

고부가가치 선박 및 관련기술

우리나라 조선해양산업은 1970년대 초에 본격적으로 세계 조선시장에 진출하여 짧은 기간에 세계 1위의 조선대국으로 도약하였다. 현재의 위상을 공고히 하고 지속적인 경쟁력 우위를 유지하기 위해서는 기존 주력제품의 원가 및 품질의 차별화 전략과 아울러 고부가 제품의 수요확대가 무엇보다 필요할 것이다.

현재 우리의 주력판매 선종인 유조선(Tanker), 산적화물선(Bulk Carrier), 6,000TEU급 미만의 일반 컨테이너선 등은 이미 성숙기에 진입한 제품으로서, 기업주도로 원가절감 및 품질향상이 활발히 추진하고 있으나 조선업의 미래 성장동력으로서의 한계가 있다.

고부가가치 선박은 미래수요가 예측되어 중장기적으로 사업성이 있고, 기술적으로 파급효과가 크면서 핵심기술 개발에 국가적 차원의 산학연의 협력개발이 필요한 21세기 전략제품이 되어야 할 것이다. 이러한 범주에 속하는 선박으로서 초대형 컨테이너운반선, 크루저선, 쇄빙성선, LNG관련 선박, 초고속선, WIG선을 선정하였다.

본 고에서는 고부가가치 선박의 국내의 시황 및 기술동향을 분석하고 향후 기술개발 방향을 제시함으로써, 이들 선박이 미래 우리 조선산업의 전략적 제품으로 발전되게 하기 위함이다. 또한 본고는 산업자원부와 한국산업기술재단에서 작성한 Technology Roadmap(선박)의 내용을 기준으로 작성하였음을 밝혀둔다.

1. 초대형 컨테이너운반선

세계 물동량은 주로 해상운송에 의해 처리되어 왔으며, 1980년대 이후 특히 컨테이너에 의한 운송

의 비중이 지속적으로 증가되어 왔다. 컨테이너운반선은 하역이 신속하다는 장점뿐 아니라 육상운송과의 연결이 용이하다는 장점과 최근에는 소량의 화학제품 같은 액체화물이나 기계류 같은 중량화물도 전용 컨테이너로 운반되기도 한다. 원유와 곡물, 철광석 등 컨테이너에 적재하기 힘든 화물들을 제외하면 거의 모든 화물을 컨테이너로 수송할 수 있다고 해도 과언이 아니다.

컨테이너운반선은 타 선종과는 달리 꾸준히 대형화를 지속하고 있다. 대형화를 가능하게 하는 주요 요인으로는 조선기술 발달로 인한 기술적 제약의 해소, 하역기술의 향상으로 인한 정박시간의 단축, 국제무역의 확대 및 운송의 컨테이너화 진전에 따른 물동량의 증가를 들 수 있다. 이와 같은 대형화의 과정에서 추진시스템의 한계, 항만설비 및 관련 운송체계 등으로 인하여 기존 컨테이너 운반선과 차별화 시킬 수 있는 7,000 TEU 급 이상의 선박을 초대형 컨테이너운반선의 범주로 하였다.

(1) 국내의 시장 및 기술 동향

1972년 처음 3,000 TEU급 컨테이너운반선이 등장한 이래 1988년까지는 파나마스(Panamax) 형으로서 4,800 TEU급까지 건조되었으나, 최근 주요 선사들의 경우 투자부담 경감, 경영위험 감소 및 영업이익 극대화, 화물의 대량 수송에 따른 컨테이너 단위당 운송비 절감을 위해 Post-Panamax형인 6,000~8,000 TEU급 대형 컨테이너운반선을 경쟁적으로 투입시키고 있다. 컨테이너운반선의 대형화에 따른 경제적 효과를 보면 먼저 자본비용 측면에서 상당한 절감효과가 있다. 4,000TEU급의 경우 TEU 스톡(Slot)당 건조비용이 11,250달러인 데 비하여

표 1 6,000TEU급 이상 발주 현황 (단위: 척)

선형	한국	일본	덴마크	합계
6000TEU급	37	18	8	63
7000TEU급	9	-	9	18
합계	46	18	17	81

자료: World Shipyard monitor(2001.10. Clarkson)

6,000TEU급은 10,500달러이며, 10,000급은 9,400달러이다. 따라서 10,000TEU급의 초 대형선은 6,000TEU급에 비하여 스톱당 비용이 10.5%, 4,000TEU급에 비해 16.4%가 각각 절감되는 것으로 나타난다. 운항비용 측면에서도 상당한 규모의 경제를 가져온다. 선박의 선원비, 유지보수비, 보험료, 연료비, 항만비 등의 연간 운항비용은 태평양 항로를 기준으로 할 때 스톱당 4,000TEU급은 2,315달러인 데 6,000TEU급은 1,970달러, 10,000TEU급은 1,449달러로 감소한다. 따라서 10,000TEU급으로 대형화하면 6,000TEU급에 비해 스톱당 26%, 4,000TEU급에 비해 37%가 각각 절감된다.

표 1에서와 같이 6,000TEU급 이상 대형 컨테이너운반선의 전세계 발주현황을 보면 6,000 TEU급이 63척, 7,000TEU급이 18척 발주된 상태이며, 총 81척 중 57%인 46척이 우리 조선소가 수주하였음을 볼 때 세계 대형 컨테이너선 건조를 주도하고 있음을 알 수 있다.

7,500TEU급 이상의 선대를 세계에서 가장 많이 보유, 운항하고 있는 선사는 Mediterranean Shipping Co사로서 29척이며, 프랑스의 CMA CGM이 17척, 덴마크의 Maersk Sealand는 6,000TEU급을 포함하여 19척에 달한다. 또한 중국의 China Shipping Container Lines사는 15척의 8,000TEU급을 발주, 건조하고 있으며, 추가로 8척을 자국의 후동중화조선소에 발주할 계획인 것으로 알려져 있다. 2003년 말 독일 Offen사에서 9,200TEU급을, 그리고 금년에는 캐나다의 Seaspan사에서 9,600TEU급을 국내 조선소에 발주한 바 있다.

이와 같은 대형화 발주추세가 어디까지 갈 것인가

는 매우 흥미로운 사안이다. 대형화의 한계는 컨테이너 운송물류에 있어 환적·피더 서비스 운송체제의 구축, 항만시설의 한계(수심, 크레인 길이 및 능력 등), 집하 능력 그리고 단일 엔진에 의한 선박 속도의 한계 등을 들 수 있다.

특히 대형화는 단일 엔진의 마력한계로 인해 불가피하게 2개의 엔진과 2개의 추진장치로 가야하며, 선박의 운동성능, 베어링문제, 유회율 소비 등 기술적 문제가 따른다. 따라서 이와 같은 문제를 고려할 때 단축 선으로서 10,000TEU급까지는 대형화가 무난히 추진될 것으로 판단된다.

국내 조선소는 일찍이 90년대 초부터 컨테이너운반선의 대형화에 대한 기술개발을 꾸준히 해 왔으며 이 결과 2000년에 들어와서 7,000 ~ 9,000TEU급 선박에서 세계시장 점유율을 50% 이상 확보하였고, LNG운반선과 더불어 현재 고부가제품의 주력 판매선종으로 자리 매김을 하고 있다. 12,000 TEU급의 경우 국내 조선소 및 유럽에서는 쌍축 추진 혹은 단축과 AZIPOD를 혼합한 CRP(Contra Rotating Propeller) 시스템으로 개념설계를 추진한 바 있다.

이상에서 살펴본 바와 같이 초대형 컨테이너운반선에 대한 국내 조선소의 기본 핵심기술은 확보되어 있다고 생각되며, 동 선박의 시장상황에 따라 기회선점 및 제품 일류화를 위해 경쟁력 있는 제품설계 및 원가절감 기술로 발전시켜나가야 할 것이다.

(2) 향후 시장의 전망

세계의 해상 컨테이너 물동량은 표 2에서 보는 바와 같이 연 7% 이상의 증가가 예상되고 있고, 테러사태와 같은 돌발적인 경제 외적 변수만 없다면 해상화물의 컨테이너화 진전, 전자상거래의 증가 및 WTO 체제의 본격가동으로 인한 물동량 증가 등을 고려하면 표 2에서 제시된 전망보다 높은 연 9% 정도까지도 증가할 것으로도 보고 있다.

초대형 컨테이너운반선의 항로투입 시기와 관련하여서는 해상 물동량과 해상 무역항로 측면에서 볼

표 2. 세계 컨테이너 물동량 전망 (단위: 백만 TEU)

구 분	1997	1998	2000	2004	2008	2012	증가율/연
세계전체	171.8	187.9	218.6	301.4	392.1	491.1	7.3%
아시아	전체	79.8	83.7	99.3	145.1	193.1	7.9%
	중국	29.2	31.6	37.9	51.4	66.5	7.3%
아시아 비중	46.4%	44.6%	45.4%	48.2%	49.3%	50.8%	-

자료: Ocean Shipping Consultants

때 물동량이 풍부하고 상대적으로 장거리 수송망인 태평양 항로와 아시아-유럽간 항로를 잇는 동서 횡단 항로에 가능성이 많다. 2005년까지에는 8,000~9,000TEU급이 본격적인 발주가 이루어질 것이며, 2010년경에는 12,000 TEU급, 그리고 2025년 이후에는 15,000TEU 급의 선박이 각각 취항하게 될 것으로 보는 견해가 우세하다.

이와 관련하여 현재의 기술을 바탕으로 제품설계 기술을 다소 보완하면 최대 12,500TEU급의 설계와 건조가 가능한 것으로 알려지고 있다.

한편 파나마운하가 확장되면 10,000 TEU급 이상의 초대형 컨테이너운반선으로 세계의 주요거점 항만을 기항 항구로 하여 동서방향으로 세계일주 운항을 하고 기존의 4000 ~ 5000 TEU급 내외의 선박으로는 대륙간 또는 대륙내의 남-북간 항로에는 투입되는 화물운송 전반에 획기적인 전기가 마련될 가능성도 있는 것으로 전망되고 있다.

