

소형 선박용 디젤기관의 기술개발동향

최 준 섭*

Technology Trends of Small-size Marine Diesel Engines

Choi, J. S.

1. 서 언

디젤기관은 세계전체 선복량(척수)가운데 97%를 차지하고 있어 추진기관의 대명사가 될 정도로 매우 중요하다. 최근 공해문제와 관련하여 육상용의 화물차 및 승용차에 대하여 매연물질(Particulate Matter)배출에 있어서 디젤엔진이 가솔린엔진보다 불리하므로, 유럽등에서 디젤엔진 사용을 규제함에 따라서, 수송기관분야에서는, 육상용은 가솔린기관, 해상용은 디젤기관으로 자리를 차지할 가능성이 높아졌다. 또한 대형 선박에 독점적으로 설치되던 중기터빈이 유류파동이후 격감하고 최근에는 완전히 중단되고 있는 실정이며, 한때 줄어들었던 4행정 사이클 중고속 디젤기관이 늘어가고 있다.

국내 100GT 이상 선박은 1930척(7,334,000GT중) 1918척(6,546,000GT)이 디젤엔진선이고, 연근해 어업에 종사하는 어선은 약74,000척으로 그중 90%이상이 20톤급 미만의 소형어선이다. 여기에서 '87년도 수산통계자료에 의하면 5톤급 이하의 엔진은, 경운기, 양수기용이 대부분이며 선박용일지라도 마력당 중량이 크고, 진동레벨도 높기 때문에, FRP선에 탑재도 어려운 뿐 만아니라, 신뢰성의 결여로 해난사고의 가능성이 매우 높다. 이러한 낙후된 어업환경을 극복하기 위하여, 정부 주도하에 어선근대화 사업을 추진하고, 1980년대

에 들어와서 엔진의 성능시험평가, 요소기술 개발 연구, 소형엔진의 성능개량연구등이 수행되어, 기존엔진의 성능개량과 고성능엔진 개발을 정부지원으로 추진하여 왔다.

본고에서는, 국내소형 디젤엔진공업, 국내외의 소형선박 엔진기술동향과 어선에 자동차용엔진의 탑재문제점, 이상을 종합한 결론등에 관하여 개략적으로 설명하고자 한다.

2. 국내 소형 디젤엔진공업

우리나라의 선박용 디젤엔진의 생산은 '60년대까지 4~200PS의 소형에 한정되어 있었으며, 생산량과 성능등의 면에서 매우 낙후된 상태이었으나, '70년대 중반으로 접어들면서 유럽과 일본의 박용기관 생산업체와의 기술 제휴로 대·중형 선박용 디젤기관을 생산하기에 이르렀다. '70년대의 선박용 디젤엔진 공업을 활성화 시키는데 표1과 같이 일본의 제작회사들과 기술제휴에 의해 500PS급 정도까지 소출력 엔진을 생산하였다.

정부의 박용엔진산업에 대한 생산체제의 전문화는, 업계의 가동률 및 경영수지가 지속적인 세계조선 경기 불황으로 인한 수요위축과 국제 경쟁력의 열세로 가동초기보다 크게 개선되지 못하므로 320PS이상의 제조업체를 '86년 7월부터 '89년 6월까지 생산규모의 합리화 업종으로 지정하여, 제품생산기종을 3개로 나누어서 소형 400PS까지는 대

* 한국기계연구소 부설 해사기술연구소 선임연구원, 공박

표 1. '70년대 박용디젤엔진의 기술제휴 실태

회 사 명	한국기계	대동중공업	진일공업	조선공사
기술제휴선	Kubota	Mitsubishi	Yanmar	Niigata
제 약 기 종	8~150PS (19기종)	7~250PS (38기종)	4~650PS (71기종)	250~850PS (9기종)
기 간	'66. 7~'77. 7	'67. 9~'72. 9	'70. 7~'75. 7	'69. 4~'77. 4

우중공업(한국기계인수), 중형 400~6000PS을 쌍용중공업(진일기계 인수), 6000PS급 이상의 대형을 현대엔진 공업이 전문적으로 생산하도록 하였으며, 그후 한국 중공업(전 현대양행)도 대형엔진 생산에 참여시켰다. 또한 이들 대표적 4개사 이외에도 대동중공업, 중앙기계등 수개의 소형 디젤엔진회사가 정부의 특별보호 없이 어려운 여건속에서 생산활동을 계속하였다.

이러한 조치는 전문생산체제 및 기종표준화 확립으로 기종당 경제단위 물량 확보를 가능하게하여 경영자립에 크게 기여하였으나, 다른 한편으로는 독과점 생산으로 인한 기술개발 의욕저조, 비경쟁적인 가격체제 및 국산화제고 부진등의 폐해가 있었다. 특히 이러한 정책적인 혜택은 주로 대·중형을 생산하는 대기업에 국한되었으며, 소형기관을 생산하는 영세기업은 소모성 판매경쟁과 외국제 중고품의 범람 및 자동차 디젤기관의 선박용 기관으로의 변조탑재등으로 오히려 기업의 쇠퇴와 생산의 위축등을 초래하였다.

현재 파악된 소형 박용기관엔진 제작자별 대표적인 주요 생산기종은 표2와 같으며 65종에 달하고 있다.

최근의 조사에 의하면 현재 소형 박용 디젤엔진의 제조를 계속하고 있는 업체는 5개사이다. 또한 무동력선의 동력화 추세와, 어장의 확대에 따른 어선의 고속화, 고마력화의 추세에 따라 앞으로 소형엔진의 산업적 측면에서의 발전은 가속화 될 것으로 보여진다.

소형엔진은 대형엔진의 경우와는 달리 대부분이 외국의 구식엔진을 모방 생산하고 있으며, 제작자 중 외국의 고속엔진기술을 도입하여 생산하고 있으나, 상품화에는 만족할만한 상태는 아니다.

표3은 국내의 주요박용디젤기관 생산업체의 현황과 '88년부터 '90년까지 최근 3년간의 생산실적

을 나타낸다.

