

이륜자동차의 전자파 적합성과 안전기준에 관한 연구

우현구* · 용부중*

A Study on Electromagnetic Compatibility
and Safety Standards for Motorcycles

Hyungu Woo*, Boojoong Yong*

Key Words : Motorcycle(이륜자동차), Electromagnetic compatibility(전자파 적합성), Safety standard(안전규격), International Safety Standard Harmonization(안전기준 국제조화), KMVSS(한국자동차안전기준)

ABSTRACT

Nowadays many two-wheeled motorcycles are used in leisure and express delivery industries. But studies of the electromagnetic compatibility on motorcycles have seldom been performed and published. This paper has studied the electromagnetic safety of motorcycles considering international and domestic regulations and standards. Also, a series of experiments have been performed to evaluate the level of electromagnetic compatibility of commercially available motorcycles. As a result, detailed experimental procedures are proposed to secure the electromagnetic safety and can be used to confirm or revise the Korea Motor Vehicle Safety Standards.

1. 서론

자동차의 전자파 적합성에 관하여는 지금까지 많은 연구가 이루어지고 있으며 관련 자료^(1~5)도 쉽게 구할 수 있지만 이륜자동차의 경우에는 발표된 자료가 거의 없고 관련 안전규격은 제대로 정해져 있지 않은 실정이다.

전자파 적합성이란 전기 또는 전자 기기로부터 나오는 불필요한 전자파가 다른 어떤 장비나 시스템에 영향을 주지 않으며, 반대로 다른 기기 시스템에서 전자기 방해를 받아도 자신 또한 만족스럽게 작동하도록 하는 능력을 말한다.⁽⁶⁾ 이와 같은 의미에서 보면 일반 자동차와 이륜자동차의 전자파 적합성이 다르지 않고 안전규격 또한 비슷한 방식으로 정할 수 있을 것으로 추론할 수 있다.

본 연구에서는 이륜자동차 및 일반 자동차의 전자파 적합성에 관한 국내외의 안전기준 동향을 살펴보고, 현재

국내에서 구매할 수 있는 이륜자동차 4종을 대상으로 전자파 시험을 수행하여 전자파 적합성의 수준과 안전기준의 만족 여부를 확인하여 보았다. 시험 결과를 분석하여 국내 실정에 적합한 안전기준의 보완방법을 제시하였으며, 향후 관련 규정의 재개정의 기초자료로 활용될 수 있도록 하였다.

2. 이륜자동차 전자파 안전기준의 국내외 현황

2.1. UN/유럽연합의 안전기준

유럽은 이륜자동차 관련한 EU Directive 또는 UNECE Regulation에서 규정하고 있으며 전자파 안전기준은 2016년 1월 1일부터 UNECE Regulation No. 10으로 통합되어 수회에 걸친 개정을 통하여 현재 Revision 5^(7~9)까지 발표되어 적용되고 있다. 적용범위는 이륜자동차 뿐 아니라 승용자동차, 화물자동차와 일부 트레일러 차량도 포함

* 경일대학교 기계자동차학부
E-mail : yong@kiu.ac.kr

하고 있다. 현재 유럽연합을 포함하여 일본, 터키, 말레이시아 등의 국가가 UNECE 규정을 채택하고 있으며 미국은 이륜차에 대한 전자파 적합성 규정을 운영하고 있지 않다.

2.2. 국내 이륜자동차 전자파 적합성 안전기준

국내의 전자파 안전기준은 자동차의 경우는 1997년부터 적용되었다. 이륜자동차의 경우는 상위법규인 자동차관리법과 관련 시행령 그리고 시행규칙⁽¹⁰⁾에는 이륜자동차가 언급되어 있지만 전자파 관련 세부 법규라고 할 수 있는 자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙의 별표 30의3이나 자동차안전기준 시행세칙의 전자파적합성시험⁽¹¹⁾에서는 이륜자동차에 대한 언급이 없어 이륜자동차에 대해서는 아직 명확한 규정이 없는 실정이다.