(3) 향후 기술개발 전망

초대형 컨테이너 운반선은 기항지 수가 적은 반면 기항지에서 하역할 컨테이너수가 많기 때문에 신속한 하역이 이루어지지 않으면 화주로부터 외면 당할 수 있다. 원활한 하역작업이 가능하기 위해서는 선박의 적재 열수 이상의 아웃리치(Outreach)를 갖는 대형 겐트리 크레인이 설치되어야 한다. 따라서 일부의 중심 항만에서는 아웃리치가 60m를 상회하는 크레인을 가동 혹은 발주 중에 있다. 또한 하역의 소요시간이 길어지지 않도록 항만시설과 함께 새로운 개념의 하역시스템 개발이 필요하다. 한편 기항

지의 안벽수심은 선박의 만재흘수를 고려하여 확보되어야 하는 데 9,000TEU 급을 수용하기 위해서는 수심15~16m의 접안시설을 갖추어야 할 것이다.

이와 같이 컨테이너운반선의 대형화 경향은 필연적으로 항만·환적 시스템 그리고 운하의 증설 필요 등 전세계 해상운송 시스템에 영향을 미치고 있다. 따라서 컨테이너선의 대형화 발전방향의 예측에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 특히 10~15년 이후 등장할 주력 컨테이너선의 규모에 대한 논의가 활발하다. 이에 따라 해상물류 시스템에서 근본적인 구조 변화가 예견되며, 초대형 컨테이너운반선을 위한 기항 항만 수가 3~4개인 동서 일주항로와 기존 컨테이너운반선을 피더선 개념으로 운항하는 남북항로 2개로 나뉠 것으로 전망하고 있다.

특히 파나마운하가 확장되면 동서 일주항로는 동서 세계일주항로로 운용될 것이며, 초대형 컨테이너운반선이 기항하는 터미널은 기존 항만 개념이 아닌 부유식 터미널(Floating terminal)이 대안으로 제시하는 경우도 볼 수 있다. 이는 초대형 컨테이너선의 기항을 위해 항만을 대규모로 준설하거나 혹은 새로운 부지를 추가로 확보하는 등의 대규모 기반구조(Infrastructure)를 갖출 필요가 없고, 선박간의 환적이 바지 또는 그와 유사한 시설을 이용해 해상터미널에서 이루어질 수 있기 때문이다.

초대형 컨테이너운반선을 효율적인 방식으로 운영한다면 대량화물의 경우 선주, 화주들 모두에게 규모의 경제 효과를 누릴 것으로 보여지며 해운물류와 항만시스템과 연계되어 선박의 초대형화는 꾸준히 발전될 전망이다.

표 3 초대형 컨테이너선의 핵심기술

핵심기술	개발 목표
개념 설계 기술	<ul style="list-style-type: none"> · 항로 및 항만설비를 고려한 최적설계 · 운항경제성을 고려한 주요요목 선정 · 신개념의 최적 하역시스템 기술
선형기술	<ul style="list-style-type: none"> · 쌍축 최적선형설계와 저항/자항성능 · Twin Skeg 및 광폭 천홀수 선형설계 · 조종 및 내항 성능 향상기술
추진기기술	<ul style="list-style-type: none"> · 고 효율, 저 캐비테이션/변동압력 추진기 설계기술 · CRP 및 AZIPOD 등 복합 추진방식 적용 기술
구조기술	<ul style="list-style-type: none"> · 초대형선 극한강도 해석 및 피로해석 · 초대형선 진동해석 및 방진설계기술 · 광폭, 대형 개구부의 비틀 강도 해석

(4) 기술개발 목표

초대형 컨테이너운반선은 개념설계 과정에서 물동량 변동, 유가, 운임 및 항만시설까지도 고려하여야 하는 점이 기존 컨테이너운반선의 설계기술과 다른 점이다. 선박의 발전 주기가 짧아지고 있고, 우리나라가 초대형 컨테이너운반선 시장을 지속적으로 장악하고 아울러 동북아의 해상물류 중심지로 발전하기 위해서는 해상 운송시스템의 발전방향을 정확히 예측하고 시의 적절한 대응을 해야 할 것이다. 이를 고려한 초대형 컨테이너운반선의 제품 일류화에 필요한 핵심기술은 표 3과 같다.

2. 크루저선(Cruise Ship)

크루저선은 승객을 위한 안락한 편의 시설을 갖추고 높은 서비스를 제공하면서 순수 유람을 목적으로 항해하는 선박을 말한다.

일반적으로 여객선(Passenger Ship)은 크게 부정기적으로 항해/유람하는 형태인 크루저선과 정기 항로를 운항하는 페리(Ferry)로 대별할 수 있다. 크루저선은 초호화 유람선 또는 호화 객선으로 불리는데 선박의 크기 및 유람지역에 따라 연안 유람선과

표 4. 크루저선 국가별 수주현황 (2001-2005)

국가	총척수	톤수	수주 금액 (백만불)
이탈리아	15	1,208,000	5,650
독일	15	1,194,000	5,461
프랑스	12	946,400	3,756
노르웨이	1	40,000	262
핀란드	8	856,000	3,500
미국	4	143,160	940
일본	2	226,000	1,000

자료: STATISTICS 2000, 2001

대양 유람선(Worldwide)으로 구별된다. 크루저선의 항로는 유럽 미주간의 세계 일주 유람항로가 가장 많고, 카리브해, 지중해, 에게해 등과 최근 동남지역의 연안도 크루저선의 유망한 항로로 부상되고 있다. 크루저선의 등급은 보통 3 종류로 분류된다.

즉 세계 일주, 카리브, 지중해 등을 취항하는 대형 초호화선, Fly And Cruise를 전제로 특정 해역에 취항하는 중형 호화선, 그리고 주로 단체승객을 대상으로 하는 선박이 있다.

(1) 국내외 시장 및 기술동향

크루저선 건조의 주목할 만한 특징 중 하나는 표 4에서 보는 바와 같이 전체의 약 90%인 51척을 유럽에서 건조하고 있음을 알 수 있다

최근 국내 조선업체가 고부가가치 선박의 건조라는 목표 하에 여객선 사업을 핵심 전략사업의 하나로 추진하는 것은 매우 고무적인 일이라고 하겠으나, 아직 구체적 수주실적은 없다. 이러한 시점에서 지속적으로 성장하는 국내 관광수요의 흡수대안으로 국내 연안용 크루저선을 국내의 기술로 건조해 보는 일은 일본의 예에서도 생각해 볼 수 있듯이 크루저선 건조를 위한 적절한 출발점이 될 수 있을 것이다.

크루저선은 일반상선과는 달리 승객을 위한 선내 배치 및 인테리어 설계가 매우 중요하다. 최근 국

내 조선소는 RO-RO Passenger선의 객실 인테리어 시공에 국내 3~4개의 전문업체가 참여한 바 있어 객실 인테리어에 대한 초보적인 기술은 가지게 되었으나, 크루저선과 RO-RO Passenger선 사이에는 매우 큰 기술적 격차가 있고, 특히 인테리어 설계는 구미 승객의 생활문화와 관습 등을 고려한 디자인이 중요하기 때문에 선진국의 인테리어 전문업체와 기술체류를 통한 국내업체의 기술확보와 호텔 및 백화점 등의 시공 경험업체를 크루저선의 인테리어 시공업체로 육성하는 방향으로 추진될 것으로 본다.

최근 일본의 현대적 크루저선의 건조는 크게 주목할 만한 일이다. 미쯔비시 중공업에서는 프린세스(Princess)사의 주문을 받아 10만 톤 이상의 크루저선인 Diamond Princess와 Sapphire Princess를 건조하고 있다. 이는 유럽과 경쟁하는 새로운 시장진입을 의미하고 있는 것이다.

(2) 향후 시장 전망

크루저선은 승객의 안락과 쾌적함 유지하면서 선내 생활과 항해를 즐길 수 있는 움직이는 해상 호텔이라 불릴 만큼의 훌륭한 편의시설을 제공하기 때문에 이용객은 계속 증가하는 추세이다. 표 5 및 그림 1은 세계 지역별 크루저선 이용 승객현황 및 전망을 나타낸 것으로서 세계 크루저 인구는 2000년 약 800만 명에서 2010년 1,400만 명으로 연간 약 17%이상 증가할 것으로 전망되며, 또한 그림 1에서 보는 바와 같이 크루저선의 건조도 2000년 약 920만 GT에서 2010년에는 1,240만GT의 건조를 예측하고 있다.

(3) 향후 기술개발 전망

일본은 미쯔비시 중공업을 선두로 이미 크루저선 시장에 진입한 것으로 볼 수 있으며 최근 일반상선 부분에서 우리나라에게 1위를 내어준 상황에서 전략적으로 크루저선 시장에서 유럽 조선소와 경쟁하기 위해 기술개발에 박차를 가할 것으로 판단된다.

유럽은 지난 25년간 상선 건조 부문에서 사양 길을 달려오고 있으나, 크루저선은 거의 독점적으로 건조하고 있고, 기술 및 관련 주요 기자재산업을 거의 선도해 오고 있다. 또한 크루저선에 대해서는 차별화된 기술력을 바탕으로 품질 및 성능 고도화에 주력해 나가기 위한 기술개발을 꾸준히 추진해나가고, 한편으로는 일본 및 우리나라가 크루저선 시장에 진입하는 것을 최대한 저지하기 위해 직간접적인 규제도 강화해 나갈 것으로 보인다.

국내 조선소는 크루저선의 시장진입을 위해 전문화된 설계조직을 갖추고 RO-PAX선의 설계건조 경험을 바탕으로 크루저선이 가지는 특화된 기술을 꾸준히 개발해 갈 전망이다.

향후 기술개발 추진사안으로서 구미승객 문화에 부응하는 객실 디자인기술 및 인테리어 소재개발, 인간공학을 고려한 선내 편의시설의 최적배치, 안전 및 환경을 제고한 설계기술, 승선감 및 거주 안락성을 고려한 진동소음 및 내항성 설계기술 그리고 외관이 수려하고 저항추진성능이 우수한 선형 및 추진기설계기술 등을 들 수 있다.

