

# 표면효과 비행선용 엔진제어기 설계 Design of Engine Control Unit for Wing in Ground Effect Ship

\*문유현<sup>1</sup>, #고국원<sup>2</sup>, 강국진<sup>3</sup>

\* Y.H.Moon<sup>1</sup>, #K.W.Ko(kuksauto@hanmail.net)<sup>2</sup>, K.J.Kang<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 선문대학교 제어계측학과, <sup>2</sup> 선문대학교 제어계측학과, <sup>3</sup> 한국해양연구원

Key words : Wing in Ground Effect ship, Engine control Unit,

## 1. 서론

일반적으로 항공기에서는 1,000 마력급 추진시스템에는 터보프롭엔진을 사용하고 있다. 그러나, 소형 항공기나, 해상에서 운항되는 위그선에 적용하기에는 터보프롭엔진이 고가이면서 유지·보수에 많은 비용이 소요되므로 경제성이 떨어진다. 따라서 소형 항공기 또는 소형 위그선에는 가솔린엔진이 적합한 것으로 판단되며, 배기량 6,000cc 이상의 기존 가솔린 엔진에 과급기를 부착하여 항공기의 이륙에 필요한 1,000 마력 이상의 성능을 가질 수 있도록 엔진을 구성하고 이를 제어하기 위한 제어기의 개발이 필요하다. 본 연구에서는 1000 마력급 엔진을 제어하기 위한 제어기에 설계에 대해서 살펴보도록 한다.

## 2. 엔진 구성

### 2.1 기초 엔진 선정

고마력을 내기 위한 기초 엔진은 그림 1 과 같이 8000cc 급의 자연흡기 Big block 엔진을 선정하였다. 배기량은 엔진에 직접적인 영향을 미치므로 고배기량의 엔진을 선정하면 쉽게 원하는 마력을 올릴 수 있지만, 8000cc 이상의 가솔린 엔진이 생산되지 않으며, 항공용으로 사용하기에는 엔진이 무거워져 항공기 전체의 효율이 떨어질 수 있다.



Fig.1 6000cc big block base engine

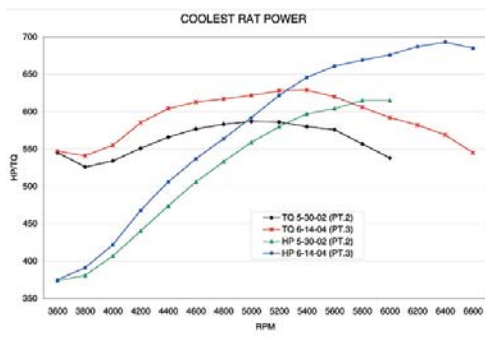


Fig 2. Performance graph of base engine

그림 1 은 기초엔진으로 선정된 8000cc 급의 엔진의 사진을 나타낸다. 이 기초 엔진의 출력은 그림 2 에서 나타

난 바와 같이 550~650 마력의 성능을 보이고 있다. 엔진은 알루미늄소재로 블락이 제조되어 약 180kg 의 무게를 가진다.

### 2.2 과급기 및 열교환기의 선정

엔진의 성능을 높이기 위한 과급기는 크게 배기가스를 에너지를 이용하는 터보차저와, 엔진의 크랭크축에서 회전 에너지는 슈퍼차저로 크게 나눌 수 있다. 기초엔진으로 선정된 엔진이 자연흡기 엔진이므로 터보차저를 사용하여 과급할 경우 과급의 효과가 뛰어나지만, 배기 온도의 지나친 상승으로 배기 밸브 및 냉각 계통의 추가 보완이 필요하다. 하지만, 초기 개발선의 경우 요구 출력이 변할 수 있으므로 출력의 조절이 편한 과급기를 사용하였다.

