

전술차량 운용 특성에 따른 DPF 재생 제어 개선방안 연구

김선진*, 박진원
국방기술품질원 기동화력센터 5팀

A study on control method of DPF regeneration according to operation characteristics of Light Tactical Vehicle

Seon-Jin Kim*, Jin-Won Park

Land-system center 5th Team, Defense agency for Technology and Quality(DTaQ)

요 약 본 연구는 배기가스 기준을 만족하기 위해 차량에 장착된 배기가스 후처리 장치(DPF)의 재생제어 방안에 대한 것이다. DPF는 배기가스에 포함된 입자상 물질(PM)을 포집하기 위한 필터로 DPF에 포집된 PM은 일정 조건에 이르렀을 때 고온의 배기가스로 연소시킨다. 이러한 과정을 재생(Regeneration)이라 하는데 DPF의 정상적인 성능을 위한 필수 과정이다. 재생이 잘 되지 않을 경우, 차량의 성능저하와 심한 경우 차량의 화재로도 이어질 수 있다. DPF의 재생은 제어로직에 의해 수행되는데 재생제어 로직이 차량의 운용특성을 제대로 반영하지 못한 경우 DPF 재생이 이루어지지 않을 수 있다. 그렇기 때문에 전술차량의 운용특성을 파악하여 DPF가 정상적으로 재생될 수 있도록 하는 것이 매우 중요하다. 본 연구에서는 전술차량의 운용 특성과 DPF의 특성을 분석하여 이에 맞는 DPF의 재생 제어 로직을 추가하고자 한다. 더불어 추가된 재생 제어 로직에 따른 운용 시 발생될 수 있는 추가적인 문제점까지 동시에 개선하고자 한다.

Abstract This paper presents the means of controlling the regeneration of a diesel particulate filter (DPF) that is mounted on tactical vehicles to satisfy exhaust gas standards. The DPF captures particulate matter in the exhaust gas and combusts the captured particulate matter. This process is regeneration, which is essential to the normal performance of the DPF. Bad regeneration causes degradation of vehicle performance; worse, it can lead to a vehicle fire. DPF regeneration is performed by control logic. If the regeneration control logic does not properly reflect the operating characteristics of the vehicle, DPF regeneration may not occur. Consequently, it is very important to ensure the DPF operates properly by reflecting the operating characteristics of the tactical vehicle. This study analyzes the operational characteristics of a tactical vehicle and the DPF, and adds proper DPF regeneration control logic. Additionally, this study is intended to simultaneously improve the additional problems that may occur from operating under the added regeneration control logic.

Keywords : Light Tactical Vehicle, DPF(Diesel Particulate Filter), Regeneration, PM(Particulate Matters), 10kW generator

1. 서론

최근 우리나라에서 개발한 전술차량(Light Tactical Vehicle, LTV)은 오래전부터 운용된 ¼톤 및 1¼톤 계열 차량을 대체하는 것으로 전술차량에 필요한 기동성

(Mobility), 생존성 그리고 다목적성(Multi Purpose)을 기본으로 설계되었다. 특히, 파워 트레인(Powertrain)은 기존의 전술차량과 달리 8단 자동변속기를 적용하였으며, 엔진은 모하비 및 베라크루즈에 적용된 S2엔진으로 배기가스 규제기준인 EURO 5를 충족한다[1-2].

*Corresponding Author : Seon-Jin Kim(DTaQ)

Tel: +82-62-940-8718 email: seonjin0928@naver.com

Received March 30, 2018

Revised April 17, 2018

Accepted June 1, 2018

Published June 30, 2018

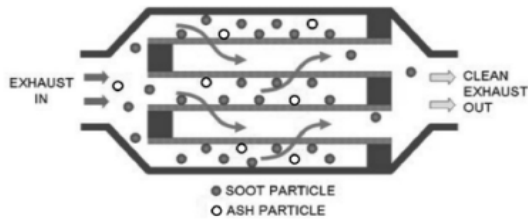


Fig. 1. Trapping principle of DPF

전술차량에 적용된 S2 엔진은 냉시동성(-32℃), 등판 능력(중경사 60%), 냉각성능 증대(60% 전인부하 조건) 등을 고려하여 일부 군용화(Military Use Development) 하였으며, 배기가스 기준은 민수와 동일한 EURO 5를 충족하기 위해 배기가스 후처리장치(DPF, Diesel Particulate Filter)가 장착되어있다[3].

