761,648	202,025	18,456	783			
	1998	5,134,838	217,783	19,599	831			
예상치	1999	6,012,238	238,969	21,627	860	877,300	54,831	21,186
	2000	6,836,283	259,757	23,655	899	824,000	74,909	20,758
	2001	7,825,238	282,899	25,911	937	989,000	76,077	23,172
	2002	8,661,238	302,619	27,850	973	836,000	92,889	19,720
	2003	9,584,238	323,619	29,951	1,011	923,000	102,556	20,808

출처: Maritime and Report and Engineering News(99.2)

처음으로 컨테이너선이 개발될 때는 700개 정도의 컨테이너를 탑재할 수 있는 정도였으나, 화물창내 뿐만 아니라 갑판 위에까지 컨테이너를 적재하여 일반선박에 비하여 빠른 속도로 이동하는 장점으로 '80년대 후반부터 급진적으로 물동량이 성장하면서 컨테이너선도 대형화되었다. '90년대초까지 Panamax형 컨테이너선으로 4,000TEU급이 주종이었으나, 이후 Post-Panamax가 등장하면서 최근에는 9,000개를 탑재할 수 있는 컨테이너선도 건조되었다. 또한 12,000TEU급 컨테이너선의 설계 개발이 완료되어 있는 상태이며, 머지않아 약 20,000개의 컨테이너를 탑재할 수 있는 컨테이너선의 개발이 시작될 것으로 보인다.

3.2.2 LNG선 대형화

LNG 해상수송은 1958년 미국 앨라바마 조선소에서 화물선을 개조해 만든 '메탄 파이어니' 호를 건조하면서 부터 시작되었다.

LNG선의 대형화는 지난 '75년 3만³급에서 시작하여, '80년대에 12만5천³급으로 대형화되기 시작하여 '90년대에 들어와서 13만8천³급이 주로 발주되면서 대량 LNG 수송시대를 열었다. 21세기 LNG선은 LNG육상터미널의 하역 조건과 규모의 경제성을 감안하여 16만³급 이상의 LNG선 건조될 것이며, 이와 같은 대형화 추세는 지속적으로 진행될 추세이다.

3.2.3 크루즈선 대형화

최근 크루즈선 건조에 있어서 가장 두드러진 특징은 대형화와 고급화인데, 이는 대형화를 통하여 규모의 경제를 확보할 수 있다는 대형 크루즈 선사들의 분석을 반영한 것이며, 이러한 대형화 추세는 21세기에도 지속될 전망이다.

3.3 고기능 선박 의장 기술

3.3.1 운항자동화 기술

현재의 조선해양 Plant의 운항/운전 자동화 기술은 더욱 고도화될 것으로 보인다. 현재 해상에서만 이루어지는 항해/운전 관련 모든 상황들이 2010년경부터는 육상기지로부터 통제/제어가 가능한 수준으로 발전할 것으로 예상되며, 이로 인해 해상에 거주하는 승무원 수가 상당히 감소할 것이다. 또한 현재 선박에 적용되는 자동항법장치, 선박용 Black Box, 전자해도 등 선박 통신관련 기술이 하루가 다르게 발전 변화하는 전자제어, 통신, Internet 등의 주변기술의 획기적 발달로 현재와는 상당히 다른 형태의 선박 운항제어장치가 적용될 것이고, 향후 2020년경 이후에는 무인화 선박까지 등장할 것으로 예상된다.

3.3.2 하역 System

선박의 발전은 항만의 하역시스템과 연계되어 발전

되어 왔는데, 컨테이너선의 대형화와 고속 Feeder선의 등장으로 현재의 하역 설비보다 더욱 빠르게 선적과 하역을 할 수 있는 초자동화된 항만 설비가 구축될 것으로 본다. 이는 항만물류시스템과 연계되어 획기적인 형태의 선박의 설계를 요구할 것으로 본다. 또한 해상 오염을 유발할 수 있거나 폭발성이 있는 위험 화물에 대한 안전기준이 더욱 엄격히 적용되고, FMEA(Failure Mode Effect Analysis) 등 Risk Analysis에 의한 설계가 보편화될 것이다.

