

자동차 가속주행소음 측정방법에 관한 연구

A Study on Pass-by Noise Test Methods of a Road Vehicle

배중호†·용기중*·신재승*·이건복**

Joong-Ho Bae, Gee-Joong Yong, Jae-Seung Shin and Gun-Bok Lee

Key Words : Pass-by noise test(가속주행소음시험), Harmonization(조화), Vehicle safety regulation(자동차 안전기준)
Vehicle noise(자동차 소음), Noise(소음)

ABSTRACT

Automobiles become indispensable to our lives of modern days, however, their abrupt increase causes environmental problems. Relevant regulations domestically and internationally, therefore, have been discussed and reinforced for tackling those problems. The current test methods such as ISO 362 which have been adopted in many countries need to be reviewed to be effective, considering the changes in automobile techniques and road conditions. This research is aimed at providing counter-plans for the expected new measures by analyzing both the current and new test methods.

1. 서 론

자동차는 우리에게 꼭 필요한 생활의 일부가 되었으나 급격한 증가는 환경문제 등을 야기 시켜 사회적 문제가 되기도 한다. 따라서 세계적으로 관련 규제도 더욱 더 강화되고 있으며 또한 국내의 규제도 강화되고 있어 그 결과 자동차의 배기가스 및 소음 등 환경오염 요소도 많이 줄어들고 있다. 그러나 생활수준의 향상과 의식수준의 향상 등으로 가치기준이 변화됨에 따라 품질의 고급화를 위한 소비자들의 욕구도 점점 더 증가하고 있는 추세이다.

이제 자동차는 안전도는 물론 소음발생을 줄여 인간에게 보다 편안하고 안락함을 줄 수 있도록 품질을 향상시켜 나아가야 할 것이다. 이러한 자동차의 소음을 효과적으로 감소시킬 수 있도록 소음을 정확하게 측정 및 평가할 수 있는 방법에 대한 연구가 더욱 필요한 시기이다.

현재 사용 중인 측정방법(ISO 362 등)은 세계 여러 나라에서 오래 동안 사용해 왔으나 그동안 자동차 기술의 발전과 도로여건 등이 많이 바뀌었으므로 측정방법의 개선이 필요하다. 현재 국제사회에서는 자동차 주행소음 측정방법을 실제 주행조건을 효과적으로 반영할 수 있도록 개정안을 마

련 중에 있다. 또한 국가에 따라 서로 다른 자동차 제작에 관한 규정들을 1958협정 및 1998협정 등을 중심으로 자동차 안전기준 국제 조화(Harmonization)를 추진하고 있으며 우리나라도 '04년 12월 및 '01년 1월에 각각 가입하여 활동하고 있다

따라서 본 논문에서는 국내 자동차산업이 경쟁력을 높일 수 있도록 안전기준 국제조화를 소개하고 현재 적용 중인 시험방법과 새롭게 추진 중인 신규 시험방법을 분석하여 향후 강화되는 규정에 대비할 수 있도록 하고자 한다.

2. 자동차 안전기준 국제조화

2.1 국제화 필요성 및 배경

자동차는 국가간 무역대상의 중요 품목으로서 각국의 수출수입에 매우 중요한 비중을 차지하고 국가 경제에 상당한 영향을 주고 있으나, 자동차 안전기준 등 각종 기술적 비관세 무역장벽으로 통상마찰이 발생하고 있다. 따라서 세계 각국은 자동차 무역의 활성화를 위하여 국가간 자유무역 협약을 체결하거나 자동차 안전기준 등 기술적 비관세 무역장벽 부분에 대한 해결을 위하여 안전기준의 공통화, 국제화 등을 추진하고 있다.⁽¹⁾

유럽지역은 1952년 UN/ECE/WP29를 조직하여 1958협정을 두고 안전기준의 조화와 국제상호인증을 지속적으로 추진하고 있으며, 미국도 1998협정을 주도적으로 이끌며 안전기준의 공통화추세에 적극 동참하고 있고, 아시아에서 일본

