

# 램제트 엔진에서의 화염 전파와 비정상 연소 현상에 관한 수치해석

성흥계 · Vigor Yang\*

(국방과학연구소, The Pennsylvania State University<sup>†</sup>)

(E-mail : hgsung@sunam.kreonet.re.kr)

램제트 엔진은 비추력이 높고 추력 레벨은 낮으므로, 2단 추진기관에 적합한 추진 시스템이다. 1단 추진기관의 작동이 끝나고, 2단 램제트 엔진이 점화 후 안정된 연소에 도달되기까지 비행체의 속도는 항력에 의하여, 초당 약 마하수 0.1 정도씩 감소된다. 1단 연소 후 2단 램제트로 전환되는 지연시간이 길수록 1단에서 요구되는 종말 가속도는 증가되므로, 1단이 차지하게되는 부피는 증가되고 비행체의 크기 또한 늘어나게 된다. 따라서 1단에서 2단 램제트로 천이되는데 소요되는 시간을 가능한 짧게하는 것이 효과적이다. 그러나 램제트 엔진의 특성상 선결되어야할 다음과 같은 여러 문제들이 있다. 첫째, 1단 작동 시 공기 흡입구와 연소실은 차단벽으로 분리되어 있다가, 1단 연소후 차단막이 제거되어 외부공기가 램제트 연소실로 흡입된다. 흡입되는 공기는 흡입구의 형상에 의하여 램 압축되지만 초음속으로 연소실을 통과하게된다. 연료 주입 구에서 공급되는 연료는 연소실에서 유동의 흐름방향(streamline)에 따라서 연소실로 확산되는데, 연소되기 전에는 유속이 빠르게 노즐로 빠져나가므로 램제트 연료가 재순환 구역(recirculation zone)으로 침투하는데 쉽지가않다. 둘째, 연소실 입구에서 발생하는 와류(ring vortex)는 1단 연료의 고온 연소 가스를 연소실로 확산시키는데, 비 균일한 온도 분포를 유발하여 램제트 연료의 점화에너지가 공급되는 시간이 적당하지 않을 경우 균일한 화염 전파에 악영향을 준다. 셋째, 연소실에서의 빠른 유동 조건은 연료가 연소실에 머무를 수 있는 시간을 감소시키며, 연소실 입구에서 강한 전단 응력이 발생되어 화염이 안정화되는데 악 영향을 미치게된다. 본 논문은 공기 흡입구, 연소실 및 노즐을 통합하여 수치해석을 하였으며 열유동/점화/연소등의 미케니즘을 이해하고, 주요 인자들 중 와류의 영향에 초점을 맞추었다.