DPF는 Fig. 1과 같이 디젤엔진의 연소과정에서 생성되는 입자상 물질(PM, Particulate Matters)이 대기로 방출되는 것을 방지하기 위해 벌집 모양 구조의 필터에 포집된다. 필터에 포집된 입자상 물질이 일정 수준에 이르거나, 재생조건이 되었을 때 입자상 물질을 태워 필터를 재생(Regeneration)하며, 재생이 이루어지는 동작 조건은 DPF 입·출구의 압력차이, 주행거리 등 다양한 상태를 분석하여 엔진 제어유닛(ECU, Engine Control Unit)에 입력된 제어 로직(Logic)을 따른다[4].

DPF의 재생방식으로는 디젤산화촉매를 이용하여 PM의 점화온도를 낮춰 엔진의 배기가스 온도에 의해 입자상 물질을 재생시키는 자연재생방식(Passive Type)과 인위적으로 배기가스의 온도를 PM의 점화온도인 550-600℃까지 높이는 강제재생방식(Active Type)등이 있다. 전술차량에 적용된 S2 엔진은 강제재생방식이 적용되었으며, 연료의 후분사(Post Injection)를 통해 고온(약 600℃)의 배기가스로 DPF에 포집된 PM을 연소시켜 DPF를 재생한다.

DPF가 정상적으로 재생되지 않는 경우에는 배기계통 배압(Back pressure)에 의해 엔진출력저하가 발생할 수 있으며, 심한 경우 차량의 화재까지 발생할 수 있다. DPF가 정상적으로 재생되지 않는 경우로는 ECU의 고장과 ECU로 데이터를 주는 센서(Sensor)들의 고장과 같은 부품불량에 의한 문제가 대부분이지만, 최초로 ECU에 입력된 DPF 재생 제어로직이 차량의 운용 환경과 완전히 다른 경우에도 정상적인 재생이 수행되지 않을 수 있다. 부품 불량인 경우에는 적절한 정비를 통해 문제가

해결이 되나, ECU에 입력된 제어로직이 잘못된 경우에는 사용자가 문제에 대한 인식이 어려워 운용 간 많은 문제가 발생된 가능성이 있다.

전술차량은 다양한 플랫폼으로 개발되었으며, 이 중 통신용 셸터(Shelter)를 장착하여 운용하는 차량은 엔진과 변속기 사이에 10kW 발전기가 국내 최초로 적용되었다. 이 차량은 정차 상태에서 발전기를 통해 통신장비에 계속적으로 전원을 공급해야 하므로 민수차량과 달리 엔진의 매연이 많이 발생하는 공회전 조건이 장시간 지속될 가능성이 매우 높으며, 이 부분은 민수차량의 운용 조건 및 환경과 아주 큰 차이가 있다. 하지만 DPF를 재생하기 위한 제어 로직은 민수차량의 기준으로 설정되어 있어 전술차량에 적용 시 DPF의 재생이 정상적으로 이루어지지 않을 가능성이 존재한다. 그렇기 때문에 전술차량의 운용환경과 특성 등을 분석하여 전술차량에 적합한 DPF 재생제어로직을 설정하는 것이 매우 중요한 것으로 판단된다.

따라서 본 연구에서는 민수차량과 완전히 운용개념이 다른 전술차량이 운용되는 환경 및 차량의 특성 등을 분석하여 전술 차량 운용 특성에 맞는 DPF의 재생 제어 로직을 추가하고 이로 인해 발생 가능한 여러 문제점을 도출하고 이를 개선함으로써 차량 및 운용인원의 안전성을 확보하고 장비의 신뢰도를 높이고자 한다.

