

2. 특집기사

(1) HiMSEN 엔진 개발과정 소개

Process of Development for HiMSEN Engine



김 종 석

Jong-Suk Kim

· 현대중공업(주)
엔진기술개발부 부장



김 주 태

Ju-Tae Kim

· 현대중공업(주)
엔진기술개발부 부장



권 오 신

Oh-Shin Kwon

· 현대중공업(주)
엔진기계사업본부 설계총괄중역

1. 서 론

전통적인 제조업 분야인 국내 조선 산업은 짧은 역사에도 불구하고 특수선 분야를 제외하고 세계 최고수준의 경쟁력을 보유하고 있다. 그러나 국내 조선 산업의 비약적인 성장에도 불구하고 선박엔진의 경우는 독자개발 능력을 갖추지 못하고 있는 실정으로 선진기술을 확보한 회사에 해마다 막대한 기술료를 지불하면서 엔진제작을 하고 있는 실정이다.

우리 회사는 이와 같은 시장 환경의 제약조건에 능동적으로 대응하고, 또한 장기적으로는 기술자립을 확보하기 위해 1990년대 초반부터 당사 고유모델 엔진개발 프로젝트를 구성하였다. “우리의 힘으로 순수 토종엔진을 만들자”는 공감대 속에서 국내 최초의 육·해상용 중속디젤엔진을 개발하기 위해 진행된 프로젝트가 바로 “HiMSEN 엔진 프로젝트”로서 각고의 노력 끝에 2001년 3월 2개 모델인 H21/32 와 H25/33 의 제작에 성공하였다.

HiMSEN 엔진은 한국 최초의 육·해상용 디젤

엔진일 뿐만 아니라 세계 최고의 경쟁력을 갖춘 첨단기술 환경친화형 엔진으로서 국내·외 저명 전문기관 등으로부터 호평을 받았으며, 특히 독창적이고 혁신적인 Hi-Touch 설계개념을 도입, 획기적인 구조의 단순화 설계를 통해 동급 세계 최고의 성능과 내구성을 구현할 수 있었다.

HiMSEN 엔진의 개발 성공은 세계적 기술수준에 크게 못 미치는 국내의 엔진 설계 기술력과 상대적으로 빈약한 R&D 기반의 한계를 극복하고 이룩된 것이었기에 그 기술사적 의미가 매우 크다고 생각한다.

본고는 이와 같은 HiMSEN 엔진의 개발 배경 및 과정 등을 간략히 소개함으로써 HiMSEN 엔진에 대한 이해를 돕고자 하는 바이다.

2. 개발 배경

우리 회사는 1980년대를 거치면서 선박 추진용 대형저속엔진 위주의 기술축적 및 생산설비 투자를 통해 메이저 조선업체로서의 경쟁력을 확보하

였으나, 대형저속엔진은 수요가 한정되고 장기적으로는 선박용 대형저속엔진 만으로는 지속적인 성장에 제한을 받을 수 있기 때문에 그 용도가 선박용 발전기 엔진뿐만 아니라 육상 및 산업용으로도 확대 적용이 가능한 중속엔진 생산이 필수적임을 인식하였다. 또한 주변의 경영환경 측면에서도 1990년 초 산업합리화 조치가 해제됨으로써 중속엔진 시장 진입에 대한 규제가 철폐되어, 당사는 중속엔진 신규사업 추진을 준비하였다.

그러나 국내·외 중속엔진 업체들간의 지나친 시장경쟁, 라이선스 계약에 따른 독립적인 해외 판매 제한, 그리고 과도한 기술료 지불 등이 중속엔진사업 저해 예상요인으로 이에 대한 개선책 수립도 신사업 착수와 더불어 동시에 제기되었다.

1990년대 초반의 이러한 상황에서 우리 회사는 중속엔진의 독자 개발 및 생산을 통한 기술축적과 세계시장 진출의 당위성이 강력히 대두되었다.

3. 개발 착수 및 조직 구성

최고 경영층으로부터 자체 엔진개발의 공감대가 절정에 이른 1993년 중속엔진 개발과 관련 우리 회사 최초의 대규모 연구개발 품의가 완료되었으며, 당시로서는 부모하다고 할 정도의 엄청난 연구개발 프로젝트였다.

