

## 액체로켓엔진의 공압류 라우팅 개념 설계

김옥구\*<sup>†</sup> · 박순영\* · 정은환\*

# Conceptual Design of Pneumatic System Routing for Liquid Rocket Engine

Okkoo Kim\*<sup>†</sup> · Soonyoung Park\* · Eunhwan Jung\*

### ABSTRACT

The liquid rocket engine determines the routing of the component placement and layout by adapted the cycle method, the hardware configuration, the gimbal type on the functional implementation, and so on. In this paper, the conceptual routing of major pneumatic lines such as helium (He) supply pneumatic line for driving, many purge pneumatic line and main ignition line based on the main components installed in the liquid rocket engine was performed

### 초 록

액체 로켓 엔진은 채택되는 사이클, 하드웨어 구성, 기능 구현상의 짐벌 타입 등에 의해 구성품 배치와 레이아웃의 라우팅이 결정된다. 본 논문에서는 액체로켓엔진에 장착되는 주요 구성품을 기준으로 구동을 담당하는 헬륨(He) 공급 공압라인, 각종 퍼지 공압라인, 주 점화라인 등의 주요 유공압라인의 개념 라우팅을 수행하였다.

Key Words: KSLV-II(한국형발사체), Liquid Rocket Engine(액체로켓엔진), High Pressure Pipe(고압 배관), Assembly Process(조립 공정), System Assembly(조립 부품), He feeding line(헬륨 공급라인), Purge line(퍼지라인)

### 1. 서 론

발사체용 액체 로켓 엔진은 채택되는 사이클, 하드웨어 구성, 기능 구현상의 짐벌 타입 등에 의해 구성품 배치와 레이아웃의 공압류 튜빙 라우팅이 결정이 된다[1].

공압류 라우팅은 중요부품의 특성과 운동성, 각종 개폐밸브 및 제어밸브, 고압 배관, 구동용 슬레노이드 밸브 등의 배치에 따라 튜브의 연결 라우팅 형상이 결정이 된다. 또한, 이 공압류 라우팅은 엔진 부품을 연결하는 SA (System Assembly)부품과 함께 엔진을 더욱 더 견고하게 연결해 주는 기능을 제공하기도 한다.

공압류 라우팅 형상은 부품의 특성과 배치에 따라 밀접하게 연결되기도 하지만, 연결 라우팅

\* 한국항공우주연구원 발사체엔진팀

† 교신저자, E-mail: target23@kari.re.kr

설계 시 하드웨어적으로 반드시 고려해야 할 사항이 여러 가지가 있다. 예를 들어 라우팅의 3차원 형상의 확인, 구성품 부품간의 인터페이스 확인, 구성품의 최적화된 배치와 형성될 방향성 체크, 형상 구현 시 조립성 체크[2], 튜빙의 형상에 따른 조립 형태의 결정, 조립 및 분해 프로세스 개념 등이 3차원 레이아웃 및 공압류 튜빙 라우팅 설계 시 고려되어야 한다[3].

본 논문에서 부품 특성과 설계 고려 사항을 기준으로 채택한 엔진 구동 방식에 대하여 구성품의 구동을 위한 헬륨(he) 공급 튜빙 라인과 점화를 위한 점화라인, 각종 퍼지 라인 등을 배치되어 있는 주요 구성품 기준으로 튜빙 라우팅 설계를 수행 하였다.

## 2. 엔진 유공압류 라우팅 설계

엔진 구성품 레이아웃[4] 및 공압류 튜빙 라우팅 설계 시 선행으로 고려되어야 할 요소는 추진제를 공급하는 2가지 주요 고압 배관(산화제, 연료)의 라우팅 설계 형상과 짐벌 구동 방식의 운동 정의이다. 본 연구에서는 가스발생기 사이클 추진제 공급 방식으로 배치되어 있는 주요 구성품을 기준으로 공압 라우팅을 개념적으로 설계 하였다.

Fig. 1 에는 배치된 구성품과 짐벌 방식을 고려한 공압라인의 연결 상태를 보여주는 엔진 스키메틱을 나타내었다.

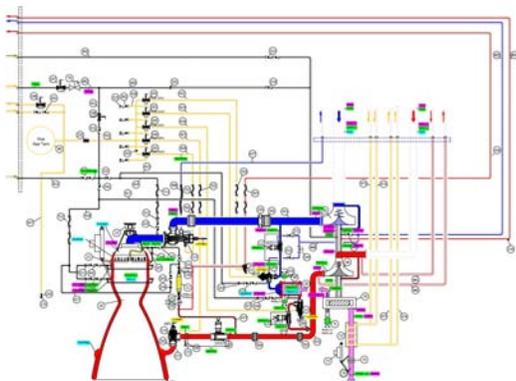


Fig. 1 Schematic of 75 tonf Liquid Rocket engine

### 2.1 점화라인 튜빙 라우팅 설계

엔진 구성품 배치 후 가장 먼저 결정되어야 하는 설계는 추진제 공급용 고압배관 라우팅 형상이다. 연소기에 추진제(산화제, 연료)를 공급하기 위해 필요한 고압 배관은 추진제 공급 및 차단에 관련된 주요 구성품의 레이아웃이 확정된 후 라우팅 설계가 이루어져 엔진 내에서 자리를 잡아한다. 이에 따라 주배관의 확정 후에 엔진을 점화 시키는 주요 점화 라인의 라우팅 설계와 점화 관련 TEAL 카트리지의 배치가 함께 설계 하였다. 그림 2에는 주 고압배관 형상 설계 후 배치된 TEAL 카트리지와 그에 따른 설계된 점화라인 라우팅을 보여준다.

