

# 박용디젤기관의 현황과 동향

한 국 해 양 대 학  
교수 전효중(공학박사)

## 1. 머리말

지난 30년동안 박용기관은 많은 변천을 거쳐왔으나 특히 '70년대의 2차에 걸친 유류파동을 겪으면서 획기적인 변화를 일으키게 되었다. 그림1에 보는 바와 같이 유류파동을 계기로 하여 선박의 건조량과 추진기관의 제작량이 모두 급격히 감소하고 있으며 선박추진기관 자체도 크게 달라지고 있다. 그림2는 이들 선박의 건조척수, 1척당의 중량톤수, 1척당 추진마력 등을 좀 더 상세히 보이는 그림이다.

유류파동 이전에는 풍부하고 값이 싼 석유를 대량으로 소비하면서 경제는 고도 성장을 계속하였다. 원유와 원료 등의 수송량은 점차 증가하였고 대량수송 수단으로서 탱커, 콘테이너선, 살물화물선등이 대형화하였다. 선박추진을 위한 추진마력은 이에 따라 증가일로를 걷게 되었고 증기터어빈이 이들 대형고속선의 주기관으로서 가장 적절하였으며 다른 종류의 추진기관보다 우위에 서 있었다.

에너지절약시대로 접어들면서 디젤기관이 좋은 열효율이 높기 평가되고 여기에 더하여 디젤기관 제작회사들이 새로운 형

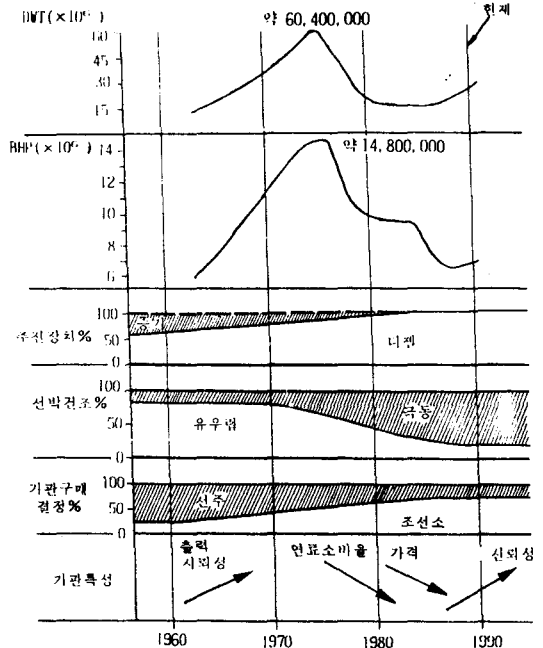


그림1 과거30년간의 조선시장동향과 박용기관 특성의 변천

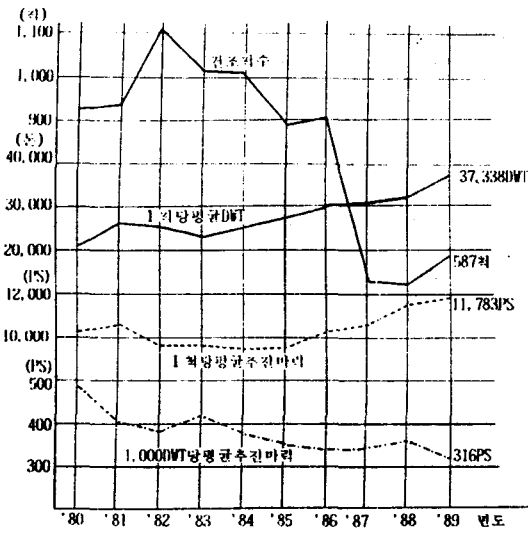


그림2 선박 건조실적의 추이

의 연료절약형 디젤기관을 차례로 개발하여 제공하기에 이르렀으며 한편으로는 배의 크기가 작아지고 배의 속도가 저하하면서 추진마력이 작아지는 것 등이 원인으로

되어 디젤기관이 선박추진의 주된 수단으로 되었다.

