소구경 탄약 분해기술 및 장비개발

구경회*·이재화**·김 석†·정현수**

Development of dissolvable technique and equipment for small caliver ammunition

Kyung-hoe Koo, Jae-hwa Lee, Seok Kim and Hyun-su Jung

Key Words : warhead(탄두), empty cartridge(탄피), small caliver ammunition(소구경 탄약), incinerative abrogation(소각 폐기), indexing equipment(회전위치 분할 장비)

Abstract

By development of dissolvable technique and equipment for warhead, empty cartridge and ammunition in small caliver, pollution of environment and waste of resources problems brought by existing incinerative abrogation can be fundamentally prevented. In addition, Automatic high-speed mechanically dissolving technique using indexing equipment developed in this study makes possible curtailment of manpower and recycling treatment of recources.

1. 서 론

탄환 폐기방식으로 현재 사용되고 있는 소각처리 방법은 대기오염 및 악취 등 환경오염을 유발할 뿐 아니라 자원 재활용 관점에서도 여러 가지 문제점을 수반하고 있다.[1,2]

이에 반해 기계적 메카니즘에 의한 탄환 폐기방법은 탄두, 탄피, 탄약의 분해 및 분리수거가 가능하여 폐기자재의 재활용이 가능할 뿐 아니라 환경오염을 근원적으로 해소할 수 있는 이점이 있다.[3~5] 또한, 고속 회전시 순간적인 위치 분할(구동/정지)을 수행할 수 있는 인덱싱(INDEXING) 기술을 적용할 경우 탄환공급, 분해, 분리 공정을 고속으로 수행할 수 있으므로 짧은 시간에 대량의 폐기물량 처리가 가능하여 인력손실을 극소화할 수 있고, 또한 탄환을 정교하게 분리함으로써 양질의 탄두 및 탄피의 재활용 가치를 높일 수 있을 것으로 판단된다.

따라서, 군이 보유하고 있는 다량의 폐기용 탄환을 환경오염없이 신속하면서도 재활용이 가능하도록 폐기처리하기 위해 중소기업청에서 주관하는 산학연 컨소시엄 사업의 일환으로 국방품질관리소와 (주)삼영필텍에서 공동으로 인덱싱 기술을 적용한 비소각 방식의 탄환분해 기술 및 장비 개발에 착수하게 되었다.

* (주)삼영필텍
** 국방품질관리소
†책임저자, 회원, 국방품질관리소
E-mail : skim@dqaa.go.kr
TEL : (02)961-1550 FAX : (02)960-7464

2. 시스템 구성 및 설계

2.1 개발내용 및 방법

폐기탄의 탄두, 탄피, 추진제를 고속으로 자

동 분해하고 재생 가능한 자원의 분리수거를 동시에 수행할 수 있는 기술을 개발하고, 이를 토대로 시제품을 제작하였다. 시간당 4000발 이상의 고속 탄환분해 기술은 탄환의 자동정렬 및 이송을 포함한 탄환 공급장치와 탄환 고정 및 탄두 제거장치, 회전 인덱스가 서로 연동적이어야 하며, 또한 고속 회전간 정밀도의 유지가 가능해야 실현 가능한 핵심기술이다.

본 연구에서는 구경 30(7.62㎜) 보통탄에 대한 기초 조사를 토대로 탄환 자동분해 및 분리수거를 동시에 수행할 수 있는 장치를 구상하고, 이론적 고찰을 바탕으로 시스템 설계 및 시제품 제작을 수행하였다.

2.2 시스템 구성 및 설계

2.2.1 설계기준

첫째, 구성품의 최소화를 위해 유공압 시스템을 배제한 기계적 매카니즘을 적용하였으며, 탄환분해 수량 및 원활한 작업성을 보장하기 위해 탄환공급 및 분해공정을 분리 설계하였다.

둘째, 추진제 제거공정에 소요되는 시간을 줄이기 위해 턴테이블을 수직으로 설계하고, 개발장비의 안전성 확보를 위해 탄자제거 및 뇌관파괴 공정의 실시간 감시를 위한 안전장치를 고려하였다.

2.2.2 시스템 구성 및 설계

Fig. 1은 탄약 자동분해장비의 시스템을 나타낸 것이며, 주요공정은 다음과 같이 진행된다.

