

# 주간 및 야간 시간대에 따른 $L_{dn}$ 의 상관관계 - 도로교통소음을 중심으로 -

## The Correlation of $L_{dn}$ in accordance with the daytime and the nighttime - Focusing on road traffic noise -

김득성† · 장서일\* · 이연수\*\*  
Deuk-Sung Kim, Seo-Il Chang, Yeon-Soo Lee

**Key Words** :  $L_{dn}$ (주야간 평균소음레벨), Daytime  $L_{eq}(L_d)$ , 주간평균소음레벨) Nighttime  $L_{eq}(L_n)$ , 주간평균소음레벨), Auto-Network System(ANS, 자동측정망)

### ABSTRACT

The daytime(7 a.m to 10 p.m.) and the nighttime(10 p.m. to 7 a.m.) used to calculate existing  $L_{dn}$  is different from the domestic daytime(6 a.m to 10 p.m.) and nighttime(10 p.m. to 6 a.m.) periods. The difference of a time periods makes too difficult for converting measured  $L_{eq}$  during daytime( $L_d$ ) and nighttime( $L_n$ ) periods to  $L_{dn}$ . Thus, it is difficult to directly compare with  $L_{dn}$  standard of a foreign country. The pupose of paper is to propose a proper experimental equations that make up for the problems. The data of this paper used road traffic noise data of Auto-Network System(ANS) that generates  $L_{eq}$ , TNI,  $L_{NP}$  for 1 hour. A method of this paper is as follows. : ① The data of ANS converted 24 hour  $L_{eq}$  which measured every 1 hour to existing  $L_{dn}$  and to  $L_{dn}$  of an experimental equations. ② The existing  $L_{dn}$  is compared to results of  $L_{dn}$  from experimental equations. The paper proposes a three experimental equations. This paper select an approximate equation that was most similar, to existing  $L_{dn}$  out of these equations. When  $L_{eq}$  data of different daytime and nighttime periods are converted to  $L_{dn}$ , an experimental equation of this paper can be used and applied to  $L_{dn}$ 's calculation.

### 1. 서 론

국내의 주간야간 시간대와 국외의 주간야간 시간대는 조금씩 다르다. 이런 시간대의 차이는 시간단위가 아닌 하루, 한 달 또는 1년 단위의 소음레벨을 계산하는데 소음레벨의 차이를 발생시킬 수 있다.

국내 소음환경기준은 주간 시간대를 16시간(06:00~22:00), 야간 시간대를 8시간(22:00~06:00)으로 정하고 있으며, 기준은 주간과 야간을 따로 정해놓고 있다. 하지만 국외에서 사용되는 주야간 평균소음레벨( $L_{dn}$ )에서는 주간 시간대를 15시간(07:00~22:00), 야간 시간대는 9시간(22:00~07:00)으로 정하여 주간과 야간에 상관없이 적용하고 있다. 국내·외의 시간대가 차이가 나는 것은 06시~07

시에 해당하는 1시간을 어느 시간대로 설정하느냐에 따라 조금씩 차이가 발생한다. 이러한 시간대의 차이로 국내의 기준을 국외에서 사용하는  $L_{dn}$ 과 직접적으로 서로 비교하는 것이 어렵다.

소음 단위의 변환은 어떤 식을 사용하든 어느 정도의 오차를 포함하고 있으며, 또한 동일한 자료에서 서로 다른 결과를 도출할 수도 있다. 사례로, Schultz<sup>1)</sup>와 Kryter<sup>2)</sup>의 교통소음 평가 연구에서 교통 및 항공기소음을  $L_{dn}$ 으로 변환시키는 과정과 서로의 논문을 반박하는 논문<sup>3)4)</sup>을 살펴보면, 단위 변환의 선택이 얼마나 중요한가를 보여준다. 과를 하는 단위 변환을 살펴보면 알 수 있다.

이러한 문제를 좀 더 쉽게 해결할 수 있는 방안을 모색하고자 서울에서 작동 중인 도로교통 소음 자동측정망의 데이터로 국내의 주간 및 야간시간대를 사용하여 국외의  $L_{dn}$ 을 계산할 수 있는 근사식을 제시하고자 한다.