(4) 기술개발 목표

일반상선은 가격 경쟁력을 목표로 한 생산기술중심이었으나, 크루저선은 고급승객을 위한 인간 중심적 문화상품으로 생각해야 하기 때문에 차별화된 전략으로 중장기적인 개발을 해나가야 할 것이다

① 안전 및 환경을 제고한 설계기술

승객의 안전을 위해 각종 국제 안전규칙을 만족하는 일반배치 및 시스템 설계기술(구획, 방화, 소화, 구명설비, 통신시스템 등)의 확보와 해상오염 방지를 위한 환경 친화형 시스템 적용기술, 비상 탈출분석 및 승객 흐름 최적화 기술

② 인테리어설계 및 시공 기술

외국선주 및 승객취향에 적합한 유럽 스타일의 최고급 인테리어의 설계기술, Public Space 및 Cabin

표 5. 세계 지역별 크루저 인구현황 및 전망(단위: 천명)

구분	2000년	2005년	2010년	
북미지역	6,200	8,000	10,200	
유럽 지역	영국	780	1,200	1,450
	독일	350	490	640
	이탈리아	260	360	450
	프랑스	205	290	380
	스페인	55	86	125
	스위스	40	64	93
	기타(동유럽, 러시아)	15	23	35
	유럽소계	1,705	2,513	3,173
	아시아지역(일본)	125	145	210
전체	8,000	11,000	14,000	

자료: Ocean Shipping consultant, Cruise Shipping Industry Prospects To 2010

Mock-up제작기술, 인테리어 소재의 국산화, Entertainment System 및 인테리어 설비시스템 기술

③ Comfort Ship설계기술

선주 요구와 승객의 생활문화에 부응하는 디자인의 도출 및 크루저선의 특성상 수려하고 세련된 스타일링의 설계, 승객편의를 위한 각종 공간 구성의 최적배치 기술, 쾌적성과 에너지 절약을 고려한 공기조화 시스템 설계기술. 여객들의 안락한 선상생활에 있어 가장 중요한 요소인 선박 동요 및 진동/소음을 최소화

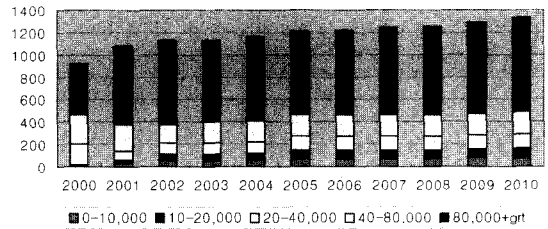
④ 선형설계/성능해석기술

여객선의 고속화 및 필요공간 만족을 위한 상부구조의 대형화에 따른 복원성 확보 및 저항/추진 성능이 우수하고 승선감을 고려한 선형설계 기술, Crabbing Performance를 포함한 조종성능 추정기술, POD 추진시스템의 적용기술

⑤ 구조 및 시공기술

선박의 경쟁력을 제고 시킬 수 있는 구조의 경

Cruise선 건조예측('000 grt)



자료: Ocean Shipping Consultant, Cruise Shipping Industry Prospects to 2010

그림1. 크루저선의 건조전망 (자료: Drewry Shipping Consultants Ltd)

량화 기술, 특히 상부구조의 경량화 기술, 구조해석 및 최적 구조 설계기술, 용접에 의한 박판의 변형 제어/교정 기술

3. 쇄빙상선

빙해 중을 항행하는 선박을 총칭하여 빙해용 선박이라고 하며 쇄빙선과 빙해상선으로 크게 구분하며, 쇄빙선은 다시 유도쇄빙선과 단독쇄빙선, 빙해상선은 쇄빙상선과 내빙상선으로 구분된다. 쇄빙선은 빙해역에서 얼음을 깨며 독자적으로 항해할 수 있는 능력을 갖춘 선박으로서 빙해 중의 항로를 개척하여 화물선 선단을 이끌어 화물수송을 가능하게 하는 유도쇄빙선과 격리된 극지의 기지에 필요한 물자를 보급하거나 극지조사 또는 구조 등을 임무를 단독으로 수행할 수 있는 단독쇄빙선으로 구분할 수 있다.

쇄빙상선은 쇄빙선과 동등 또는 그 이상의 쇄빙능력을 가지고 결빙해역을 독자적으로 화물을 운송할 수 있는 선박이며, 내빙상선은 얇은 결빙해역 또는 유도쇄빙선에 의해 만들어진 수로의 유빙저항을 이겨낼 내빙능력을 갖춘 선박을 지칭한다.

(1) 국내의 시장 및 기술 동향

러시아의 Northern Sea Route(NSR)를 통해 북유럽에서 동아시아 북미의 서해안까지 가는 길은 수에즈 운하나 혹은 파나마 운하를 통하는 항로보다

40~30% 이상 거리가 단축된다.

러시아의 북극해 연안은 석유와 천연가스 등 자원이 대규모로 매장된 곳이라서 근래에는 해상을 이용한 자원의 경제적인 수송방법이 요구되고 있는 실정이다. 북극항로의 상업적 정기항로의 개척에 대한 연구는 1993년~1999년까지 INSROP(International Northern Sea Route Program)라는 프로젝트로 수행된 바 있는데, 결과에 의하면 장기적 측면에서 볼 때 쇄빙상선의 수요는 늘어날 것으로 본다.

1864년 소련에서 세계 최초의 쇄빙선이 건조된 이래 오늘날까지 다수의 쇄빙선이 건조되어 빙해역에 있어서 상선의 호위, 구조, 항로개척, 해양과학 조사 등의 목적에 사용되어 왔다. 한편 캐나다, 소련, 핀란드, 미국 등 자국 내에 동결하는 해역을 가진 나라에서 겨울에 해상수송 수단을 확보하기 위하여 다수의 쇄빙선을 건조해 왔으며 주요 기술적 동향은 다음과 같다

① 러시아

러시아는 시베리아의 천연자원 개발을 위해 오래 전부터 막강한 쇄빙선 선단을 운용하고 있으며, 1985년까지 총 84척의 쇄빙선을 보유하고 있는데, 그 중 16척은 Polar class급 쇄빙선이고, 또 20척은 발틱해의 빙상조건에 적합한 Sub-arctic용 쇄빙선이다. 러시아의 북극해 연안은 수심이 얇은 대륙붕이고 또한 내륙 깊숙이 강을 거슬러 올라가야 하는 경우도 있기 때문에 특별히 흘수 2.5~3.3m 정도의 얇은 하천용 LASH (Lighter Aboard Ship) 쇄빙선을 13척 보유하고 있다. 한편 길이 160m 정도의 SA-15 Class 혹은 Nordics class의 컨테이너 및 산적화물 겸용 선을 14척 보유하고 있고, 현재도 길이 260m 재화중량 40,000톤 급의 원자력 추진 혹은 재래식 디젤기관을 장착한 화물선을 여러 척 건조 중인 것으로 알려져 있다.

② 캐나다

1970년대 북극해 주변에서 천연자원의 개발이 활

발하게 진행됨에 따라 규모가 큰 쇄빙선 및 쇄빙선단을 보유할 필요가 있어 1978년 길이 209 m에 28,000 DWT의 단독 쇄빙상선 Arctic호를 건조하였으며, 이 선박은 CASPPR (Canadian Arctic Shipping Pollution Prevention Regulation) Class 2로서 과거 일반선박이 북극해에서 1개월 정도 항해 가능했던 기간을 6개월 정도로 연장할 수 있었다. 또한 1979년에는 Beaufort해의 석유개발에 필요한 물자를 수송하는 보급선으로 CASPPR Class 3의 쇄빙형 보급선 Kigoriak을, 1982년에는 Robert Lemeur를 건조하였다. 캐나다의 해안경비대는 6척의 북극해용 쇄빙선 (Louis S. St. Laurent, John A. MacDonald 등)을 보유하고 있으며 앞으로 Polar Class8 (평탄빙 쇄빙능력 2.4m)인 쇄빙선도 건조할 계획을 가지고 있다.

③ 미국

미국은 4척의 쇄빙선들을 2차 대전 중에 최초로 건조하였으며, 70년대에는 쇄빙능력 1.83m의 Polar class급 쇄빙선이 건조되어 현재까지 운용되고 있다. 이들 Polar class급 쇄빙선들은 비원자력 추진선으로서는 세계에서 가장 강력한 출력을 가진 쇄빙선이며 베링해, Chukchi해, Beaufort해 등지에서 활동하고 있다. 한편 1968년 알래스카의 North Slope에서 발견된 대규모 유전에서 채굴된 원유를 캐나다의 북극해를 경유하여 미국 동부해안 소비지까지 해상수송이 가능한지를 검토하기 위해 1970년 일반 유조선에 보강하여 쇄빙유조선(Icebreaking Tanker)으로 개조한 Manhattan호의 시험항해를 2회에 걸쳐 실시한 바 있다. 이 시험항해로 Manhattan호는 선체와 프로펠러에 손상을 입었지만 북서항로(Northwest Passage)에서의 해상수송이 동절기에도 기술적으로 충분히 가능하다는 것을 입증하였다.

④ 핀란드

핀란드의 쇄빙선 건조기술은 매우 뛰어나며, 대표적인 조선소의 하나인 Kvaerner-Masa는 많은 쇄빙선박을 건조하여 러시아를 위시한 각국에 인도한

경험을 가지고 있다. 특히 1969년에는 쇄빙유조선 Manhattan호의 개조사업을 주도하였고 이를 위하여 당시 최대규모의 빙해수조를 Helsinki에 건설하였다. 1993년 Finnyards사에서 건조한 다목적 쇄빙선 Fennica호는 동절기 발틱해의 항로 확보를 위하여 0.8m 평탄빙을 8노트의 속도로 쇄빙항해 할 수 있으며 하절 기에는 북해 유전의 보급선으로서 개수면(Open Sea)상에서 14노트의 속도를 유지할 수 있도록 설계되었다. 특히 360도 회전이 가능한 선회식 추진장치를 장착하여 회전반경이 거의 없는 상태에서 방향전환이 가능하게 하는 등, 조종성능이 대단히 뛰어난 것으로 알려져 있고, 모든 방향으로 쇄빙이 가능하도록 선수부뿐 만 아니라 선측 및 선미부도 충분히 보강되어 있다.

⑤ 일본

일본은 방위청 소속의 순시함인 Soya호와 Fuji호를 보유하고 있으며, 1982년에는 길이 134m, 배수량 16,200톤, 30,000마력(SHP)의 최신설비를 갖춘 쇄빙선 Shirase호를 건조하였는데, 이 배는 평탄빙에서 3노트의 속도로 1.5m의 연속쇄빙이 가능하다. 최근에는 스미토모 조선소에서 선회식 전기추진시스템을 장착한 아프라막스(Aframax) 급의 Double Acting Tanker를 2척을 수주하여 건조한 바 있다.