탄환 적재함(1)내의 탄약은 적재함 구동장치에 설치된 모터에 의해 수직 이송된 후, 구름피더(roller feeder)를 통해 수평이송(2)된다. 무질서하게 투입된 탄환의 방향은 탄환정렬 장치(3)를 통과하면서 일정한 방향으로 정렬된다.

정렬된 탄환은 인덱스에 설치된 턴테이블에 장착된 모터로부터 동력을 전달받은 캠에 의해 탄환투입장치(4)로 투입되고, 인덱스 회전축에 부착된 타이밍 캠의 전기적 신호에 의하여 턴테이블의 회전에 따라 순차적으로 후속공정이 수행된다.

탄자제거 장치(5) 및 탄피 분리배출 장치(9)는 탄환투입 공정과 유사하며, 뇌관파괴 장치(8)는 인덱스의 회전축에 부착된 타이밍 캠의 전기적인 신호를 전자 솔레노이드에 부가하여 공이 핀이 작동함으로서 타격 방식으로 뇌관파괴 공정을 수행한다.

한편, 탄환 분해장비 운용의 안전성을 확보하기 위해 두 가지의 안전장치를 설계에 반영하였다.

첫째, 탄자제거가 정상적으로 수행되지 않은 상태에서 뇌관파괴 공정이 수행될 경우 격발 등

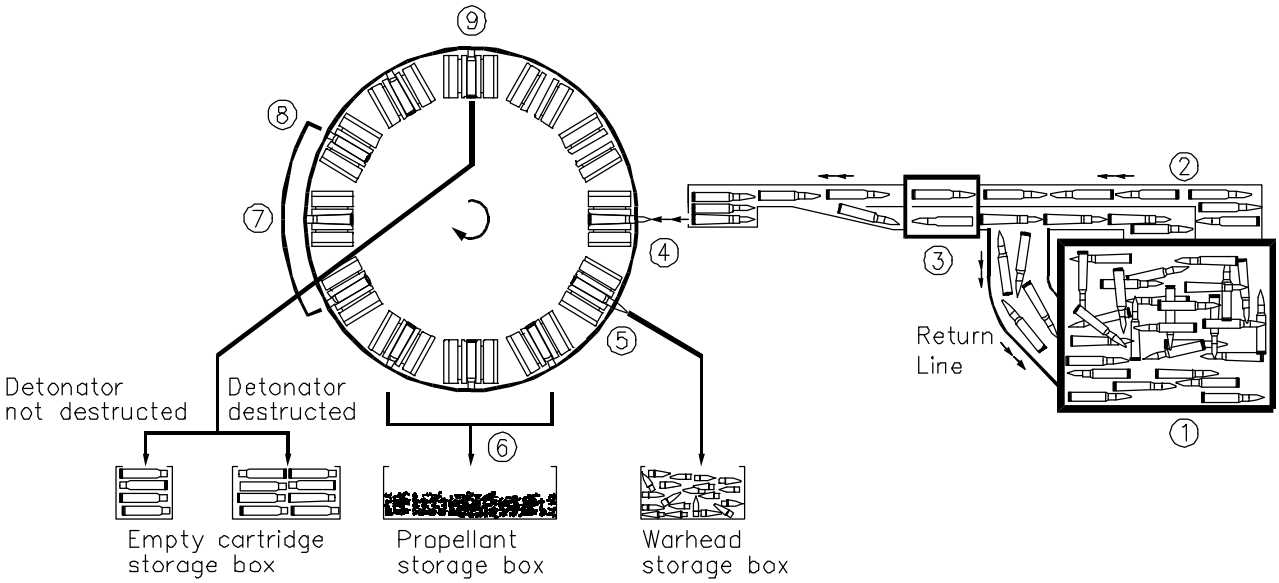


Fig. 1 Schematic diagram of automatic ammunition-dissolution equipment

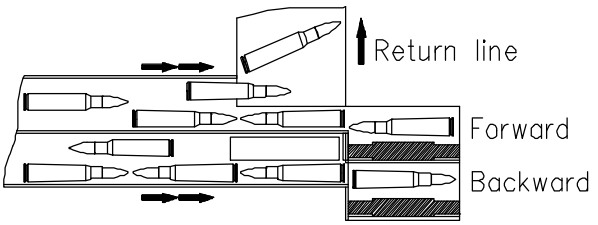
의 안전사고 발생 가능성이 있으므로 포토센서가 부착된 안전장치(7)에서 이를 인식하여 장비작동을 정지시킬 수 있도록 하였다.