† 교통안전공단, 자동차성능연구소
E-mail : katrinvh@kotsa.or.kr
Tel : (031) 369-0255, Fax : (031) 357-4982

* 교통안전공단, 자동차성능연구소

** 숭실대학교 기계공학과

은 1998년에 1958협정 가입 및 경제협력기구인 APEC (Asia-Pacific Economic Cooperation) 등을 통하여 적극적으로 안전기준의 국제화를 서두르고 있는 실정이다.

따라서 우리나라도 자동차산업의 발전을 위해서 자동차 안전기준 공통화에 적극 참여하여 세계의 흐름을 파악하고 우리나라 입장을 제시하여 선진국형 자동차기술 발전을 도모하여야 하며 이를 위해 2004년 12월에 1958협정에 가입하는 등 국제화 활동에 동참하고 대응체제 구축 및 기준연구 수행 등 여러 가지 활동을 적극 추진하고 있다.⁽¹⁾

2.2 UN/WP29

자동차 제작에 관한 실무위원회(WP29 : Working Party on the Construction of Vehicles)는 국제연합 유럽경제위원회(United Nations/Economic Commission for Europe : UN/ECE)의 산하 기구로 1952년에 스위스 제네바에 설립되었다.

설립목적은 유럽지역의 2차 세계대전 후 경제회복을 추진하면서 교통사고로부터 인명 및 재산을 보호하고, 도로안전의 증진, 대기환경의 보호 및 에너지 절약에 관한 유럽의 통일된 자동차기술 규정의 제개정에 그 목적을 두고 있다.

2.3 WP29 : 1958 협정

유럽지역의 통일화된 자동차안전기준 필요성에 따라 1958년 독일이 발의하여 협정을 체결하고 발효(1958. 3. 20)하였으며, 본 협정의 목적은 자동차 및 부품에 관한 통일적 기술기준 및 동 기준에 근거한 상호인증조건 채택에 관한 협정으로서 1958년에 제정되었다고 하여 1958협정으로 부른다.

WP29는 1995년에 1958협정을 전면 개정하여 비유럽국가에 대해서도 정식으로 가입을 개방하였고, 1998년에는 자동차생산 세계 제2위인 일본이 비유럽국로서는 최초로 협정에 가입함으로써 세계공통의 자동차안전기준 국제화 협정으로 발전하였다.

2.4 WP29 : 1998협정

형식승인 개념을 배제하고 세계기술기준(GTR : Global Technical Regulations)의 제정을 위하여 미국이 1998협정의 제정을 제안(제109차 총회, '96. 6)하여, WP29는 자동차 주요생산국의 협조하에 1998협정을 제정('98. 6. 25)하였다. 동 협정은 2000. 8. 25일 발효하였다. 1998협정 부속기준은 각 회원국이 통합된 안전기준을 제정하여 운영하는 것으로 되어있으며, 현재 1998협정하의 부속기준은 없으나 ECE Regulation이 후보 우선순위로 논의될 전망이며 각 국가(비정부 기구 포함)별로 세계기술기준 제정 제시 항목 및 각 전문가 그룹별(GRs)로 세계기술기준 제정 논의가 활발하다. 다음의 Fig. 1 은 UN/ECE/WP29의 조직⁽¹⁾을 나타내고 있다.