3.3.3 Integration 기술

선박, Offshore Plant 설계기술에서는 조선공학적인 기술이외에도 기계, 전기, 전자, 화공 등 다양한 기술의 이해와 Integration이 요구된다. 특히 LNG선을 비롯하여 Drill Ship 및 FPSO 등 해상 Plant와 복합적으로 구성되는 각종 선박들에는 기존의 선박관련 기술 뿐 아니라 화공 Process의 설계, Plant Engineering 등과의 Interface를 해결할 수 있는 관련 여러 기술 분야의 Integration이 매우 중요하다. 이러한 부분은 상당부분 외국기술에 의존하여 왔으나 점차 국내기술로 대체되리라 예상된다. 그리하여 조선분야 인원뿐 아니라 국내외 타업종의 Engineering사와의 공동설계들이 상당히 보편화될 것이다.

4. 21세기 조선해양 전략 제품

4.1 가스선 관련 제품

LNG는 주성분이 메탄(Methane)인 액화천연 가스로서 청정성, 경제성, 안정성, 풍부한 매장량 때문에 석유, 석탄 등을 대체할 수 있는 에너지원으로 세계적으로 수요가 급증하고 있으며, 이에 관련된 LNG선, LNG 육상저장탱크, Pipe Line 등의 발주와 건조가 계속 늘고 있다.

LNG선은 기체상태의 NG(Nature Gas)를 저온으로 액화하여 부피를 1/600로 줄여서 운반하는 선박으로 대량 수송에 적합하다. 또한 최근 국내에서도 버스, 트럭에 적용하는 CNG(Compressed Nature Gas) 차량에

적용된 것과 같이 NG를 1/160로 압축하여 소형으로 운반하는 PNG(Pressured Nature Gas)선도 등장할 것이다.

Nature Gas의 경우에도 개발과 생산까지의 과정이 원유와 유사하므로 NG를 해상에서 생산, 저장 및 하역하는 FSO, FPSO류의 제품도 도입될 것이다. 특히 2008년부터 발효되는 IMO 협정에 따라 해상유정에서의 Flare가 금지되면, 원유 생산시 부산물로 생산되는 가스의 저장 및 하역을 동시에 할 수 있는 신개념의 설비가 필요할 것이다.

이들 LNG-FPSO는 원유 FPSO 이상의 경제성을 갖고 있으며 국내 우수 조선소들이 LNG선과 FPSO의 건조 경험을 갖고 있기 때문에 충분히 건조 가능한 제품이다.

4.1.1 LNG-FPSO

종래의 Gas전은 해안에서 가까운 연안(Inshore)에 고정식의 Process Plant를 설치하여 채굴된 Gas를 Pipe Line으로 육상까지 수송하여 저장탱크에 보관하는 시스템이었다. 그러나 최근에는 LNG 수요 증가로 Gas전의 탐사가 Marginal Field까지 확대되어 Gas전이 해안에서 다소 멀리 떨어진 Offshore에 위치할 뿐 아니라 Gas전의 규모도 종래보다는 작음에 따라 기술적인 문제와 채굴 경제성이 악화될 수밖에 없다.

따라서 기존의 부유식 원유 생산 시스템인 FPSO(Floating, Production, Storage and Offloading)의 개념을 LNG생산에도 채용하여 LNG-FPSO의 개념이 나오게 되었다. 그러므로 LNG-FPSO는 LNG 생산 및 처리를 할 수 있는 시스템과 LNG 저장 대형탱크 그리고 Offloading System을 탑재하게 되며 선체는 Barge Type 혹은 Ship Type이 있다.

전세계 천연가스 매장량의 22%가 Offshore에 존재하고 있어 LNG의 생산은 FPSO의 이동식 방식을 채택하는 것이 기존의 고정식의 해상 Platform 방식에 대비 초기투자 및 운용면에서 20~30%의 비용절감이 예상되므로 세계적으로 LNG-FPSO의 발주가 연차적으로 계속 증가할 추세이다

표 3. LNG-FPSO의 시장성장 추이

구분	2002년	2003년	2004년	2005년	2006년	2010년
예상 발주(척)	3	3	4	4	5	12

4.1.2 LNG FSRU / LNG RV

LNG는 폭발위험성이 많고 사고시에 대형참사가 예상되므로 육상 인수터미널 건립은 지역 주민의 반대가 심하다. 그러나 LNG의 수요는 계속 늘어나기 때문에 인수터미널은 계속 증가될 수밖에 없다. 이에 대한 대안으로 제시되는 것이 해상부유식 인수터미널로서 이것을 LNG FSRU라 한다.

