

엔진 발전기 추가 적용을 통한 軍 지휘·지원차량의 광대역 전자파 방사 노이즈 개선

서석호, 구기범, 김지훈, 오대산*
국방기술품질원

Improvement of Broadband Radiated Emission Noise in Military Tactical Vehicle by Using Additional Alternator in Engine

Suk Ho Seo, Ki Beom Ku, Ji Hoon Kim, Dae San Oh*
Defense Agency for Technology and Quality

요약 현재 운영되고 있는 군 지휘·지원차량은 상용차량의 일부를 개조하여 제작되었으며, 군에서 필요한 통신장비 운용환경을 확보하기 위하여 통신실 내부에 별도의 컨버터를 장착하는 전원공급시스템이 적용되었다. 하지만, 이러한 전원공급시스템은 전자파 방사 노이즈를 발생시켜 차량에서 무전교신 시 잦은 잡음과 통신감도 저하 등의 문제점이 발생되었다. 이를 개선하기 위해, 엔진에 발전기를 추가 장착하여 통신장비에 필요한 전력을 공급하도록 전원공급시스템을 변경하였다. 추가 장착된 발전기는 통신장비가 운용되는 통신실과 완전히 분리된 엔진 룸에 위치하도록 설계되어 전원공급시스템에서 발생하는 전자파 방사 노이즈에 의한 영향을 감소시켜줄 것으로 기대되었다. 개선된 시스템의 효과를 검증하기 위하여 기존 차량과 신규 전원공급시스템이 적용된 차량에 대하여 광대역 방사시험을 각각 수행하였고 측정 결과를 비교하였다. 시험 결과 신규 전원공급시스템이 적용된 차량의 광대역 방사 노이즈는 국내 자동차 안전기준에 모두 만족하였으며, 기존 차량 대비 일부 주파수 구간을 제외한 대부분의 구간에서 감소함을 확인할 수 있었다. 특히, 차량 우측면의 수직편파 170~225 MHz 구간에서 최대 10.751 dB μ V/m 감소하였다.

Abstract The military tactical vehicle currently being operated is manufactured by improving the parts of commercial vehicles. In addition, the power supply system is applied by installing a separate converter inside the communication room to secure the operating environment of communication equipment. On the other hand, due to electromagnetic radiation noise, there are problems in frequent noise and deterioration in communication sensitivity during wireless communication in vehicles. To improve these, an advanced power supply system is applied, which is also equipped with an alternator to receive power required for communication equipment reducing broadband electromagnetic radiation noise. An additionally installed alternator, which is located in the engine room, is separated from the communication room where communication equipment is operated and is expected to reduce the effect of electromagnetic radiation noise generated from the power supply system. To verify these, a broadband radiation test was performed on a previous and advanced one. As a result, the broadband radiation noise of vehicles with an applied advanced power supply system satisfied all of the domestic vehicle safety standards and reduced in most of the sections except for some frequencies compared to previous typed vehicles. In particular, broadband radiation noise was decreased by up to 10.751 dB μ V/m in the vertical sections in 170 to 200 MHz on the right side of the vehicle.

Keywords : Military Tactical Vehicle, Power Supply System, Broadband Radiation, Electromagnetic Radiation Noise, Converter, Alternator

*Corresponding Author : Dae San Oh(Defense Agency for Technology and Quality)

email: daesan@dtaq.re.kr

Received June 18, 2020

Accepted September 4, 2020

Revised August 4, 2020

Published September 30, 2020

1. 서론

현재 군에서 운영되고 있는 차량은 크게 2가지 유형으로 분류할 수 있다. 첫 번째는 개발단계부터 특수한 군 운용환경에 적합하도록 설계되어 제작된 전투 및 전술차량이며, 두 번째는 기존에 생산된 상용차량을 야지동성과 통신장비의 운용환경을 고려하여 군 사용 목적에 적합하도록 최소한의 개선을 통하여 제작된 상용 개조차량이다[1,2].

본 연구에서 수행된 군 지휘·지원차량은 2012년부터 군에 보급되어 현재까지 운영되고 있으며, Fig. 1에서 나타낸 바와 같이 상용차량 중 기존 프레임-온-바디 차체 구조를 사용하는 스포츠형 다목적차량(SUV: Sport Utility Vehicle)을 토대로 통신실, 안테나 장착대 등 일부를 개선하여 제작되었다[2].