본 연구에서는 시간별, 월별 자동측정망 자료를 이용하여 기존  $L_{dn}$  결과와 24시간  $L_{eq}$  결과 그리고  $L_{dn}$  실험식들을 검토했다. 또한, 본 연구에서 검토한 실험식들은 임의적인

† 김득성, 서울시립대 환경공학과 대학원  
E-mail : kgrz@naver.com  
Tel : (02) 2210-2986, Fax : (02) 2210-2877

\* 서울시립대학교 환경공학부

\*\* 서울시 보건환경연구원

방정식들이며, 국내 주간(16시간)  $L_{eq}$ 와 야간(8시간)  $L_{eq}$ 를 사용하여 기존  $L_{dn}$ 의 결과와 유사한 결과를 도출하기 위한 일종의  $L_{eq}-L_{dn}$  변환 실험식들이다.

본 연구에서 검토되는 소음단위인  $L_{dn}$ 은 도로교통소음보다는 항공기소음의 기준으로 많이 사용되고 있으나  $L_{dn}$  결과는 소음원과 배경소음을 모두 포함한 소음레벨이기 때문에 도로교통소음을 주 소음원으로 사용해도 큰 문제는 없을 것으로 판단하여 도로교통소음에 적용해 보았다.

## 2. 대상자료 및 방법

본 연구에 사용된 도로교통 소음자료는 서울(동대문, 광화문, 서울역, 잠실)에 설치되어 있는 도로교통 소음 자동측정망(Auto-Network System, ANS) 자료로 2004년 1월부터 2006년 8월까지의 자료를 이용하여 국내의 '소음환경기준5)' 상의 주간(06:00~22:00, 16시간) 및 야간(22:00~06:00, 8시간) 시간대에 대한  $L_{eq}$ 와 주간야간 평균 소음도인  $L_{dn}$ 을 계산하여 그 경향성을 살펴보았다.

자동측정망 자료에는 월별, 일별, 시간대별로 TNI,  $L_{NP}$ ,  $L_{eq}$ 의 소음인자들을 측정하고 있으며, 본 연구에서는 시간대별  $L_{eq}$ 인자를 사용하여 자동측정망 자료를 주간  $L_{eq}(L_{d,16hr})$ 와 야간  $L_{eq}(L_{n,8hr})$  및 기존  $L_{dn}$  식(1)에 따라 결과값을 계산한다. 그리고 국내의 주간 및 야간  $L_{eq}$ 를 이용하여  $L_{dn}$ 으로 변환시키는 실험식들 중 현재 검토가 끝난 개의 실험식을 제시하여 적절한 방법을 살펴보았다. 가장 적절한 실험식을 찾는 과정은 아직도 진행 중에 있다.

Figure 1은 본 연구의 진행과정을 나타낸 그림이다.

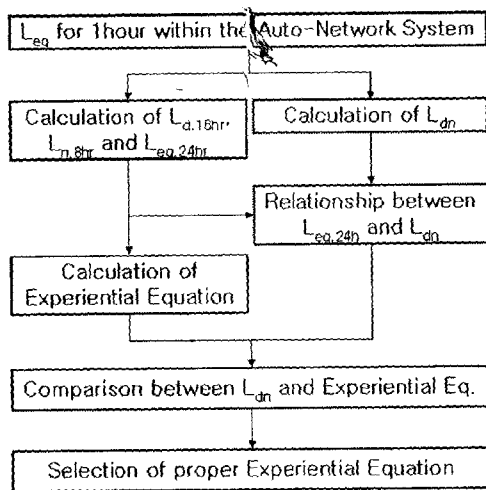


Figure 1. Procedure diagram

다음 Figure 2는 2004년 1월부터 2006년 8월까지의 ANS 자료를 시간대별로 산술평균하여  $L_{eq}$  레벨의 변화를 나타낸 그림이다. 그리고 Figure 3은 약 46개월 동안의 자료를 주간(06~22시)과 야간(22~06시)  $L_{eq}$ 로 계산한 후 평

균 주간 소음레벨( $L_{d,16hr}$ ) 및 야간 소음레벨( $L_{n,8hr}$ ), 그리고 24시간  $L_{eq}(L_{eq,24hr})$ 를 나타낸 그림이다.

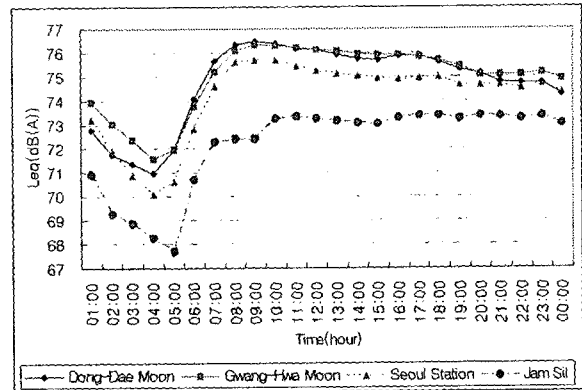


Figure 2. Average  $L_{eq}$  in accordance with the time zone from Jan. 2004 to Aug. 2006.

