

전차 포/포탑구동용 에너지저장기 고장현상 검토 및 개선에 관한 연구

성수민*, 박해원**

*국방기술품질원 기동화력센터

**현대로템 주식회사

e-mail:angie.sooamin@gmail.com

A Study on Failure phenomenon review and Improvement of Energy Storage Unit for Tank

Sooamin SEONG*, Hae-Won Park**

*Defense Agency for Technology and Quality

**Hyundai Rotem Co. Ltd.

요약

본 논문에서는 야전에서 다수 발생하고 있는 전기구동식 전차용 에너지저장기의 고장현상을 검토하고 이를 개선하기 위한 방안을 모색하고자 하였다. 에너지저장기 고장의 다수는 내부 콘덴서(일부)가 손상되면서 전체 회로가 단락되어 에너지저장기 기능 자체를 잃어버리는 경우였으며, 내부콘덴서 손상의 원인은 성능저하된 콘덴서가 충방전을 반복하면서 전류가 집중되어 파손되는 것으로 검토되었다. 이를 해소하기 위하여 내부콘덴서를 울트라캐패시터 타입으로 변경하는 설계를 통해 내부용량증대 및 구동전압을 안정화 하였으며, 야전에 배치되어있는 장비에 대한 소급성을 고려하여 마이크로퓨즈 적용방안도 마련하였다. 시제품을 제작하여 확인한 결과 두 방안 모두 유효성을 확인하였으며 이 연구를 통해 군 전투력 손실 방지에 기여할 것으로 예상된다.

1. 서론

2010년 최초전력화된 K2 전차는 전기식 구동장치를 적용하여 신속·정확한 구동과 표적자동탐지/추적, 저소음의 무성경계임무 수행이 가능한 장점이 있다. K2 전차는 장갑관재와 반응장갑 등 방호를 위한 구조물로 이루어진 약 00톤의 중량물로 주포와 포탑만의 무게도 00톤에 이른다. 이러한 중량물의 포/포탑이 구동되기 위해서는 상당량의 에너지가 필요하다.

K2 전차의 전기식 포/포탑 구동시스템은 축전지의 전압을 승압하여 사용하는 방식인데, 포/포탑이 순간적으로 구동하게 되면 관성 등에 의해 순간적으로 높은에너지를 필요로 하게 되고 이때 필요한 첨두전력을 공급하는 장치가 에너지저장기(Energy Storage Unit)이다.

에너지저장기는 다수의 고용량 축전기가 병렬로 연결된 구조로, 최대 속도 가속 또는 순간가속시 소요되는 첨두 전력을 보상하며, 감속시 회생되는 에너지를 회수하는 방식으로 충방전을 반복하게 된다.

K2 전차 전력화 이후 에너지저장기 내부 캐패시터 소손 등 고장으로 포/포탑 전동구동이 제한되는 사례가 다수 발생하였다. 포/포탑 전동구동이 제한되면, 승무원이 수동핸들을 이용하여 조작해야하기 때문에, 승무원의 피로도가 상승할 뿐 아니라 작전간 적에 대한 반응속도도 느려질 수 밖에 없다.

이를 해소하기 위하여 에너지저장기의 고장이 발생하는 원인을 검토하고, 개선하고자 본 연구를 수행하였다.

2. 현실태 및 문제점

현재 전차의 에너지저장기는 최대허용전압 305V, 운용전압 260~280V, 전압 마진이 운용전압의 85% 수준으로 일반적으로 유사장치 전압마진이 50%인데 비해 낮은편이다.

또한 중량물인 포/포탑을 빠른속도로 구동시키기 위해서는 순간적인 고전력 공급(충/방전)이 필요한데 콘덴서가 병렬로 연결된 현재 구조에서는 연결라인의 길이나 콘덴서 개별특성에 따라 자체 인덕턴스가 달라지면서 특정 콘덴서에 전류가 집중될 수 있다. 충/방전 반복시 성능저하 된 콘덴서에 높은 전류가 집중되면 파손될 가능성이 높다. 인덕턴스 등 전기적인 특성을 매칭시키기 위하여, 유사 장비 사례를 참고하여 기존 버스바 형을 평판형 구조로 변경하였으나 한계가 발생하여 개선효과가 낮았다.

현재 에너지저장기 내부에는 콘덴서 25개가 여유공간 없이 배치가 되어있고 설치된 위치에는 직류전압승압기와 방전저항모듈이 수직으로 설치되어 있어 공간적 여유도 없어 물리적 형상 증대시켜 용량을 증대시키는 방향도 제약이 있다.