2. 본론

2.1 전술차량 특성 및 운용환경

전술차량은 앞서 서론에서 언급하였듯이 민수차량에 적용되는 S2엔진을 전술차량의 요구 특성에 맞도록 일

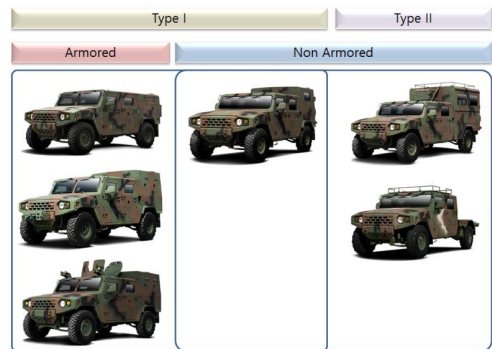


Fig. 2. Various type of LTV by platform

부분을 군용화하였다. 전술차량은 Fig. 2와 같이 총중량 5톤의 기본형(단축형)과 총중량 7톤의 장축형의 두 가지 플랫폼(Platform)으로 개발되었다. 단축형(Type I) 차량은 지휘 및 기갑수색 차량 등에 사용되며, 장축형(Type II)은 정비차량이나 통신장비 탑재차량 등으로 사용된다.

장축형 전술차량에는 Fig. 3과 같이 지금까지 국내에서 적용된 적이 없는 탑재장비 전원공급용 발전기(10kW)가 적용되었다. 발전기는 엔진과 변속기 사이에 위치하고 있으며, 별도의 외부 발전기 없이 차량에 탑재되는 장비 및 외부 장비에 적정 전원을 공급하기 위해 개발되었다. 발전기는 하이브리드(Hybrid) 시스템에서 착안하였으며, 엔진과 변속기 사이에서 엔진의 회전력을 이용하여 전류를 생산한다. 발전기는 엔진에 직결되어 있기 때문에 공회전(Idle) 상태에서도 전원공급이 가능하며, 차량 내부에 위치한 전원제어기를 통해 발전기를 통한 전원공급여부를 제어할 수 있다[3]. TICN(Tactical Information Communication Network)이라는 통신장비를 탑재하여 전술지역에서 통신망 구축에 활용되는 차량에는 모두 10kW 발전기가 장착되는데 통신망을 구축한 차량은 거의 이동이 없으며, 차량에 장착된 10kW 발전기 등을 통해 통신장비에 계속적으로 전력을 공급받을 수 있다. 이로 인해 차량은 장시간 공회전 상태로 운용될 수 있으며, 이 때 많은 양의 배기가스가 발생하게 된다.

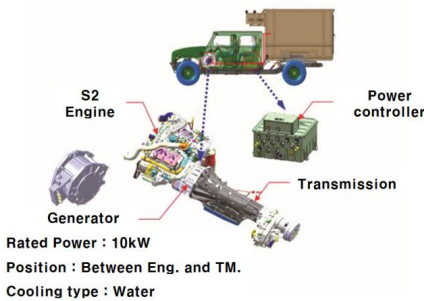


Fig. 3. 10kW generator of LTV

2.2 배기가스 후처리 장치(DPF) 특성

DPF 기술은 EURO 4 기준을 만족하기 위하여 먼저 사용되었으며, EURO 5 부터는 배기가스 기준 대응을 위해 모든 승용 디젤 차량에 적용되고 있다. DPF는 기본적으로 필터와 촉매로 이루어져 있으며, 배기가스 물질

중 입자상물질(PM)을 저감하기 위한 장치이다. DPF 필터 내에 PM이 일정수준 이상 포집되었을 때 PM을 연소시켜 재생시킨다.

재생 과정에는 강제재생방식, 자연재생방식 그리고 양자 혼합형태의 복합재생방식이 있다. 일반적으로 자연재생방식이 널리 사용되는데 이는 배출가스의 산화질소(NO)를 백금산화촉매를 이용하여 이산화질소(NO2)로 변환시키고 외부의 열원(Heat Source)없이 배출가스 온도로만 입자상 물질을 태우는 방식이다[4].

이에 반해 강제재생방식은 시내주행과 같이 배기가스의 온도가 자연재생에 필요한 온도보다 낮아 자연재생이 연속적으로 일어나지 못하는 경우에 적용되며, 일반적으로 PM이 산소와 반응하여 활발히 연소될 수 있는 600℃ 이상으로 배기가스 온도를 상승시키는 연료 후(後)분사 방식이 주로 사용된다[5].

전술차량에 적용된 S2 엔진은 연료 후분사(Post Injection) 방식을 통해 포집된 PM을 연소시키는 강제재생방식이 적용되어 있으며, 향후 DPF로 인해 발생가능한 문제점을 분석하기 위해 실제로 운용중인 전술차량을 대상으로 여러 상황 하에서 Fig. 4와 DPF 출구 및 배기파이프 끝단부에서 배기가스의 온도를 측정하였다.