특히 개선항목 중 하나인 무선 통신 단말기와 같은 통신장비의 운용환경 확보는 원활한 군사 작전 수행을 위한 중요한 요소라고 할 수 있다. 그리하여 차량 통신실 내부에 별도의 컨버터(Converter)를 장착하는 전원공급 시스템을 적용하였다. 하지만 차량에서 무전교신 시에 잦은 잡음과 통신감도 저하 등의 제한현상이 발생되었고, 그 원인은 전자파 방사 노이즈에 의한 장애로 판단되었다.

기존 차량의 전원공급시스템으로 적용된 컨버터는 불요 전자파, 즉 전자파 방사 노이즈를 다른 장비에 대비하여 다량으로 방출하는 장비로서 무선 통신 단말기의 성능 저하를 유발하는 장애 발생인자로 알려져 있다[3,4]. 그리고 승압 등의 전압 변환 시에 특정 주파수 대역에서 기준을 초과하는 전자파가 발생할 수 있다는 연구 사례도 확인할 수 있었다[5]. 또한, 전자파에 민감하게 반응하는 피해기기와 불요 전자파 발생원과의 근접 장착에 따른 작용거리의 감소는 노이즈 영향성을 증가시키는 원인으로 보고되었다[6-10].

최근 전술용 다기능 단말기(TMFT: Tactical Multi Functional Terminal), 다대역 다기능 무전기(TMMR: Tactical Multiband Multirole Radio) 등과 같은 차량 내 불요 전자파에 민감하게 반응하는 새로운 통신장비의 운용이 증가됨에 따라 전자파 방사 노이즈를 억제 및 제거 방안의 모색은 필수적이라고 할 수 있다.

그리하여 본 연구에서는 군 지휘·지원 차량에서 통신 장비와 근접한 공간에 컨버터를 장착하는 방식의 전원공급시스템을 개선함으로써 전자파 방사 노이즈를 저감시키고자 하였다. 또한 개선에 대한 효과를 검증하기 위하여 전·후의 차량에 대한 광대역 전자파 방사 노이즈 시험

을 수행하였고 측정결과를 비교분석하여 제시하였다.



Fig. 1. Picture of the military tactical vehicle

2. 개선방안

군 지휘·지원 차량은 Fig. 2에서 나타낸 바와 같이 차량 후부의 통신실에는 주파수 변조(FM: Frequency Modulation) 무전기와 같은 무선 통신 단말기가 장착되며, 작전수행 시 무선으로 교신을 할 수 있도록 되어 있다. 일반적으로 상용차량의 엔진 룸에 장착되어 있는 배터리에서 공급되는 전압은 12 V(기준 전압 14 V)이다. 그러나 24 V(기준 전압 28 V)의 입력전압을 요구하는 군 통신장비들을 운용하기 위하여 별도의 전원공급시스템이 필요하였다.

이에 따라 기존 차량에서는 통신실 내부에 12 V를 24 V로 변환시켜주는 컨버터를 장착하였고 통신장비로 전력을 공급하는 역할을 해왔다.



Fig. 2. Picture of previous power supply system

하지만 컨버터와 통신장비가 동일 공간 내에서 운용됨에 따라 전자파 장애가 발생하였고, 이를 감소시키기 위한 개선방안이 필요하였다. 그리하여 기존의 통신실 내에 장착된 컨버터를 사용하는 방식을 Fig. 3에서 나타낸 바와 같이 엔진에 발전기(Alternator)를 추가 장착을 통한

통신장비에 필요한 전력을 공급받는 방식으로 변경하여 적용하였다.

추가 장착된 발전기는 기존 상용차량에서 장착되어 사용되는 발전기와 동일하게 엔진에서 출력되는 동력으로 구동된다. 하지만 기존에 장착된 발전기는 12 V 전압을 배터리로 충전시키지만 추가 장착된 발전기를 통하여 24 V 전압의 전력을 통신실로 공급하도록 설계되어 기존의 전원공급시스템보다 원활하고 안정된 전원 공급이 가능하다.

이와 같은 개선방안에 따라 불요 전자파의 발생원인 발전기는 통신장비가 운용되는 통신실과 완전히 분리된 엔진 룸에 위치하게 되어 전원공급시스템에서 발생하는 전자파 방사 노이즈에 의한 영향성을 최소화시켜줄 것으로 기대되었다.