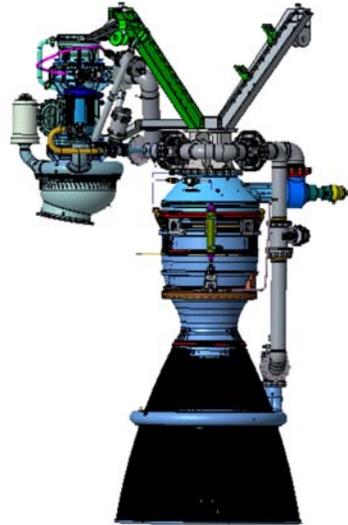


Fig. 2 Routing design of Ignition line

### 2.2 밸브 구동용 헬륨(He) 공급 라우팅 설계

점화라인 설계 다음으로 진행해야 할 라우팅 설계는 밸브 구동용 헬륨(He) 공급 라우팅 설계이다. 메인 밸브를 구동하는데 있어서 가장 중요한 것은 구동용 공급 공압 라인이다. 그러나 구동을 제어해 주는 것은 솔레노이드 밸브가 작동 유체를 공급량을 제어해 주는 때문에 밸브 구동용 공급 라인을 설계 시 솔레노이드 밸브의 배치를 고려하여 라우팅 설계를 수행하여야 한다. 그림 3에는 설계된 메인 개폐밸브의 구동을

위한 헬륨(He) 공급 라인 라우팅 설계와 솔레노이드 밸브의 배치(상부)를 나타내었다.

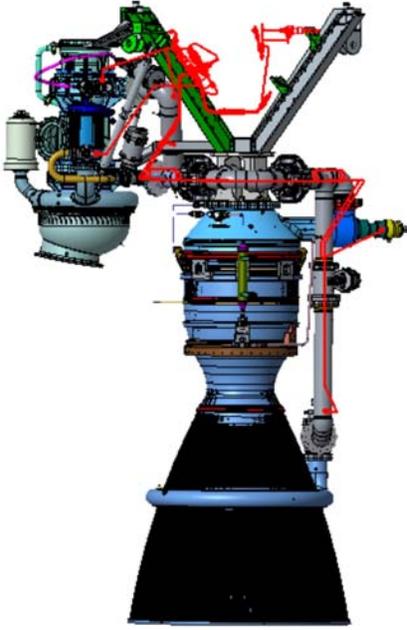


Fig. 3 Routing design of He feeding line and location of Sol-Valve

### 3. 결론 및 향후 계획

본 연구에서는 액체로켓엔진에서 추진제 공급에 필요한 핵심 구성품의 초기 위치를 선정한 레이

아웃 설계 후 공간 및 기능을 고려한 접화라인과 밸브 구동용 헬륨(He) 공급라인 라우팅을 수행하였다. 공압류 튜빙 라우팅 설계에서 가장 중요시 되는 것을 선행으로 개념적으로 라우팅 설계를 수행하였는데, 향후에는 본 논문에서 소개된 2가지 라우팅과 작동 후 배출하는 Drain 공압 라인과 엔진 구동 시 같이 작동하는 IPS 퍼지 및 연소가 이루어지는 곳의 퍼지 라인 등 다수의 입출력 공압류 튜빙에 대한 설계가 개념적으로 함께 이루어져 위치적, 공간적, 기능적, 조립적 측면에서 다양한 검토가 이루어져 라우팅 설계가 되어야 할 것으로 판단된다.

### 참고 문헌

1. 임태규, 이상복, 노태성 “액체로켓엔진 부품의 배치에 따른 성능해석,” 한국추진공학회 추계학술대회, 2012, pp.78-82
2. "Fastrac 60K Engine Operations and Maintenance Manual Vol. V: Servicing Procedures," MSFC-MNL-2762, July 1999
3. 류철성, 정용현, 오명환, 남경오, 문중훈, 설우석, “액체로켓 엔진시스템 배치 및 조립에 관한 연구,” 한국추진공학회지, 제8권 4호, 2004, pp.102-108
4. 김옥구, 유제한, 박순영, 정은환 “75톤급 액체로켓엔진 구성품 레이아웃 설계,” 한국추진공학회 추계학술대회, 2016, pp.102-106