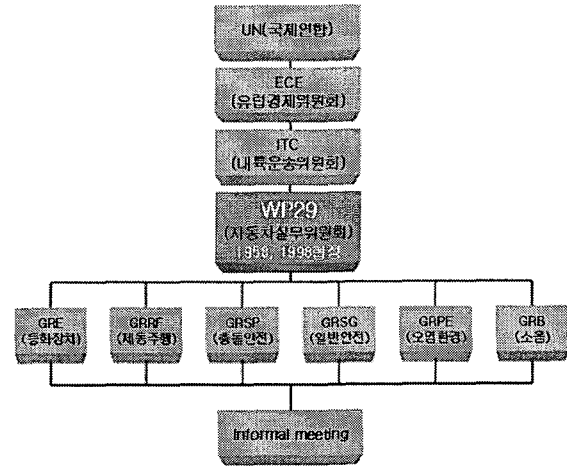


Fig. 1 Organization of UN/ECE/WP29

3. 자동차 소음 측정방법

3.1 자동차 소음허용기준

우리나라 정부에서는 자동차의 소음을 관리하기 위하여 가속주행소음 및 배기소음의 소음허용기준을 관련법규에서 차종별로 규정하여 관리하고 있다. 소음진동규제법에서 규정한 1991년 이후 자동차 소음허용기준의 강화추세를 살펴보면 1993년 및 1996년 자동차 종류에 따라 허용기준을 강화하였고 2000년 및 2002년에 더욱 강화하여 현재는 유럽 등 선진국의 소음허용기준과 동등한 수준이 되었다. Fig. 2 는 1991년 이후 소음허용기준⁽⁹⁾의 강화추세를 나타내고 있다.

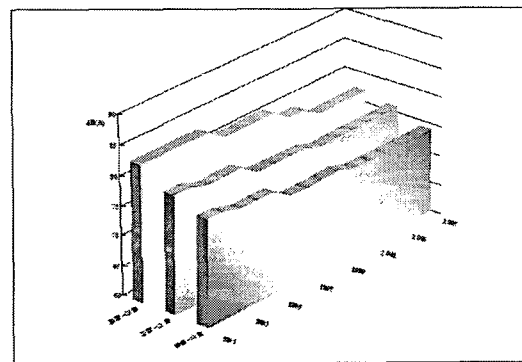


Fig. 2 Changes of sound level limits

자동차소음은 이동하는 소음원으로 그 영향권이 크고 이동하는 목적에 직접 상관이 없는 불특정 다수가 피해를 받을 수 있기 때문에 소음에 대한 저항감이 크다. 특히 자동차가 밀집되는 도시지역의 중심지역은 물론이고 주변의 주택지 및 시외지역까지도 자동차소음이 심각한 문제로 등장하고 있다

3.2 측정방법 관련 규정

국내에는 자동차의 소음과 관련하여 자동차관리법과 소음진동규제법 등에서 시험방법 및 소음허용기준 등을 규정하여 관리하고 있다. 자동차안전기준⁽⁴⁾ 제35조의 소음방지장치는 가속주행소음과 배기소음 시험의 두 종류가 있으며 자동차 안전기준시행세칙⁽⁵⁾, 제작자동차배출허용기준소음허용기준의검사방법및절차에관한규정 등에서 세부적인 시험방법을 규정하고 있다. 관련규정에서 현재 가속주행소음 시험방법은 ISO 362(국제표준화규격)방식에 의한 측정방법⁽³⁾을 채택하여 시행하고 있다.

ISO 362(1998) 측정방법은 1981년 제정 이후 두 차례 개정을 거쳐 현재에 이르렀으며 우리나라에서는 2000년 1월 1일 이후 제작되는 자동차는 기존의 시험방법과 병행하여 선택적 적용을 실시하였으며, 2002년 1월 1일 이후 제작되는 자동차부터는 전면적으로 채택하여 시행해 오고 있다.