둘째, 뇌관파괴 장치에 정상적인 뇌관파괴 여부를 인식할 수 있는 안전장치를 부착하여 전기적인 신호를 통해 탄피분리 배출장치를 작동하게 함으로서 뇌관이 정상적으로 파괴되지 않은 탄피를 별도로 분리수거할 수 있도록 하였다.

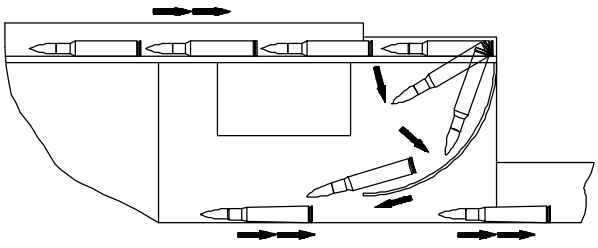
이와 같이 탄환 자동분해 장비는 탄환의 공급, 정렬, 투입, 탄자제거, 추진제 분리, 뇌관파괴, 탄피분리의 공정순으로 수행되며, 이 중 본 기술개발의 핵심적인 내용인 탄환 정렬 및 탄자제거, 캠 구조 장치 등에 대해 살펴보기로 한다.

2.2.3. 탄환 정렬장치

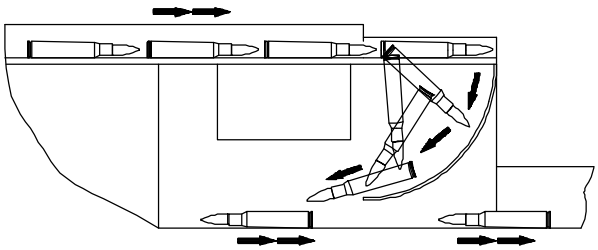
불규칙한 방향으로 공급되는 탄환을 일정한 방향으로 정렬하기 위해서는 별도의 탄환 정렬장치가 필요하다.



(a) Shape of ammunition array system



(b) Forward array



(c) Backward array

Fig. 2 Principle of ammunition array

탄환 정렬의 원리는 Fig. 2(a)와 같이 이송된 탄환이 회전할 수 있는 탄환 정렬부 홈을 가공하여 탄환이 중력에 의해 떨어지면서 정렬부 홈을 통과하면 자동으로 일정한 방향으로 회전 정렬되도록 설계하였다.

이송방향 기준으로 탄환의 뇌관측이 홈에 먼저 진입하는 경우를 순방향(Fig.2(b)), 탄환의 탄자측이 홈에 먼저 진입하는 경우를 역방향(Fig.2(c))이라 정의할 때, 순방향 정렬의 경우 탄환이 정렬부 홈 위치에 도달하게 되면, 뇌관측은 홈보다 폭이 커서 홈에 걸려있게 되고 폭이 좁은 탄자측이 홈을 통과하여 뇌관 부위를 회전축으로 하여 회전 낙하하며 정렬된다.

역방향 정렬의 경우도 회전 원리는 순방향 정렬과 같으며, 정렬이 끝난 후 진행 방향은 순방향 정렬의 경우와 같아지게 된다.

2.2.4. 탄자 제거장치

Fig. 3은 탄자제거 공정을 나타낸 것이다.

탄환투입 공정을 거친 탄환은 회전 턴테이블에 부착된 탄환지그에 의해 고정되고, 탄자제거용 지그가 전, 후진을 반복적으로 수행하여 탄자를 제거한다. Fig. 3에서 (a)는 탄자제거 지그가 탄환쪽으로 전진하기 위한 대기 상태이다. (b)는 탄자제거 지그가 전진하여 탄자를 물고 후진하려