그림 3에 '75년이래의 증기터어빈, 중속디젤기관, 저속디젤기관의 주추진장치로서의 점유상태를 보인다. '80년이래 증기터어빈선은 격감하고 그 후로는 LNG선, 석탄연소선 등 특수한 선박을 제외하고는 모두 디젤기관이 탑재되고 있으며, '87년이후에는 단 1척의 증기터어빈선도 건조되지 않고 있다. 최근의 일반적인 추세로서 총 합계출력의 20~25% 내외는 중속디젤기관이 나머지 75~80% 내외를 저속디젤기관이 점유하고 있는 실정이다.

또한 선박기관의 특성은 유류파동 이후 연료소비량이 적은 저연비기관에 대한 요구가 강하게 대두되었으며 그 후 값이 싼 선박, 즉 값이 싼 기관으로 바뀌었고 최근에는 점차 신뢰성이 높은 기관으로 바뀌어 가고 있는 중이다.

이는 선박운항요원의 감축과 질저하 및

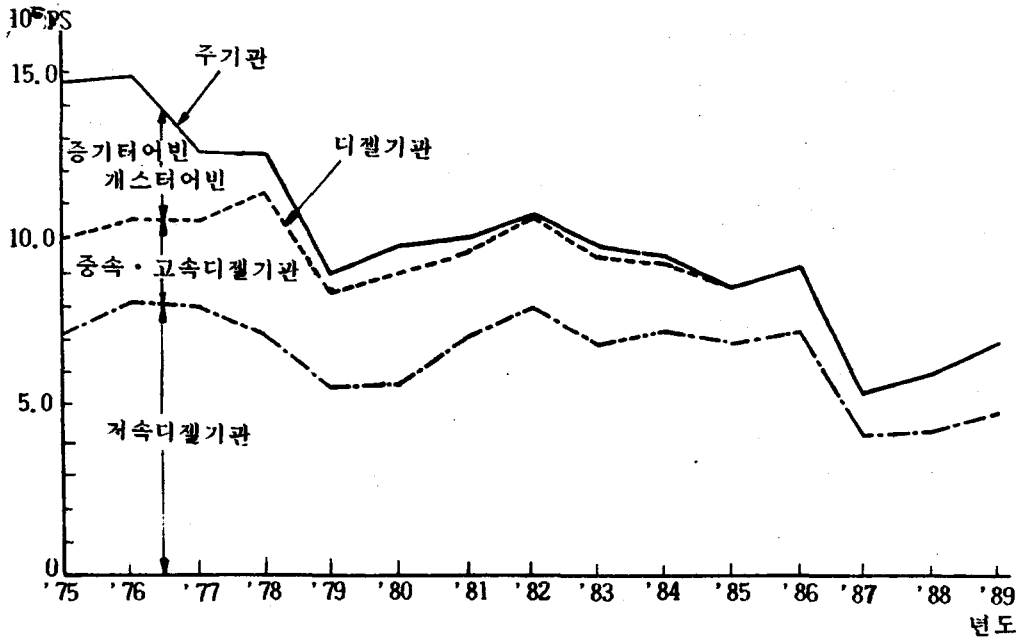


그림3. 선박용 주기관의 생산실적 추이

사용연료의 저질화 등이 그 중요 원인으로 생각된다.

이 글에서는 이러한 선박기관의 특성에 따른 최근 10여년에 걸친 선박용 디젤기관의 현황과 기술개발 동향을 개략적으로 살펴 보고자 하며 특히 저속 대형 디젤기관과 중속 중형디젤기관을 중점적으로 소개하고자 한다.

## 2. 디젤기관의 생산현황

### 2.1 국제적 현황

로이드의 보고에 의하면 '89년 중

은 대형선의 건조문의와 수주량이 늘어났으며 우리나라의 경우도 마찬가지이다.

'89년 중의 선박건조 및 주기관의 생산량에 대하여 Motor Ship 잡지(1990년 3월호)가 보도한 바에 의하면 '89년중에 2,000 DWT 이상 선박의 세계전체 건조량은 '88년에 비하여 척수로 12.7% 증가하여 705척, 톤수로는 '88년에 비하여 30.7% 증가하여 21,917,400 DWT로 되어 있으며 주기관의 생산량은 '88년에 비하여 대수로는 7.3% 증가하여 705대이고 출력으로는 14.1% 증가하여 5,085,864kW(6,909,095PS)로 되어 있다.

