

HEV 차량내 내연기관과 전기모터 모드의 전자파 방사에 대한 고찰

김성범* · 우현구**

A Study on Electromagnetic Emission of HEV's Gasoline and Electric Mode

Sungbum Kim*, Hyungu Woo**

Key Words : *Broadband electromagnetic emission*(광대역 전자파 방사), *Hybrid electric vehicle*(하이브리드자동차), *SOC (Status Of Charge)*, *Electromagnetic compatibility*(전자파 적합성), *KMVSS*(한국 자동차안전기준), *UN WP.29*(국제연합 자동차제작실무위원)

ABSTRACT

This paper deals with the broadband electromagnetic emission test of a hybrid electric vehicle. The hybrid electric vehicle's powertrain system consists of an internal combustion engine and an EV traction motor. Depending on the SOC of the traction battery, these modes change automatically in the running state. The Korea electromagnetic compatibility regulations of KMVSS and UN WP.29 stipulated the evaluation method of hybrid electric vehicles. This study analyzes and compares two test results: internal combustion and electric motor mode. Some problems of test conditions are described and an improved test method is proposed for measuring broadband emissions of a hybrid electric vehicle. As a result, we expect this paper to be used as a consideration for improvement when test specifications are revised in the future.

1. 서론

국제적으로 자동차의 전자파 평가 규격은 1972년 EEC (유럽연합공동체) 72/245 규격⁽¹⁾ 및 1975년 CISPR12(국제무선장해특별위원회)에서 자동차의 광대역 전자파 방사시험⁽²⁾이 최초 도입되었으며 국제 법규 기준은 1978년 UN/ECE WP.29 R.10.1⁽³⁾(국제연합 자동차제작실무위원)에서 국제 법규로 제정되었다. 초기 해당 차종은 불꽃점화 기관 즉 가솔린 자동차만 적용되었다. 이후 지속적으로 규격 및 법규의 개정으로 디젤자동차, 하이브리드, 전기자동차, 수소연료전지자동차 등으로 차종이 확대

되었으며 자동차의 전자파 시험 종류도 협대역방사시험, 내성시험 및 부품시험 등으로 확대되고 시험주파수, 시험 조건 및 시험방법도 지속적으로 강화되었다.

현재 CISPR12는 Edition 7판⁽⁴⁾을 개정 중(CDV 단계)에 있으며 전기자동차 충전 시에 대한 평가방법 등을 포함하여 논의하고 있다. 이에 따라 국제법규 UN/ECE WP.29 R.10.5 Version⁽⁵⁾까지 개정되면 각 자동차 제작사 및 시험기관에서 이에 맞게 대응하여야 할 것이다. 향후에는 자율주행차량평가방법, C2X(Car to X) 통신 평가 방법, 전기자동차 전도성 방출성능, 자기장 등에 대하여 다양하게 논의될 예정이다.

현재 자동차의 전자파 적합성(Electromagnetic compatibility)에는 전자파 방사(Interference) 및 전자파 내성(Immunity) 시험으로 크게 구분할 수 있다. 또한 전자

* 교통안전공단 자동차안전연구원

** 경일대학교 기계자동차학부

E-mail : hgwoo@kiu.ac.kr

과 방사시험은 광대역 및 협대역 방사시험으로 구분한다.

광대역 방사는 주로 자동차의 엔진, 점화계통, 모터류 등에서 발생하는 전자파를 측정하며, 협대역 방사는 자동차에 장착된 각종 전자제어장치에서 발생하는 전자파를 측정한다.

광대역 방사시험은 내연기관의 경우에는 공회전 1,500 RPM(변속레버 중립) 상태에서 각종 전장품들을 작동시키면서 평가를 하며, 전기자동차 및 수소연료전지자동차의 경우에는 정속 40km/h로 구동하면서 시험을 실시하여 외부로 방사되는 전자파 양이 기준치 이하로 발생되는지를 확인하는 시험이다.