전체적인 생산량증감은, 전년대비(생산대수)로 계산할때 89년은 17.3%감소, 90년은 36.1%의 감소를 보이고 있다. 이것은 Motorship(1991년 6월호)의 2000DWT이상의 선박에 적용하는 디젤기관의 생산대수는, 전년대비, '89년은 38.4%증가, '90년은 31.1% 증가를 보여서, 국내의 사정이 매우 대조적임을 알 수 있다. '89년은 비교적 감소율이 작지만 중앙기계는 27.9%감소, 우신산업은 48.3%감소, 광양은 11.2%감소를 보여 '89년도 생산대수 실적에 못미쳤다. 3년간 실적(PS)을 살펴보면, 광양종합기계(주)가 꾸준한 성장을 기록하였고, 중앙기계 및 우신산업은 계속하여 생산감소를 가져왔다. 또 3년간의 생산대수의 실적은 계속하여 성장된 회사가 전무하였다. 특히 '90년도에 들어와서 대표적 소형엔진업체중의 하나인 중앙기계의 도산은, 각종 자동차엔진의 어선타재로 인하여 소형디젤엔진의 수요를 잠식하여서 일어난 것으로, 중소기업의 육성차원과 어민의 값싼 폐차엔진 선호배려를 적절히 조화시켜 양자(兩者)의 입장이 어느 정도 양립(兩立)될 수 있는 정책도출이 시급한 실정이다.

한편, 연간 생산실적대비 생산능력(PS)은 가장 생산실적이 많은 '90년도만을 살펴볼때 59.6%로, 전체적으로 40.4%의 생산능력이 남아, 가동을 제고가 요구된다. 표 중에서 광양종합기계(주)의 연간생산능력을 25천 PS이나, '90년도 생산실적은 43천 PS로서, 연간 생산능력을 훨씬 상회하였으나, 이것은 국산화 비율이 상대적으로 작을 때 나타날 수 있다. 여기에서 생산대수를 살펴볼때 어장의 확대에 따른 엔진마력이 고출력화 경향 때문에 생산량이 증대한 것으로 보이거나 실제 엔진 대수에 있어서는 '88년 대비 92대가 감소된것을 알 수 있다.

표 2. 최근의 소형박용기관엔진 제작자별 대표적 주요 생산기종

업 체 명	기관형식	기통수 (n)	출 력 (PS)	회전수 (rpm)	실린더직경, D(mm)	행 정, S(mm)	S/D	
두원중공업(주)	3DM30	3	30	1800	105	120	1.143	
	2DM36	2	36	1200	135	180	1.333	
	3DM45	3	45	950	135	180	1.333	
	3DM55	3	55	1200	135	180	1.333	
	3DM75	3	75	1170	145	200	1.379	
	4DM100	4	100	1200	145	200	1.379	
	5DM125	5	125	1170	145	200	1.379	
	5DM150	5	150	1250	150	200	1.333	
	6DM180	6	180	1250	155	200	1.333	
	6DM200	6	200	1350	155	200	1.333	
	6DM220	6	220	1350	150	200	1.333	
	6DM260	6	260	1350	150	200	1.333	
	4DH65	4	65	2700	100	105	1.050	
	6DH128	6	128	2200	118	115	0.974	
	6DH160	6	160	2000	130	140	1.077	
	중 앙 기 계	1JAM	1	13	2100	96	115	1.198
		2JAM	2	24	2100	96	115	1.198
3JAM		3	36	2100	96	115	1.198	
4JAM		4	48	2100	96	115	1.198	
JAM5N		1	5	2000	78	84	1.077	
JAM10		1	10	2000	96	105	1.093	
JAM20		2	18	1800	96	105	1.093	
JAM30		3	25	1800	96	105	1.093	
JAM40		4	33	1800	96	105	1.093	
광양종합기계(주)		2TD	2	26	2100	100	115	1.150
	3TD	3	39	2100	100	115	1.150	
	4TD	4	52	2100	100	115	1.150	
	4CHE	4	75	2400	105	125	1.190	
	6CHE	6	115	2400	105	125	1.190	
	6HAE	6	180	2100	130	150	1.154	
	6HAE-HTE	6	270	2100	130	150	1.154	
	6HA-DTE	6	320	2100	130	150	1.154	
	S165	6	200	1200	165	210	1.273	
	S165-T	6	300	1300	165	210	1.273	
	동 남 산 업	1B-5	1	5	1800	80	86	1.075
1BEA-6		1	6	1500	90	120	1.333	
1BEA-7		1	7	1500	95	120	1.263	
1BEA-3-8		1	8	1500	90	120	1.333	
1BEC-10		1	10	1500	100	120	1.200	
2M-11		2	11	2500	88.9	92	1.035	
2BEA-12		2	12	1800	95	120	1.263	
2BEB-15		2	15	1800	95	120	1.263	
2BEC-20		2	20	1800	100	120	1.200	
우 신 산 업		1WS6A	1	6	1370	90	120	1.333
	1WS7A	1	7	1440	95	120	1.263	
	1WS8	1	8	1600	100	120	1.200	
	2WS10	2	10	1800	85	86	1.012	
	2WS12	2	12	1800	92	110	1.196	
	2WS15	2	15	1500	95	120	1.263	
	4WS35	4	35	2800	88.9	89	1.001	
	4WS50	4	50	3000	95	105	1.105	
6WS60	6	60	2800	92	101.6	1.104		

업 체 명	기 관 형 식	기통수 (n)	출 력 (PS)	회전수 (rpm)	실린더직경, D(mm)	행 정, S(mm)	S/D
대 우 중 공 업	MD063	3	30	2600	86	102	1, 186
	MD064	4	40	2600	86	102	1, 186
	MD084	4	65	3000	102	100	0, 980
	MD096	6	95	2600	102	110	1, 078
	MD126	6	128	2200	108	132	1, 222
	MD176	6	180	2000	121	150	1, 240
	MD186T	6	240	2000	123	155	1, 260
	MD188T	8	290	1800	128	142	1, 109
	MD188TI	8	370	1800	128	142	1, 109
	MD180TI	10	465	1800	128	142	1, 109
	MD182TI	12	560	1800	128	142	1, 109