3. 이륜차의 전자파 적합성 시험

자동차의 전자파 관련 시험 방법은 크게 자동차 부품에서 발생하는 전자파가 다른 시스템에 영향을 주는지를 평가하는 전자파 방사(electromagnetic interference) 시험과 외부 전자파로 인한 자동차의 안전성 여부를 평가하는 전자파 내성(electromagnetic susceptibility) 시험으로 구성된다. 전자파 방사시험은 다시 자동차에 장착된 각종 전자제어장치에서 발생하는 전자파를 측정하는 협대역 방사(narrow band emission) 시험과 자동차의 엔진, 점화계통, 구동 모터 등에서 발생하는 전자파를 측정하는 광대역 방사(broad band emission) 시험으로 구분된다. 이륜자동차에 관한 국내의 전자파 안전기준은 따로 규정되어 있지 않아 현재 적용되고 있는 국제기준인 UNECE Regulation No. 10.5의 안전기준에 따라 시험을 실시하였다.

3.1. 전자파 시험

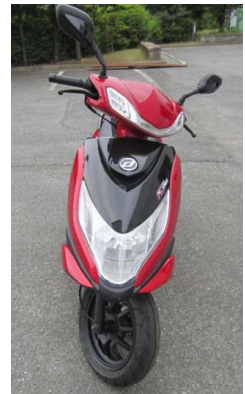
3.1.1. 시험 대상 이륜자동차

시험은 Fig. 1에서 보는 바와 같이 국내에서 구입 수 있는 4종을 대상으로 하였다. 배기량 125cc의 2종과 250cc의 2종으로 구성하였으며, 국내업체의 생산품 (a), (b) 2종과 해외업체의 이륜자동차 (c), (d) 2종이며, Table 1에 사양을 정리하여 나타내었다.

시험 장소는 부산시에 있는 재단법인 부산테크노파크



(a) Motorcycle A



(b) Motorcycle B



(c) Motorcycle C



(d) Motorcycle D

Fig. 1 Motorcycles for measurement tests

Table 1 Specifications of test motorcycles

차종	배기량	엔진 형식	생산업체
A	249	DOHC 단기통	국내
B	125	SOHC 단기통	국내
C	249	DOHC 단기통	외국
D	125	SOHC 단기통	외국

의 전자파 실험실에서 수행되었다. 전자파 실험실에서 실제 이륜자동차를 대상으로 시험하는 모습이 Fig. 2에 나타나있다.

3.1.2. 광대역 방사 시험

시험 이륜자동차와 측정안테나 사이의 거리는 10m, 검파방식은 첨두치(peak) 모드로 측정하는 경우의 기준치를 Table 2에 나타내었다.



Fig. 2 Experimental setup for electromagnetic tests

Table 2 광대역 방사 기준값(첨두치, 측정거리 10m)

주파수 [MHz]	30~75	75~400	400~1000
기준값 [dBuV/m]	52	52+15.13 ×log(f/75)	63

3.1.3. 협대역 방사 시험

시험 이륜자동차와 측정안테나 사이의 거리는 10m, 검파방식은 평균치(average) 모드로 측정하는 경우의 기준치를 Table 3에 나타내었다.

Table 3 협대역 방사 기준값(평균치, 측정거리 10m)

주파수 [MHz]	30~75	75~400	400~1000
기준값 [dBuV/m]	22	22+15.13 ×log(f/75)	33

3.1.4. 내성 시험

시험은 직접 또는 간접적으로 방사되는 전계로 인해 이륜자동차의 정상상태에서 운전자가 사용하는 장치나 주행에 영향을 줄 수 있는 시스템에 오동작이 발생하는지를 평가하게 된다. 시험의 조건은 Table 4에 표시하였으며, 20~2,000MHz의 주파수 범위에서 기준점인 전륜의 수직 축에서 후륜 쪽으로 0.2±0.2m 되는 지점에 30V/m의 전계를 가하여 평가하였다.

