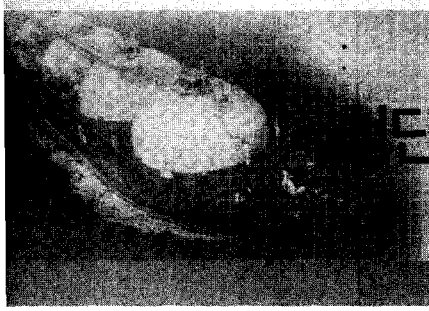

단 기자재 및 관련기술

김 영 주 · 한국기계연구원

1. 조선기자재산업의 특성과 기술수준

조선기자재산업은 선박에 탑재되는 주기관을 포함한 450~500종의 제품을 공급 하는 산업이며, 신조선박의 건조비 가운데 60~70% 이상을 차지하는 여러 가지 산업(기계, 금속, 전기, 전자, 화학, IT 등)이 관련되는 복합 산업이라 할 수 있다.

조선기자재는 기관시스템, 선체시스템 및 전기시스템으로 분류하며, 부문별 품목의 분류는 표 1.1에 보이는 바와 같으며, 각각의 부품의 특성은 아래와 같다.

이들 기자재는 부가가치가 낮은 벌크선, 유조선의 경우 국산화율이 80%이고, 부가가치가 높은 LNG선이나 해양조사선의 국산화율은 40% 미만이며, 더욱이 건조가격이 4,700$/GT 정도인 크루즈 여객선은 수주실적이 없기 때문에 이와 관련된 기자재의 개발이나 생산실적이 미흡하다. 부가가치가 높은 선박이나 신형식 선박에 탑재될 제품의 국산화율을 높이기 위해서는 기술개발이나 관련산업의 육성대책을 수립할 경우 수출전략산업으로서 세계시장 점유율 1위 유지가 가능할 것이다.

국내에서 생산되고 있는 주요 기자재의 기술수준을 분석하면 아래와 같다.

1) 선박용 엔진

선박의 추진이나 발전기 구동을 위한 동력기관으로 디젤엔진이 가장 많이 사용되고 있는데 이것은 열효율이 40% 이상으로 증기터빈이나 가스터빈에 비해 유리하기 때문이다. 그러나 LNG선은 화물가

표 1.1 조선기자재의 분류

대분류	중분류	소분류
기관 시스템	엔진 · 동력전달장치	주기관, 발전기엔진, 과급기, 감속기어, 역전장치
	보조기계	열 교환기, 보일러, 펌프, 압축기, 통풍기, 분리기, 여과기 등
	추진장치	프로펠러, 추진 축, 보조추진장치, 스러스터
선체 시스템	금속 · 소재 · 화공	강판, 형강, 주강, 단조강, 용접재료, 화공약품, 도료
	조타장치	Steering unit, Rudder
	계선장치	Anchor, Winch &Windlass, Anchor chain
	하역장치	크레인, Davit, Cargo Winch, Block
	안전 및 거주설비	구명정, 구명동의, 소화장치, 위생기구, 거주설비
	어로장비 및 기타	어군탐지기, 집어등, 배관 재
전기 시스템	동력 및 배전장치	모터, 건전지, 변압기, 분배전반, 기동반
	항해 및 통신장치	RADAR, INS, AIS, GMDSS, IMMARSAT, SSB, VHF, GPS, 자기콤파스
	조명 및 배선장치	조명등, 항해등, 전선, 케이블, 배선기구
	제어 및 계측장치	원격제어장치, 엔진제어장치, 하역제어장치, 계선제어장치, 압력계, 속도 측정장치 및 센서 류

표 1.2 조건기자재산업 동향 및 수준

구분	기술동향 및 수준	부품·소재산업 동향	구매조달 동향
선진국	· 극소, 극한, 초경량, 고기능 추구 · IT기술의 발전으로 기술간 융합화 현상 심화	· 부품의 모듈화, 첨단 기술개발 대응을 위해 M&A를 통한 전문화·대형화 추세 강화	· 인터넷 구매 활성화 · 코스트 경쟁 심화 영향으로 글로벌 소싱 보편화
국내	· 설계기술, 응용기술 등 핵심 기술은 선진국의 약 65% 수준 · 가격과 품질 경쟁력을 포함한 종합 경쟁력은 약 85% 수준	· 규모의 영세성과 수요업계와의 전속적 거래 · 독자적 기술개발과 자금조달에 애로	· 내수시장 의존적 마케팅 · 제한된 수요처와 과당경쟁으로 수요 산업에 종속

스를 연료유로 이용하기 때문에 화물유를 연소시키는 보일러에서 공급되는 증기로 구동 되는 증기터빈을 이용하고 있지만, 최근에는 LNG와 중유를 동시에 사용할 수 있는 2중 연료형 디젤엔진을 개발하고 있다. 이 엔진은 LNG를 승압한 후 연료분사펌프에 공급하여 엔진의 실린더 내에서 연소시킬 수 있는 것으로 현재 개발중이다. 현재까지 최대출력으로 제작된 엔진은 7,500 TEU급 컨테이너선에 탑재한 94,000마력 엔진이며, MBD사에서는 실린더 수를 14개로 늘려 10,000 TEU급 선박용 107,345 마력급 짜리 엔진을 개발하고 있다. 선박용 디젤엔진의 생산실적은 표3.1과 표3.2에 보이는 바와 같이 국내 엔진3사의 생산실적은 대형 896만 마력, 중형 135만 마력이며 시장점유율은 각각 61.6%와 12.3% 정도이지만 HSD사는 중형엔진을, STX사는 대형엔진을 본격 생산할 준비를 하고 있기 때문에 시장점유율은 더욱 신장될 전망이다. 이들 제작사는 현재까지 구라파와 일본 등의 엔진제작사와 기술제휴를 하고 있어 이들이 공급한 설계도를 이용하여 왔지만, IMO 등의 국제규격이 배기가스규제를 강화하고 있어 최근에는 독자모델을 개발하여 일부를 해외로 수출되고 있다.

