

# 15세기 조선시대 로켓인 대신기전 복원 : 비행실험 결과

이용우\* · 허환일\*\*

## The 15th Century Korean Rocket Dae-Sin-Gi-Jeon : Flight Test Result

Yongwu Lee\* · 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 is known to be the best and the largest of any rocket propelled arrows in the 15th century. This paper describes its flight test result.

### 초 록

신기전은 고려말 최무선에 의해 주화로 개발되었다. 조선시대로 넘어와 세종 30년(1448년) 총통등록(銃筒騰錄)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 대신기전 복원의 마지막 단계인 비행실험을 수행하였으며, 이 결과를 통하여 대신기전의 성능에 대하여 평가하였다.

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

### 1. 서 론

고려 말, 기승을 부리던 왜구의 노략질을 막기 위하여 화약과 총을 만들기로 결심을 하고, 연구를 거듭하였다. 이 후 화통도감을 설치하고 18종의 화약 무기를 개발하였다. 이때 개발된 주화

(走火)는 중국의 로켓을 모방하여 만든 우리나라 최초의 로켓 화기였다[1].

조선왕조실록의 세종 29(1447)년 12월 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, 삼운(三運)이 평안도(平安道) 에 직상화(直上火) 2천 개, 화전(火箭) 3백 52개, 대주화(大走火) 60

\* 충남대학교 항공우주공학과 석사과정

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

개, 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[3].”라고 기록되어 있다. 이 기록으로 미루어 보아 조선시대에 북쪽에 주로 배치되어 중국의 침략을 겨냥했던 것으로 짐작할 수 있다.

같은 날의 기록에 따르면, 주화는 말 위에서도 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.

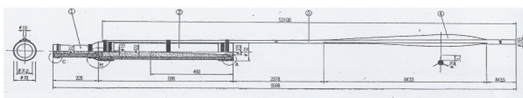


Fig. 1. 대신키전의 설계도[2]

Figure 1과 같이 총 길이 5.588 m에 이르는 대신키전은 현대 로켓의 모터에 해당하는 약통이 안정막대의 앞쪽에 위치하고, 현대의 폭탄에 해당하는 발화통이 약통의 앞쪽에 위치한다. [1]

본 논문에서는 대신키전의 최종 복원을 위하여 총 2회의 비행실험을 수행하였으며, 대신키전 발사대 제작 및 개선, 추력 증대, 발사 각도에 대하여 정리 하였다. 또한 그동안 추측으로만 알고 있었던 대신키전의 사정거리를 실험적으로 검증 하였다.

## 2. 1차 비행실험

### 2.1 대신키전 발사대 제작

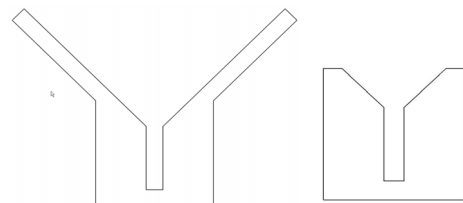
대신키전의 비행실험을 위하여 발사대를 제작 하였다.



(a) 측면 (b) 후면

Fig. 2. 대신키전 발사대와 장착된 대신키전

Figure 2는 대신키전을 발사를 위하여 대신키전의 발사대이다. 5.5 m의 대신키전을 발사하기 위하여 6 m의 길이를 가지며, 안정막대의 깃털에 손상이 되지 않도록 Fig. 3과 같이 홈을 만들어 제작되었다. 그 레일의 형태는 아래 그림과 같다.



(a) 발사대 레일의 위쪽 (b) 아랫쪽

Fig. 3. 발사 레일의 형태

### 2.2 비행실험

1차 비행실험을 실시하였던 대신키전의 현황은 다음 Table 1과 같다

Table 1. 1차 발사된 대신키전

순	총 길이 (m)	이륙량 (kg)	약 통				발사 각도	비고
			침 길이 (mm)	추진제 질량 (g)	노즐 무게 (g)	마개 무게 (g)		
1	5.3	4.337	160	2200	200	200	41°	노즐
2	5.3	5.113	280	3000	-	200	41°	무노즐
3	5.3	5.306	280	3300	-	-	60°	무노즐
4	5.3	5.553	280	3300	-	-	60°	무노즐

안정막대는 건조된 담양의 대나무를 이용하여 제작되었다. 그 비행 결과는 Tabel 2와 같다.

Table 2. 1차 비행시험 대신기전 기록

순	비행 거리(m)	비행 분석
1	100~150	▪ 궤도 이탈
2	250~300	▪ 궤도 이탈
3	500~600	▪ 비행 궤도를 따라 안정적으로 비행
4	600~700	▪ 비행 궤도를 따라 안정적으로 비행

1번과 2번의 대신기전을 41°의 각도로 발사되었고, 이 과정에서 다음 Fig. 4와 같은 현상이 발생하였다.



(a) 점화 순간 (b) 점화 후 1초



(c) 점화 후 2초 (d) 점화 후 3초

Fig. 4. 2번 대신기전의 비디오 분석 결과

이것은 무게의 90% 이상이 대신기전의 약통에 집중되어 있어 발사대를 이탈할 때, 약통의 무게를 충분히 이기지 못한 추력을 발생하지 않은 점과 발사 각도에서 그 문제점을 찾을 수 있었다. 따라서 3, 4번째 대신기전은 발사 각도를 60°로 변경되었다.

### 3. 보완점 수정

#### 3.1 대신기전 발사대 수정

대신기전을 발사시키기 위한 발사대 레일의 경우 총 길이 6 m로서, 약통이 발사대 레일을 따라 궤도를 잡는 구간은 1.2 m 정도 밖에 되지 않았다. 따라서 대신기전이 추진되는 구간동안 약통이 안정된 궤도를 잡아주기 위한 레일의 길

이 연장이 불가피 하게 되었다. 따라서 Fig. 5와 같이 약통을 받치고 있는 레일을 1.3 m에서 3.3 m로 연장하여 제작하였다.



