

저기압-고산소 환경에서 불활성기체 치환에 따른 열관성이 낮은 고체연료의 화염전파 특성

권행준* · 박현지* · 양호동** · 박설현*†

Flame Spread Characteristics of the Material with Low Thermal Inertia at Reduced Pressures-High Oxygen

Hangjune Kwon*, Hyeonji Park*, Hodong Yang**, Seulhyun Park*†

유인 우주선이나 우주 발사체는 고도가 높아짐에 따라 대기압이 낮아지는 환경에서 비행하게 된다. 따라서 대기압이 감소하는 환경에서 화염전파 특성에 대해 연구하는 것은 높은 고도에서의 화재사고를 예방하기 위해서 진행되어야 한다. 또한 유인 우주선이나 우주 발사체는 높은 추진력을 얻기 위해 액체산소를 산화제로 사용하는데 산화제 라인에서 진동, 발사충격 등으로 인해 누설이 있을 시 체적이 약 100배 이상 팽창하게 되고 이로 인해 발사체의 동체 내부는 고산소 환경이 될 수 있고 점화원이 존재 할 시 화재사고가 발생 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 대기압이 감소하고 산소의 농도가 높아진 환경에서 연구를 진행 하였다.

위와 같은 실험 조건에서 화염전파속도를 계산하기 위하여 약 0.1atm 까지 감압이 가능한 챔버를 제작하여 진공펌프를 이용해 대기압이 감소하는 환경을 구현 하였다. 고압 가스 LINE 과 챔버에 부착된 압력 게이지를 읽어 챔버 내부 대기 조성을 돌턴의 분압법칙을 이용하여 산소 농도를 21% ~ 40% 상태로 구현 하였다. 또한 니크롬선 점화기를 제작하여 챔버 내부에 배치하여 고체연료인 광학섬유에 점화가 이루어지게 하여 실험을 진행 하였다. 챔버에는 화염이 전파하는 모습을 가시화 할 수 있는 4개의 광학창을 가지고 있고 CCD카메라를 이용하여 화염이미지를 획득 하였다. 아래 Fig 1 은 본 연구에서 사용된 실험장치 개략도 이다.

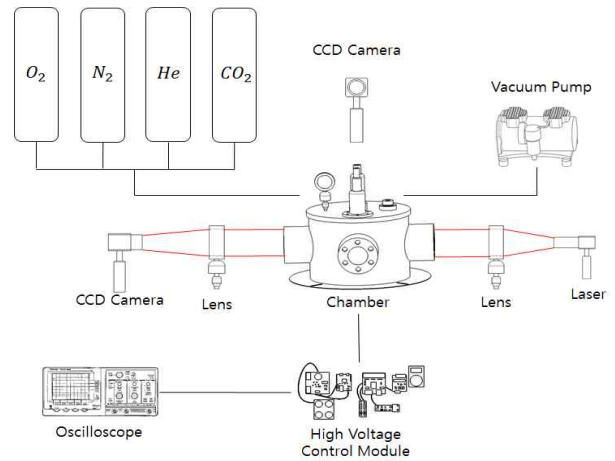


Fig. 1 Schematic diagram of experimental set up

아래 Fig 2는 CCD 카메라를 이용하여 획득한 화염 이미지 이다. 실험 조건은 대기압 0.5 atm 공기조성은 O_2 : 30% 각각 불활성기체 70% 환경이다.

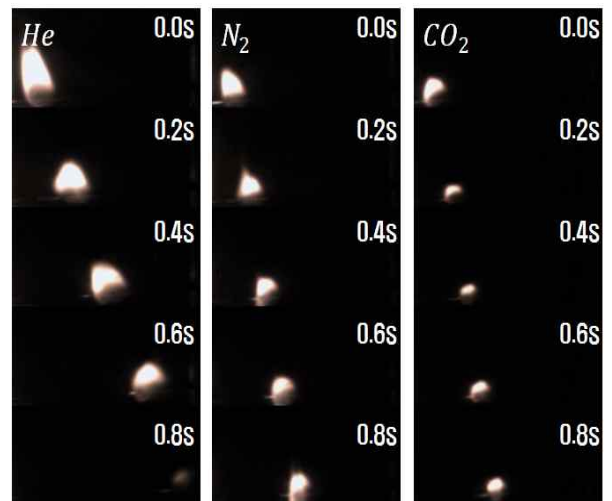


Fig. 2 Flame Spread Image

* 조선대학교 기계시스템 공학과
 ** 조선이공대학교 자동차과
 † 연락처, isaac@chosun.ac.kr
 TEL : (062)230-7174 FAX : (062)-230-7171

