

1.6MW급 가스엔진의 개발 및 엔진성능평가

노기철⁺·설동일¹·허경미²·김세훈³

1.6MW Gas Engine Development and Performance

Kichol Nol⁺, Dongil Seol¹ · Kyoungme Hu² · Sehun Kim³

최근 원유가 인상 및 대기환경 규제 강화에 따라 디젤엔진을 대체하는 천연가스엔진에 대한 관심이 증폭되고 있다. 천연가스엔진은 연료의 넓은 가연한계로 희박연소를 통한 열효율 향상을 꾀할 수 있으며 동시에 연료의 낮은 탄소성분으로 CO₂배출이 적어 온실가스 저감에 효과적이다. 또한 낮은 연료비용으로 연료 경제성이 우수하다. 이에 STX는 22HLX 디젤을 기초로 하는 1.6MW급 가스엔진을 개발하였으며 그 실물사진 및 기본 사양은 figure 1 및 table1에 나타낸다.

기본적으로 개발된 가스엔진은 전소 가스엔진으로 공급연료의 변경에 따라 연료공급시스템을 개조하였고 가스연료를 착화시키기 위한 점화시스템이 추가되었다. 그리고 연료 캠, 연료펌프 및 인젝터 등 기존 디젤연료 공급시스템은 제거하고 디젤 인젝터 자리는 예연소실로 대체하였다. 가스엔진은 otto cycle을 형성하므로 노킹과 같은 이상연소를 억제하기 위하여 압축비를 감소시켰다. 피스톤 재질은 관성력이 작고 열점 등에서의 이상연소 발생을 줄이고자 열전달이 잘 일어나는 알루미늄 합금을 사용하였다. 또한 가스엔진은 연소실로 혼합기가 공급되므로 디젤엔진보다 밸브오버랩 기간을 감소시켜야 하며 이를 위해 흡기/배기밸브 캠의 형상을 개선하였다. 그리고 throttle valve의 응답성을 개선하기 위하여 흡기계통 및 실린더 헤드의 dead volume은 가능한 제거하였다.

가스엔진의 연료공급은 주연소실로는 venturi type의 gas mixer를 통하여 희박혼합기가 공급되고 주연소실로 공급된 희박혼합기를 착화시키기 위하여 예연소실로는 check valve를 통하여 보다 농후한 혼합기가 공급된다. 연료점화는 개발이 용이하고 비용이 저렴한 점화플러그 방식을 채택하였다.

STX는 BMEP 21bar 및 열효율 45%의 고성능 가스엔진을 개발하기 위하여 밀러 기술을 적용하였고 NOx 배출저감을 위하여 공기과잉률 2.0이상의 초 희박연소를 실행하였다. 그리고 희박연소에 따른 실화를 방지하고 고출력을 달성하기 위하여 과급비 4.5이상의 고성능 turbocharger를 사용하였으며 열효율 향상을 위해 압축비 12.0을 채택하였다. 고출력 및 고효율로 인해 가스엔진은 노킹과 같은 이상연소 발생 가능성이 높다. 따라서 노크 감지센서를 각 기통에 설치하고 엔진 제어시스템에서 연소상태를 감시하여 노크발생 시 점화시기를 지각시켜 노크발생을 억제하였다.

엔진성능은 주연소실 4개 기통(1번, 3번 6번 및 8번)과 예연소실 2개 기통(1번 및 8번)에 압력센서를 설치하고 압력신호를 취득하여 평가하였다. 또한 각종 압력 및 온도센서를 설치하여 엔진상태를 분석 및 평가하였다. 여러 변수실험을 출력 1.6MW, 열효율 45%이상의 가스엔진을 성공적으로 개발할 수 있었다. 동시에 환경규제에 대응하기 위하여 전 부하에서 NOx 배출 규정을 준수하였다. NOx 배출은 약 47~49ppm @O₂=15% 수준으로 대기환경규제를 만족시키며 이는 디젤엔진 대비 약 8% 수준으로 TierIII 환경규제를 충분히 만족시킬 수 있음을 확인하였다. 이산화탄소 배출량 역시 디젤엔진 대비 약 75% 수준으로 온실가스 저감에도 효과적임을 확인하였다.



Figure 1 Photograph of gas engine developed

Phase	Unit	Specification
Bore × Stroke	mm	220 × 300
Arrangement of cylinder	-	8 in-line
Rated engine speed	min ⁻¹	1000
Ignition	-	Spark plug with pre-chamber
Compression ratio	-	12.0
Rated power	MW	1.6
BEMP	bar	21
Engine efficiency	%	45 with ISO 3046-1
NOx emission	ppm	50 @O ₂ =15%

Table 1 Engine specification and performance

+ 노기철(STX 종합기술원 연소성능팀), E-mail:pivboy@onestx.com, Tel: 055)210-3385

1 설동일 STX 종합기술원 연소성능팀

2 허경미 STX 종합기술원 연소성능팀

3 김세훈 STX 종합기술원 연소성능팀