3. 개선방안

3.1 부족한 구동전력 증대방안

물리적 형상 변경이 제한되므로 내부의 콘덴서를 전해콘덴서(High-Density)타입에서 울트라캐패시터(Ultra Capacitor)로 변경하여 구동전력을 증대시키고자 하였다. 울트라캐패시터는 에너지 저장능력이 우수하여 급속 충/방전 시스템에 많이 사용되고 있다. 다만 기존설계의 전해콘덴서와 비교하여 특성상 허용전압이 낮아 병렬연결이었던 기존구조를 직렬구조로 변경하여 구성이 필요하였다.

제한적인 공간 내에서 울트라캐패시터를 연결·배치하여 설계한 후 기존의 에너지저장기와 비교해 보았더니, 기존 에너지저장기는 25개의 전해콘덴서(0.02F)가 병렬연결되어 약 0.5F(MAX 305V)의 용량을 가지는데 비해 울트라캐패시터(310F) 113개로 설계한 개선안에서는 약 2.74F(MAX 305.1V)으로 증대됨을 확인하였다.

침투전력에 대한 출력전압 변동량 및 전류 응답특성을 확인을 위한 시뮬레이션 결과 전해콘덴서타입은 침투전력 사용시 최저전압이 218V까지 강하하였으나 울트라캐패시터 적용의 경우 254V로 전압변동률 특성도 우수한 것을 확인하였다.

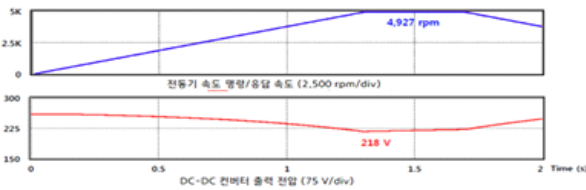


그림 1. 출력전압 변동량 및 전류 응답특성(HD타입)

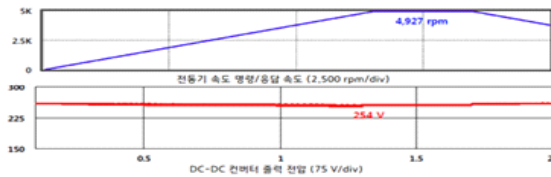


그림 2. 출력전압 변동량 및 전류 응답특성(UC타입)

3.2 기보급 장비의 운용성 개선

내부 설계를 변경하는 구동전력 개선방안과는 별개로, 기존에 야전에 배치되어있는 에너지저장기의 운용성을 개선하기 위하여 마이크로퓨즈 적용을 검토하였다. 현재의 에너지저장기는 내부의 콘덴서가 하나만 손상되더라도 전체가 단락(Short)되면서 기능을 잃어 전동구동 자체를 할 수가 없기 때문에 내부 콘덴서에 각각 개별 마이크로 퓨즈를 적용하여 손상시 퓨즈가 먼저 단락되면서 개방(Open) 상태가 되므로 에너지저장기 내부 Short를 방지하여 전동구동 가능상태를 유

지하게 하였다. 확인결과 콘덴서 손상이 공급할 수 있는 구동전력은 일부 감소하나, 정상회로로 구동가능함을 확인하였다.

4. 결론

야전에서 고장이 다수 발생하고 있는 에너지저장기의 고장현상을 검토한 결과 에너지저장기 내부의 축전지는 일반적인 배터리와 마찬가지로 내구수명이 있어 장기 고속충방전 사용시 성능저하/고장이 발생될 수 있으며, 손상이 되면 내부회로 전체가 단락(Short)되면서 과전류가 흐르게 되어 에너지저장기 고장으로 포/포탑구동불가함을 확인하였다.

본 연구에서는 에너지저장기를 개선하기 위하여 구동전력 증대목적의 울트라캐패시터 적용을 통해 개선품을 개발하였다. 개선을 통해 내부 용량이 0.5F에서 2.74F으로 증대되고, 시제품을 제작하여 확인한 결과 구동전압 변동폭도 약100V에서 35V수준으로 안정적임을 확인하였다. 추가적으로 군의 견수령을 위하여 운용군을 대상으로 설문조사를 실시한 결과 기존대비 개선안이 4.81점(5점만점)으로 매우만족수준을 나타냄을 확인하였다.

다만 설계개선의 경우 비용/일정 등의 이유로 이미 운용하고 있는 장비에 대해서 적용이 어려우므로 기보급장비의 운용성 개선을 위하여 마이크로퓨즈 적용방안을 검토하였으며, 시제품을 제작하여 확인한 결과 일부 콘덴서가 손상으로 인해 기능을 잃어도 포/포탑 전동구동에는 영향이 없음을 확인하였다.

본 연구를 통해 안정적인 전력공급 및 고장발생률 개선으로 작전반응시간 및 승무원의 피로도 상승을 감소시켜 군 전투력 손실 방지에 기여할 것으로 예상된다.