Table 4 이륜자동차 내성 시험 조건

차량 시험 상태	실패 기준
차량 속도 25km/h±20%	표준 속도의 ±10% 이상 속도 변화가 있음.
전조등 ON	전조등의 OFF
운전석 방향 지시등 ON	주파수 변화(2.25Hz 보다 높거나 0.75Hz보다 낮은)
알람은 안 울림	경고의 예상치 못한 작동
경적은 OFF	경적의 예상치 못한 작동

3.2. 시험 결과 및 고찰

광대역과 협대역 방사 시험은 측정위치(좌측, 우측) 및 안테나 극성별(수직, 수평)의 총 4가지로 각각 수행되었으며 본 논문에서는 각각의 4가지 중에서 전자파 방사 가 가장 높은 조건의 결과만을 본 장에 나타내었다.

3.2.1. 방사 시험 결과

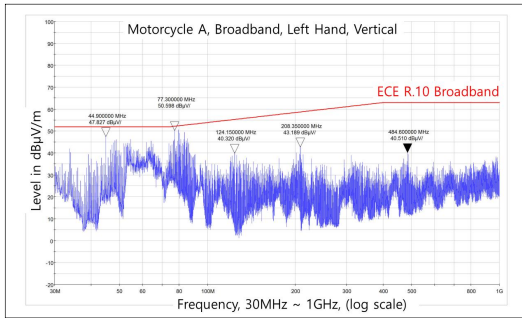
전자파 방사 시험은 3.1.2절과 3.1.3절에서 기술한 기준을 적용하여 각 이륜자동차마다 광대역에서 4가지 조건, 그리고 협대역에서 4가지 조건으로 수행되었지만 결과는 그중에서 가장 높은 수준의 전자파가 측정된 시험 결과만을 Fig. 3과 Fig. 4와 같이 나타내었다.

Fig. 3은 광대역 방사시험 결과를 보여주고 있다. 이륜자동차 A를 보면 45MHz, 77MHz 근방에서 기준값에 근접한 높은 방사치를 보여주었지만 기준값보다는 낮은 수준이다. B와 C의 경우에는 전반적으로 기준값보다 낮은 방사치를 보여주고 있다. D의 경우에는 50MHz 근방에서 기준값보다 높은 54.2dBuV/m의 피크 값이 측정되었다. D는 외국 업체의 상대적으로 배기량이 작은 125cc의 이륜자동차이어서 배기량이 작은 이륜자동차가 방사되는 전자파도 작은 것은 아니라는 것을 알 수 있다.

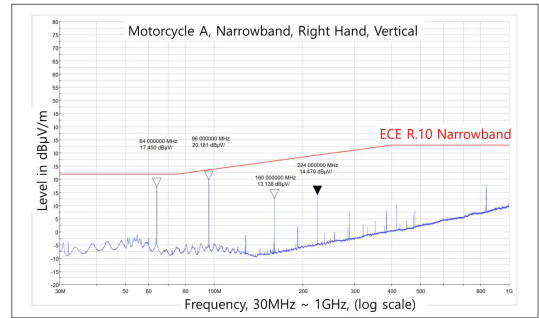
Fig. 4에서는 협대역 방사시험 결과를 보여주고 있다. 이륜자동차 A에서 65MHz와 96MHz 근방에서 기준 값에 근접한 측정 peak 값을 보여주고 있지만 나머지 주파수 구간에서는 전반적으로 기준 값보다 낮다. 이륜자동차 B, C, D의 경우는 측정 주파수 전체 범위에서 기준 값에 크게 못 미치는 수준으로 측정되었다.

3.2.2. 내성 시험 결과

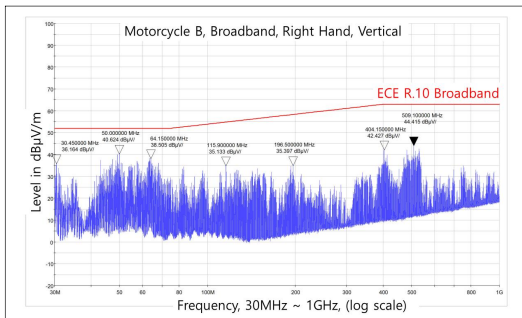
이륜자동차 A를 대상으로 한 시험 결과, 80~90MHz에서 클러스터 표시창의 속도, rpm, 기어단 지시등이 오작