3.3 현재 ISO 362 측정방법

이 ISO 362 규격은 자동차의 운행조건에서 결과의 재현성을 확보하면서 자동차의 가속주행소음을 측정 할 수 있도록 설계되었다. 그리고 도시지역의 교통여건에서 중간단 기어를 사용하여 엔진의 최대출력으로 주행하는 동안의 소음레벨을 재현하여 측정할 수 있도록 한 시험방법이다⁽¹⁰⁾. 현재 전세계 여러 나라에서 이와 같은 측정방법을 채택하여 시행하고 있다

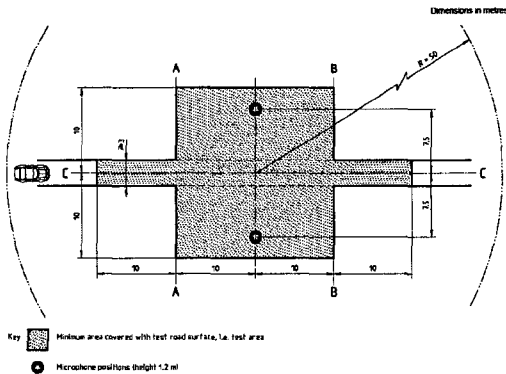


Fig. 3 ISO 10844 test site

(1) 주요사항

ISO 362의 시험장소는 ISO 10844(시험도로 규격) 기준을 만족하는 시험도로에서 시험하여야 한다⁽¹⁰⁾. 시험자동차 종류 및 기어방식 등에 따라 시험방법에서 사용되는 기어, 시험시 진입속도 등을 규정하고 있다.

시험시 측정구간에서 가속주행 중 발생하는 최대 소음값을 측정하며 측정횟수는 좌우측 각각 4회(국내기준 2회)이상의 유효한 측정값을 얻어 판정하게 된다. Fig. 3은 ISO 10844에서 규정하고 있는 시험장 규격의 예이다.

3.4 개정중인 새로운 시험방법

ISO 362의 시험방법이 제정되던 1981년과는 자동차가 주행하고 있는 도로조건이나 자동차의 성능면에서 많은 발전을 이루었다. 물론 운전자나 사람들의 주거환경 및 의식 또한 매우 많이 바뀌었음을 알 수 있다.

따라서 변화된 도로의 여건과 자동차의 운행조건 등을 효과적으로 반영할 수 있도록 시험방법의 개정 필요성에 대한 공감대가 형성되어 왔으며 그 결과 회원국 및 ISO 등이 구체적인 개정안을 제안하였다. UNECE/WP29/GRB(소음전문가 그룹)에서 ISO 등이 제안한 측정방법을 기본으로 하여 1958협정 내에서 회원국들의 협의를 거쳐 새로운 시험방법으로 개정 작업이 진행되고 있다. 새로운 시험방법의 주요특징을 보면 다음과 같다.

(1) 주요사항

- 시험장소 : ISO 10844 규격 도로
- 측정 주요항목 :
 - 가속주행소음(Acceleration test)
 - 정속주행소음(Constant speed test)
- 측정횟수 : 좌우측 각 4회 이상의 유효한 측정값
- 기어선택 : 시험 자동차 종류 및 기어방식에 따라 다르며 측정방법에서 제시하는 기준가속도 값 등을 참조하여 해당기어를 사용
- 최종 소음레벨 값 : 가속주행소음과 정속주행소음을 측정하여 규정에서 정한 계산식을 이용하여 구함

(2) 새로운 용어 소개⁽⁸⁾

- Power to mass ratio(PMR) index : means a numerical quantity with no dimension used for the calculation of acceleration. The PMR is used for the calculation of acceleration.
 - $PMR = P_n / \Delta t \times 1000 \text{ kg/kW}$
- Reference point : means a point depending on the design and category of the vehicle.
 - $M1, M2 \leq 3,500 \text{ kg}$, $N1$: front, mid and rear engine(1, 1/2, 0 of 1 veh)
- Target acceleration : means an acceleration at a partial throttle condition in urban traffic and is derived from statistical investigations.
 - $a_{urban} = 0.63 \times \log(PMR) - 0.09$
- Reference acceleration : means the required acceleration during the acceleration test on the test track.
 - $a_{wot ref} = 1.59 \times \log(PMR) = 1.41 (PMR \geq 25)$

- Gear ratio weighting factor k : means a dimensionless numerical quantity used to combine the test results of two gear ratios for the acceleration test and the constant speed test.
- Partial power factor k_p : means a numerical quantity with no dimension used for the weighted combination of the test results of the acceleration test and the constant speed test for vehicles.
- Pre-acceleration : means application of acceleration control device prior to AA' for the purpose of achieving stable acceleration between AA' and BB'.