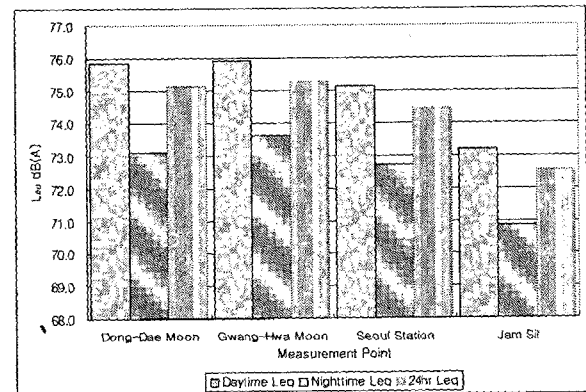


Figure 3. Average  $L_{d,16hr}$ ,  $L_{n,8hr}$  and  $L_{eq,24hr}$  in accordance with a points of Auto-Network System

Figure 1의 결과에서는 네 지점 모두 도로교통 소음레벨에 대한 패턴은 유사하게 나타났다. 하지만 지점마다의 특성상 최대 소음레벨 시간대와 최소 소음레벨 시간대는 조금씩 차이가 있었고, 그 차이는 약 4.7dB(A)~5.7dB(A)로 네 지점 모두 6dB(A) 미만으로 나타났다. 여기서 주목할 점은  $L_{dn}$  변환과정에 있어, 가장 문제시 되는 시간대인 06~07시는 주간 평균치보다 낮게 분포되어 있다는 점이다.

Figure3의 결과에서 주간 및 야간  $L_{eq}$  결과값의 차이는 3dB(A) 미만으로, 이 수치는 민감한 사람이 소리의 차이를 인지할 수 있는 수치(7)로 주간과 야간의 평균레벨이 사람이 느끼기에는 큰 차이가 나지 않는다는 것을 보여준다. 또한, 주간과 야간 시간대 모두 차량의 이동뿐만 아니라 주변에 어떤 활동들이 꾸준히 진행되고 있다는 점을 암시하고 있다.

Figure 4는 국내 및 국외의 주간 및 야간 시간대를 나타

낸 것이다.



Figure 4. Distinguish daytime from nighttime zone used within the Domestic and Foreign Country

### 3. 결과 및 고찰

본 연구에서는 자동측정망 자료를 이용하여 현재 사용되고 있는  $L_{dn}$ 의 결과와 24시간  $L_{eq}$  결과의 상관성을 비교해 보고,  $L_{dn}$ 과 본 연구에서 검토된 실험식들과의 상관성도 비교해 보았다.

#### 3.1 주간야간 평균소음레벨( $L_{dn}$ )

다음은 현재 사용되고 있는 주야간 평균소음레벨인  $L_{dn}$  식<sup>9)</sup>으로 등가소음레벨을 기준 단위로 하여 하루의 매시간 당 등가소음도( $L_{eq}$ )를 측정 한 후 야간 시간대(22:00~07:00)의 매 시간 측정치에 10dB(A)의 가중치를 준 후 24시간으로 나누어 평균시킨 소음레벨로, 미국, 뉴질랜드, 유럽의 일부국가 등에서 사용하고 있는 소음 평가단위이다. 최근 유럽연합(EU)에서는 소음평가단위를  $L_{den}$ 에서  $L_{den}$  (Day-Evening-Night Average Sound Level)으로 확대 적용시키려는 연구<sup>8)</sup>가 진행되고 있다.

$$L_{dn} = 10 \log \left( \frac{1}{24} \left( 15 \times 10^{(L_d/10)} + 9 \times 10^{((L_n + 10)/10)} \right) \right) \quad \text{----- (Eq-1)}$$

- $L_d$  : 07:00~22:00 사이의 매시간  $L_{eq}$  값
- $L_n$  : 22:00~07:00 사이의 매시간  $L_{eq}$  값

다음 Figure 5는 2004년 1월부터 2006년 8월까지의 자료를 사용하여 24시간  $L_{eq,24hr}$ 와  $L_{dn}$ 의 결과를 비교한 것이다.

