

## 2. 동력공학 특집

### RT-flex와 RTA96C엔진의 최근 개발 동향 (Recent Trends for Development of RT-flex and RTA96C Engine)



김진우  
J-W Kim

• Wartsila 부산사무소 김진우 부장  
• E-mail : Jinwoo.Kim@wartsila.com



#### 1 머리말

저속 2행정 디젤엔진의 세계시장은 Wartsila 와 MAN B&W로 양분되어 왔다. Wartsila 는 1982년 RTA 엔진을 개발하여 처음으로 소개한 이래 꾸준한 연구개발을 통하여 세계 최초로 캠축이 없는 전자제어분사 시스템인 'Common rail' 을 장착한 RT-flex 엔진을 개발하여 소개하였고 작년 초 시운전을 마치고 상업운전에 들어가 현재 성공적으로 운전 중에 있다. 또한 초대형 컨테이너 시장에 적합한 주기관용 RTA96C 엔진을 경쟁사보다 먼저 개발하여 성공하였고, 이어 1997년 10월에는 세계최대엔진인 12RTA96C(89,640 bhp × 100 rpm)을 제작소 개함으로써 저속 디젤엔진시장에서 기술과 고객에 대한 신뢰도 면에서 중추적인 역할을 해왔다. 본 글에서는 이러한 RT-flex엔진과 초대형 컨테이너선에 적합한 RTA96C 엔진에 대한 기술개발 동향에 관해서 간략하게 소개하고자 한다.



#### 2 RT-flex 엔진

##### 2. 1 RT-flex 엔진개발과정과 R&D 테스트

스위스 Winterthur에 위치한 Wartsila사(중견 Sulzer)는 1984년 12월 시험용 엔진에 'Electrical-hydraulic fuel injection control system' 을 처음 적용하였다. 이후 RTA엔진에 대한 충분한 경험과 축적된 기술력을 바탕으로 시험용 엔진(4 실린더, 실린더직경 540 mm 엔진)에 이를 장착하여 1990년 3월부터 1995년 4월까지 2,500 시간의 시험을 하였으며 이 엔진이 사실상 캠축이 없는 최초의 엔진이며 그 후에도 스위스 Winterthur에 있는 디젤엔진 기술센터에서 시험운전을 계속해 왔다. 그림 1에 보인 이 연구용 엔진은 4 실린더로서 RTX-3 또는 4RT-flex58T-B 엔진으로 이름 붙여져 있는 소위 말해서 '인텔리전트 엔진' 이다. 즉 RT-flex엔진 개념은 기존 저속 2행정 엔진에서 캠축없이 하나의 연료공급장치인 'Fuel oil common rail unit' 에 장착된 전자 시스템에 의해서 연료분사장치가 제어되는 시스템이다. 또한 설계 초기부터 배출가스를 IMO의 NOx 허용치인 17 g/kWh을 만족할 수 있도록 하였고 저 부하에서도 연료분사압력을 일정하게 유지할 수 있어 'Smoke' 를 대폭적으로 줄일 수 있

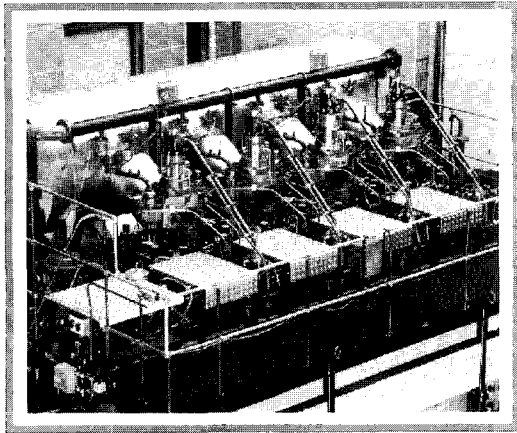


그림1. 캠축이 없는 대신 'Common rail' 시스템을 갖는 RTX-3연구용 엔진

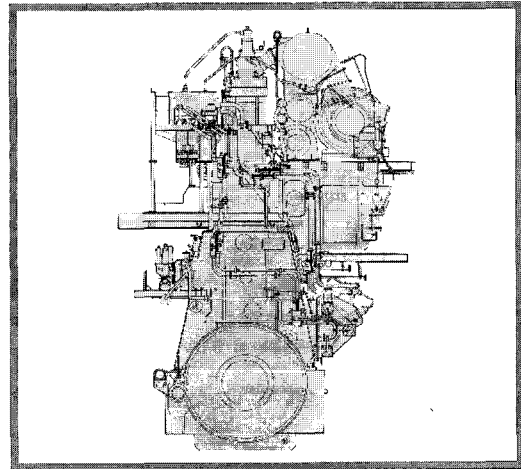


그림2. 'common rail' 시스템의 배관라인

는 환경친화형 엔진이다.

