

선박용 원동기의 연구개발 동향

전 호 중

한국해양대학 선박기계공학과 교수



● 1932년생
● 內燃機關의 機械力學分野, 特히 內燃機關 驅動軸系의 各種 振動 및 機關 本體振動 解析에 關心이 있다.

1. 머리말

1970년대의 2차에 걸친 유류파동은 모든 산업계에 심대한 영향을 미쳤지만 특히 박용기관에 미친 영향만큼 그 정도가 심한 경우는 보기 힘들다. 유류파동은 원동기 자체의 열효율 향상 뿐만 아니라 배기가스와 같은 폐열이용을 촉진하고 다른 한편으로는 더욱 저질화하는 연료유를 어떻게 효과적으로 연소시키느냐하는 문제가 대두하게 되었다. 현재 대형 디젤기관은 700cSt/50° 정도의 저질연료유도 사용가능하고 최대출력 엔진은 실린더지름 900mm, 행정대 실린더지름비 3.82, 실린더당 출력 5040PS에

달하며 또한 출력률 130kg/cm²·m/s, 평균유효 압력 17kg/cm², 연료소비율은 부분 부하에서 대략 114g/PS.h(정미 열효율 53%) 정도이다. 이와같은 열효율 향상은 유류파동 이전에 비하여 대략 50%이상 향상한 것이며 폐열 이용까지를 고려하면 100%이상 향상되었다. 이와같은 발전과정에서 특기할 사항은 증기터빈의 쇠퇴이다. 표 1은 과거 10년동안 전세계에서 건조된 200DWT이상의 선박에 탑재된 추진용 원동기의 유형별 통계를 보이는 것이다. 표1에서 알 수 있는 바와같이 과거 대형선박에 독점적으로 설치되던 증기터빈이 유류파동 이후 격감하고 최근에는 완전히 제작이 중단되고 있다. 증기터빈이 주로 탑재되고 있는 대형 유조

표 1 '79~'88년 사이에 생산된 선박추진용 원동기(200DTW이상의 선박에 탑재)

형식	년도	'79	'80	'81	'82	'83	'84	'85	'86	'87	'88
		저속 디젤엔진 (Sets) (10*PS)	476 611	459 571	567 706	690 797	594 683	665 723	657 684	612 734	348 416
중·고속 디젤엔진 (Sets) (10*PS)	577 287	665 323	575 248	685 267	679 259	500 206	350 155	463 187	307 141	340 164	
스팀 터빈 (Sets) (10*PS)	15 55	22 83	13 40	2 6	10 30	8 23	1 4	3 8	0 0	0 0	
계	(Sets) (10*PS)	1068 953	1146 977	1155 994	1377 1070	1283 972	1173 952	1008 843	1078 929	655 557	655 599

선의 수명을 10~15년 정도로 볼때 앞으로 수년내에 증기터빈선은 자취를 감추게 될 것이다. 또 하나의 특징은 한때 그 생산대수가 줄어들고 있던 4행정사이클 중고속 디젤기관이 다시 늘어나고 있다는 사실이다. 위의 두가지 경향은 앞으로 선박 추진용 원동기의 개발연구 동향을 간접적으로 시사하고 있다고 볼 수 있다.

2. 우리나라의 선박용 원동기 제작실태

현재 우리나라 선박용 원동기 생산업체에 대형엔진을 생산하는 현대엔진공업, 중형엔진을 생산하는 쌍용중공업, 소형엔진을 생산하는 대우중공업 및 대동중공업 등이있고, 그 외에 10~80PS급의 극소형 선박용 디젤기관을 제작하는 소규모 생산공장이 국제종합기계를 비롯하여 경북기계, 백천기업, 우신산업, 중앙기계, 한진기공 등 5, 6개소가 있다. 이들 극소형 엔진을 생산하는 업체는 그 규모가 워낙 영세하기 때문에 폐업과 창업이 무상하여 실상을 파악하기 어려운 형편이다.

우리나라의 선박용 원동기의 생산실적은 일제시대 부산과 인천에서 증기왕복동기관과 세미디젤기관이 생산되었으며, 이들의 생산업체가 오늘날의 대한조선공사(최근 한진중공업으로 개편)와 대우중공업의 전신이다. 해방후에는 진주의 대동공업사(현재의 대동중공업)와 마산의 진일공업사등에서 100마력미만의 소형 박용디젤기관이 생산되었으나 대동중공업은 최근 대구지역으로 공장을 이전하는 과정에서 생산이 부진한 상태에 있고 진일공업사는 현재의 쌍용중공업으로 공장을 넘기고 소멸하였다. 한가지 특기할 사항은 대우중공업의 전신인 한국기계가 AVL의 Hans List로부터 디젤엔진의 도면을 구입하고 생산과정에서 기술지도도 받은 것으로 되어있다. 이러한 전통은 대우중공업으로 이어져 오늘날에 이르고 있으나 그 후 대우중공업은 해상용보다는 수요가 많은 육상용 원동기의 생산에 주력함으로써 선박용 디젤

기관의 생산량은 많이 위축 될 수 밖에 없었다.

