

## 고체 추진기관 점화안전장치 개발

장승교\* · 정진석\* · 김인석\*

# Development of Arm Fire Device for Solid Rocket

Seung-Gyo Jang\* · Jin-Suk Jung\* · In-Suk Kim\*

### ABSTRACT

The performance test result of the Arm Fire Device(Ignition Safety Device) for solid rocket which prevents accidental ignition was described. The results of the closed bomb test and the igniter test of the classical mechanical arm fire device and the advanced electro-mechanical arm fire device were presented, and according to the igniter test result it was realized that the electro-mechanical arm fire device has an advantage in aspect of the action time.

### 초 록

추진기관의 우발 점화를 방지해주는 점화안전장치의 성능 시험 결과를 기술하였다. 고전적인 형태의 기계식 안전장치와 보다 진보된 개념의 전기기계식 점화안전장치의 밀폐용기 시험 결과 및 점화기 적용 시험 결과를 제시하였고, 두 종류의 점화안전장치의 성능 비교 시험 결과 작동시간 측면에서 전기기계식 점화안전장치가 다소 유리한 것으로 판단되었다.

Key Words: Arm Fire Device(점화안전장치), Solid Rocket(고체추진기관), Igniter(점화기), Closed Bomb Test(밀폐용기시험)

### 1. 서 론

추진기관 점화안전장치는 추진기관이 목적에 따라서 사용되기 전까지 정전기나 EMI와 같은 외부의 위협으로부터 우발 점화되는 것을 방지해 주고 계획된 작동 순서에 따라 필요한 입력 조건(input)이 충족될 때만 추진기관을 점화시키는 매우 중요한 장치이다. 일반적으로 추진기관

점화안전장치에는 장전(arming)기능과 점화(firing)기능이 있는데 장전 기능의 수행 방식에 따라 크게 기계식, 전기기계식, 전자식 등으로 분류할 수 있다. 점화기능은 대부분의 경우 전기 에너지를 열에너지로 변화시키는 소자나 장치를 통해서 구현된다. 기계식 점화안전장치(Mechanical Arm Fire Device, MAFD)는 대부분 장전 핸들이 연결되어있어 운용자가 직접 핸들을 돌리거나 뽑아서 점화안전장치를 장전시키는 데, 비교적 간단한 구조로 설계되어 높은 신뢰도를 나타내고 가장 오래된 기본적인 안전장치가

\* 국방과학연구소 기술연구본부 4부 7팀  
연락처, E-mail: jsg4580@add.re.kr

다[1]. Figure 1에는 국내에서 개발된 기계식 점화안전장치를 나타냈다.

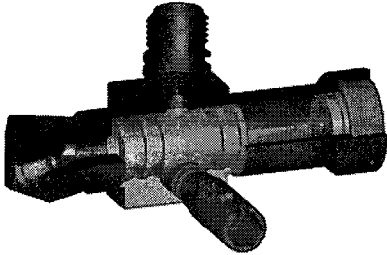


Fig. 1 Mechanical Arm Fire Device

전기기계식 점화안전장치(Electro-mechanical Arm Fire Device, EMAFD)는 발사관에 장입되는 유도무기와 같이 운용자가 발사 직전에 유도탄에 접근하여 안전장치를 장전 시킬 수 없을 때 사용하기 위하여 개발 되었다[2]. 즉, 전기적 에너지를 이용하여 솔레노이드와 같은 장치를 구동하여 원격으로 장전 기능을 제어할 수 있는 장치이다. 이 점화안전장치는 이미 미국에서 개발된 많은 유도무기에 적용되어[3] 그 신뢰성이 입증된 장치로서 추진기관의 범용 점화안전장치로 사용할 수 있다. Figure 2에는 국내에서 개발된 전기기계식 점화안전장치의 절개도를 나타냈다.