### 2.2 RTA 와 RT-flex엔진 비교

'RTA'는 캠축이 있는 엔진을 말하고 'RT-flex'는 캠축이 없는 'Fuel oil common rail unit'를 갖는 엔진을 의미하며 그림2는 관련된 배관라인을 보인다. 표 1은 4RT-flex58T-B 엔진의 주요 요목이며, 연료분사장치의 특징은 다음과 같다. 또한 그림 3은 기존 RTA엔진과 RT-flex엔진의 구조적인 차이점을 보인다.

- 정확한 량의 연료분사제어가 가능
- 가변 분사비의 조절이 가능
- HFO(Heavy fuel oil)에 이상적으로 적합
- 잘 증명된 고효율의 연료 펌프
- 연료 분사압력을 자유롭게 선정 가능

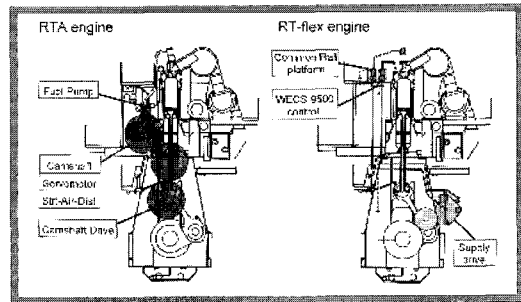


그림3. RTA엔진과 RT-flex엔진의 비교

### 2.3 RT-flex의 수주현황

현대미포조선에서 건조한 4만 7천 dwt급 특수 화물선에 그림 4에서 보는 바와 같이 세계 최초로 6RT-flex58T-B엔진(17,340 bhp× 104 rpm)이 성공리에 시운전을 마치고 작년 1월경 탑재되었다. 그리고 이 선박은 작년 10월 선주사인 미국의 'Gypsum Transportation Ltd.'에 인도되어 현재 큰 문제없이 잘 운전중에 있다. 지금까지 RT-flex 엔진의 수주는 이 엔진을 포함하여 총 6대다. 이를 엔진 기종별로 보면 13k 냉동선에 탑재될 7RT-flex60C, 일본에서 건조중인 선박에 6RT-flex58T-B 그리고 중국에서 건조중인 30k 다목적 운반선에 7RT-flex60C 엔진이 탑재될 예정이며 특히 중국에서 건조되는 2기의 엔진은 국내 H가 제작공급하게 된다.

Description	4RT-flex58T-B
Number of cylinders	4ea
Cylinder bore	580mm
Stroke	2416mm
Power at MCR	11,580 Bhp
Speed at MCR	104 rpm
Mean effective pressure	19 bar
Max. cylinder pressure	150 bar
Mean piston speed	8.5 m/s

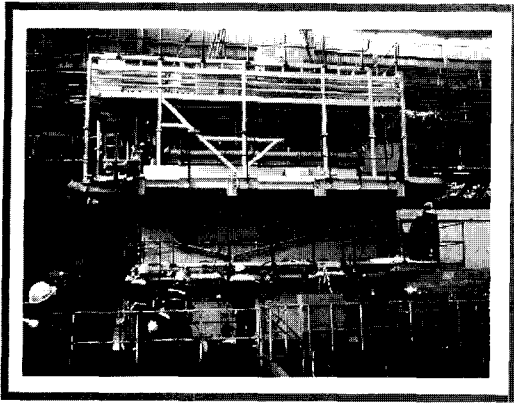


그림4. 조립 중인 캠축이 없는 6RT-flex58T-B엔진 (17,340 Bhp × 105 rpm)

### 3. 초대형 저속디젤엔진 (RTA96C)

#### 3.1 컨테이너선의 크기 변화

컨테이너선은 1960년 세계 최초의 610 Teu 의 'Supanya' 을 시작으로 지난 20 년간 많은 발전을 해왔다. 특히 컨테이너 해상운송 시장은 최근에도 타 분야 운송시장에 비해 상대적으로 높은 9%의 성장률을 나타내고 있다. 이러한 컨테이너 해상 운송시장의 증가와 더불어 선박의 채산성을 높이기 위하여 선박규모도 대형화되고 있으며 최근에는 최대 8,000 Teu에 근접하게 되었다. 시대별 최대 컨테이너선의 Dead weight의 변화추세는 그림5



그림5. 시대별 컨테이너선의 dead weight 변화

와 같다.

#### 3.2 RTA96C

Wärtsilä 사는 대형 컨테이너선에 주기관으로 RTA96C을 1995년 소개한 이래 지금까지 총 100 여대(2002년 1월 기준으로 수주를 포함)에 달하고 있으며 초대형 컨테이너선 시장에서 중추적인 역할을 해왔다. 엔진의 주요 요목은 표2와 같고 현실적으로 제작 가능한 14실린더 엔진을 기준으로 최대출력은 109,000 마력이다. 그리고 이 엔진은 10,000 Teu 내, 외의 컨테이너선의 주기관에 적합하다. 그림 6은 국내 HSD엔진(주)에서 제작한 6200 Teu의 주기인 12RTA96C엔진(89,640 bhp × 100 rpm)으로 De-rating 하기 전 총 출력은 M사의 12K98MC엔진과 동일한 93,360 마력이다. 또한 이 엔진은 1997년 10월에 일본 DU에서 제작할 당시만 하더라도 세계최대엔진이었다.