(3) 시험방법의 주요특징

현재의 ISO 362 시험방법은 가속주행소음 시험시 자동차의 가속능력 등 자동차의 성능이 시험결과와 밀접한 관계를 가지고 있다. 다음의 Fig. 4는 실제도로에서 시험시 각각의 시험자동차들의 가속도가 차이를 보이고 있음을 나타내 주고 있다.

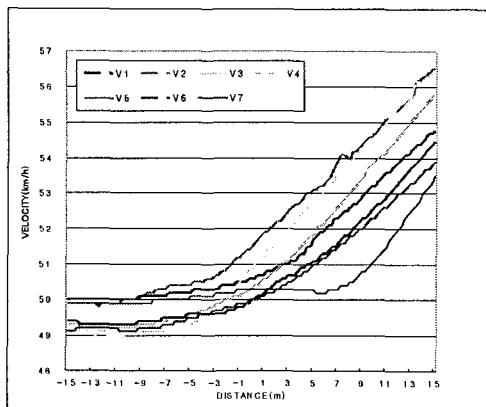


Fig. 4 Different accelerations of test vehicles in the current ISO 362

그러므로 새롭게 개정을 추진 중인 시험방법은 이러한 영향 등을 고려하여 중량 대비 출력비를 매우 중요한 변수로서 반영하고 있으며 또한 엔진의 위치에 따라 기준점을 달리하는 등 세밀한 부분까지 구체적인 시험방법을 제시하고 있다. 또한 정해진 측정구간에서 가속 및 측정이 이루어질 수 있도록 가속성능 및 변속패턴 등의 특성을 확인하기 위하여 사전가속성능시험(Pre-acceleration test)을 실시하도록 보완하고 있다. 정확한 가속지점 및 측정구간의 시험속도를 확인하기 위한 시험이다.

측정시 요구되는 진입속도를 측정구간 중앙지점에서 관리함으로써 시험자동차에서 발생하는 소음측정을 보다 정밀하게 측정할 수 있도록 규정하고 있다. Fig. 5는 현재의 ISO

362 및 새로운 시험방법에서 요구하는 시험속도 및 시험모드의 변화를 보여주고 있다.

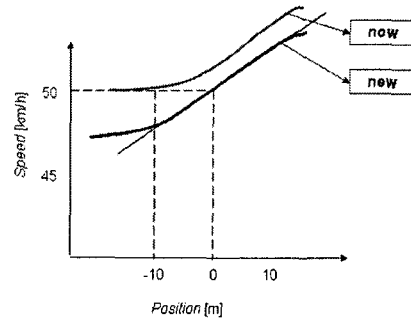


Fig. 5 Changed test condition of vehicle speed

측정방법에서 제시되고 있는 여러 가지 계산식 등은 도시 지역의 실제 도로에서 운행 중인 자동차들의 속도, 가속도 등 주행특성을 직접 측정 및 분석한 근거를 기초하여 산출되어 졌다. 다음의 Fig. 6은 도심의 여러 장소에서 주행 중인 자동차 들을 20~30미터 정도 떨어진 거리에서 실제로 측정된 데이터를 보여주고 있는 예이다.