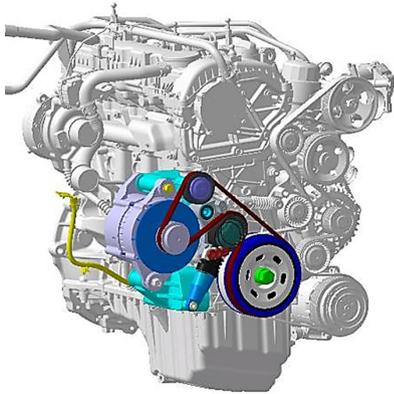


Fig. 3. Picture of alternator in the engine for advanced power supply system

3. 개선결과

3.1 광대역 방사시험 기준

일반적으로 전자파 방사 장애(Emission interference) 시험은 차량 및 차량부품에서 발생하는 전자파가 다른 장비 및 장치에 영향을 주는 것을 평가하는 것을 말한다 [11]. 그 중, 광대역(Broadband) 방사는 특정 수신기 또는 측정 장치의 대역폭보다 큰 대역폭을 가지는 방사를 말하며 차량에 장착된 접합 장치, 전기 모터 등의 전기·전자 시스템에서 방사되는 광대역 전자파 방사를 측정하여야 한다[12,13].

이와 같이 기존 군 지휘·지원차량과 신규 전원공급시스템이 적용된 차량에 대하여 광대역 방사시험을 각각

수행하였고, 그 결과를 비교분석하여 개선효과를 검증하고자 하였다.

일반적으로 개발단계부터 군 운용환경에 적합하도록 설계 및 제작된 전투 및 전술차량의 경우 'MIL-STD-461'을 준용하여 전자파 방사에 대한 적합성을 검증한다. 하지만 기존 상용차량은 군 사용 목적에 적합하도록 개조한 본 차량은 국내 자동차 안전기준인 '자동차 및 자동차 부품의 성능과 기준'을 따르도록 되어있다. 이에 따라, 본 차량의 광대역 전자파 방사시험은 Table 1에 나타난 바와 같이 국내 자동차 안전기준의 10 m 기준치를 적용하여 수행하였다. 10 m는 차량 및 측정 안테나 간의 거리를 의미하고, f는 시험 주파수를 말한다[14,15]. 측정된 방사 노이즈는 30~75 MHz에서 56 dB μ V/m 미만, 75~400 MHz에서 56+15.13log(f/75) dB μ V/m 미만, 400~1000 MHz에서 67 dB μ V/m 미만을 만족하여야 한다. 이러한 기준은 차량에 우선 적용하며, 차량 기준을 만족 시에는 장착된 단위부품도 기준에 적합한 것으로 간주할 수 있다[14,15].

Table 1. Broadband radiated emission test criteria of vehicle

	Frequency(MHz)		
	30~75	75~400	400~1000
Criteria (dB μ V/m)	56	56+15.13 log(f/75)	67

3.2 시험방법

기존 차량과 신규 전원공급시스템이 적용된 개선 차량의 광대역 전자파 방사 시험의 절차를 Fig. 4에 나타내었다. 시험을 수행하기 위하여 Fig. 5에서 나타난 바와 같이 먼저 시험 차량을 벽면에 전자파 흡수체가 부착되어 있는 전자파 무반사실 내 차량동력계에 장착시켰다. 그리고 측정 안테나(VULB9161, Schwarzbeck, 30 MHz~1.6 GHz)를 차량의 외부와 10.0 \pm 0.2 m 거리, 차량이 접한 바닥면에서 3.00 \pm 0.05 m의 높이에 위치시켰다.

장착된 차량의 엔진 회전속도를 기어가 중립상태에서 1500 rpm \pm 10 %로 유지시켰으며 개선 전 차량의 경우 컨버터의 전원여부, 개선 후 차량의 경우 추가 발전기 작동여부를 확인하였다. 공통적으로 차량의 와이퍼 모터(Wiper motor) 및 블로우 모터(Blower motor)를 최대 부하 작동 모드로 동작시켰으며, 전조등(Head lamp), 안개등(Fog lamp) 및 고장표시등(Hazard lamp)은 모두 점등상태를 유지하였다.