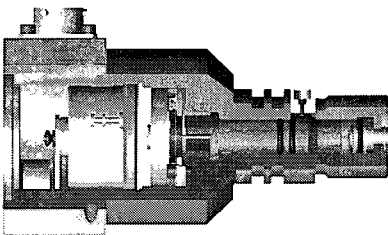


Fig. 2 Electro-mechanical Arm Fire Device

전자식 점화안전장치는 전기적인 신호에 의

하여 전기적 스위치에 전원을 공급하거나 점화회로에 전원을 공급함으로써 장전이 되는 장치로 일반적으로 소형 점화안전장치가 요구되는 곳에 사용된다.

본 논문에서는 국내에서 개발된 기계식 점화안전장치와 전기기계식 점화안전장치의 개발 과정에서 이루어진 각종 성능 시험 결과를 요약하고 분석하였다.

## 2. 성능 시험 결과

### 2.1 기계식 점화안전장치의 성능 시험

기계식 점화안전장치를 개발 한 후 기본 성능을 확인하기 위하여 안전 핸들을 돌려 장전상태로 돌려놓은 후 연결된 2개의 착화기에 각각 10A의 전류를 인가하여 안전장치를 작동시키고 안전장치의 출력부에 부피가 10cc인 밀폐용기를 연결하여 밀폐용기 내부에 형성되는 압력을 계측하였다. 시험에 사용된 안전장치의 화약 컵에는 약 150mg의 B/KNO<sub>3</sub> 분말이 담겨져 있고 점화화약으로 1-B 펠렛 17(510mg)개가 들어있다. 기계식 안전장치의 밀폐용기 시험시 일반적인 압력 계측 결과는 Fig. 3과 같다.

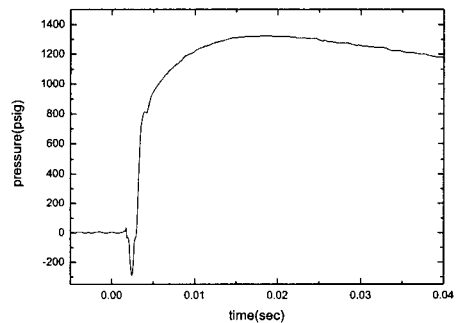


Fig. 3 10cc Closed Bomb Test Result of MAFD

위 시험 결과 최대 압력은 1325psig이고 최대압력 도달 시간은 17msec로 계측 되었다. 일반적

으로 착화기만 사용하여 10cc 밀폐용기 시험을 할 경우 약 1000psig의 압력이 형성되고 이 조건은 점화기를 작동시키는데 충분한 에너지를 공급할 수 있는 조건이므로 위의 결과와 같이 기계식 안전장치를 이용하여 점화기를 점화시키는 데도 어떤 문제도 없음을 짐작할 수 있다.

## 2.2 전기기계식 점화안전장치의 성능 시험

전기기계식 점화안전장치의 성능을 시험하기 위하여 부피가 10cc인 밀폐용기에 장착한 후 장전신호와 점화신호를 순차적으로 공급하고 밀폐용기 내부에 형성되는 압력의 변화를 측정하였다. 계측된 압력 곡선의 일반적인 형태는 Fig. 4와 같고 몇몇 시료에 대한 최대 압력 값과 그 도달 시간을 정리한 결과는 Table 3과 같다.

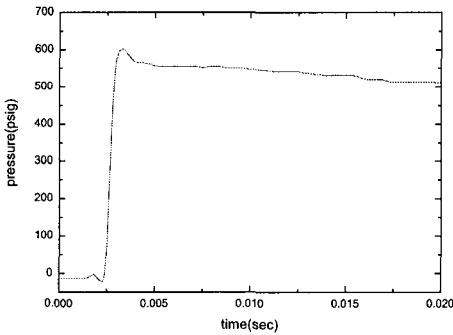


Fig. 4 10cc Closed Bomb Test Result of EMAFD

EMAFD에 내장되는 착화기에는 첨가약으로  $Zr/KClO_4$  65mg과 주장약으로  $B/KNO_3$  225mg을 사용하는데 착화기만을 10cc 밀폐용기 시험을 할 경우 약 1000psi±200psi의 값이 계측된다. 그러나 안전장치 내부의 착화기가 기폭되어 내장된 연결관 조립체가 이동할 경우 약 3.1cc의 추가공간이 형성된다. 그러므로 위의 시험은 마치 착화기를 13.1cc의 밀폐용기시험에 적용하는 것과 같은 조건이므로 평균압력을 반비례적으로 계산하면 1000psi에서 690psi로 변경되나 연결관 조립체의 이동시 발생하는 마찰 등에 의한 손실

을 감안하면 이보다 낮은 평균 압력 값이 계산된다.

