

무인무기체계의 전기점화방식 격발 실패 원인 분석에 관한 연구

하정욱*

*국방기술품질원 기동화력센터

e-mail : juha@dtaq.re.kr

Junguk Ha*

*Defense Agency for Technology and Quality

요 약

With the increasing use of unmanned systems in modern special operations, enhancing the reliability of unmanned firing control systems has become a critical task. This study analyzes the causes of firing failures in unmanned firing control systems and proposes methods to address these issues. Experimental results revealed that differences in the resistance values of ammunition from different manufacturers triggered the system's protection circuit, leading to firing failures. Specifically, the ammunition with higher resistance failed to meet the required current demands, causing the protection circuit to activate and preventing successful firing. Based on these findings, the study proposes verifying the resistance of ammunition before firing and improving the power supply circuit to accommodate various types of ammunition.

1. 서론

현대 특수전 환경에서는 사람의 개입을 최소화한 무인 시스템(예: 드론, 소형 전술차량, 로봇 탐지·개발 장비 등)이 활발히 활용되고 있다. 이러한 무인 체계시스템은 원격으로 조종되기 때문에 사용자의 직접적인 조작 없이 화기의 사격 동작을 대신 수행하는 사격통제 시스템이 필수이다. 전기 점화 방식은 전류를 이용해 탄의 뇌관을 점화하는 방식으로 기계식(타격식) 점화와 달리 물리적 마찰, 공이 타격 실패, 재밍 등의 한계를 극복하고 다양한 환경에서도 안정적으로 사격 임무를 수행할 수 있도록 설계되었다. 이러한 사유로 무인 체계시스템은 전기점화방식의 탄을 채택하였

지만 특수한 작전 환경을 가정하여 설계되기 때문에, 기존 일반 전기 점화 화기와는 다른 요구 조건을 요구한다.

일반 전기점화 방식의 화기는 한 번에 수십~수백 발을 사격하는 다연발 방식이기 때문에 일부 사격 격발 실패는 작전 수행에 상대적으로 덜 치명적이지만, 무인 체계에서는 단 한 발의 실패가 작전 실패로 직결될 수 있기 때문에 높은 신뢰성을 요구한다. 또한 기존 재래식 전기 점화 방식의 사격통제시스템은 문제 발생 시 사람의 개입이 가능하여 즉각적인 조치가 가능했지만, 무인체계 시스템은 원격 명령을 통해 작동하기 때문에 문제 발생시 현장

에서 수정이 어려운점이 존재한다.

본 연구는 무인체계 내 사격통제시스템에서 발생하는 사격 격발 실패의 원인을 규명하고자 하였다. 특히 기존 전기점화 방식 시스템을 단순히 모방하여 무인시스템 체계에 적용한 것이 사격실패 문제를 일으킨 것에 주목하였다. 다연발 화기에서 사용하는 전기 점화 탄은 국제 공통 규격을 따르며, 제조사 간 품질 편차도 비교적 적다. 반면, 단발 사격을 전제로 한 특수목적 탄은 공통 규격이 없어 제조사별 특성 차이가 크고, 이로 인해 무인체계 시스템의 정밀제어 실패와 탄의 전기 점화 과정에 문제를 야기하였다.

이를 해소하기 위해 무인 시스템 내 사격통제시스템에서 실패 원인을 분석하고, 개선 방안을 제시하여 시스템 개선 및 운용 효율성을 향상하고자 한다..

2. 현실태 및 문제점

2.1 현실태

현재 전기점화방식을 사용하는 총기 시스템에서 사격 신호가 정확하게 인가되었는지 확인하는 방법은 사격 시 격발이 실제로 이루어졌는지로 구분할 수밖에 없다. 이유는 그림1처럼 격발 실패가 발생했을 때 입력신호의 오류, 서브 시스템 오류, 탄 불량, 총기 불량 등 사격에 관련된 여러 부품으로부터 문제가 생길 수 있으므로 원인분석을 하려면 시스템 전체를 점검해야 한다.

2.2 사격 격발 실패 원인분석

무인 체계 내 사격 통제시스템에서는 간헐적으로 사격 프로세스가 작동되지 않는 문제를 해결하기 위해 다양한 조건에서 시스템 검증을 진행하였다. 사격 격발 실패의 원인을 분석하기 위해 여러 탄을 연결하여 실험한 결과, 특정 제조사에서 생산한 탄을 사용할 때만 사격 격발 실패가 발생하는

것을 발견하였다. 표1의 탄약2를 사용할 경우 사격 프로세스가 정상적으로 수행되지 않고, 무인 체계시스템 내에 전력공급 여부를 확인할 수 있는 LED가 꺼지는 현상이 실험 중 관찰되었다. 분석 결과, LED 소등은 시스템의 보호회로가 작동한 결과임이 확인되었다. 이는 특정 탄의 전기적 특성(비정상적인 저항값이나 과도한 전류 요구량)이 보호 회로를 작동시켜 사격 격발 실패를 초래했음을 시사한다.