표1 1989년중에 건조된 선박 (2000DWT)의 디젤주기관 분포상태

설 계 회 사	건조척수	기 관 대 수			출 력	
		전 체	라이선서	라이선시	KW	%
MAN · B&W	213	224	25	199	2,263,994	44.52
Sulzer	146	177	54	123	1,569,183	30.85
Mitsubishi	71	71	14	57	375,944	7.39
Pielstick	33	56	8	48	344,394	6.77
Wärtsillä	21	35	34	1	144,122	2.83
SKL	19	42	42		74,518	1.47
Mak	22	26	26		58,392	1.15
GMT	7	9	9		36,627	0.72
Bergen	5	9	9		28,446	0.56
Daihatsu	5	10	10		25,080	0.49
Hanshin	8	8	7	1	24,569	0.48
Deutz MWM	8	12	12		22,258	0.44
Akasaka	5	5	5		10,150	0.20
Niigata	4	6	6		8,900	0.17
M'lees-B'stone	2	3	3		7,011	0.14
GEC	1	2	2		4,400	0.09
Yanmar	1	2	2		1,324	0.03
Unknown	16	8	8		86,552	1.70
<b>Totals</b>	<b>587</b>	<b>705</b>	<b>276</b>	<b>429</b>	<b>5,085,864</b>	<b>100.00</b>

표2 '89년중에 건조된 선박 (2000DWT) 의 디젤주기관

(1) 저속기관

설 계 회 사	건조척수	기 관 대 수			출 력	
		전 체	라이센서	라이센시	kW	%
MAN·B&W	173	173	7	166	1,908,805	53.42
Sulzer	127	127	23	104	1,288,684	36.06
Mitsubishi	71	71	14	57	375,944	10.52

(2) 중고속기관

설 계 회 사	건조척수	기 관 대 수			출 력	
		전 체	라이센서	라이센시	kW	%
MAN·B&W	40	51	18	33	355,189	23.48
Pielstick	33	56	8	48	344,394	22.77
Sulzer	19	50	31	19	280,499	18.55
Wärtsillä	21	35	34	1	144,122	9.53
SKL	19	42	42		74,518	4.93
Mak	22	26	26		58,392	3.86
GMMT	7	9	9		36,627	2.42
Bergen	5	9	9		28,446	1.88
Daihatsu	5	10	10		25,080	1.66
Hanshin	8	8	7	1	24,569	1.62
Deutz MWM	8	12	1		22,258	1.47
Akasaka	5	5	5		10,150	0.67
Niigata	4	6	6		8,900	0.59
M' less-B' stone	2	3	3		7,011	0.46
GEC	1	2	2		4,400	0.29
Yanmar	1	2	2		1,324	0.09
Unknown	16	8	8		86,552	5.72
<b>Totals</b>	<b>216</b>	<b>334</b>	<b>232</b>	<b>102</b>	<b>1,512,431</b>	<b>100.00</b>

저속기관은 MAN·B&W 사, Mitsubishi 사 모두 점유율을 증가시키고 있으며 중고속기관은 MAN·B&W 사가 크게 늘어났고 다음이 Pielstick사이다. Sulzer 사는 전년 도보다 출력으로 45% 증가하였고 50대,

280,499kW 로 되고 있다.

Wartsilla 사, Mak사는 모두 전년도 보다 약간 줄어들었다.

표1은 '89년 중에 준공한 2,000DWT이상 의 선박주기관 디젤기관의 생산량을 각 설

계획사별로 보인 것이고 표 2는 저속기관과 중고속기관의 각각에 대한 생산량을 보인 다. 표3에는 상기 생산량을 각 나라별로 총 생산량과 점유 %로 표시한 것이며 동시에 '88년의 실적도 함께 제시하였다.