대형저속 디젤엔진의 경우 대부분 MGD사, Wartsilla NSD, MHI등의 기술제휴선 으로부터 설계기술을 기술제휴를 통하여 생산하고 있으며, 중형 디젤엔진의 경우 국내 엔진제작사별로 열효율 향상, 정비유지의 개선을 위한 구성부품 모듈화의 구조변경 및 배기가스 유해성분 저감을 위한 연구를 추진하고 있으며, 기술제휴선에 의존하는 단계를 탈피하고 점차 고유모델 개발에 박차를 가하고 있다. 현대 중공업 의 "힘센 엔진"의 개발이 그 예라고 할 수 있다.

부분부하에 적합한 연료분사와 배기면 개폐시기를 전산프로그램에 의해 정확하게 제어할 수 있는 25,320마력의 대형저속 전자제어(ME)엔진을 국내에서는 HSD사가 제작하여 노르웨이 VIKEN사의 15만 톤 유조선의 주기관으로 탑재하였다.

- 현대중공업㈜와 ㈜STX에서 개발한 1,300KW급 중형엔진은 구성부품의 모듈화로 부품 종류를 40%정도 축소하고 연소성능을 향상시켜 소음과 배기 중 발생되는 Nox를 IMO 기준치 이하로 유지할 수 있도록 하였다.
- 보조기관으로 구분되는 발전기 구동엔진은 디젤엔진, 증기터빈, 가스터빈 혹은 추진축에 연결되어 구동 되는데, 연료비 절감을 위해 최근 축 발전기의 채용이 증대되고 있어 이에 대한 연구가 활발하다.
- 10,000TEU급 이상의 대형 컨테이너선과 VLCC 및 LNG선의 주기관으로 대형 선박은 보일러의 증기를 이용한 증기터빈을 추진기관으로 사용을 모색하고 있다.
- 디젤엔진의 연료분사시스템은 엔진의 출력에 따라 차이가 있지만 엔진 가격의 5~10%를 점유하는 시스템이다. 또 시스템에서 고압펌프요소와 분

사노즐은 엔진의 장기운전에 의한 노후화에 따라 엔진 성능(출력, 운전경제성, 친환경성 등)에 직접적 영향을 끼치므로 지속적인 교체가 있는 부품이다.

- 연료밸브의 핵심 부품이라 할 수 있는 노즐(SLIDE VALVE)은 매우 정밀한 가공기술이 필요하므로 제조기술이 어렵다. 현재 국내에는 중속 엔진용의 일부를 제작하여 운항선박에 정비용으로 납품하는 수준이다. 대형 엔진용 연료분사펌프 및 연료분사밸브의 생산실적이 없지만 이를 국산개발 할 경우 열처리 기술, 가공기술 산업 등이 어느 정도 세계 수준에 근접하고 있어 선박용 엔진업계에 활용이 가능하다.
- 후판형 베어링은 대부분 국산제품이 국내는 물론 일본 등 외국에 년간 20억원 이상 수출이 가능할 정도로 경쟁력이 있지만 면압 100N/mm^{2}를 초과하는 고출력 엔진용 박판메탈은 주조 및 가공설비의 현대화로 어느 정도 기계적 가공기술은 외국에 비해 유사한 수준을 유지하고 있다. 베어링 표면의 도금 및 베어링 메탈소재의 합금기술은 개선점을 많이 갖고 있다.

2) 보일러

LNG선과 VLCC에 탑재되는 선박용 보일러는 대부분 일본의 MHI와 KHI에서 공급하고 있으며 이들의 생산실적은 그림1.1에 보이는 바와 같다.

주보일러의 용량은 50~70ton/h 범위이며 LNG선 건조량이 증가함에 따라 2002년도에는 26대를 공급하여 2001년도에 비해 3배 증가되었지만, 보조보일러의 경우는 각각 38% 감소된 204대, 배기가스 절탄기(economizer)를 39%(0.6~1.5ton/h 모델은 200%) 증가한 124대를 공급하였다. 국내 보일러 제작사인 강림기연의 경우 중소형 보일러의 공급이 활발한데 비해 대형 고압보일러 및 이중연료 연소형 보일러의 기술개발이 선주의 선호도 때문에 아직은 탑재가 불가능한 상태이다.

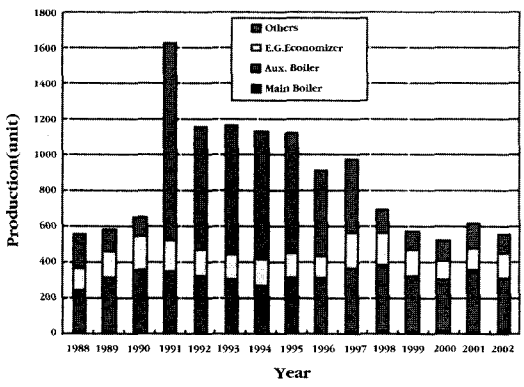

그림 1.1 1988년 이후 일본의 선박용 보일러 생산실적

3) 보조기계

선박용 보조기계는 보조 보일러, 각종 열교환기, 공기압축기, 펌프류를 포함하며 하역장치 및 계선장치 등의 갑판기계를 포함할 경우 2000년도 기준으로 생산규모는 1.2조원 정도이고 이들의 수출실적은 12.4백만 불 정도이지만 신장율은 매년 10%를 유지하고 있다. 펌프를 포함한 이들 보조기계의 수출은 일본과 동남아지역에 편중되어 있어 수출지역 다변화가 필요하다. 기관실에 설치되는 보조기계는 대부분 기술 집적도가 낮고 노동 집약적인 품목이 많아 지금까지의 기술 축적으로 대부분 생산 가능하게 되었다. 그러나, 엔화의 평가절하 및 중국 등 후발국의 기술 향상으로 국제 경쟁이 심화될 것으로 예상된다. 따라서, 기존 품목에 대한 국제 경쟁력 향상을 위한 기술 개발이 보다 적극적으로 수행되어야 할 것으로 생각되며, LNG선, 초대형 컨테이너선 및 대형 크루즈선 등에 적용될 수 있는 고성능의 고부가가치 품목 개발에 주력해야 할 것이다.