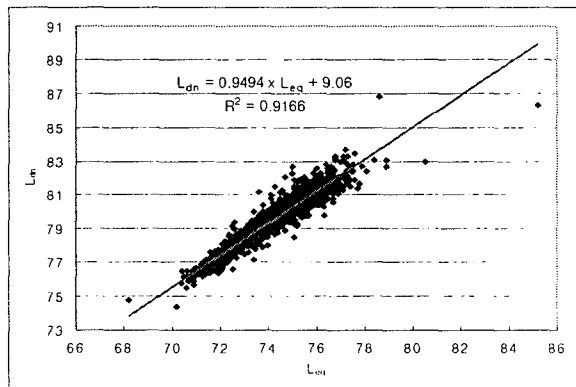


Figure 5. Relationship between  $L_{dn}$  and  $L_{eq,24hr}$

위의 결과는 도로교통소음에 있어서, 24시간  $L_{eq}$ 의 값을  $L_{dn}$ 으로 변환시키는데 사용될 수 있을 것으로 판단되지만 좀 더 많은 자료를 이용하여 그 관계를 더욱 확실하게 제시해야 할 것이다.

#### 3.2 $L_{dn}$ 실험식들

본 연구에서 검토한 세 가지 방법의 실험식들은 연구를 위해 임의적으로 제안된 방법들이며, 16시간의 주간  $L_{eq}$ 와 8시간의 야간  $L_{eq}$ 를 기반으로 제안된 실험식들이다.

첫 번째 실험식은 가장 단순한 방법으로 국내의 주간 시간대와 야간 시간대를 그대로 사용하여  $L_{dn}$ 을 구하는 방법을 선택했다.

$$L_{dn1} = 10 \log \left( \frac{1}{24} \left( 16 \times 10^{(L_{dn1}/10)} + 8 \times 10^{((L_{n1} + 10)/10)} \right) \right) \quad \text{----- (Eq-2)}$$

- $L_{d1}$  : 16시간(06:00~22:00) 주간 평균  $L_{eq}$  값
- $L_{n1}$  : 8시간(22:00~06:00) 야간 평균  $L_{eq}$  값

다음 Figure 6과 7은 2004년 1월부터 2006년 8월까지의 자료를 사용하여  $L_{dn}$ 과  $L_{dn1}$ 의 결과를 비교한 것이다.

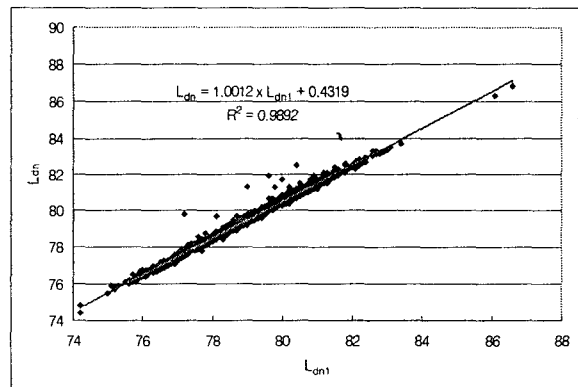


Figure 6. Relationship between  $L_{dn}$  and  $L_{dn1}$

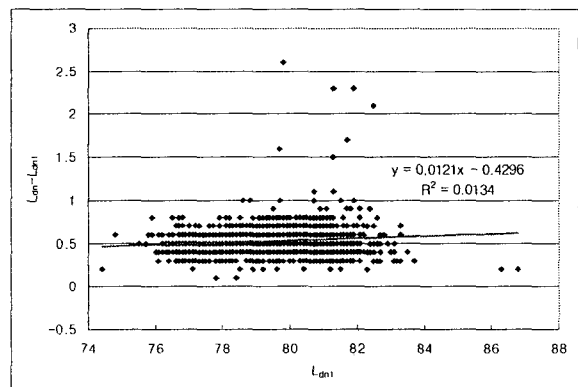


Figure 7. Relationship of " $L_{dn}-L_{dn1}$ " with  $L_{dn}$

$L_{dn1}$  실험식은  $L_{dn}$  계산에 있어 국내에서 사용하고 있는 시간대를 그대로 적용하여 계산하기 때문에, 시간대에 대한 고려가 상당히 쉽다는 장점을 갖는 반면,  $L_{dn}-L_{dn1}$ 의 오차는 평균 0.5dB(A)로 실험식들 중 가장 크며, 실제  $L_{dn}$ 보다 과소평가가 될 수 있다는 단점을 갖는다.

두 번째 실험식은 시간대를 기존  $L_{dn}$ 과 동일하게 주간 시간대를 07~22시로, 야간 시간대를 22~07시로 정하여 사용되며, 야간  $L_{eq}$ 를 결정함에 있어 국내 주간 시간대에 포함되는 06~07시를 야간 시간대로 편입시키는 방법을 사용하였다. 다만, Eq-3에서는 "주간 시간대 소음레벨은 일정하며,  $L_{eq,07-22h}$ 는  $L_{eq,06-07h}$ 와 동일한 소음레벨을 갖는다.", 즉, 주간 소음레벨은 주간 시간동안은 일정하다는 가정을 적용시켰다.