표 3. 국내 주요 소형 박용디젤기관 생산현황

업 체 명	년간생산 능력, PS (종업원, 명)	생산실적, sets/PS			생산범위 PS	기술도입현황	비 고
		1988	1989	1990			
대 우 중 공 업 (주)	10만 (50)	241/33천	274/35천	203/33천	600이하	MAN, Isuzu	'91.4 대동중공업(주)가 상호 변경됨 업계도산으로 90년1/4분기까지의 실적임
두 원 중 공 업 (주)	10만 (586)	725/53천	806/69천	615/67천	600이하	Volvo	
광 양 중 합 기 계 (주)	2만5천 (150)	321/18천	285/23천	229/43천	600이하	Yanmar	
중 앙 기 계	2만5천 (90)	1, 171/24천	844/18천	359/7천	320이하		
우 신 산 업	1만 (65)	569/9천	294/7천	194/5천	320이하		
계	26만 (941)	3, 027/137천	2, 503/152천	1, 600/155천	-	-	-

3. 소형선박엔진 개발동향

3.1 국내 소형엔진개발

연근해 어선 근대화 계획이 '81년부터 착수되어 FRP선형이 채택되고, 선형에 맞는 어선용 소형엔진연구가 불가피하게 되었다. 이 때까지의 국내 선박용 디젤엔진은 대부분이 실제 성능이 파악되지 않은 상태에서 사용되어 왔고 군소 영세업체에서 공급하는 엔진은 그 성능이 불확실한 것 이외 중량, 진동문제와 정비, 보수상의 어려움도 수반되어 연근해 어선근대화 계획의 엔진분야에서는 우선적으로 성능시험에 의한 성능평가 연구가 한 국해사기술 연구소에 의해 수행되었다.

성능시험방법 및 평가기준을 제정하고 제 1차적으로 23개 기종(표 4 참조)에 대한 성능시험 평가를 행하고 성능향상을 위한 문제점을 도출하여, 정부연구개발 사업으로 10마력급 간접분사식 단기통 엔진을 개발하였고, 계속적인 정부지원사업으로 중앙기계와 20PS간접분사식 디젤엔진을 개발하여 양산 보급하여 왔다. 특히 20PS엔진 개발연구에서는 기존엔진에 비해 비출력 42.4%, 연료소비율 10.9%의 경량화 19.9%의 획기적인 효과를 거두었다. 성능시험 평가에서 시작된 연구는 20PS외에 국내에서는 최초로 50PS 및 100PS 직접분사식 디젤엔진의 개발연구를 계속 수행중에 있으며, 산·연 공동연구에 박차를 가해왔다.

표5는 시리즈로 개발한 엔진의 주요제원이다.

표 4. 시험대상기관의 사양 및 요약상세

제 작 자	기 종	기통수 (n)	출 력 (PS)	회전수(rpm) (기관/축계)	실린더경 (mm)	행 정 (mm)	면 적 (cm ²)	S/D	기통당출력 (PS/cyl)	피스톤속도 (m/sec)
중앙철공소	JAM5	1	5	2,200/1,100	78	84	47.78	1.075	5	6.61
	JAM10	1	10	1,800/ 900	96	105	72.38	1.093	10	6.6
	JAM14	1	13	1,800/ 900	105	125	86.59	1.190	13	7.5
	JAM16	2	16	1,800/737.9	96	110	72.38	1.145	8	6.6
대동중공업	1DM6	1	6	2,200/ 902	80	95	50.26	1.187	6	5.567
	1DM11	1	11	1,200/740.4	110	150	95.03	1.363	11	6.0
	2DM15	2	15	1,500/ 615	95	120	70.88	1.263	7.5	6.0
	2DM22	2	22	1,200/740.4	110	150	95.03	1.364	11	1.0
	3DM30	3	30	1,800/491.4	105	120	86.59	1.142	10	6.3
	3DM45	3	45	950/490.2	135	180	143.13	1.333	15	4.275
	1PIME120	1	10	1,800/ 900	95	105	70.88	1.105	10	5.7
국제기계 안마	KHD F1L210D	1	12.4	3,000/1,103	95	95	70.88	1.0	12.2	9.5
	3QM30	3	30	2,600/ 810	88	90	60.82	1.023	10	7.8
	3SME45	3	45	2,200/ 562	105	120	86.59	1.143	15	8.8
한진기공사	HME6	1	6	2,200/ 920	82	85	52.81	1.036	6	6.233
	HME8	1	8	1,800/795.6	85	100	56.74	1.176	8	5.52
	HME10	1	10	2,200/ 969	95	95	70.88	1.0	10	6.976
경북기계	1KHM8	1	8	1,800/ 910	92	95	66.47	1.033	8	5.7
	1KMC10	1	10	1,800/ 720	97	115	73.90	1.186	10	5.82
	2KMA18	2	18	1,800/ 720	97	115	73.90	1.186	9	5.82
	3KMA30-1	3	30	1,800/644.4	97	115	73.90	1.186	10	5.2
	3KMA30-2	3	30	1,800/599.4	97	115	73.90	1.186	10	5.82
우신산업	1WS12	1	12	1,100/ 550	110	150	95.03	1.364	12	4.033

본 엔진은 우리나라의 사용여건 즉, 사용자 기능 수준, 벽지어촌에서의 연료의 질 관리문제, 부품 조달, 선질의 FRP화에 대비하여 개발하였다. 그림1은 개발엔진의 단면도를 표시한다.

표 5. 개발엔진의 주요제원

항 목	단 위	사 양
형 식		직립, 4행정 디젤엔진
연소방식		예비 연소실식
실린더수	기통	1, 2, 3, 4
실린더경x행정	mm	96x115
연소 최대 출력	PS	12 PS/cyl.
정격 회전수	rpm	2000
시동방식		수동 또는 전기식
냉각방식		해수 직접 냉각
사용연료		중유 또는 경유
중량(2기통기준)	kg	395

한편 대우중공업의 경우 30PS에서 560PS까지의 11종을 생산하고 있으며 이들은 육상용엔진을 독자적으로 해상용 엔진으로 재개발한 것이다.