또한, 단순 기관실 보조 기계에서 벗어나 전기전자 및 컴퓨터 기술을 도입하여 원격제어 및 Monitoring이 가능한 지능형 전자제어 보조 기계의 개발이 이루어져야 한다. 펌프 및 밸브류 그리고 유압기계는 LNG선, 쇄빙선과 같이 극저온에서 작동할 수 있는 소재 및 설계기술의 개발이 필요하며, 하역 장비용의 고성능 유압펌프의 개발이 절실하다.

그림 1.2 분사 노즐 외형도

주기관과 보조기계에 사용되는 열 교환기는 소형 경량화 및 판형 열 교환기 등에 이용되는 소재 및 가공 기술의 개발과 자동제어 기능이 첨가된 지능형 열 교환기의 개발이 필요하며, 보조 보일러로 사용하는 중대형 보일러는 열 설계기술 및 자동제어 기술의 개발이 요구된다. .

4) 기타

선박에 탑재되는 전기장치와 갑판기계의 경우 자동운항이나 무인항해를 위한 통합항법장치(INS)는 전량 수입에 의존하고 있으며, 이와 같은 항해장치에 부속되는 국부적인 항해장치와 통신장치는 일부 국산 기자재로 대체되는 추세이며, 유조선이나 산물선과 같은 재래선종에 탑재되는 갑판기계는 대부분 국산화율이 크게 신장되고 있으나 LNG선에 탑재되는 기자재의 수입의존도는 매우 높은 상태이다. IMO의 충돌예방, 선박안전 및 환경오염방지 등의 기준강화에 따라 발라스트 자동교환장치, 국제 안전관리장치(ISM), 자동인식시스템(AIS), 항해기록장치(VDR), 비상선위치발신기(EPIRB) 등의 항해 · 통신장비와 High Fog 소화장치, 미수분무소화장치, 신형식 유수분리기 등의 개발이 활발하게 진행되고 있는 추세이다.

- 초대형 컨테이너선의 건조량이 증가함에 따라 PECECO사에서는 컨테이너 하역작업을 개선하기 위해 수직이동 크레인과 수평이동 크레인을 조립한 크레인을 개발하여 하역량을 1.6~2배 증가시켰다. 일반화물의 하역크레인의 경우에도 성능개선을 위해 전동기의 주파수변환방식과 원격제어 및 작동유 고압화 방식으로 대체하고 있다.
- 기관실 구획의 초기화재 진압을 위한 미수분무 소화장치의 구성은 그림 1.2에 보이는 분사노즐(사용압력 범위 50~70기압), 선택밸브(Selection

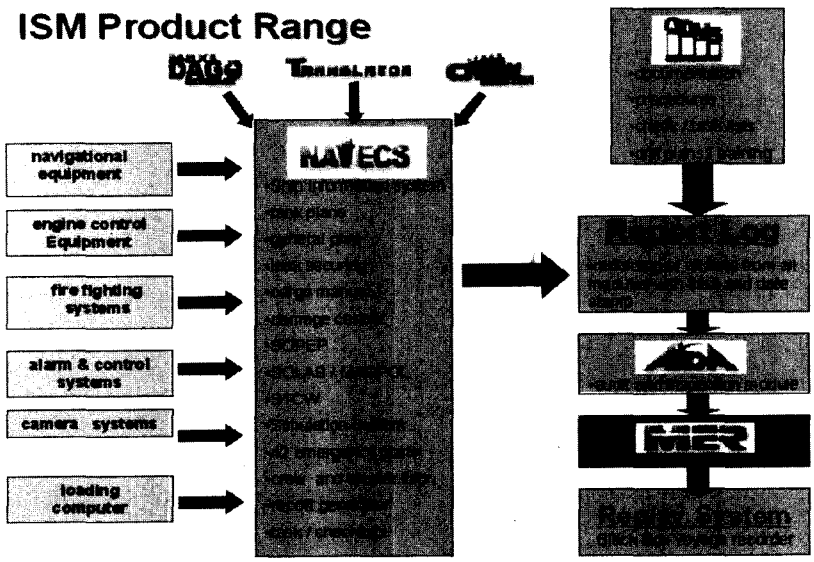

그림 1.3 국제안전관리장치의 구성 예(수입제품)

표 2.1 주요 조선기자재의 국내 수요 전망 (단위:억원)

주요 기자재	2003	2006	2010
전자제어 연료분사장치	191	235	279
박판형 메탈베어링	75	110	180
TV Damper	240	300	380
유압구동 선미구동장치	82	95	116
선외기	200	231	280
화물유펌프	500	725	1,015
소화장비	-	170	250
선박관리정보장치	-	60	100
첨단레벨측정시스템	360	420	500
발라스트 자동교환장치	-	250	300

자료: 선박 부품소재 개발 로드 맵 보고서, 한국산업기술재단 (2002.11)

Valve), 고압펌프(다단 왕복 피스톤형), 압축공기 제어용 전자밸브, 화재 탐지기, 경보장치 및 제어반 등을 들 수 있다..

- 향 후 건조가 예상되는 대형 여객선에 탑재되는 선실 격벽재에 대한 ISO/TC 43/SC 1 N 1308(2001. 2월 ANSI에 의한 제안) 및 DNV의 소음레벨은 45dB(A) 정도로 예상되므로 기존 선박의 격벽재(60dB 정도)에 비해 저소음 제품의 개발이 필요하다고 본다.
- 국제안전관리장치(ISM Code)는 선박의 안전운항과 오염방지를 위한 국제적인 관리규약으로써 관련되는 모든 선박회사와 선박은 선박안전관리를 위하여 국제적으로 통일된 안전관리 틀을 기준으로 하여 각 회사와 선박의 실정에 따라 적절히 안전관리시스템을 구축해야 한다.

2. 분야별 수급동향 및 전망

국내에서 건조되는 선박에 탑재되는 기자재 국산화율도 증가하고 표 2.1과와 같이 안정적 시장을 확보할 수 있다고 판단된다. 국내 조선기자재의 수급실적을 토대로 결과를 분석하면 아래와 같이 정리된다.