Fig. 4. Exhaust gas temp. measurements on various operation environments

Table 1. Results of exhaust gas temp. measurements on various operation environments

Operation Mode	Temp. of gas at DPF end(℃)	Temp. of gas at exhaust pipe end(℃)
DPF regeneration	658.3	417.0
Generator ON	162.0	118.6
Engine protection	204.6	168.3

배기가스의 온도측정결과를 Table 1과 같이 DPF가 재생되는 동안 배기가스의 온도가 급격히 상승되는 것을 확인할 수 있었으며, Table 1과 같이 DPF 출구 쪽의 온도는 658.3℃, 배기파이프 끝단 부 온도는 417℃로 확인되었다.

2.3 전술차량 DPF 제어로직 차별화 필요성

일반적인 민수 차량의 DPF의 재생을 위해서는 Fig. 5와 같이 연료분사시기, 연료 분사량, 흡기 스로틀(Throttle)과 EGR을 이용한 공기량 그리고 DPF에 포집된 Ash량 등 다양한 제어변수들이 존재한다[6].

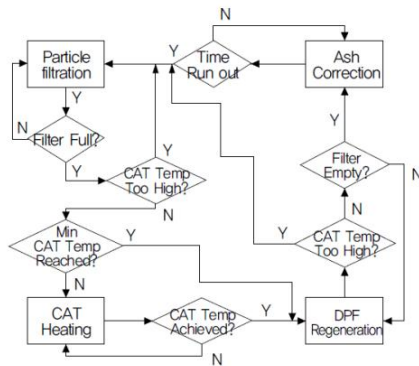


Fig. 5. DPF regeneration control logic

이는 전술차량과 동일한 엔진이 적용된 모하비의 차량취급설명서(2014)에서 “장기간 저속 운행만 지속한 경우, 배기가스 온도가 낮아 쌓인 매연이 자동으로 제거되지 않을 수 있으며~(중략)~ 강제연소도 이루어질 수 없어 엔진경고등이 점멸될 수 있습니다.”라는 문구를 확인할 수 있다. 또한, DPF 재생을 위해서는 차량의 속도(60km/h 이상), 엔진의 RPM 그리고 일정 주행 시간 등의 재생 조건이 언급되어있다[7].

DPF의 재생조건에 대해서는 엔진특성에 따라 조금씩 상이하기 때문에 현재도 최적의 DPF 재생조건을 찾기 위한 연구가 많이 진행되고 있다. 강중훈 등(2005)의 연구에서는 DPF 내 쌓인 입자상 물질을 재생시키기 위한 CRDI 엔진에서 제공해야 하는 재생모드 맵핑(Mapping) 기술 및 연소 최적화 연구를 수행하였다. 이를 통해 연료 분사계의 여러 파라미터들이 재생 조건에 미치는 영향도를 평가하고, 주요 인자를 도출하여 DPF 재생조건 도달을 위한 최적화 방안을 수립하였다[8]. 황철균 등(2006)

은 DPF를 적용한 엔진의 매연재생전략을 도출하기 위한 연구를 수행하였으며, 차량의 운행조건을 Idle 운전, City 모드 그리고 Highway 모드로 나누어 각 모드에 대한 재생전략을 도출하였다[9]. 김규성 등(2014)은 중형 디젤기관의 운전조건에 따른 DPF의 재생시점에 대한 연구를 수치 해석적 방법으로 접근하였다[10]. 최민후 등(2017)은 DPF 재생 조건에서 후분사의 영향을 확인하기 위한 연구를 수행하였으며, 이를 통해 부하조건, 후분사시기 그리고 후분사량을 변화시켜 목표온도 달성여부, 배기 배출성분 그리고 Oil Dilution을 고려하여 DPF의 재생 조건을 선정하였다[11].

DPF는 배기가스에 포함된 오염물질을 포집하여 대기로 방출되는 것을 막아주는 단순한 필터로 볼 수 있으나, DPF가 제대로 재생되지 않는 경우 차량의 출력 및 연비 저하, 화재 등의 사고로 이어질 수 있기 때문에 차량의 운행 조건을 판단하여 DPF의 재생조건을 설정하는 것이 매우 중요하다. 그렇기 때문에 황철균 등(2006)은 차량의 운행 조건을 세 가지로 분류하여 각 운행 조건에 맞는 재생전략을 도출하였으며, 그 결과 Idle 영역에서는 다른 영역에 비해 많은 제어변수가 필요하며 저부하 영역에서의 DPF 재생은 현실적으로 어려워 이를 극복하기 위한 다양한 전략적 접근이 필요함을 확인하였다[9]. 전술차량의 경우 앞서 언급한 Idle과 저부하 영역에서 주로 운용되는 조건을 가지고 있기 때문에 DPF가 정상적으로 작동할 수 있도록 하는 재생조건을 전술차량에 맞게 적용하는 것이 필요하다고 판단된다.

