

내식성 향상을 위한 황동 표면처리방안 연구

심형우*

*국방기술품질원

e-mail:hwsim@dtaq.re.kr

Research on Brass Surface Treatment to Improve Corrosion Resistance

Hyung-Woo Sim*

*Defense Agency for Technology and Quality

요약

황동은 높은 연성과 내식성으로 제조, 운용, 장기보관에 유리한 점에서 탄피의 주소재로 활용되고 있다. 하지만 보관기간이 점진적으로 길어지면서 탄피의 응력부식균열이라는 문제가 발생하였다. 응력부식균열로 인해 탄약의 사용간 발생할 수 있는 악영향은 판단이 제한되지만, 사용불가관정을 받는 경우 기폭 혹은 연소시 발생하는 이산화탄소 등 연소산화물은 탄소중립실천에 악영향을 끼친다. 추가적으로 부족분만큼 신규조달하는 탄약의 경우에도 목적을 달성하기 위해서는 결국 기폭되어야 하기 때문에 전반적인 사회적비용은 상승하게 된다.

본 연구에서는 탄피의 응력부식균열을 예방하여 탄소중립실천에 도움이 되고자 표면처리방법 중 하나인 인산염피막 적용방안을 알아보았다. 총 세가지의 각기 다른 공정을 이용하여 인산염피막처리를 하였으며, 광학현미경을 활용하여 표면에 형성된 피막의 두께를 평가하였다. 그 결과 최종수세과정에서 크로메이트 처리를 적용한 중인산염피막이 가장 두꺼운 피막층을 형성한 것으로 확인되었다. 해당 연구를 바탕으로 추후 추진제 노화시 발생하는 산화환경 모사후 가속노화시험을 실시하여 인산염피막의 내식성 향상에 대한 연구를 추가로 수행할 예정이다.

면처리를 통해 해당 문제를 해결하고자 하였다.

추가로 사용불가관정을 받은 탄약의 비군사화에 활용되는 연소, 기폭처리시 발생하는 이산화탄소등의 탄소배출 문제[4]와 부족분 만큼의 신규탄약을 조달하면서 발생하는 예산문제등을 해결하여 사회적 비용을 줄이고자 연구하였다.

1. 서론

황동은 여러 이점으로 인해 탄피의 주 소재로 활용되고 있다. 높은 연성으로 인해 대량생산 공정에 적용하기 용이하고, 사격 시 내부의 추진제가 기폭하면서 발생하는 압력으로 탄약이 기폭되는 장소인 약실의 크기만큼 팽창하여, 파손 등으로 발사압력이 유실되지 않고 오롯이 탄두를 밀어줄 수 있게 하는 등 많은 장점을 가지고 있다. 더 나아가 탄피는 화공품인 추진제를 보관하는 용기의 역할도 수행하게 되는데, 우수한 내식성으로 장기보관에도 유리함을 가지고 있지만 기존 연구에서 밝혀진 화공품의 수명[1-3] 이상으로 보관기간이 길어지면서 예상하지 못한 응력부식균열 문제가 발생되었다.

응력부식균열은 특정한 소재, 일정한 응력, 산화환경의 조합에 의해 발생하게 되는데 탄피의 경우 황동소재, 링크의 결합응력, 추진제 자연분해시 발생하는 산화환경의 조합으로 발생한다고 추정된다. 탄피의 응력부식균열이 탄약사용에 끼치는 악영향은 판단하기 어렵지만, 군수품의 전반적인 신뢰도 향상을 위해 장기보관시에도 문제가 발생하지 않도록 표



[그림 1] 탄피 응력부식균열

2. 표면처리

2.1 인산염피막 처리 공정

인산염피막은 일반적으로 실시되는 탈지 → 제철 → 표면조정 → 인산염피막 → 수세 과정과 동일하게 실시되었고, 피막액의 농도와 온도등을 조절하여 경인산염피막(#1), 중인산염피막(#2)과 크로메이트 처리로 마무리한 중인산염피막(#3)

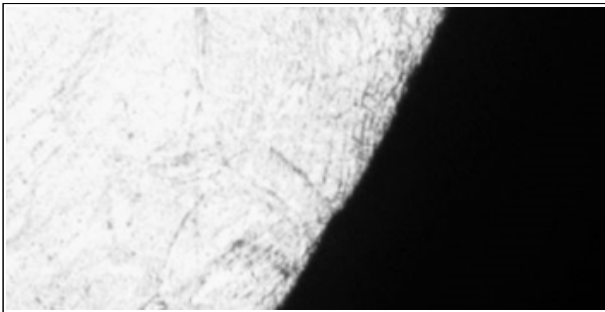
으로 구분하여 피막작업을 실시하였다. 각 과정에서의 용액의 성분 등은 해당 논문에서는 공유가 제한되지만 대략적인 공정은 표1에 나타내었다.