FSRU는 바다에 영구적으로 계류되어 있는 Floating Storage and Re- Gasification Unit로서 LNG선으로부터 LNG를 인수하여 액체 상태로 저장시키며, 아울러 Re-Gas화하여 소비지가 있는 육지로 공급할 수 있는 설비를 갑판 상에 가지고 있다. 부유식 가스터미널의 또 다른 방안으로는 LNG 수송과 가스화 설비 기능을 동시에 갖춘 LNG-RV 개념이 있다. 육상 터미널에 비해 항구 시설 및 부지 그리고 환경, 안전에 대한 인프라가 필요 없고 경제적이다.

표 4. LNG FSRU의 시장 성장 추이

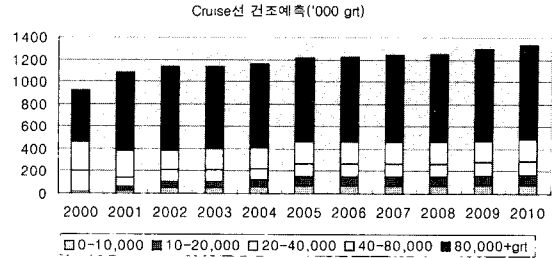
구분	2002년	2003년	2004년	2005년	2006년	2010년
예상 발주(척)	1	1	2	3	4	6

4.2 초호화여객선

크루즈선은 안락성과 쾌락성을 유지하면서 유적지 또는 관광자원이 풍부한 지역을 방문할 수 있고 움직이는 호텔이라고 불릴 만큼 훌륭한 편의시설을 제공하는 호화유람선이다.

최근 경제적 인구가 늘어나면서 관광과 유람을 함께 즐기려는 이용객이 계속 증가하는 추세이다. 세계 크루즈 인구는 2000년 약 800만명에서 2010년 1,400만명으로 년간 약 17%이상 증가할 것으로 전망된다.

그림 2는 Drewry Shipping사에서 크루즈선 건조를 전망한 것으로 2000년 약 920만 GT에서 2010년에는



출처 : Drewry Shipping Consultants Ltd.

그림 2. Cruise선 건조전망(천grt)

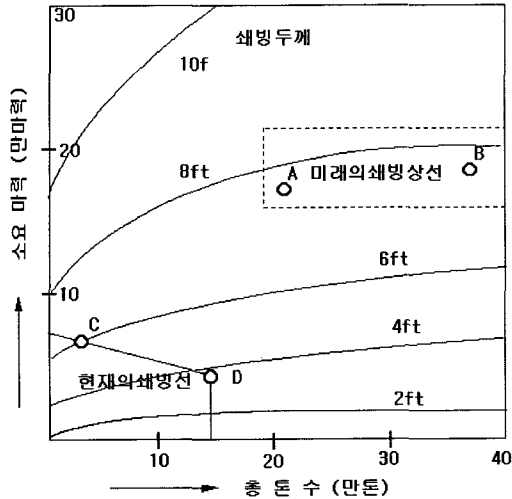
1,240만GT의 건조로 크루즈선 건조가 확대될 것으로 예측되고 있다.

4.3 쇄빙 상선

지구온난화로 인한 북극해 결빙기간의 단축과 선박 구조 및 고추진 시스템의 개발로 내빙/쇄빙능력이 향상된 선박의 등장으로 북극항로를 운항할 시기가 빨라질 것으로 보인다. 북극항로는 기존의 부산-싱가폴-암스테르담 항로보다 30% 이상의 거리가 단축되어 경제적이며, 북극해와 시베리아에 분포하는 원유, 천연가스, 석탄을 운송하기 위한 항로의 개척으로 21세기 새로운 주요항로로 등장할 것이다.

북극항로로 운항할 빙해상선은 쇄빙선과 동등 또는 그 이상의 쇄빙능력을 가지고 결빙해역을 독자적으로 컨테이너와 유류 등 화물을 운송할 수 있는 쇄빙상선과 얇은 결빙해역 또는 유도쇄빙선에 의해 만들어진 수로의 유빙저항을 이겨낼 내빙능력을 갖춘 내빙상선으로 구분된다.

1864년 소련에서 세계 최초의 쇄빙선이 건조된 이래 오늘날까지 다수의 쇄빙선이 건조되어 빙해역에서 상선의 호위, 구조, 항로개척, 해양과학 조사 등의 목적에 사용되어 왔다. 빙해상선은 캐나다, 소련, 핀란드, 미국 등 자국내에 동결하는 해역을 가진 나라에서는 겨울에 해상수송 수단을 확보하기 위하여 다수 건조되어 왔다. 향후 쇄빙상선은 러시아의 북극해, 알래스카 주변해역, 캐나다 북극군도, 그린란드 동안 해역 등 북극해역에서 생산되는 천연 Gas를 소비지까지 수송하



출처 : “빙해 항행선에 관한 연구보고서” (대우조선)

그림 3. 쇄빙상선의 미래시장 예측

는데 필요할 것이다.