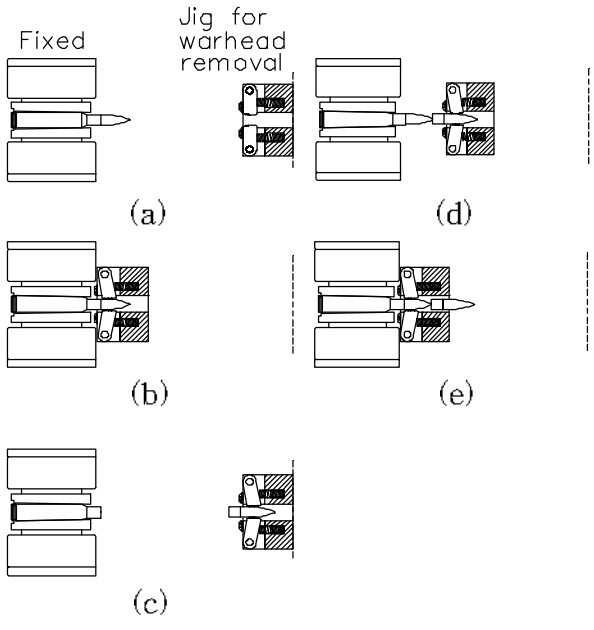
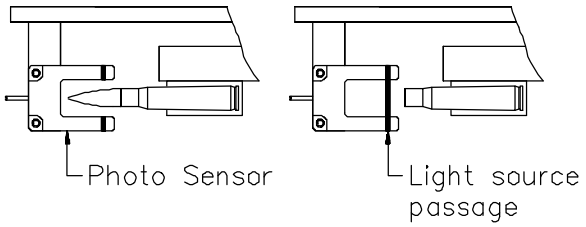


Fig 3. Process of warhead removal

는 상태이다. 이때, 탄자제거 지그가 전진하면서 2개의 링크사이로 탄환이 물리게 되고, 이때 링크는 핀 중심으로 회전을 하다가 압축 스프링에 의해 회전을 멈추게 되며 탄환을 고정하는 클램프 역할을 하게 된다. (c)는 탄자제거 지그가 탄자를 탄환으로부터 제거하여 초기 위치로 복귀한 상태이다. 즉, 탄자제거 지그가 후진시 링크에 가공된 톱니 형상과 스토퍼(STOPPER)의 힘에 의해 탄자가 탄환으로부터 제거된다. (d, e)는 턴테이블의 회전으로 새로운 탄환이 도착했을때 탄자제거용 지그가 새로운 탄자를 제거하려는 상태이다. 이때, 탄자제거 지그에 물려있던 앞 공정의 탄환의 탄자는 현재 제거 작업중인 탄자에 의해 밀려나 탄자제거 지그 후단으로 빠져 나가며 탄자 분리함으로 수거된다.

한편, 탄자가 제거되지 않은 탄환에 대해 뇌관파괴 작업을 수행할 경우 탄자가 발사되는 안전사고의 발생 가능성이 있으므로, 이 경우 작동중인 장비가 정지되도록 하는 안전감지 장치를 설계에 반영하였다. 감지 장치는 Fig. 4에서와 같이 지름 4㎜이상의 불투명체에 대한 감지가 가능한 포토센서(2개소)를 사용하였으며, 투여된 광원의 통과 여부를 감지하여 전기 신호를 발생시켜 주장비의 작동을 제어한다.



(a)Warhead not removed (abnormal)　　(b) Warhead removed (normal)

Fig 4. Safety device system for recognition of warhead-removal

2.2.5. 캠 구조 장치

캠은 일반적으로 등속, 등가속, 단순 조화, 사이클로이드 운동을 고려하여 설계되나, 본 연구에서는 비교적 저속(66.7rpm)영역에서 운전되는 점을 감안하여 시스템에서 요구되는 레이아웃을

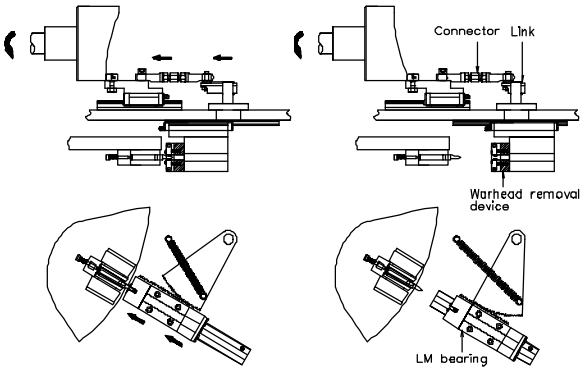


Fig. 5 Schematic diagram of warhead-removal cam motion

이용하여 직접 캠의 형상을 설계하였으며, 탄환 투입, 탄자제거, 탄피분리 배출 장치에 캠 운동을 이용하였다. Fig. 5는 탄자 제거 캠의 운동을 나타낸 것이다. 탄자 제거 캠은 0°~ 120°에서 양정이 없으며, 120°~240°에서 양정이 증가하다가 240°에서 최대양정(30㎜)이 된다. 이후 240°~360° 에서 탄자제거 장치는 원 위치로 복귀 된다.

