

# 압력카트리지를 이용한 볼타입 볼트 분리현상 연구

이용조 · 구송희 · 장홍빈

## A Study of Separation Mechanism in Ball Type Bolt Used the Pressure Cartridge

Yeung Jo Lee · Song Hae Koo · Hong Bin Jang

### ABSTRACT

Most of the guided weapons have been kept and transferred at the launching tube and fired in case of necessity in these day. Launching tube is a kind of case to protect the guided weapons from external environments and conducted as a guide when they are fired. When we attached the guided weapons to launching tube we usually has used explosive bolt. Explosive bolts have been used explosives when they had to be separated. But when they are separated there are some bad effects; a flame, fragments and pyro-shock. Because of these bad effects there are many restriction to use bolt as joining devices to precision guided weapons. To solve these problems, it has been invented ball type bolt. The present work was represented quantitatively the margin of separation safty and separation mechanism in ball type bolt to analyse the dynamic separation test. Unlike explosive bolt, ball type bolt is separated without a flame, fragments and pyro-shock. And it also has a good mechanical properties as much as those of explosive bolt.

### 초 록

현재의 많은 유도무기들은 발사관에 장착되어 보관 및 이동되다가 필요시 발사된다. 발사관이란 유도탄 즉 미사일등이 외부환경에 노출되지 않도록 유도탄을 둘러싸고 있는 일종의 케이스이며 또한 유도탄 발사시 가이드 역할을 동시에 수행한다. 유도탄과 발사관을 연결하는 방법으로 흔히 사용되는 것으로 탄고정장치를 사용하는데 대표적인 파이로 부품이 폭발볼트이다. 폭발볼트는 화약의 폭발력에 의해 볼트몸체가 절개됨으로써 볼트에 의해 결합되고 있던 부분이 분리된다. 하지만 기존의 폭발볼트는 분리시 파편, 화염 및 pyro-shock이라는 악작용을 수반하므로 사용상 제한을 가지고 있다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 압력카트리지에서 발생하는 압력을 분리력으로 사용할 수 있는 분리장치 즉 볼타입 볼트를 개발하게 되었다. 본 연구에서는 볼타입볼트의 분리현상을 분석하여 분리볼트의 분리성능 안전율을 정량적으로 제시하였다.

Key Words: Ball Type Bolt(볼타입 볼트), Pressure Cartridge(압력카트리지), Separation Mechanism (분리기구), Dynamic Separation Test(동적분리시험)

\* 국방과학연구소 1기술연구본부 6부  
연락저자, e-mail yeungjolee@nate.com

## 1. 서 론

지상, 함상, 또는 수중에서 발사되는 대부분의 유도무기들은 발사관에 장착된 채 운반 및 보관된다. 발사관이란 유도무기가 외부환경에 노출되지 않도록 밀폐된 구조를 가지고 있으며 또한 발사시 가이드역할을 수행하는 일종의 구조물이다. 이와 같은 역할을 수행하기 위하여 유도무기는 발사관에 견고하게 고정되어 있어야 한다. 기존의 탄고정장치로는 폭발볼트를 사용하는 것이었다. 폭발볼트는 외부형상은 일반 구조용 결합볼트와 동일하지만 볼트내부에 화약이 장착되어 있는 것이 다른 점이다. 폭발볼트가 수행하여야 할 기능은 운반 및 보관시에는 유도무기를 발사관에 고정시켜야 하며 발사시에는 발사관에서 유도무기를 분리시키는 것이다[1,2]. 폭발볼트의 분리는 볼트내부에 장착된 화약이 폭발하면서 발생한 화약의 힘으로 폭발볼트 몸체가 두개의 부분으로 분리되면서 일어난다[1]. 기능적 측면에서는 높은 신뢰도가 보장되지만 분리시 발생하는 화염, 미세한 파편 및 pyro-shock은 각종 전자장비 및 정밀 유도장치가 사용되는 유도무기에서는 사용에 많은 제약이 발생한다[1]. 이와 같은 이유로 폭발볼트의 단점을 보완하면서 동시에 기존의 폭발볼트가 가졌던 기계적 특성의 우수성 및 높은 분리 성능 신뢰도를 갖는 분리장치의 개발이 요구되었다. Ball type 분리볼트는 압력카트리지에서 발생하는 압력을 이용하여 분리되는 설계 구조이므로 분리시 파편의 생성이 없으며 또한 화염 및 pyro-shock이 발생하지 않는다. 또한 분리현상을 정확하게 파악해야 분리성능에 대한 안전률을 평가할 수 있으므로 판단하여 본 연구에서는 동적 분리성능시험을 통하여 분리성능의 안전률을 계산하였다. 향후 기존 분리화약을 사용하는 폭발볼트의 대체가 가능하다고 판단된다.