두원중공업은 최근 시장 악화와 경영수지 불만으로 50PS급 이하 소형 생산을 감소하고 300PS급 이상의 기종에 주력하고 있으며 최근에 개발한

표 6. 두원중공업의 500PS급 신제품 사양

항 목	주 요 제 원
기 종 명	6EDM 15
사 이 클 수	4
기 통 수	6
연속최대출력	500PS
회 전 수	1800rpm(엔진)
실린더직경	150mm
행 정	165mm
평균유효압력	14.3kg/cm ²

500PS급 엔진의 단면도와 주요사양을 그림 2 및 표 6에 보여준다.

이 신엔진은 현대중공업이 수주한 소련어선에 탑재계획이 검토되고 있으며, 이는 순수 국산기술에 의한것이며 금후에는 300 및 600PS급 신기종 개발계획을 갖고 있다.

또한 소형 12~45마력급 예비연소실 기관을 직접분사식으로 개발하고 있는 동남산업은 어려운 국내시장여건에서도 가업계승의 선조 뜻을 기리기 위해 계속 박차를 가하고 있다.

또한 소형엔진분야에 있어서도 선진국의 기술보

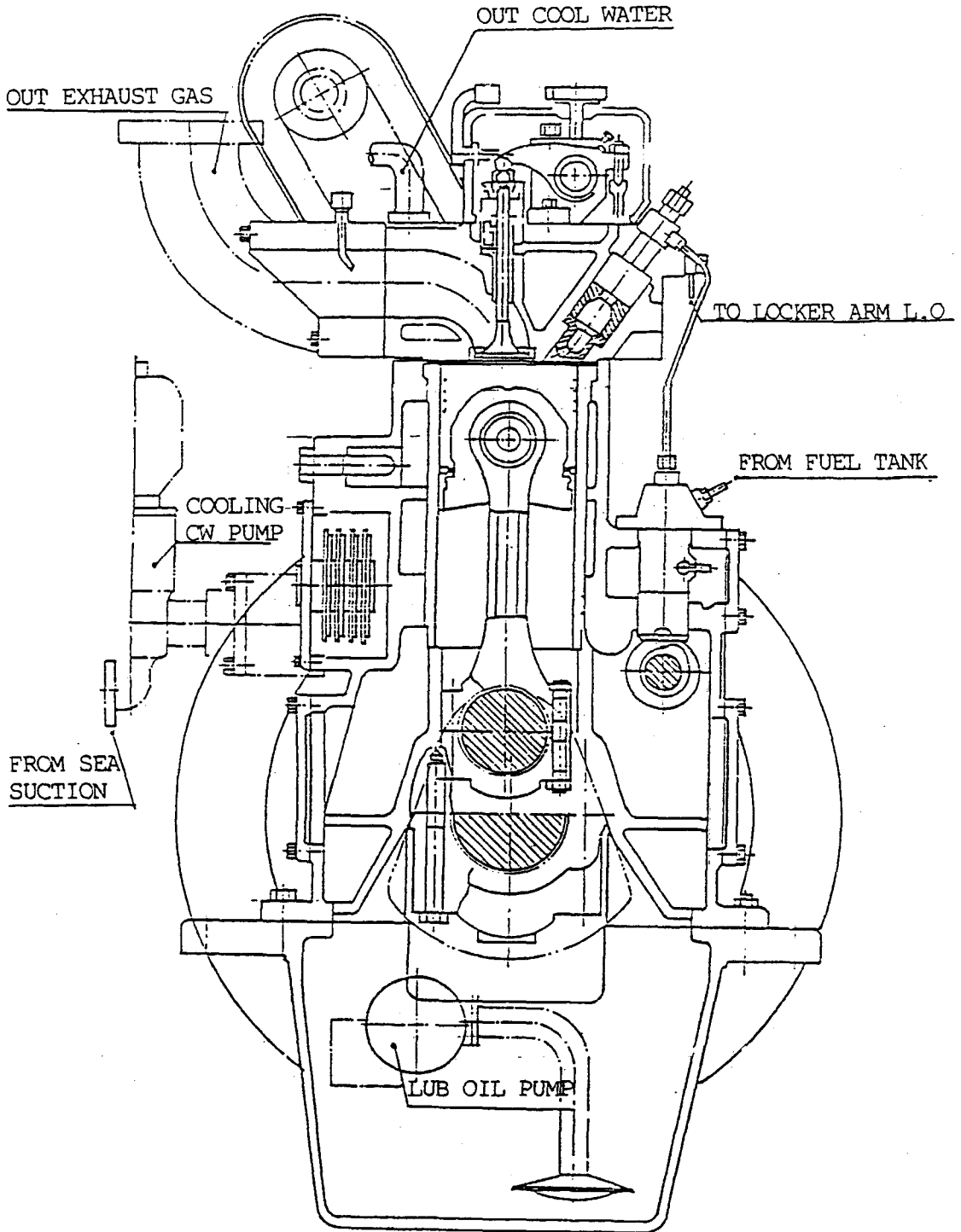


그림 1. 개발엔진의 단면도

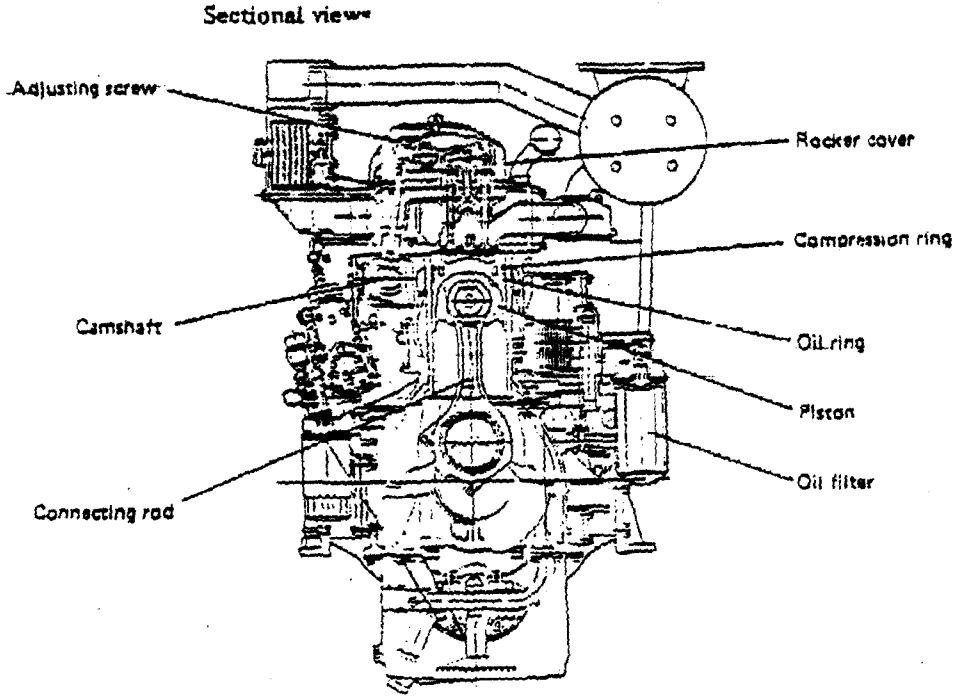


그림 2. 두원중공업의 500ps급 신제품 단면도

호정책으로 핵심기술이전이 어려워지고 있는 현실을 감안할 때, 우선 소형 선박엔진 부분에서라도 한국형 고유모델의 확충이 시급하며, 높은 로열티와 주요부품을 독점 공급받아 생산하는 기업은 최근에 수입자유화에 경쟁력을 상실하여 이제 우리 기존엔진업체가 고유모델의 개발에 필요성을 절실히 느끼고 있으며 이의 대응책 수립에 고심하고 있다.

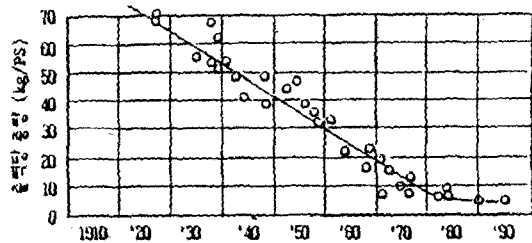


그림 3. 출력당 중량변천

3.2 외국의 기술개발동향

지금까지 디젤기관은 출력의 향상, 연료의 경제성과 배기 배출문제, 그리고 엔진의 메카트로닉스화, 엔진의 신재료개발등에 괄목할 발전을 거듭하여 왔다. 특히 열효율의 향상은, 새로운 사이클 도입이나, 부대장치의 설치가 필요하여 보다 복잡한 구조에 의하여 달성되고 있다. 여기에서의 엔진의 고성능화의 한 부분인, 출력당 중량비와 연료소비율의 기술개발결과를 기술한다.

그림 3는 출력당 중량비를 나타낸것으로 1893년 디젤엔진이 발명된 이래 약 100년 만에 247kg/PS에서 2.5kg/PS로 약 1/100로 저감되었다.