2.4 전술차량 DPF 제어로직 추가 방안

전술차량의 운용조건에 맞는 DPF 재생 제어로직에 대한 적용방안을 위해 10kW 발전기가 미 장착된 전술차량과 민수차량(모하비)의 정비지침서 등을 바탕으로 기본적인 DPF의 재생조건에 대해 먼저 확인해보았으며, 그 조건은 다음과 같다.

- 1) 차량 누적 가동거리 700km 이상
- 2) 엔진 회전수 : 전 구간
 - 공회전 영역(차속 0km/h) 제외
- 3) 냉각수 온도 : 60 ~ 70 ℃ 이상
- 4) DPF 내 입자상 물질 퇴적량 : 24g 이상

상기 내용을 바탕으로 10kW 발전기가 장착된 전술차량의 운용 특성을 고려한 재생조건을 추가하였으며, 그 내용은 다음과 같다.

- 1) 차량 정지 상태(변속레버 P단)
- 2) 10kW 발전기 전원 ON
- 3) DPF 재생 후 엔진가동 누적시간 : 5시간

전술차량의 운용 특성을 반영하여 추가된 DPF 재생 조건 중 가장 큰 특징은 차량이 정지된 상태(변속레버 P 단)에서도 재생이 가능하도록 하였다는 점으로 이와 함께 발전기의 전원 스위치 ON 여부와 엔진가동 누적시간이 5시간이 될 때마다 재생이 될 수 있도록 제어로직을 추가하였다. 엔진가동 누적시간의 설정은 기존에 DPF 재생 조건인 입자상 물질 퇴적량 24g을 기준으로 차량 공회전 상태로 발전기를 가동하여 입자상 물질 24g이 DPF에 퇴적되는 시간(5시간)은 전술차량 시험 간 해당 조건으로 운용하여 확인 후 적용하였다.

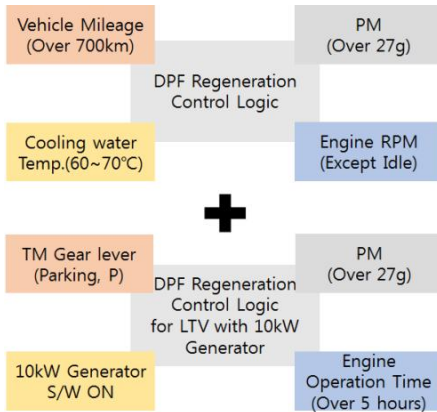


Fig. 6. DPF regeneration control logic addition for LTV with 10kW Generator

이와 같이 추가된 제어로직에 대한 정상작동여부에 대한 확인은 전술차량의 개발 단계 중 이루어지는 시험 평가 중 하나인 운용시험평가(OT&E, Operational Test & Evaluation) 기간 동안 확인하였으며, 추가된 조건에서 문제없이 작동되었다.

2.5 DPF 제어로직 차별화에 따른 문제점

DPF 제어로직 추가를 통해 10kW 발전기 가동을 위해 장시간 공회전 되는 상태에서도 DPF가 재생될 수 있도록 하였다. 그러나 개선된 제어로직이 적용된 경우, 정차된 상태에서 공회전을 하는 운용 중에 DPF가 재생되기 때문에 이에 따른 추가적인 문제가 발생될 수 있다.