위의 가정과 설명을 식으로 표현한 실험식은 다음 Eq-3와 같다.

$$L_{dn2} = 10 \log \left( \frac{1}{24} \left( 15 \times 10^{(L_{d2}/10)} + 9 \times 10^{((L_{n2} + 10)/10)} \right) \right) \quad \text{-----}(Eq-3)$$

- $L_{d2}$  : 16시간(06:00~22:00) 주간 평균  $L_{eq}$  값
- $L_{n2}$  : 9시간(22:00~07:00) 야간 평균  $L_{eq}$  값,

$$L_{n2} = 10 \log \left( \frac{1}{9} \left( 1 \times 10^{(L_{d2'}/10)} + 8 \times 10^{(L_{n2'}/10)} \right) \right)$$

- $L_{d2'}$  : 1시간(06:00~07:00) 평균  $L_{eq}$  값
- $L_{n2'}$  : 8시간(22:00~06:00) 야간 평균  $L_{eq}$  값

다음 Figure 8과 9는 2004년 1월부터 2006년 8월까지의 자료를 사용하여  $L_{dn}$ 과  $L_{dn2}$ 의 결과를 비교한 것이다.

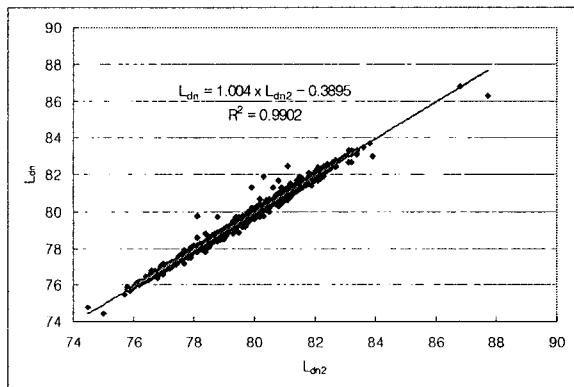


Figure 8. Relationship between  $L_{dn}$  and  $L_{dn2}$

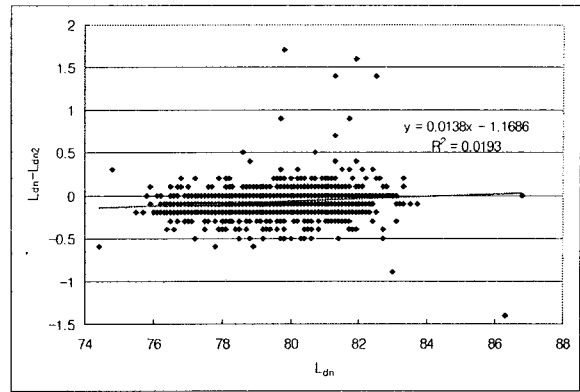


Figure 9. Relationship of " $L_{dn}-L_{dn2}$ " with  $L_{dn}$

$L_{dn2}$  실험식은  $L_{dn}$  계산 과정에 있어  $L_{dn}$  식에서 사용하고 있는 시간대를 그대로 적용하기 때문에, 직접적인 비교가 가능할 것으로 판단된다. 또한,  $L_{dn}-L_{dn2}$ 의 오차는 평균 -0.1dB(A)로  $L_{dn}$ 과 거의 비슷한 결과를 보였다.

세 번째 실험식은 주간 시간대를 국외와 같은 07~22시로 설정했고, 야간 시간대는 22~06시(8hr)를 사용한다. 두 시간대에 속하지 않은 06~07시는 주간  $L_{eq}$ 인  $L_d$ 에 보정치  $\alpha$ 를 더하여 사용한다. 여기서 사용되는 보정치는 야간 소음도에 10dB의 패널티를 주는 점에서 착안했다. 이 실험식에서는 " $0dB(A) \leq L_d - L_n \leq 10dB(A)$ "라는 가정을 적용하여 아래와 같은 Eq-4를 제안한다.

$$L_{dn3} = 10 \log \left( \frac{1}{24} \left( 15 \times 10^{(L_{d3}/10)} + 1 \times 10^{((L_{d3} + \alpha)/10)} + 8 \times 10^{((L_{n3} + 10)/10)} \right) \right) \quad \text{-----}(Eq-4)$$