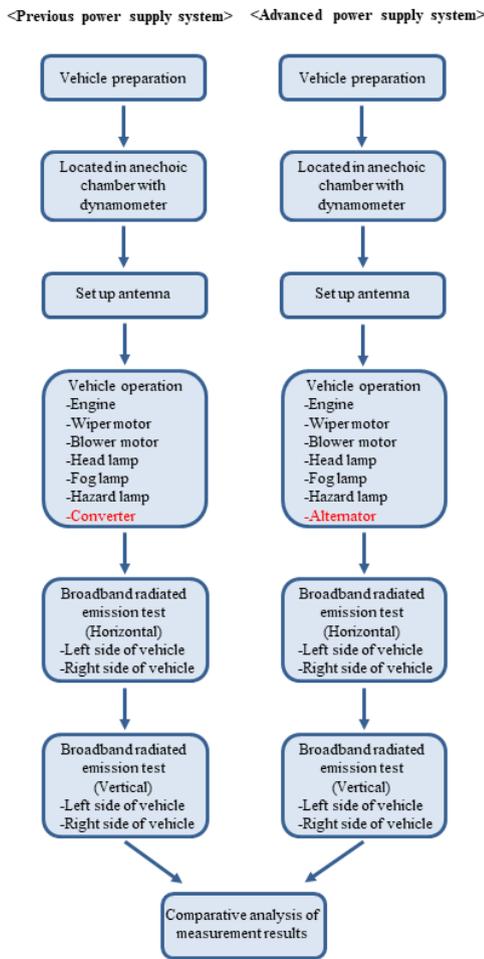


Fig. 4. Schematic flow of broadband radiated emission noise test

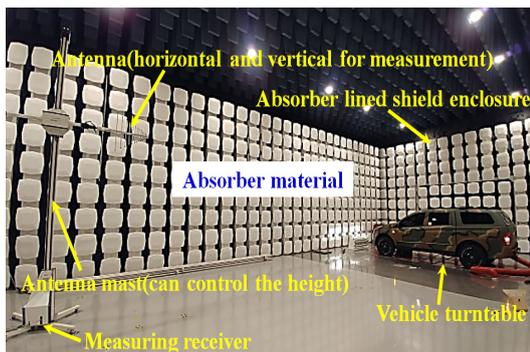


Fig. 5. Picture of broadband radiated emission noise test of the military tactical vehicle

이와 같은 차량의 작동 조건에서 120 kHz 대역폭의 첨두치(Peak) 검파 수신기(ESU26, Rohde& Schwarz, 9

Hz~26.5 GHz) 및 소프트웨어(EMC32, Rohde&Schwarz)를 사용하여 30~1000 MHz 주파수 범위에서 스텝크기는 50 kHz, 스캔시간은 5 ms로 방사 노이즈를 측정하였다. 또한 각 차량의 좌측면(Left side) 및 우측면(Right side)에서 안테나의 편파를 수평(Horizontal)과 수직(Vertical)으로 변경하여 시험을 각각 실시하였다.

3.3 시험결과 및 고찰

30~1000 MHz 주파수 범위에서 측정된 개선 전 후 차량의 광대역 방사 노이즈를 그래프로 나타내었다. 그리고 주파수 대역을 30~34, 34~45, 45~60, 60~80, 80~100, 100~130, 130~170, 170~225, 225~300, 300~400, 400~525, 525~700, 700~850, 850~1,000 MHz의 14개의 구간으로 나누어 각 대역별 최대 방사 값을 표로 나타내어 비교 분석하였다.

개선 전과 후 차량의 좌측면을 수평 편파로 측정할 방사 노이즈에 대하여 Fig. 6에 그래프로 나타내었고, Table 2에서 14개의 주파수 대역별 최대 측정값을 비교 분석하였다. 측정값은 Table 1에서 나타난 기준에 모두 만족하였으며, 400~525 MHz 주파수 대역을 제외한 모든 주파수 대역에서 개선 후 차량에서의 방사 노이즈가 개선 전 차량보다 감소하였다. 30~75 MHz 구간에서 최대 감소폭이 나타난 주파수 대역은 34~45 MHz이며, 노이즈는 6.980 dB μ V/m 감소하였다. 75~400 MHz 구간에서 최대 감소폭이 발생된 주파수 대역은 170~225 MHz 이고, 노이즈는 9.623 dB μ V/m 감소하였다. 그리고 400~1000 MHz 구간에서 최대 감소폭이 발생된 주파수 대역은 525~700 MHz 이며, 감소된 노이즈는 10.039 dB μ V/m 으으로써 전 구간에 걸쳐 가장 크게 감소하였다.