현재 하이브리드자동차의 광대역 방사시험은 정속 40 km/h에서 전기 및 내연기관 시스템을 동시에 평가하며, 만약 동시 작동이 어려운 경우에는 내연기관은 기어중립(N)에서 1,500rpm으로, 전기모터는 정속 40km/h에서 각각 별개로 평가하도록 명시되어 있다. 관련 국제규격 및 법규는 CISPR12 Ed. 5, Amendment 1(2004)⁽⁶⁾, UN/ECE WP.29 R.10.3 Version⁽⁷⁾이며, 국내 자동차 안전 기준⁽⁸⁾은 2009년 1월에 개정되어 현재까지 적용되고 있다.

하이브리드자동차는 크게 소프트(Soft) 및 하드(Hard) 타입으로 구분한다. 소프트 타입은 주로 급가속 구간 등 일정 구간에서만 내연기관을 Assist하는 형태로 단독으로 전기모터 구동을 하지 않은 자동차로 초기의 하이브리드자동차에 주로 적용되었다. 하드 타입은 구동축전지의 SOC(State of Charger) 및 차량조건에 따라 일정구간을 전기 모터로만 구동하는 형태로, 최근에는 구동축전지 성능 및 용량 확대로 전기 모터로만 구동하는 구간이 증가되는 추세이다. 따라서 하이브리드자동차는 SOC 조건에 따라 자동으로 내연기관 또는 전기 모터 구간이 수시로 변동될 수 있으므로 측정 시 주의가 필요하다.^(9,10)

본 연구에서는 최근 하이브리드자동차의 광대역 전자파 방사시험 시 내연기관 및 전기모터 모드간의 각각의 측정결과를 비교 분석하고 주요 발생 주파수 대역을 파악하며 측정방법상의 문제점, 해결방안 등을 제시하며 향후 자동차안전기준 개정 시 기초 자료로 활용하고자 한다.

2. 시험시설 및 시험 차종

2.1. 전자파 무반사실

자동차에서 발생하는 전자파의 측정은 외부로부터 전자파 유입이 차단된 차폐시험실에서 실시하였으며 주요 제원과 사진은 Table 1과 Fig. 1과 같다.

Table 1 전자파 무반사실 제원 및 시설 사진

유효공간	20.4×13.2×7.0(m)	차폐범위	10kHz~18GHz
감쇄량	± 4dB 이내	흡수체 형태	Hybrid type

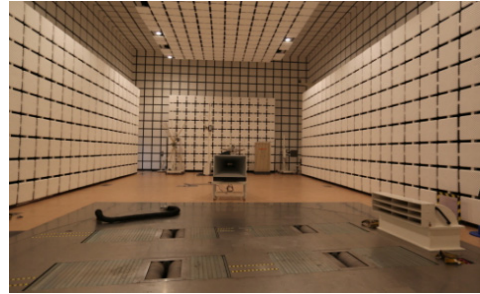


Fig. 1 전자파 무반사실 사진

2.2. 차대동력계

차대동력계는 시험자동차의 구동을 위한 시설로 ±180° 회전 및 차축 조절이 가능한 시설이며 주요 제원과 사진은 Table 2와 Fig. 2와 같다.

2.3. 주요 계측장비

전자파 광대역 방사 장비는 국제 무선장해특별 위원회의 규격 조건에 준하는 것을 사용하여야 하며 주요 계측



Fig. 2 차대동력계 사진

Table 2 차대동력계 제원

최대속도	200km/h	최대축거	3,600mm
턴테이블 직경 및 회전각도	8.4m, ± 190°	최대허용중량	13 ton

장비로 수신 안테나 및 전계강도 측정기 등이 있으며, 수신 안테나는 주파수 범위가 30MHz~1GHz까지 측정이 가능한 HPL-3003C(TDK)와 전계강도 측정기는 ESI26(R&S) 등을 사용하여 측정하였다.

