

# 다층구조 블래더를 이용한 내압제한장치 개발

백낙곤\* · 유경원\* · 장기원\*\* · 전필선\*\* · 하병근\*\* · 이범철\*\*\*

## Development of Internal Pressure Maintenance Equipment with Multi-layer Construction Bladder

Nak-Gon Baek\* · Gyong-Won You\* · Ki-Won Jang\*\* · Pil-Sun Jun\*\* ·  
Byoung-Geun Ha\*\* · Beom-Cheol Lee\*\*\*

### ABSTRACT

Internal Pressure Maintenance Equipment absorbs internal pressure variation for it's storage has developed. The bladder ; main item of Internal Pressure Maintenance Equipment, has developed with multi-layer to prevent a penetration and to improve durability. And durability test and environment test was carried out to verify the performance in the condition that could be happened in storage or operation.

### 초 록

유도무기의 저장기간 동안 주변 온도변화로 인해 생기는 내부 압력변화를 흡수하는 내압제한장치를 개발하였다. 내압제한장치의 주요 구성품인 블래더는 연료 투과를 막고, 내구성을 높이기 위해 다층구조로 개발되었으며, 저장 및 운용 시에 발생할 수 있는 조건에서의 성능확인을 위한 내구성 시험과 환경시험이 수행되었다.

Key Words: Multi-layer Construction Bladder(다층구조 블래더), Fuel Permeation(연료 투과)

### 1. 서 론

유도무기는 장기간 저장할 경우, 주위환경의 변화에 따라 온도변화를 겪게 된다. 이는 연료의 밀도를 변화시켜 수축과 팽창을 유발하며, 유도 무기 내부 압력을 변화시키는 요인이 된다. 내부

압력 변화는 구조적인 문제로 이어지며, 이러한 압력변화를 흡수하기 위해 내압제한장치를 개발 하게 되었다.

압력을 유지하거나 변화한 압력을 보상하기 위해서는 Aircell, Metal Bellows, Accumulator 등을 이용하는 방법이 있으나, 이들 가운데 미세한 변화에도 반응이 가능하고, 형상의 제약이 상대적으로 적은 유연한 구조의 Aircell Type을 적용하게 되었다.

내압제한장치의 주요 구성품인 블래더는 연료

\* 국방과학연구소 1본부 5부  
\*\* (주)한화  
\*\*\* 이스퀘(주)  
연락처, E-mail: tomcat80@hanwha.co.kr

의 투과를 막고, 내구성을 높이기 위해 다층구조로 개발되었으며, 저장 및 운용 시에 발생할 수 있는 조건에서의 성능확인을 위한 내구성 시험과 환경시험이 수행되었다.

## 2. 다층구조 블래더

내압제한장치의 주요 기능을 수행하는 다층구조 블래더는 개발 초기단계에 Fig. 1과 같이 기존 유도무기에 적용되었던 3층 구조 Layer를 기초로 Fig.2와 같은 형상에 적용하였다.

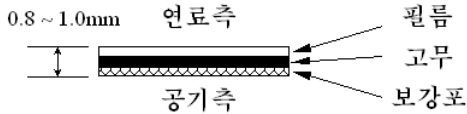


Fig. 1 3층 구조 Layer



Fig. 2 블래더 형상

다층구조 블래더에 사용된 소재들은 내연료유성 및 내구성을 감안하여 개발하거나 선정되었으며, 각 소재의 특성은 다음과 같다.

### 2.1 고무(HNBR)

다층구조 블래더의 주요 구성소재인 고무는 내유성, 내열성이 요구되는 용도로 일반적으로 사용되고 있는 NBR보다 개선된 HNBR을 사용하였으며, 다음의 요구조건을 만족하도록 개발되었다.

- (1) 장기저장이 가능하도록 오존저항성이 강해야 한다.
- (2) 내연료유성이 향상된 재료이어야 한다.
- (3) 반복압축팽창에 따른 내피로성이 우수하여야 한다.
- (4)  $-40^{\circ}\text{C} \sim +71^{\circ}\text{C}$  범위에서 사용 가능해야 한다.

### 2.2 필름(Nylon)

장기 저장 시에 발생할 수 있는 연료투과문제를 해결하기 위해 블래더와 연료가 만나는 면에는 필름을 적용하였으며, Airtech社의 High Elongation nylon Film을 적용하였다.

### 2.3 보강포(PET)

블래더의 강성을 결정하는 부분으로 작업성이 좋고 강성이 우수하며, 반복 수축, 팽창에 따른 굴곡변형에 양호한 재료를 선정하였다.