- $L_{d3}$  : 16시간(06:00~22:00) 주간 평균  $L_{eq}$  값
- $L_{n3}$  : 8시간(22:00~06:00) 야간 평균  $L_{eq}$  값
- $\alpha$  : 06:00~07:00시에 사용되는 보정치( $L_{d3}-L_{n3}$ )

$L_{d3}-L_{n3}(dB(A))$	$\alpha$	$L_{d3}-L_{n3}(dB(A))$	$\alpha$
$x \leq 1$	10	$5 < x \leq 6$	5
$1 < x \leq 2$	9	$6 < x \leq 7$	4
$2 < x \leq 3$	8	$7 < x \leq 8$	3
$3 < x \leq 4$	7	$8 < x \leq 9$	2
$4 < x \leq 5$	6	$9 < x$	1

다음 Figure 10과 11은 2004년 1월부터 2006년 8월까지의 자료를 사용하여  $L_{dn}$ 과  $L_{dn3}$ 의 결과를 비교한 것이다.

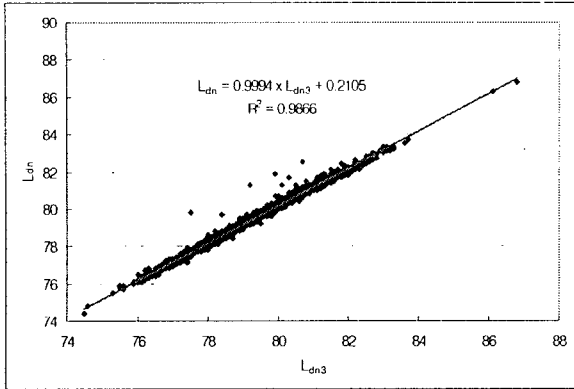


Figure 10. Relationship between  $L_{dn}$  and  $L_{dn3}$

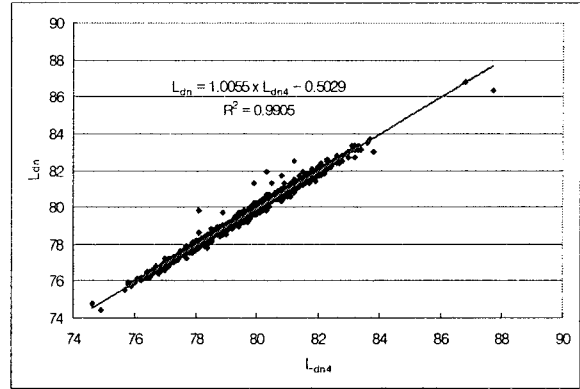


Figure 12. Relationship between  $L_{dn}$  and  $L_{dn4}$

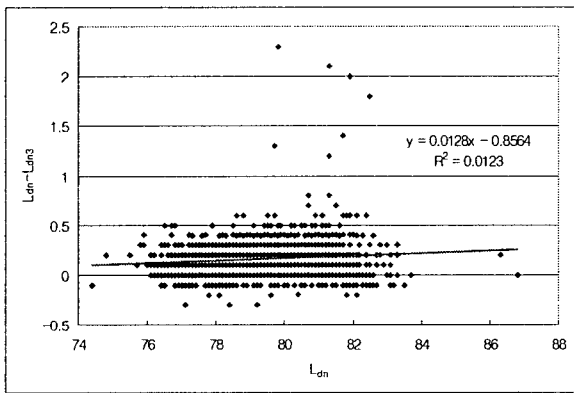


Figure 11. Relationship of " $L_{dn}-L_{dn3}$ " with  $L_{dn}$

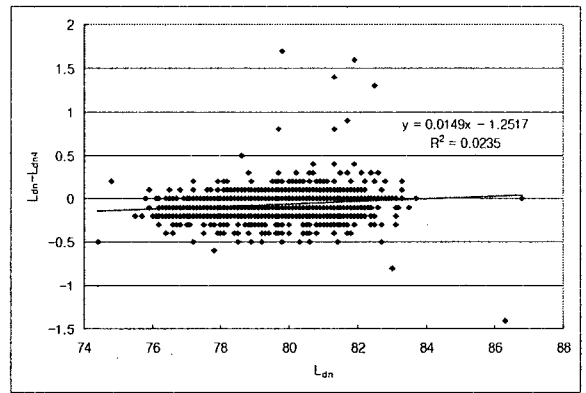


Figure 13. Relationship of " $L_{dn}-L_{dn4}$ " with  $L_{dn}$

$L_{dn3}$  실험식은 시간 중 가장 문제시 되고 있는 06~07시에 해당하는 값만을 고려하여 야간치와 동일한 수치를 맞추기 위해 보정치를 주어 이론적으로는 가장 정확해야 할 실험식이었다. 하지만  $L_{dn}-L_{dn3}$ 의 오차는 평균 0.2dB(A)로 두 번째 실험식보다 상관성이 낮았지만,  $L_{dn}$ 과는 유사한 결과를 보였다.

