

조선시대 로켓인 대신기전 복원 : 약통에 대한 기초연구

이용우* · 김민재** · 왕승원** · 김재호** · 허환일***

The First Korean Rocket Dae-Sin-Gi-Jeon : Study of Propellant Case(Yak-Tong)

Yongwu Lee* · Minjae Kim** · Seungwon Wang** · Jaiho Kim** · Hwanil Huh***

ABSTRACT

Many types of new Korean Firearms were developed during the reign of King Se Jong(1418~1450). After the Chong-Tong-Deung-Rok(1448), The Ju-hwa was renamed as the Sin-Gi-Jeon. There was four kinds of rocket propelled arrows : So(small), Chung(medium), Dae(large) and San-hwa(multiple bomblets)-Sin-Gi-Jeon. Dae-Sin-Gi-Jeon known to be the best and biggest of any rocket propelled arrows in the 15th century. This paper describes Yak-Tong(propellant case made by paper) of Dae-Sin-Gi-Jeon.

초 록

신기전은 고려말 최무선에 의해 주화로 개발되었다. 조선시대로 넘어와 세종 30년(1448년) 총통등록(銃筒謄錄)이 편찬되면서 신기전으로 명칭이 바뀌었고, 그 크기와 용도에 따라서 소·중·대·산화신기전으로 구분이 되었다. 이 중 대신기전은 15세기 개발되었던 로켓형 화기 중에 세계 최대, 최고의 성능을 자랑한다. 본 연구에서는 대신기전을 복원하기 위하여 추진기관인 약통의 재질적 특성과 구조적 특성에 대해 규명해 보았다.

Key Words: Dae-Sin-Gi-Jeon(대신기전), Yak-Tong(약통), Rocket Propelled Arrow(로켓추진 화기)

1. 서 론

고려 말, 기승을 부리던 왜구의 노략질을 막기 위하여 화약과 총을 만들기로 결심을 하고, 연구를 거듭하였다. 이 후 화통도감을 설치하고 18종

의 화약 무기를 개발하였다. 이때 개발된 주화(走火)는 중국의 로켓을 모방하여 만든 우리나라 최초의 로켓 화기였다[1].

조선왕조실록의 세종 29(1447)년 11월 22일(신해)의 내용 중 평안·함경도 도절제사에게 유시한 내용의 일부를 보면, “근일에 내려보낸 주화(走火) 중에 선운(先運)이 주화(走火) 6백 개이고, 이운(二運)이 중주화(中走火) 8백 개, 소발화(小發火) 8백 개, 소주화(小走火) 1천 5백 개이고,

* 충남대학교 항공우주공학과 석사과정

** 충남대학교 항공우주공학과 학부과정

*** 중신회원, 충남대학교 항공우주공학과
연락처자, E-mail: hwanil@cnu.ac.kr

삼운(三運)이 평안도(平安道)에 직상화(直上火) 2천 개, 화전(火箭) 3백 52개, 대주화(大走火) 60개, 소질러포(小蒺藜砲) 36개, 중주화(中走火) 2천 2백 70개, 소주화(小走火) 3천 3백 40개, 함길도(咸吉道)에 직상화(直上火) 1천 개, 화전(火箭) 1백 75개, 대주화(大走火) 30개, 소질러포(小蒺藜砲) 18개, 중주화(中走火) 1천 1백 30개, 소주화(小走火) 1천 6백 60개이다. 지금 또 더 보내려고 하는데 몇 자루를 보내면 넉넉히 쓰겠는가. 경이 감련관(監鍊官)으로 더불어 의논하여 아뢰라[2].”라고 기록되어 있다. 이 기록으로 미루어 보아 조선시대에 북쪽에 주로 배치되어 중국의 침략을 겨냥했던 것으로 짐작할 수 있다.

같은 날의 기록에 따르면, 주화는 말 위에서조차 사용이 가능했고, 반드시 맞아서 죽을 뿐만 아니라 그 형상을 보거나 소리를 듣는 자는 항복을 하고, 의심스러운 곳에 사용하면 연깃불이 어지럽게 발하여 적의 무리들이 놀라고 겁에 질려 자기 자신을 숨기지 못하고 노출한다며 주화의 이익을 크게 치세웠다.