한편 재래식과는 다른 형식의 빙해선박도 연구되고 있는데, 예를 들어 극지용 잠수유조선(Submarine Tanker)이나 쇄빙유조선(Icebreaking Tanker), 그리고 극지 화물운송에 있어 공기부양선(Air Cushion Vehicle) 등이 미래의 빙해선박으로 구체화되고 있다

향후 본격적인 북극자원 개발이 이루어지면 2010년 경에는 새로운 쇄빙상선/내빙상선에 대한 시장이 형성되어 현재의 LNG선과 같은 시장이 향후 20~30년 후에 전개될 수도 있을 것이다.

4.4 메탄하이드레이트 운반선

Methane hydrate는 21세기의 신에너지자원으로 빙하기 시대 이후 해저 또는 동토지역에서 고압, 저온으로 형성된 메탄의 수화물로서, 메탄 하이드레이트 1cc는 표준상태의 메탄가스 160cc에 해당된다. 이 에너지가 알려진 것은 1930년대였으나 이때는 원유나 천연가스가 풍부해 하이드레이트 개발에는 별다른 관심을 갖지 못했으나, 최근들어 석유 등 에너지자원의 부족과 세계 각국의 환경보호 정책에 따라 연소시 지구온난화 물질인 이산화탄소의 발생량이 적은 청정에너지

에 대한 요구가 확산되면서 메탄 하이드레이트에 대한 관심이 많아 졌다.

메탄 하이드레이트는 아직 이용하지 못하고 있는 잠재적 에너지원으로서, 러시아의 시베리아와 같은 영구동토지대와 심해저의 퇴적물 또는 퇴적암에 광범위하게 분포되어 지하에 매장된 석탄, 석유, 가스량의 탄소기준으로 거의 2배에 가까운 메탄하이드레이트가 존재하는 것으로 알려져 있다.

전세계적으로 볼 때 메탄하이드레이트의 개발은 아직 기초 연구로 진행되며 자원을 탐색하는 단계에 머물고 있으나, 21세기 중반에는 이러한 메탄하이드레이트를 이용하기 위한 전용선이 개발될 것으로 보인다.

5. 21세기 해양 관련 신산업

해양관련 신산업은 해양석유/천연가스 자원의 개발, 해양공간을 이용하기 위한 선박해양 플랜트의 복합제품 개발과 심해저 광물 자원의 개발을 위한 제품 개발로 크게 대별 될 수 있다.

해양자원 확보 기술의 발전과 더불어 반드시 병행되어야 할 분야는 해양의 환경을 보존하는 노력이다. 우리나라의 연근해도 빈번한 해상 기름유출 사고와 해안으로 유입되는 각종 오염수로 인하여 빠른 속도로 오염되고 있을 뿐만 아니라 해양환경 보존을 위한 국제적인 노력에 동참하여야 하므로 해양환경 산업 또한 조선소가 주목해야 할 분야이다.

5.1 해양플랜트 복합제품 개발

해양자원 중 가장 많은 비중을 갖고 있는 해양 석유 자원을 적극적으로 활용하기 위해, 해양구조물의 설치해역이 점차 심해역으로 옮겨감에 따라 새로운 개념의 구조물에 대한 요구가 높아지고 있다. 기존의 고정식 구조물의 경우에는 심해역으로 갈수록 구조물의 자체 하중이 커지게 되어 일정 수심보다 깊어지면 고정식 구조물의 경제적 유용성이 한계에 이른다. 따라서 심해역에서 운용 가능한 Semi-Submersible Rig, TLP, Drill Ship 등에 대한 관심이 높아지고 있으며, 그 중에서도

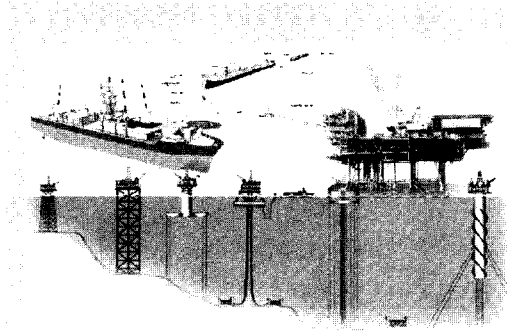


그림 4. Offshore Platforms

FPSO가 주목을 받고 있다.