- 1986년부터 시행된 조선기자재 국산화정책에 힘입어 국산제품의 기술수준은 일본의 80~90%, 분야별로는 금형 및 설계기술은 선진국의 55~70%, 열처리 및 도금기술은 90% 정도까지 접근한 것으로 평가되고 있음.
  기관 및 전기분야의 수출비중이 증가함에 따라 년평균 수출증가율은 매년 30%를 초과하고 있다.
- 연료분사시스템에서 핵심부품을 포한 한 대부분의 부품을 수입에만 의존하고 있어, 시스템의 수입가격의 80% 수준으로 국산화 해도 국내에서 생산하는 디젤엔진 모두 적용 시 2002년간 연간 약 450억원의 수입대체효과와 90억원의 절감효과를 가질 수 있다. 또한 핵심부품의 국산화에 따라 엔진 부품 판매 부문에서도 50억원의 경제적 효과를 얻을 수 있음.
- TV 댐퍼의 년간 소요량은 직경이 1,000mm 이상인 대형 댐퍼 200대, 직경이 800mm 이하인 중소형 댐퍼 1,000대로 추산된다. 따라서 국내 TV댐퍼의 시장은 매출액 기준으로 볼 때 가격을 대형 8만 $/set, 중형 2,000 $/set라 하면 년간 18백만불 정도 임.
- 품목별 수입사유는 Radio & Navigation Equipment, Hatch Cover, 온도조절밸브, 항해통신장비, Stern Tube Seal, Pump, Portable Cargo Detector 등은 국내생산이 없는 경우이고, Fresh Water Generator, Valve Remote Control System, Stern Tube Seal & Bush, Radar 등은 선주가 요구에 따른 것으로 분석된다.
- 품질이 낮아서 선주승인이 필요한 품목으로 Air Compressor, Press Vacuum Valve, Life Boat 등을 들 수 있고, Anchor & Anchor Chain, Lighting Fixture, Oily Water Separator 등은 기술경쟁력을 갖는 국산제품이라고 할 수 있다. 이러한 제품을 공급하는 생산업체들 가운데 조선소와 계열화관계를 유지하는 업체는 40% 이상으로 파악되고 있다.
  한편, 21세기의 새로운 조선시장이라고 할 수 있는 중국의 경우 엔진 및 부품은 독일, 덴마크, 핀

란드, 일본, 한국에서, 선외기의 경우는 일본과 미국에서 거의 대부분을 수입하고 있으며, 프로펠러 및 날개는 독일, 노르웨이, 핀란드 등 유럽 국가에서 수입하고 있다.

3. 분야별 기술개발 동향

1) 선박용 주기관

국내 엔진제작사 들은 제조원가 절감을 목표로 하여 왔으나, 최근에는 국산엔진의 성능향상에 의한 기술경쟁력을 확보하기 위해 연료비 절감, 배기가스의 유해가스 배출 저감에 의한 환경오염방지에 대한 기술개발을 시도하고 있다. 이들 내용으로는 저 Emission, 고 효율, 경량 및 고출력 엔진 개발을 목표로 경량화 설계, 첨단소재의 적용 및 전자제어를 통한 시스템의 디지털화 등을 들 수 있다. 중형엔진의 경우는 연소, 구조 · 진동, 윤활 분야의 이론적 해석 및 제어분야 등의 기초기술을 컴퓨터 시뮬레이션과 Pilot 엔진의 시험을 통해 연구개발을 진행되고 있다. 저속대형엔진은 MAN B&W사와 Wartsila Swiss사가 중심이 되어 전자화를 통한 연료의 효율증대와 NOx 저감 대책을 중심으로 계속해서 연구개발을 추진할 것이다.

한편, 중속 · 중형엔진은 다양한 요구사양에 부합되도록 제작사들은 연료 소비율 감소, NOx 저감, 가스연료 대체 등 여러 분야의 기술개발을 위해 기술제휴선이나 엔지니어링 전문업체인 AVL(奧), Ricardo(英), SWRI(美)와 공동으로 활발한 연구를 수행중이며, 컴퓨터 시뮬레이션 기법의 도입이 일반화 되고 있다. 엔진의 주요 부품별 국내 기술개발 현황을 살펴보면 아래와 같다.

- 디젤엔진의 배기가스 중 질소 산화물인 Nox의 배출규제에 의한 대기오염방지를 위한 IMO와 미국 EPA의 허용치를 유지하기 위해 고효율 탈질설비를 설치해야 하기 때문에 MAN B&W 및 Sulzer에서는 이와 같은 규제동향에 대응하기 위해 10년 이상 NOx 저감기술을 개발하여왔다. 이들의 1차적인 대책으로 배기재순환 (EGR), 연소실에의 물분사, 연료노즐의 분사형태 변경 등을 개발하였으나, 이들 기술들은 모두 엔진성능을 저하시키거나 낮은 NOx 저감율로 인해 향후 강화될 규제에 대한 충분한 대책으로는 미흡한 것으로 평가되고 있다. 한편, NOx 배출저감을 위한 2차적인 대책으로 선박용 엔진에 후처리 설비인 암모니아 SCR(selective catalytic reduction) 공정이 MAN B&W 및 Sulzer 등에서 개발되어 실용화 된바 있지만, 경제적이고 효율이 더욱 향상된 암모니아 SCR을 이용한 NOx 저감장치의 국산화를 정유회사가 중심이 되어 추진 중에 있다.
- 중속 디젤엔진용 연료분사시스템은 대부분이 기계식이며, 연료 분사펌프 용 구동캠은 ㈜엔파코, 고압 연료 관은 ㈜한조에서 공급하고 있으나 연료분사펌프 및 연료분사밸브는 전량 독일의 L'Orange사 또는 일본의 NICO사 등에서 수입되고 있다. 더욱이 최근 Common rail형 전자제어 연료분사시스템은 도입단계이므로 국산개발을 위한 준비단계라 할 수 있다.
- 선박용 중대형 디젤엔진의 박판형 메탈베어링은 신아정기, 동양메탈, 신우메탈 3사가 공급하고 있는데, 이들은 Sn계 화이트메탈을 원심주조 하여 대형저속 엔진용 베어링을 제작하고, Al합금 메탈을 압접하여 중형 · 중속 엔진용 베어링을 엔진제작사와 공동으로 개발하여 실용화 단계에 있다.
- TV댐퍼의 국내 제작업체는 고무댐퍼의 경우 신명산업(주)가 1990년부터 차량 엔진용으로 개발하여 국내 자동차엔진 제작사에 공급한 바 있으며, 유막감쇄형 댐퍼의 경우 국내제작사는 업지만 STX등의 엔진제작사에서 개발을 계획하고 있다.
- 지구의 대기환경 보호 측면에서 선박용 디젤엔진에 대해서도 대기오염물질 배출 규제를 범세계적으로 강화시키고 있고, 지구온실효과에 영향을 주는 이산화탄소의 배출량 감소, 즉 낮은 연료소비율 요구 등에 의해 기계식 연료분사시스템을 지능형 전자식 연료분사시스템으로 대체하여

