

# 사격회로시험기 스트립 복원력 향상방안에 관한 연구

윤준호\*, 김건태\*, 남윤욱\*†, 문석규\*\*

\*국방기술품질원

\*\*덕인산업

†e-mail : namyoonu@dtaq.re.kr

## A Study on the Resilience Improvement Firing Circuit Tester Strip

Joon-Ho Yoon\*, Keon-Tae Kim\*, Yoon-Wook Nam\*†, Seok-Kyu Moon\*\*

\*Defense Agency for Technology and Quality

\*\*Duckin Industry

### 요약

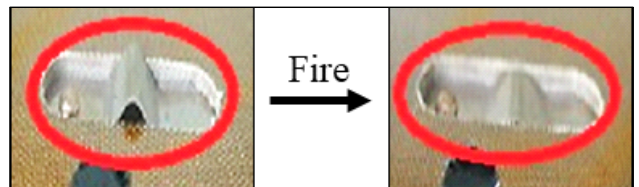
본 연구는 사격회로시험기 스트립의 복원력에 영향을 미치는 요인을 분석하기 위해 시효경화처리에 대해 검토하고 시효경화처리가 스트립의 복원력에 미치는 영향을 확인한다. 이를 위해 시효경화처리의 공정온도와 공정시간을 변화시켜 복원력을 강화하는 실험을 제시한다.

### 1. 서론

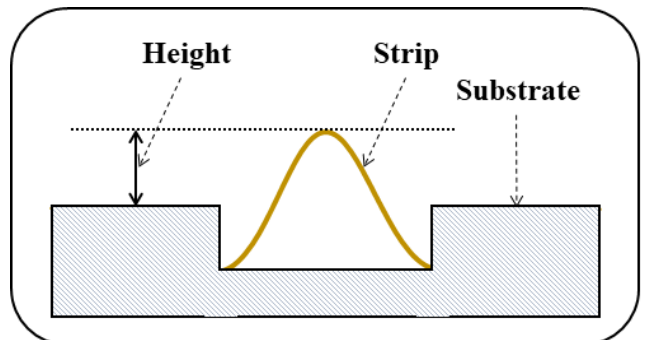
전차의 주포는 전차를 구성하는 요소 중 화력의 핵심 요소이다. 주포는 전원이 주포 조립체로 공급되고 탄의 전기식 뇌관에 공이 접촉하면서 전압이 가해지면 발사하는 원리이다. 이러한 주포의 사격 기능을 유지하기 위해 주기적으로 점검하는 것이 중요하다. 기존 사격시스템의 검사 방법으로는 백열등 점등 여부로만 사격 기능을 점검하였으며 정비 후 실사격을 해야 하므로 인명사고 발생 가능성 및 소음 발생과 같은 불편이 발생했다. 현재는 전자산업이 발달함에 따라 전차 사격의 기계적, 전기적 기능을 동시에 점검할 수 있는 사격회로시험기를 운용하고 있다. 사격회로시험기 스트립은 측정단자를 의미하며 공이와 접촉하는 핵심부이다. 사격 시 공이로 인해 스트립의 형태가 변형되어 재사용을 위해서는 원래의 형태로 복원되어야 한다. 즉, 스트립의 복원력은 사격회로시험기 기능과 직결된 가장 중요한 성능 중 하나이며, 사격회로시험기의 수명 개선을 위한 요소이다. 스트립의 재질은 상업용 고강도 베릴륨동 합금을 사용하고 있으며, 충분한 복원력을 위해 시효경화처리가 필수적이다. 시효경화처리는 특정 온도 구간과 시간에 걸쳐 베릴륨 또는 베릴륨 화합물을 석출시켜 기계적 강도를 증가시키는 방법으로써 그 강화기구는 명확하게 밝혀진 상태이며, 해당 합금

강화에 대한 경화 특성을 최대화하는 연구도 보고된 바 있다[1, 2]. 그러나 베릴륨동 합금 관련 연구들에서 복원력을 분석하는 보고는 전무 한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 그림 1과 같이 반복적으로 사용되어 몸체부 높이보다 낮아진 스트립으로 인해 발생한 사격회로시험기의 복원력 문제를 해결하기 위한 방안을 제시한다. 이를 위해 스트립의 복원력과 관련된 요인에 대해 분석하고 개선하고자 한다.