21세기에는 심해유전의 개발로 선박과 플랜트의 복합제품인 Drill-FPSO, LNG-FPSO, LPG-FSO 등의 제품개발이 가속화될 것이다.

5.2 해양공간 산업

산업의 발달로 인한 도시화는 일상의 공간과는 구별되는 새로운 공간에 대한 요구들이 나타나게 되며, 이러한 요구에 가장 적절한 것이 바로 해양공간이며, 레저와 휴식의 장으로서 그 역할이 한층 커지게 되었다.

해양공간 이용 형태를 보면 매립에 의한 도심부 과밀해소, 용지난 및 소음공해 해결을 위한 해상공항, 어업생산 기지로서의 해양목장 그리고 각종 레저 장소로서의 공간이용 등을 들 수 있다. 구체적으로 해양리조트 단지를 비롯하여 관광잠수정, 해중전망탑, 해중호텔 등을 포함하는 해중공원이 이미 현실 속에 등장하고 있고, 미국, 일본 등에서는 메가플로트, 아쿠아폴리스, 마리노폴리스 등으로 불리는 대형해상복합도시가 개발되고 있다.

항공모함을 다수 보유하고 있는 미국에서 부유식 군사기지인 Mobile Offshore Base라는 것을 개념 설계하고 있는 것도 이미 알고 있는 사실이다.

그리고 해상에 건조되는 대표적인 BMP(Barge Mounted Plant)는 환경공해를 최소화하는 해상 부유식 소각 Plant, 육상발전소 부지난을 해결하는 부유식 발

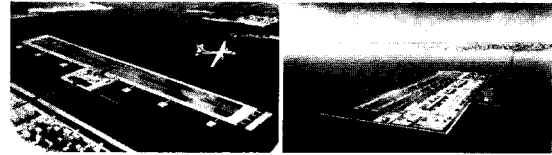


그림 5. 부유식 해상공항 개념도

전 Plant, 대도시 식수난을 해결할 수 있는 담수화 Plant 등을 들 수 있다.

5.3 심해저 해양자원 개발

심해저에는 망간, 니켈, 크롬, 코발트 등 희소금속이 망간단괴, 망간각 또는 열수광상의 형태로 다량 노출되어 있다. 이러한 심해저 자원은 UN이 인류 공동의 재산으로 규정하여 선행투자국에게 조금씩 그 소유권을 인정해 주기 시작하는 단계이다.

우리 나라는 단일 국가로는 여덟번째로 선행투자국의 자격을 얻어 1994년 UN의 해양법이 발효되던 해에 태평양 공해상의 C-C(Clarion-Clipperton) Zone에 15만km²에 대한 배타적 광구개발권을 UN으로부터 인정받았으며, 2003년까지 경제성이 높은 50%의 면적을 최종적으로 확정, 소유하기로 되어 있다.

정부와 한국해양연구소는 정밀탐사를 통하여 경제성 있는 광구를 취하기 위해 매년 많은 투자를 하고 있으나, 심해저 광물에 대한 상업생산의 시점을 2013년 경으로 분석하고 있어 아직 민간기업의 적극적인 참여는 이루어지지 않고 있다. 이러한 자원개발을 위하여 정밀 해저탐사 기술을 위한 잠수정(AUV, ROV)의 개발과 광물의 채취와 운반을 위한 전용선박의 건조가 필요할 것이다.

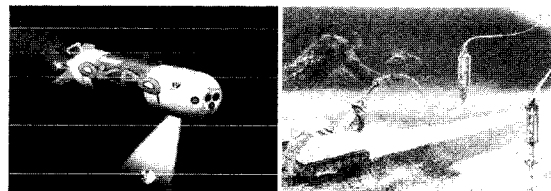


그림 6. 자율무인잠수정 '옥포-6000' 및 심해저 광물 채광 상상도

5.4 해양에너지 산업

해양은 조석, 파랑, 해류, 해수의 온도차 등으로 막대한 양의 위치, 운동 및 열에너지를 지니고 있다.

해류의 규칙적인 운동에너지를 이용하는 해류발전, 조수간만의 수위차 즉 위치에너지를 활용하는 조석발전, 파랑의 움직임을 이용한 파력발전, 해수의 표면과 저층의 수온차이를 이용한 온도차발전 등 다양한 방법으로 세계 여러 나라에서 시험 또는 실제 가동되고 있다.