연구개발 시작 초기에는 당시 대형엔진 설계를 담당하던 엔지니어들이 주축이 되어 기존의 설계 업무와 개발업무를 병행하였으나, 나중에는 엔진개발 업무에 전념하게 되었고, 연구개발 조직이 확장되고 프로젝트가 진척을 보임에 따라 사내 관련 부문(연구소)의 참여도 활발하게 진행되었다. 개발초기의 프로세스는 주로 설계실 엔지니어들의 열정과 헌신을 통한 연구용 단기통 엔진의 자체개발과 전용 해석·시험 시스템 구축에 주력하였다.

4. 연구소와 공동 연구 개발

단기통 엔진(Fig. 1)의 개발로 엔진에 대한 실질적인 지식들을 본격적으로 습득할 수 있었고, 우리 회사의 관련 연구소들과 공동으로 개발업무를

를 수행하기 시작하였으며, 일부 주요 핵심기술들은 산학협동 연구 활동을 병행하여 확보하였다 :

- 우리회사 선박해양연구소 : 동역학, 구조해석, 특수계측 분야
- 우리회사 산업기술연구소 : 연소성능/유동/열전달해석, 기타 요소해석 분야
- 학계 : 울산대 벨브트레인해석, 서울대 피스톤링 동특성 해석 등

개발부와 관련 연구소간 유기적인 협력과 의사소통을 촉진하기 위해 정기적인 개발회의를 격주제로 실시하였다. 개발부에서는 엔진개발과 관련된 요소기술 리스트를 작성하여 유관 연구소에 연구 의뢰 하였고, 정례회의를 통해 지식과 정보를 교환하였다.

각 연구소에서는 개발부의 연구 의뢰에 맞춰 연구 인력을 비롯한 연구 자원을 보강하였고 엔진개발이 본 궤도에 오르면서 개발부와 연구소 그리고 사업부간 더욱 빈번한 의사소통을 위해 핵심 연구 인력의 파견이 활성화 되었다.

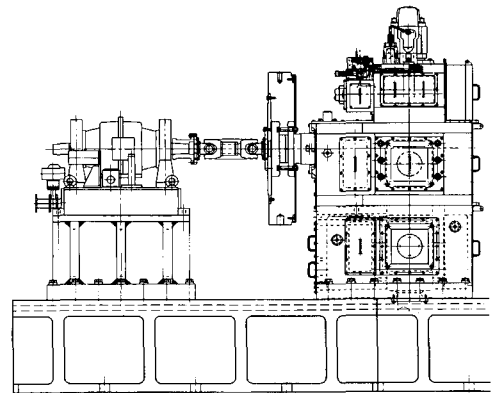


Fig. 1 Outline of single cylinder engine (SCE)

초창기의 연구 프로젝트에서는 개발부의 개별 연구의뢰 중심으로 연구 프로세스가 시작되었으나, 중속엔진 고유모델 개발 프로젝트에서는 초기단계부터 개발부서와 연구소가 공동으로 참여하여 프로젝트의 신뢰성과 개발주기를 단축할 수 있었다.

HIMSEN 엔진의 원천설계에 지대한 영향을 미

친 연구용 단기용 엔진 실험을 1997년에 조기 종료할 수 있었던 것은 관련부서간의 원활한 의사소통과 협업체계, 연구소와 개발 목표 공유, 철저한 진도관리가 없이는 불가능한 과업이었다.

5. Hi-Touch 개념을 반영한 HIMSEN 엔진 개발

1990년대 중반을 거치면서 일본 미쓰이 조선,가와사키 중공업, 히타치 조선 등 3개 회사는 ADD라는 엔진개발 합작회사를 설립하여 세계 최고수준의 고성능 엔진 개발이라는 전략적 목표를 세웠다. 당시로서는 15년 앞선 미래형 엔진을 목표로, 세라믹 피스톤, 주강 엔진본체 등 첨단 고가 소재와 첨단 설계기술을 적용한 엔진개발을 추진하였다. 다시 말해서 ADD의 신제품 전략은 근본적 기술혁신을 통한 최첨단, 고성능, 고가의 엔진을 통해 신규시장을 선점하고 창출하는 이른바 'Tech-Driven' 전략에 가까웠으나, 실제로는 기술 자체가 시장 수요와 부합하지 못하였고, 가격 자체도 수요를 창출하기에는 지나치게 높았다. 이것이 우리 회사로서는 위기인 동시에 기회로 작용하였다.