⑥ 국내

우리나라는 극지환경에 직접 접하고 있지 않은 관계로 쇄빙선의 건조 실적은 아직 없으며 기술수준도 앞서 언급한 건조국가에 비하면 매우 일천한 수준이다. 그런데 최근 각 조선소에서는 Baltic Ice Class IA가 적용되는 내빙상선에 대한 수주가 이루어진 바 있어, 동 선박에 대한 선형개발 및 설계를 수행하고 있기 때문에 성공적인 인도가 되면 우리나라도 빙해선박의 건조 실적 국으로 될 전망이다.

또한 남극 세종기지의 종합 해양과학조사선으로 사용될 쇄빙선 개발을 위한 기본설계가 해양수산부에서 금년에 발주된 바 있다. 2008년 본 선박이 건

조되면 우리나라도 쇄빙선 건조실적도 보유하게 되므로 쇄빙선 시장진입의 출발점이 될 것이다

(2) 향후 시장 전망

러시아의 북극해, 알래스카 주변해역, 캐나다 북극군도, 그린란드 동안 해역 등 북극해역에서 생산되는 천연가스를 소비지까지 수송함에 있어서 북극해의 나쁜 기후조건을 극복할 수 있고 아울러 강력한 쇄빙능력을 보유한 대형 쇄빙상선이 필요하게 될 것으로 예측된다.

빙해에서의 선박의 항해는 보통의 해역에서의 선박운항보다 훨씬 높은 위험이 따르게 됨으로 선박의 추세는 점차 대형화되고 있고 기관출력도 커져가고 있다.

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 주목을 받고 있다. 향후 본격적인 북극자원 개발이 이루어지는 2010년 이후에는 새로운 신제품의 쇄빙상선의 시장이 형성될 것으로 추정된다

현재의 쇄빙선은 약 50% 이상이 1970년대 이전에 건조되었고, 1980년대 건조는 65척으로 30% 정도를 차지하고 있다. 쇄빙선의 수명을 통상 20~30년이고 최근의 기술발전이 급진적으로 진행됨에 따라 2010년대의 쇄빙선의 대체 수요는 상당할 것으로 예상된다. 1970년대 이전에 건조된 쇄빙선의 대체수요만 하더라도 100여 척으로 쇄빙선의 선가가 척당 1억 달러 정도로 가정하면 최소 100억 달러의 시장이 형성된다고 추정 할 수 있다. 또한 1980년대에 건조된 65척의 쇄빙선도 있으므로 향후 10년간의 쇄빙선의 시장의 전망은 매우 밝다. 한편 북극해지역의 부존자원 개발의 활성화되면 물동량의 증가 인해 새로운 쇄빙선 수요가 최소 연간 15척으로 예상되며, 이는 연간 15억 달러의 시장으로 이어질 전망이다.

(3) 향후 기술개발 전망

장차 북극지역에서의 석유와 천연가스를 수송할 쇄빙상선은 운항조건과 주위환경, 특히 험한 겨울에도 운항할 수 있어야 하므로 선박의 쇄빙 성능이 기존의 선박보다 훨씬 뛰어나야 하므로 이에 대한 선행연구가 필요하다. 빙 항해에 있어 안전성과 경제성을 확보하기 위하여서는 갖가지 형태의 얼음에 견딜 수 있는 능력을 가진 쇄빙상선을 건조하여 이것을 안전하게 운항할 수 있도록 숙련된 승무원의 양성과 운항 매뉴얼의 작성 및 빙 항해에 대한 각종 서비스를 실시하는 등의 체계의 정비도 필요할 것이다.

① 선형설계

쇄빙능력을 결정하는 설계인자 중 빙판과 직접 접촉하는 선수부의 형상이 가장 중요하다. 그 형상은 쇄빙능력에 직접적인 영향을 줄 뿐 아니라 추진기관의 출력과도 밀접하게 연관되어 있다. 또한 쇄빙상선은 효율적인 쇄빙능력이 요구될 뿐 아니라 개수로(open sea)에서의 우수한 저항추진 성능도 함께 요구된다. 선형은 항해지역과 선박의 주요기능과 목적, 선급규정, 쇄빙효율을 고려하여 설계되고 있으며 쇄빙선 선수부의 형상은 쇄빙능력에 가장 크게 영향을 미치기 때문에 빙수조(Ice Basin)에서 모형시험으로 통해 최적선형으로 개발하고 있다.

통상 재래식의 선형개념으로 선박을 주로 설계하지만, 근래에는 쇄빙능력, 조종성능 등 운항해역의 특수성을 고려하면서 사용목적에 적합한 특화된 선형으로 개발될 전망이다. 향후 쇄빙선은 다양하고 고성능 경제선형으로 팔목할만한 발전을 할 것이며, 또한 추진성능 향상을 위해 쇄빙시 빙편에 의한 선박의 저항을 감소시키는 기포분사, 물 분사 등, 다양한 기구가 고안되어 특허가 많이 나올 전망이다.

② 추진장치

일반적으로 쇄빙 시에는 선속이 매우 느리기 때문에 저속에서 높은 추력을 낼 수 있도록 디젤기관

에서 전기추진 기관으로 바뀌고 있으며, 또한 추진기도 고정피치 프로펠러에서 가변피치 프로펠러로 그리고 다시 360°회전이 가능한 선회식 전기추진장치로 변화할 것이다

③ 선체구조

항해해역의 빙 하중에 의해 결정되며, 통상 선체구조 및 부재치수는 선급규정에 정하여져 있다. 최근 많은 쇄빙선이 건조되고 실 해역에서의 빙 하중 및 응력계측을 결과로부터 선수 및 내빙대(Ice Belt) 부분에서 국부하중이 선급에서 정하는 값보다 20-30% 크다는 보고가 나온 바 있기 때문에 선급규정에 대한 체계적인 연구도 수반되어야 할 것이다.

④ 모형시험

빙 해역에서의 운항성능의 평가는 빙수조의 모형시험으로부터 결정되기 때문에 쇄빙선 시장에서 기술 경쟁력을 확보하기 위해서 반드시 갖추어야 할 필수 시험설비이다. 쇄빙선을 건조한 주요국가는 모두 본 설비를 갖추고 있으나 국내에서는 보유하고 있지 않기 때문에 필요한 시험들은 모두 외국으로 나가고 있다. 향후 쇄빙선 시장이 활성화 된다면 국내에서도 수조건설이 추진될 것으로 전망된다.

⑤ 감요 및 중·횡경사 발생장치

쇄빙선에서는 빙 하중에 의한 손상을 고려하여 동요방지를 위한 빌지 킨(Bilge Keel)을 장착하지 않으므로 대양에서의 동요운동 저감을 위하여 감요 탱크(Anti-Rolling Tank)를 설치한다.

그리고 Ramming 쇄빙시 또는 쇄빙선이 얼음에 갇혔을 경우 탱크내부의 연료 또는 해수를 좌·우현으로 이동시키거나 혹은 강제로 트림을 발생시켜 주변의 얼음과의 틈을 만들 때 이러한 시스템이 필요하다.

⑥ 빙해선박용 도료

쇄빙선에 일반도료를 사용하게 되면 빙 마찰에

의하여 선수부 및 내빙 보강 부에 도료 피복이 벗겨져 나가 부식이 진행될 뿐 아니라 표면조도도 크게 되어 저항이 증가되므로 빙해용 특수도료를 사용하여야 하므로 본 도료에 대한 국내 개발이 필요하다.

⑦ 저온 및 착빙 대비책

착빙의 정도는 기온, 선박에 대한 상대풍속, 수온과 관계가 있다. 이들의 상관관계에 따라 착빙이 시작되므로 이에 대한 대책연구가 있어야 한다. 즉 저온상태에서 갑판상의 결빙에 의해 의장품 등이 사용 불가능하게 되지 않도록 재질에 대한 고려와 가열장치를 장착하여야 한다. 또한 밸러스트 탱크가 수면상부에 있을 경우 탱크내의 해수가 결빙되기 때문에 이를 방지하기 위해 해수에 열을 가할 장치가 필요하다

⑧ 항해장비 및 기타 사항

극지 역에서 선박의 항해가 곤란한 이유는 두꺼운 빙상과 함께 어두운 시야 때문이다. 특히 얼음이 두꺼운 해역을 운항할 때는 통상 두꺼운 빙맥 부분을 피해 얼음이 깨어진 부분을 통과해야 하므로, 얼음의 상태, 유빙 등의 정보는 쇄빙선의 항해에 필수적이다. 헬기를 통하여 직접 정보를 얻거나, 인공위성을 통한 DPS 시스템을 사용하고 있다.

(4) 기술개발 목표

북극항로의 운항경제성과 극 지방의 풍부한 자원 등을 고려할 때 쇄빙상선의 장기적 시황은 밝기 때문에 이를 고려하여 산학연 협력으로 기술개발을 추진해야 할 것이다. 각 조선소가 수주 받은 Baltic Ice Class IA의 선박을 2005년까지는 성공적으로 인도하고, 나아가 현재 기본설계가 진행되고 있는 해양과학조사선의 개발을 체계적 수행하여 2008년까지 건조가 진행될 전망이다.

4. LNG(Liquefied Natural Gas) 운반선

LNG는 주성분이 메탄(Methane)인 액화천연가스로서 청정성, 경제성, 안정성, 장기적인 수급 가능성 때문에 LPG, 석유, 석탄 등을 대체할 수 있는 에너지원으로 국내외적으로 수요가 급증하고 있다. LNG 운반선은 LNG를 영하 163℃ 상태로 액화시켜 가스생산국에서 소비국으로 운반하는 선박으로서 대형 폭발위험을 방지하기 위한 특수한 화물창 구조를 갖는 고도의 건조기술이 요구된다.

(1) 국내외 기술개발 및 시장 동향

가. 기술개발 동향

LNG 운반선은 화물창이 대기압인 상태에서 영하 163℃의 화물을 적재하며 화물창 내에서 LNG가 연속적으로 증발하기 때문에 안전한 운반을 위해 화물창 방열구조(Cargo Containment)와 감시·제어시스템이 가장 중요한 핵심기술 부분이다. 그리고 증발하는 LNG를 추진연료로 사용하는 추진시스템으로서 스팀터빈이나 Dual Fuel 엔진의 적용도 중요한 기술로 들 수 있다.