(a) 변경 전

(b) 변경 후

Fig. 5. 발사대 수정

발사대의 길이를 증가시킴으로써 발사대의 무게가 급격하게 증가하였다. 따라서 1차 발사실험에서 사용되었던 발사대는 다리가 2개인 반면 2차 발사실험에서 사용된 발사대는 3개의 다리를 갖도록 제작되었다.

#### 3.2 추력 증가

대신기전이 발사대로부터 이탈하여 비행 궤도를 벗어나지 않도록 하는 것 중에 가장 중요한 것이 최고추력이다. 또한 대신기전은 압록강을 가로질러 사용되었을 것으로 예상되는데 1차 실험결과에 따르면 600 ~ 700 m 정도의 비행거리를 가졌다. 현재 위성사진에서 보면 최대 강폭이 700 m 정도인 압록강에서 사용하기 위해서는 최소 700 m 이상 비행하기 위하여 반드시 추력을 증가시켜야만 한다.

Table 3. 1, 2차 비행실험용 약통의 추력비교

구분	총 연소시간 (s)	추진구간 (s)	총추력 (Ns)	평균추력 (N)
1차 비행실험용 약통	42.52	3.94	575.35	146.14
2차 비행실험용 약통	32.77	3.81	925.60	242.94

이를 위하여 화약의 연소면적을 결정짓는 철침의 길이를 280 mm에서 350 mm로 증가시켰고, 그에 대한 지상연소실험을 수행하였다. 이 결과는 Fig 6, Table 3과 같다.

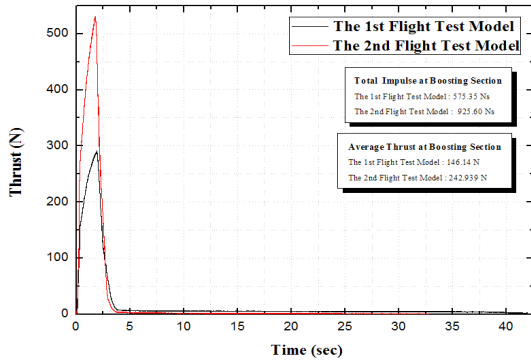


Fig. 6. 대신기전 약통의 추력 증가[4]

#### 4. 2차 비행실험

1차 비행실험에서 비하여 평균추력 60%, 최고 추력 40% 향상된 약통의 대신기전을 발사하였다. Table 4, 5는 비행실험에 사용된 대신기전의 조건과 비행기록이다.

Table 4. 2차 발사된 대신기전

순	총 길이 (m)	이륙 중량 (kg)	약 통		발사 각도	비고
			추진제 질량 (g)	마개 황도 (g)		
1	5.6	5.021	2200	300	60°	무노즐
2	5.6	5.091	3000	300	60°	무노즐
3	5.4	4.875	3000	300	60°	무노즐
4	5.4	4.541	2600	300	54°	무노즐

Table 5. 2차 비행시험 대신기전 기록

순	비행 거리 (m)	비행 분석
1	300 ~ 400	<ul style="list-style-type: none"> <li>이륙 1초 후 텀블링(Tumbling)현상 발생</li> <li>텀블링 현상 발생 후, 정상궤도를 유지 못하고 추락</li> </ul>
2	250 ~ 300	<ul style="list-style-type: none"> <li>이륙 1초 후 텀블링(Tumbling)현상 발생</li> <li>텀블링 현상 도중 안정막대가 부러짐</li> <li>궤도를 유지 못하고 추락</li> </ul>
3	900 ~ 1000	<ul style="list-style-type: none"> <li>비행 궤도를 따라 안정하게 비행</li> </ul>
4	200 ~ 300	<ul style="list-style-type: none"> <li>이륙 1초 후 텀블링(Tumbling)현상 발생</li> <li>궤도를 완전히 이탈하여 다른 방향으로 비행</li> </ul>

3번째 발사를 제외한 대신기전을 제외하고 나머지에서는 약통의 앞부분에 발화통 모조물(dummy)을 장착하여 발사함으로써 인해 텀블링 현상이 발생하였다.

## 5. 결 론

최종적으로 대신기전 비행시험을 통하여 대신기전을 완성모델을 제시하였으며, 본 연구를 통하여 대신기전을 다음과 같이 분석할 수 있었다.

- 점화 후 추진되는 4초간 구간에서 평균추력 242.94 N, 총추력 925.60 Ns을 가짐.
- 대신기전은 약 900 ~ 1000 m의 비행거리를 가짐.

## 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. 허환일, 이용우, 김민재, 왕승원, 김재호, 강완규, 윤동익, 이종률, 김혜환, 김연호, 신강창, “대신기전(大神機箭) 복원 연구사업”, 한국항공우주연구원 자체연구사업 연구보고서
2. Yeon Seok Chae, “A study of early Korean rocket(1377-1600)”, ACTA Astronautica, Vol. 11, No. 7-8, 1984, pp. 387-392
3. “조선왕조실록”, 세종 29년 12월 22일
4. 이용우, 김민재, 왕승원, 김재호, 허환일, 채연석, “대신기전 복원 연구 : 약통의 연소실험을 중심으로”, 한국항공우주학회 춘계 학술발표회 논문집, 2009, pp. 701~704
5. Hwanil Huh, YongWu Lee, YeonSeok Chae, “STUDY ON THE 15TH CENTURY KOREAN ROCKET, DAE-SIN-GI-JEON”, 60th International Astronautical Congress, IAC-09-E4.3.1