2.4. 시험 차종

시험 차종은 최근 3년('15년~'17년)동안 출시된 차량을 평가하였으며 A 차종은 국내 K사의 '15년식 K7 HEV, B 차종은 '16년식 일본 N사의 Infinite HEV, C 차종은 국내 K사의 '17년식 Niro HEV 자동차로 실시하였다.

시험자동차의 엔진배기량, 구동축전지 및 구동모터 용량 등의 주요 사양은 Table 3과 같다.

Table 3 시험 차종의 주요 사양

차종	연식	엔진 배기량	구동축전지 / 정격 전압	모터 용량
A	'15	2,359cc	리튬이온 5.3Ah / 정격전압 270V	35kw
B	'16	3,498cc	리튬이온 4.1Ah / 정격전압 346V	50kw
C	'17	1,580cc	리튬이온 6.5Ah / 정격전압 240V	32kw

3. 시험 규격 및 방법

3.1. 시험 규격

시험 규격은 현행 국내 자동차안전기준 및 국제연합(UN) 산하 WP.29(Working Party 29) R.10.3 중에서 전자파 광대역 방사 시험 기준 및 방법을 준용하였다.

3.2. 전자파 광대역 방사 시험 방법

하이브리드 자동차의 주요 전자파 광대역 방사시험 방법은 다음과 같다.

- 방사 시험주파수 : 30MHz~1GHz
- 시험자동차와 안테나간 측정거리 : 10m / 3m
- 안테나 높이 : 3m / 1.8m
- 안테나 극성 : 수평 / 수직
- 측정 위치 : 시험자동차 좌측 및 우측
- 검파방식 : 첨두치(Peak), 준첨두치 모드
- 대역폭(Bandwidth) : 120kHz

- 하이브리드 자동차 시험 모드 :

- 내연기관 모드(기어중립 1,500rpm)
- 전기모터 주행모드(정속 40km/h)

하이브리드 자동차 측정 사진은 Fig. 3과 같다.



Fig. 3 시험자동차 광대역방사 측정 사진

3.3. 전자파 광대역 방사시험 기준

시험 자동차와 측정 안테나 사이의 거리는 10미터, 안테나의 높이는 3미터이며, 검파방식은 첨두치(Peak) 모드로 측정된 경우에 기준치는 Table 4에 명시하였다.

Table 4 광대역 방사 기준값(첨두치, 측정거리 10m)

주파수	30~75 [MHz]	75~400 [MHz]	400~1000 [MHz]
기준값 (dBuV/m)	54	54+15.13 log(f/75)	65

4. 시험 결과

4.1. 전자파 방사시험 결과

방사시험은 하이브리드 자동차의 내연기관(ICT : Internal Combustion Transmission) 모드 및 전기모터 주행모드를 각각 측정 비교하였다.

방사시험 결과는 시험 자동차의 측정 위치별(좌측 및 우측) 및 안테나 극성별(수평 및 수직)로 총 4가지 결과가 측정되었으며 본 논문에서는 가장 큰 차이를 나타낸 자동차의 우측 위치에서, 안테나극성은 수직 모드만 비교, 분석하였다.

4.4.1. 시험 자동차 A 측정결과

Fig. 4는 시험자동차 A의 측정결과이며, 그림에서 파

란색은 내연기관 작동 시, 검정색은 전기모터 구동시의 측정 결과이다.