화물창 방열구조의 형식은 크게 독립 형과 멤브레인(Membrane)형으로 대별하며, 독립 형으로 대표적인 것은 노르웨이 모스로젠버그사의 모스형과 일본의 IHI조선소가 독자적으로 개발한 SPB형이 있다. 모스형은 현대중공업과 미쯔비시 중공업이 라이선스를 받아 건조하고 있고, SPB는 1994년 2척을 건조해 독자적인 기술능력을 인정 받았으나 실적은 미미하다.

멤브레인형은 프랑스의 GTT(Gas Transport & Technigaz)사의 GT Type 및 GTT-MarkⅢ의 두 가지 형이 있으며, GT Type의 경우 국내의 대우중공업과 한진중공업, 그리고 MarkⅢ의 경우 국내 삼성중공업과 일본의 NKK조선소가 라이선스를 받아 선박을 건조하고 있다.

이와 같이 화물창 부분의 원천기술은 주로 유럽이 그리고 틈새의 주요기술은 일본이 대부분 가지고 있으며, 국내 조선소는 모두 라이선스를 도입하고, 건조기술에 주로 치중하고 있는 실정이다.

화물창 방열구조에 포함된 주요 특허기술은 저장 탱크의 자체구조, 탱크내부의 LNG저장설비, 방열 박스와 멤브레인의 구조 등이 있으며, 화물 취급 및 제어시스템(Cargo Handling and Control System)에는 Boil Off Gas의 처리방법, LNG의 감시 및 제어 관련 장치 및 방법 그리고 부속장비 및 제어 S/W 등에 있다.

선진 조선소 별 핵심기술에 대한 특허 현황은 다음과 같다.

- 미쯔비시 중공업은 가장 많은 출원건수를 기록하면서도 매년 편증되는 경향 없이 꾸준히 유지되고 있는 모습을 볼 수 있다. 이는 80년대 이후 카와사키 중공업과 더불어 일본 내에서 가장 많은 LNG선의 건조실적을 지켜왔으며, 또한 지속적인 LNG선의 건조를 통한 기술개발 활동의 결과를 특허로 출원하여 권리를 확보함으로써 LNG선의 연구 활동과 개발에 있어서의 모범적인 전형을 보였다.
- 카와사키 중공업의 경우 80년대의 관련 특허 출원 건이 전무 하다가 90년대 중반부터 출원을 하기 시작하는데 이는 단순 회피 고안이나 개량에 의한 출원이 아닌 충분히 권리화가 가능한 기술적인 내용들을 담고 있다.
- IHI는 미쯔비시에 이어 출원건수로 2번째 차지하고 있다. 대부분 SPB형의 건조공법에 관한 내용들이 주를 이루고 있다.
- Gaztransport(GT)와 Technigaz(TGZ)사는 합병(GTT) 이후에도 꾸준한 출원 건수를 기록하고 있고, 특히 90년대에 들어와 한국의 LNG선의 건조가 증가함에 따라 한국 출원에 각별히 신경을 쓰고 있다.

나. 시장동향

국내의 경우 90년대 가스공사 발주한 LNG운반선을 건조한 이래 꾸준히 기술개발, 생산성향상 그리고 화물창 단열공사를 위한 기자재 업체의 육성

등을 통해 일본 대비, 기술 및 가격 경쟁력을 꾸준히 향상 시킴으로써 2001년 9월까지 전세계적으로 발주된 25척의 LNG선 가운데 70%가 넘는 22척을 수주한 바 있고, 2002년 19척, 2003년 11척을 수주함으로써 세계 최고의 경쟁력과 시장 점유율을 가지고 있다. 2004년은 카다르 라스가스(Rasgas- II), 나이지리아, 사할린 등 대형 프로젝트가 있어 2001년의 최고 수주량 22척을 상회할 것으로 보고 있다.

LNG운반선의 대형화가 본격적으로 이루어짐에 따라 지난 80년대까지는 12만5천m³급이 주류였으나, 90년에 들어와서 13만8천m³급, 2002년 초에는 14만5천m³급으로 대형화 되었고, 2003년부터는 16만m³급, 20만m³급으로 급속히 대형화되는 추세이다. 이것은 LNG의 해상물동량이 지속적으로 증가함으로써 대형화가 운항 경제성 면에서 유리하기 때문으로 판단된다.

화물창의 형태에 따른 LNG운반선의 시장동향을 보면, 1980대와 1990년 초까지는 주로 모스형을 많이 건조하였으나 최근에는 멤브레인형이 급격히 증가하고 있다. 현재까지 운항중인 LNG운반선 중 모스형이 52%, 멤브레인형이 43%, 기타가 5%였지만, 1999~2003년에 인도된 LNG운반선에서는 모스형이 40%, 멤브레인형이 60%로 역전되었고, 현재 발주중인 경우 모스형이 30%, 멤브레인형이 70%로 계속적으로 격차가 벌어지고 있다. 이유는 슬로싱(Sloshing)에 의한 화물창의 안전성 문제로 구형인 모스형을 선호했으나, 최근 각종 공법과 해석기술의 개발로 멤브레인형도 큰 문제가 없는 것으로 밝혀짐에 따라, 모스 대비 상대적으로 저렴한 선가, 상갑판의 용이한 공간 활용성, 탱크 크기의 변경 용이성, 수에즈운하의 통과 비용저렴, 운항시계 확보의 용이성 등 많은 기술적인 이점을 가지기 때문으로 판단된다.

(2) 향후 시장전망

세계의 LNG무역량은 1990년대 말에 이르러 환경문제에 대한 관심고조, 아시아 경제의 위기 탈출,

표 6. LNG의 해상물동량과 신조선 수요전망 건조실적

항 목	03년	04~10년	11~15년	16~20년
LNG해상물동량, 십억cmb	158	260	338	429
필요 선박량, 백만cmb	17.7	30.4	40.9	52.4
신조선 수요, 백만cmb	(8.2)	4.6	10.5	11.5
척	(59)	33	76	83
계	41	22	57	120

자료: Ocean Shipping Consulting Ltd

주: ()는 수주 잔량, 기준선형은 138,000cbm급

북미 그리고 구주(스페인)의 수요증가 등으로 급격한 신장세를 보이고 있다. 표 6에서 보는 바와 같이 LNG의 해상물동량은 2003년 대비, 2010년 중반까지는 배 이상 그리고 2020년까지는 약 3배까지 증가할 것으로 예측하기 때문에 신조선 수요도 크게 증가할 것이다.

이와 같은 추세는 청정에너지에 대한 각국의 선호와 중국, 인도 등 아시아 지역의 신흥공업국의 경제활성화에 따른 에너지 소비의 급등, 2010년까지 미국의 LNG 소비량이 현재 대비 약 4배까지 증가될 것이라는 추세에 따른 것으로 보인다. 최근 계획되고 있는 앙골라, 사할린, 카타르 라스가스, 멕시코만 루지애나, 나이지리아 등 대형 프로젝트가 산재해 있어 LNG운반선의 시장은 상당기간 지속적으로 성장할 것으로 보인다.

(3) 향후 기술개발 전망

GTT의 기술특허 대다수가 연속하는 2개의 단열벽으로 이루어진 탱크에 대한 기본적인 개념 하에서 각각의 공법을 변형시켜 출원된 기술이며, 이것은 GTT의 원천특허가 70년대에 나온 이래 그 유효성이 상실된 상태에서도 지속적으로 변형된 기술로 발전시켜 자신들의 기술 독점권을 행사해 오고 있다. 국내조선소는 LNG운반선의 건조 물량증대로 발생되는 기술도입 비의 절감과 자체 핵심기술의 확보를 통한 특허출원을 하는 등 부단한 노력을 해야 할 것이다.

LNG 운반선이 급속히 대형화하고 있는 시점에서 운항경제성이 확보되는 적정선박의 개발에 매우 유연하게 대응하지 않으면 시장주도를 지속적으로 유지해 나갈 수 없다. 부단한 건조 원가절감과 아울러 외국의 기술 종속성이 가장 높은 화물창에 대한 고유기술의 보유여부가 향후 경쟁력을 좌우하는 주요한 변수가 될 것이다. 또한 대형화 추세의 시장수요에 능동적으로 부응할 수 있는 다양한 선형 개발을 지속적으로 해 나가야 할 것이다.

멤브레인형에서는 화물창부분의 시공에 많은 공수가 투입되므로 수주물량이 증가하게 되면 이 부분의 공법개발과 자동화를 위한 기술개발이 늘어날 전망이다. 화물창 주변을 특수목재, 펄라이트(Perlite), 화산암을 팽창시킨 소재) 혹은 유리섬유(Fiber glass) 등에 의한 단열이 필수적인데, 단열을 효과적으로 하면서 경량화 시키고 시공공수를 최소화 할 수 있는 기술개발의 추진과 화물창 내 Invar강 혹은 SUS Plate를 자동으로 용접할 수 있는 로봇의 개발이 활발히 이루어 질것이다.

현재 LNG운반선의 추진방식은 보일러 와 스팀 터빈을 사용하고 있기 때문에 에너지효율이 다소 떨어지며, 기관실내 공간을 많이 차지하게 되고 또한 보일러 연소시 대량의 이산화탄소 화합물이 발생하는 등 개선의 여지가 많다. 따라서 장기적으로 새로운 추진시스템에 대한 기술개발이 필요하다. 이에 대한 연구방향으로서 Dual Fuel Diesel Generator를 이용한 전기 추진시스템의 적용, 혹은 Gas Turbo

표 7. 핵심기술에 대한 개발 목표

핵심기술	개발목표
대형화에 따른 수송 경제선형개발	<ul style="list-style-type: none"> · 생산지와 소비지간의 수송 시스템 경제성 분석 · 20만m³ 이상 급의 경제선형 및 고성능화 연구 · 극지운항을 위한 내빙구조의 LNG 선형 개발
새로운 추진시스템 개발	<ul style="list-style-type: none"> · Electric Motor Propulsion with Dual Fuel Diesel Generator · Electric Motor Propulsion with Gas Turbo Generator · Electric POD System with Re-liquefaction Plant
Cargo Containment	<ul style="list-style-type: none"> · 단열구조의 소재개발을 통한 BOR 최적화 연구 · 화물창 대형화에 따른 슬로싱해석 및 형상 연구 · 기존 특허를 피할 수 있는 화물창 방열 구조의 개발
Cargo Handling and Control 시스템 개발	<ul style="list-style-type: none"> · 화물, 버너/보일러, 터빈 등의 자동 통합제어 시스템
생산/공법연구	<ul style="list-style-type: none"> · Colligate Membrane의 자동용접 로봇개발 · Conner부의 구조방식 간이화 연구 · 2차 Barrier의 신뢰성 향상 연구

Generator를 장착한 전기모터 추진방식, 혹은 Electric POD System with Re-liquefaction Plant를 중장기적으로 기술개발을 추진해야 할 것이다.

