

# 키크모터 점화 초기 연소 특성 연구

고현석\* · 길경섭\* · 조인현\*

## Study on Combustion Characteristics of Kick Motor Ignition Transient

Hyeonseok Koh\* · Gyoung-Sub Kil\* · In-Hyun Cho\*

### ABSTRACT

The design analysis for the ignition transient combustion characteristics of a Kick Motor igniter indicated that the initial pressure condition would delay ignition time within a range from 100 to 500 ms. In the development tests, we confirmed that the igniter could provide the acceptable energy to ignite the main propellant at ignition transient.

### 초 록

키크모터 점화기의 점화 초기 연소 특성에 대한 설계 해석 결과 초기 압력 조건에 따라 100~500 ms 범위의 점화지연이 생기는 것으로 나타났다. 개발 시험에서 점화기가 점화 초기 주 추진제를 점화시키는데 충분한 에너지를 공급할 수 있다는 것을 검증하였다.

Key Words: Kick Motor(키크모터), Igniter(점화기), Ignition Delay Time(점화지연시간), Ignition Transient(점화초기구간)

### 1. 서 론

점화기의 주 기능은 추진제가 정상적인 연소 상태에 도달하는데 필요한 에너지를 공급하는 것이다[1]. 이러한 목적에 맞는 점화기 중 파이로젠 점화기는 대형 고체모터 내부의 작은 고체모터 형태로 일정 시간 고온의 화염을 유지하는 장점을 가지고 있다[2]. 키크모터용으로 개발한 파이로젠 점화기는 알약과 파우더로 구성된 보조

장약이 점화안전장치의 착화기에서 시작한 폭발 연쇄를 이어받아 점화기의 추진제를 연소시키도록 되어 있다. 그리고 연소과정에서 생성된 점화기의 연소가스는 점화기 노즐 출구를 통해 키크모터 추진제의 표면으로 흘러나가며 점화 과정 동안 키크모터의 연소가 정상상태에 이르는데 필요한 에너지를 전달하게 된다[3].

초기 설계 단계에서 점화기 내탄도 해석과 작동 조건에 따른 점화지연시간 예측을 수행하였다. 그리고 연소 시험을 통하여 점화 초기 구간에서의 성능을 파악하였고 실물형 연소 시험에 적용하여 최종 검증하였다.

\* 한국항공우주연구원 추진제어팀  
연락처, E-mail: hkoh@kari.re.kr

## 2. 점화 초기 구간 해석

### 2.1 점화지연시간 예측

점화지연시간은 점화신호가 주어지고 난 후 정상 상태의 추력이 발생하기까지의 시간을 의미한다[4]. 열평형 및 질량보존 방정식을 고려하여 점화지연시간을 예측한 결과 킥모터가 정상 추력에 도달하기까지 걸리는 시간은 초기 압력이 대기압 상태일 때 185 ms, 진공일 때 192 ms로 나타나 대기압 상태일 때 점화지연이 짧은 것으로 나타났다.

### 2.2 점화기 연소 시험

점화기 압력을 비교하여 보면 초기 압력이 대기압인 점화기 #1에서 초기 압력 상승이 빠른 것을 볼 수 있으나 정상 연소 중의 압력이나 연소 시간은 초기 압력이 낮은 점화기 #2와 유사하다는 것을 확인할 수 있다. 챔버 내부 압력도 점화기 #2에서 초기 압력이 낮은 관계로 적게 올라갔으나 추진제 연소에 필요한 압력인 0.29 MPa 이상을 0.3 초 이상 유지하는 것을 확인하였다.

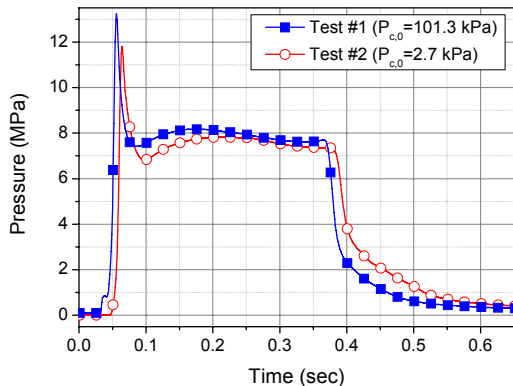


Fig. 1 Comparison of Igniter Pressure History with Different Initial Pressure

### 2.3 실물형 연소 시험

점화기를 실물형 킥모터 연소시험에 적용하였을 때 점화지연시간은 219 ms로 나타났으며 기존 예측과 큰 차이를 보이지 않았다.

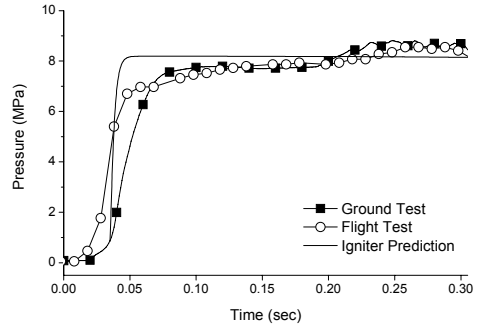


Fig. 2 Comparison of Initial Pressure Variation at Ignition Transient

## 3. 결 론

파이로젠 점화기를 설계하여 요구 성능을 만족하는 지 여부를 연소시험을 통해 검증하였다. 시험 결과 점화기는 정상 성능을 발휘하는 것으로 확인되었으며 실물형 킥모터 연소시험에 적용한 결과 점화지연시간은 200 ms 수준인 것으로 나타났다.

## 참고문헌

1. Barrett, D. H., "Solid Rocket Motor Igniters," NASA SP 8051, 1971
2. Caveny, L. H., Geisler, R. L., Ellis, R. A. and Moore, T. L., "Solid Rocket Enabling Technologies and Milestones in the United States," Journal of Propulsion and Power, Vol. 19, No. 6, 2003, pp.1038-1066
3. Kulkarni, A. K., Kumar, M. and Kuo, K. K., "Review of Solid-Propellant Ignition Studies," AIAA Journal, Vol. 20, No. 2, 1982, pp. 243-244
4. di Lauro, G. F., Linden, L. H., Most, W. J. and Summerfield, M., "Theoretically Predicted Ignition Transients in Solid Propellant Rocket Motors," NASA CR 91778, 1967