

한국형 탄약 지환통 연구개발 방안 연구

김석기¹, 김도영², 차진호^{1*}
¹국방기술진흥연구소, ²국방기술품질원

A Study on Developing ROK Ammunition Container

Suk Ki Kim¹, Doyoung Kim², Jinho Cha^{1*}

¹Korea Research Institute for defense Technology planning and advancement

²Defense Agency for Technology and Quality

요약 우크라이나와 러시아 전쟁이 첨단 무기의 활용으로 비교적 짧은 시간 내에 종료될 것이라는 예상은 빗나갔다. 전쟁이 장기적으로 지속됨에 따라 재래식 무기를 사용하는 군사작전의 비중이 점점 더 커지고 있다. 탄약 지환통은 재래식 탄약을 포장하는 포장재로 우리나라에서는 연간 수십만 개 이상이 생산되고 있으며 보유 중인 재래식 탄약의 종류가 수십 종에 달해 지환통의 크기도 매우 다양하다. 미국을 포함한 여러 나라들이 재래식 탄약을 생산하고 있는데 그 비축량은 줄어들지 않을 전망이다. 우리나라는 아스팔트를 활용한 지환통(이하 아스팔트 지환통)과 파라핀을 활용한 지환통(이하 파라핀 지환통) 2가지 종류의 지환통을 보유하고 있다. 이는 미국이 1970년대에 만든 아스팔트 지환통과 1980년대 만든 파라핀 지환통을 참고하여 개발하였다. 하지만 미국은 2014년도부터 폴리올레핀을 활용한 지환통(이하 폴리올레핀 지환통)을 개발하여 기존 지환통을 대체해 나가고 있다. 본 연구에서는 재래식 탄약을 수십 년 이상 저장하는 장기 보관성이 요구되는 한국형 지환통 연구개발 방안을 제시한다.

Abstract The expectation that cutting-edge weapons would determine the outcome of the war in Russia-Ukraine was wrong. The prolongation of war increases the importance of conventional weapons. Since, in Korea, there are dozens of types of conventional ammunition, there are just as many kinds of fiber ammunition containers, and the number of the containers produced each year exceeds hundreds of thousands. Global stockpiles of conventional ammunition are not expected to decrease. The two types of fiber ammunition container of conventional ammunition which made of asphalt and paraffin, has manufactured with reference by the US in 1970s and 1980s, and the US military distributed new ammunition container made of polyolefin from 2014, replacing the existing ones. In this study, we present a plan to develop a new ROK-type ammunition container that requires long-term storage for decades or more.

Keywords : Conventional Weapon, Fiber Ammunition Container, Asphalt, Paraffin, Polyolefin

1. 서론

탄약 지환통(이하 지환통)은 크라프트지(Kraft Paper)라고 불리는 종이와 은박지 및 합성수지를 주요 소재로 하여 나선형으로 감아 만드는 구조를 가지며 재래식 탄약을 1발씩 담는 포장재이다. 우리나라에서 보유하고 있

는 재래식 탄약은 70여 종으로 매년 생산되는 지환통의 수량은 수십만 개 이상이다.

국방전력발전업무훈령에 따르면 탄약을 1발씩 개별 포장하는 통은 지환통과 금속통으로 구분된다. 금속통은 지환통에 비해 방습 성능이 우수하지만 가격이 높고 전투원의 직접 운반이 제한되는 중량 문제로 인해 재래식

*Corresponding Author : Jinho Cha(KRIT)

email: jinchocha7@gmail.com

Received April 15, 2024

Accepted May 3, 2024

Revised May 2, 2024

Published May 31, 2024

탄약의 포장에는 지환통이 사용된다.

지환통은 포장되는 탄약의 성능을 장기간 안정적으로 보장할 수 있어야 하기 때문에 그 성능이 매우 중요하다 [1-3]. 우크라이나와 러시아 전쟁에서 첨단 무기가 단기간 내에 전쟁의 승패를 좌우할 것이라는 예상은 빗나갔고 전쟁의 장기화로 인한 재래식 무기의 사용 비중이 늘어나고 있어 이를 활용한 군사작전의 중요성이 꾸준히 증가하고 있다[4-11]. 이는 주변국 및 전세계적으로 영향을 미쳐 지환통 생산량은 줄어들지 않을 전망이다[12-14].

지환통에 대한 연구를 수행한 대표적인 나라는 미국으로 1950년대에 최초로 아스팔트(Asphalt) 합성수지를 사용해 만든 아스팔트 지환통을 개발한 이후 수차례의 추가 연구개발을 통해 지환통의 성능을 보완하였고 1986년에는 파라핀(Paraffin) 합성수지를 이용하여 제조한 파라핀 지환통을 개발하였다[15-19]. 이후 아스팔트 및 파라핀 지환통을 대체하기 위해 1993년에 13가지 형태로 구분하여 지환통의 성능시험을 수행했지만 연구 개발에 성공하지는 못했다[20]. 하지만 2014년부터는 폴리올레핀(Polyolefin; 폴리에틸렌, 폴리프로필렌 등을 포함하는 용어) 합성수지를 사용한 지환통(이하 폴리올레핀 지환통) 개발에 성공하여 기존 지환통들을 대체해 나가고 있다[21]. NATO는 지환통이 아닌 캐나다 업체가 생산하는 플라스틱 탄약통에 포장된 재래식 탄약을 일부 보유하고 있다[9].

