

EU 건설기계 소음 불확도 지침 소개

The Noise Uncertainty Recommended by European Commission

심상덕† · 류병진* · 송오섭**

Sim sang-deok, Ryu byeong-jin and Song oh-seob

1. 서 론

유럽연합(European Union)의 건설기계소음 관련 지침은 Directive 2000/14/EC 에서 규정하고 있다. 공인기관(Notified Body)의 Work Group 인 Noise Body 는 2004 년 개최된 총회에서 제기된 문제 즉, “ Directive 2000/14/EC 에서 공표된 음향과위레벨 은 통계적인 보호수단을 요구한다. 그러나 동시에 평균 음향과위레벨에 더해지는 불확실성 (이하 불확도) K 의 계산방법에 대해서 명기되지 않았다. 지금까지는 불확도 K 를 결정하는 다양한 수식들로 인해 서로 다른 결과를 얻었고 이는 지금까지도 유럽(Europe) 전역에서 이용되어 오고있다.” 라는 내용으로 불확도 계산방법에 대해 2006 년 Sub Work Group Uncertainty 에 의해 초기 제안되었고, 그후 European Commission 의 Work Group 의 총회에서 제안한 불확도 계산방법에 대해 내용을 간략히 소개하고자 한다.

2. 불확도 계산방법

2.1 소음 불확도(Noise Uncertainty, K)

(1) 필요 기준

아래 수식은 불확도 K 계산 방법을 나타낸다. 이 수식의 적합성 검증을 위해서는 아래의 최소 요구 사항이 충족되어야 한다.

- 현실적인 결과를 끌어낸다.
- 업계와 정부당국에 의해 수용가능하다.
- 검증할수 있다.(자체 결정 뿐만 아니라 생산제어

(COP) 및 시장감시 하에서 선언된 L_{wAd})

- 적어도 유럽 또는 국제표준을 참고하고 있다.
- 다루기 쉽다.

$$K = 1.5 \sigma_t \quad \text{식(1)}$$

σ_t : total standard deviation;

$$\sigma_t = \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_p^2}$$

σ_R : standard deviation of reproducibility

σ_p : standard deviation of production

제안된 σ_R 값들은 유럽 인증기관의 경험에 기초한 평가값들이며 Table1에 나타내었다. 그리고 σ_R 값들의 이용을 위해 다음의 선행조건들이 필요하다.

- 모든 위치에서 시간 동시 측정
- 보정된 기준 음원을 사용하여 환경 보정치 K_{2A} 의 가감(측정 및 보정 ; within a range of ± 0.4)
- 측정장치의 교정이력(retraceable calibration)
- 측정은 숙련된 사람에 의해 수행
- 최소 표본 크기는 $n \geq 5$
- 대기온도 $20^\circ\text{C} \pm 10^\circ\text{C}$
- 충분한 반복성 $Sr < 0.5 * \sigma_R$

만약 위의 선행조건이 충족되지 못하면 인증기관들은 Table1의 이러한 최소값들을 수용하지 않을 것이다. 그리고 제조자는 Sr (standard deviation of repeatability)값을 0.15 dB 이하를 위해 노력해야 한다. 다음은 제품의 표준편차인 σ_p 에 대한 합리적인 값들을 얻기 위한 여러 방법들이 가능하다.

- σ_t 은 적어도 생산된 처음 5대에 대한 측정결과로부터 각각 계산된다. 그리고 $n \geq 5$ machines 의 표본 크기에 대해서 S_p 를 결정한다. 왜냐하면 제품의 변동이 나중에 생산한 제품보다 더 크기 때문이다. σ_p 를 계산하기 위한 다음식을 제안한다.

$$\sigma_p = SF * S_p$$

SF(safety factor)는 표본수 n 뿐만 아니라 S_p 와 σ_R 사이의 관계에 의존한다. 아래표 안의 값이 SF

† 교신저자; 정회원, 볼보그룹코리아(주) 볼보건설기계
E-mail : sangdeok.sim@volvo.com

Tel : 055-260-7827, Fax :055-260-7080

* 볼보그룹코리아(주) 볼보건설기계

** 충남대학교 기계공학과

값이다.

n	$S_p \leq \sigma_R$	$S_p > \sigma_R$
5-7	1.3	1.5
8-12	1.2	1.3
13-19	1.0	1.1
≥ 20	1.0	1.0

▪ 인증기관과 업체는 주어진 조립 상태 하에서 장비의 형태에 대해 오랜 기간의 경험으로부터 σ_p 가 어떤 값을 갖는지 알 수 있으며 표본 크기 $n \geq 18$ ($\sigma_p > \sigma_R$) 또는 $n \geq 12$ ($\sigma_p \leq \sigma_R$)의 근거에 관한 입증 필요하다.

(2) 보증 음향파워레벨(L_{wAd})

지침 2000/14/EC에 따라 보증 음향 파워 레벨 L_{wAd} 은 다음과 같이 계산된다.

