

# DMD 기법을 적용한 모형 가스터빈의 연소불안정성 평가에 관한 실험적 연구

손진우\* · 손채훈\*<sup>†</sup> · 윤지수\*\* · 윤영빈\*\*

## An Experimental Study on the Combustion Instability Evaluation by Using DMD

Jinwoo Son\* · Chae Hoon Sohn\* · Jisu Yoon\*\* · Youngbin Yoon\*\*

### ABSTRACT

Combustion instability of gas turbine is performed by adopting dynamic mode decomposition (DMD). The unstable frequencies are calculated and compared with FFT results. The damping coefficient derived from the DMD technique and FFT results were compared and analyzed. OH radical is measured by experimental work and fluctuation field is extracted and FTF was calculated at various points with DMD. The gains of FTF are changed depending on the extraction position of the heat release fluctuation field.

### 초 록

가스터빈 연소기의 연소불안정성을 평가하기 위해 동적모드분해(dynamic mode decomposition, DMD) 기법을 적용하였다. DMD 기법으로 도출된 감쇠계수(damping coefficient)와 FFT 결과를 비교 분석 하였다. 또한 화염전달함수 (flame transfer function, FTF)를 도출하는 실험적 방법에 DMD 기법을 적용하여 분석을 시도하였다. 기존에 제시된 열방출 섭동을 추출하는 방법에서 개선된, OH PLIF 이미지를 이용하여 열방출 섭동을 추출하는 방법을 사용하였다. 분석 결과, 열방출 섭동의 추출 위치에 따라 화염전달함수의 이득(gain)이 변하는 것을 확인하였다.

Key Words: Combustion Instability(연소불안정), Dynamic Mode Decomposition(동적모드분해), Flame Transfer Function(화염전달함수)

### 1. 서 론

연소불안정 현상은 소음 및 진동을 발생시키며, 압력섭동이 평균 압력보다 큰 값에 도달하는 경우에는 연소실이 과열되거나 분사 시스템을 손상시킬 수 있다. 이러한 손상은 엔진의 폭발로 이어질 만큼 큰 사고가 발생할 수도 있다[1,2].

\* 세종대학교 기계항공우주공학부

\*\* 서울대학교 기계항공공학부

<sup>†</sup> 교신저자, E-mail: chsohn@sejong.ac.kr

연소불안정을 예측하는 방법 중 하나가 외부 유동 섭동으로부터 화염의 열방출 사이의 메커니즘을 규명하기 위한 전달함수를 이용한 방법이다 [3]. 또한 비교적 최근에 개발된 기법인 동적모드분해(dynamic mode decomposition, DMD) 기법이 있다. 이 기법은 같은 시간 간격에 의해 수집된 데이터 집합의 순간 필드들로부터 선형 변동을 추출하는 방법이다 [4].

본 연구에서는 DMD기법을 이용하여 연소불안정성을 평가하였다. 연소실의 OH 자발광 섭동 정보를 추출하기 위해 이 기법을 적용하였다. 추출된 섭동 정보를 이용하여 화염전달함수를 도출하였고, 가진 주파수에 따른 연소불안정성을 평가하였다.

## 2. 실험 방법 및 결과

모형 가스터빈에 대한 연소해석 및 화염전달함수를 도출하기 위해 Nd-YAG laser (Continuum, Surelite-I), dye laser (Continuum, ND-6000), ICCD camera (Princeton Instruments, PI-MAX2) 등이 사용되었다. OH-PLIF 이미지를 획득하여 DMD 해석을 수행하였다.

DMD 기법을 적용하여 100 Hz 로 가진 했을 때, 100 Hz로 섭동하는 열방출 섭동을 Fig. 1에 나타내었다. 화염전달함수를 도출하기 위해 그림에 나타낸 것과 같이 열방출섭동장의 여러 지점에서 화염전달함수를 구하였다. 해석 결과, 열방

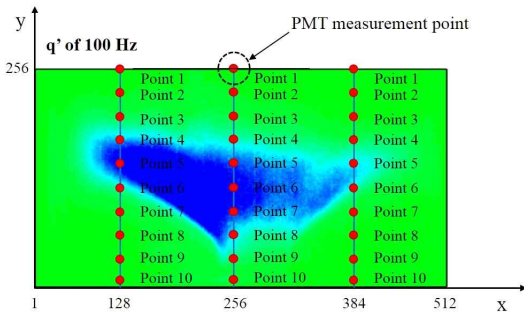


Fig. 1 Heat release fluctuation field for perturbation frequency of 100 Hz.

출섭동 값을 추출하는 위치에 따라 화염전달함수의 이득이 변하는 것을 확인하였다.

## 후 기

본 연구는 서울대학교 차세대 우주추진 연구센터와 연계된 미래창조과학부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행한 선도연구센터지원사업(NRF-2013R1A5A1073861)의 연구 결과입니다.

## 참 고 문 헌

1. Yoon J.S. , Kim M.K., Lee M.C. and Yoon Y.B., "Combustion Instability Flame Structure Characteristics in Model Gas Turbine using the Chemiluminescence Measurement," *The 43th KOSCO Symposium*, pp. 159-163, 2011,
2. Poinso T., "Prediction and control of combustion instabilities in real engines." *Proceeding of Combustion Institute*, pp. 1-28, 2016.
3. Candel S., Durox D., Schuller T., Palies P., Bourgouin J.F, Moeck J.P., "Progress and challenges in swirling flame dynamics," *Comptes Rendus Mecanique*, Vol. 340, pp. 758-768, 2012.
4. Schmid, P.J., "Dynamic Mode Decomposition of Numerical and Experimental Data," *Journal of Fluid Mechanics*, Vol. 656, pp. 5-28, 2010.