의 박용기관 생산업체와의 기술제휴로 중·대형 선박용 디젤기관을 생산하기에 이르렀다.

대형기관의 경우 현대엔진(현대중공업 과 합병)이 B&W사, Sulzer사, MAN사,

표3 박용 디젤기관의 생산량(2000DWT이상의 상선용)

생 산 국 가	1989년		1988년	
	생산량 KW	%	생산량 KW	%
일 본	1,700,620	33.44	1,377,123	31.26
한 국	723,134	14.22	874,199	19.84
서 독	319,965	6.29	331,483	7.52
포 오 랜 드	286,132	5.63	251,565	5.71
이 태 리	244,010	4.80	124,5510	2.83
핀 랜 드	215,964	4.25	101,236	2.29
유 우 고	176,286	3.47	115,164	2.61
덴 마 크	167,083	3.29	169,230	3.84
동 독	160,265	3.15	136,065	3.09
프 랑 스	129,040	2.54	48,448	1.10
대 만	123,799	2.43	126,241	2.87
브 라 질	101,801	2.00	40,455	0.92
루 마 니 어	84,012	1.65	120,054	2.73
기 타	653,753	12.85	558,989	12.69
전 체	5,085,864	100.00	4,405,262	100.00

이에 따르면 일본, 폴란드, 이태리, 핀란드, 유고, 동독, 프랑스 등이 모두 전년도에 비하여 늘어나고 있으나 한국, 서독, 덴마크, 대만 등은 약간 줄어들고 있다. 그러나 한국의 제2위 자리는 요지부동이다.

2.2 국내 현황

우리나라의 선박용 디젤기관 생산은 '60년대까지만 하여도 4~200 마력 미만의 소형에 한정되어 있었으며 생산량과 성능 등 모든 면에서 매우 낙후된 상태였으나 '70년대 중반으로 접어들면서 유럽과 일본

SEMT사 등과 기술제휴를 하고 연간 90만 마력의 생산시설로 '78년에 조업을 개시하였고 현재는 시설규모를 100만마력으로 확장하였다. '79년 6월에 1호기를 인도한 이후 '89년까지 총 401대, 658만마력의 생산 실적을 올렸으며 단일공장으로서 세계최대의 대형디젤기관 생산공장이 되었다. 또 다른 대형 디젤기관 제작회사인 한국중공업은 B&W사, Sulzer사, SEMT사 등과 기술제휴를 하여 연간 50만마력의 생산능력을 갖추고 있으며 '83년부터 조업을 개시하여 '84년 10월에 1호기의 시운전을 시작으로 '89년까지 90대 173만마력의 생산실적

을 가지고 있다.

중형 디젤기관의 생산업체인 쌍용중공업은 당초 진일공업사가 창원공단내에 건설한 선박용 디젤기관 생산공장을 인수하여 B&W사, Sulzer사, SEMT사, MTU사, Hanshin사, Niigata사, Wärtsillä사 등 여러회사와 기술제휴를 하고 320~6000마력까지의 선박용 중형디젤기관을 생산하고 있다.

이 외에 한국기계를 인수한 대우중공업과 대동중공업, 광양종합기계 및 중앙기

계 등의 소형디젤기관 제작회사들이 소형선에 탑재되는 300마력 미만의 디젤기관을 제작하고 있다.

표 4에 이들 국내 선박용 디젤기관 생산업체의 현황과 '87년도부터 '89년까지의 생산실적을 보인다.

우리나라의 경우 '80년대 들어 기계류부품 국산화육성정책의 일환으로 선박용 디젤기관부문에 대한 투자조정과 보완조치 등 다각적인 시책들이 추진되어 왔다. 특