하지만 화기책인 총통등록(銃筒騰錄)이 편찬되던 해인 1448년 이후 주화의 기록은 없고, 신기전이라는 명칭이 처음 등장하는 것으로 보아 이때 주화를 개량하여 신기전(神機箭)이라는 명칭을 붙였던 것으로 추측된다. 이후 1474년 발행된 국조오례의서례(國朝五禮儀序例)의 병기도설(兵器圖說)에는 각각의 신기전에 대한 자세하게 설명되어 있다.

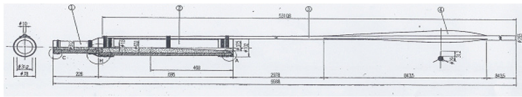


Fig. 1 대신기전의 설계도[1]

Figure 1과 같이 총 길이 5.588 m에 이르는 대신기전은 현대 로켓의 모터에 해당하는 약통이 안정막대의 앞쪽에 위치하고, 현대의 폭발에 해당하는 발화통이 약통의 앞쪽에 위치한다.

이 대신기전의 복원은 충분한 비행거리에 맞춰 시도가 몇 차례 이뤄졌었지만, 약통의 재료인 한지에 대한 특성을 제대로 파악하지 못하여 매

번 실패를 하였다.

본 연구에서는 복원에 앞서, 대신기전의 핵심인 약통의 완벽한 복원에 초점을 두었다. 이를 위하여 여러 종류의 전통한지를 인장실험 하여 그 결과로 적합한 한지를 선정하고, 이론적 가용 압력을 예측하였다. 이렇게 선정된 한지는 전자 현미경(SEM) 사진을 통하여 구조적 특성을 확인하였다.

2. 대신기전의 약통

2.1 대신기전 약통

대신기전의 약통은 현대식으로 말하자면 추진기관으로 볼 수 있다. 흑색화약을 추진제로 사용하는 약통은 추진제가 연소되는 시간동안 고압·고온의 상태를 견뎌야 하기 때문에 그 재료와 제작 방법은 대단히 중요했다고 볼 수 있다.

조선왕조실록에서 세종29년(1447) 12월 2일(경신)의 자료를 살펴보면, 중주화, 소발화, 소주화를 제작할 수 있도록 표지를 보내주고 규식에 맞도록 제작하라 명했던 것을 찾을 수 있다. 각 지역으로 보내졌던 표지는 책을 제작할 때, 책의 앞면과, 뒷면에 사용되었던 종이이다. 이것을 봐서 약통 및 발화통의 재질이 종이였음을 유추할 수 있다.

국조오례의서례(國朝五禮儀書例) 중 병기도설(兵器圖說)에는 대신기전에 대해서 자세하게 기록되어 있다.

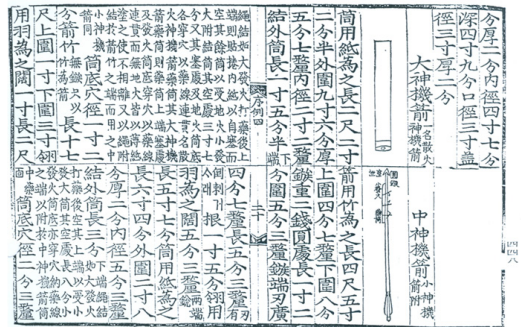
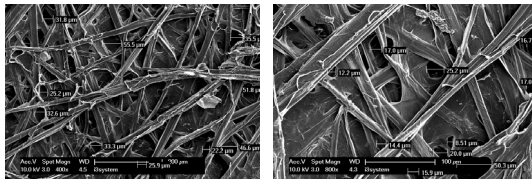


Fig. 2 국조오례의서례(國朝五禮儀書例) 중 병기도설(兵器圖說)의 원문[3]

2.2 전통한지의 구조적 특성

약통을 제작함에 있어서 어떠한 한지를 이용하는냐는 굉장히 중요한 문제이다. 문화재청에 등록되어 있는 무형문화재 중 한지장(韓紙匠)을 조사하였고, 중요무형문화재 117호인 한지장 류행영씨의 제자인 충청북도무형문화재 제17호 안치용씨로부터 한지를 공급을 받아 약통을 제작하기로 하였다.