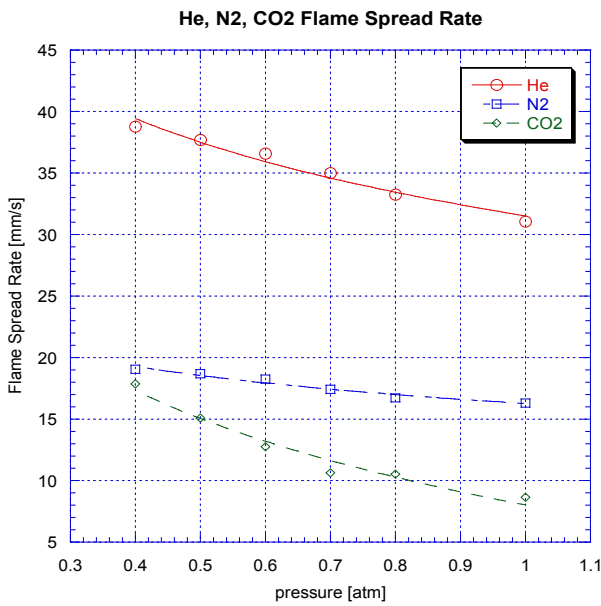


Fig. 3 Flame Spread Rate

위 Fig 3 은 압력 변화 · 불활성기체 치환에 따른 화염 전파속도 그래프 이다.

실험결과로 화염 전파 속도는 압력에 반비례하고 반응성이 적은 He 기체를 불활성기체로 사용하였을 때 가장 빨랐다. 반면에 비열이 큰 CO₂기체를 불활성 기체로 사용 하였을 때 화염 전파 속도는 가장 느렸다.

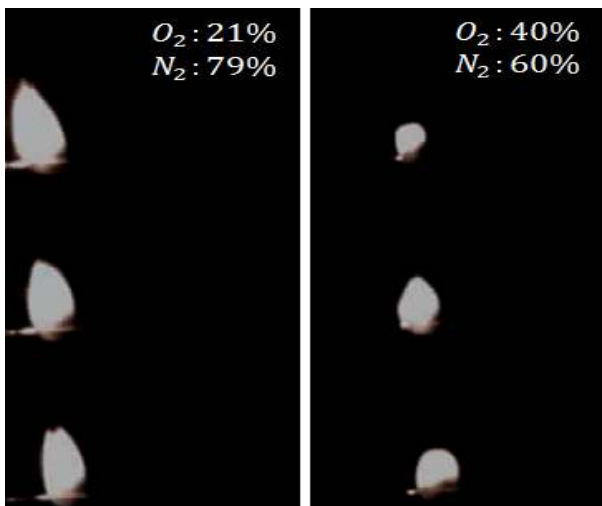


Fig. 4 Flame Spread Image

위 Fig 4 는 실험 조건 대기압 0.5 atm 공기 조성 O₂ : 21% N₂ : 79%, O₂ : 40% N₂ : 60% 환경에서 점화하여 획득한 이미지이다. 산소 분압이 높을수록 화염의 크기는 더 작아지는 경향을 확인 하였다.

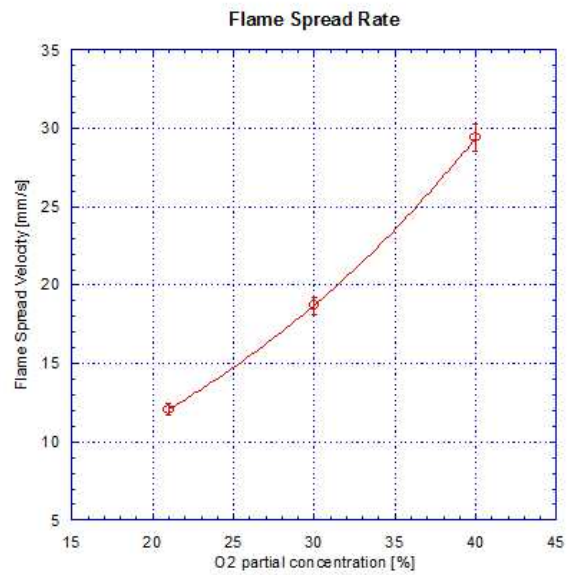


Fig. 5 Flame Spread Rate

위 Fig 3 은 산소 분압 변화 별 화염 전파속도 그래프 이다.

실험결과로 화염 전파 속도는 산소의 분압이 높아질수록 빨라지는 경향을 확인하였다.

후 기

이 논문은 2015년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(no.2014R1A1A1002184).

참고 문헌

- [1] S. H. Park and C. H. Hwang, "Overview of Fire Safety onboard International Space Station(ISS) : Characteristics of Flame Ignition, Shape, Spread, and Extinction in Microgravity", Journal of The Korean Society of Combustion, Vol. 17, No. 4, pp. 21-29 (2012).
- [2] Nakamura, Yuji, Yoshimura, Nobuko, Ito, Hiroyuki, Azumaya, Keisuke and Fujita, Osamu, "Flame spread over electric wire in sub-atmospheric pressure", Journal of The Proceedings of the Combustion Institute, Vol. 32, No. 6, pp. 2559-2566 (2009).