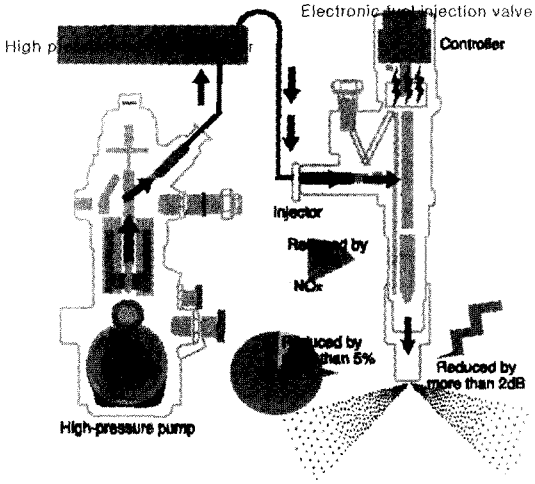

그림 3.1 지능형 전자식 연료분사시스템

Common rail형 연료분사장치에 사용하고 있다. 지능형 전자식 연료분사시스템의 주요 구성부품은 고압연료펌프, 고압연료 축압기, 고압 연료관, 전자제어장치, 전자식 연료분사 밸브를 들 수 있다. 사용압력은 2000bar 이상까지 가능하고, 전자제어장치에서 보낸 연료분사시기와 연료 분사량의 정보가 있는 신호에 의해 연료분사노즐을 열어 엔진 연소실로 연료를 무화상태로 공급한다.

- 국내 엔진 제작사들의 선박용 디젤엔진의 분야별 개발목표를 요약하면 표 3.1에 보이는 바와 같다.

표 3.1 선박용 디젤엔진 관련 개발기술 내용

개발 대상 품목	개발 기술의 내용
지능형 고출력 엔진 시스템	- 12기통이상 고출력엔진 설계기술 - 박판형 메탈베어링 설계 및 제작 기술 - 과급기 설계 및 제작기술 기술 - 인터넷기반 real-time 육상 감시제어기술 - Engine room 고장 진단 전문가 시스템
전자제어 연료분사/배기 시스템	- 연료분사장치 고압화 기술 - Dual Fuel 분사 기술 - 배기밸브 Actuator 설계 및 제작 기술
진동 제어 시스템	- TV Damper 설계 및 제작기술 - 진동 Balancer 설계 및 제조 기술
De-Nox 시스템	- Urea SCR을 이용한 De-NOx Reactor 기술 - Urea Injection Nozzle 및 Turbulence Conditioner 기술 - NOx 계측 및 모니터링 모듈 구성 기술

2) 보조기계

LNG선, 초대형 컨테이너선 및 대형 크루즈선 등에 탑재될 보조기계의 성능향상과 컴퓨터를 이용한 원격제어 및 모니터링, 인공 지능형 자동제어, 극저온 적응형 유공압기술의 도입에 의한 고성능, 고부가가치 제품의 개발을 계획하고 있다.

이와 같이 향후 수요가 요구되는 보조기계의 기술별 개발목표를 요약하면 표 3.2에 보이는 바와 같다. 하역장치는 국제규격강화와 하역시간 단축에 따른 성능 고도화 기술 및 디지털 제어에 의한 시스템 기능 고도화 기술을 개발하고 기타의 경우 IMO 기준 강화에 따른 신형식의 선박 오염방지 장비의 개발이 필요하다.

향후 개발이 예상되는 LNG선의 가스압축기는 가스-디젤 이중연료의 발전소, 석유 시추선, LNG저장기지에 공급이 가능할 것이며, 기름연소 보일러에 비해 열효율이 20%~45% 정도 유리한 LNG 전용 연소보일러에 탑재될 것이다.

3) 추진장치

주기관의 동력을 추진축을 통하여 프로펠러에 연결하는 방법은 축계 장치의 진동, 축배열 및 선미관 밀봉문제를 발생시키고 역전제어가 복잡하기 때문에 최근에는 전동기로 프로펠러를 구동하는 방식을 중소형 선박에서 채택하는 경향이 증가하고 있다. Azipod(Azimuth type pod system)는 주기관으

표 3.2 보조기계 관련 개발기술 내용

개발대상 품목	개발 목표
Cargo Oil 펌프	- 펌프용 증기터빈 설계 및 제작 기술 - 터빈날개 소재 기술
차세대 하역장치 개발	- 국제규격강화와 하역시간 단축에 따른 성능 고도화 기술 - 디지털제어에 의한 시스템 기능 고도화 기술
대용량 지능형 열교환기	- 판형 열교환기 소재 기술 - 고성능 조수기 설계 기술
극저온 유공압기계	- 극저온 유압기계 제작 기술 - LNG 압축기 설계 및 제작 기술