### 2.4 접착제(CH233)

Lord社의 Chemlok CH233을 선정하였으며, 제품선정에는 다음과 같은 조건이 고려되었다.

- (1) Nylon과 HNBR Comp'd 간의 견고한 접착력 확보되어야 한다.
- (2) 내연료유성이 우수한 재료이어야 한다.
- (3) 내피로성을 위한 저경도 접착제이어야 한다.
- (4) 사용온도  $-40^{\circ}\text{C} \sim +71^{\circ}\text{C}$  범위에서 사용 가능해야 한다.

## 3. 내압제한장치 내구성시험

### 3.1 내구성 시험 (1차)

3층 구조 블래더를 적용한 내압제한장치의 내구성시험이 수행되었다. 내압제한장치는 요구수명 규정기간 동안 항상 수축/팽창이 이루어진다는 가정 하에 내구성시험조건이 결정되었으며, 100% 수축/팽창을 합격기준으로 시험이 실시되었다.

최초 1000 cycle에서 시험을 중단하고 제품의 관 및 성능을 확인하였으며, 이후 매 500 cycle마다 동일한 사항을 확인하였다.

블래더는 1000 cycle부터 응력이 집중적으로 가해지는 부위에 필름 층의 균열이 발생하였고, 결국 2500 cycle에서 누설이 확인되어 시험을 종료하였다.

### 3.2 내구성 시험(2차)

1차 내구성 시험 분석결과, 초기 발생하는 필름 층의 균열이 고무에 손상을 주며, 이는 곧 연료의 투과 즉, 내압제한장치의 기능 상실로 이어지는 것으로 판단되었다. 지속적인 접힘으로 인한 국부 필름 층의 균열은 피할 수 없는 손상이며, 손상된 필름이 고무 층에 주는 영향을 최소화하기 위한 방안으로 Fig. 3 과 같은 4층 구조 Layer를 적용하였다.

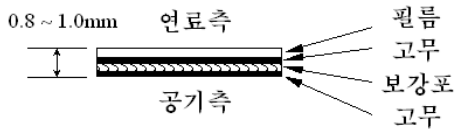


Fig. 3 4층 구조 Layer

개선된 4층 구조 Layer는 전체적인 두께변경 없이 보강포 층의 외벽에 고무 층을 추가한 것으로, 작동 시 상이한 움직임이 발생할 우려는 없으며, 고무 층의 마모를 지연시켜 보강포의 노출에 따른 내압제한장치 수명저하를 최소화 할 것을 기대하였다.

4층 구조 Layer를 적용한 내압제한장치에 대한 내구성시험이 1차 시험과 동일한 절차로 수행되었으며, 1000 cycle 이후부터 필름 층의 균열이 발견되었으나 성능상의 문제없이 규정된 내구성 시험조건을 만족하면서 100% 수축/팽창하여 시험을 종료하였다.

2차 내구성시험 결과로부터, 개선된 4층 구조 Layer가 내구성 향상에 도움이 되었음을 확인하였고, 최종 적용된 4층 Layer의 적층순서와 그 기능은 Table 1과 같다.

Table 1. 4층 Layer 적층순서 및 기능

#	적층소재	기능
블래더 외부 (연료측)		
1	Nylon 6 Film	기체 투과성 예방
2	Ty-Ply BNTM, 10% 희석	Nylon 6 Film 전처리
3	Chemlok 233	HNBR 접착
4	HNBR	유연성 유지
5	보강포 (HNBR 도포)	강성부여, 수명과 관련
6	HNBR	유연성 유지
블래더 내부 (공기측)		

### 3. 결 론

다층구조 블래더를 이용하여 내압제한장치를 개발하였다. 연료에 대한 저항성 및 내구성 등이 고려된 소재들로 3층 구조 Layer를 적용하여, 블래더를 개발하였으나 내구성 시험을 통한 검증 과정에서 고무의 손상으로 인한 문제점이 발견되었다. 응력집중에 의한 고무의 손상을 최소화하기 위한 방안으로 4층 구조 Layer를 적용하였으며, 내구성 시험결과를 만족하였다.

### 참 고 문 헌

1. MIL-DTL-27422D, Detail Specification for the Tank, Fuel, Crash-Resistant, Ballistic-Tolerant, Aircraft
2. 이범철, 이성훈, 송한중 “고무재료 가이드” 배문사, 1993