붉은색은 현행 자동차 광대역 방사 기준이며, X축은

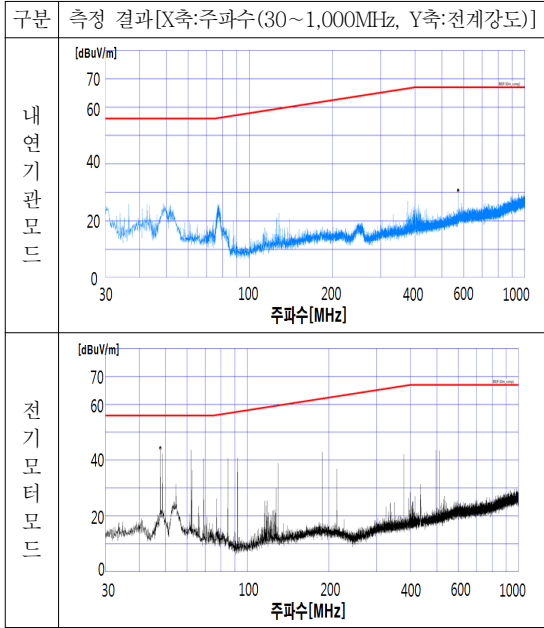


Fig. 4 시험자동차 A 시험결과(우측, 수직극성)

Table 5 시험자동차 A의 20dB 이상 편차(△) 데이터

측정 주파수 [MHz]	측정 결과 [dBuV/m]		편차(EV-ICT) [dB]
	EV 모드	ICT 모드	
92.10	40.69	7.37	33.32
189.25	42.77	12.25	30.52
69.00	40.45	11.43	29.02
92.00	35.65	8.42	27.23
129.85	38.83	12.06	26.77
84.85	40.47	13.78	26.69
62.10	43.58	17.10	26.48
84.80	34.11	8.54	25.57
378.00	42.04	16.5	25.54
496.55	43.53	18.73	24.80
496.50	43.5	19.12	24.38
512.15	43.27	19.30	23.97
213.95	36.72	13.40	23.32
47.85	44.31	21.50	22.81
512.10	41.58	19.17	22.41

측정 주파수 범위로 30~1,000MHz이며, Y축은 전자파 세기 측정값으로 -20~80dBuV/m이다.

시험결과에 의하면 2가지가 모두 기준치에 만족하며 내연기관 모드에서는 404.40MHz에서 28.36dBuV/m, 전기모터 구간에서는 47.85MHz에서 44.31dBuV/m로 가장 높게 측정되었고 전반적으로 전기모터 구간에서 높게 측정되었다.

시험주파수 30MHz에서 1,000MHz 구간까지 50kHz 간격으로 스캔한 결과 2 모드 간의 20dB 이상 차이가 발생한 구간은 총 15개 주파수에서 파악되었고 최대 33.32dB의 차이로 분석되었다. 해당 주파수 및 측정값의 비교 분석 결과는 Table 5와 같다.

4.4.2. 시험자동차 B 측정결과

Fig. 5는 시험자동차 B의 우측에서 안테나 수직 극성으로 측정한 결과이며, 기타 시험조건 및 데이터 명기는 시험자동차 A와 동일하다.

시험결과는 2가지가 모두 기준치에 만족하며, 내연기관 모드에서는 82.25MHz에서 31.42dBuV/m, 전기모터 구간에서는 34.85MHz에서 48.67dBuV/m로 가장 높게

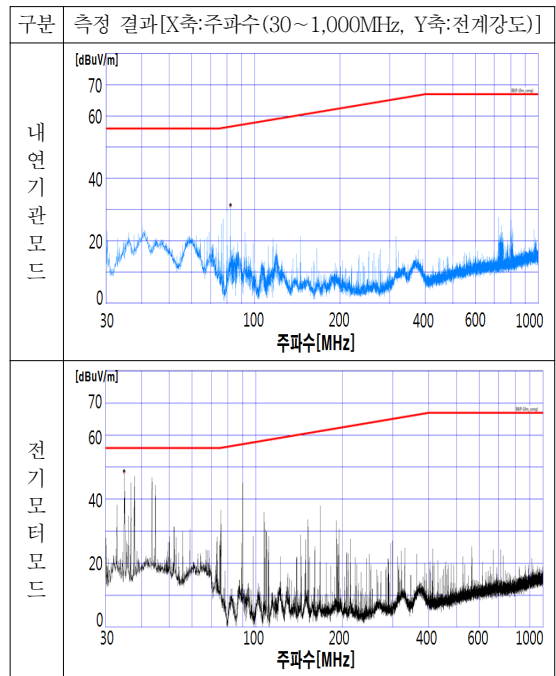


Fig. 5 시험자동차 B 시험결과(우측, 수직극성)