우리나라는 미국의 아스팔트 지환통 2세대 모델과 유사한 지환통을 1970년도에 개발하여 2021년도까지 우리 군에 보급해 왔다[22]. 반면 미국은 아스팔트 지환통을 제조하는 과정에서 작업자의 신체적 질환 발병으로 인한 건강문제가 야기됨에 따라 이를 해결하기 위해 파라핀 지환통을 개발하였다. 그러나 파라핀 소재가 가지는 열에 대한 취약성 문제로 인해 아스팔트 지환통을 대체하지 못하였고 기존 지환통 대체할 수 있는 기술은 2002년도에야 원천 기술 확보를 확보한다. 그리고 2010년이 되어서야 국방규격에 해당 기술이 적용된 지환통을 반영하게 된다[23-25].

한편 우리나라도 1991년도에 플라스틱을 사용한 지환통을 개발하여 기존 아스팔트 지환통을 대체하려고 연구하였으나 피복된 플라스틱이 수축하는 문제로 인해 지환통을 양산화하지 못했다[26].

이후 2016년에 독자적 기술로 개발한 파라핀 지환통은 외부면을 파라핀으로 두껍게 함침하는 미국 파라핀 지환통과 달리 얇게 도포하는 기술을 적용하여 미국 지환통이 가지는 관련 문제점을 극복한 것으로 평가를 받

고 있다[27]. 하지만 미국이 아스팔트 및 파라핀 지환통의 다음 세대 모델인 폴리올레핀 지환통을 2010년과 2014년에 두 차례에 걸쳐 개발한 것을 고려할 때 관련 우리나라도 관련 제조 기술을 향상시킬 시점이 이미 도래하였다[21, 25].

이를 통해 전시 탄약의 운용성을 증가시키며 방산수출을 고려한 새로운 지환통을 우리나라가 보유할 수 있을 것이다.

2. 지환통 구조 및 분석

2.1 아스팔트 및 파라핀 지환통 적층

지환통은 원통형 지환의 위아래에 금속단을 크림핑(Crimping)하여 제조한다. 그리고 지환은 종이를 포함한 여러 개의 소재를 나선형으로 감은 적층된 구조를 가진다. 금속단이 크림핑된 지환은 상부 지환과 하부 지환으로 구분할 수 있는데 덮개 역할을 하는 상부 지환은 탄약이 담겨지는 하부 지환에 결합되며 이 때 상·하부 지환은 그 결합되는 부분에 방습뿐만 아니라 방수를 위해 테이프로 밀봉하는 것이 일반적이다.

종이가 사용되는 지환통은 방습 및 방수를 위해 은박지(Aluminum Foil)를 사용한다[16-19,21,25]. Table 1의 아스팔트 및 파라핀 지환통 적층 구조를 보면 2장의 은박지가 사용되고 있음을 알 수 있다.

일반적인 크라프트지의 색상은 나무색인데 Table 1에서 아스팔트 중첩 크라프트지는 크라프트지의 양면을 아스팔트로 페인트칠을 하듯이 도색한 종이를 말하며 아스팔트 함침 크라프트지는 크라프트지를 아스팔트에 완전히 담구어 제조한 종이를 의미한다. 해당 크라프트지는 모두 검은색으로 아스팔트가 방수 및 방수 역할을 한다.

이중 크라프트 은박지는 은박지 양면을 크라프트지로 접착해 제조하며 우리나라 지환통의 파라핀지는 크라프트지의 한쪽 면을 파라핀으로 도포하여 제조한다. 이 때 파라핀의 도포된 양은 미국과 달리 KS T 1036의 표2 3종 B의 성능에 적용하여 크라프트지 질량의 25~40% 범위로 제한하고 있다.

판지는 지환통의 두께를 조절하는 역할을 하며 우리나라의 파라핀 지환통에 사용되는 은박지 두께는 0.012 mm ~ 0.015 mm 범위를 가지는데 비해 한·미 아스팔트 지환통과 미국의 파라핀 지환통에 사용되는 은박지의 두께는 0.025 mm으로 두 배 정도 두껍다. 여기서 주목해야 할 점은 은박지가 크라프트지 종이에 접착되어 있다는

사실이다. 은박지와 종이는 고온, 저온 및 온도의 변화가 오랜 기간 지속되면 접착제가 갈라지거나 부서져 접착력에 문제가 발생하기 쉽다. 이는 지환통의 성능 저하가 발생할 가능성이 높아진다[28,29]. 이는 탄약 성능에 영향을 미칠 수 있어 간과해서는 안 된다.