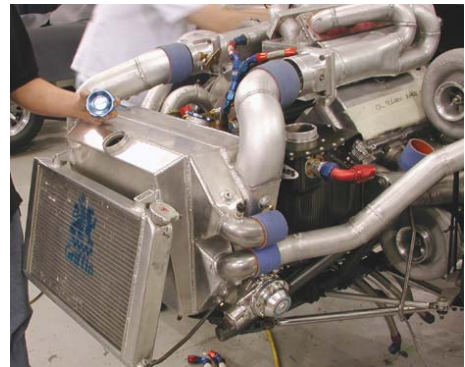


Fig. 3 Intercooled turbocharger engine

과급기는 공기를 압축하므로 공기의 온도가 올라가져 밀도가 낮은 공기가 엔진에 공급되므로 엔진에 공급되는 공기를 냉각하기 위한 별도의 열교환기가 필요하다.

## 3 엔진 제어기 구성

본 연구에서는 1000 마력급에 대응할 수 있는 8 실린더를 안정적으로 제어하기 위한 연료분사시기와 점화시기 등의 조정 및 구동 설정치의 변경을 위한 프로그램과 엔진 구동 시 주변장치의 제어를 위한 릴레이와 엔진의 RPM 측정을 위한 부분, 크랭크 각을 측정하기 위한 부분, 상태 모니터링을 위한 부분, 자기진단기능 및 상태 저장을 위한 부분 등과 흡입공기 온도센서, 냉각수 온도센서, 산소센서 등의 신호 수집부와 Rs232 통신부로 구성되어 있다. 그림 4 는 구현된 제어기를 보여준다.

또한 회전각 검출 센서는 디지털 검출 방법 과 아날로그 검출 방법이 있고, 센서로는 Hall Type 과 Inductive 타입이 있다. 본 제어기는 이와 같은 두 가지 방식 모두 지원 가능하도록 설계되었다.

엔진의 회전각 검출 방식은 가솔린 엔진에서 보편적으로 이용되고 있는 60-2, 30-2, 4-1 방식을 지원 가능토록 설계 되어 있고 이로 제어된다.

크랭크 앵글 및 1번 실린더의 상사점을 검출하기 위한 캠 센서의 신호는 Input Capture 핀에 연결되어 신호의 Falling Edge 간의 시간과 신호의 개수를 검출하여 엔진의 회전수 및 회전각을 검출 및 제어한다.

공연비의 측정에는 NTK사의 L1H1의 Lamda Sensor를 사용하였다. 상기 센서는 아날로그 형태여서 AD 변환을 이용하고 검출된 값을 이용하여 배기가스의 감소와 연료 소비율을 높이도록 제어 알고리즘을 구성하였다.

사용된 CPU는 Renesas사의 SH7055를 사용하였다. RISC 구조로 현재 Hitachi사에서 주로 사용되고 있다.

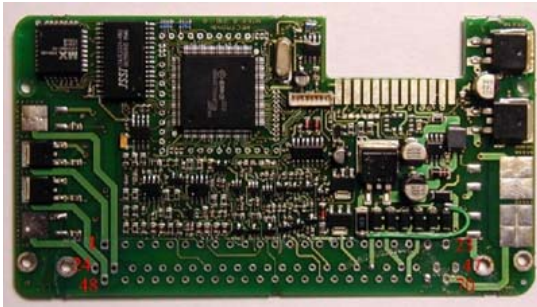


Fig. 4 Developed Engine control unit

엔진 이상에 경보 알람은 냉각수 온도과열 및 수위저하, 윤활유 압력 감소와 고온, 엔진 회전수의 과다 및 예진 정지 등의 상황이 발생했을 시에 적용되고 이와 같은 상황 발생 시에 제어기는 사용자에게 이러한 경고를 알려주도록 이상 경고등을 점등하며, 각종 상황에 대한 엔진 데이터는 내부의 EEPROM에 저장되어 나중에 어떤 조건에서 상황이 발생되었는지를 알려주도록 설계되어있다.