전통한지의 구조적인 특성을 확인하기 위하여 SEM 사진을 확인해 보았다. Fig 3에서와 같이 7~20 μm 의 다펀 섬유가 서로 얽혀서 12.2~55.5 μm 크기의 많은 구멍을 만들고 있음을 확인할 수 있다. 녹말 발효물을 이용하여 접착을 했음에도 불구하고 다공질 구조는 그대로 남아 있었다.



(a) x400 (b) x800
Fig. 3 전통한지 홀지의 SEM 사진

Figure 3에서 본 것과 같이 사람의 모발(보통 70 μm)보다 얇은 다펀의 섬유질은 제작방법에 따라서 이리저리 얽혀서 제작되어진다. 위의 사진과 같이 나타난 이유는 한지를 뜰 때, 발을 가로와 세로 방향으로 적절히 뜬으로써, 형성되어진다. 이런 구조에 의해서 한지는 어느 방향으로 잡아당겨도 같은 강도를 갖게 되는 것임을 예측할 수 있다.

2.3 인장강도를 통한 한지 선정

전통한지는 사용 용도에 따라 여러 가지로 분류가 되지만, 기본적으로는 전통적 제작방법인 외발뜨기로 제작되어진 한지를 기준으로 두께에 따라 홀지, 이합지, 삼합지로 분류가 된다. 이 중에서 약통에 가장 적합한 종이를 찾기 위하여 전통한지에 대한 인장실험을 실시하였고, 이와 비교할 목적으로 개량한지에 대한 인장실험도 하였다.

각각의 한지에 대하여, 홑겹, 2겹, 3겹, 4겹, 5겹의 최대인장응력을 구하였다.

Table 1 각각 한지의 두께와 최대인장응력 (t=두께[mm], σ =최대응력[Kgf/mm²])

		홀지	이합지	삼합지	개량한지
1겹	t	0.100	0.167	0.300	0.125
	σ	1.839	1.558	3.631	1.028
2겹	t	0.167	0.450	0.667	0.317
	σ	3.529	1.903	4.651	1.754
3겹	t	0.283	0.592	0.900	0.417
	σ	4.557	2.125	4.658	2.172
4겹	t	0.333	0.800	1.233	0.567
	σ	5.284	2.399	5.410	2.139
5겹	t	0.450	0.983	1.600	0.667
	σ	4.528	2.109	4.193	2.237

위의 자료를 이용하여 약통의 두께인 16.2 mm일 때 최대인장응력을 예측할 수 있다. 이를 이용하여 각각의 한지가 견딜 수 있는 최대 압력을 Fig. 4와 같이 예측할 수 있다.

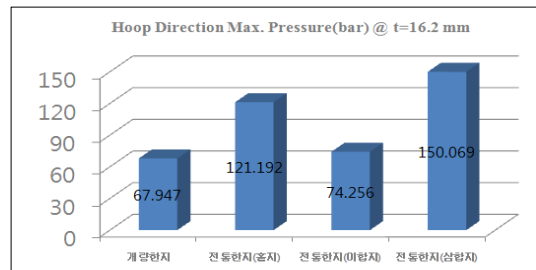


Fig. 4 약통 두께가 16.2 mm일 때, 전통 한지 종류 별 견딜 수 있는 최대압력(bar)

위의 결과를 보면 전통한지 중에서 삼합지의 성능이 매우 우수함을 알 수 있다. 개량한지는 제작 과정에서 100% 다펀 섬유를 사용하지 않고 일부 현대종이의 펄프를 섞음으로써, 매끄럽게 표면처리를 했을 뿐만 아니라, 하얗게 표면처리까지 된 것이다. 하지만 여기서 사용된 펄프에 의해서 전통한지보다 종이의 질감이 떨어지게 됨을 이 실험을 통해 알 수 있었다.