Description	RTA96C
Number of cylinders	6~12, 14
Cylinder bore	960 mm
Stroke	2,500 mm
Power / cylinder	7,780 Bhp
Speed at MCR	102 rpm
Mean effective pressure	18.6 bar
Max. cylinder pressure	150 bar
Mean piston speed	8.5 m/s

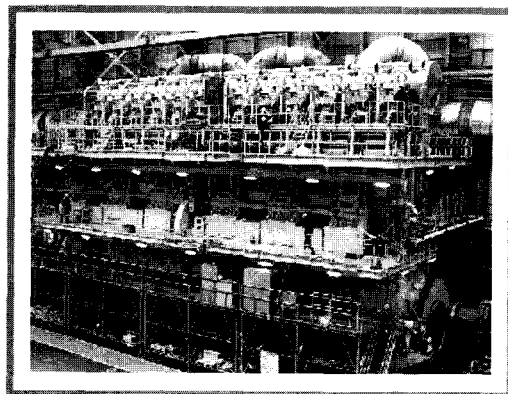


그림6. 6200 TEU선의 주기인 12RTA96C 엔진

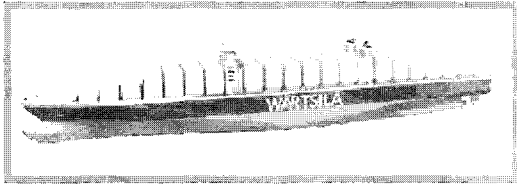


그림7. 2기-2축-시스템을 갖는 10,000 Teu의 컨테이너선

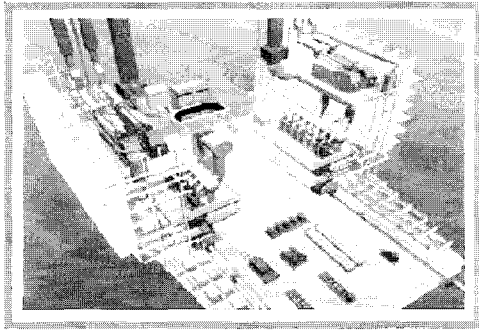


그림8. 2기-2축-시스템의 주기관 배치

### 3.3 초대형 컨테이너선의 엔진배치

현재 각 전문기관들의 견해는 약간씩 다르기는 하지만 12,000 Teu를 전후한 Suezmax급까지는 가까운 장래에 건조되지 않을까 생각한다. 후자는 18,000 Teu Post-Suezmax 급도 예상하지만 이는 선박자체보다는 항만 등 관련시설이 뒤받침 해주어야 한다. 유체전문가들에 의하면 초대형 컨테이너선의 선박 추진에 있어 1기-1축 프로펠러의 침수는 2기-2축 시스템보다 7%정도 낮고 이로 인한

마찰증가로 추진효율이 4~5%정도 낮을 것으로 예상하고 있다. 따라서 10,000 Teu급 초대형 컨테이너선의 주기관으로 앞에서 언급한 14RTA96C 엔진이나 실린더 직경 1,000 mm이상의 디젤엔진 개발 대신에 2기-2축 시스템이 오히려 효율적일지 모른다. 그림 7은 이 선박의 외관을 보이며 엔진의 설치공간을 고려하여 기관실이 1기1축 시스템보다 선수 쪽으로 옮겨야 한다. 그림8은 2기-2축 시스템의 기관실 배치를 보인다.



### 4 맺음 말

21C들어와 각 국가마다 환경보존을 위한 노력을 끊임없이 계속되고 있으며 환경규제도 더 한층 강화될 것으로 예상된다. 이와 더불어 환경친화적인 디젤엔진 설계 및 제작이 최우선되어야 하며, 앞으로 이러한 요구조건에 적합한 'Common rail' 분사 시스템을 갖는 RT-flex 엔진이 중추적인 역할을 하면서, RTA엔진 대신 차세대엔진으로 각광을 받을 것으로 예상된다. 또한 지금까지 대형 컨테이너선의 주기관으로 중추적인 역할을 해왔던 RTA96C 엔진도 지난 7~8년간의 풍부한 운전경험과 축적된 기술을 바탕으로 가까운 장래에 출현 가능성이 높은 12,000 Teu급 초대형컨테이너선뿐만 아니라 대형컨테이너의 엔진시장을 앞으로 계속해서 주도해 나갈 것으로 본다.