[표 1] 피막 처리 과정

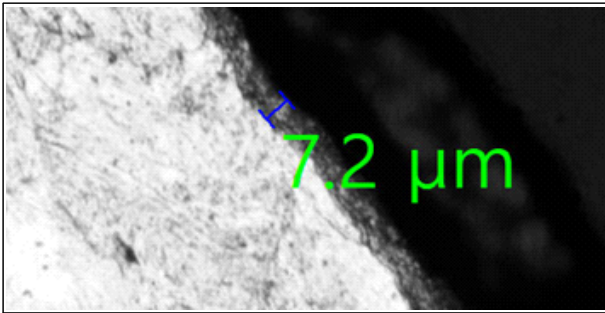
구분		#1	#2	#3
탈지	농도(wt%)	8 ± 2	5 ± 1	5 ± 1
	온도(°C)	60 ± 5	60 ± 5	85 ± 5
	시간(min)	00 ± 0	00 ± 0	00 ± 0
세정	농도(vol%)	25	100	25
	온도(°C)	R·T	R·T	R·T
	시간(min)	00 ± 0	00 ~ 00	00 ± 0
표면조정	농도(wt%)	2 ± 1	2 ± 1	0.2 ~ 0.3
	온도(°C)	R·T	R·T	75 ± 5
	시간	00 ± 0 초	00 ± 00 초	00 ~ 00 분
피막처리	전산도(point)	35 ~ 45	30 ~ 40	30 ~ 45
	온도(°C)	60 ± 5	95 ± 5	90 ~ 95
	시간(min)	00 ± 0	00 ~ 00	00 ~ 00
수세	농도(Wt%)			0.03 ~ 0.05
	온도(°C)	95 ± 5	95 ± 5	75 ± 5
	시간(sec)	00 ± 0	00 ± 0	00 ± 00

2.2 피막 평가

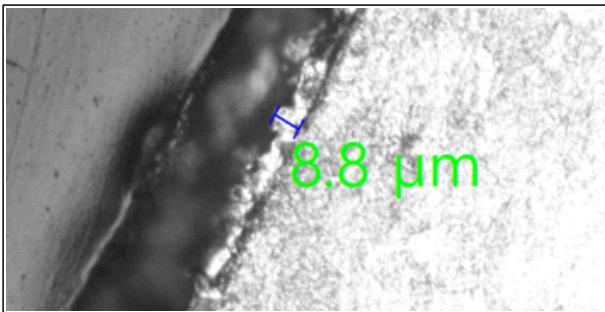
표면처리작업이 끝난 시편은 광학현미경을 통해 생성된 피막층의 두께를 측정하였다.



[그림 2] 경인산염피막 두께 측정



[그림 3] 중인산염피막 두께 측정



[그림 4] 크로메이트 처리한 중인산염피막 두께 측정

그림 2는 경인산염피막 처리한 시편의 현미경 촬영 사진이다. 경인산염 피막의 경우 현미경으로 관찰할 수 있는 피막층은 관찰되지 않았다. 중인산염피막과 비교하여 낮은 온도에서 짧은 시간동안 침지가 진행되었기 때문에 피막이 형성되지 않았다고 추정된다.

그림 3, 4는 중인산염피막 처리한 시편의 현미경 촬영 사진이다. 두 경우 모두 표면에 피막층이 형성된 것을 확인하였으며, 경인산염피막과 비교하여 상대적으로 높은 온도에서 긴 시간 침지가 진행되어 피막층이 형성된 것으로 추정된다. 또한 일반적으로 도장접착성 향상을 위해 진행되는 경인산염피막 용액과 비교하여 특정소재를 첨가한 용액을 사용하는 공정의 특성으로 인해 피막형성에 도움을 주었을 것으로 추정된다.

3. 향후계획

본 연구에서는 내식성 향상을 위한 황동의 표면처리 방법에 대해 연구하였고, 특정 조건에서 황동에 인산염피막층이 형성되는 것을 확인하였다. 해당 연구 결과를 바탕으로 추후 실시할 향후계획은 다음과 같다

- 1) 추진제 노화시 발생하는 산화환경을 모사후 인산염피막 처리한 시편의 가속노화 시험 실시하여 내식성 향상 가능성을 확인.
- 2) 산화피막 뿐 아니라 황동에 주로 적용되는 부동태피막 처리 후 추진제 노화시 발생하는 산화환경에서의 가속노화 시험 실시.
- 3) 위 연구결과 종합하여 탄소중립이 실현될 수 있도록 군수품 적용가능성 검토

참고문헌

- [1] 최명진, 박형주, 양재경, 백장현, "국내 단기추진제 탄약의 저장수명 예측에 관한 연구 : 105미리 고폍탄 추진제를 중심으로", 산업경영시스템학회지, 제 37권 3호, pp. 36-42, 1월, 2014년.
- [2] 장일호, 박병찬, 황택성, 홍석환, 백승준, 손영갑, "기계식 시험 신관 KM577A용 기폭관 저장수명 예측", 품질경영학회지, 제 38권 4호, pp. 504-511, 12월, 2010년.
- [3] 이정호, 최재성, "DELAY M9 탄약의 신뢰도 및 저장수명 연구", 산학기술학회논문지, 제 21권 9호, pp. 64-72, 9월, 2020년.
- [4] 김태호, 김덕열, 김종민, "폐화약류의 친환경적 폐기처리 공정의 최근 현황 및 전망", 청정기술, 제 29권 1호, pp. 1-9, 3월, 2023.