그 당시 상황상 우리 회사의 최고경영층은 일본 업체와 같이 'Tech-Driven' 전략을 취하는 것은 현실적으로 불가능함을 잘 이해하고 있었다. 즉 일본 업체들과 축적된 기반기술, 요소기술, 응용 기술 등을 비교해 봤을 때 모든 면에서 취약한 우리 환경으로써는 최고 기술, 최첨단 소재를 채택한 엔진개발은 개발의 장기화로 사업성에 문제가 있다고 판단하여, 고객이 원하는 수준의 제품은 최첨단 기능이 반영된 엔진이 아니라 고성능을 갖추되 고효율, 고품질, 단순화, 내구성을 갖춘 제품임을 파악하고 있었다.

이로서, 고유모델 중속엔진 개발 초기에 다소 모호했던 설계개념은 'Hi-Touch' 라는 개념이 반영된 엔진개발로 구체화 되었다. 'Hi-Touch' 는 'Hi-Tech' 와 대비되는 개념으로 기존의 기술들을 최적으로 조합하여 고객의 요구에 정확히 부합하는 신제품 개발의 개념이라고 볼 수 있다. 즉 기존

의 검증된 기술을 바탕으로 획기적인 구조의 단순화 및 부품수의 절감, 정비성 용이 등을 갖는 엔진 개발(Fig. 2, Fig. 3)을 의미하며, HIMSEN 엔진의 가장 결정적인 설계 개념으로 정착되었다. 그리고 간략히 표현하자면 'Simple, Robust, Smart' 라고 할 수 있다.

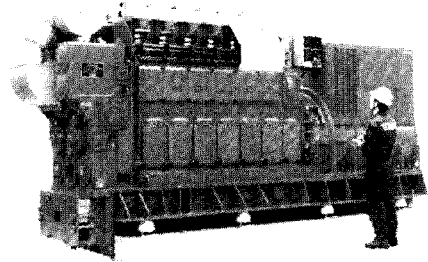


Fig. 2 Outline of HiMSEN engine

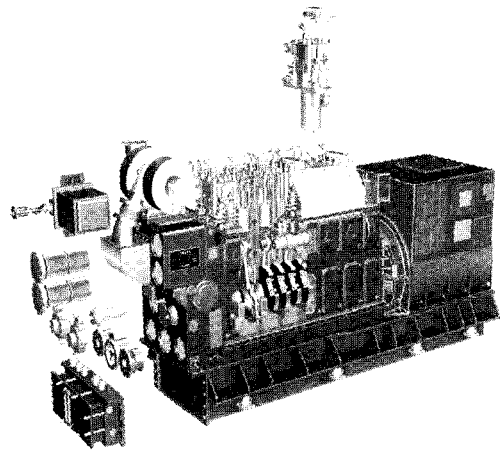


Fig. 3 Maintenance Concept of HiMSEN engine

HiMSEN 엔진의 개발개념이 명확히 설정된 후에는 2원화 체계로 연구개발이 진행되었다. 즉 개발부는 시제품의 개발부분을, 연구소는 이를 위한 기초연구 및 공학해석 분야를 담당하게 되었다. 개발조직과 연구조직이 총원되고 의사 결정단계가 복잡해짐에 따라 개발단계상 병목현상이 곳곳에서 감지되었고, 자원 배분에 대한 각 부문간의 갈등이 표출되었으며, 진도관리에 허점이 보이기 시작했다. 이러한 문제의 원인이 개발 프로세스상 개발부서와 개별 연구소간 의사소통 부족과 프로세

스 관리를 총괄하는 공식조직의 부재임을 간파하고, 각 연구소의 대표 연구원들을 장기간동안 개발부에 파견하여 개발업무를 함께 수행하게 함으로써 이러한 문제를 해결할 수 있었다.