우리나라에서 선박용 원동기가 본격적으로 개발 생산되기 시작한 것은 1976년에 쌍용중공업이 진일공업사를 인수하고 같은 해에 현대그룹이 현대엔진공업을 창설한 이후이다. 이들 회사들은 초기에 녹크다운 형식으로 생산을 시작하였으나 1979년경 부터는 대부분의 부품을 자가생산 하거나 국내 하청업자들의 부품으로 조립을 할 수 있게 되었다.

우리나라의 선박용 원동기의 생산은 기본적으로 외국과의 기술제휴에 의존하고 있기 때문에 아직은 독자적인 모델개발이 이루어지지 않고 있다. 다만, 대덕선박연구소에서 100마력미만의 고유모델 선박용 디젤기관의 개발이 추진중에 있고 일부는 생산중에 있다.

현재 대형 박용디젤기관의 대표적 생산업체인 현대엔진공업의 경우 3대 대형 선박용디젤기관 제작회사인 MAN, B & W, Sulzer(최근 이들 제작회사는 MAN에 의하여 통합되었다)를 비롯하여 일본의 Mitsubishi와도 기술제휴를 하고 있어 대형 디젤기관의 전기종을 망라하고 있다. 따라서 그 출력범위는 적은 것은 약 3000PS에서부터 큰 것은 60000PS에 이르기까지 모든 출력범위에 걸쳐있고 실질적으로 단일 공장으로서 세계 최대이다. 또한 중속 중형 디젤기관인 SEMT Pielstick의 제작도 기술제휴를 하고 있어 지금까지 육상용으로 제한하고 있던 것이 금년 7월부터 박용부분의 제한이 해제되었기 때문에 6000PS미만의 중형기관도 제작 가능하게 되었다. 그 외에 대형 박용기관의 생산업체로서 한국중공업이 있다. 민영화후에도 계속해서 대형 박용디젤기관의 생산을 계속할 것인지 불투명하나 이 회사에서는 주로 B & W의 엔진을 생산하고 있으며 작년에는 세계에서 가장 출력이 큰 디젤기관을 제작하여 서독의 조선소에 납품한 실적도 갖고 있다.

중형 박용디젤기관은 주로 쌍용중공업에서 제작되고 있으며 그 출력범위는 대체로 300PS

표 2 박용디젤기관의 생산실적(200DWT이상의 선박에 탑재)

나라별	연도	1988		1987	
		생산실적 kW	%	생산실적 kW	%
일본		1,377,123	31.26	1,792,444	43.74
한국		874,199	19.84	500,069	12.20
서독		331,482	7.52	232,392	5.67
폴란드		251,565	5.71	110,098	2.69
덴마크		169,230	3.84	80,145	1.96
동독		136,065	3.09	48,542	1.18
자유중국		126,241	2.87	107,258	2.62
이태리		124,510	2.83	152,655	3.72
루마니아		120,054	2.73	26,478	0.65
기타		894,793	20.31	1,048,170	25.57
계		4,405,262	100.00	4,098,251	100.00

에서 6000PS범위이다. 쌍용중공업의 기술제휴선은 MAN·B&W(MAN과 B&W가 합병하여 생긴회사), NIIGATA, WÄRTSILA 등이 있고 이 외에도 몇몇 특수목적의 디젤기관을 기술제휴에 의하여 생산하고 있다. 그러나 앞서 언급한 바와 같이 금년 7월부터 박용기관부분의 중화학 투자 제한 조치가 해제됨으로써 현대엔진공업과 대우중공업의 신규참여가 예상되고 있어 중형기관의 생산판도에 변화가 예상된다.

소형 디젤기관의 생산은 대우중공업의 경우 30PS에서 510PS 범위의 16기종을 생산하고 있으며 이들은 육상용 엔진을 독자적으로 해상용으로 재개발한 것이다. 여타의 소형 박용디젤기관 개발현황은 대우중공업만이 6PS~180PS급의 엔진을 제작할 뿐 나머지 여러 제작회사들이 생산하는 디젤기관 출력범위는 3PS~80PS이내이고 생산량도 미미하다.