Table 1. Comparison of the development of the ammunition fiber containers (ROK / US)

US	US
Asphalt container (1950)	Asphalt container (1961)
in side	in side
Board paper (A)	Board paper (A)
Asphalt duplex kraft paper	Asphalt duplex kraft paper
Asphalt duplex kraft paper	Aluminum foil (C)
Asphalt impregnated kraft paper	Asphalt duplex kraft paper
out side	Asphalt impregnated kraft paper
	out side
ROK	USA
Asphalt container (1973)	Asphalt container (1973)
in side	in side
Board paper (A)	Board paper (A)
Asphalt duplex kraft paper	Asphalt duplex kraft paper
Aluminum foil (C)	Aluminum foil (C)
Asphalt duplex kraft paper	Asphalt duplex kraft paper
Asphalt impregnated kraft paper	Aluminum foil (C)
out side	Asphalt impregnated kraft paper
	out side
US	US
Paraffin container (1986)	Polyolefin container (2010)
in side	in side
Board paper (A)	Board paper (A)
Kraft papers with aluminum foil	Polylam
Board paper (B)	Aluminum foil (C)
Kraft papers with aluminum foil	Polylam
Paraffin coated kraft paper	Aluminum foil (C)
out side	Polycoat
	out side
US	ROK
Polyolefin container (2014)	Paraffin container (2016)
in side	in side
Board paper (A)	Board paper (A)
Polylam	Aluminum foil (D)
Polylam	Board paper (B)
Polycoat	Aluminum foil (D)
out side	Black kraft paper
	Paraffin (impregnation)
	out side

따라서 은박지가 있는 아스팔트 및 파라핀 지환통은 장기적인 관점에서 볼 때 은박지가 없는 지환통으로 개

선이 필요함을 알 수 있다.

2.2 폴리올레핀 지환통 적층

미국이 2014년에 개발한 폴리올레핀 지환통의 적층 구조는 Table 1에서 보는 같다.

폴리랩(Polylam; Poly-ethylene laminated)은 2장의 크라프트지를 폴리에틸렌(Poly-Ethylene; 고밀도, 중밀도 및 저밀도 폴리에틸렌으로 일반적으로 분류)으로 라미네이팅(Laminating)하여 제조하며 지환통의 가장 바깥면인 폴리코트(Polycoat; poly olefin coated)는 크라프트지의 한쪽 면을 검은색의 폴리올레핀으로 코팅한다. 폴리랩은 저밀도 폴리에틸렌(Low Density Poly ethylene)을 사용하고 있으며 $102.5 \pm 34.2 \text{ g/m}^2$ 의 평량 범위를 적용하고 있다. 폴리코트 제조사는 폴리프로 필렌이나 폴리에틸렌 사용을 제한하지 않고 있으며 평량만 $122.1 \pm 24.4 \text{ g/m}^2$ 범위를 적용하고 있다. 폴리올레핀 지환통은 미국이 1973년 이후 개발한 지환통 중에서 은박지 적층이 없는 유일한 지환통이다.

2.3 지환통 성능시험 현황 분석

앞서 언급한 바와 같이 지환통의 성능이 탄약의 성능과 운용에 영향을 줄 수 있기 때문에 최초생산품검사 및 양산검사간에 성능시험을 한다. 주요 성능시험은 Table 2에서 보는 바와 같이 9가지로 구분할 수 있고 A는 시험 소요 기간, B는 연구개발간 시험여부, C는 국방규격에 반영여부를 나타낸다.

구조시험은 적층 구조를 절단하여 확인하고 Table 2에서 파라핀 도포율은 우리나라에서는 KS T 1036을 적용한다. 방수, 진동 및 친환경 재질, 정전기, 태양열복사 시험은 우리나라에서는 연구개발뿐만 아니라 최초생산품 검사를 위해 수행하고 있다. 미국의 경우에는 MIL-STD-810 표준서의 환경시험 조건에 명시되어 있으나 지환통 연구개발간에 수행했을 것으로 추정되나 최초생산품 및 양산간 시험에는 이를 반영하지 않았다.

방수시험은 지환통이 침수시 30분 동안 수분이 지환통 내부로 들어오지 않도록 하는 성능을 요구하며, 친환경 재질시험은 인체에 유해한 특정 중금속이 지환통 적층 재료에 사용되는지 여부를 검사한다. 정전기시험은 지환통 내부에서 발생하는 정전기로 인해 탄약의 폭발을 방지하기 위한 시험으로 체적저항의 측정값이 특정 값 이하이어야 한다.

