

# 고체추진제 비 정상연소의 선형 안정성해석

## A Linear Stability Analysis of Unsteady Combustion of Solid Propellants

이창진, 김성인, 변영환  
(건국대학교)

고체 추진제 연소불안정에 관한 해석은 준-정상 1차원 해석인 QSHOD(Quasi-Steady Homogeneous One-Dimension)에 의하여 단순화된 지배방정식을 이용하여 응축영역을 해석하는 것이 일반적이다. 이때 외부교란에 대한 기체영역과 표면반응 영역의 응답은 화학반응이 발생하지 않는 고체영역의 응답에 비하여 매우 빠르므로 준-정상적인 거동을 한다. 본 연구에서는 복사열전달에 의한 열속(heat flux)이 고체 추진제의 표면에 존재하며 이 중의 일부가 고체영역에서 흡수될 때 표면에서의 선형교란을 고려한 ZN(Zeldovich-Novozhilov) 방법을 이용하여 연소불안정 현상을 이론적으로 해석하여 연소불안정 현상을 설명할 수 있는 연소 응답함수를 구하였다. 본 연구에서 얻어진 응답함수를 해석함으로써, Zebrowski등<sup>(5)</sup>에 의하여 얻어진 복사열 교란에 대한 응답함수가 과소평가된 응답특성을 나타내고 있음을 알았다. 또한 응답함수의 고유불안정성을 판별하는 민감계수  $r$ 과  $k$ 의 영역의 해석으로부터 Son등<sup>(6)</sup>에 의하여 밝혀진 안정 경계선의 안정한 영역보다 본 연구에서 구한 안정 경계영역이 줄어드는 경향을 보여주고 있다. 이것은 [6]에서 과소평가된 복사열전달의 영향을 수정한 결과 때문이다. 또한 박영규[11] 등이 사용한 추진제의 물성치를 사용하여 본 연구에서 구한 압력교란에 대한 응답함수  $R_p$ 와 [11]에서 인용한 추진제  $P_1$ 에 대한 실험결과(Exp), 이론결과( $R_b$ )를 비교하였다. [11]에서 밝혀지지 않은 민감변수 등의 물성치는 적당한 값으로 대체하여 계산하였다. [11]의 이론값( $R_b$ )과 본 연구에서 얻은 응답함수( $R_p$ )는 저주파수 영역에서 많은 차이를 보이고 있다. 따라서 [11]에서 사용한 이론식  $R_b$ 를 사용하여 저주파수의 불안정성을 판별하기에는 부적당한 것으로 판단된다. 저주파수의 불안정성을 해석하기에 용이한 본 연구의 응답함수를 사용한 결과, 고체 추진제 I<sup>1</sup>의 입력교란 응답특성에 대한 본 연구의  $R_p$ 는 250Hz 근처에서 최대 응답특성을 보여주고 있다. 그러나 보다 정확한 응답특성의 예측을 위해서는 고체 추진제의 민감계수의 정확한 산출 등이 필요하며 실험에 의한 저주파수에서의 연소응답함수( $R_p$ ) 측정과 실험치와의 비교가 이루어져야 한다.