로 직접 추진기를 구동하는 대신 추진장치 본체의 내부에 설치된 전동기로 추진기를 구동하는 추진시스템으로서 추진효율과 조향 성능이 뛰어나고 연료를 10~15% 정도 절감할 수 있는 장점이 있다. 이 추진장치는 크루즈급 여객선, 훼리선 등과 같은 여객선이나 쇄빙선, 화공약품 운반선, 함정 등 특수선에 주로 채택되고 있으며, 1990년에 핀랜드 ABB사가 개발한 것이며, 장치구성은 중속 디젤엔진 또는 가스터빈 내연기관, 발전기, 차단기, 변압기 및 제어시스템으로 이루어지는 발전부분과 전동기 및 프로펠러로 구성되는 구동부분 및 회전수 변경, 전후진 운전을 제어하는 제어부분으로 분류된다. 국내에서도 현대중공업을 중심으로 가변피치 프로펠러(CPP)의 본격 생산을 위한 전단계로 2,500kW급 스러스터의 개발에 착수하였으며, 이들에 사용되는 감속기어, 제어장치 및 밀봉 실의 부품업체의 설계·제작기술이 향상되어 충분히 실용화 가능하다고 본다. 그러나 CPP형 Pod 추진장치는 엔진직결형 추진시스템에 비해 10~15% 정도 가격이 비싸고, 여객선이나 고속선의 건조실적이 미흡하여 이에 대한 기술개발이 이루어지지 않고 있지만 조만간 크루즈급 여객선의 건조가 예상되므로 이를 국산화할 계획을 수립해야 한다고 본다.

표 3.3 추진장치 관련 개발기술 내용

핵심 분야	개발 목표
신형식 추진장치	- Pod 추진시스템 설계 및 제작 기술 - Water Jet 추진장치 설계 및 제작 기술 - CPP형 스러스터 설계 및 제작 기술
소형선 추진장치	- 가솔린엔진 및 디젤엔진 구동형 선외기 설계 및 제작 기술 - 고효율 선미구동장치 제작 기술

- 국내에서 생산되는 추진기는 대부분 고정피치형 프로펠러(FPP)이고 가변피치형 프로펠러(CPP)는 고출력 CPP형 스러스터의 국산개발을 추진하면서, 여기서 얻어진 기술을 토대로 여객선 수주량이 활발해지면 CPP 국산화를 추진할 것으로 판단된다.
- 유압구동형 선미추진장치는 ㈜펜타텍과 한국기계연구원이 300마력급 시작품을 개발하여 시험중에 있으며 150마력급 유압구동형 선미추진장치 유압모터 병열형 선미추진장치의 설계기술 확보 (미국 및 일본 특허)
- 소형 워터젯트는 한국해양연구소와 한국기계연구원에서 해양수산부 와 산업자원부의 특정연구로 500마력급 추진장치를 개발한 바 있으며, 군겸용 과제로 함정용 대형워터제트(5,000마력급) 연구 중
- 가솔린엔진 구동형 30마력급 선외기를 대동산업기계에서 2000년부터 개발 착수하여 2004년에는 상품화하고 계속해서 60~250마력 범위의 시리즈 생산을 계획하고 있다.

4) 선체의장시스템

해상인명안전협약(SOLAS Ch. Ⅱ- 2 Reg. 10. 5. 6)에 따라 선박의 소화장치로부터 배출되는 소화재로 인하여 대기환경이나 해양오염을 방지하기 위해 할로겐화물의 사용을 금지하고 있다. 이와 같이 신형식 소화장치를 의무적으로 탑재하는 것을 계기로 대부분 수입에 의존해 오던 고속배출 폼 소화장치

와 미수분무 소화장치의 국산개발을 추진하고 있다.

미분무수 소화설비는 선박의 기관실에 국지소화설비의 개념으로 2002년 7월 이후 건조되는 선박에 IMO MSC/CIRC. 668, 913기준에 적합한 제품을 의무적으로 탑재해야 한다. 그리고 고팽창 포 소화설비는 차후 5년 이내에 국내 및 해외의 모든 선박에 많이 탑재될 것이다.

지난해부터 IMO에서 선박의 발라스트와 같은 해수에 포함된 미생물이 항내에 유입되는 것을 방지할 목적으로 항해 중 탱크내부의 모든 발라스트를 교환토록 하는 국제협약을 제정하였다. 이에 따라서 선박은 대양 항해 중 발라스트 교환시 선체 안전성 등을 실시간으로 검증할 수 있는 자동 교환장치의 개발이 필요하게 되어 IMO기준에 적합한 발라스트 자동교환장치를 개발하여 실용화할 경우 세계시장은 6억 $ 정도로 예상된다.

최근 국내 조선 3사가 인도한 RO-PAX선의 객실 인테리어 시공에 국내의 3~4개 전문업체가 참여함으로서 객실 인테리어에 대한 기초기술은 보유하고 있으나, 부가가치가 높고, 선가의 45%를 차지하는 크루즈선용 인테리어인 격벽재, 갑판 피복재, 커튼이나 선실가구의 피복재는 흡음성, 이종재료간 접착성, 난연성과 내화성이 양호해야 한다. 더욱이 5년 이내에 크루즈선 건조가 예상되므로 선실 내장재 국산화에 의한 건조비 절감과 설계기술의 고급화에 의한 수주경쟁력 확보를 위해 전문인력을 양성하고 수입대체효과가 큰 품목을 개발전략품목으로 선정하여 집중적으로 개발할 필요가 있다.

선체의장품 개발을 위해 검토되고 있는 품목별 기술내용을 열거하면 아래와 같다.

표 3.4 선체의장시스템의 관련 개발기술 내용

개발대상 품목	개발 목표
선실 내장재 및 갑판 피복재	- SOLAS 기준 내열, 내화성 향상 기술 - 선실 내장재 소음 저감 설계 기술
고성능 소화장치	- 할로겐화물 대채 소화장치 설계 및 제작 기술 - 미수분무 소화장치 고기능화 기술
발라스트 자동 교환장치	- 주변기기와 정보교환 인터페이스 기술 - 측정센서(레벨, 압력, 선체응력, 풍향, 풍속, 선위치 등)의 신호변환 기술 - 정밀도 및 구조 안전성 평가 기술
선박 해양오염 방지 기술	- IMO기준 강화에 따른 신형식 장비 개발

5) 항해통신장비

항해통신장비는 조타실에 설치되어 선박의 운항에 있어서 필요한 항해 및 통신용 장비를 말하며, 인공위성을 이용하여 새롭게 도입이 예상되는 항해통신시스템을 열거하면 아래와 같다.

