

# End-burning 고체추진기관 적용 일체형 연소관 내열재 개발

김진용\*† · 이선재\* · 최지용\* · 박재범\*\* · 이상연\*\*

## Development of All-in-one Case Insulation for the End-burning Solid Rocket Motor

Jinyong Kim\*† · Sunjae Lee\* · Jiyong Choi\* · Jaebeom Park\*\* · Sangyun Lee\*\*

### ABSTRACT

In this study, we focused on development of the all-in-one case insulation for end-burning solid rocket motors. Material of insulation used unvulcanized rubber based on EPDM/kevlar. In case of boots insulation, preforms was made by using hot press molding, and then the tape was inserted between two preforms for all-in-one curing in the case. Finally bladder method was applied for curing of insulation.

### 초 록

본 연구는 고체 추진기관에 적용되는 내열재를 기존의 autoclave 공법이 아닌 hot press molding을 포함한 B/D 성형공법으로 제작하는데 초점을 두고 있다. EPDM/kevlar를 기본 조성으로 내열재 원료가 구성된다. 우선 부츠 내열재는 금형을 사용하여 가황 상태로 제작한다. 연소관에 일체형 내열재로 성형하기 위하여 두 개의 내열재 사이에 테이프를 삽입하였고, bladder를 사용하여 압력과 온도를 상승시켜 제작하였다.

Key Words: Solid Rocket Motor(고체로켓모터), All-in-one Case Insulator(일체형 연소관 내열재), EPDM(Ethylene-propylene Diene Termonomer), Hot Press Molding, Bladder(블라더)

### 1. 서 론

고체 로켓 추진기관에서의 연소관 내열재는 일차적으로 추진제 연소시 발생하는 높은 온도

의 연소가스에 대하여 연소관을 보호하는 역할을 한다. 연소관 내열재는 원하지 않는 특정 추진제 그레인 표면에 불이 붙는 것과 추진제로 연소관 응력이 전이되는 것을 방지해주며, 모터 안에서 화학종들의 이동과 연소생성물의 충돌을 막아준다. 그리고 고온의 연소가스로부터 손상과 압력손실을 방지하기 위하여 연소관의 기밀을

\* ㈜한화 대전사업장

\*\* 국방과학연구소 4본부 1부

† 교신저자, E-mail: iceprins@hanwha.com

유지하며, 노즐로 연소가스를 분출시켜 추력을 발생시킨다. 따라서 연소관 내열재는 고체추진기관의 중요한 부품 중 하나이며 재료선정뿐만 아니라 제작 공법에 대한 연구가 진행되어야 한다.

본 연구에서는 직경 150 mm, 전장 350 mm 급 end-burning 그레이인을 갖는 추진기관에 적용할 연소관 내열재를 기존에 제작하던 autoclave 공법과는 달리 일체형으로 제작하여 접착하는 방식을 개발하였다. 개발된 일체형 연소관 내열재는 지상연소시험을 통해 건전성이 입증되었다.

## 2. 본 론

### 2.1 개요

내열재의 제작공정은 보통 hot press molding 과 미가류 내열재 공법으로 분류할 수 있고, 각각의 제작 공정도를 Fig. 1에 나타내었다. 전자의 경우, 미가류 고무를 설계된 금형에 적층하고, 열과 압력을 가하여 프레스로 원하는 형상에 맞게 가류시키는 공법을 말한다. 후자는 sheet 형태의 미가류 고무를 추진기관 내부나 금형 외부에 적층하여 형상을 제작 후, autoclave를 사용하여 가류시켜 접착시키는 것이다. 이러한 공법은 제작 공정에서 많은 비용이 소모되고, 작업 인력이 필요하다. 본 연구에서는 hot press molding이 포함된 B/D(bladder) 성형공법을 설계하여 일체형 연소관 내열재를 개발하였으며, 제작 공법 간소화 및 비용을 최소화하는데 목적을 두고 있다. 일체형 연소관 내열재는 Fig. 2와 같은 형상이며 부츠 내열재는 end-burning 그레이인이기 때문에 후방부터 전방까지 전반적으로 형성되어 있다.