[그림 1] 공이사격 전후 스트립 형상



[그림 2] 사격회로시험기 구조

## 2. 실험방법 및 실험결과

그림 2는 사격회로시험기의 스트립 구조를 설명하며, 몸체부(Substrate)에 고정된 스트립은 몸체보다 약 2 mm의 유효높이(Height)를 가진다. 공기와 접촉하게 되면 스트립은 몸체부 상단의 높이까지 내려가며, 해당 유효높이가 0 mm보다 낮으면 공기와 접촉되지 않아 기능이 정상작동되지 않는다. 앞서 언급한 바와 같이 사격회로시험기의 재질은 베릴륨동 합금을 사용하기에 시효경화처리의 공정시간 및 온도를 개선하여 스트립의 복원력을 강화하고자 한다. 표 1은 시효경화처리별 샘플을 정리한다. 타입별 시효경화처리와 30회 공기사격 테스트를 진행 후 변화된 스트립의 길이를 각각 비교한다.

실험을 위해 기존 시효경화처리 방식의 기존 시료, 변화된 시효경화처리 방식의 강화 시료, 시효경화처리를 하지 않은 대조군 시료를 각각 30회 공기사격을 통해 스트립 길이 변화를 측정하였다. 공기사격에 따른 최종 길이 변화량은 대조군이 0.93 mm, 기존 시료가 0.91 mm, 강화 시료가 0.29 mm 순으로 감소하였음을 볼 수 있었다. 이는 단순히 시효경화처리 시간을 증가한다고 복원력이 증가하는 것이 아니라 이미 충분한 시효경화처리가 진행되었거나 오히려 시간이 증가함에 따라 복원력 특성을 잃어버릴 수 있음을 확인할 수 있다. 또한 10회, 20회, 30회에서 길이 변화를 각각 비교·분석하여 복원력 특성이 온도조건에 의해 오히려 감소하였음을 알 수 있다. 표 2를 참조하면 10회까지 누적압축변형률은 대조군이 35.7 %p, 기존 시료가 28.1 %p, 강화 시료가 10.7 %p 순으로 감소하는 것을 볼 수 있다. 20회 및 30회까지의 누적압축변형률도 같은 경향을 볼 수 있었다. 하지만 20회에서 30회까지 발생한 압축변형률은 대조군이 1.4 %p, 기존 시료가 5.5 %p, 강화 시료가 0.4 %p로 기존 시료가 대조군보다 많이 변형이 발생한 것을 볼 수 있다. 이를 통해 기존 시료의 경우 0에서 30회까지 소성변형이 지속적으로 발생하는 것과 강화 시료의 경우 10회 구간 내에서 소성변형이 종결되고 이후 탄성변형에 의해 원래 높이로 복원(10회당 누적압축변형률 1.0 %p 이하)하는 것으로 보았을 때 충분한 탄성 특성을 얻었다고 추론할 수 있다.

[표 1] 시효경화처리 종류

분류	대조군	기존 시료	강화 시료
시간	0 시간	3 시간	2.5 시간
온도	20 ℃	650 ℃	315 ℃
초기 길이	2.07 mm	2.35 mm	2.43 mm

[표 2] 공기사격에 따른 스트립 길이 변화 (mm)

횟수	대조군	기존 시료	강화 시료
0 회	2.07	2.35	2.43
10 회	1.33	1.69	2.17
20 회	1.17	1.57	2.15
30 회	1.14	1.44	2.14

## 3. 결론

본 연구는 사격회로시험기의 스트립 복원력을 강화시키기 위한 연구로써 시효경화처리 요인을 분석한다. 이를 통해 시효경화처리 공정온도와 공정시간을 변화시켜 복원력을 강화하는 실험을 제시한다. 본 논문에서 기술한 실험을 적용하여 시효경화처리를 하지 않은 대조군 시료, 기존 시료, 강화 시료에 대해 분석한 결과를 제시한다. 강화 시료의 최종 누적압축변형률은 대조군에 비해 탄성 특성이 33.0 %p, 기존 시료에 비해 26.8 %p 강화된 것을 볼 수 있다.

### 참고문헌

- [1] 김창주, 김형욱, "동 베릴륨(Cu-Be)합금 기술개발동향", 기계와 재료, Vol. 18, pp. 67-86, 1993년.
- [2] Guoliang, X., Qiangsong, W., Xujun, M., Baiqing, X., & Lijun, P. "The precipitation behavior and strengthening of a Cu-2.0 wt% Be alloy.", Materials Science and Engineering: A, Vol. 558, pp. 326-330, 2012년.