(4) 기술개발 목표

LNG운반선은 조선기술뿐 아니라 LNG 화물의 특성 때문에 일반선박과는 다른 기술적 문제가 있게 된다 LNG운반선 시장에서 국내 조선소가 지속적인 경쟁력 우위와 고부가 상품으로 계속 유지하기 위해서는 표 7의 핵심기술을 산학연 협력으로 심화시켜 나가야 할 것이다.

5. LNG FPSO(Floating Production, Storage and Offloading)

종래의 가스전은 해안에서 가까운 연안(Inshore)에 고정식의 Process Plant를 설치하여 채굴된 가스를 배관망으로 육상까지 수송하여 저장탱크에 보관하는 시스템이었다. 그러나 최근에는 LNG의 수요 증가로 가스전의 탐사가 Marginal Field까지 확대되어 가스전이 해안에서 다소 멀리 떨어진 Offshore

에 위치할 뿐 아니라 가스전의 규모도 종래보다는 작기 때문에 기술적인 문제와 더불어 채굴 경제성이 악화될 수 밖에 없다.

따라서 기존의 부유식 원유 생산 시스템인 FPSO (Floating Production Storage and Offloading)의 개념을 LNG생산에도 채용 함으로서 LNG FPSO의 개념이 나오게 되었다. LNG FPSO는 LNG생산 및 처리를 할 수 있는 시스템과 LNG저장용 대형탱크 그리고 Offloading System을 탑재하게 되며 선형은 바이지형 (Barge Type) 혹은 선박형(Ship Type)으로 설계한다. 선형의 결정은 이동항로, 투입해역의 해상조건, 그리고 계류방법에 따라 결정해야 한다.

(1) 국내의 시장 및 기술동향

고정식에 비해 이동식의 LNG FPSO 시스템을 채택하면, 깊은 수심의 해역에서 사용가능하고 투자비가 적게 들며 가스전 바로 부근에서 생산부터 처리, 저장, 하역을 일관화시켜 작업을 총괄할 수 있어 운용상 경제적인 시스템을 구축할 수 있다. 또

표 8. LNG FPSO선의 국내외 기술 비교

기술구분	국내	일본	유럽
Topside의 Process Plant	미 보유 (해의 전문기술 활용)	부분 보유 (외국 전문기술 활용)	보유
Cargo Containment	- GTT 등으로부터 License 도입 - 생산/검사기술 일부 도입	- GTT 등으로부터 License 도입 - 생산/검사기술 자체 개발	원천기술 보유
Integration Automation Sys.	제품도입 혹은 국산화추진	보유	보유
Turret Mooring System	- 설치 경험보유 - 시스템 S/W 기술 개발 필요	- 설치경험 보유 - 시스템 S/W기술 보유 - H/W기술 미 보유	H/W& S/W에 대한 원천 기술 보유
Side by Side Offloading Sys.	- 설계/해석기술 미 보유	미 보유	개발 중
Dynamic Position	- 시험/해석기술보유 - H/W 외국도입	- 시험/해석기술 보유 - H/W 외국 도입	시험/해석 및 H/W의 원천기술보유
제품실적	없음	없음	없음
기술수준	개념설계 수준	개념설계 수준	실선 실용화 단계

한 Offshore Platform, 배관망 등의 고정식 구조물이 없기 때문에 사용빈도가 지날 경우 경제적으로 폐기가 용이하다고 하는 이점이 있다

LNG FPSO프로젝트를 수행하는 선진 엔지니어링회사들은 다음 같은 기술을 가지고 있다.

- 해역에 따라 양호한 내항성을 갖는 선형설계 능력 및 선내 저장탱크의 대형화에 따른 슬로싱 문제해결 기술
- Topside Process Plant의 최적배치 및 설계를 위한 엔지니어링
- LNG 운반선과 Berthing & Offloading System
- Risk Analysis & Safety Control System
- Fire & Leak Detection System
- Emergency Evacuation System

액화설비(Liquefaction Plant)가 비교적 쉬운 LPG FSO(Floating, Storage and Offloading)의 건조는 일본의 IHI 조선소에서 SPB 방식으로 건조된 실적이 있으나, LNG FPSO의 경우는 세계적으로 실선화

된 것은 아직 없다. 단지 SHELL, BP AMOCO, CHEVRON, TEXACO 등의 선사에서 투입 예정 해역에 대한 타당성 검토를 현재까지 지속적으로 해 오고 있고 머지않아 발주도 계획하고 있다.

국내의 조선소에서는 외국 선주사들의 이와 같은 동향을 고려하여 프로젝트 초기 단계에서부터 선주사와 공동으로 초기설계를 수행하고, 아울러 개발된 선형의 성능평가를 위해 내항성능 등의 모형시험을 실시하고 있다.

표 8은 국내외 조선소별 LNG FPSO선의 기술을 비교한 것이다

(2) 향후 시장 및 기술개발 전망

LNG FPSO는 해역에 따라 Tandem Offloading 과 Side by Side Offloading 방식에 대한 비교연구가 계속 이루어지고 있으며, 상용화된 해석코드의 개발과 Offloading 시스템에 대한 상품화가 이루어질 전망이다.

LNG의 저장 탱크를 대형화할 경우 탱크의 평탄

부가 길어지고 코너부의 형태에 따른 멤브레인의 Colligation형상 및 생산공수를 줄이기 위한 연구, 멤브레인의 자동 용접로봇의 개발, 그리고 슬로싱 문제해결을 위한 기술개발의 필요성이 강조되고 있다. 갑판상부의 Topside 장비에 대한 제품개발이 유럽업체에서 활발하게 이루어지고 있고, 국산화는 한계가 있기 때문에 조선소에서는 Topside에 설치해야 하는 장비들에 대한 종합적 구성을 위해 시스템 엔지니어링 능력을 확보해야 하나, 이 부분은 많은 경험적 지식이 필요하고 연구개발만으로 이루지 않기 때문에 선진 경험사와 공동으로 추진하여 능력배양을 해나가야 할 것이다.

또한 작업 해역에서의 파랑, 조류, 풍속/풍향 등의 해상상태에 따라 LNG의 시추 및 생산 작업을 안전하고 효율적으로 제어할 수 있는지를 초기 설계단계에서부터 평가할 수 있는 모형시험기술 및 해석코드를 보유해야 하며, 아울러 본 자료가 선체 및 Topside 구조설계에 활용할 수 있도록 기술개발이 요구된다.

전세계 천연가스 매장량의 22%가 Offshore에 존재하고 있어 LNG의 생산은 FPSO와 같은 이동식 방식을 채택하는 것이 기존의 고정식인 해상 Platform 방식에 비해 초기투자 및 운용면에서 20~30%의 비용절감을 예측할 수 있기 때문에 세계적으로 LNG

표 9. LNG FPSO의 핵심기술과 개발목표

주요기술	개발목표
Topside Process Design & Installation	<ul style="list-style-type: none"> - System Engineering & Design개발 · Subsea Installation Engineering · Wellstream Separation Unit · Gas Liquefaction and Storage Unit · Gas Stabilization and Storage Unit · Gas Compressing/Treatment Unit · Offloading System of LNG · Safety and Control System
Cargo Containment & Handling	<ul style="list-style-type: none"> - Hold 대형화 기술 · Sloshing Load 계산 및 Hold 형상 설계 · 기존 특허 회피를 위한 독자적인 Containment 개발 · Side by Side Offloading System 해석
Integrated Automation System	<ul style="list-style-type: none"> - 통합적 감시/제어 시스템 기술 · Topside Process · Cargo Containment system · 보일러/버너 시스템
Dynamic Positioning & Seakeeping	<ul style="list-style-type: none"> - 모형시험 및 해석 Code 개발 및 정도 향상 · Dynamic Behavior for Turret Moored FPSO · Dynamic Positioning Simulation · Relative Motion for LNG Carrier and LNG FPSO · Offloading from LNG FPSO to LNG Carrier · Green Water Loading · Optimized Hull Form for seakeeping Performance and Onboard Arrangement

FPSO의 발주가 연차적으로 계속 증가할 추세이며, 시장규모는 2010년까지 12척으로 약 4조6천억 정도로 형성될 것으로 추정한다.

(3) 기술개발 목표

표 9는 LNG FPSO의 핵심기술과 개발목표를 나타내고 있다.

6. LNG FSRU (Floating Storage & Re-gasification Unit)

LNG는 폭발위험성이 있기 때문에 육상인수 터미널의 건립은 사고 시에 대형참사가 예상되어 지역주민의 반대가 심한 편이다. 그러나 LNG의 수요는 계속 늘어가기 때문에 인수 터미널은 증가될 수 밖에 없다. 이에 대한 대안으로 제시되는 것이 해상 부유식 인수 터미널로서 이것을 LNG FSRU라고 한다. FSRU는 바다에 영구적으로 계류되어 있는 Floating Storage and Re-gasification Unit로서 LNG 운반선으로부터 LNG를 인수하여 액체상태로 저장시키며, 아울러 재 기화하여 소비지가 있는 육지로 공급할 수 있는 설비를 갑판상에 가지고 있다. 육상 터미널에 비해 항구 시설 및 부지 그리고 환경, 안전에 대한 인프라가 필요 없고 경제적이다.

(1) 국내외 시장 및 기술동향

회전식 터렛 (Rotating Turret)은 선내에 수직 원통형모양의 구조 내에 설치되며, 터렛과 연결된 계류라인 (Mooring Line)은 별 모양 (Star Shape)으로 해저에 뻗어져 있어 해상 및 기상상태에 따라 선체가 최소저항을 받도록 뱃머리를 용이하게 움직일 수 있도록 해준다. 이와 같은 계류 시스템은 유럽의 전문업체가 있으나, LNG FSRU선 기능에 매우 중대한 영향을 주기 때문에 초기설계 때 검토할 수 있는 기술 능력을 가지고 있어야 한다.