표4. 국내 박용디젤기관 생산업체의 현황과 생산실적

업 체 명	생산능력 P/S연간	생산범위 PS	생 산 실 적 Sets/PS	종업원 명	기 술 도 입 현 황
현대중공업(주)	100만	6,000 이상	50/762천 ('87) 31/588천 ('88) 37/704천 ('89)	2,500	MAN · B&W Sulzer, SEMT Mitsubishi
한국중공업(주)	50만	6,000 이상	14/339천 ('87) 23/569천 ('88) 10/203천 ('89)	380	MAN · B&W Sulzer, SEMT
쌍용중공업(주)	50만	320~ 6,000 이하	552/453천 ('87) 390/356천 ('88) 357/291천 ('89)	1,600	MAN · B&W, Sulzer Niigata, Hanshin Wartsilla, MTU
대우중공업(주)	10만	320이하	385/58천 ('87) 241/33천 ('88) 274/35천 ('89)	50	MAN, Isuzu
대동중공업(주)	10만	320이하	923/63천 ('87) 725/51천 ('88) 806/69천 ('89)	586	Volvo
광양종합기계	2만5천	320이하	372/14천 ('87) 321/18천 ('88) 285/23천 ('89)	150	Yanmar
중 앙 기 계	2만5천	320이하	1,380/17천 ('87) 1,171/24천 ('88) 844/18천 ('89)	90	
우 신 산 업	1만	320이하	311/3천 ('87) 569/9천 ('88) 294/7천 ('89)	65	

히 중복투자로 인한 재무구조의 취약성을 사전에 방지하고자 대형, 중형, 소형으로 기종을 구분하여 생산체제를 전문화하도록 정책적인 행정지도를 시행하였다. 그럼에도 불구하고 업계의 가동률 및 경영수지가 지속적인 세계조선 불황으로 인한 수요위축과 국제경쟁력의 열세로 가동초기보다 크게 개선되지 못하므로 320마력 이상의 제조업체를 '86년 7월부터 '89년 6월까지 합리화 업종으로 지정 한바 있다. 합리화 업종으로서의 지정은 디젤기관제조업체의 전문생산체제 및 기종 표준화 확립으로 기종당 경제단위 물량확보를 가능하게 하여 경영자립에 크게 기여하였으나 다른 한편으로는 독과점 생산으로 인한 기술 개발의욕 저조, 비경쟁적인 가격체제 및 국산화제고 부진 등의 폐해가 있었음을 간과해서는 안될 것이다. 그리고 이러한 정책적인 혜택은 주로 대형, 중형을 생산하는 대기업에 국한되었으며 소형기관을 생산하는 영세기업은 소모성 판매경쟁과 외국제 중고품의 범람 및 자동차용 디젤기관의 선박용 기관으로의 변조탑재 등으로 오히려 기업의 쇠퇴와 생산의 위축 등을 초래하였다.

### 3. 저속디젤기관의 발전

최근의 MAN·B&W사, Sulzer사, Mitsubishi사의 저속디젤기관 개발의 과정을 그림 4에 보인다. '70년대 초기까지만 하여도 7개 회사가 저속디젤기관을 생산하고 있었으나 '90년 현재는 상기 3개사로 통합되었다. 한때 Sulzer 사의 디젤기관부문을 MAN·B&W사가 흡수 통합한다고 그 명맥을 이어가게 되었다.

'78년에 MAN·B&W사는 L-GFC형 정압과급기관을 개발하였고 Mitsubishi사도 이듬해에 과급방식을 동압과급방식으로부터 연료절약에 알맞는 정압과급으로 전환

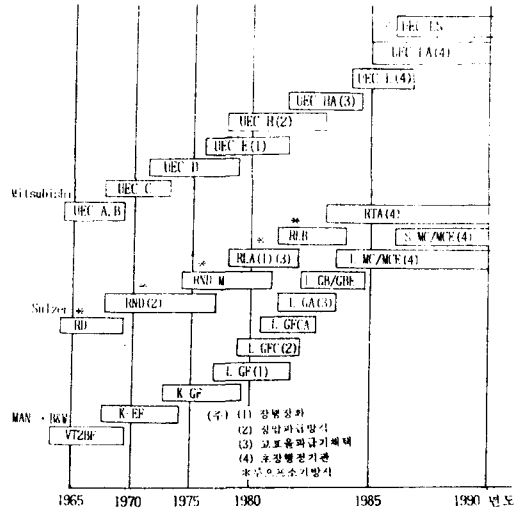


그림4 저속디젤기관의 제작회사별 신기종 개발추이

발표된 적이 있었으나 서독정부의 공정거래위원회 허가를 얻지 못하여 서독의 Bremer Vulkan, HDW, 동독의 KSR 등이 콘소시엄을 구성하여 이를 인수함으로써