해양의 에너지원을 이용한 발전수단이 아직 수력이나 화력, 원자력을 대체할만한 수준에 이르지 못했지만, 분명한 것은 육상자원의 한계와 환경오염 문제를 극복할 수 있는 미래의 가장 유리한 선택 대안으로써, 해양에너지 발전방식이 주목을 받고 있는 것은 사실이다.

5.5 기타 해양 신산업 창출

어류를 비롯한 해양생물자원은 인류에게 막대한 양의 식량자원을 제공해 주며, 사료, 관상용 등으로 많이 이용되고 있으며, 최근에는 약품, 연료, 화장품, 도료의 원료로 이용되고 있다. 21세기는 해양생물자원에 대한 기대가 더욱 늘어 날 것인데, 이는 늘어나는 인구의 식량 보급원으로서 무한한 가치를 지니고 있기 때문이다. 이러한 해양생물자원을 활용하기 위한 새로운 해양산업이 등장할 것이다.

또한, 21세기는 해양심층수를 활용한 새로운 해양산업이 각광을 받을 것이다. 해양심층수는 연간 수온이 10°C 이하를 유지하고 있는 해수로, 해양생산력의 기본인 질산염과 인산염 등 영양염류가 풍부하며, 병원균이나 화학물질에 의한 오염도가 현저히 낮은 관계로 저온안정성, 청정성, 미네랄과 부영양(富營養) 성분 함유 등의 특성을 가지고 있다. 따라서 심층수를 활용한 해양산업으로 식품제조, 수산양식, 가공분야에 이어 의약품과 화장품, 식수 등이 등장할 것이며, 이러한 다양한 심층수 자원을 활용하기 위한 해상 BMP 건조가 21세기 중반에는 많이 필요할 것이다.

산업화 이후 급격히 진행되는 해양오염을 방지하기 위한 산업이 21세기는 많이 등장할 것이다. UN을 비

롯한 세계 각국에서 점차 해양환경의 중요성을 인식하고 법적 제도적 규제를 강화함에 따라 정화작업과 오염방지를 위한 특수목적의 선박도 다수 건조될 것이다.

6. 조선 기자재 산업

선박은 고도의 안정성과 신뢰성을 갖춘 선체와 기관 그리고 선중에 따라 400~700여종의 보조기계 등으로 구성되는 종합기계시스템으로 최근 주변기술의 발달로 대형화, 고속화, 고효율화, 고성능화, 초자동화가 급속도로 진행되고 있다.

대표적인 선박용 기자재는 동력장치, 기관실 보조기기, 하역장비, 항해통신장비, 화물과 인력의 안전을 위한 각종 안전설비, 의장품으로 대별되는데, 이는 선가의 40%~50%를 차지하므로 조선산업의 경쟁력은 바로 조선 기자재의 경쟁력을 뜻한다. 특히, 조선 기자재 중에서 항해통신장비, 선박운항자동화시스템, 다양한 원격제어시스템, 자동전력관리장치, 기관집중 감시제어장치 및 신에너지기기 관련 장비들은 국산화율이 취약한 반면, 고도의 기술을 요구하는 분야로 국산화에 성공할 경우 부가가치가 대단히 높고 국제경쟁력도 매우 클 것이다.

우리나라의 조선해양산업이 21세기 후반까지 경쟁력을 유지하며 영속할 수 있는 것은 고부가가치 조선 기자재 국산화 개발에 달려 있다고 본다. 이는 유럽의 조선해양 산업이 1950년대 이후 일본에 밀렸지만 조선·해양기자재 산업에서는 그들이 계속해서 경쟁력을 유지하고 있는 것으로 알 수 있다.

우리나라의 조선산업도 인건비 상승에 따른 경쟁력의 열위로 21세기 중반에 제3국에 주도국의 자리를 내준다해도 고부가가치의 조선 기자재 산업을 육성하여 보유한다면 유럽의 기자재 업체처럼 우리의 자손들에게도 조선 관련 유관 산업을 최고의 경쟁력을 유지시키며 물려줄 수 있을 것이다.

그러나 우리나라의 조선 기자재산업은 규모가 영세하다 보니 총체적으로 자금, 인력, 시설부족, 연구개발 및 설계부문이 매우 취약한 것으로 알고 있다. 우리나라

라 조선기자재 업체가 대부분 있는 부산시가 최근에 조사한 바로는, 기자재 업체중 52.5%가 연구개발 및 설계부문이 취약하다고 응답했고, 32.5%는 기술·시장정보가 취약하며, 품질경쟁력에서도 세계최고수준으로 평가한 업체는 6.7%에 불과 한 것으로 스스로 평가했다.

