

초고속 슬리렌 기법을 이용한 전선을 통해 전파하는 화염 내부의 녹은 폴리에틸렌의 가시화

임승재* · 김민국** · 박정***† · 정석호**** · Osamu Fujita*****

Visualization of Molten Polyethylene inside Spreading Flame over Electrical Wire by Using High Speed Schlieren Technique

Seungjae Lim*, Minkuk Kim**, Jeong Park***†, Sukho Chung****, Osamu Fujita*****

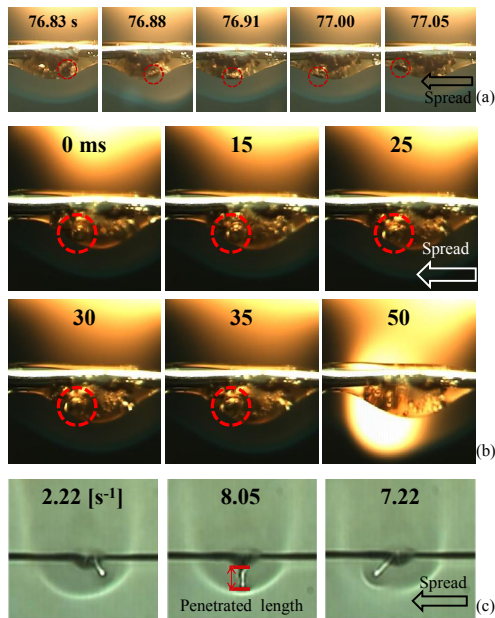


Fig. 1 Visualization of Marangoni convection, bursting of vapor bubbles, and fuel-vapor-jet

전선을 통해 전파하는 화염에는 여러 가지 흥미로운 현상들이 있다. 이 중에서 화염안의 녹은 폴리에틸렌은 전선을 통해 전파하는 화염의 화염 전파속도에 영향을 미치는 요소 중 하나로서 녹은 폴리에틸렌에서 일어나는 현상에 대한 이해는 전선을 통해 전파하는 전선화염에 대한 연구에 필수적이다. 녹은 폴리에틸렌 안에서는 마랑고니

대류, 연료 제트, 연료 거품의 생성 및 터짐 등 다양한 현상이 일어난다. 하지만 녹은 폴리에틸렌에서 일어나는 이러한 현상들은 크기가 작고 매우 짧은 시간동안에 일어나기 때문에 비디오 카메라와 같이 일반적으로 사용되는 촬영장비로는 이러한 현상들에 대한 관찰이 어렵다. 또한 Fuel vapor jet은 기화된 폴리에틸렌의 분출이기 때문에 이 또한 촬영하기가 쉽지 않다. 그러나 초고속 카메라와 슬리렌 기법은 이러한 어려움을 해결할 수 있는 방법으로 일반적인 카메라로 촬영하기 힘든 이러한 현상들을 포착하는 데에 적합하다. 초고속 카메라는 짧은 시간동안 일어나는 현상에 대한 가시화를 가능하게 하며, 슬리렌 기법은 매질에서의 빛의 굴절률 차를 이용해 기체의 밀도차를 가시화한다.

Fig. 1은 전선을 통해 전파하는 화염의 내부에 존재하는 녹은 폴리에틸렌을 촬영한 사진들이다. Fig. 1(a)과 (b)는 녹은 폴리에틸렌의 모습을 초고속 카메라로 촬영한 이미지이다. 화염이 전파하는 동안 기연측(Burnt side)과 미연측(Unburned side)사이의 온도차로 인해 녹은 폴리에틸렌에 온도구배가 생기게 된다. 이로 인해 표면장력의 변화가 생겨 마랑고니 대류가 일어나게 되는데, Fig. 1(a)는 이로 인해 발생하는 녹은 폴리에틸렌 내부의 그을음(Soot)의 움직임을 확인할 수 있다. 그리고 녹은 폴리에틸렌의 내부에서는 연료 거품이 생기게 되는데, Fig.1 (b)는 시간에 따른 연료 거품의 성장을 보여준다. 그리고 연료 거품이 터져 녹은 폴리에틸렌 밖으로 연료 제트가 발생하게 되는데, 이러한 연료 제트의 모습을 초고속 슬리렌 기법을 이용하여 Fig. 1(c)에 나타내었다. 연료 제트의 속도는 $1.16 \pm 0.28 \text{ m/s}$ 였으며, 길이는 약 3.5mm로 측정되었다.

후 기

본 연구는 한국연구재단의 우주핵심기술개발사업으로부터 지원을 받아 수행되었습니다.

* 부경대학교 의생명융합공학협동과정
** 한국기계연구원 환경에너지기계연구본부
*** 부경대학교 기계공학과
**** KAUST, Clean Combustion Research Center
***** Hokkaido University, Division of Mechanical and Space Engineering
† 연락처, jeongaprk@pknu.ac.kr
TEL : (051) 629-6141 FAX : (051) 629-6126