Fig. 1 Process of Insulator Manufacturing (left : Hot Press Molding, right : Unvulcanized Insulator Method)

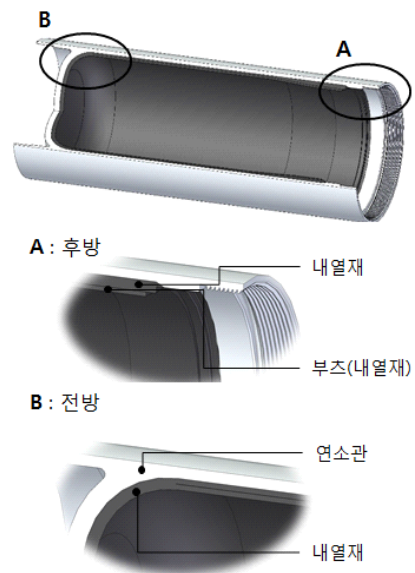


Fig. 2 Insulator Shapes Including Boots Part

## 2.2 일체형 내열재 제작

Fig. 3과 같은 B/D 시스템을 설계하여 일체형 연소관 내열재 제작 공법을 확립하였다. 부츠 내열재의 경우 hot press molding 공법을 사용하여 제작하였고, 제작된 부츠 내열재를 미리 적층된 미가황 내열재 위에 적절히 배치한 후 B/D를 통하여 압력 및 온도를 가하여 가황을 진행하였다.

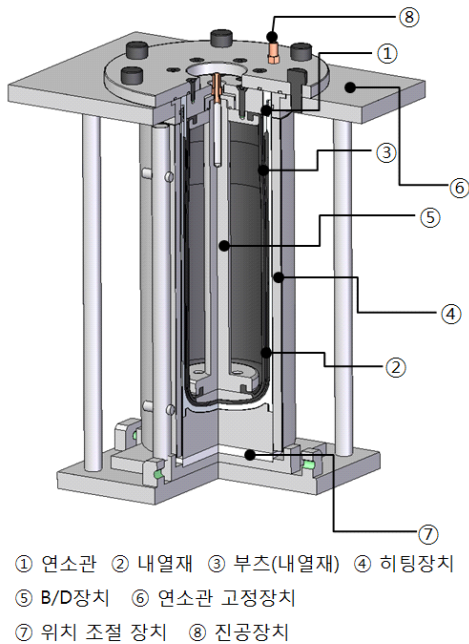


Fig. 3 Schematic Diagram of B/D System

## 2.3 시험평가

개발이 완료된 일체형 연소관 내열재를 직경 150 mm, 전장 350 mm 급 고체추진기관에 적용하여 지상연소시험을 수행하였다. 시험 후 연소관 단면을 절단하여 내열재를 분석하였다. Fig. 4에서와 같이 내열재의 삭마된 상태를 확인할 수 있으며 부츠 내열재의 경우 후방부위는 삭마가 많이 진행되어 잔류 내열재가 존재하지 않은 영역도 볼 수 있다. 전방 부위로 갈수록 연소가스에 노출시간이 적어 삭마량이 작아지는 것을 알 수 있다. 전반적으로 일체형 연소관 내열재의 접착 및 삭마상태는 안정적인 것으로 판단되었다.

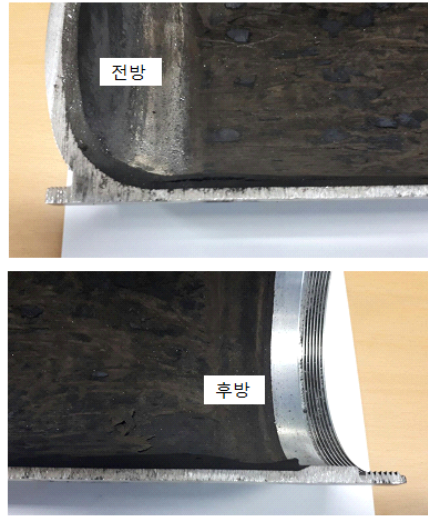


Fig. 4 Images of All-in-one Case Insulation after Ground Static Test

## 3. 결론

본 연구에서는 end-burning 그래인을 갖는 고체추진기관에 적용 가능한 일체형 연소관 내열재를 개발하였다. B/D 장치를 적용한 시스템을 설계하였으며 공정 최소화 및 비용절감 효과를 기대할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 향후 소형부터 중형 추진기관의 연소관 내열재 제작에 활용 가능할 것으로 판단된다.

## 참고 문헌

1. Tauzia, J. M., "Thermal Insulation, Liners and Inhibitors in Solid Rocket Propulsion Technology," Pergamon Press, New York, 1993, pp.553-583
2. NASA space vehicle design criteria, "Solid Rocket Motor Internal Insulation," 1976