- 선박의 육상지원 및 항해지원체계의 도입(저궤도 위성서비스, 2005년)
- 무인충돌회피장치의 도입(2010년)
- 무인화 개념을 도입한 육상관리센터 개설 (2010년)
- 고 신뢰도의 주기관 및 보조기관의 무인화 시스템(2015년)
- 종합 자동감시장치 탑재선 등장(2017년)
- 완전 무인화선 등장(2020년)

한편, 멀티미디어 및 통신기술의 발달에 따라 2002년 7월부터 원양을 항해하는 모든 선박에 선박국제안전관리장치(ISM Code), 항해자료 자동기록기(VDR)와 2만톤 이상의 선박에는 선체응력감시시스템을 이미 설치하도록 하고 있으며, 이후에 건조되는 여객선 및 화물선에는 자동인식장치(AIS)를 탑재해야 한다.

종합항법시스템은 선박정보의 집약화와 표시를 국제적인 규격에 맞도록 국내 개발이 완료되었으나, AIS의 기능이 없기 때문에 위성통신을 이용한 선박과 육상의 안전운항지원시스템, 자동항해, 충돌 및 좌초방지 지원시스템의 기능을 갖는 종합운항시스템을 개발하고 있다. 여기에 연결되는 항해장비는

종합항법장치, VDR, ECDIS 등을 실용화되어 있지만 정보의 집약과 판단 기술은 그 적용 범위가 너무 다양하기 때문에 부분적으로 연구 차원에서 적용되고 있는 실정이다.

이들 항해장치의 기술개발 전망은 아래와 같고 국산개발을 위해 검토되고 있는 기술의 내용은 표 3.5에 보이는 바와 같다.

- 현재 AIS의 송수신기는 SOTDMA의 방식이나 여기에는 개발자의 기술료가 정기적으로 지급되어야 하므로 이에 대한 별도의 기술 개발이 필요함.
- 현재의 사용중인 선박-육상용 위성 통신은 INMARSAT에 의하나 여기에는 저속의 정보 송신 및 용량의 한계로 인한 비싼 통신 비용이 문제이므로 이를 해소할 수 있는 기술 개발이 필요함.
- 또 정보의 분산을 위하여 연안해역에서의 기존의 이동 통신인 PDA의 응용 기술, 장차 IMT2000의 응용 기술 등이 필요함.
- 판단 및 인지시스템은 Expert system, Fuzzy-logic, Neuro 및 유전자 방식 등이 활용되고 있는데, 정해진 규칙에 따른 사항은 Expert system을 활용하면 될 것이나, 판단 및 인지 시스템은 위의 방법을 병행하든지 별도의 방법을 사용할 필요가 있음.
- 악천후 조건에서도 충돌과 좌초를 사전에 회피하는 기술로서 ARPA 레이더를 이용한 충돌경보장치나 전방 수심 탐사용 SONAR beam을 이용한 좌초방지 기술 등의 개발이 필요함.
- 항해통신장비 관련 기술은 인공위성을 매개로 한 통신기술과 디지털 기술의 결합으로 선박 항해의 원격 제어를 가능하게 할 것으로 예상되며, 이에 따른 고속멀티미디어 지원 통신과 선박의 자율 항해를 가능하게 하는 통합형 자율 항해 기술(예를 들면, 가상 통합 항해사)의 개발을 위한 연구를 목표로 함.

6) 선박안전운항 및 기타장비

선박관리정보장치는 IMO 선박의 안전운항과 오염방지를 위한 관리지침(Res. A.647, A.680, A.741-18)과 SOLAS 등의 성능기준을 구비해야 하며, 해운회사의 관리부서와 운항중인 선박에 탑승한 근무자가 보유정보를 교환하여 선박의 안정운항, 해양오염방지 및 정비유지를 효과적으로 수행하는데 활용하는 장비라 할 수 있다. 이것은 항해시스템, 엔진제어시스템, 소화시스템, 하역시스템과 연결된 국제안전관리장치(ISM)과 유지보수장치로 구성되는 선박의 전반적인 운항상태를 종합적으로 관리하는 시스템이며, 정보기술의 발전에 따른 산업기반 조성과 함께 해난사고에 따른 사회적 비용 절감을 위한 제반 방안에 대한 요구가 지속적으로 증대되고 있을 뿐만 아니라 국제해사기구에 의한 법제화로 향후 지속적인 시장확대가 예상된다.

표 3.5 항해통신장비 관련 개발기술 내용

개발대상 품목	개발기술 내용
종합운항시스템	- 정보통합 및 인식 기술 - 지능형 항해정보 판단 기술 - 레이더빔, AI 및 위성통신 이용 기술
선박인식장치 (AIS)	- 4S간 정보 교환기술 - SOTDMA 송수신기 개발 기술 - 위성 통신 이용 기술
기관실 무인운전 시스템(UAS)	- Joystick형 선박조종 및 엔진제어 기술 - 인터넷기반 real-time 육상 감시제어 기술
선박위성통신장비 (IMMARSAT-F)	- 안테나 정밀 제어 기술 - 주파수신호 변복조 기술 - 시스템제어 및 인터페이스 기술

한편, 이러한 선박운항관리 및 자동제어를 위해 필수적으로 사용되는 레벨 측정 장치인 첨단레벨 측정시스템은 공기 퍼지형과 레이더 빔형 센서를 복합하여 정밀도가 높아 On-line monitoring에 사용될 수 있다.