측정되었고 대부분 전기모터 구간에서 높게 측정되었다. 시험주파수 30MHz에서 1,000MHz구간까지 50kHz 간격으로 스캔한 결과 2모드 간의 20dB 이상 차이가 발생

한 구간은 총 35개 주파수로 파악되었고 최대 38.55dB의 차이로 분석되었다.

해당 시험주파수 및 측정값의 비교분석 결과는 Table 6과 같다.

Table 6 시험자동차 B의 20dB 이상 편차(Δ) 데이터

측정 주파수 [MHz]	측정 결과 [dBμV/m]		편차(EV-ICT) [dB]
	EV 모드	ICT 모드	
90.10	45.19	6.64	38.55
34.85	48.67	15.01	33.66
90.15	44.76	12.34	32.42
167.60	37.8	6.56	31.24
37.85	47.09	17.42	29.67
36.75	45.08	15.76	29.32
75.65	36.51	7.64	28.87
43.55	46.74	18.01	28.73
43.60	44.06	16.71	27.35
43.50	44.01	16.70	27.31
90.05	34.85	7.65	27.20
190.70	33.26	6.31	26.95
151.70	33.59	6.88	26.71
167.55	32.85	6.16	26.69
32.90	38.22	11.58	26.64
44.75	44.35	18.22	26.13
37.75	43.86	17.86	26.00
108.90	29.45	3.67	25.78
43.45	42.03	16.28	25.75
108.95	29.92	4.92	25.00
143.25	28.75	3.88	24.87
152.40	31.34	6.70	24.64
106.90	35.74	11.37	24.37
195.05	30.75	6.57	24.18
75.80	30.18	6.18	24.00
35.05	42.49	19.35	23.14
167.65	28.94	6.41	22.53
75.45	29.44	7.46	21.98
97.95	28.48	6.89	21.59
75.75	31.85	10.54	21.31
35.00	38.28	17.28	21.00
109.00	29.76	8.89	20.87
107.05	32.77	12.13	20.64
107.00	32.16	11.60	20.56
167.70	28.65	8.62	20.03

4.4.3. 시험자동차 C(Niro) 측정결과

Fig. 6은 시험자동차 C의 우측에서 안테나 수직극성으로 측정된 결과이며, 기타 시험조건 및 데이터 명기는 시험자동차 A와 동일하다.

시험결과에 의하면 2가지가 모두 기준치에는 만족하며 내연기관 모드에서는 36.15MHz에서 32.14dBμV/m, 전기모터 구간에서는 35.00MHz에서 37.92dBμV/m로 가장 높게 측정되었고 전반적으로 전기모터 구간에서 약간 높게 측정되었다.

시험주파수 30MHz에서 1,000MHz구간까지 50kHz 간격으로 스캔한 결과, 2 모드 간의 최대 편차가 발생된 데이터는 주파수 65.30MHz에서 12.01dB 차이로 분석되었다.

2 모드 간의 8.5 dB 이상 차이가 발생한 구간은 총 11개 주파수로 분석되었다. 해당 주파수 및 측정값의 비교분석 결과는 Table 7과 같다.