최근 10년간의 추세도 약 1/2.5의 저감이 이루어졌다. 금후에도 비강도가 높은 재료개발에 힘입어 더욱 낮아질 전망이다. 연료소비율에 관해서는, 그림 4에서 보는 바와 같이 고과급 기관의 경우 약 10~15%의 저감을 달성하였다. 소형엔진에서의 주요 기술개발동향은, 1975년 직접분사식 연소기술이 완성 되어 그동안 여러곳에 적용되었으나, 최근에는 디젤기관의 NOx는 고온 상태에서 생성율이 높기때문에, 비교적 저온인 간접분사식 디젤기관의 연구가 주목을 받기 시작하고 있다. 유동장의 효과적인 제어는 연비에 직접 영향을 미치므로 선회류(Swirl), 스퀴쉬 및 연소실의 최적화 설

제가 수행되었다. 또한 다단 과급기의 연구, 터보 복합엔진, 세라믹 엔진에 관한 연구가 지속되고 있다.

또한 박용전자제어장치, 저진동·저소음기술, 저질유 대응책, 기관의 신뢰성 문제등에 연구가 지속되고 있다.

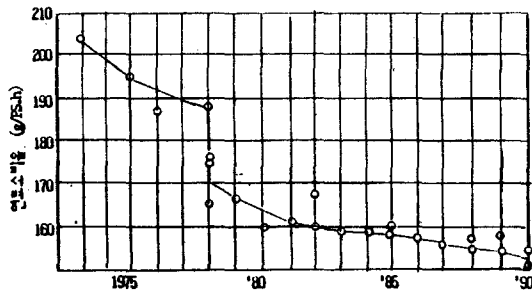


그림 4. 고과급기관의 연료소비율 추이

무엇보다도, 오염방지기술은 법적규제에 묶여서 활발히 될 수 밖에 없다. 일본의 선박기술 연구소의 연구과제는 레이저 간섭 CT법 (컴퓨터 단층촬영법)에 의한 연소온도 측정법과 가관마모 고장 진단등의 기초 및 응용연구가 지난해에 수행되었다.

3.3 민간연구소 및 대학의 연구 개발

우리나라 선박용 원동기의 연구개발은 민간연구소, 공공연구소 및 대학에서 담당하고 있다. 이 중에서 공공연구소로는 한국기계연구소 부설 해사기술연구소와 한국선급의 부설 연구소이다. 소형엔진에 관련한 민간연구소는 대우중공업 중앙연구소가 있고, 금년에 두원중공업(구 대동중공업)이 연구소 설립을 준비하고 있으며, 기타는 전무한 상태이다. 대우중공업 중앙 연구소의 최근 실적을 살펴보면 R&D투자가 226,000만원/89년, 200,000만원/90년, 300,000만원/91년으로 되어 있으며 연구인력은 박사 2명을 포함하여 총 75명으로 구성되어 있다. 대우중공업은 차량용엔진을 주로 생산하기 때문에 상기의 인원과 투자액이 전부 선박용엔진으로 보기에 는 무리가 있다. 이 연구소의 개발특색은 육상용엔진에서 선박용엔진으로 재개발을 함에 따라 발생하는 여러문제를 어떻게 설계제작상에서 해결 할 것인가를 연구하고 있다.