## 2. 볼 타입 볼트

단순히 압력카트리지의 압력을 이용한 non

explosive pyrotechnics(비폭발 파이로장치)가 해외 선진국에서는 많이 사용되고 있으며 현재 당소에서도 개발 중인 파이로볼트 및 파이로푸셔 등도 분리화약을 사용하지 않고, 압력카트리지의 작동에 의해 분리가 일어난다. 하지만 파이로볼트 및 파이로푸셔는 러시아 모델을 적용하여 그 부피가 상당히 크며 구성품이 복잡하여 제작 및 취급에 상당한 주의가 요구된다[3]. 이와 같은 상황에서 ball을 사용하여 분리볼트의 내부 구성품을 간단하게 만들 수 있고, 또한 압력카트리지의 압력을 이용하여 새로운 개념의 볼 타입 볼트를 설계하게 되었다.

볼에 의한 결합/분리 구조를 인용하였고 압력카트리지에서 발생하는 압력이 구조물에 작용하는 메커니즘을 응용 하였다. 형상은 Fig. 1과 같이 착화기, 볼트 몸체, 피스톤, 볼로 구성되어 있음을 알 수 있다. 볼 타입 볼트의 작동원, 분리조건, 분리력, 구조안정성에 대하여서는 이전 춘계학술대회에서 이미 발표하였다[4].

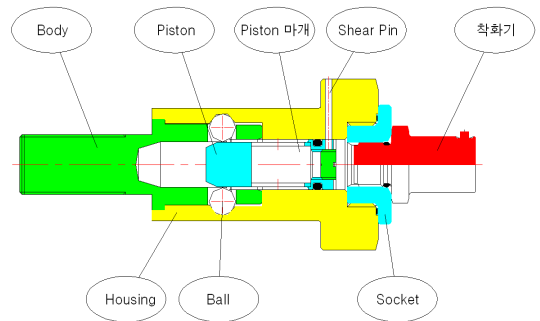


Fig. 1. Sketch of ball type bolt

볼, 피스톤,하우징, 볼트에 대한 구조안전성은 설계 및 소재 변경으로 이미 확보하여 본 연구에서는 분리시험을 통한 분리현상 및 분리안전율에 대한 시험 및 결과분석을 수행 하였다.

## 3. 분리시험 결과 및 분석

정적분리시험은 착화기 대신 유압을 사용하여

부리시험을 수행하였다. 시험결과 400 ft-lbs토오 크로 장착하였을때 피스톤 분리저항력은 62.5 - 87.5 kg/mm<sup>2</sup>가 나타났다.

분리력과 분리현상을 정확하게 분석하기 위하여 동적분리시험을 수행하게 되었다. 동적분리시험에서는 착화기 작동압력을 측정하여 분리력을 계산하였고, 피스톤/더미질량 가속도를 측정하여 분리저항력을 계산하였고, 분리력과 분리저항력을 비교 분석하여 분리성능 안전률을 계산하였다. 동적분리 시험장치는 Fig. 2와 같이 구성하였다.

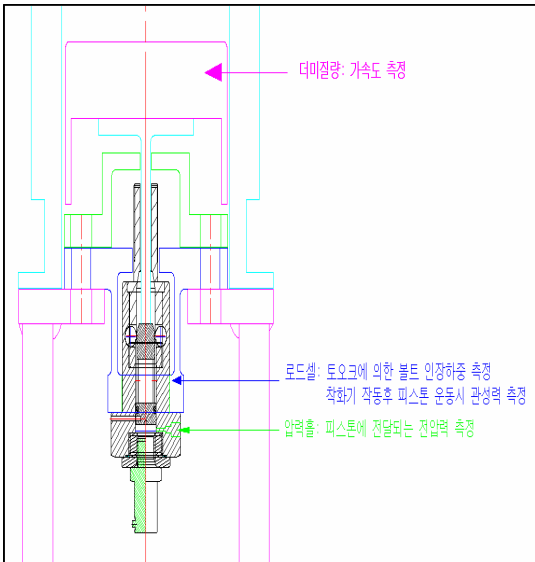


Fig. 2 Sketch of dynamic separation test

Figure 3에서는 동적분리 시험장면을 보여주고 있다. 이때 토오크에 의한 볼트 인장하중 적용은 실제 조립조건(400 ft-lbs)과 같이 적용하여 인장하중 685 kg을 가하였다.