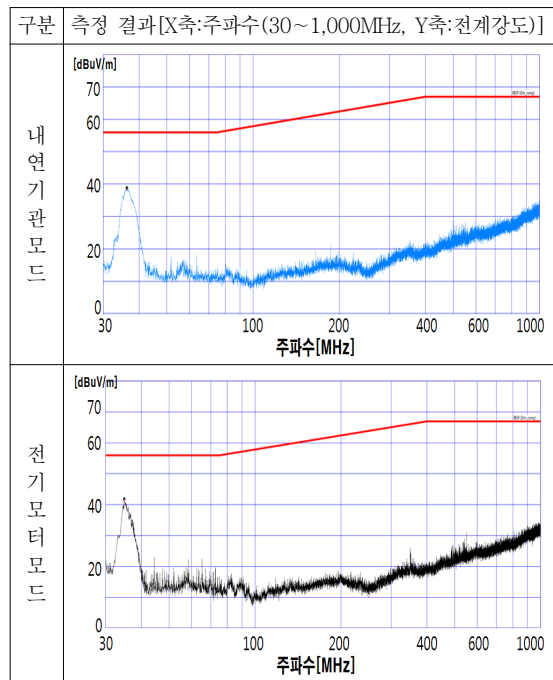


Fig. 6 시험자동차 C 시험결과(좌측, 수직극성)

Table 7 시험자동차 C의 20dB 이상 편차(Δ) 데이터

측정 주파수 [MHz]	측정 결과 [dBμV/m]		편차(EV-ICT) [dB]
	EV 모드	ICT 모드	
65.30	22.36	10.35	12.01
44.35	23.03	12.54	10.49
58.35	22.32	12.54	9.78
33.85	32.02	22.99	9.03
30.00	22.66	13.81	8.85
33.95	33.68	24.90	8.78
72.70	19.71	10.93	8.78
34.15	36.44	27.68	8.76
34.55	40.23	31.64	8.59
67.00	19.20	10.65	8.55
34.10	35.38	26.88	8.50

4.2. 방사시험 결과 비교 분석

3대의 하이브리드 시험차종의 시험결과를 비교분석한 결과, 내연기관 모드는 배기량에 관계없이 비교적 적은 전자파가 측정되었고, 전기모터 모드에서는 3개 시험 차종 모두 내연기관보다 많은 전자파가 측정되었다.

Table 8에서 보이는 바와 같이 구동축전지 및 구동 모터 용량이 큰 시험 자동차 B에서 38.55dB의 차이를 보였다. 다만 최신 소형 하이브리드 C 자동차는 두 모드간의 측정 결과는 유사하게 측정되었다.

내연기관 및 전기모터 모드 간의 차이를 보여준 주파수대역은 주로 200MHz이하에서 발생하였다. 시험자동차 A에서 378, 496, 512MHz 대역을 제외하고 200MHz 이상에서는 유사하거나 전기모터 모드에서 다소 높게 측정되었다.

따라서 200MHz 이하의 대역에서 시험자동차의 전기모터모드에서 발생하는 시험결과를 분석하여 주로 발생하는 주파수 대역을 확인하였다.

측정 데이터를 30MHz에서 200MHz까지 10MHz 대

Table 8 각 시험차종별 최대 편차 및 주파수대역

시험 차종	측정 결과 [dBμV/m]		편차(EV-ICT) [dB]	해당 측정 주파수 [MHz]
	EV 모드	ICT 모드		
A	40.69	7.37	33.32	92.10
B	45.19	6.64	38.55	90.10
C	22.36	10.35	12.01	65.30

Table 9 각 주파수 대역별 전기모터 최대값

주파수 대역 (MHz)	A 자동차 (dBμV/m)	B 자동차 (dBμV/m)	C 자동차 (dBμV/m)
30~40	17.83	48.67	41.84
40~50	44.31	46.74	23.03
50~60	31.48	31.47	22.32
60~70	43.58	24.21	22.36
70~80	26.16	36.51	19.71
80~90	40.47	26.23	17.61
90~100	40.69	45.19	16.51
100~110	14.72	35.74	13.80
110~120	25.37	28.32	16.16
120~130	38.83	22.07	16.26
130~140	17.29	22.02	16.38
140~150	16.43	28.75	16.59
150~160	15.34	33.59	16.66
160~170	16.66	37.80	16.53
170~180	16.76	20.10	17.81
180~190	42.77	19.10	17.66
190~200	17.24	33.26	18.62