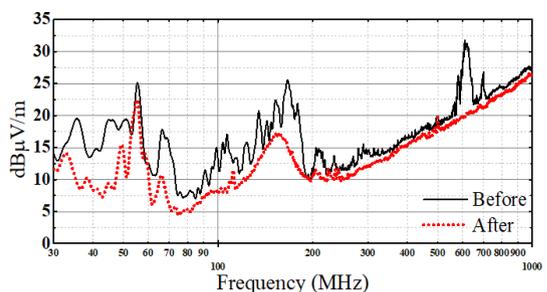


Fig. 6. Horizontal measurement result at left side in vehicle according to broadband radiated emission test

Table 2. Analysis of horizontal measurement result at left side in vehicle according to broadband radiated emission test

No	Before		After		Limit (dB μ V/m)
	Freq. (MHz)	Result (dB μ V/m)	Freq. (MHz)	Result (dB μ V/m)	
1	34.00	17.198	32.80	14.073	56.00
2	35.65	19.538	34.05	12.559	56.00
3	55.45	25.114	55.25	22.464	56.00
4	66.45	17.832	60.05	10.893	56.42
5	98.90	14.969	95.80	8.403	57.89
6	106.80	17.051	111.80	11.472	59.61
7	166.40	25.502	153.25	17.302	61.37
8	170.05	23.924	171.90	14.301	63.21
9	290.05	15.573	298.40	12.203	65.10
10	393.70	16.868	400.00	15.488	66.99
11	525.00	19.653	499.95	20.083	67.00
12	610.45	31.703	683.75	21.665	67.00
13	700.35	26.855	824.50	24.083	67.00
14	978.10	27.729	976.95	26.568	67.00

Table 3. Analysis of vertical measurement result at left side in vehicle according to broadband radiated emission test

No	Before		After		Limit (dB μ V/m)
	Freq. (MHz)	Result (dB μ V/m)	Freq. (MHz)	Result (dB μ V/m)	
1	34.00	18.195	31.35	19.594	56.00
2	45.00	30.038	45.00	26.632	56.00
3	52.00	34.397	50.00	29.964	56.00
4	60.05	21.375	60.05	21.359	56.42
5	80.75	11.410	96.65	9.374	57.89
6	120.45	22.683	111.50	13.654	59.61
7	162.60	22.165	156.60	17.004	61.37
8	210.00	19.982	170.05	14.295	63.21
9	277.10	14.686	247.45	14.563	65.10
10	393.05	18.293	393.85	15.676	66.99
11	464.15	19.586	499.65	18.274	67.00
12	688.20	26.366	684.60	21.677	67.00
13	850.00	25.286	849.35	24.322	67.00
14	992.90	27.797	1000.0	27.217	67.00

Fig. 7은 개선 전과 후 차량의 좌측면을 수직 편파로 측정된 방사 노이즈를 나타낸 그래프이고, Table 3에서 14개의 주파수 대역별 최대 측정값을 비교 분석한 결과를 나타내었다. 측정값은 Table 1에서 나타낸 기준에 모두 만족하였으며, 30~34 MHz 주파수 대역을 제외한 모든 주파수 대역에서 수평 편파로 측정결과와 동일하게 개선 후 차량에서의 방사 노이즈가 개선 전 차량보다 감소되는 경향을 보였다. 30~75 MHz 구간에서 최대 감소폭이 나타난 주파수 대역은 45~60 MHz이며, 노이즈는 4.433 dB μ V/m 감소하였다. 75~400 MHz 구간에서 최대 감소폭이 발생된 주파수 대역은 100~130 MHz 이고, 노이즈는 9.029 dB μ V/m 감소하였으며, 전 구간 중 가장 크게 감소되었다. 400~1000 MHz 구간에서 최대 감소폭이 발생된 주파수 대역은 525~700 MHz 이며, 노이즈는 4.689 dB μ V/m 감소되었다.