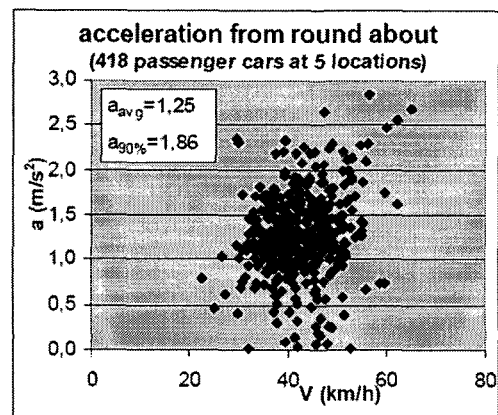


Fig. 6 Speed-acceleration distribution of radar measurements at various roundabouts(distance after 20-50m)⁽⁷⁾

현재 사용하고 있는 ISO 362 측정방법과 WP29/GRB에서 진행 중인 새로운 측정방법은 시험조건 및 시험방법 등 시험자동차의 시험시 주행조건이 다르다. Fig. 7은 시험시 두 측정방법에서 나타날 수 있는 시험영역을 하나의 예로서 설명하고 있다. 새로운 시험방법에 비하여 현재 사용하고 있는 ISO 362 방법이 엔진속도나 엔진부하 측면에서 보다 가혹한 조건임을 알 수 있다. 그림에서와 같이 새로운 시험방법

의 측정영역이 변화하였으므로 이를 고려한 새로운 설계 목표도 검토되어야 할 것이다.

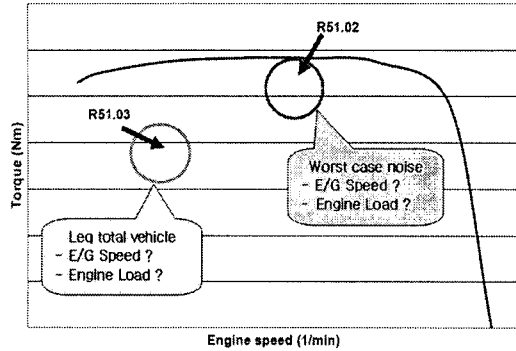


Fig. 7 Changed operation condition in engine map⁽⁶⁾

4. 결 론

현재 우리나라를 포함한 많은 국가에서 사용 중인 자동차의 소음 시험방법은 실제 자동차의 주행상황을 반영하기 위하여 측정방법의 개선작업이 진행되고 있다. 유럽, 일본 등 선진국 들은 시험방법 개정작업 초기부터 적극적으로 참여 및 자국의 의견을 반영해 오고 있다. 따라서 향후 강화되는 규정에 대비하고 국내 자동차산업의 경쟁력을 높일 수 있도록 정부는 물론이고 특히 자동차 제작사 등의 관련 연구 분야에 실질적인 참여와 연구가 후속되기를 기대한다.

참 고 문 헌

- (1) 건설교통부, 2003, “자동차 안전기준 국제화 방안 연구, 연구보고서”
- (2) 건설교통부, 2004, “자동차 안전기준 국제화 방안 연구, 연구보고서”
- (3) 환경부, 고시 제2005-140호, “제작자동차배출허용기준소음허용기준의검사방법및절차에관한규정”
- (4) 건설교통부, 2005, 건설교통부령 제465호, “자동차안전기준에 관한 규칙”
- (5) 건설교통부, 2003, 고시 제2003-45호, “자동차안전기준 시행세칙”
- (6) UNECE/WP29/GRB informal group ASEP R51, 2005, "Informal document GRBIG-ASEP-01-005"
- (7) UNECE/WP29/GRB informal group ASEP R51, 2005, "Informal document GRBIG-ASEP-01-008"
- (8) UNECE/WP29/GRB, 2005, TRANS/WP.29/GRB/2005/5

“PROPOSAL FOR DRAFT AMENDMENTS TO REGULATION No. 51(Sound emissions of M and N categories of vehicles)”

(9) 환경부, 1991 ~ 2005, “소음진동규제법 시행규칙”

(10) ISO 362, 1998, “Acoustics-Measurement of noise emitted by accelerating road vehicles-Engineering method”