연소압력을 견디기에는 삼합지가 가장 우수하지만, Fig. 5와 같은 치구를 이용하여 약통을 제

작하기에는 홀지가 유리하다. 또한 연소압을 견디기에 충분하다고 생각하여 약통 제작용 한지는 전통한지 홀지로 결정을 하였다.



Fig. 5 약통 제작용 롤러

2.4 약통의 제작

전통화약인 흑색화약이 전통한지로 제작된 지관 안에서 안전하게 연소하기 위해서는 얼마나 튼튼하게 제작하느냐가 중요하다. 본 연구에서는 폭 0.75 m, 길이 140 cm인 전통한지 홀지 25~26장을 약통 제작용 롤러를 이용하여 150~160 겹을 겹쳐 말았다. 이것은 문헌에 기록되어 있는 치수(두께 16.2 mm)를 맞추기 위한 것이다.

약통을 튼튼하게 제작하기 위해서는 어떤 풀을 사용하는지도 중요한 선택사항이었다. 전통 풀에는 아교, 부레풀, 녹말풀 등이 있다. 이 중 녹말풀은 예로부터 한지를 붙일 때 사용되었다고 한다. 녹말풀은 밀을 수 년 동안 삭혀서 이물질을 부패시키고 순수 녹말만을 썰서 사용한다. 이 녹말풀을 사용하여 한지를 붙이면, 오랜 시간이 지나도 한지가 변색되지 않을 뿐 더러, 접착력이 오래간다고 한다.

위와 같은 재료들을 이용하여 제작한 약통은 Fig. 6에서 볼 수 있다.

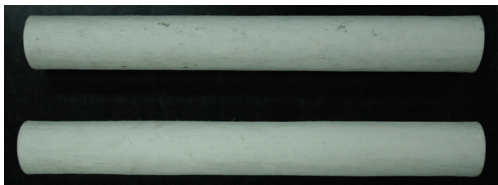


Fig. 6 제작되어진 약통

하지만 본 연구에서 제작되어진 약통은 모두 수작업으로 이뤄지다 보니 시간도 오래 걸리고, 제작 중 오차가 발생하였다. 지금까지 제작된 총

36개 약통의 평균값과 최고 최저 오차를 Table 2에 정리하였다.

Table 2. 제작된 36개 약통의 평균 수치[단위 : mm]

	내경	외경	두께	길이	질량 (Kg)
제작기준	63.1	95.5	16.2	695	-
제작평균	63.88	95.80	15.97	694.8	1.26
오차(%)	-0.47~2.22	-0.52~1.68	4.32~1.85	-0.29~0.14	

3. 결 론

대신기전은 동시대의 여러 나라의 로켓화기 중에서 최고였음은 이미 전 세계에 발표되었다. 현대 미사일이나 로켓은 복합소재나 금속재료로 만들어지지만 대신기전은 종이로 연소관을 만들었다는 점에서 연구가치가 있다. 본 연구에서 확인할 결과, 한지의 구조적인 특성에 의해 튼튼하며 금속으로 만들어진 연소관 보다 가벼운 약통으로의 사용이 가능하다고 판단된다.

후 기

본 연구는 한국항공우주연구원에서 지원한 ‘대신기전 복원 연구사업’의 연구 결과 일부이며, 지원해 주신 교육과학기술부, 한국항공우주연구원에 감사를 드립니다. 또한 처음부터 많은 도움을 주신 한국항공우주연구원의 채연석 박사님, (주)한화대전공장, (주)대광화공, (사단)전통한지공예가협회 관계자 여러분께 깊은 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

1. 채연석, “우리의 로켓과 화약무기”, 1998. 04. 01,
2. “조선왕조실록”, 세종 29년 12월 22일
3. 신숙주 ·강희맹 등, “국조오례의서례 병기도설(國朝五禮儀書例 兵器圖說), 목판본, 1474 (성종 5), pp.448