Table 2. Main comparisons of main tests and standards

	USA (Asphalt, Paraffin, Polyolefin)			ROK (Paraffin)		
	A(day)	B	C	A	B	C
Structure	1	○	○	1	○	○
Water proof	1	N/A	×	1	○	○
Vibration	N/A	N/A	×	1	○	○
Material	N/A	N/A	×	5	○	○
Electricity	2	N/A	×	2	○	○
Radiation	N/A	N/A	×	10	○	○
High temp.	60	○	×	3	○	○
Low temp.	60	○	×	3	○	○
Permeability	60	○	×	50	○	○

우리나라 파라핀 지환통은 외부 색상이 검은색이 아닌 국방색이기 때문에 태양열복사 시험을 통해 색상의 변질이 여부를 확인하는 것이 필요해 해당 지환통 규격에 반영한 것은 합리적이다.

고온, 저온 및 투습도 시험은 지환통 내부에 지환통 크기에 따라 정해져 있는 흡습제의 양을 넣고 밀봉 후 흡습제의 무게 변화를 10일 간격으로 측정하여 투습되는 양을 측정한다. 미국은 60일, 우리나라는 50일을 측정하는데 미국은 연구개발시만 시험하고 국방규격에 반영은 하지 않지만 우리나라는 파라핀 지환통 국방규격에 반영하여 지환통 최초생산품 검사를 위해 수행하도록 하고 있다.

3. 지환통 국내 연구개발 방안

3.1 은박지 적층 제거

우리나라는 파라핀 지환통을 개발한 노하우가 있고 국내에 세계적인 석유화학 업체들이 있을 뿐만 아니라 민수용 라미네이팅 및 코팅 포장 기술이 발달되어 있어 은박지가 없는 새로운 지환통을 개발할 수 있는 인프라는 충분히 갖추어져 있다.

은박지 적층이 없어질 경우 은박지 구매비용이 절감되며 폴리올레핀과 같은 소재도 국내 생산이 가능하기 때문에 소재 획득에 대한 비용도 아스팔트 및 파라핀과 비교시 크게 차이가 나지 않을 것으로 보인다.

미국은 폴리올레핀 지환통 방습 성능이 아스팔트 지환통과 성능 비교시 그 차이가 유의미한 결과를 나타내지 않는 것으로 분석을 통해 확인된 고온에서 크라프트지와

은박지 적층간에 발생하는 문제가 해결된 지환통을 보유하고 있다[12,19].

3.2 지환통 성능시험 분석

도포율 시험은 파라핀 지환통의 경우만 해당하기 때문에 새로운 소재를 사용한 지환통 개발에는 불필요할 것으로 판단되며 친환경 재질 시험 또한 지환통에 사용되는 소재 여부를 연구개발간에 수행하고 국방규격에 반영할 필요는 없다. 왜냐하면 식품 포장에 사용되는 환경부 중금속 함량 기준인 중금속 4대 원소(납, 카드뮴, 수은, 6가 크로뮴)의 각 종류의 농도 총합이 100mg/kg 이하를 우리나라 파라핀 지환통이 적용하고 있기 때문이다.

Table 3은 한국형 지환통 개발을 위해 연구개발간 필요한 시험과 국방규격에 반영이 필요한 시험 현황을 보여 준다. B는 연구개발간 시험여부, C는 국방규격에 반영여부를 의미하는데 고온, 저온, 투습도 시험은 국방규격에 반영하지 않는 것으로 제시한다. 왜냐하면 시험비용이 수천만에 달해 연구개발간에 시험을 수행한 결과로 규격에 반영되는 재료의 성능을 만족할 경우 해당 시험을 수행하지 않도록 할 수 있기 때문이다.

Table 3. Proposed research Development Methods

	-	Current		Future	
	A(day)	B	C	B	C
Structure	1	○	○	○	○
Water proof	1	○	○	○	○
Vibration	1	○	○	○	○
Material	5	○	○	○	×
Electricity	2	○	○	○	○
Radiation	10	○	○	○	○
High temp.	3	○	○	○	×
Low temp.	3	○	○	○	×
Permeability	50	○	○	○	×

우리나라에서 파라핀 지환통 투습도 시험결과 지환통의 면적, 길이, 지름과 투습도 간의 관계성은 찾을 수 없었다. 이는 여러 겹의 적층구조를 가져 작업자의 일손씨에 많은 영향을 받기 때문으로 추정된다. 이에 대한 정확한 분석은 추후 연구개발간 확인할 수 있도록 시험을 계획하였다. Fig. 1에서 x축은 지환통의 표면적(Surface area), 길이(length), 지름(diameter)이며 단위는 m²이다. y축은 투습도(WVTR, Water Vapour Transmission Rate)이며 단위는 g/day이다.