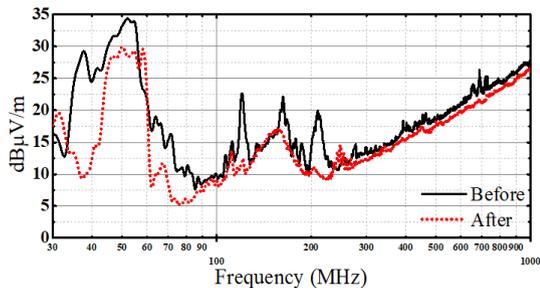


Fig. 7. Vertical measurement result at left side in vehicle according to broadband radiated emission test

다음 Fig. 8에서는 개선 전과 후 차량의 우측면을 수평 편파로 측정된 방사 노이즈에 대한 그래프를 나타내었고, 차량의 좌측면을 측정결과에 대한 분석과 동일하게 14개의 주파수 대역별 최대 측정값에 대한 비교 분석한 결과를 Table 4에 나타내었다. 측정값은 좌측면 측정값과 마찬가지로 Table 1에서 나타낸 기준에 모두 만족하였으며, 850~1000 MHz 주파수 대역을 제외한 모든 주파수 대역에서 개선 후 차량에서의 방사 노이즈가 개선 전 차량보다 감소하였다. 30~75 MHz 구간에서 최대 감소폭이 나타난 주파수 대역은 30~34 MHz이며, 노이즈는 8.084 dB μ V/m 감소하였다. 75~400 MHz 구간에서 최대 감소폭이 발생된 주파수 대역은 170~225 MHz 이고, 노이즈는 9.860 dB μ V/m 감소하였으며, 전 구간 중 가장 큰 감소효과를 보였다. 400~1000 MHz 구간에서 최대 감소폭이 발생된 주파수 대역은 525~700 MHz 이며, 노이즈는 4.583 dB μ V/m 감소되었다.

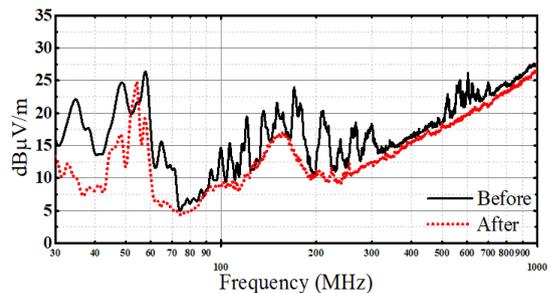


Fig. 8. Horizontal measurement result at right side in vehicle according to broadband radiated emission test

Table 4. Analysis of horizontal measurement result at right side in vehicle according to broadband radiated emission test

No	Before		After		Limit (dB μ V/m)
	Freq. (MHz)	Result (dB μ V/m)	Freq. (MHz)	Result (dB μ V/m)	
1	34.00	21.413	30.00	13.328	56.00
2	34.75	22.117	45.00	14.393	56.00
3	57.70	26.383	54.10	24.798	56.00
4	60.05	17.137	60.05	10.432	56.42
5	100.00	14.641	99.80	8.978	57.89
6	120.75	19.462	127.80	12.402	59.61
7	170.00	23.626	156.60	17.026	61.37
8	170.45	23.957	170.05	14.097	63.21
9	266.80	18.555	299.30	12.741	65.10
10	300.05	18.248	393.80	15.736	66.99
11	520.20	22.908	499.70	18.369	67.00
12	603.35	26.191	690.75	21.607	67.00
13	848.25	25.333	840.50	24.374	67.00
14	975.4	27.573	1000.0	28.145	67.00

Table 5. Analysis of vertical measurement result at right side in vehicle through broadband radiated emission test

No	Before		After		Limit (dB μ V/m)
	Freq. (MHz)	Result (dB μ V/m)	Freq. (MHz)	Result (dB μ V/m)	
1	34.00	22.972	31.70	22.062	56.00
2	45.00	29.617	44.95	23.130	56.00
3	55.30	32.948	55.05	32.286	56.00
4	60.05	20.553	60.05	13.335	56.42
5	99.75	13.605	96.70	11.354	57.89
6	121.00	25.947	112.00	16.241	59.61
7	170.00	25.450	159.35	17.018	61.37
8	170.15	25.471	170.05	14.720	63.21
9	257.05	18.661	253.85	13.087	65.10
10	400.00	16.845	393.90	16.873	66.99
11	475.15	21.122	500.35	18.737	67.00
12	694.10	26.593	682.80	21.614	67.00
13	848.30	25.119	846.45	24.212	67.00
14	998.35	27.657	982.20	26.500	67.00