Table 1. Alarm table

구분	내용	발생 표시	변경위치	Idle 운전	System 정지	대리인 표시
모든 상황	1. 냉각수 온도	100도 이상	○	○	○	
		110도 이상	○	○	○	
	2. 냉각수 수위 저하	Level 스위치	○	○	○	
	3. 윤활유 압력	0.5 bar 이하	○	○	○	
	4. 윤활유 온도	Level 스위치	○		○	
	5. 윤활유 온도	120도 이상	○		○	
	6. 과속도	설정치 110% 이상	○		○	
	7. 비상정지	비상정지시	○	○		○
8. 엔진실의 온도	설정치 이상	○			○	

그림 5는 개발된 ECU의 calibration을 위한 화면으로 window에서 실행되도록 GUI를 구성하였다. GUI에는 엔진 내부의 각종 3D/2D 데이터들을 쉽게 표시할 수 있도록 olectra chart를 사용하여 표시하였다. 각 데이터들의 크기를 color로 표시함으로써 쉽게 데이터의 알 수 있도록 구성하였다.

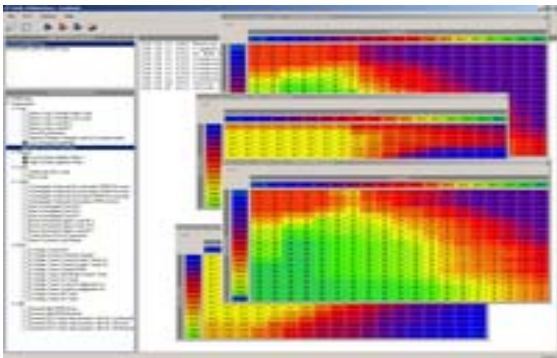


Fig. 5 GUI calibration image

1000hp의 성능을 내기 위해서는 80kg.m의 이상의 토크가 발생되므로 적합한 개발 환경 및 엔진 다이내모의 선정이 중요하다.본 연구에서는 water brake 방식의 다이내모를

사용하여 1000hp의 성능을 위한 시험 장치를 구성하였으며, 개발된 엔진 제어기의 성능 검증을 위해서 다이내모에 장착된 사진을 보여주고 있다.

현재 테스트와 각종 캘리브레이션 작업을 수행하고 있으며, 내구성 테스트도 함께 진행하고 있다.



Fig. 6 Dyno tested Engien and ECU

#### 4. 결론

본 연구에서는 표면효과 비행선에 사용되는 1000hp급 고성능 엔진을 위한 제어기 구성에 대하여 서술하였다. 본 연구에서 서술한 항공기용 엔진과 제어기의 개발이 성공적으로 된다면, 터보프롭의 엔진을 대체하여 소형 항공기 및 Wig 선에 적용하여 경제성을 높일 수 있을 것으로 생각된다. 또한, 국내 기술 자립도를 높여서 수입 대체 효과도 기대한다. 그러나, 국내 대형 가솔린 엔진이 없으므로 사용한 기초 엔진이라는 단점이 있지만, 향후에는 국산 대형 디젤 엔진을 사용하여 이러한 단점을 극복하려고 하며, 여기에 적합한 제어기를 개발할 계획이다.

#### 참고문헌

1. Renesas SH2 7055F CPU manual
2. 정태균, 골든벨, "ECU를 내손으로 만들자"
3. 김대열, 오토테크, "자동차 전자 제어 엔진튜닝"
4. YANMAR Diesel Engine Co. Ltd. website.
5. 불꽃 점화 기관에서의 최적 점화 시기 피드백 제어 방식 (1): 최적 점화 시기와 최대 연소압 크랭크각과의 관계 / Kawai,M.; Kono,M.; Ishii,K.; Fujii,I
6. 불꽃 점화 기관에서의 최적 점화 시기 피드백 제어 방식 (2): 최적 점화 시기와 최대 연소압 크랭크각과의 관계 / Kawai,M.; Kono,M.; Ishii,K.; Fujii,I
7. 점화 시기 보정 제어에 의한 자동차 가속 응답 특성의 가변화 / Shioya, M.; Sekozawa, T.
8. 최적 점화 시기의 열역학적 해석 (4): 출력 과정의 냉각 손실 및 배기 손실과 점화 시간의 관계 / Yoshida,M.
9. 실험 데이터와 컴퓨터 시뮬레이션을 이용한 스파크 점화 엔진의 바이오 가스 연소의 분석 / Ladommatos, N.; Gould, J.; Stone, C.R.