대우기보의 내용중 원동기의 설계 제작시 발생하는 문제를 많이 다루고 있어 실용적인 연구가 중심으로 행하여지고 있다.

우리나라의 대학에는 선박엔진 관련학과는 7개 학과가 개설되어 있다. 지금까지 각 대학에서 발표한 선박용 엔진관계의 연구는 연소문제, 성능시뮬레이션 및 엔진의 기계역학적 문제가 대중을 이루고 있다. 최근 3년간의 주요연구는, 디젤기관의 착화와 진동문제, 저속장행정기관의 속도제어문제, 크랭크축 비틀림 진동 점성댐퍼의 설계와 댐퍼 성능 시뮬레이션 프로그램, 디젤분사특징, 디젤기관의 성능시뮬레이션 프로그램, 디젤기관 흡기 대기관의 최적설계연구등이다.

3.4 공공연구소의 연구개발

여기에서 공공연구소의 연구개발은 주로 해사기술연구소에 국한시켜 설명한다. 최근에 수행한 연구과제를 중심으로 (1) 디젤엔진 연소특성, (2) 진동해석 및 소음저감, (3) 집중 모니터링 시스템, (4) 스테링엔진 개발, (5) 세라믹 피스톤기술 개발, (6) 로타리 엔진기술개발의 순으로 기술한다.

(1) 디젤엔진 연소특성

디젤엔진의 핵심부는 연소실로서, 이곳에서 일어나는 혼합기의 거동, 연소화염전파 및 연소실 벽면의 온도분포등은 매우 중요한 물리화학적 현상이다. 이 현상을 규명하기 위하여 공기유동해석, 연소특성해석, 분사계의 특성해석 및 연소실 벽면 열전달등에 관한 연구를 수행하고 있다. 이 연구는 최적연소실을 도출하고 연소시스템의 설계 기술개발을 위하여 많은 기술자료를 축적하는 것이 목적이다.

공기유동해석에서는 K-ε 난류모델과 벽법칙을 이용한 2차원해석 코드를 개발하여 모델엔진의 압축과정, 보울형상에 따른 유동장해석, 액적의 분포 및 연료질량비 분포해석 및 선회비에 따른 해석을 하였다. 연소특성해석에서는 연소현상을 가지적으로 해석하기 위해 연소과정의 변화를 고속도 촬영하였다. 그림 5는 ATDC 15°부터 45°까지의 화염면이 발달해가는 상태를 보여준다. 분사특성 해석에서는 연료펌프의 압축실, 델리버리실, 노즐