Fig. 9는 개선 전과 후 차량의 우측면을 수직 편파로 측정된 방사 노이즈에 대한 그래프이고, 14개의 주파수 대역별 최대 측정값을 비교 분석하여 Table 5에 나타내었다. 측정값은 Table 1에서 나타낸 기준에 모두 만족하였고, 300~400 MHz 주파수 대역을 제외한 모든 주파수 대역에서 개선 후 차량에서의 방사 노이즈가 개선 전 차량보다 감소되는 경향을 보였다. 30~75 MHz 구간에서 최대 감소폭이 나타난 주파수 대역은 60~80 MHz이며, 노이즈는 7.218 dB μ V/m 감소하였다. 75~400 MHz 구간에서 최대 감소폭이 발생된 주파수 대역은 170~225 MHz 이고, 노이즈는 10.751 dB μ V/m 로써, 전 측정구간 중 가장 크게 감소함을 보였다. 400~1000 MHz 구간에서 최대 감소폭이 발생된 주파수 대역은 525~700 MHz 이며, 노이즈는 4.979 dB μ V/m 감소되었다.

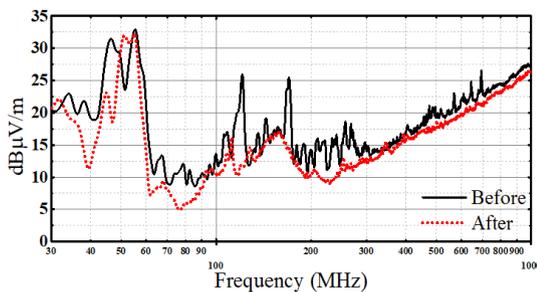


Fig. 9. Vertical measurement result at right side in vehicle according to broadband radiated emission test

4. 결론

본 연구에서는 군 지휘·지원차량의 전자파 방해를 저감시키기 위하여 신규 전원공급시스템 적용하여 개선하였고 이에 대한 효과를 검증하였다.

1. 기존의 통신실에 장착된 컨버터에 의한 전원공급방식을 엔진에 추가 장착된 발전기로 변경하여 불요 전자파 발생원과의 적용거리를 최소화 시켰다.
2. 개선 후 차량의 광대역 방사 시험 결과, 측정된 노이즈는 국내 자동차 안전기준에 만족하였다.
3. 개선 전과 후의 차량에 대한 광대역 방사 노이즈 측정결과를 비교분석한 결과, 일부 구간을 제외한 대부분의 구간에서 감소효과가 나타났다.

References

[1] D. H. Jung, C. H. Sung, and H. S. Song, "A Study on the Development of Light Military Tactical Vehicles with high Mobility based on Commercial Vehicle Technology", *Proceeding of 2017 Spring Season Korean Society of Automotive Engineers*, The Korean Society of Automotive Engineers, Jeju, Korea, pp. 1220, May 2017.

[2] D. S. Oh, H. J. Im, D. S. Kang, and J. M. Kim, "A Study on Damage Prevention Improvement of the Axle Assembly for a Civilian Modified Military Jeep", *Proceeding of 2016 Spring Season Korean Society for*