21세기 고부가가치의 핵심 조선기자재 산업의 육성을 위해 주요 조선 기자재에 대하여 정부의 적극적 지원하에 조선소간의 공동생산, 공동구매, 출혈수주 지양 등 국내 업체간 협력 강화를 적극 추진하여야 할 것이다. 또한, 국산화가 아직되지 않은 고부가가치인 핵심 조선 기자재는 연구조합 등을 활용하여 産·學·研 공동으로 연구하고 개발해서 기자재의 품질 차별화를 이루어 조선 1위국에 걸맞은 조선 기자재 생산국이 되어야 할 것이다.

7. 조선해양 산업을 위한 정보기술 응용

많은 사람들이 21세기에는 정보 기술이 모든 산업을 지탱하기 위해 필요한 필수 비타민의 역할을 할 것으로 전망하고 있다. 21세기의 조선해양 산업 역시 예외가 아니라고 생각된다. 따라서, 끊임없이 변화, 발전하는 정보 기술을 조선 해양 시스템 설계 및 생산을 위한 도구로서 적절하게 응용해야 할 것이며, 이는 우리나라의 조선해양 기술을 한 단계 높이는 계기가 될 수 있을 것으로 전망한다.

즉, 날로 발전하는 무선 통신 기술을 현장에 접목함으로써 넓은 공장에서 발생하는 각종 정보를 적시에 획득하고 적절히 대응하는 체계를 갖추어 생산 공정의 안정화를 꾀하며, 그 동안 조선 산업의 입장에서 볼 때 프로토타입 수준에도 못 미치는 PDM 및 ERP 시스템을 완성함으로써 정보의 흐름을 원활하게 하고 사내 외의 자원 활용을 높이는 것은 물론, Web과 같은 정보 네트워크를 응용한 조선 해양 지식 기반을 구축하는 것 등은 조선 해양 산업을 위한 정보기술 응용의 좋은 예가 될 수 있다.

더불어, 그 동안 노력해 왔던 제품 모델링에 관한 기

술 개발도 우리가 게을리 하지 말아야 할 일이다. 단, 제품 모델링 기술의 개발을 각 사에서 지금까지 부분적으로 혹은 독립적으로 운영되던 CAD/CAM/CAE 시스템을 단순하게 물리적으로 통합하거나 새로운 정보 기술을 보유한 시스템으로 교체하는 것으로 이해해서는 안될 것이며, 다수의 협력자 간 정보 교환에 필요한 국제적인 표준 데이터 포맷에 대한 이해와 함께 적절한 조직의 변화와 업무 패턴의 변화가 반드시 뒤따라야 할 것이다.

또한, 정보기술을 활용함으로써 제품 모델을 바탕으로 하는 Digital Mock Up을 조기에 구축하여 설계와 생산 공정은 물론 인도 후 운용에 대한 평가가 가능한 Total 시스템 즉, Virtual Shipyard 구축에도 보다 노력을 기울일 필요가 있다. 이는 향후 지역적으로 산재해 있는 다수의 설계자간 협업을 위한 기반 기술이 될 것이며, 요즘 대표적인 정보 기술로 각광 받는 통신 기술을 사용하여 구축될 수 있을 것이다.

이처럼 정보 기술의 발전은 조선과 같은 종합 제조업에서의 정보 전달과 협업에 필요한 관련 기술의 효과적인 이웃 소싱에도 필수적인 역할을 수행하게 될 것이다.

따라서, 21세기에는 이러한 기술을 미리 준비하는 자만이 미래의 조선해양 산업을 이끌 수 있는 자격을 갖추게 될 것이다. 다만, 명심해야 할 것 중 하나는, 우리는 정보 기술 자체를 개발하는 사람이 아닌 정보 기술을 잘 활용하고 응용할 줄 아는 조선 해양 기술자가 되어야 한다는 사실일 것이다.

8. 조선 생산기술 방향

21세기 조선산업은 생산현장의 경쟁력 강화만이 치열한 생존경쟁에서 살아남을 것으로 예상되고 있다. 최근에는 생산 현장에서 작업을 수행하며 얻는 개선 활동으로 대대적 생산성 향상을 기대하기는 한계에 이르렀다.