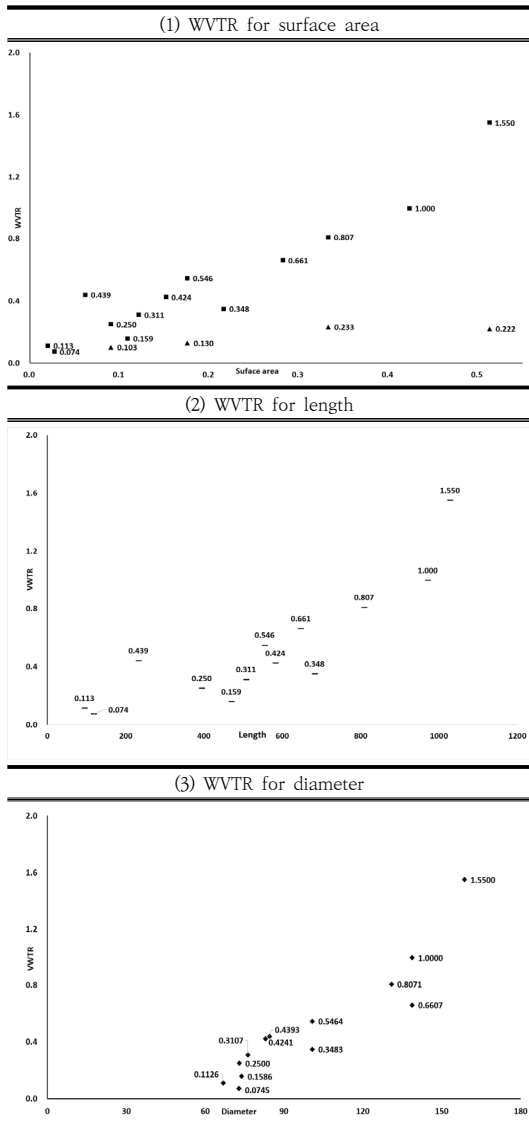


Fig. 1. WVTR for surface area of paraffin ammunition container of ROK

16개 종류의 지환통으로 시험을 하였으며 시험기간은 50일이고 각 종류별 3개의 지환통으로 시험한 결과 값에 대한 평균값으로 산출하였다. Fig. 1의 (1)에서 ▲의 투습도 값은 x축의 값(표면적)이 동일한 다른 종류의 지환통이 있는 경우에 표시된 투습도로 표면적이 동일하더라도 지환통의 종류에 따라 투습도가 달라짐을 알 수 있다. Fig. 1의 (2)에서도 지환통의 길이와 투습도에 정확한 상관관계는 찾을 수 없었으나 길이가 길어지면 투습도 값이 증가하는 경향을 찾을 수 있었다.

Fig. 1의 (3)에서 직경이 유사한 지환통이나 투습도는 차이가 있음을 알 수 있는데 그 이유는 지환통 별로 두께가 상이한 경우가 있고 아스팔트 지환통과 파라핀 지환통의 경우 원통형으로 지환통을 감을 때 일솜씨(Assembly workman-ship)라는 정성적인 요소가 반영되기 때문인 것으로 추측된다.

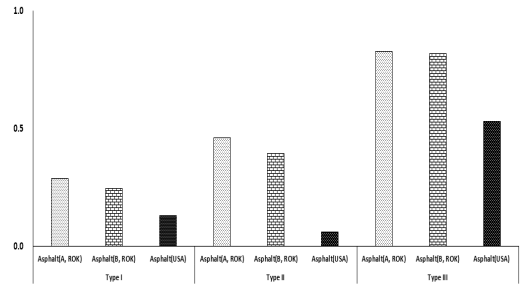


Fig. 2. Comparisons of WVTR for three different types of asphalt ammunition fiber containers between ROK and US

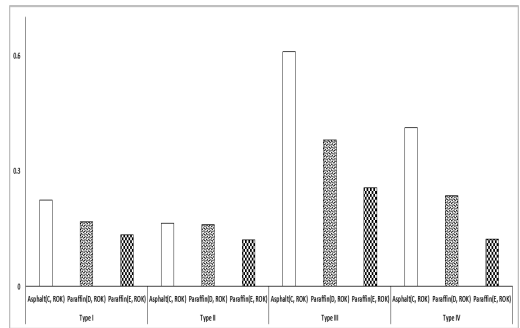


Fig. 3. Comparisons of WVTRs for four different types of asphalt and paraffin ammunition fiber containers in ROK

Fig. 2는 우리나라에서 보유하고 있는 다양한 크기의 지환통 중 사용량이 많은 대표적인 3가지 종류(Type I, II III으로 표시)의 재래식 탄약에 대한 한-미 아스팔트 지환통의 투습도 성능을 비교한 결과이며 y축은 투습도(WVTR, Water Vapour Transmission Rate)로 시험을 하였으며 미국 아스팔트 지환통의 방습력이 전반적으로 우수한 것을 알 수 있다.

Fig. 3은 우리나라에서 보유하고 있는 4가지 종류(Type I, II III, IV으로 표시)의 재래식 탄약에 대한 아스팔트 및 파라핀 지환통의 투습도 성능을 비교한 결과이며 y축은 투습도(WVTR, Water Vapour Transmission Rate)를 나타내는데 파라핀 지환통의 투습도가 아스팔트

지환통보다 방습 성능이 더 좋은 것을 알 수 있다.