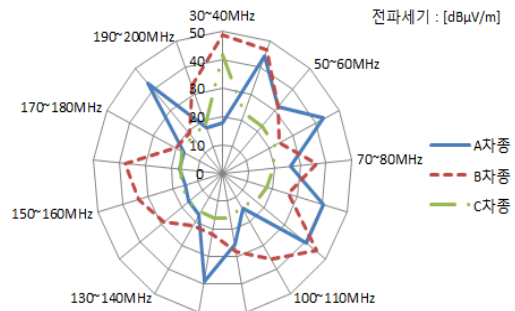


Fig. 7 각 차종별 전기모터 모드 최대 측정값 비교

역씩 구분하여 각 대역 내에서 최대 측정값을 Table 9 및 Fig. 7에 명시하였다.

시험자동차 A는 60~70MHz대역에서 43.58dBμV/m, B 자동차는 30~40MHz대역에서 48.67dBμV/m, C 자동차는 30~40MHz대역에서 41.84dBμV/m의 최대 측정값으로 분석되었다.

시험자동차 A는 주로 60~70MHz, 80~90MHz, 120~130MHz, 180~190MHz에서 높게 측정되었으며, 나머지 주파수 대역에서는 시험자동차 B가 높게 측정되었다.

각 주파수 대역별(10MHz 단위)로 전기모터 측정값을

Table 10 각 차종별 40dB μ V/m 이상 주파수 대역

시험 자동차	주파수 대역(MHz)	비고
A	40~50, 60~70, 80~100, 180~190	
B	30~50, 90~100	
C	30~40	

분석한 결과, 전파 세기가 40dB μ V/m 이상 측정된 주파수 대역은 Table 10과 같다.

4.3. 하이브리드 자동차 평가 시 문제점

현행 하이브리드 자동차의 전자파 방사 시험조건은 속도를 40km/h로 내연기관과 전기모터가 동시에 구동하거나 또는 각각 별도 모드로 측정되도록 명시되어 있다.

그러나 최근 구동축전지의 성능 및 용량 증대로 순수 전기모터로만 주행이 가능한 구간의 확대로, 정속 주행조건에서 내연기관과 전기모터를 동시에 구동한 상태에서 측정하기가 어려운 상황이다.

또한 측정 중에 구동축전지의 SOC(State of Charge) 상태에 따라 내연기관과 전기모터 모드가 수시로 변경됨에 따라 별도로 자동차 계기판 등을 관측하지 않는 경우에는 모드 변경을 확인할 수 없다.

현행 측정 검파방식은 준침두치 또는 침두치 방식을 사용하도록 명시되어 있다. 그러나 하이브리드 자동차의 경우에는 SOC 조건에 따라 수시로 내연기관 또는 전기모터 구간이 반복됨에 따라 측정 소요시간이 긴 준침두치 방식을 선택하기가 현실적으로 어려운 상태이다.

4.4. 평가시 문제점에 대한 개선 방안

상기 하이브리드 자동차의 전자파 측정방법의 문제점에 대한 해결방안을 다음과 같이 제시한다.

4.4.1. 문제점 해결방안 제시

- 하이브리드 자동차의 방사시험 측정 동안에는 전자파 차폐카메라 등을 설치하여 상시 계기판 또는 차량 구동 모드 상태를 모니터링 할 것
- 평가전에는 시험대상 차종의 SOC에 따른 주행 가능한 거리 및 모드 변경 시간 등을 확인할 것
- 평가 모드는 긴 측정시간이 요구되는 준침두치 검파방식 대신에 침두치 검파방식으로 측정하며 기준

초과 시에만 해당 주파수 대역에서 준침두치 방식을 사용할 것

4.4.2. 검증 결과

전자파 시험의 특수조건(실험하는 동안에는 전자파 무향실 내부로 실험자가 출입할 수 없는 조건) 및 하이브리드 자동차 특성(자동으로 주행모드 변경)으로 평가 시에는 실험자가 현재 자동차의 구동 조건을 알 수가 없다.