이런 점에서 21세기 조선생산기술은 최적의 물류 시스템을 바탕으로 Layout 및 공법혁신, Block의 대형화

와 단순화, 가공/조립/용접/도장의 자동화가 되어야 할 것이다. 또한 작업의 선형화 즉, 안벽보다는 Dock, Dock 보다는 지상, 지상보다는 Shop에서 작업을 할 수 있는 시스템이 구축될 것이고, 설계와 생산을 동시에 수행할 수 있는 전산시스템이 구축되어 생산표준화와 생산유연성을 동시에 추구할 수 있는 환경이 구축될 것이다.

21세기 조선 생산기술의 실질적 발전은 지금 선체구조 재료로 사용하는 철강재의 발달과 맞물려 혁신적으로 변화될 것이다. 특히 도장이 필요 없는 새로운 철강합금재 또는 철판의 표면처리기술이 발달될 때 조선 생산기술은 새로운 전기를 맞이할 것이다. 또한, 현재 선체를 접합하는데 사용하는 아크 용접기술이 20세기 후반 조선 생산성 향상에 혁혁한 공을 세웠지만, 21세기는 선체 변형을 최소화하며 접합할 수 있는 레이저 용접이 크게 발전하여 후판 철강재까지 적용되어 조선 생산기술에 새로운 전기가 될 것이다.

아직 우리나라 선박의 건조, 관리기술은 일본 경쟁사에 비해 선종에 따라 다르지만 생산성이 아직도 80% 수준에 이르고 있다. 이러한 생산 관리기술의 향상을 위해 설계/생산/지원의 통합 관리기술, 공정 및 물류 관리기술, 정도 및 품질관리기술, 자재 및 표준화 관리, 인력의 전문화 및 다기능화와 산업심리학 적용 등의 기술개발이 필요하다.

그리고 우리나라 내에서 설계와 생산의 Outsourcing 뿐만 아니라 세계 경제의 Block화에 대비하여 한·일·중 3국간 전략적 제휴를 통한 조선산업의 Outsourcing도 고려해야 할 것이다. 즉, LNG선을 비롯한 고부가가치 해양복합제품은 우리나라가 핵심/기반기술을 바탕으로 기본설계 능력을 계속 유지하면서 생산하고, 중장기적으로는 원화 절상에 대비해 중국을 생산기지화로 추진하여 대형 Unit 제작과 일반선종에 전념하여 생산을 하도록 추진해야 할 것이다. 또한 일본 조선소는

자국선을 표준선 개념하에 계속 생산토록 우리나라가 협력하고, 유럽에서 선점하고 있는 선박 핵심기자재를 우리나라와 공동 생산하는 것을 고려해야 할 것이다.

9. 결론

우리나라 조선산업은 '70년대초에 본격적으로 세계 조선시장에 진출하여 짧은 기간에 세계 1위 조선국으로 도약하였다. 국내 조선산업이 전 산업에서 차지하는 비중은 99년을 기준으로 제조업 중 생산액 4.6%, 고용 3.6%, 부가가치 4.7%, 수출 5.2%를 차지하고 있는 국가 기간산업이며, 단일품목으로는 91년 이후 꾸준히 수출순위 4위를 유지하고 있는 수출 주력 산업이다.

우리나라 21세기 조선해양 전략제품으로는 21세기 초까지 컨테이너선, Tanker, LNG선 관련 제품이 지금과 비슷하게 계속될 것이고, 2010년 이후의 전략제품으로는 LNG선 관련 제품에 이어 새롭게 초호화여객선, 쇄빙상선 등이 주력선종으로 성장할 것이다. 또한 Floating Plant 제품인 BMP, Drill-FPSO, LNG-FPSO, LNG-FSRU, LPG-FSO 등이 주력제품으로 건조될 것이다.

21세기 중반의 주력제품으로는 화석에너지의 한계로 대체에너지로 각광을 받을 메탄하이드레이트 관련 제품과 해양에너지인 파력/조력/온도차를 이용하는 발전 플랜트가 주력제품으로 등장할 것이다. 또한 해양 레저/관광산업, 심해저광물자원개발산업, 해양생물자원산업 등 새로운 조선해양 산업이 창출될 것이다.

이와 같이 21세기 조선해양 산업은 신형식/신개념의 선박 및 미경험 복합제품이 등장하여 다양한 핵심기술을 요구하기 때문에 이에 능동적으로 대처한다면 우리나라의 조선해양 업계는 영속적으로 발전할 것으로 생각된다.