3.3 지환통 연구개발 시험 설계(안)

우리나라에서 보유하고 있는 수십 가지의 지환통 중 가장 많이 사용되는 재래식 탄약을 포장하는 4가지 형태의 지환통으로 시험할 것으로 제안한다.

Table 4는 한국형 지환통 연구개발시 필요한 시험 현황을 보여준다. A는 시험소요 기간, B는 필요한 시료의 수를 의미하며 괄호 안의 숫자는 다른 시험에 이어 재사용이 가능한 시료의 수를 의미한다. C는 해당 시험에 대한 대략적인 비용이며 단위는 만원이다. D는 국방규격에 반영 여부를 나타낸다.

낙하 시험은 지환통을 일정 높이에서 떨어뜨렸을 때 이상이 없는지 확인하고 덮개열림 시험은 덮개가 잘 열리는지 확인하며, 토크 시험은 지환통에 있는 2개의 외부튜브와 내크튜브라고 불리는 내부에 위치한 튜브가 잘 결합되어 있는지 확인하는 시험이고 금속단분리 시험은 지환을 금속단에 크립핑시켜서 결합한 정도가 이상이 있는지 확인하는 일반적인 시험이다. 염수분무 시험은 금속단에 있는 금속의 부식성을 확인하는 시험이다.

태양열복사 시험은 10일간 소요되며 파라핀 국방규격에서는 시편으로 시험하는 것으로 반영되어 있으나 연구개발간에는 야전 운용성 확인을 위해 지환통 용기로 시험이 필요하다.

고온 및 저온 시험은 투습도 시험과 유사한데 총 50일간 시험하고 고온시험은 중동지역 수출을 고려한 시험환경을 반영하고 저온 시험은 우리나라뿐만 아니라 북한지역과 북유럽지역으로 수출을 고려한 시험환경을 반영하며 온도충격 시험은 고온과 저온의 변화가 있는 시험으로 지환통의 내구성을 측정하기 위한 참고적인 데이터 축적을 위해 시험한다. 위 투습도 시험은 지환통 용기 전체로 하는 시험이며 투습도 재료 시험은 지환통의 적층에서 시편을 추출하여 투습도를 측정하는 시험으로 미국의 경우 폴리에틸렌 지환통에 대해 재료 투습도 2.48 g/m²/day 이하 성능 값이 반영되어 있다. 이는 해당 시험 기간이 3일로 상대적으로 짧고 시험 비용 또한 저렴하기 때문에 국방규격에 반영하는 것에 제한이 없다고 판단한 것으로 보인다.

괄호로 표시된 수량은 다른 시험을 수행한 시편으로 재사용을 통한 시험이 가능한 수량이며 탄종에 따라 요구되는 수량이 일부 달라질 수 있고 4개 탄종의 시험 예상 비용과 비용분석간 산정된 비용에는 예비수량 등의 포함 여부에 따라 차이가 있을 수 있다.

Table 4. Design of experiment for development of ROK ammunition container

	A (day)	B (4 types)	C (expense)	D
Dropping	1	12	72	○
Opening cover	1	(12)	72	○
Torque	1	20	120	○
Crimped metal ends	1	20	80	○
Corrosion resistance	5	(12)	468	○
Water proof	1	12	720	○
Vibration	1	(60)	240	○
Material	5	(4)	108	×
Electricity	2	12	180	○
Radiation	10	24	17,280	○
Permeability-container	50	96	8,640	○
Permeability-sample	50	80	1,600	○
High temp.	50	96	5,760	×
Low temp.	50	96	5,760	×
Temp. shocking	50	72	4,320	×
Sum	-	372	49,140	-

4. 결론

본 연구는 우크라이나 전쟁이 장기화됨에 따라 재래식 탄약의 중요성을 간과할 수 없는 상황에서 우리나라와 미국의 재래식 탄약을 포장하는데 사용되고 여러 종류의 지환통을 분석하였다.

첫째는 탄약의 장기보관성을 보장하기 위해 은박지 적층이 없는 새로운 지환통이 필요하다는 것을 현재 보급되고 있는 우리나라의 지환통과 미군의 개발 현황을 비교하여 제시하였다. 은박지 적층은 폴리랩이라는 적층으로 기능을 대신할 수 있고 지환통 최외부 적층은 폴리코트라는 적층을 통해 지환통 성능을 향상시킬 수 있다.

둘째 방산수출을 고려하여 지환통을 개발시 필요한 성능시험과 도출하고 이를 위한 지환통의 종류 및 시험비용까지 확인하여 구체화하였다. 고온 및 저온시험을 통해 동남아 및 중동 지역 뿐만 아니라 북한 및 북유럽에 보급할 수 있는 지환통의 개발이 가능할 것이다. 한국형 지환통에 사용될 폴리에틸렌 합성수지는 국내 석유화학 업체를 통해 얼마든지 구매가 가능하여 다양한 종류의 합성수지를 활용한 시험 또한 가능하다.

