

11. 학사논문 지도교수: 윤 영 빈

11-1. 메탄 연료를 활용한 차세대 액체로켓의 특성과 연구동향

11-2. 합성가스 가스터빈의 연소기 특성 해석

11-3. 고속 PIV(Particle Image Velocimetry) 계측기법을 활용한

연구동향과 그 응용

11-1. 메탄 연료를 활용한 차세대 액체로켓의 특성과 연구동향

현재까지의 우주발사체 개발은 성능향상이 주요한 목적이었다. 하지만 20 세기 말부터는 운용 비용의 절감, 신뢰성의 향상 친환경성이 주요한 이슈로 대두되면서, 친환경적이 저렴한 추진제 개발에 대한 연구가 집중되고 있다. 이러한 친환경 추진제로 주목을 받고 있는 추진제로는 액체메탄을 예로 들 수 있다.

액체 메탄의 경우 현재 주요 발사체 엔진의 주된 연료인 액체수소와 케로신의 중간적인 특성을 가지고 있다. 두 연료에 비해 상대적으로 고 비열, 친환경성, 취급용이성, 경제성 등 다양한 장점을 갖는 장점으로 인하여 여러 국가에서 활발한 연구가 진행되고 있다.

한국은 2008 년 벤처기업 C&Space 에서 액체산소와 액체메탄을 사용해 50 회 정도 재사용이 가능한 메탄 로켓엔진 CHASE-10 을 국내기술력으로 개발하여 연소 시험에 성공하였다. 이 시험은 NASA 에 이어 두 번째 성공이며, 최대 500kg 의 화물을 싣고 300km 상공까지 올라갈 수 있는 것으로 알려졌다.

미국의 경우 2005 년 NASA 의 LSAM(Lunar Surface Access Module)의 엔진으로 액체메탄의 사용을 추천하면서 활발한 연구가 진행되고 있다. 현재까지의 액체메탄 엔진의 발사 실적은 전무하나, 액체메탄 엔진의 연구는 달 탐사뿐 아니라 미래의 화성탐사 등에서 현지 자원을 이용할 가능성을 고려한 것이다. 따라서, 액체메탄 추진제를 이용한 로켓 엔진의 세계적 동향 조사 및 앞으로의 발전 가능성에 관한 사전 연구를 수행하고자 한다



그림 1 Aerojet RCS methane engine (미국)



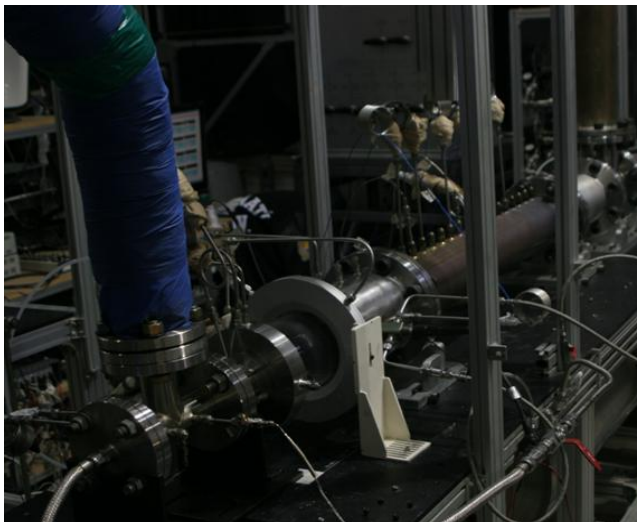
그림 2 C&Space 사의 CHASE-10 (한국)

11-2. 합성가스 가스터빈의 연소기 특성 해석

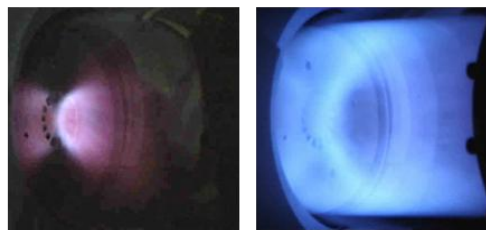
가스터빈은 왕복기관에 비하여 간단한 구조를 가지며 복합 열병합 발전과 같은 방식을 통하여 높은 효율을 낼 수 있다는 장점으로 인하여 난방, 발전 그리고 각종 추진 부문에 이르기까지 광범위하게 사용되고 있다. 환경문제가 대두됨에 따라 가스터빈 구동 시 발생하는 NOx와 같은 배기배출물 규제 및 지구온난화에 협약으로 인한 CO₂ 배출량에 대한 논의가 활발해지고 있다.

이론 공연비 보다 공기를 과하게 공급한 저 당량비 상태에서 가스터빈을 구동하여 NOx배출량을 줄이는 희박 예혼합 가스터빈 연소기가 개발되어 사용되고 있으며 CO₂ 배출량 저감을 위한 CCS(Carbon capture and storage)기술 적용이 용이한 합성가스를 이용한 가스터빈 발전 플랜트에 대한 연구가 전세계적으로 진행되고 있다. 국내에서도 태안 화력발전소에서 합성가스를 이용한 380MW급 IGCC(Integrated Gasification Combined Cycle) 플랜트 건설이 예정되어 있으며 향후 우리나라에 매장된 석탄을 이용한다는 측면에서도 합성가스를 이용한 가스터빈에 대한 연구가 필수적이다.