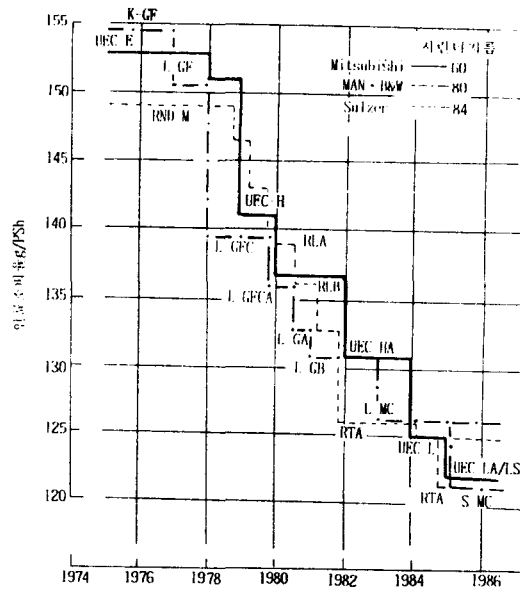


그림5. 각 제작회사별 저속디젤기관의 연료소비율 저감추이

하고 있다. 또한 Sulzer사는 RD형시대까지는 동압과급방식을 채택하고 있었으나 RND형부터는 정압과급방식을 채용하고 있으며 '79년까지에는 3대 저속디젤기관 제작회사가 모두 정압과급방식을 채택하여 연료소비를 경쟁이 치열하게 전개되었다. 이러한 상황전개는 그림5에 제시되고 있다. 이 시점 이후부터는 저속디젤기관의 연료소비율이 중속디젤기관보다 우위에 서게 되었으며 저속디젤기관이 박용주기관의 주류를 점유하게 되었다.

선박의 연료절약수단으로서 저회전 프로펠러에 의한 추진효율의 향상을 들 수 있다. 이 목적을 위하여 저속디젤기관의 분야에서는 장행정 저회전기관의 개발이 이루어 졌다. MAN·B&W사가 맨 먼저 '76년에 L-GF형을 발표하였고 Mitsubishi사도 UEC-E형 이후부터는 행정을 길게 하고 있으며 '84년부터 본격적인 장행정기관 UEC-L형을 생산하고 있다. Sulzer사도 저회전기관으로서 RLA형, RLB형을 '78년, '81년에 각각 완성시켰으나 이들 기관은 모두 루프소기방식이였다. 그러나 기관을 장행정화 하는데 있어 루프소기방식으로서는 한계가 있기 때문에 1982년에 MAN·B&W사와 Mitsubishi사처럼 소기방식을 유니플로우방식으로 갖춘 RTA형을 개발하였다.

이 시점을 경계로 하여 3개의 회사가 모두 유니플로우소기방식, 정압과급방식으로 통일됨으로써 그의 성능이나 구조가 엇비슷하게 되었다.

각 회사의 최신형기관들은 출력률(정미평균유효압력과 피스톤평균속도의 곱) 130kg/cm<sup>2</sup>·m/s대, 정미평균유효압력 17kg/cm<sup>2</sup>대이고 각기관 모두 개발당초에는 출력률이 50 이하였던 것이 오늘날에는 130을 초과하고 있으며 같은 실린더지름을 갖는 기관으로 2배 이상의 마력을 낼 수 있게 되어 이 면에서도 기술의 진보를

알 수 있다.

이들 각 회사의 최근에 개발한 저속디젤기관 실태를 요약하면 다음과 같다.