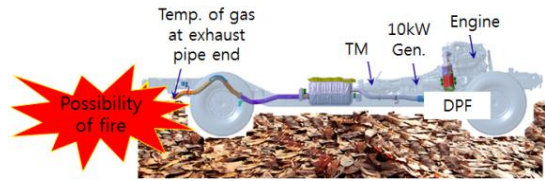


Fig. 7. Possibility of fire due to exhaust gas when DPF regeneration

DPF가 재생되는 경우에는 Table 1과 같이 배기파이프 끝단에서의 배기가스 온도가 417°C로 매우 높게 배출됨을 확인하였다. 전술차량의 배기파이프 끝단은 바닥을 향하게 되어있고 발전기를 운용하는 전술차량이 배치되는 대부분의 전술지역은 산악지대에 위치하기 때문에 가을철과 같이 건조한 기후조건과 낙엽이 많은 상태에서는 지면을 향하는 고온의 배기가스에 의해 연소의 3가지 조건인 “연소물질, 연소열, 산소”가 구성되어 화재가 발생할 위험성이 존재한다.

이러한 위험성이 사전에 인지되어 운용자에게 DPF가 정차 간 재생되고 있음을 알려주는 것이 필요하다고 판단되었다. 이를 위해 차량이 정차된 상태에서 DPF 재생이 진행되는 동안 알람 음이 울리고 경고등이 작동할 수 있도록 Fig. 8과 같이 전기장치 회로도를 수정하였다. 알람 음은 차량에 장착된 혼(HORN)을 활용하였으며, 경고등은 비상 경고등을 활용하였다.

그러나 이러한 알람 역할을 하는 안전장치를 적용함으로써 또 하나의 문제가 발생된다. 이는 전술차량의 작전 운용 간 등화관계(Black out) 상황에서 알람 음과 경고등이 작동하는 경우이다. 이러한 상황에서는 현재의 위치가 노출되는 위험한 상황이 되기 때문에 이에 대한 해결방안도 필요하였다. 이러한 위험을 없애기 위해서 전술차량에 장착된 등화관계 스위치가 선택되거나 DPF 재생경고 해제 스위치를 OFF 위치로 하는 경우에는 비상 경고등 및 경고음이 작동되지 않으면서도 DPF가 재생될 수 있도록 Fig. 8과 같이 전기 회로도를 수정하였다.

3. 결론

본 논문에서는 전술차량의 운용특성에 맞는 DPF 재생제어 로직을 추가하기 위해 전술차량과 DPF의 특성 등을 파악하여 장시간 공회전 상태로 운용될 수 있는 전

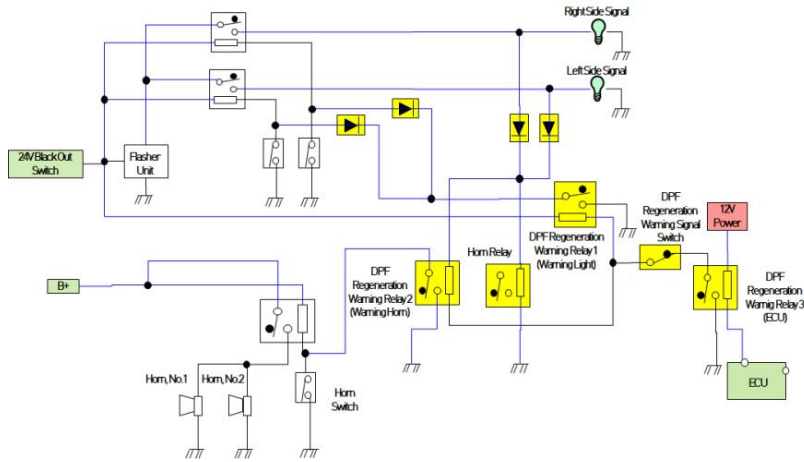


Fig. 8. Electric Circuit to warn about DPF Regeneration for the LTV operator

술차량의 특성에 맞는 DPF 재생 제어 로직을 추가하였으며 그 내용은 다음과 같다.

- 1) 전술차량의 특성 : 장시간 공회전 되는 특수한 운용 환경(10kW 발전기 적용 차종)
- 2) DPF 특성 : 재생(Regeneration)을 통한 지속적인 성능 발휘
- 3) 재생제어로직 추가 방안 : 전술차량의 운용 특성에 맞도록 정차상태로 장시간 공회전 운용 시 DPF가 재생될 수 있도록 변속레버가 P(정차상태)인 상태로 발전기가 일정시간이상 작동 시에 DPF의 재생이 수행되는 제어로직 추가

동시에 전술차량에 특화된 제어로직을 적용함에 따른 다음과 같은 문제점이 예상되어 추가적인 개선을 수행하였다.