하이브리드 자동차의 2가지 구동모드(전기모터 및 내연 기관)간의 측정값의 차이가 없는 경우에는 상관없지만 Table 8의 분석 결과에 의하면 시험자동차 A, B, C에 대한 2가지 구동 모드 간의 최대 측정값 차이는 동일 주파수에서 각각 33.32dB, 38.55dB, 12.01dB로 크게 상이한 것으로 검증되었다.

따라서 상기 문제점에 대한 해결방안의 도입이 필요한 것으로 판단된다.

5. 결론

본 연구는 하이브리드자동차의 전자파 평가를 통해 내연기관과 전기모터 모드 간의 평가 결과 분석 및 측정상의 문제점과 이에 대한 해결방안을 살펴보았다. 이상의 연구결과로부터 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 최근 하이브리드자동차는 동시 구동모드(내연기관 + 전기모터 모드)보다는 개별모드 측정이 필요한 것으로 파악되었다.
- 2) 개별 모드 측정 시, 전기모터 모드에서 전자파가 높게 측정되며 2 모드 간의 최대 차이는 38.55 dB로 분석되었다.
- 3) 전기모터 모드에서 주로 많이 발생하는 주파수 대역은 200MHz 이하이며 특히 30~50MHz, 60~70MHz 및 90~100MHz대역에서 45dB μ V/m 이상으로 발생되어 향후 상기 대역에서 전자파 차폐 대책이 우선적으로 요구된다.
- 4) 하이브리드자동차는 SOC 상태에 따라 2가지 모드가 변동됨에 따라 평가 중에도 상시 계기판 또는 차량 조건 등을 확인할 수 있는 별도의 관측 장치의 설치가 요구되는 것으로 파악되었고 이를 관련 규격 및 안전기준 등에 고려하여 추가 개정 시 수정이 요구된다.

본 연구를 통하여 향후 전자파 관련 안전기준 및 국제 규격의 개정 시 기초 자료로 활용하고자 한다.

참고문헌

- (1) Council Directive 72/245, June 1972, "On the approximation of the laws of the Member States relating to the suppression of radio interference produced by spark-ignition engines fitted to motor vehicles."
- (2) IEC, CISPR 12, 1975, "Limits and methods of measurement of radio interference characteristics of ignition systems of motor vehicles and other devices."
- (3) United Nations Economic Commission for Europe, in its Regulation No 10, "Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to radio interference suppression."
- (4) IEC, CISPR 12 Ed. 7(CDV), 2017, "Vehicles, boats and internal combustion engines – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement for the protection of off-board receivers."
- (5) United Nations Economic Commission for Europe, UN Regulation No. 10 Revision 5, Oct. 2014, "Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to electromagnetic compatibility."
- (6) IEC, CISPR 12 Ed. 5, 2001, "Vehicle, boats, and internal combustion engine driven devices – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement for the protection of receivers except those installed in the vehicle/boat/ device itself or in adjacent vehicles/ boats/devices," pp. 8~25.
- (7) United Nations Economic Commission for Europe, UN Regulation No. 10 Revision 3, Aug. 2008, "Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to electromagnetic compatibility."
- (8) 국토교통부, 2010, "자동차관리법규집 : 자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙."
- (9) Sungbum Kim et al., 2007, "A Study on Measurement Method of Broadband Electromagnetic Interference for Hybrid Vehicle," KSAE Spring Conference Proceedings.
- (10) Haesung Kim et al., 2010, "Characteristic Analysis of Electro-magnetic Interference Noise for Internal-Combustion Engine and Environmental Friendly Vehicle," KSAE Spring Conference Proceedings.