### 3.1 MAN·B&W사

실린더지름 D가 260mm부터 900mm까지로 출력범위가 매우 넓으며 MC시리즈, MCE시리즈 모두 L형, S형, K형 등이 있고 각각 행정대 실린더지름비 S:D가 3.24, 3.28, 2.28로 되어있다. 근년에 이르러 콘테이너선의 대형화, 고속화의 경향에 대응하여 새로이 K90MC-C형과 K80MC-C형의 2기종이 개발되었으며 표 5에 이들의 중요요목을 보인다.

표5 종래의 K-MC형과 새 설계의 K-MC형의 중요사양

기관형식	K90MC	K80MC	K90MC-C	K80MC-C
실린더지름 mm	900	800	900	800
행정 mm	2550	2300	2300	2300
정미평균유효압력 bar	16.2	16.2	16.2	16.2
매분회전수 rpm	90	100	104	104
실린더당출력 KW	3940	2118	4110	3250
연료소비율 g/KWh	171.3	172.7	171.3	171.3

K90MC-C형은 적절한 회전수를 가지면서 출력이 크고 기관의 높이와 폭이 적다. 따라서 생산비가 저렴하며 중량도 가볍게 된다. 이 개선된 모델은 한국과 일본 등에서 환영받고 있는 기종이 되고 있다.

### 3.2 Sulzer사

종래의 S:D가 2.9 전후의 RTA형 외에 S:D=3.45~3.47의 RTA-2 시리즈인 RTA52형, RTA62형, RTA72형, RTA84형이 1989년 중에도 상당수 제작되었으며 기대한 만큼의 성능과 신뢰성을 보였다고 한다.



최근에는 대형 콘네이너 등의 고출력선에 대응하여 새로이 RTA84C형의 기관을 개발하였다. 종래의 RTA84형에 비하여 출력으로 9.22%, 회전수로 5.3% 상승하고 있으며 출력상승에 따른 신뢰성을 충분히 고려하여 주요 부품의 응력 정도를 RTA84형 기관과 같은 수준, 또는 그 이하로 유지한다고 한다. 표 6에 종래의 RTA84 및 RTA84M과 RTA84C형의 사양을 보인다.

표6 Sulzer RTA84형 및 RTA84M형과 RTA84C형의 사양

기관 형식	RTA84	RTA84M	RTA84C
실린더지름 mm	840	840	840
행 정 mm	2400	2900	2400
회 전 수 RPM	95	81	100
피스톤평균속도 m/s	7.6	7.83	8.0
정미평균유효압력 bar	16.62	17.19	17.23
실린더당 출력 KW	3500	3730	3820
연료소비율 g/KWh	171	171	171

### 3.3 Mitsubishi사

UEC-L시리즈기관으로서 7기종이 있으며 장행정 UEC-LA형은 S:D=3.17~2.38의 4기종이 있다. 초장행정기관인 UEC-LS는 S:D=3.76~3.56의 3기종이 생

산되고 있으며 그 중 최대기종인 UEC75L II형기관은 종래의 실적을 토대로 하여 새로이 설계된 것으로서 연료소비율이 낮고 단순화, 경량화를 도모하고 있다.

연료밸브는 무냉각형으로 하고 배기밸브는 유압구동형으로 하였으며 이 유압에너지의 일부를 이용한 밸브회전방식을 채택하는 한편 냉각을 강화한 보어·쿨형식의 수냉밸브·시이트를 채택하는 등 밸브수명의 연장에 유의하고 있다. 표 7에 UEC-LS형의 사양을 제시한다.

Mitsubishi사는 상기 기관 외에도 가까운 장래에 UEC85LS II형, D/S=850/4150mm, 최대출력 63,000PS급의 신기종을 개발한다고 발표하고 있으며 이 기관은 주로 대형탱커와 콘테이너선을 겨냥하고 있다.

표7 Mitsubishi사의 UEC-LS시리즈 사양

기관 형식	UEC75LS II	UEC60LS	UEC52LS
실린더지름 mm	750	600	520
행 정 mm	2800	2200	1850
매분회전수 RPM	84	106	120
피스톤평균속도 m/s	7.84	7.33	7.40
실린더당 출력 KW	2942	1765	1324
연료유소비량 g/KWh	165	166	167

손길마다 자연보호

발길마다 금수강산