Table 3. Closed Bomb Test Result of EMAFD

Serial Number	Test Temperature (°C)	Max. Pressure (psig)	Max. Pressure Time (msec)
01	+20	642	2.9
17	+20	694	3.7
18	+20	600	2.9
02	+65	644	2.4
16	+65	482	2.7
20	+65	588	3.7
03	-40	662	2.3
15	-40	606	2.4
19	-40	644	4.0

점화안전장치의 점화 성능을 확인하기 위하여 EMAFD를 파이러전 점화기에 조립하여 점화기 연소시험을 수행하였다. 점화기 연소시험시 점화기 내부에 계측된 초기 연소압력 곡선은 Fig. 5와 같다.

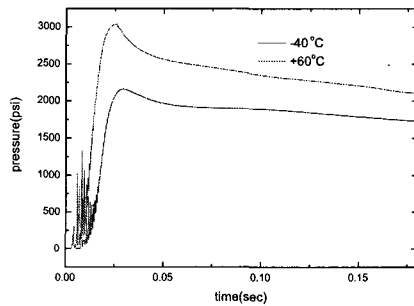


Fig. 5 Pressure curves of Igniter with EMAFD

## 2.3 점화안전장치 비교시험

동일한 로트의 파이러전 점화기를 2조를 선별하여 한조의 점화기에는 기계식 점화안전장치를 장착하고 다른 한 조의 점화기에는 전기기계식 점화안전장치를 장착하여 점화기 연소시험을 수행하였다. 계측된 점화기 초기 연소압력 곡선은

Fig. 6과 같다.

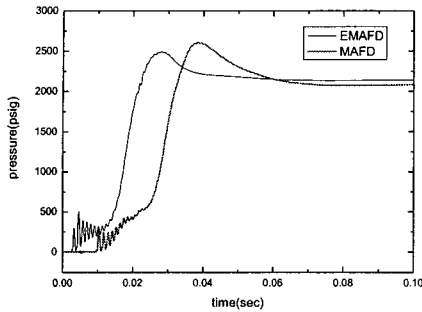


Fig. 6 Pressure Curves of the Igniters with different AFD

위의 비교시험 결과에 의하면 전기기계식 점화안전장치를 적용한 점화기의 연소압력 곡선이 기계식을 적용한 점화기의 경우보다 다소 빠르게 증가하는데 그 이유는 위의 밀폐용기 시험 결과에서 본 바와 같이 기계식 점화안전장치의 작동시간이 내장된 피스톤의 운동 시간 등에 기 인하여 전기기계식보다 다소 느리게 최고압력에 도달하기 때문이라고 볼 수 있다.

### 3. 결 론

추진기관의 안전과 점화신뢰도를 보장하기 위하여 두 종류의 점화안전장치를 개발하였다. 추진기관에 적용하기 전에 자체적인 성능 보장을 위하여 밀폐용기 시험과 점화기 적용 시험을 통하여 모두 우수한 성능을 나타냄을 확인하였다. 특히 전기 기계식 점화안전장치는 장전기능을 원격으로 제어할 수 있는 장점으로 인하여 향후에 추진기관의 범용 안전장치로써 적용이 가능할 것으로 예상된다.

### 참 고 문 헌

1. 길현용, 최창선, "기계식 안전장치 개발보고서," ADD 보고서, TEDC 519-040785, 2004
2. 장승교, "현무 II 추진기관 점화안전장치," ADD 보고서, MADC-S416-05243, 2005
3. Sipes, W. J., "Reliable Safe and Arm Devices," AIAA 34th Joint Propulsion Conference, AIAA98-3627, July 1998