LNG FSRU의 저장탱크는 부분적재(Partial Load)의 발생 가능성이 많기 때문에 슬로싱에 많은 영향

을 많이 받게 된다. 이 때문에 램브레인형 보다는 IHI의 SPB나 혹은 모스형이 더 적합할 것으로 보고 있다. 따라서 저장탱크의 형상과 탱크 내 유동 제어 그리고 구조적 보강기술 등이 지속적으로 연구되고 있다.

LNG 재기화 장치로 기존의 Offshore Platform에 사용해 온 Open Racks Evaporators는 효율에 있어 한계성이 있기 때문에 배의 운동에 민감하게 반응하면서 크기도 작고 수평형상(Compact horizontal Configuration)을 유지하는 새로운 형태의 것으로 개발이 추진되고 있다.

국내외 LNG FSRU선의 개발현황은 일본의 경우 IHI가 고유 모델인 SPB방식을 사용하여 선박의 길이 300m, LNG 저장능력 15만³ 급으로서 재 기화능력은 연간 2천5백만 톤을 처리할 수 있는 규모의 것을 개념설계 한 바 있고, 국내외 조선소들은 SHELL 혹은 EXMAR 등과 함께 공동으로 개념설계를 추진한 바 있다.

(2) 향후 시장 및 기술개발 전망

환경오염, 전력난 등으로 미국, 유럽지역에 가스를 사용하는 화력발전소가 증가추세에 있다. 따라서 육상에 가스 인수터미널의 신규건설이 대량 필요하나 911테러와 NIMY사고 확대로 인하여 지역 주민 반대로 해상의 부유식 인수방식으로 전조하려는 경향을 보이고 있다. GBS (Gravity Based Structure)와 같은 콘크리트 형의 구조 보다는 육상에서 더 멀리 떨어진 곳에 설치할 수 있고, 비상시에는 장소를 이동할 수 있는 장점이 있어 LNG인수 기지로 크게 주목을 받고 있으며, 2010년까지 기존 육상 LNG 인수기지의 대체수요가 매년 4기 정도 발주될 것으로 추정할 때, 시장규모는 매년 1조 4천억 원으로 형성될 것이 예상된다.

(3) 기술개발 목표

표 10은 LNG FSRU의 핵심기술 및 개발 목표를 나타내고 있다.

표 10. LNG FSRU의 핵심기술 및 기술개발 목표

핵심기술	개발목표
Storage Containment	· 슬로싱을 고려한 대형탱크의 형상 및 구조 설계기술
Offshore Transfer	· Subsea Gas 송출 배관망 해석 · Offloading System 해석
Topside Process	· 재기화 및 저장장치 시스템 기술 · Topside Process Module의 최적 시스템
Turret Mooring	· Turret을 위한 선체 대형 개구부 주위 구조 해석 · 계류라인과 라이저(Rise)를 포함한 선체운동해석 · Turret Mooring System설치 기술

6. 초고속 선박

다품종 소량생산의 상품과 생산설비의 다국적화에 따른 부품 등의 고속수송의 필요성으로 항공기보다는 늦지만 기존의 상선보다는 빠른 화물수송 수단이 요구되고 있다.

초고속 선박이란 기존의 부력에 의존하는 배수량형의 선형 대신에 동적인 하중을 이용하여 저항을 현저히 감소시키거나 수면의 형상을 날씬하게 하여 조파저항을 대폭 감소시켜 선속을 획기적으로 증가시킬 수 있도록 특수한 형상으로 설계한 고속 첨단선박을 말한다.

여기서는 이와 같은 범주의 선박 가운데서 기술적 혹은 경제성 측면에서 상업성 있는 수송수단으로 현재 활용되고 있거나 혹은 향후 10년 이내 활용될 수 있는 것으로 판단되는 복합지지형 초고속선, 삼동형 선박 그리고 초고속 컨테이너운반선을 대상으로 하였다.

(1) 국내외 시장 및 기술동향

가. 복합지지형 초고속선

양력 지지방식은 항주시, 물수익에 의한 동적 양력으로 선체를 지지하는 방식으로서 500톤급 이하

의 소형선에서는 고속화가 쉽고 파랑중의 성능도 타 선형에 비해 우수하다. 그러나 수중익의 양력은 크기의 2제곱, 선체의 중량은 3제곱에 비례하여 커지게 되므로 대형화가 어려운 단점이 있다.

공기압 지지방식은 공기부양선(ACV: Air Cushion Vehicle)과 해면효과선(SES: Surface Effect Ship) 등과 같이 공기압에 의해서 선체의 대부분을 수면위로 부상시켜서 항주하는 방식이다. 물속에 잠긴 부분이 매우 적어 저항이 적고 고속화 및 대형화가 용이하지만 선체 대부분이 수면부근에 있으므로 파도에 의한 성능저하의 문제가 있다.

복합 지지방식의 선형은 Jewell's Triangle에서 설명하고 있는 바와 같이 부력, 공기압 그리고 동적 양력의 세 개를 극점으로 하여, 이들을 적절히 복합화 함으로서 여러 종류의 새로운 복합지지선형을 만들어 낼 수 있다. 복합지지선형의 예로는 배수량형 선형과 공기부양선을 복합한 SWAACS (Small Waterplane Area Air Cushion Ship), 배수량형 선형과 수중익을 복합한 HYSWAS (Hydrofoil Small Waterplane Area Ship), 수중익선과 공기부양선을 복합한 HYACS (Hydrofoil Air Cushion Ship) 등을 생각할 수 있다. 복합지지형 초고속선박에 대한 연구는 1970년대에 미국의 DTRC(David Taylor Research Center)에서 본격적으로 시작되었다. 이 연구를 통해 실현가능성이 있는 몇 가지 복합지지선형이 도출되었으며, 일본의 TSL-F(Techno Super Liner-Foil)선을 비롯한 모든 복합지지선형은 이 범주에 들어간다. 상업용의 복합지지형 선형개발은 1980년대에 들어 Calkins가 제안한 쌍동선에 수중익을 부착한 HYPAT(Hydrofoil Catamaran) 이후라고 할 수 있다.

나. 삼동형 선박

영국 해군에서는 “장래의 수상전투함”의 계획에서 새로운 개념의 차세대 호위함으로 삼동선의 가능성을 타진해 보고자 시험선인 90m급 Warship Demonstrator(RV Triton)을 Vosper Thornycroft사

와 건조계약 한 바 있다. 이 시험선은 2002년까지의 1단계에서는 미 해군과 함께 기본적인 성능과 특성시험을 2004년까지, 2단계에서는 각종 새로운 추진시스템 등이 시험될 예정이다. 1995년에 핀란드의 Kvaerner-Masa 조선소에서 "Euro Express" 개발과제로 30~40노트인 500톤급 삼동선의 개념설계를 수행한 바 있다.

삼동선은 단동선에 비해 매우 날씬한 주 선체와 좌우에 보조선체를 하나씩 결합하여 우수한 저항성능과 넓은 갑판면적을 확보하도록 고안한 선형이다. 날씬한 주 선체는 전체 속도구간에 걸쳐서 낮은 조파저항을 유지하고, 보조선체는 설계속도 구간에서 그 위치를 잘 선정함으로써 주 선체와 커다란 파도상쇄효과로 저항감소를 도모할 수 있는 특징을 가지고 있다.

다. 초고속 컨테이너운반선

기존 컨테이너운반선의 선속은 25노트 내외의 범주이지만, 초고속 컨테이너선의 경우는 추진시스템 및 선체 경량화 등 기술적 측면에서 볼 때 500TEU 급 미반에서는 50노트 정도, 1,000~2,000TEU급에서는 35~40노트의 속도로 고속화된 선박이다. 대표적인 초고속 컨테이너운반선으로 미국-유럽간의 대서양항로를 목표로 한 Fast Ship TG-770선박으로 6-7일에 운항가능하고 운송비는 기존선박보다 1.5 배 높게 책정하면 경쟁력이 있는 것으로 분석하고 있다.

이제까지의 국제화물 수송으로서는 선박과 항공기가 주류를 이루어왔으나 항공수송은 경제적 부담이 늘게 되고, 육상화물 수송의 경우에도 교통정체에 따라 수송력의 한계에 부딪히고 경우가 많다. 이에 따라 기존 물류시스템의 고도화 혹은 새로운 물류시스템으로의 전환이 요구되고 있으며, 초고속 컨테이너운반선은 비싼 소량운송의 항공기와 느리고 값싼 대량운송의 재래선박 교통수단의 단점을 보완할 수 있는 중간적 수송수단인 장점을 갖는 것으로 국내외 연구소에서 많은 관심을 가지고 개발하는

추세이다.

**(2) 향후 시장의 및 기술개발 전망
가 복합지지형 선박**

최근 들어 동아시아 역내교역의 해상 물동량 중에 고가의 전자부품과 화훼 그리고 냉동을 필요로 하는 냉동화물이나 야채 등의 화물운송이 점점 증가 함으로써 더욱 빠른 해상수송수단의 필요성이 가중되어 왔기 때문에 가까운 장래에 현실화 될 것으로 예측된다.

최근 들어 일본은 새로운 물류운송체계의 한 축으로 그 동안 개발해 오던 복합지지 초고속선(TSL)을 활용하여 해상운송 네트워크를 추진하고 있다. 국내 조선기술을 비취 볼 때 우리나라에서도 동북아의 물류거점 국가로 발전하기 위해서는 해운물류의 고속화 경향을 예측하여 지역 내 고속운송을 담당할 복합지지선박의 상용화를 위한 기술개발 노력이 필요하다.

나. 삼동형 선박

삼동선은 고속에서 저항추진성능이 우수하여 다른 선종에 비하여 소요마력이 작게 요구되므로 고속으로 운항되는 선박에 유리하며, 파랑 중에서의 내파성과 안전성 및 생존성능이 우수하므로 안전한 운항이 필요한 여객선이나 군용선 에 적합하다.

그리고 갑판면적이 넓어서 화물의 적재와 하역이 편리하여 초고속 컨테이너운반선 등에 유리하다. 또한 전투함인 경우는 넓은 헬기갑판의 확보와 상부 구조물의 스텔스화 등이 용이함으로 현재 영국에서 건조하고 있는 시험선의 시운전 결과가 긍정적으로 평가되면 세계 각 국에서 많은 수요가 발생할 것으로 예상된다.