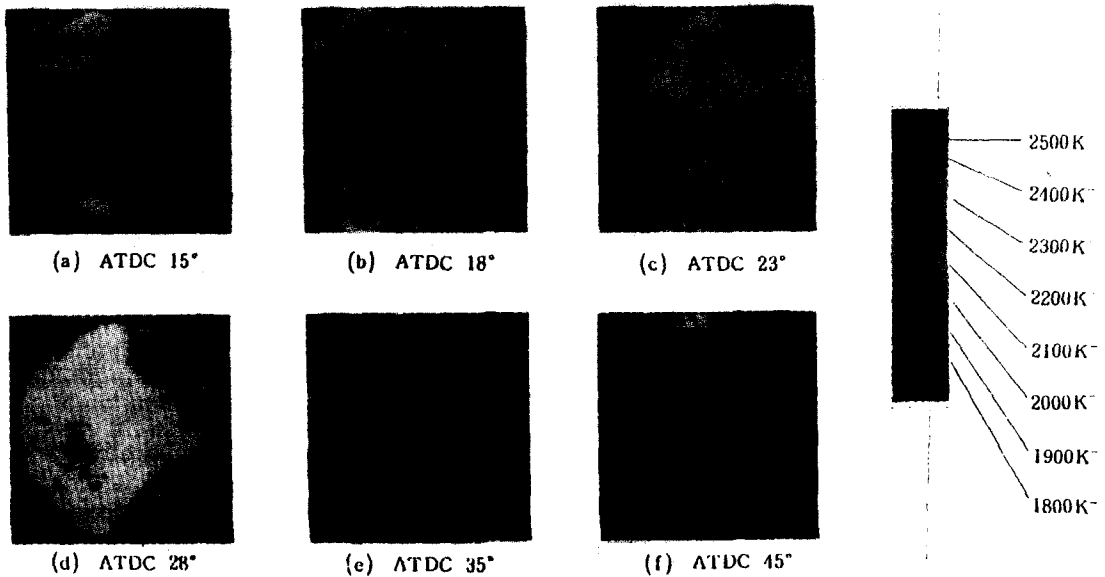


그림 5. 고속도 사진의 화상처리 결과

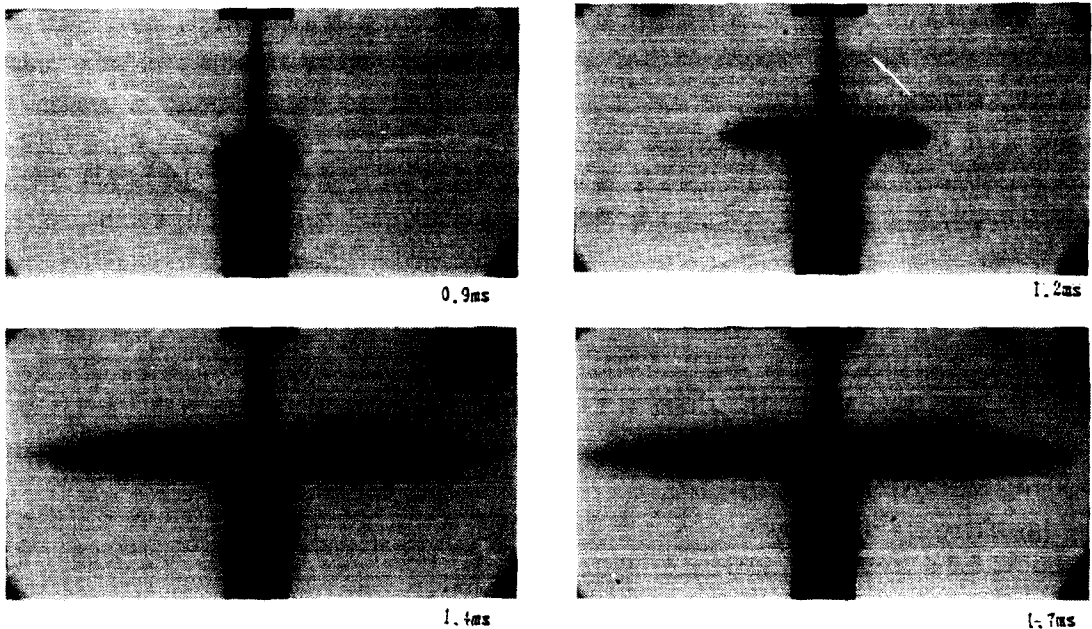


그림 6. 시간별 총돌 분무거동 사진

홀더 입구에서 압력과 니들양정을 동시에 측정하여 해석하였다. 또한 디젤분무의 벽면총돌거동 및 분무입경을 측정하였다. 그림 6에는 시간별 분무총돌거동의 한 예를 보여준다.

그리고 열전달 해석분야에서는 피스톤의 온도측정을 L-Link방법과 비접촉법인 FM transmitter

방법으로 온도측정을 시도하여 측정기법을 습득하고 연소실 벽면주위의 온도분포와 벽면열유속등을 해석하였다.

(2) 진동해석 및 소음저감

선박진동의 85%정도가 기관진동으로 선박에서 기관진동해석은 고출력화, 저속화로 인한 기진력

증대현상에 대비하여 중요한 과제가 되어 왔다. 진동으로 인한 추진축계의 손상이나 선체진동 문제에 대응하기 위하여 비틀림진동 댐퍼를 이용한다. 축계진동의 해석은 D사의 6EDM15(500PS) 엔진에 비틀림진동 감쇠댐퍼를 제작하고 진동을 해석한것이 그 예가 될것이다. 한편 디젤엔진의 소음은 배기머플러를 4중 다공모델에 의해 해석을 완료하고 모델영역의 확장을 위한 연구를 계속하고 있다.

(3) 집중모니터링 시스템

모니터링기술, 제어기술, 고장진단기술, 선박관리기술로 이어지는 선박자동화 기술중 디젤엔진 집중모니터링 기술개발을 위하여 LMU(Local Monitoring Unit)의 하드웨어를 설계하고 선박주 기관의 운전상태를 모니터링 할 수 있는 소프트웨어를 작성하여 산업화 기초를 만들었다. 나아가 엔진의 각부에서 일어나고 있는 제반 물리량 데이터 관리 시스템을 개발하여, 좀 더 실용적인 연구에 박차를 가하고 있다.

(4) 스테어링엔진 개발

대체에너지 이용기관 개발에 관한 연구로 1차년도에 개념설계, 2~3차년도에 연구시제품을 제작할 예정으로서, 현재 600W급 스테어링엔진을 제작 완료하였다.

스테어링엔진의 특성인 연료다양화, 배기가스 문제등에 많은 검토가 필요하며, 동력발생기구 및 제어기구의 특성파악도 중요한 부분을 차지하고 있다. 본 과제는 3년간의 정부 주도과제가 완료될 무렵, 실용화를 위한 산.연 공동연구가 추진될 예정이다.

(5) 세라믹 피스톤기술개발

엔진 연소실의 구성재료의 내열강도의 증가는 연료소비율의 향상을 가져와, 선진외국에서 많은 연구가 진행되어 왔다. 제 1차적 연구대상은 Al, AISI304 및 회주철 소재의 피스톤에 PSZ (Partially Stabilized Zirconia)를 프리즈마 코팅을 0.2mm하여서, 200시간의 운전을 행하였다. 프리즈마 코팅층의 표면조도 및 두께에 미치는 영향분석, 모재종류에 따른 열충격시험, 항온시험 및 열사이클 시험등을 행하였으나, 아직 연구결과 는 극히 초보단계에 머물렀다.

(6) 로타리엔진 기술 개발

고성능(High Energy Density)형 엔진개발의 수요예측에 대비하기 위해 로타리엔진의 특성연구를 하였다. 주요연구내용은 로타리엔진 부품설계 및 동특성해석, Vane-type 로타리엔진의 부품해석, 엔진의 기하학적 형상 모델링과 애니메이션(Animation) 성능 시뮬레이션 프로그램 작성 및 시제엔진의 제작을 수행하였다. 시제엔진 사양은 표 7과 같다.

표 7. Vane-type 로타리 엔진사양

구 분	사 양
형 식	Vane-type
상용출력x회전수	2.5PS×2000rpm
행 정 용 적	300cc
시 동 방 법	전 기 식

4. 자동차엔진의 박용화

4.1 육상용 엔진의 어선탐재 현황

국내 박용소형디젤엔진공업은, 지금까지 어려운 환경속에서, 자구적인 생산활동을 계속 해왔으나, 국내 박용소형엔진 수요는 날로 육상용엔진으로 잠식되어 최근 서해안 지역의 어느 항구의 경우 전 수요의90% 까지 자동차 엔진이 차지하고, 선박용 엔진은 나머지 10%를 5~6개사가 공급하게 되어, 수요와 공급의 균형이 깨지게 되었다. 이는 폐차장에서 자동차엔진을 용이하고 저렴하게 구할 수 있을 뿐만 아니라, 폐차엔진에 선박용 감속장치를 부착하여 소정의 검사과정을 거쳐 사용하고 있기 때문이다. 그러나 폐차엔진을 탑재한 소형선박은 잦은 엔진 고장으로 해난사고의 주원인이 되고 있다. 빈번한 고장수리는 육상과는 달리 고립된 해상에서는 매우 어렵고 위험하여, 어업안전성이 크게 문제가 되는 실정이다.