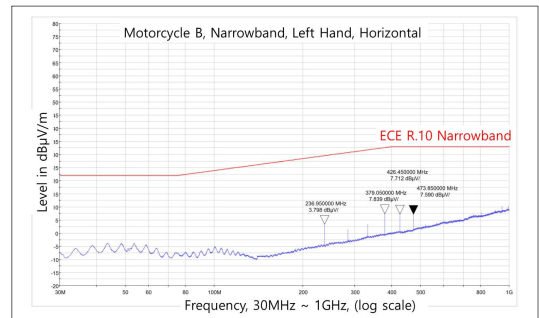
(a) Motorcycle A, left-hand side, vertical polarization



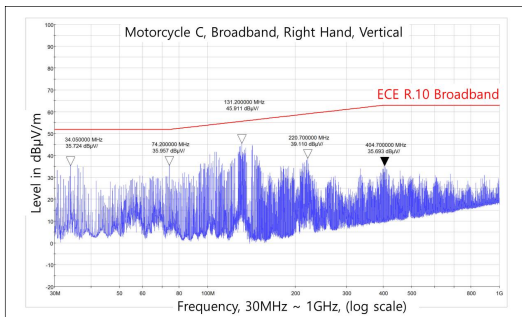
(a) Motorcycle A, right-hand side, vertical polarization



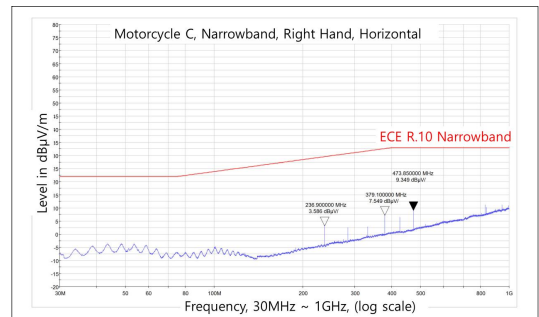
(b) Motorcycle B, right-hand side, vertical polarization



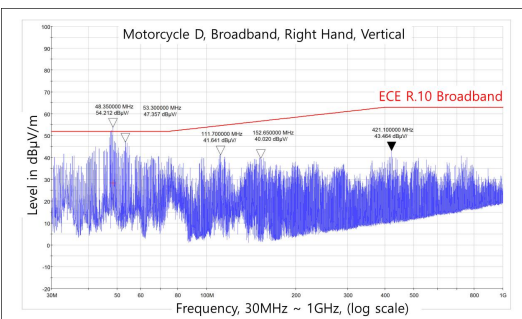
(b) Motorcycle B, left-hand side, horizontal polarization



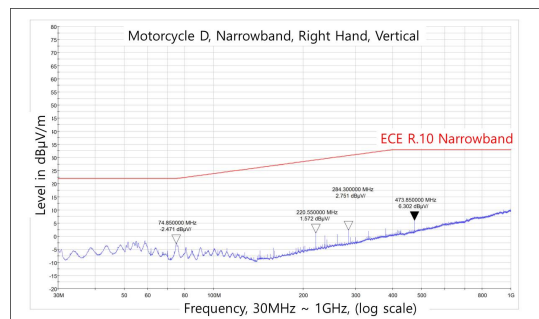
(c) Motorcycle C, right-hand side, vertical polarization



(c) Motorcycle C, right-hand side, horizontal polarization



(d) Motorcycle D, right-hand side, vertical polarization



(d) Motorcycle D, right-hand side, vertical polarization

Fig. 3 Measurement results of radiated broadband emissions

Fig. 4 Measurement results of radiated narrowband emissions

동 하였고, 150, 195, 240~250, 300, 340MHz에서 방향 지시등 점멸 속도에 변화가 발생하였다. 나머지 B, C, D 등의 차량에서는 오작동이 관찰되지 않았다.

3.3. 시험 결과 고찰

광대역 방사 시험 결과를 정리해보면, 이륜자동차 D에서 50MHz 주파수 근방에서 기준값(52dB μ V/m)보다 높은 54.2dB μ V/m의 피크 값이 측정되었다. 이 수치는 기준값 대비 2.2dB μ V/m 높은 것으로 약 4% 초과하는 수준이다. 나머지 차량은 모두 기준값보다 낮은 수준의 전자파가 측정되어 문제가 없는 것으로 나타났다. 협대역 방사 시험 결과는 일부 기준값에 근접한 전자파가 측정되기는 하였지만 기준값보다는 낮게 측정되어 문제가 없는 것을 알 수 있다. 내성 시험 결과에서는 이륜자동차 A에서 전면부의 클러스터 표시창에서 일부 오동작이 있었으며, 방향 지시등에서도 점멸 속도에 변화가 있는 것으로 관찰되어 기준에 미달하였다.