다. 초고속 컨테이너

전자 상거래 활성화로 인한 국가간의 소량 주문품의 도어-투도어(Door to Door) 서비스의 증가로 신속히 운송해야 할 해운물류, 생산기지가 국가간

으로 분산된 다국적 기업의 생산 반제품들의 수송, 그리고 신속 고가의 화물 (HVTS: High-Value Time-Sensitive)의 비율증대 등으로 항공수송보다 경제적인 고속해운 운송화물의 수요가 향후 급증할 것으로 예상된다. 초고속 컨테이너운반선의 당면과제는 기존선박과 항공운송 등의 타 운송수단과 경쟁하기 위해서는 고속화를 효율적으로 달성할 수 있는 추진시스템의 개발, 선박 경량화를 위한 각종 기자재의 개발, 그리고 건조선가와 운항비를 종합적으로 줄일 수 있는 경제선형개념이 도입된 설계 및 건조 기술 개발이 관건이라 할 수 있다.

(3) 기술개발 목표

① 선형 최적화 기술

- 운항 경제성평가를 통한 주 요목 최적화 및 개념설계
- 추진체와 보조선체의 최적 선형설계(삼동형)
- 지지요소 별 선형최적화(복합지지형)

② 선체구조 및 재료기술

- 선박 운항시뮬레이션에 의한 설계하중추정
- 전선구조해석 및 피로해석
- 유탄성해석, 구조안정성평가 및 고강도 선체 구조재료 연구

③ 추진시스템 기술

- 고 효율 추진시스템 설계를 위한 추진해석 및 동력전달체계의 최적화
- 대용량 물분사 추진장치(Water Jet), 선회식 전기추진시스템 적용연구

④ 유체역학적 성능최적화 기술

- 선체, 부가물, 추진기 포함한 통합 유동해석
- 수치계산을 이용한 성능시뮬레이션 및 모형 시험 해석기법

⑤ 자세 제어시스템

- 제어시스템의 설계 및 선내의 최적배치
- 가상 시뮬레이션과 모형시험 기술

⑥ 안전성 기술

- 항만내의 선박충돌 및 좌초회피를 위한 조종 성능 예측기술
- 선박 손상시 침몰 예상해석과 탈출시뮬레이션

7. WIG(Wing Ground Effect)선

WIG선은 날개의 동력학적 힘에 지지되어 해면 위를 달리는 선박으로서 주 날개에 의하여 발생된 공기로부터 양력을 받아 항주한다는 점에서 원리적으로는 항공기와 같으나, 주 날개가 수면근처를 항주할 때 발생하는 지면효과(Ground Effect)에 의해 얻어지는 양력증가를 이용한다는 것이 항공기와는 다른 점이다. 경계표면에 가까울수록 주 날개 밑의 공기가 갇히는 현상이 발생하여 (이를 지면효과 칭함)에 의하여 양력이 급격히 증가하게 되고, 또한 주 날개에 의하여 생성되는 와류가 지면에 의해 억제되는 현상도 발생하기 때문에 저항관점에서 기존 항공기보다 유리하다. 이러한 점을 이용하기 때문에 양항비가 증가되어 기존의 항공기 또는 선박보다 수송 효율 면에서 유리하다는 것이 가장 큰 특징이다.

WIG는 지면효과 내에서만 비행하므로 일반 항공기처럼 고도를 높이면 효율이 저하되기 때문에 항상 지표면 위에 붙어서 비행해야 한다. 지면효과는 날개너비의 절반 정도의 높이까지만 발생하므로 WIG의 날개 너비는 지면 위 안전거리에서 WIG가 날 수 있도록 충분히 커야만 한다. 따라서 소형보다는 대형WIG가 적합한 개념이다. 그런데 WIG는 굴곡이 심한 지표면 위에서는 비행하기 힘들기 때문에 평평한 표면 위만을 비행할 수 있으므로 해면 위를 비행하는 것이 적합하다.

(1) 국내의 시장 및 기술 동향

1960년대 이후 지난 30여 년간 구 소련에서는 이

륙중량이 1.5톤에서 500톤에 이르는 다양한 종류의 WIG에 대해 모형시험이나 이론적인 해석을 수행하였으며, 상당 부분이 실선으로 제작되었다. 일반 비행기와는 달리 WIG만의 공기역학적 특성, 항속 능력, 안전성, 운용상의 신뢰도, 특수하게 제작되었던 엔진과 각종 장비들, 전체 경량화를 위한 소재 및 구조배치 등에 대한 핵심 기술들이 연구, 개발되어 왔다.

1970년대와 80년대에는 다양한 종류의 독특한 모델들이 제작되었는데, 이 중에서는 2인승 WIG선인 스트리지(Strizh: 최대 이륙중량 1.6톤, 항속거리 400Km, 최고속도 200Km/h), 8인승 볼가-2(Volga-2: 최대 이륙중량 2.85톤, 최고속도 185Km/h, 항속거리 500Km), WIG여객기인 오르노크(Orlenok: 최대 이륙중량 140톤, 탑재 유상중량 20톤, 최고속도 400Km/h, 항속거리 1500Km), 군사용 룬(Lun: 최대 이륙중량 400톤, 탑재 유상중량 60톤, 최고속도 500Km/h, 항속거리 3000Km) 등이 있다.

미국의 경우는 Collins Corporation사에서 개발된 WIG선 X-112, X-113 & X-114 등과 Flarecraft Corporation사의 Flarecraft 370, L-324, L-325의 모델이 있다.

국내 경우는 95년부터 산학연 컨소시엄을 구성하여 러시아의 Volga-II와 유사한 개념의 PAR방식을 적용한 20인승 급의 초기개념설계 및 모형시험을 수행한 경험이 있으나 그 성과는 미미하였다. 2002년 해양연구원에서 4인승의 WIG 시험선을 개발하여 인천 월곶 앞바다에서 시험비행을 한 경험이 있다. 삼성중공업에서는 200인 승급 부양방식의 WIG선 개발에 대한 공업기반기술과제가 1997~2002년 계획으로 추진되었으나 WIG선의 시장형성 불투명과 IMF사태로 인한 경영악화 등의 이유로 1999년 중단된 바 있다. 그러나 부양 방식의 200인승 WIG선에 대한 개념설계 및 R/C(Remote Model)의 모형시험이 춘천 청평호에서 추진된 바 있기 때문에 대형 WIG선의 공력설계 기술은 확보한 것으로 보인다.

2인승의 소형 WIG선은 외국에서 레저용으로 활

용되고는 있지만, 여객 혹은 화물 수송용의 규모로 상용화된 WIG는 아직 없는 상태라고 판단된다. 단지 러시아는 군용에서 민수용으로 전환을 추진중인 것으로 알려져 있고 독일, 일본 및 호주 등지에서 중소형 급에 대한 상용화를 위한 개발이 진행되고 있다.

(2) 향후 시장 및 기술개발 전망

WIG선의 개발은 조선, 기계, 항공분야의 기술과 급효과가 매우 클 것으로 예상된다. 시험선의 개발 및 상용화 이후, 중·대형의 여객 및 화물 수송용으로 개발로 이어질 것이며, 개발된 기술 수명주기는 향후 20년 이상 연속 될 것으로 전망된다. 현재 WIG선은 군용 및 특수 목적용으로 개발은 되고 있으나, 아직 민수부분에는 시장이 형성되어 있지 않다. 그러나 2010 이후에는 10~20인승 이하의 소형 WIG를 중심으로 관광 및 연안도서지역의 고속 운송수단으로 수요가 창출될 가능성은 있다고 본다.

그리고 WIG선의 주된 시장은 유럽, 동남 아시아, 한국 주변국 등으로 볼 수 있으며, 향후 국내의 WIG선 개발은 동북/동남아시아 간의 급속한 물동량 증가에 의해 WIG선에 대한 시장이 형성될 것으로 보고 있다.

WIG선에 대한 국내기술의 수준은 공력설계의 수행 가능한 정도이다. 중형 WIG선의 상용화를 위해서는 2인승 → 8인승 → 20인승 → 80인승 → 200인승 급으로 점진적 연구와 단계적으로 실선을 제작하여 성능평가 및 안전성 기술을 확보해야 할 것이다.

WIG선의 설계 및 건조에 있어 항공기 개념을 반영해야 하고 특히 안전성 및 신뢰도 확보가 가장 중요한 문제이다. 따라서 상용화를 위해서는 기술적 어려움을 극복함과 동시에 연구개발에 많은 투자가 요구된다. 이런 점을 고려할 때 단기간에 상업화가 되기에는 힘들다고 볼 수 있으며, 우선 군이나 혹은 특수목적용으로 시험선 개발을 추진하여 중대형의 기술을 축적해야 할 것으로 판단된다.

(3) 기술개발 목표

① 선형 설계기술

- Trade Off Study를 위한 개념설계 기술
- WIG선의 공력특성 해석과 선형형상 설계기술
- 지면효과 극대화를 위한 익형 설계기술
- 여객실, 조종실 및 각종 선내 기기들의 최적 배치연구

② 부양 및 추진시스템 개발

- 동력전달 시스템 안정성 평가
- 이착륙 및 순항시의 추진해석
- 부양시스템 해석 및 설계기술

③ 운항성능 및 자세제어 시스템 기술

- 자세제어 시스템 기술개발
- 조종 및 내항성능 해석기술 기술개발
- 운항 시뮬레이터 기술개발
- 해상 및 비행 운전상태의 안정성 평가기술

④ 구조설계 기술

- 설계하중 산정법 및 구조해석 기준 정립
- 비행기와 선박구조를 결합한 구조설계기술
- 경량화를 위한 재료, 구조설계 및 시공법개발
- 진동 및 소음해석 ↕

신 수 철 | 삼성중공업(주) 조선플랜트연구소 부장



- 1954년 8월 생
- 부산대학교 대학원 공학박사
- 관심분야: 선박설계, 성능해석
- 연 락 처: 042-865-4344
- E-mail: scshin1954@samsung.com

인력선 축제 2004(HPVF 2004) 개최 안내

* 일 시: 2004. 8.13(금)-14(토)

* 장 소: 대전 갑천 조정 경기장

* 주 최: 대한조선학회, 충남대학교 공과대학

* 주 관: 충남대학교 공과대학 선박해양공학과