

# GOx/PE 하이브리드 로켓의 포트 직경에 따른 연소특성 연구

최재성\* · 허환일\*\*

## Study on Combustion Characteristic of GOx/PE Hybrid Rocket According to Port Diameter

Jaesung Choi\* · Hwanil Huh\*\*

### ABSTRACT

In this study, we analyze the combustion characteristic of GOx/PE hybrid rocket, by changing port diameter of the propellant. To study combustion characteristics of hybrid rocket, GOx is used for oxidizer and PolyEthylene is used for solid propellant. Regression rate and O/F ratio of the rocket is measured and presented.

### 초 록

본 연구에서는 하이브리드 로켓 추진제의 단일 포트에서 포트 직경 변화에 따른 연소특성을 연구하였다. 하이브리드 로켓 연소실험에 사용한 추진제로는 PolyEthylene, 산화제로는 기체 산소를 사용하였다. 포트 직경의 변화에 따라 후퇴율 특성과 O/F ratio를 분석하였다.

Key Words: Hybrid Rocket(하이브리드 로켓), PE(PolyEthylene), GOx(기체 산소), Regression Rate(후퇴율), O/F Ratio(공연비)

### 1. 서 론

하이브리드 로켓은 고체연료와 액체(기체) 산화제가 이원화되어 사용됨으로써 성능면에서 고체 로켓보다는 높고 액체로켓과는 견줄만한 성능을 가지고 있으며 폭발의 위험성이 없어 선진국을 중심으로 활발히 연구가 진행되고 있다.

본 연구에서는 이러한 하이브리드 로켓의 단일 포트에서의 포트 직경 변화에 따른 연소특성

을 후퇴율과 O/F ratio의 측정을 통하여 분석하였다.

### 2. 본 론

#### 2.1 하이브리드 로켓 실험장치 구성

본 연구에서 사용되어지는 하이브리드 로켓은 연소실 압력 100 psi, 추력 50 N급으로 스텝 모터(steping motor)와 니들밸브(needle valve)를 결합하여 산화제의 유량을 제어할 수 있도록 설계 제작하였다. 또한 점화 장치로는 부탄가스와의 점화 플러그를 통해 구성하였다[1].

\* 학생회원, 충남대학교 대학원 항공우주공학과

\*\* 종신회원, 충남대학교 항공우주공학과  
교신저자, E-mail: hwanil@cnu.ac.kr

## 2.2 실험 방법

실험은 기체산소와 고체 추진제인 PE(polyethylene)를 사용하였다. 스텝모터의 스텝 수 증가를 통해 산화제 유량을 증가시키면서 각 추진제의 연소 전·후의 추진제 포트직경 변화를 측정하였다. 산화제 유량 및 추진제의 소모량을 통해 공연비와 추진제의 후퇴율을 측정하고 연소특성을 비교 분석하였다. 실험에 사용된 추진제의 밀도, 그레이인의 길이 및 초기 포트 직경을 Table 1에 정리하였다.

Table 1 산화제와 추진제의 물성치

Oxidizer		Gas Oxygen
Fuel	종류	PE
	밀도	951 kg/m <sup>3</sup>
Grain length		180 mm
Port diameter		15, 25 mm

## 2.3 추진제 별 후퇴율 특성 분석

Figure 1은 추진제의 포트 직경을 각 15, 25 mm일 때 산화제의 단위 면적당 질량 유량 증가에 따른 후퇴율의 변화를 나타내었다.

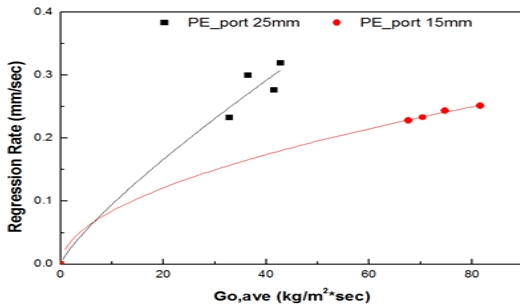


Fig. 1 산화제 질량 유속에 따른 포트 직경별 후퇴율

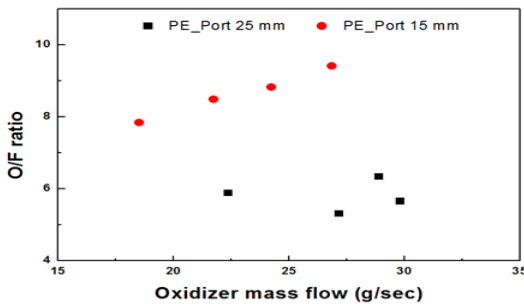


Fig. 2 산화제 질량 유속에 따른 포트 직경별 공연비

포트 직경 변화에 따라 후퇴율의 차이가 나타남을 확인하였으며 그에 따른 O/F ratio를 Fig. 2에서 나타내었다. 포트 직경이 커짐에 따라 후퇴율이 증가되는 경향을 파악할 수 있다. 이는 연료의 포트 직경이 커짐에 따라 '그레이인 표면적이 증가함에 따른 후퇴율이 감소하게 된다'라는 사실[2]과 반대되는 결과가 나타났다. 이러한 원인을 분석하면 O/F ratio를 보면 포트 직경이 15 mm일 때의 O/F ratio가 25 mm보다 크게 나타남을 확인할 수 있다. O/F ratio가 높다는 것은 산소가 효율적으로 연소에 영향을 미치지 못하였다는 것을 나타내는 것으로 포트 직경이 작아짐에 따라 국부연소가 발생하여 효율적인 연소가 이루어짐에 따라 산화제 과잉 현상이 일어나고 있음을 확인할 수 있다.

## 3. 결 론

본 연구에서는 하이브리드 로켓의 추진제 포트 직경 변화에 따른 후퇴율 변화 및 O/F ratio 변화를 분석하였다. 포트 직경 변화에 따른 후퇴율의 차이는 국부연소로 인한 산화제 과잉 현상으로 인하여 효율적으로 연소에 영향을 미치지 못함으로써 후퇴율의 차이가 나타남을 확인하였다.

## 후 기

“이 논문은 2010년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(2010-0017045).”

## 참 고 문 헌

- 이용우, 강완규, 허환일, “GO2/PE 하이브리드 로켓의 추력제어를 위한 시스템 설계 및 기초실험,” 한국추진공학회지, 제14권 제1호, 2010, pp.40-47
- 이정표, 조정태, 김기훈, 김수중, 김학철, 우경진, 문희장, 성홍계, 김진곤, “하이브리드 로켓에서의 연료포트 직경에 따른 연소특성에 관한 연구,” 한국추진공학회 추계학술대회, 2008