2.3 시제장비 제작/시운전 평가

Fig. 6은 시스템 설계기술을 토대로 제작된 탄환 자동분해장비 시제품을 나타낸 것이다.

분해 장비 시제품에 대한 시운전은 구경30 보통탄을 사용하여 육군탄약사령부(제3탄약창)에서 실시되었다. 시운전 평가시 최초의 설계목표에 부합하는지 여부를 중점적으로 확인하여 양호한 결과를 얻었으며, 특히 탄자분해 및 뇌관파괴시

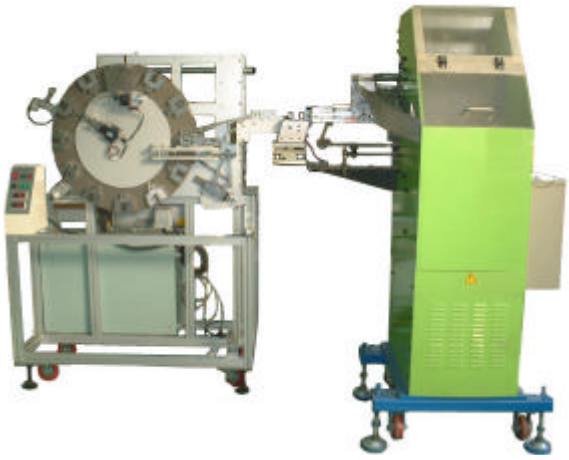


Fig 6. Ammunition-dissolution equipment

안전장치의 작동상태 또한 대체로 양호한 것으로 확인되었다.

3. 결론

탄환 자동 분해 기술 및 장비 개발에 대한 연구결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

(1) 기술적 측면

고속 정밀 인덱싱 기술과 기계적인 방법이 접목된 탄약분해 및 분류 기술을 확보하게 되었다. 시간당 4,000발의 고속 탄약 분해 및 재활용 가능 자원의 분류 기술을 개발하였고, 분해장비와 관련된 기계적 메카니즘 설계기술을 동시에 확보하게 되었다.

(2) 경제·산업적 측면

폐탄약의 소각처리에 따른 환경오염을 원천적으로 배제한 환경 친화적인 탄약폐기 작업 기술을 확보할 수 있었으며, 탄환분해 및 분리수거를 통해 자원의 재활용이 가능하게 됨으로서 예산절감이라는 부수적 효과를 거둘 수 있게 되었다.

아울러, 본 연구로 획득된 탄약분해장비 개발기술을 통해 탄환 자동분해 장비의 제작 및 군보급이 가능하게 되었으며, 확보된 기술을 응용할 경우 유사한 소구경 탄약의 폐기에도 확대 적용이 가능할 것으로 판단된다. 또한 탄약 폐기시 분리된 탄피 및 추진제는 탄약 제조용 소재나 비료산업에 각기 적절히 재활용 될 수 있을 것으로 판단된다.

후 기

본 연구는 중소기업청의 산학연 컨소시엄 지원자금으로 수행되었습니다.

참고문헌

(1) 노만균, 1998, “고체추진제”, 대우학술총서, Vol.119, pp. 19-32

(2) Kuo, kenneth K, 1984, "Fundamentals of solid propellants combustion", AIAA, Vol.90, pp.1-2

(3) G.W.David, 1982, "Method of Producing Humic acid", U.S. patent 4,319,041

(4) S.K.Chandra, W.S.Daman, 1997, "Biological Production of Humic acid and clean fuels from coal", U.S. patent 5,670,345

(5) H.Heaton, N.Kaushik, D.Walia, 1999, "Recycling of propellants and Explosives into fertilizer", 7th Global Demil. Symp.