4.2 중고폐차 자동차엔진의 어선탐재시

문제점

동력기관은 사용할 장소에 따라서 요구되는 조건을 부합시키기 위하여 설계 제작된다. 사용장소가 공중일 경우에는 양력이 크게 요구되며, 이를 충족시킬 수 있도록 항공 원동기가 제작되며, 해상용일 때에는 부력특성, 육상용일 경우에는 반력등에 근거하여 각각 해상용 및 육상용 원동

기의 추진력을 산정한다. 따라서 용도를 무시한채 원동기를 사용한다는 것은 근본적인 무리가 뒤따른다. 여기에서 이러한 문제점을 살펴본다.

자동차 엔진은 차체 중량을 기준으로 하여 속도와 부하에 맞추어 설계되어 있는데 반하여, 어선용엔진은 기관·프로펠러·선체등과의 상관관계, 작업조건등에 의한 고부하·저회전의 운전조건을 고려하여 설계한다. 선박에 자동차용 엔진의 탑재는 사용용도를 무시한 것으로, 과대한 부하가 걸리고 부적당한것은 필연적이다. 따라서 사용자나 제작자 또는 관련검사 기관이 자동차용 엔진을 박용엔진으로 사용할 때의 필히 사전 주요 검토사항을 간략히 종합해 보면

(1) 자동차 엔진을 박용엔진으로 사용하고저 할 때는

가)관계규정에 따라서 엔진의 설계검토가 필히 될 것이며

나)확실한 선박용 전후진 감속장치를 정비한후 추진축계의 동특성이 검토되고

다)엔진의 성능과 관계되는 제인자의 제한조건을 나타낼 수 있는 엔진의 성능자료에 근거하여, 어선의 유효마력과의 상관관계를 검토한 후 엔진의 사양을 정하고, 엔진/추진기/선체와 상호 최적 결합 되도록 하고

라)내구성 시험을 필한 엔진을 사용할 것 등이며

(2) 만일 상기(1)의 내용검토가 무시되면

가)어선의 불규칙한 부하, 과부하등의 운전으로 인하여 피스톤의 고착사고 또는 배기 매니폴드의 과열로 화재의 위험성이 높고

나)자동차엔진의 내구성은 선박용엔진에 비해 극히 낮아서 해상에서 고장을 일으키기 쉬우며

다)추진축계나 크랭크축 파손의 가능성이 높다.

또한 어선용 소형기관중 30PS이하 엔진이 제일 많은데, 이 범위의 엔진 대신 자동차용 115~185 PS급 엔진을 탑재하여 고속운항등에 의해, 인명안전의 위험성 내포, 불법어업에 의한 어선파괴와 어장훼손, 감시망 탈출에 의한 무법지대, 에너지 과다소비(200% 내외)등의 폐단이 속출하고 있는 실정이다.

이상의(1), (2)의 내용은 육상용엔진 탑재 어선의 어로작업시 안전성이 크게 문제가 되므로, 검

사제도를 좀더 합리화 시키고, 박용엔진 사용시에만 사용기름에 대한 세금면제를 실시함과 동시에, 육상용 엔진의 폐차품은 해상용으로의 유입을 제도적으로 막아서, 어로작업시 작업 안전성을 관계 기관이 앞장서서 확보해 줄 필요가 있다.

5. 결 언

이상에서 국내디젤엔진공업 현황, 소형선박엔진 연구개발동향과 어선에 자동차엔진의 탑재문제점 등을 살펴보았다. 주로 연구소 기준으로 연구를 소개한 것은, 국내의 연구개발동향을 총괄적으로 대변을 못해 아쉬움이 있어, 차후 민간연구소의 생산적 연구활동과 대학의 연구활동등을 체계적으로 알아 볼 필요를 느낀다.

더우기 소형엔진 산업에서, 육상용엔진의 어선 탑재는 수요와 공급의 균형을 무너뜨려 심각한 문제로 지적되고 있다. 정부에서는 어민의 값싼 폐차엔진 선호배려와, 소형선박엔진의 수요잠식에 대한 엔진제작업체의 육성이라는 두가지 입장이 합리적으로 양립(兩立)할 수 있는 정책도출이 시급하다.

또한 소형선박엔진 분야에 있어서 고유모델을 확충할 수 있는 능력배양을 위해, 관련된 요소기술에 대한 투자가 정부는 물론 민간기업 차원에서 지속적으로 요구된다.

끝으로 자료요구에 협조해 주신 분들에게, 지면을 빌어 감사드린다.

참고문헌

- 1) 박태인, "자동차 엔진의 어선에의 이용(중고 엔진 사용중심으로)", 조선기자재 제4호(1990), pp. 62-65.
- 2) 최갑석, "선박용 디젤기관의 연구개발동향", 대한기계학회지 제29권 제6호(1989), pp. 586-592.
- 3) 전효중, "선박용 원동기의 연구개발동향", 대한기계학회지 제29권 제6호(1989), pp. 581-585.
- 4) 전효중, "박용디젤기관의 현황과 동향(II)", 어선 제46호(1991), pp. 9-18.

- 5) 김영주, “국내 선박용 소형기관의 생산현황과 전망”, 한국박용기관 학회지 제9권 제1호 (1985) pp. 51-60.
- 6) 한국조선기자재공업 협동조합, “선박용엔진 수주. 공급실적”, 제5호(1991) pp. 162-163.
- 7) 日本舶用機關學會誌 年鑑, “1990年における 舶用技術の進歩”, 第26卷 第7號(1991).
- 8) Motorship(1991, June), “Annual completions” pp. 93-94.
- 9) 박태인, “박용디젤엔진의 개발과 연구전망”, 대한기계학회 춘계학술대회 초록집(1988), pp. 417-427.
- 10) 김훈철외, “소형어선 근대화에 관한 연구”, UCN 112-518(2) · D, (1985).
- 11) 박태인외, “고성능 선박용 중소형 엔진 개발”, BSM 069-118 · D, (1987)
- 12) 박태인외, “디젤연소시스템 모델링 및 연소실 형상설계”, UCN 227-1415 · D, (1990)
- 13) 日本機械學會誌 年鑑, “內燃機關”, 第94卷 873號 (1991).