- 1) 정차간 DPF 재생 시 화재 발생 가능성 : 정차 간 DPF 재생 시 운용자가 인식 가능하도록 경고음 및 경고등 추가
- 2) 경고음 및 경고등(알림 장치)에 따른 전술 운용 간 노출 위험성 : 알림 장치를 끌 수 있는 스위치 추가를 통해 작전 간에는 작동을 하지 않을 수 있도록 전기회로도 수정

본 연구를 통해 전술차량의 운용 특성에 맞는 부품의 제어로직을 추가함으로써 Table 2와 같이 장비 운용 간 발생할 수 있는 문제점을 사전에 차단하여 운용 인원 및 장비의 안전을 확보하고 장비의 신뢰도를 높일 수 있었다.

Table 2. Improvement effect according to research result

Improvements	Effect
DPF regeneration logic	Improve operability and cost saving during operation period
Alarm system for notifying to vehicle operator	Secure safety during operation and improve vehicle's reliability by preventing fire damage
Alarm S/W	Ensure suitability for tactical operation

본 연구의 결과를 통해 향후 유사장비 개발 시에 고려할 수 있는 하나의 가이드라인으로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

References

- [1] Choi, H. H., Defense & Technology, vol. 434, pp. 14-21, 2015
- [2] Park, J., Park, J. H., Defense & Technology, vol. 457, pp. 120-131, 2017
- [3] Kim H. C., Park Y. A., Park J. H., Defense & Technology, Vol. 437, pp. 108-125, 2015
- [4] Song, J. Y., Sa, S. H., Nam, J. W., Cho, Y. J., Kim, J. P. and Park, N. K., "Ananalysis on vehicle fires caused by damage of Diesel Particulate Filter(DPF)", Fire science and engineering, vol. 26, no. 4, pp. 70-76, 2012. DOI: <http://doi.org/10.7731/KIFSE.2012.26.4.070>
- [5] Park, C. H., Choi, H. S., Sim, W. C., Lee, H. C., Kim, K. W., Cheon, S. H. and Han, D. G., "Study on the effect of DPF characteristics on internal temperature of

DPF during active regeneration”, KSAE Fall conference, pp. 911-916, 2009

- [6] Jeong, Y. I. and Kim, H. S., AUTO JOURNAL : Journal of the korean society of automotive engineers, vol. 30, no. 1, pp. 55-61, 2008
- [7] KIA MOTORS Company Customer Service Homepage, Mohave guide book(2014), Available From : <http://red.kia.com/kr>(accessed Mar., 21, 2018)
- [8] Kang, J. H., Kim, M. Y. and Youn, G. J., “A Study on the Combustion Optimization of a Common Rail Direct Injection Diesel Engine for Regeneration of the Diesel Particulate Filter”, KSAE, vol. 13, no. 4, pp. 167-173, 2005.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.msea.2004.12.015>
- [9] Hwang, C. K., Lee, S. J., Park, C. M. and Lee, J. H., “The Study of Pulling Out the Strategies of Soot Regeneration and Minimization of Oil Dilution in DPF Equipped DI Diesel Engine for Engine Basic Calibration”, KSAE Fall Conference, pp. 382-389, 2006
- [10] Kim, G. S. and Park, S. C., “A Study on the Regeneration point of Diesel Particulate Filter System according to the Driving Condition on Medium-duty Diesel Engine”, KSMT, vol. 16, no. 2, pp. 1255-1260, 2014.
DOI : <http://doi.org/10.17958/ksmt.16.2.201404.1255>
- [11] Choi, M. H., Yoon, S. J. and Park, S. W., “Research on Post Injection for Diesel Particulate Filter Regeneration”, ILASS-KOREA, vol. 22, no. 2, pp. 87-95, 2017

박진원(Jin-Won Park)

[정회원]



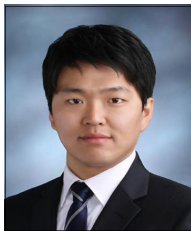
- 2002년 3월 ~ 현재 : 국방기술품
질원 연구원
- 2009년 8월 : 전남대학교 대학원
기계공학과 (공학석사)

<관심분야>

군용차량 설계 및 품질관리

김선진(Seon-Jin Kim)

[정회원]



- 2013년 2월 : 한국항공대학교 기계
공학과 졸업
- 2013년 3월 ~ 현재 : 국방기술품
질원 연구원

<관심분야>

군용차량 설계 및 품질관리