한편 본 연구에서는 종이와 합성수지로 만든 지환통

만을 제시하였는데 종이 가 아닌 신소재를 사용하여 지환통을 개발하는 가능성을 열려 있다. 앞에서 언급했던 NATO에서 운용하고 있는 플라스틱 단일소재를 사용하여 만든 탄약통도 획득하여 연구가 필요하다고 보며 방습 성능이 뛰어난 알루미늄을 활용하되 종이 가 아닌 특수 소재와 결합하여 비용이 지환통과 차이가 크게 나지 않는 탄약통을 연구해 볼 수 있을 것이다.

그리고 최근 방청기술이 발달하고 있어 지환통의 일부 적층구조에 방청소재를 결합시켜 탄약의 성능을 장기간 보장할 수 있는 방안도 연구할 수 있다. 이를 통해 재래식 탄약 포장재 뿐만 아니라 첨단 무기를 포장하는 금속 통으로 된 포장재의 기술까지 발전하는 연구가 이어지길 기대한다.

References

- [1] S. G. Jones, "Empty bins in a wartime environment", *Center for Strategic and International Studies*, 2023. https://csis-website-prod.s3.amazonaws.com/s3fs-public/2023-01/230119_Jones_Empty_Bins.pdf?VersionId=mW3O0ngwul8V2nR2EHKBYxkpiOzMiS8
- [2] S. Hancock, P. Lee, "Ammunition Supply Chain and Ch-4Intermodalism: From DePot to Foxhole", *Naval Postgraduate School*, 1998. <http://rosap.nrl.navy.mil/view/doc/56126dot56126DS1.pdf>
- [3] L. Cal, G. Zheng, Y. Shen, "Research on design of military ammunition container monitoring system based on IoT". *IEEE*, pp.1-4, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1109/PHM.2016.7819769>
- [4] A. Horton, S. Granados, "The Potent U.S. Arsenal for Ukraine's Counteroffensive", *Washington Post*, Available From: <https://www.washingtonpost.com/world/2023/06/09/ukraine-counteroffensive-weapons-russia-war> accessed June. 9, 2023)
- [5] D. Vergun, "Large Quantity of Defensive Munitions Earmarked for Ukraine", *DOD News*, Available From: <https://www.defense.gov/News/News-Stories/Article/Article/3351964/large-quantity-of-defensive-munition-s earmarked-for-ukraine/> accessed Apr. 4, 2023)
- [6] M. F. Cancian, C. H. Park, "Can South Korean 105-Millimeter Ammunition Rescue Ukraine?", *Center for Strategic and International Studies*, Available From: <https://www.csis.org/analysis/can-south-korean-105-millimeter-ammunition-rescue-ukraine> accessed Mar. 22, 2024)
- [7] US Army Joint Munitions Command, *History of the Ammunition Industrial Base*. Washington DC: Government Printing Office, 2010. Available From: <https://www.yumpu.com/en/document/read/23675592/history-of-the-ammunition-industrial-base-jmc-us-army>
- [8] R. V. McGaughey, "Study of Levels of Packaging/ Packing of Containerized Ammunition", *Army armament research development and engineering center Picatinny Arsenal NJ logistics research and engineering*, 1974. <https://apps.dtic.mil/sti/tr/pdf/AD0783495.pdf>
- [9] B. Zecevic, N. Zecevic, J. Terzic, & M. Sain, "Analysis of Temperature and Relative Humidity Variations in the Large-Caliber Ammunition Containers of NATO and Eastern Concept Depending on the Change of Seasons". *Journal EJEENS-European Journal of Engineering & Natural Sciences*, No.6, pp.35-43 2021. [Jasmin TERZIC | Professor \(Associate\) | dr. sc. | University of Sarajevo, Sarajevo | UNSA | Faculty of Mechanical Engineering, Defense Technologies Department | Research profile \(researchgate.net\)](http://www.terzic-journal.com/index.php/terzic-journal/article/view/100)
- [10] K. D. Choi, H. Y. Na, "Russia's invasion of Ukraine and the west's response: focusing on the theory and practice of the Russia's hybrid warfare", *Journal of Military History Studies*, Vol.1, No.154, pp.1-31, 2022. <https://www.kci.go.kr/kciportal/ci/sereArticleSearch/ciSereArtiView.kci?sereArticleSearchBean.artid=ARTO02911474>
- [11] N. Swietochowski, "Filed Artillery in the defensive war of Ukraine 2022-2023. Part I, Combat potential, tasks and tactics", *Scientific Journal of the Military University of Land Forces*, Vol., No.55, 2023. DOI: <https://doi.org/10.5604/01.3001.0054.1631>
- [12] F. Fabbrini, "European Defence Union ASAP: The Act in Support of Ammunition Production and the development of EU defence capabilities in response to the war in Ukraine", *European Foreign Affairs Review*, Vol.29, No.1, pp.67-84, 2024. DOI: <https://doi.org/10.54648/eerr2024004>
- [13] U. M. Steindl, "Geopolitical Instability and Escalating Conflicts: The Impact on East Asian Defence Innovation Systems", *Vienna Journal of East asian Studies*, Vol.15, No.1, pp.159-186, 2023. DOI: <https://doi.org/10.30965/25217038-01501008>
- [14] Tian, N., Lopes da Silva, D., Béraud-Sudreau, L., Liang, X., Scarazzato, L., & Assis, A., "Developments in Military Expenditure and the Effects of the War in Ukraine", *Defence and Peace Economics*, Vol.34, No.5, pp.547-562, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1080/10242694.2023.2221877>
- [15] MIL-C-2439A, "Military specification - container, fiber, spirally wound for ammunition", 1950.
- [16] MIL-C-2439B, "Military specification - container, ammunition, fiber, spirally wound", 1961.
- [17] MIL-C-2439C, "Military specification - container, ammunition, fiber, spirally wound", 1967.
- [18] MIL-C-2439D, "Military specification - container, ammunition, fiber, spirally wound", 1973.