- Quality Management*, The Korean Society for Quality Management, Seoul, Korea, pp. 305-306, May 2016.
- [3] J. H. Park, "A Study of Electromagnetic Wave Standard and Policy Method for Military Inverter Appliance", *Journal of The Korean Institute of Power Electronics*, Vol. 24, No. 4, pp. 63-69, May 2019.
- [4] J. H. Kim, W. S. Che, H. J. Kim, S. J. Kim, and Y. S. Lim, "Case Study of EMI Measurement and Attenuation Methods in Commercial Vehicles", *Proceeding of 2010 Fall Season Korean Society of Automotive Engineers, The Korean Society of Automotive Engineers*, Busan, Korea, pp. 136-140, Sep. 2010.
- [5] J. H. Kim, J. S. Kim, S. Y. An, and J. H. Kim, "A Study of Electromagnetic Wave for Wireless Electronic Power Transfer System", *Korea Electromagnetic Engineering Society*, Vol. 27, No. 1, pp. 54-65, Jan. 2016.
- [6] G. K. Oh, "Complex and Multi Trend of the Electromagnetic Wave Reduction Materials and Component", *Korea Electromagnetic Engineering Society*, Vol. 20, No. 1, pp. 103-110, Jan. 2009.
- [7] S. M. Gwon and H. G. Woo, "A Study on Electromagnetic Interference of Electric Vehicles with Variations of Charging Device Inlet Location", *Transaction of the Korean Society of Automotive Engineers*, Vol. 24, No. 6, pp. 694-701, Nov. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.7467/KSAE.2016.24.6.694>
- [8] Y. G. Kang, "Improved Design Method of a EMI(Electro Magnetic Interference Noise for Wireless Video System in Vehicle", *Journal of The Institute of Electronics Engineers of Korea*, Vol. 49, No. 12, pp. 277-284, Dec. 2012. DOI: <https://doi.org/10.5573/ieek.2012.49.12.277>
- [9] D. Y. Kim and S. S. Yoon, "Design of Wideband Electromagnetic Wave Absorber Using Magnetic Materials", *Journal of the Korean Magnetics Society*, Vol. 22, No. 6, pp. 210-215, Dec. 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.4283/JKMS.2012.22.6.210>
- [10] S. D. Choi and D. C. Park "Power electromagnetic waves noise countermeasures by switching and study of circuit design improvement", *The Journal of Korean Institute of Information Technology*, Vol. 3, No. 6, pp. 23-28, Dec. 2005.
- [11] J. S. An, H. B. Kwon, S. B. Kim, and G. J. Yong, "Considerations for Radiated Broadband Electromagnetic Emission from Vehicle", *Proceeding of 2010 Spring Season Korean Society of Automotive Engineers*, The Korean Society of Automotive Engineers, Jeju, Korea, pp. 1297-1301, May 2010.
- [12] S. B. Kim, J. K. Shin, S. S. Kim, and J. S. Shin, "A Study on Measuring Electromagnetic Interference Generated by the Cooling Fan Fitted to Vehicle", *Proceeding of 2010 Fall Season Korean Society of Automotive Engineers, The Korean Society of Automotive Engineers*, Busan, Korea, pp. 1447-1452, Sep. 2006.
- [13] J. W. Kim, J. H. Lee, H. C. Woo, J. D. Ji, and W. Y. Chae, "Evaluation of Electromagnetic Wave Interference for Development of the Mobile Wireless Charger for Vehicle", *Proceeding of 2015 Fall Season Korean Society of Manufacturing Technology Engineers*, The Korean Society of Manufacturing Technology Engineers, Seoul, Korea, pp. 236, Oct. 2015.
- [14] Ministry of Land, Infrastructure and Transport Enforcement Ordinance Number 00700, "The Regulation of Performance and Standard for Automobile and Automobile Component", Feb. 2020.
- [15] Ministry of Land, Infrastructure and Transport Rule for Operation, "The Regulation of Performance and Standard for Automobile and Automobile Component", Feb. 2020.

서 석 호(Suk Ho Seo)

[정회원]



- 2015년 2월 : 충남대학교 재료공학과(공학학사)
- 2017년 2월 : 충남대학교 신소재공학과(공학석사)
- 2017년 12월 ~ 현재 : 국방기술품질원 연구원

<관심분야>

국방품질경영, 신소재공학, 금속재료공학

구 기 범(Ki Beom Ku)

[정회원]



- 2014년 8월 : 경희대학교 기계공학과 (공학학사)
- 2016년 8월 : 경희대학교 기계공학과 (공학석사)
- 2017년 9월 ~ 현재 : 국방기술품질원 연구원

<관심분야>

데이터 마이닝, 최적설계, 기계공학

김 지 훈(Ji Hoon Kim)

[정회원]



- 2013년 2월 : 숭실대학교 유기신소재·파이버 공학과(공학학사)
- 2015년 2월 : 숭실대학교 유기신소재·파이버 공학과(공학석사)
- 2014년 12월 ~ 현재 : 국방기술품질원 연구원

<관심분야>

국방품질경영, 신소재공학, 재료공학

오 대 산(Dae San Oh)

[정회원]



- 2013년 8월 : 연세대학교 기계공학 (공학석사)
- 2017년 9월 ~ 현재 : 서울과학기술대학교 자동차공학과 (박사과정)
- 2014년 1월 ~ 현재 : 국방기술품질원 선임연구원

<관심분야>

디젤엔진 흡기 유동, 연료분사 제어, 트라이볼로지