표 2는 최근 2년동안 전세계 200DWT 이상의 선박에 탑재된 선박용 디젤기관의 생산실적을 보여주고 있다. 표 2에서 볼 수 있는 바와 같이 우리나라의 박용기관 생산실적은 세계 제 2위이며 전세계 생산량의 대략 20%이다. 여기

에는 200DWT 이하의 선박에 설치되는 선박용 원동기는 포함 되어있지 않으므로 이것까지를 포함시키면 실제로 생산된 양은 이보다 수만마력 웃돌것으로 생각된다. 현재 우리나라의 박용기관 연간 생산능력은 현대엔진공업이 150~200만마력, 한국중공업이 60만마력, 쌍용중공업 50만마력(특수 엔진 생산능력 제외) 등 총 300만마력 내외이며 여기에 대우중공업을 비롯한 여타회사의 생산능력을 합하면 이보다도 약간 늘어날 전망이다. 그러므로 생산실적과 생산능력 비율은 약 30%에 지나지 않아서 시설 과잉임을 알 수 있다. 따라서 정부에서는 1980년에 실시한 중화학공업 투자조종을 박용기관분야에도 적용하여 오다가 금년 7월에 이것을 해제한 바 있다. 앞으로 박용기관의 제작판도가 어떻게 변할 것인지 예측을 불허하고 있는 형편이다.

3. 우리나라의 선박용 원동기 개발연구 실태

우리나라 선박용 원동기의 개발연구는 민간 연구소, 공공연구소 및 대학등으로 나누어서

생각할 수 있다. 이 중에서 공공연구소로서는 한국기계연구소 산하의 대덕선박연구소(최근 해사기술연구소로 개편)와 한국선급의 부설연구소를 들 수 있으나 공공연구소는 별도의 설명이 있을 것이므로 여기서는 민간연구소와 대학을 중심으로 소개하고자 한다.

먼저 민간연구소의 효시는 대우중공업 중앙연구소를 들 수 있고 최근의 실적을 보면 R&D의 투자가 115,400만원/87년, 153,200만원/88년, 226,200만원/89년등으로 되어 있으며 연구인원은 박사 2명을 포함하여 총 78명으로 구성되어 있다. 다만, 대우중공업의 경우 주 생산기종이 차량용 엔진이기 때문에 상기 금액이나 연구종사원이 모두 선박용 엔진을 위한 것으로는 볼 수 없다. 대우중공업의 선박용 원동기관계 개발연구의 특색은 육상용 엔진에서 선박용 엔진으로 전환개발과 이에 관련된 여러가지 설계제작상의 문제의 연구에 있다. 일반적으로 선박용 엔진은 부하상태가 가혹하고 사용상의 신뢰성 요구가 엄하며 냉각문제, 진동문제, 시동 역전문제등에 있어 육상용 엔진과는 상이한 과제를 야기시키게 된다. 대우중공업의 기술지인 대우기보 최신호에 발표된 연구내용도 원동기의 설계제작시에 발생하는 문제가 많이 다루어지고 있어 실용적인 연구가 중점적으로 이루어지고 있음을 알 수 있다. 민간기업의 연구소로서 두번째로 개설된 것이 현대엔진공업부설 기술연구소이다. 본 연구소의 투자규모는 167,900만원/87년, 33,400만원/88년 이며 연구원수는 겸임연구원을 포함해서 39명이다. 최근의 연구과제를 보면 엔진 연소문제와 이에 관련된 과제가 주류를 이루고 있으며 A/S 과정에서 생기는 문제해결에 주안점이 주어지고 있다. 가장 최근에 개설된 연구소는 쌍용중공업이 금년 9월에 개설한 쌍용엔진기술 연구소이다. 금년도 연구개발비는 6억원이며 앞으로 '90~'92년까지는 매출액의 2%, 그 이후부터는 매출액의 3%를 R & D에 투자하도록 계획하고 있다. 또한 현재의 연구인원은 44명이고 그 중 연구요원은 27명이다. 진행중인 과제는

부품의 국산화와 표준화 및 기술정보의 활성화에 두고 축계 설계, 과급기 국산화를 진행 중에 있으며 앞으로 고무모델의 중형기관 개발을 목표로 하고 있다. 우리나라 대학의 선박기계관계의 학과로서는 선박기계공학과가 3개학과이고 선박기관학과가 4개학과로서 총 7개학과가 개설되어 있다. 그러나 이들 중 절반정도는 개설된지가 일천(日淺)하기 때문에 본격적인 연구활동을 못하고 있는 형편이다. 지금까지 각 대학에서 발표된 선박용 원동기관계 연구의 주류는 연소문제와 성능시뮬레이션 및 엔진의 기계역학적인 문제가 대종을 이루고 있다. 이러한 연구의 실태를 좀더 상세히 살펴보기 위하여 지난 5년동안 한국박용기관학회지에 발표된 논문내용을 분석한 결과는 다음과 같다.