본 실험은 국제기준인 UNECE Regulation No. 10.5의 시험 기준 및 방법에 따라 수행되었지만, 시험 대상 이륜자동차를 시중에서 구입하였으므로, 위 기준의 9장에 기술되어 있는 양산적합성(Conformity of Production)을 고려하면 광대역과 협대역 방사 시험 기준값이 4dB μ V/m 만큼 높아져야 한다. 따라서 이륜자동차 D의 50MHz 주파수에서 측정된 수준도 결국 기준값보다 낮은 것으로 판정할 수 있어 문제가 되지 않는다고 할 수 있다.

내성 시험의 경우에도 양산적합성을 고려하면 인가하는 전파 세기가 30V/m에서 24V/m로 낮아져야 하므로, 이륜자동차 A에서 발생한 오작동이 기준에 미달한다고 단정할 수 없다.

4. 전자파 안전기준에 대한 제안

현재 국내에서 구입할 수 있는 이륜자동차 4종을 대상으로 시험을 통하여 전자파의 방사 수준과 내성 정도를 알아보았다. 시험 방법과 조건은 국제적으로 적용되고 있는 UNECE Reg. 10.5를 참조하였다. 시험 결과 일부 차량에서 전자파 방사 기준값을 넘거나 내성시험에서 오동작을 보인 경우가 있었지만, 양산적합성을 고려하고 규정 도입에 대응하는 제작사의 전자파 차폐 및 보완 대책을 고려하면 충분히 규정을 만족시키는 이륜자동차를 생산할 수 있을 것으로 예상된다. 다만 현재 국내의 생산 업체가 해외 업체에 비해 매우 영세하여 추가되는 전자파 시

험과 차폐 등에 소요되는 비용은 제작사에 부담이 될 수 있으므로 그 시행 시기는 업계의 의견과 환경을 고려할 필요가 있을 것으로 판단한다. 원론적으로는 국내에서 많은 사람들이 사용하는 이륜자동차에 대한 안전기준이 필요한 실정이며, 제품의 수입과 수출을 위해서는 국제기준과 조화될 필요성이 있다. 따라서 기존에 있는 자동차에 대한 국내의 전자파 적합성 기준에 이륜자동차에 대한 내용을 다음과 같이 명확하게 추가하는 것이 바람직하다.

4.1. 광대역 및 협대역 방사 시험

이륜자동차의 경우 차량과 측정 안테나의 위치는 Fig. 5와 같이 차량의 길이 방향의 중앙을 기준으로 자동차의 왼쪽과 오른쪽에 위치하고, 각 측정 위치에서 안테나의 극성을 수평과 수직으로 변경하면서 시험을 실시하여야 한다. 다른 시험 조건이나 방법은 기존의 자동차에 대한 시험법과 동일하다.

4.2. 전자파 내성 시험

자동차에 대한 내성 시험 조건은 50km/h \pm 20% 이지만 이륜자동차의 경우는 최고 속도가 50km/h가 되지 않는 배기량 50cc 이하의 소형 이륜자동차에 대해서는 25