5. 결 론

기자재의 품질과 성능은 선박의 기능에 많은 영

표 3.6 선박안전운항 및 관련장비 기술개발 목표

개발대상 품목	개발기술 내용
국제안전관리장치 (ISM)	- 선박신호처리 및 하드웨어 제작 기술 - 선박의 운항관리정보 처리 및 통합화 기술
신형식 발라스트 워터 자동교환 기기	- 신호측정 및 변환기술 - 실시간으로 구조안전성 분석 및 평가 기술
첨단 레벨계측시스템	- Horn형 Antenna 설계 및 제작 기술 - Transducer 설계 및 개발

향을 미치므로 조선산업의 생산기반 확충과 국제경쟁력의 확보를 위해서는 조선기자재산업의 육성·발전이 필수적인 과제이며. 국산 기자재는 국내에서 건조되는 선박의 99%를 차지하는 외국선박에 탑재하거나 조선 공업국에 수출하기 때문에 고부가치 신형식 선박에 탑재되는 기자재의 국산화가 성공적으로 추진될 경우 무역수지개선에 기여하는 바가 클 것이다. 또한 조선산업 구조가 세계 TOP 10 중 상위권에 속하는 5대 조선소(현대, 삼성, 대우, 한진, 삼호)와 기자재업체가 계열화되어 조선소와 신제품 공동개발과 개발제품의 실용 화를 추진하고 있어 국가적으로 보아 대기업과 중소기업의 균형발전에 기여하고 있다. 그러나 대부분의 기자재업체가 영세하고 소기업인 관계로 신제품 개발을 위한 투자규모가 매출액의 1% 정도로 미흡하여 차세대 기술개발 보다는 단기수익 기술개발 치중하고 있다.

국내에서 생산되는 기자재가 세계시장에서 경쟁력을 갖도록 하기 위해서는 생산기술 혁신 및 산업구조의 효율화로 제조원가를 절감하는 대책을 강구하고 IMO나 선급단체의 강화된 규격에 부합되는 제품이 되도록 성능향상과 고부가선에 탑재되는 신제품 개발에 박차를 가해야 할 것이다. 조선 기자재의 수출에 대한 기술장벽으로서 국제적으로 공신력(예: KOLAS, CE 등)이 있는 성능인증을 의무화하고 있기 때문에 이에 대한 대책수립을 위한 성능인증 관련 국제적 현황 및 추세를 요약하면 다음과 같다.

- 조선기자재에 관한 국제선급협회(IACS)의 시험기준 강화
- EU 국적 선박의 경우 국산기자재에 관한 CE마크 요구
- 국제연소기구협회(CIMAC) 및 유엔산하 국제해사기구(IMO)의 배기 가스로 인한 환경오염방지를 위한 NOx 규제 의무화 추진
- IMO(국제해사기구)등의 선박용 기자재의 방화규정은 강제규정.
- 최근에는 선박의 소음/진동은 선급의 검사 대상으로 포하는 예로서 국제선급 (DNV, BV 등)에서 선박의 품질등급을 규정.
- 해상인명안전협약(SOLAS)에 의한 항해안전성 확보를 위해 선박자동식별장치 (AIS), 자동 항해기록장치(VDR)를 2007년 까지 모든 선박에 탑재 의무화 2030년도 세계해운 선복량은 8~9억GT 정도의 외항선박이 필요하고, 선박안전에 대한 IMO 등의 규제와 환경문제에 따른 노후선 퇴출 강화는 해체량의 증가로 이어질 것이므로 연평균 2,500만~3,000만GT의 건조량으로 볼 때 현재와 같은 신조선 수주량은 계속될 것이다. 신조선 대체 건조수요가 가능한 국가로는 한국, 일본 및 중국으로 조선 3국의 시장점유율은 80% 이상으로 전망된다. 일본과 같은 과거 조선강국이 경쟁력 확보를 위해 중대형 조선소간 합병, 사업공동화, 계약간소화 제도의 도입, 효율적인 AS체제 구축 등의 노력을 거울삼아 우리나라 조선업계의 노력이 필요하다고 본다.

한국과 중국의 조선경쟁력을 비교할 때 한국은 향후 상당기간 동안 컨테이너선과 탱커 및 LNG선의 세계시장 점유율 1위를 유지할 것이다. 중국과의 차별화를 위해 크루즈 여객선, 고속 훼리선, FPSO, FSRU 등의 신형식 선박이나 해양구조물에 대한 건조기술의 향상과 여기에 탑재되는 기자재의

개발과 성능향상을 위한 기술개발과 국산화율 제고에 노력하며, 나아가서 중국과의 조선산업 역할분담을 위한 협력방안을 모색해야 할 것이다. ⚓

참고문헌

1) 산업자원부, 한 · 중 기술경쟁력 연구-선박 및 조선기자재, 한국산업기술재단 연구보고서 203-01-10, 2003.1
2) 조용준, 조선업 2004년 전망, 대우증권, 2003.11.20
3) 한국조선공업협회, 신조선 시장동향 및 전망, 시황보고서 Vol.03-13, 2003.10
4) 김영주, 선박부품 로드 맵 현황과 전망, KOTEF Journal Vol. 6, 2003.6.15
5) The Japan Institute of Marine Engineering, Year Book 2003: Progress of Marine Engineering Technology in 2002, JIME Vol.38, No. 7
6) 국방부, 함정탑재장비 규격통일 및 민수장비 통합방안 연구, 한국기계연구원 연구보고서, DQAA-03-886-R, 2003. 8
7) 산업자원부, 부품 · 소재 로드 맵-선박, 한국산업기술재단 연구보고서 203-04-13, 2003.6
8) Korea Resister of Shipping, KR-CON(Data-based IMO Conventions), 2003
9) 한국조선공업협회, 造船情報 113호, 2003.12
10) 한국기계연구원, 선박기자재 품질혁신 사업체계 구축을 위한 기획조사 연구, 자체연구보고서 UCK071-905M, 2001. 12
11) 韓國造船機資材工業協同組合, 造船機資材 2002, 第13號, 2002. 2
12) 삼성경제연구원, 한국산업의 경쟁력 심포지움(현상과 과제), 2002. 5. 22

김 영 주 | 한국기계연구원 책임연구원

· 1947년 7월생
· 1989년 한국해양대 기계공학 박사
· 현 재: 한국기계연구원 책임연구원
· 관심분야: 선박추진축계 진동해석, 진동저감
· 연 락 처: 042-868-7350
· E-mail : yjukim@kimm.re.kr

제3회 한국유체공학 학술대회 개최 안내

❋ 일 시: 2004. 8. 26(목)-28(토)

❋ 장 소: Ramada Plaza 제주호텔

❋ 주 최: 대한조선학회외 19개 기관 공동주최