

T800/AD6005계 복합재의 습기투과에 관한 연구

박명규, 류백능, 최영보

(국방과학연구소, 4-4-5)

요 약

복합재는 강도가 높고 가볍기 때문에 최근 로켓의 연소관으로 널리 사용되고 있다. 그런데 이 복합재 로켓 연소관은 제조 후 대기 환경에 장기적으로 노출되어 있기 때문에 금속 연소관과는 달리 온도 또는 습도 등의 환경에 대한 영향을 고려해야 한다. 더구나 연소관은 내부에 추진제가 충전되어 있으므로 추진제의 기계적 특성이 습도에 민감함을 생각할 때 강도 뿐만 아니라 습기의 투과도 또한 매우 중요한 고려 요소가 된다. 그러나 온/습도 변화에 따른 복합재 자체의 재료 특성 변화에 대한 연구는 많이 보고되었으나 습기의 투과 정도에 관한 연구는 자료가 미흡한 실정이다. 한편, 포화 함수율은 복합재에 따라서 차이가 있으나 T300/5208의 경우 문헌을 참조하면 20~50℃에서 복합재 무게의 약 1.5% 정도이며 포화에 걸리는 시간은 약 100일 정도로 나타나 있다.

본 연구에서는 수분이 복합재를 통하여 투과되는 정도를 고찰하기 위하여 20℃, 95%RH의 온/습도를 유지하는 수조를 제작하였고, 이 수조내에 보관한 복합재 연소관의 실린더 벽면으로 투과되는 습기를 측정하기 위하여 연소관 내에 습도 센서를 투입하여 상대습도를 직접 측정하였다. 복합재 연소관이 로켓에 사용될 때는 연소관 외부에 페인트로 피막 처리하고 연소관 내부에도 추진제와의 사이에 라이너가 접착되어 있어서 수분 침투 및 온도 등의 외부 환경 조건에 견디기에 더 양호한 조건이나 본 연구에서는 복합재 자체의 특성을 고찰하기 위하여 섬유를 에폭시에 함침시켜 winding한 상태 그대로의 복합재 연소관 시료를 사용하였다.

습기의 투과는 내부에 라이너/인슐레이션이 피복되거나 또는 추진제가 충전된 경우 많은 감소효과를 보였다. 순수 복합재 연소관의 경우 수조에 넣고 평형에 도달한 후로부터 약 8개월의 습기 투과 상태를 볼 때 벽면을 통하여 들어가는 water vapor flux는 20℃, 95%RH에서 평균적으로 $9.3163 \times 10^{-8} \text{g/m}^2 \text{sec}$ 로 나타났다. 이때 습기가 투과되는 연소관이 국지점을 평판으로 가정하고 Fick's law를 이용하여 구한 습기에 대한 복합재의 확산계수는 $D = 2.5 \times 10^{-6} \text{mm}^2/\text{sec}$ 였으며, 이는 다른 graphite/epoxy 복합재의 확산 계수와 유사한 값을 나타내고

있다. 또한 추진제가 충전된 연소관을 절단하여 밀폐한 후 95%RH 습도 조건에 보관함으로써 연소관 내부의 추진제 기계적 특성에 미치는 침투된 습기의 영향도 함께 고찰하였다. 추진제에 따라 차이는 있겠으나 추진제가 충전된 연소관은 순수 복합재 연소관에 비해 습기의 투과 정도가 작으며, 본 연소관에 충전된 RDX/AP계 추진제의 경우 추진제의 습기투과에 의한 추진제 물성 변화는 미미한 것으로 나타났다.