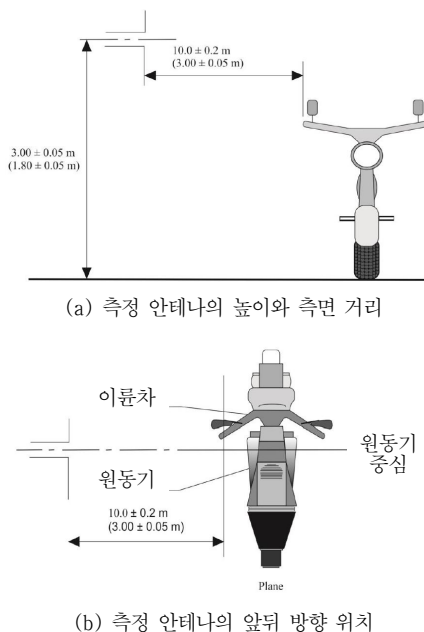


Fig. 5 측정 안테나의 위치

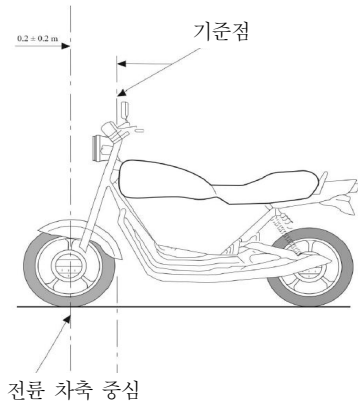


Fig. 6 측정 안테나의 위치

km/h \pm 20%으로 규정할 필요가 있다. 전계를 가하는 기준점도 차량의 크기가 작은 것을 감안하여 Fig. 6과 같이 전륜의 수직 중심선 뒤로 0.2 \pm 0.2m 되는 지점으로 명확하게 정의할 필요가 있다. 다른 시험 조건이나 방법은 기존의 자동차에 대한 시험법과 동일하다.

5. 결론

현재 국내에는 이륜자동차의 전자파에 관한 안전기준이 없는 실정이지만, 이륜자동차의 산업 발전을 위해서는 관련 규정의 정비가 필요하다. 본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 현재 상용화된 이륜자동차를 대상으로 시험해본 결과, 국제기준인 UNECE Reg. 10의 기준에 만족하거나 조금 못 미치는 수준으로 안전기준의 국제조화를 고려하여 국제기준을 국내에 도입하여도 큰 문제가 없을 것으로 판단된다.
- 2) 국내의 자동차의 전자파 적합성에 관한 안전기준에 이륜자동차에 대하여 추가할 내용을 본 논문에서 제안하였다.

후 기

본 연구는 “이륜자동차 안전기준 및 검사장비 기술개발(과제번호: 17TLRP-B096242-03)”의 연구결과로써 국토교통부 및 국토교통과학기술진흥원의 지원과 경일대학교 교원연구년제의 지원을 받아서 수행되었으며, 관계자 여러분께 감사드립니다.

참고문헌

- (1) Haesung Kim, Boojoong Yong, 2010, “Electro-Magnetic Susceptibility Tests for Large Vehicle”, Journal of Auto-Vehicle Safety Association, Vol. 2, No. 2, pp. 23~28.
- (2) Minwoo Kim, Hyungu Woo, 2016, “A Study on Narrowband Electromagnetic Interference in The Cabin of Vehicle”, Journal of Auto-Vehicle Safety Association, Vol. 8, No. 2, pp. 30~36.
- (3) Sunmin Gwon, Hyungu Woo, 2016, “A Study on Electromagnetic Interference of Electric Vehicles with Variations of Charging Device Inlet Location”, Transactions of the Korean Society of Automotive Engineers, Vol. 24, No. 6, pp. 694~701.
- (4) Kibum Jung, Jaekon Shin, 2017, “A Trend of Automotive EMC Roadmap in the Future”, Auto Journal, KSAE, Vol. 39, No. 2, pp. 15~22.
- (5) Sungbum Kim, Hyungu Woo, 2018, “A Study on Electromagnetic Emission of HEV’s Gasoline and Electric Mode”, Journal of Auto-Vehicle Safety Association, Vol. 10, No. 1, pp. 12~19.
- (6) Doopedia, [online] available at: <https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=2847679&cid=40942&categoryId=32849> [accessed 26 Oct. 2018].
- (7) 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.”
- (8) 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.”
- (9) IEC, CISPR 25 Ed. 4, 2016, “Vehicles, boats and internal combustion engines – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement for the protection of on-board receivers.”
- (10) 국토교통부, 2018, “자동차관리법규집 : 자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙, [별표 30의 3] 전자파 적합성 기준.”
- (11) 국토교통부, 2014, “자동차안전기준 시행세칙 국토부고시(제2014-724호), 41 전자파적합성시험.”