마지막으로 제시할 실험식은 세 번째 실험식의 보정치( $\alpha$ )를 10dB를 주어 계산하는 방법이다. 이는  $L_{dn}$  결과보다 약간 높게 계산될 수 있도록 고려한 실험식으로 다음의 Eq-5와 같다.

$$L_{dn4} = 10 \log \left( \frac{1}{24} (15 \times 10^{(L_{dn}/10)} + 1 \times 10^{((L_{dn} + 10)/10)} + 8 \times 10^{((L_{dn} + 10)/10)}) \right) \quad \text{----- (Eq-5)}$$

- $L_{dn1}$  : 16시간(06:00~22:00) 주간 평균  $L_{eq}$  값
- $L_{dn4}$  : 8시간(22:00~06:00) 야간 평균  $L_{eq}$  값
- $\alpha$  : 06:00~07:00시에 사용되는 보정치(=10dB)

다음 Figure 12와 13은 2004년 1월부터 2006년 8월까지의 자료를 사용하여  $L_{dn}$ 과  $L_{dn4}$ 의 결과를 비교한 것이다.

$L_{dn4}$  실험식은 예상과 같이  $L_{dn}$ 보다는 0.1dB 더 높게 나왔다. 또한 결정계수( $R^2$ )도 다른 결과와 비교해서 좀 더 높은 상관성을 유지했다. 또한 그렇게 큰 차이는 없었지만 분산( $\sigma^2$ )과 표준편차( $\sigma$ )의 값이 다른 경험식들보다는 좀 더 낮았다.  $L_{dn}-L_{dn4}$ 는 평균 -0.1dB(A)였다.

위에서 제시한 4가지 실험식들을 간략히 정리하면 다음 Table과 같이 정리할 수 있다.

Table 1. Results of a Relationship between  $L_{dn}$  and  $L_{eq,24hr}$  and between  $L_{dn}$  and Eq. of  $L_{dn1}$ ,  $L_{dn2}$ ,  $L_{dn3}$  and  $L_{dn4}$

Comparison	Trend Line Equation	Coefficient of Determination ( $R^2$ )
$L_{dn}-L_{eq,24hr}$	$L_{dn}=0.9464 \times L_{eq} + 9.06$	0.9166
$L_{dn}-L_{dn1}$	$L_{dn}=1.0012 \times L_{dn1} + 0.4319$	0.9892
$L_{dn}-L_{dn2}$	$L_{dn}=1.004 \times L_{dn2} + 0.3895$	0.9902
$L_{dn}-L_{dn3}$	$L_{dn}=0.9994 \times L_{dn3} + 0.2105$	0.9866
$L_{dn}-L_{dn4}$	$L_{dn}=1.0055 \times L_{dn4} + 0.5029$	0.9905

Table 1의 결과에서 보듯이  $L_{dn}$ 과 실험식들 간은  $R^2$ 이 0.98이상을 유지하고 있어  $R^2$  만을 살펴볼 때는 모든 실험

식들이  $L_{dn}$ 과 상관성이 높은 것으로 보인다. 또한,  $L_{dn}$ 과의 평균오차가 실험식 모두 1dB 미만으로 나타났다.

다음은 각 실험식 적용을 위해 '소음 환경기준<sup>9)</sup>'의 주간 및 야간 기준치를 본 연구에서 제안한 실험식들에 대입하여 주간야간 평균 소음레벨인  $L_{dn}$ 으로 변환시킨 결과를 나타낸 Table이다.

Table 2. Results of an Experimental Equations using a Noise Environmental Standard

Unit : in  $L_{eq}$  dB(A)

Classification of Area	Subject Area	Noise Env. Qual. Std.		$L_{dn1}$	$L_{dn2}$	$L_{dn3}$	$L_{dn4}$
		Day (06~22)	Night (22~06)				
General Area	Area "A"	50	40	50.0	51.4	50.0	51.4
	Area "B"	55	45	55.0	56.4	55.0	56.4
	Area "C"	65	55	65.0	66.4	65.0	66.4
	Area "D"	70	65	72.4	73.2	72.7	73.2
Roadside Area	Area "A"&"B"	65	55	65.0	66.4	65.0	66.4
	Area "C"	70	60	70.0	71.4	70.0	71.4
	Area "D"	75	70	77.4	78.2	77.7	78.2

본 연구에서는 도로교통소음을 대상으로 한 것이기 때문에 환경기준의 도로변 지역을 대상으로 미국의 주택·도시 개발부(Department of Housing and Urban Development, HUD)에서 주택 건설 용지 수용성 여부에 관해 제시한 'Site Acceptability Criteria<sup>10)</sup>'와 비교해 보고자 한다. Table 3는 HUD의 'Site Acceptability Criteria'이다.