전체 게재논문 116편 중에서 원동기에 관한 연구논문은 23편으로서 약 20%이다. 그들중 박용기관의 열과 연소에 관한 논문이 10편이고 기계역학에 관한 논문이 10편, 기타 3편으로 되어있다. 이들 내용을 좀더 자세히 살펴보면 열과 연소에 관한 것은 주로 저질유연소에 관한 것으로서 유화유 연소문제탈지 저질 C중유를 소형기관에서 연소할 경우에 문제로되는 분무관계연구가 포함된다. 또한 성능 시뮬레이션 프로그램의 개발은 특히 중요하다. 대형 박용 디젤기관의 개발에는 대체로 1억 \$의 자금과 3년의 시일이 소요된다고 한다. 따라서 우수한 성능 시뮬레이션의 개발은 개발자금의 절약과 개발기간의 단축을 위하여 필요불가결하다. 기계역학분야의 연구로서는 크랭크축계를 포함하는 동력축의 비틀림진동, 종진동 및 이들의 연성진동과 기관본체의 좌우, 전후진동해석이 주로 다루어지고 있으며 진동감소장치의 개발문제도 연구대상이 되고 있다.

4. 선박용 원동기의 개발연구에 관한 앞으로의 전망

선박용 원동기는 디젤기관으로 한정되고 있

으며 함정용으로 가스터빈과 원자력에 의한 증기터빈이 있으나 민수용으로는 그 이용예가 거의 없다. 다만 가스터빈의 경우 디젤기관의 과급용으로 예외없이 이용되고 있으므로 이러한 측면에서 가스터빈의 개발도 또한 소홀히 할 수 없다. 그러나 선박용원동기의 개발연구추세는 새로운 획기적인 원동기의 개발보다는 기존 원동기의 성능향상과 안전성 및 신뢰성 향상등에 주력하는 경향으로 흐르고 있다. 따라서 앞으로 당분간은 내구성 향상, 배기잉여에너지의 이용, 환경보존, 자동화와 성력화 및 모니터링, 저질유연소와 윤활유 문제, 배기터빈 과급기의 효율향상등이 주된 연구과제가 될 것이다. 이 중에서도 특히 환경보존문제는 미국의 일부 항구에서 해안선 60마일내에서의 배기가스규제를 선언하고 나서므로써 엔진본체보다 더 비싸고 더 큰 배기가스 정화장치를 설치해야 될 어려운 난제를 안게되어 이 방면의 연구가 시급한 실정이다.

우리나라의 경우는 이러한 일반적인 문제에 앞서 한국 고유모델의 원동기를 개발해야 된다는 과제가 있다. 대형기관의 경우는 성능과 내구성, 신뢰성 문제에 앞서 전세계적인 A/S망 구축이라는 난제가 있기 때문에 개발도상국가 고유모델의 대형 선박용 원동기를 개발한다는 것은 사실상 불가능하며 이는 일본의 경우를 보더라도 쉽게 이해할 수 있다. 그러나 중

형과 소형기관의 경우는 사정이 다르다. 소형기관은 제작회사의 영세성과 기술인력부족으로 말미암아 우수한 성능의 고유모델 개발이 어려운 형편이므로 국가나 공공단체에 의한 개발연구가 필요하며 중형기관의 경우 투자와 노력여하에 따라서는 고유모델을 개발하는 것이 가능할 것이다. 앞으로 이 방면의 연구가 집중 투자에 의하여 강력하게 추진되는 것이 바람직하다.

5. 맺음말

지금까지 우리나라에 있어서의 선박용 원동기의 개발연구실태에 관하여 개략적으로 살펴 보았다. 외형적으로는 세계 제2위라는 실적을 갖고 있으나 아직도 내세울만한 고유모델이 하나도 없다는 것은 문제이다. 다만 금번 투자제한 조치가 해제됨으로써 가장 관심의 대상이 되는 중형기관분야에서 치열한 경쟁이 예상됨으로써 이 분야에서 크다란 발전이 기대된다. 중형기관의 발전은 선박용으로 뿐만아니라 육상에서는 철도차량으로도 전용이 가능하기 때문에 국가의 기간동맥을 국산화하고 다른 한편으로는 방위산업과도 관계를 갖고있는 등 이용범위가 넓기 때문에 개발투자효과도 클 것으로 생각된다.