

삭마이동경계면을 고려한 노즐내열재의 2차원 열해석

황기영, 강윤구
(국방과학연구소)

본 논문에서는 해석영역의 형상변화, 즉 로켓노즐 내열재의 삭마로 인해 야기된 경계면의 이동을 고려하면서 2차원 비정상 비등방성 재료의 열전달문제를 해석할 수 있는 수치해석에 대해 기술하였다. 수치해석 알고리즘은 유한요소법이며 열해석시 경계면 이동으로 인한 격자계의 절점 좌표점이 계산과정 동안에 이동하는 변형가능한 유한요소 격자(transformable finite-element grid)를 사용하였다. 본 수치해석기법의 타당성 입증을 위해 극심한 열하중이 부여된 조건하에서 엄밀해가 존재하는 비정상 축대칭문제 및 고체로켓 노즐내열재에 대해 열해석을 수행하였으며, 그 결과 수치해는 엄밀해 또는 실험치와 잘 일치함을 보였다. 여러가지 복합재로 구성된 내삽노즐 또는 외삽노즐에 대해서도 안정된 수치해를 얻을 수 있었다. 아울러 노즐목삽입재로 탄소-탄소 복합재를 적용한 고체추진기관 내삽노즐을 해석모델로 택하여 열전달해석을 수행하고 해석결과를 분석하였다. 노즐의 표면산화반응에 대한 열반응상수, 즉 Arrhenius 형태로 표시된 식에서 pre-exponential factor 및 activation energy 변화가 탄소-탄소 복합재 및 탄소-페놀릭 복합재의 삭마량에 미치는 영향에 대해서 고찰하였다.