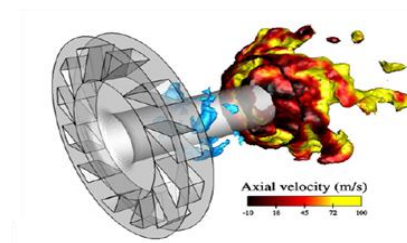
본 실험실에서는 합성가스를 이용한 연소실험설비 구성을 완료하였으며 이를 통하여 연료조성의 변화에 따른 연소특성에 대한 연구를 진행할 예정이며, 이 결과를 상용프로그램을 이용한 전산해석 결과와 비교할 예정이다. 상기와 같은 과정을 통하여 실험 결과와 해석결과를 종합적으로 분석 하여 모형 가스터빈 연소기의 합성가스에 대한 연소특성 파악을 진행하고자 한다.



(a) 모형 합성가스 연소기



(b) H₂화염 이미지 (c) CH₄ 화염 이미지



(d) LES 전산해석 결과^[1]

11-3. 고속 PIV(Particle Image Velocimetry) 계측기법을 활용한

연구동향과 그 응용

PIV(Particle Image Velocimetry) 계측기법은 유동장내 입자들의 변위정보를 담고 있는 입자화상을 이용한 입자화상속도계측기법으로써, 정성적인 순간 유동정보와 함께, 정량적인 속도장 정보를 제공한다. 속도장 계측기법의 기본원리는 시간간격 Δt 동안 움직인 tracer 입자들의 변위정보를 화상입력장치에 저장한 후, 디지털 화상처리기법을 이용하여 입자변위를 계측하고, 이를 시간간격 Δt 로 나누어 줌으로써 속도벡터를 추출하는 것이다. 지난 10여 년간 이와 같은 속도장 계측기술은 매우 빠른 속도로 발전해왔으며, 새롭게 개발된 기법들 중 하나인 고속 PIV(Time-Resolved PIV) 기법은 대상유동의 시간스케일보다 훨씬 빠른 속도로 연속된 속도장을 계측하는 PIV 기법을 의미한다. CCD 카메라를 이용하여 초당 약 100~200 frame 정도의 이미지들을 얻을 수 있었던 기존의 PIV 기법과는 달리 CMOS 카메라와 레이저 빔의 pulse 간 시간차가 훨씬 짧은 고출력의 레이저를 사용하는 고속 PIV 는 초당 약 10000 frame 의 이미지들을 얻을 수 있기에 시간 분해능이 대폭 향상되어 고속의 유동장 및 연소장의 구조 파악이 보다 유리하다는 장점이 있다.

본 연구실에서는 Double head PIV Nd-Yag Laser 를 사용하여, 기존의 PIV 기법으로 분사된 금속분말들의 분사특성 조사를 통해 분말 분사기 설계에 대한 연구를 진행하고 있다. 그러나 금속분말들이 고속으로 분사되고 있기에 현재의 PIV 시스템으로는 시간 분해능이 떨어져 분말 분사특성에 대한 정확한 데이터들을 얻는데 어려움을 겪고 있다. 따라서, 본 연구에서는 현재 진행중인 금속분말 분사특성 연구에 적절한 고속 PIV 시스템에 대해서 선행 조사를 하고, 이 계측기법을 활용하여 얻어낼 수 있는 금속분말 분사특성에 대한 연구를 그 목적으로 한다.

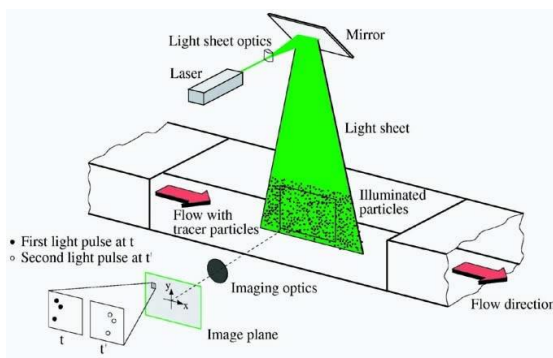


그림 1. 고속 PIV 계측장치 모식도

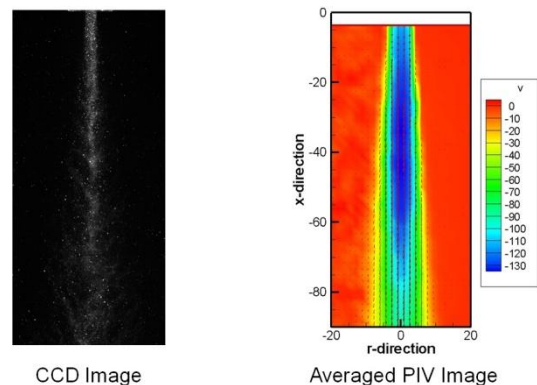


그림 2. 전단 동축 분사기의 속도장 결과

담당 조교: 윤정수 (id227@snu.ac.kr)