6. HiMSEN 엔진의 탄생

HiMSEN 엔진의 시제품들은 개발요원들에 의해 주도적으로 제작되었다. 이것은 개발 초기로써 조직이 체계화되지 못한 점도 있었지만, 설계부터 시제품 조립, 시험 등 거의 모든 과정을 개발요원이 직접 수행함으로써, 고객을 위하여 보다 실용적인 제품을 개발하는데 대단히 효과적이었다. 2000년 7월 24일 PM 10:30 시제품 엔진은 조립 완료 후 시동대기 상태였다. 개발요원 전원은 계속되는 과로에 의한 피곤함도 아랑곳 하지 않고, 마치 첫 애기의 출산을 기다리는 집안 가장처럼 초조함과 부푼 기대감으로 단결된 면모를 볼 수 있었다. 개발팀장인 김주태 부장이 첫 시동의 영예로운 기회를 안고 시동 스위치를 눌렀으나 엔진은 아무런 반응이 없었다. 마치 순조로운 출산을 거부하는 자식 녀석의 트집과도 같이 모두들 문제의 원인을 찾고자 분야별로 차분히 검토하였다. 마침내 시동장치의 시그널에 이상이 있음을 파악하는데 적지 않은 시간이 소비되었다. 시동모터 교체 후 비상시동 방식(Manual Starting)으로 엔진을 시동하였다. 순간 개발요원 전원이 약속이

나 한 듯 기쁨에 찬, 말로 표현할 수 없는 함성을 질러 대었다. 와! 아! 만세! 토종 엔진의 박동 소리가 우렁차게 새벽 공기를 가르고 우리들 가슴에 뜨겁게 전달되었다. 정확히 2000년 7월 24일 AM 3:30 이었다.

이렇게 해서 HiMSEN 엔진은 탄생되었으며, 해마다 그날이 오면 개발요원들은 HiMSEN 엔진의 탄생을 기념하기 위해 조출한 모임을 갖고 각자 마음의 자세를 새로이 다지는 기회로 삼아오고 있다. HiMSEN 엔진의 개발이 갖는 의의와 주요 특징을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 한국 최초의 순수 독자개발 디젤엔진이다.

이는 한국기계공업의 숙원 해소와 조선강국의 기술적 위상을 제고하였고, 국내 생산 환경에의 최적화 설계를 바탕으로 중속엔진사업의 세계시장 진출과 기술도약의 시발점을 제공하였다.

둘째, 세계 최고의 경쟁력을 갖춘 첨단기술 엔진이다.

즉, 동급 세계 최고의 성능과 환경 친화성 등에 대한 검증이 완료되었으며, 독창적이고 혁신적인 설계 개념(Hi-Touch) 채택으로 획기적인 구조의 단순화, 부품수 절감, 용이한 정비성 등을 실현하였다.

7. HiMSEN 엔진의 상업화 과정

Table 1 HiMSEN Engine Specifications

Engine Type	H21/32				H25/33			
Cylinder Bore [mm]	210				250			
Piston Stroke [mm]	320				330			
Engine Speed [rpm]	720	750	900	1000	720	750	900	1000
Cylinder Power [kW]	160	160	200	200	240	250	300	300
Mean Piston Speed [m/s]	7.7	8.0	9.6	10.7	7.9	8.3	9.9	11.0
B.M.E.P [MPa]	2.41	2.31	2.41	2.17	2.47	2.47	2.47	2.22
Pmax [MPa]	20	20	20	20	20	20	20	20
S.F.O.C [g/kWh]	186	186	187	189	184	184	185	185

새로운 엔진의 탄생과 함께 상업화를 위한 첫 단계로써, 엔진에 대한 적합한 이름과 우리 사우들의 보다 적극적인 관심과 애정을 고취시킬 수 있는 행사가 필요하다고 인식하였다.

그래서 엔진기계사업부내 소규모 공모를 통한 엔진 작명을 추진하려 하였으나, 이보다는 전사적 공모로 확대하는 것이 바람직하다고 판단되었고, 상급도 대폭 상향 조정하였으며, 많은 사우들의 참여 속에서 중형엔진설계부 이상기 과장이 작명한 '힘셈'이 대상으로 채택되었으나, 사업본부의 최종 조율결과 '힘센'으로 수정하였다.