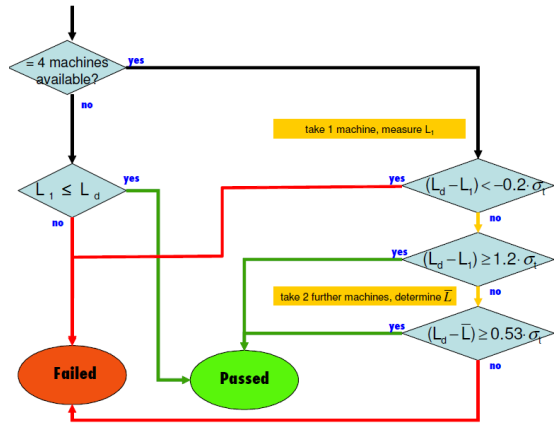
$$L_{wAd} = L_{wAm} + K$$

여기서, L_{wAm} 은 표본의 평균 음향 파워 레벨이다. 식(1)의 K 값 계산시 평균계산을 위해 표본 5대를 사용할수 없다면, Directive 2000/14/EC 부속서 VII에 따라 L_{wA} 을 선언하거나 경험으로부터 K 을 이용한 평가를 하라(예 $K \geq 2$ dB). 어떤 환경하에서는 평균 음향파워레벨 L_{wAm} 과 σ_t 는 제품이 생산되는 동안에 변할 것이다. 그래서 양산되는 표본에 의해서 L_{wAm} 와 σ_t 를 검증하는 것을 제한한다. 그래서 COP(control of production)는 필요하다. 표본수를 늘려서 L_{wAd} 를 다시 계산하라. 그러면 정확도는 해마다 증가할 것이다($n \rightarrow \infty$). 필요하다면 제조자는 자신의 DOC(declaration of conformity)을 변경해야 한다.

(3) 적합성 검증(Conformity Verification)

주기적인 체크를 통해서 공인기관은 보증된 제품의 적합성을 검증해야한다. 이러한 COP는 공유된 위험의 원칙을 따른다. COP에 대한 측정은 문두에서 언급한 것과 같은 전제조건을 충족해야 한다.(표본 크기는 제외) 이 검증은 ISO7574-4 6.3절과 표 211에서 설명한 것 처럼, 첫 표본에 대하여 표본수가 $n1=1$ 을 갖고 두번째 표본에 대하여 표본수가 $n2=2$ 을 갖는 double-sample test이다. 이러한 표본 크기는 COP와 시장감시를 위한 가장 실용적인 방법이다. 선언시 사용된 동일한 σ_t 는 검증에도 역시 사용되어야한다. 이것이 제조자가 기술문서에서 이용된 σ_t 값을 표시하는 중요한 이유이다. 만약 기술문서에 있는 어떤 σ_t 값도 없다면, $\sigma_t = 2.5$ dB로 설정한다. 그 절차는 다음 그래픽으로 Figure 1에

표시된다.



만약, 최종 음향파워레벨 라벨을 얻기 위하여 반올림하여 산출하는 L_{wAd} 의 전체 숫자를 비교 한다면, 여기 설명된 COP를 위한 절차는 부족할 것이다. 그 계산은 $L_{wAm} + K$ 의 반올림 하지 않은 결과를 기반으로 해야한다. 이러한 용어 역시 기술문서에 표시될 수 있다.

Table 1 Suggested values for σ_R for use within assessment following 2000/14/EC

No	Type of Equipment	Article 12	Article 13	σ_R
13	Conveying and spraying machine for concrete and mortar		x	0.50
14	Conveyor belt		x	0.50
15	Cooling equipment on vehicles		x	0.50
16	Dozer	x		0.50
17.1	Drill rig, drilling only		x	0.50
17.2	Drill rig, roto hammers		x	1.00
18.1	Dumper; P ≤ 55 kW	x		0.50
18.2	Dumper; P > 55 kW	x		0.50
19	Equipment for loading and unloading of silos or tanks on trucks		x	0.50
20	Excavator, hydraulic or rope-operated	x		0.50
21.1	Excavator-loader; P ≤ 55 kW	x		0.50
21.2	Excavator-loader; P > 55 kW	x		0.50
22	Glass recycling container		x	1.00
23	Grader	x		0.50
24	Grass trimmer/grass edge trimmer	x		0.40

3. 결 론

유럽의 여러국가에서 아직까지는 정식 지침으로 사용하도록 발효되지는 않았지만 향후 Directive 2000/14/EC 개정시에 지침으로 도입되어 공인인증기관에서 불확도 계산 및 적합성 검증 지침으로 사용하게 될 것으로 본다.

참고문헌

- (1)NB-L Recommendations for Use sheets(rfu-november2010_en.pdf)
http://ec.europa.eu/enterprise/index_en.htm