동적분리 시험에서 착화기는 2종류 350/800 psi 사용하였고, 조립 토오크는 모두 400 ft-lbs로 장착하였다. 계측속도는 50/100 k sample/sec.로 측정하였다. 계측항목으로는 분리시 발생하는 압력, 힘 및 가속도를 측정하였다. 압력측정시 pick-up 홀 직경은 1mm와 2mm을 사용하여 시험하였다.



Fig. 3. Facilities of dynamic separation test in ball type bolt

동적분리시험 결과는 Figs. 4-6에 나타나 있다.

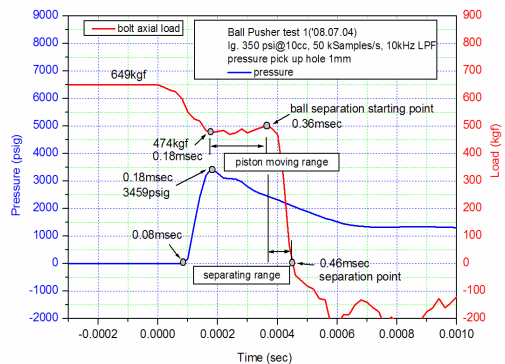


Fig. 4 Result of sample 1-1

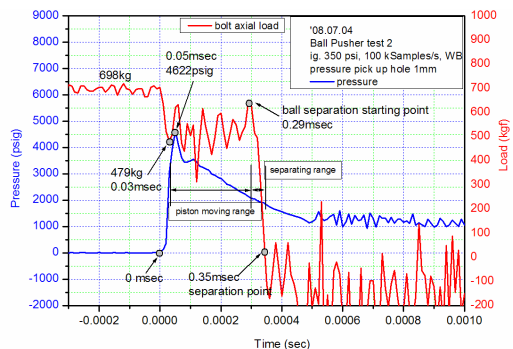


Fig. 5 Result of sample 1-2

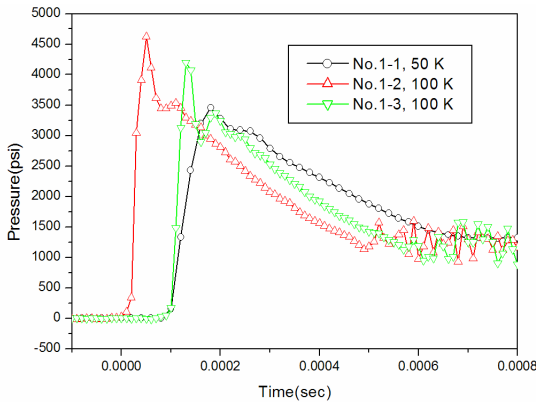


Fig. 6 Results of samples 1-1, 1-2 and 1-3

착화기 350 psi을 사용하였을때 분리볼트에 작용하는 평균압력은 2691 psig (170 kgf)이고, 최대압력은 4622 psig (292 kgf) 로 나타났다. 분리볼트의 분리저항력은 정적 시험결과 87.5 kgf로 나타나 평균압력에 대한 분리안전률은 1.9정도이고, 최대 압력에 대한 분리안전률은 3.4이다. 전단핀 전단력, 볼마찰 및 오링 마찰의 저항력은 동적시험 결과 29.1 kgf로 나타났다. 그래서 평균압력에 대한 분리안전률은 5.8정도이고, 최대 압력에 대한 분리안전률은 10정도 인 것으로 판단된다.

#### 4. 결 론

정적/동적 분리시험을 통하여 압력카트리지를 이용한 볼 타입 분리볼트의 분리현상과 분리성능 안전률을 정량적으로 구할 수 있었다. 분리성능 안전률은 다음과 같다.

1. 정적 분리저항력을 고려할 때 분리안전률은 3.4 이상
2. 동적 분리저항력을 고려할 때 분리안전률은 10.0 이상

#### 참 고 문 헌

1. 이용조, 김동진, 해석프로시저를 이용한 리치 컷형 폭발볼트 분리기구 해석, 한국추진공학 회지, 제8권 2호, 2004, pp. 102-104
2. Brauer, K. O., Handbook of Pyrotechnics, Chemical Publishing Co. Inc., New York, 1974, pp119-128
3. 이용조, 파이로볼트 연구 개발보고서, TRDC-519-050120, 2005
4. 이용조, Ball type 분리볼트 개발, 한국추진 공학회 2008년도 춘계학술대회 논문집, 2008