'힘센'은 이름 그 자체가 일반 형용사로 간주되어 법률적으로 상표등록이 거부되었으나 'HiMSEN'으로 현재 등록되어 공식적으로 사용되고 있다. 한편 개발팀에서는 원래 설계 개념과 일치되는 'Hi-Touch' 용어를 활용하여, 'HiMSEN=Hi-touch Medium Speed ENgine' 이라고 풀이하고 있다.

선박용 엔진으로서 공식적 판매를 위해서는 선급으로부터 도면승인과 엔진형식에 대한 승인시험을 득하여야 했다. 따라서 시제품 A1 엔진(6H21/32)의 형식승인은 내부방침에 따라, 한국 선급(KR)과 노르웨이 선급(DNV)에 우선적으로 신청하여 2001년 2월에 성공적으로 완료하였다. 시제품 C1 엔진(6H25/33)의 형식승인은 우리 회사와 Rolls-Royce Engine Bergen사와의 공동 개발품인 점을 감안하여 2001년 3월에 Rolls-Royce Engine Bergen사에서 노르웨이 선급(DNV)으로부터 공동 형식승인을 취득하였다. 한편 C 엔진(H25/33)은 A 엔진의 Hi-Touch 설계개념을 대폭 적용하여 설계 개선을 추가로 하였으며, A와 C 엔진 기종의 전 세계 주요 선급협회 (ABS, BV, DNV, GL, KR, LR, NK, RINA)

에 대한 형식승인시험을 2002년 10월에 성공적으로 수행하였다. 특히 출력, 연비, 소음, 진동, 배기가스 배출량 등의 엔진 성능에 대해 매우 우수한 평가를 받았다.

그리고 2001년 5월 독일 함부르크에서 개최된 CIMAC(Conseil International Des Machines a Combustion : 세계 내연기관협회의회이며 신형 엔진 개발을 알리는 관련 업계의 필수적인 관문임)에서 HiMSEN 엔진 개발 사실을 최초로 전 세계에 공표하여 많은 관심과 찬사를 받았다. 또한 2001년 10월에는 산업자원부로부터 우수품질 인증서 "EM"와 신기술 인증서 "NT"를 획득하였을 뿐만 아니라, 2002년 1월에는 대한민국 10대 신기술에 선정되어 우리의 우수한 기술력을 대내·외적으로 알리는 계기가 되었다.

또한 당사에 대한 고객들의 신뢰와 힘센(HiMSEN) 엔진의 탁월한 설계 덕분에, 비록 당사 최초의 독자설계 제품임에도 불구하고 상대적으로 짧은 기간에 다수의 힘센(HiMSEN) 엔진을 수주하여 성공적으로 출시하였다. 앞에서 언급한 바와 같이, 공식 인증과 공개 성능테스트를 통해 2001년 9월 첫 출시(Barge Ship용) 이후 선박 보기용 엔진, 추진용 엔진, 육상 발전용 엔진 및 산업용 엔진 등으로 다양하게 수주가 활발히 추진 중이다. 좀더 자세히 살펴보면, 해외 유명 선사인 미국 OSG, 독일 NVA, 덴마크 A.P. Moller 등 그리고 해양수산부, 현대상선, 한진중공업, 고려해운 및 육상발전용을 포함하여 320여대(2004년 4월 수주 확정 기준)의 수주 실적을 올리는 쾌거를 달성하였다. 그중에서 70여대는 이미 서비스 중이며 상세 현황은 Table 2 와 같고, 또한 최근에는 STX조선에서 건조예정인 한국해양대학교 新실습선의 발전기용 엔진으로 탑재될

Table 2 힘센(HiMSEN) 엔진 수주, 제작, 운전 현황

	DPP	Propulsion	Marine Genset	합계
In-Service	12	6	49	67
On-Board	6	2	41	49
납품 대기	5	0	12	17
생산 중	17	5	165	187
총 수주량	40	13	267	320

예정(6H21/32 3대, 계약완료)이다.