[그림 1] 총기 신호전달 프로세스

[표 1] 제조사별 탄의 특성

구분	탄1	탄2
명칭	.50 CAL	.50 CAL
DODIC	M174	M174
리드 타입	유선 (Lead)	유선 (Lead)
신관 저항값	00Ω	00Ω
등가회로 전류소요	0.33A @5V	3.3A @5V
등가회로 전력소요	7.5W	16.5W
격발 (점화성능)	점화조건 충족	점화조건 충족

표1의 탄 특성처럼 시스템 설계 시 기준으로 삼은 탄의 신관 저항값은 00Ω이었으나, 호환 가능한 다른 탄은 설계기준보다 낮은 저항값을 가지고 있었다. 이로 인해 회로상 과전류가 흐르게 되었고, 결과적으로 사격 격발 실패가 발생한 것으로 확인되었다.

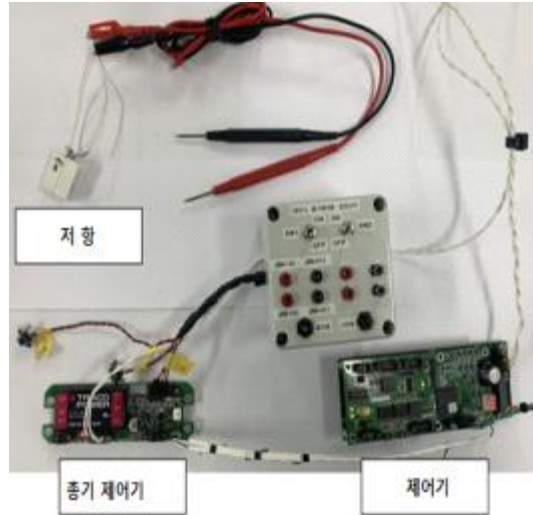
3. 사격격발 실패 개선 방안

표1에서 설계기준으로 고려한 탄1과 사격실패 시 사용된 탄2의 저항이 차이는 약 00Ω으로, 탄1의 저항 00Ω 대비 00% 수준에 불과하였다. 따라서, 24V 공급 시, 16A 수준의 과전류 (설계치 대비 00배)가 요구되기 때문에, DC/DC 컨버터의 과부하 차단 기능이 작동하였음을 예상하였다.

추측내용을 실험적으로 검증하기 위하여, 그림2처럼 탄 모사의 형태 실험을 구성하여 실제 탄 대신 약 00Ω 시멘트 저항을 탄에 연결 후 오실로스코프를 설치한 후, 격발 명령을 실행하니 (격발 명령 프로세스 모사), 과부하로 차단되기 전까지는 약 30ms 정도의 짧은 시간 동안 전압포화 10.3V, 전류포화 3.3A, 전력포화 34W 수준으로 격발전원이 공급됨을 확인하였고 결과적으로 현재 시스템에서는 탄1, 탄2는 동시 적용이 불가 한 것으로 확인되었다.

탄 제조사에 상관없이 무인 체계 시스템 내에서 사용하게 만들려면 일부 개선 방안으로는 어렵고, 시스템을 전체 재설계해야 하지만 이는 절차상 많은 시간과 비용이 소요된다. 이에 최소한의 시스템 변경과 운용 방법 일원화를 통해 문제를 해결하고자 하였다. 국내 탄 수급 상황을 고려하여 탄 1은 장기적으로 수급하기 어려우므로 상대적으로 수급이 쉬운 탄2를 기준으로 재설계 및 적용을 하였다. 이에 따라 내부 전력 시스템을 표2와 같이 변경 후 무인 체계 내 사격 통제시스템

[그림 2] 사격 통제시스템 실험 모사



[표 2] 전력공급 시스템 변경 사항

구분	변경 전	변경 후
입력전압	110 VDC	110 VDC
출력전압	24 VDC	5VDC
허용전력	40 W	40 W
최대 출력전류	1.67 A	8 A
전류소요	16 A	3.3 A
출력 전류한계	2.5 A	10 ~16.8 A

의 동작을 명령하였을 때 더 사격실패 현상이 발생하지 않는 것을 확인하였다.

4. 결론

본 연구를 통해 M167 발칸(전기점화방식)의 탄처럼 무인 체계시스템에서 사용하는 전기점화방식의 탄 또한 서로 호환될 것을 예상하고 제어시스템을 설계하였다. 그러나 제조사별 탄 특성의 편차가 존재하여 특정 제조사 탄을 무인 체계시스템에서 사용하면 사격실패 현상이 발생하였다. M167에서 사용하는 전기점화방식의 탄들은 탄 제작사들이 국제규격을 준용하여 제작해 제조사가 달라도 호환이 가능하지만, 특수목적 탄들은 제조사별 규격이 상이해

서로 같은 형상의 탄이라 하더라도 제조사별 특성을 고려해 무인 체계 시스템 설계에 반영 해야 했으나 이를 고려하지 못해 사격 격발 실패 문제들이 발생하게 되었다.

따라서 향후 개발될 무인 체계시스템 내의 사격 통제시스템은 전류 및 전압의 실시간 모니터링 기능, 특수 목적탄에 대한 명확한 규격 수립, 그리고 탄 장착 시 저항값 측정 등을 추가하여 탄별 호환이 가능하게 설계단계에서부터 고려해야 할 것으로 예상된다.