- [19] MIL-C-2439E, "Military specification - container, ammunition, fiber, spirally wound", 1986.
http://everyspec.com/MIL-SPECS/MIL-SPECS-MIL-C/MIL-C-2439E_4261
- [20] J. V. Draper, Y. H. Lam, V. Khanna, "Comparisons of fiber tube ammunition container variants for moisture permeability and absorption", *OAK Ridge National Lab*, TN, 1993.
<https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA273234.pdf>
- [21] MIL-DTL-2439G, "Container, ammunition, fiber, spirally wound", 2014.
http://everyspec.com/MIL-SPECS/MIL-SPECS-MIL-DTL/MIL-DTL-2439G_52040
- [22] KDS 8140-0007, "Asphalt ammunition container", *Agency for Defence Development*, 1973.
- [23] T. Partanen, P. Boffetta, "Cancer risk in asphalt workers and roofers: review and meta-analysis of epidemiologic studies", *American Journal of Industrial Medicine* Vol.26, No.6, pp.721-740, 1994.
DOI: <https://doi.org/10.1002/ajim.4700260602>
- [24] Khanna et al., "Polyethylene-laminated fiber ammunition container", *United States Patent*, US 6460694B1, 2002.
<https://patents.google.com/patent/US6460694B1/en>
- [25] MIL-DTL-2439F, "Military specification - container, ammunition, fiber, spirally wound", 2010.
http://everyspec.com/MIL-SPECS/MIL-SPECS-MIL-DTL/MIL-DTL-2439F_42610
- [26] KDS 8140-1011, "Plastic ammunition container", *Agency for Defence Development*, 1991.
- [27] KDS 8140-4005, "Paraffin ammunition container", *ROK Army*, 2016.
- [28] X. M. Yang, "Elimination of aluminum foil for 81mm and 120mm mortar ammunition fiber container", *Army armament research development and engineering center Picatinny Arsenal NJ logistics research and engineering*, 2007.
<ADA470789.pdf> (dtic.mil)
- [29] A. M. Skrzypczak, "Polylam/Polycoat Certification Program", *Army armament research development and engineering center Picatinny Arsenal NJ logistics research and engineering*, 2010.
<https://apps.dtic.mil/sti/tr/pdf/ADA522593>

김 석 기(Suk Ki Kim)

[정회원]



- 2016년 8월 : 서울과학기술대학교 화공생명공학 (공학사)
- 2019년 8월 ~ 2020년 12월 : 국방기술품질원 연구원
- 2021년 1월 ~ 현재 : 국방기술진흥연구소 연구원

<관심분야>

국방품질경영(전력지원체계, 화학/화생방 분야)

김 도 영(Doyoung Kim)

[정회원]



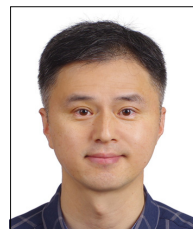
- 2014년 9월 : UNIST 신소재공학과 (공학석사)
- 2014년 8월 ~ 현재 : 국방기술품질원 선임연구원
- 2024년 ~ 현재 : 경북대학교 인공지능학과

<관심분야>

무기체계, 레이더, 인공지능

차 진 호(Jinho Cha)

[정회원]



- 2007년 8월 : 미국 텍사스 A&M 대학원 산업공학과 (공학석사)
- 2015년 8월 : 미국 클렘슨 대학원 산업공학과 (공학박사)
- 2017년 7월 ~ 2021년 8월 : 육군사관학교 수학과 조교수
- 2021년 9월 ~ 현재 : 국방기술진흥연구소 연구원

<관심분야>

데이터 분석, 통계, 텍스트마이닝, 최적화