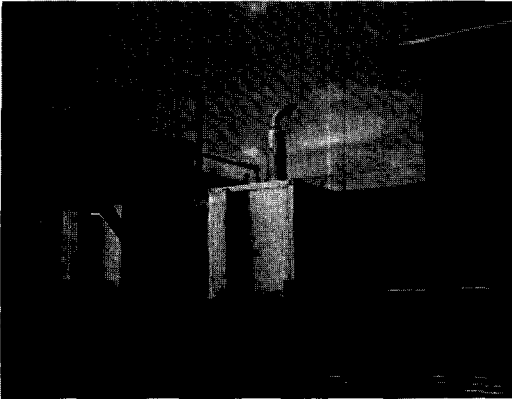


Fig. 4 1.8MW Packaged Power Station

운전 중인 모든 엔진의 상태는 설계된 성능기준 범위를 만족하며 양호한 상태로 작동 중이다. 특히 최근 12,000시간 이상의 운전을 기록한 육상 상시발전용 엔진(Fig. 4 : 1800kW @900rpm)의 자체정비 결과, 열대지역(Tropical Area)의 가장 나쁜 운전조건에도 불구하고 성능 및 내구성이 양호한 것으로 진단되었다. 이것은 높은 엔진 속도 즉, 900rpm 또는 1000rpm용 힘센(HiMSEN) 엔진이 증유를 사용하면서 1MW - 2MW 범위의 엔진 출력을 갖는 시장에서 더 많이 채택될 수 있다는 의미 있는 내용으로써 앞으로 상당히 고무적이다.

특히 94% 이상의 가용 운전시간(Availability)을 기록하였으며 무매연과 저소음 그리고 펄스형(Pulse Type) 과급시스템 채용에 따른 우수한 부하응답성으로 고 품질의 전력을 공급하여 큰 호평을 받았다.

한편 국내시장에서는 전통적으로 중속엔진시장이 상대적으로 적은 규모였으나, 국내각종 우수기술인증서를 취득함으로써 해양수산부 어업지도선 수주와 같은 정부기관 납품 및 군수 납품에 유리한 고지를 점하기 시작하였다. 이는 HiMSEN 엔진 개발 초기의 전략적 목표인 한국 최초, 최대의 순수 독자개발 디젤엔진을 통한 세계시장 확대의 야심찬 목표가 결코 헛된 꿈이 아니었다는 것을 명백히 보여주는 계기였다.

8. HiMSEN 엔진의 향후 과제

HiMSEN 엔진의 개발 목적은 크게 보아 다음과 같이 두 가지로 볼 수 있으며, 향후에도 이를 위해 매진해야 할 것이다.

첫째, 힘센 엔진의 후속모델의 지속적인 개발이다.

현재는 두개의 모델(H21/32, H25/33)만이 개발된 상태이므로 중속엔진 시장 전체를 커버하기 위해서는 보다 넓은 제품군을 보유하여야 한다. 어떠한 제품군을 구성하는가와 제품군 확장을 위한 전략을 어떻게 설정할 것인가가 향후 지속적인 중속엔진 개발에 있어 중요한 이슈가 될 것이다.

HiMSEN 엔진의 품질개선과 서비스사업을 강화해야한다. 이것은 고객만족을 통한 영업확대의 목적도 있지만 자체의 수익에 결정적인 역할을 하기 때문이다. 왜냐하면 엔진 서비스와 After Sales는 우리의 독점적인 몫이며, 매출의 50%까지 기여하는 사례도 있으므로 이에 대한 대책을 수립 중에 있다.

둘째, 기술력 제고 및 과급효과의 극대화이다.

엔진 개발기술은 기계기술의 꽃이며, 우리 회사에서 생산할만한 거의 모든 제품에 활용될 수 있는 기반기술이다.

즉, 엔진은 화학적인 연료를 연소시켜 기계적 에너지를 얻는, 고온 고압 하에서 불평형적으로 동작하는 대단히 복합적인 기계이므로 이와 관련된 요소기술의 범위가 넓고 따라서 그 과급효과도 대단히 크다.

실제로 HiMSEN 엔진을 개발하면서, 우리 회사의 3개 연구소가 모두 동원되었으며, 대부분의 연구원이 직접, 간접 관여됨으로써, 이를 통해 축적된 기술은 우리 회사의 가장 큰 자산이 아닐까 생각한다.

그러므로 이러한 기술을 더욱 고도화 시키고, 또한 이를 이용할 수 있는 새로운 사업을 발굴해야 되는 과제가 남아있다.