Table 3. U.S. Department of Housing and Urban Development Site Acceptability Criteria

Acceptability	$L_{dn}$ (in decibels, dB)	Special approvals and requirements
Acceptable	Not exceeding 65 <sup>(1)</sup>	"None"
Normally Unacceptable	Above 65 but not exceeding 75	"Attenuation" <sup>(2)</sup>
Unacceptable	Above 75	"Attenuation" <sup>(3)</sup>

<sup>1)</sup> : 허용가능한 상한치는 섹션 51.105(a)에 따라서 특별한 환경에서 70 dB까지 바뀔 수 있다.

<sup>2)</sup> : 추가적인 5dB 저감은 65dB 이상이고 70dB를 초과하지 않는 지역에 필요하고, 추가적인 10dB 저감은 70dB 이상이고 75dB를 초과하지 않는 지역에 필요하다.

<sup>3)</sup> : 소음 저감은 승인을 위해 CPD(Community Planning and Development) 차관보에게 개별적으로 제출되어 규제한다.

다음은 도로변 지역을 중심으로 국내의 소음 환경기준을  $L_{dn}$ 으로 변환시킨 결과(Table 2)와 미국 HUD의  $L_{dn}$  기준을 서로 비교해 놓은 것이다. 다만 지역분류는 임의적으로

분류해 놓았다.

Table 4. Comparison between  $L_{dn}$  of Noise Environmental Standard and  $L_{dn}$  of U.S. HUD Criteria

Approximate Classification		Noise Environmental Standard				HUD
Subject Area	Acceptability	$L_{dn1}$	$L_{dn2}$	$L_{dn3}$	$L_{dn4}$	
Area "A"&"B"	Acceptable	65.0	66.4	65.0	66.4	<65
Area "C"	Normally Unacceptable	70.0	71.4	70.0	71.4	65≤, <75
Area "D"	Unacceptable	77.4	78.2	77.7	78.2	≥75

주거용 주택 건물을 대상으로 Table 4의 결과를 살펴볼 때, 전체적으로 미국의 HUD 기준이 더 엄격하다는 것을 알 수 있다. 상업지역에 해당하는 "C" 지역의 경우, 국내가 더 엄격하다고 착가할 수도 있지만, 주식의 내용인 5~10dB의 소음저감 대책이 필요조건이기 때문에 실제적으로는 모든 지역에서 국내의 소음 환경기준이 더 높다고 판단할 수 있다.

본 연구의 실험식들은 계산 과정을 사용하여 자동차소음 뿐만 아니라 철도 및 항공기소음의 주간 및 야간 시간대가 다른 경우에 있어 주간 및 야간  $L_{eq}$  레벨을 사용하여  $L_{dn}$  레벨로 변경시키는데 유용하게 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

#### 4. 결론

본 연구에서 사용된 자료는 도심지에서 22004년 1월부터 2006년 8월까지의 도로교통 소음 자동측정망 자료를 사용하여  $L_{dn}$ 과 실험식들( $L_{dn1}$ ,  $L_{dn2}$ ,  $L_{dn3}$ ,  $L_{dn4}$ )의 결과를 비교해 보았다. 그리고  $L_{dn}$ 과 24시간  $L_{eq}$  ( $L_{eq,24hr}$ )의 상관성도 비교해 보았다.

도심지 도로교통 소음의 네 지점 모두 시간대별 소음 패턴은 유사하게 나타났지만, 최대 소음레벨과 최소 소음레벨 시간대의 차이는 약 4.7dB(A)~5.7dB(A)로 네 지점 모두 6dB(A) 미만이었다.

또한, 주간 및 야간 평균  $L_{eq}$  결과의 차이는 3dB(A) 미만으로, 이 수치는 민감한 사람이 소리의 차이를 인지할 수 있는 수치로 주간과 야간의 평균레벨이 사람이 느끼기에는 큰 차이가 나지 않는다는 것을 보여준다.

본 연구에서는 국내 시간대와  $L_{dn}$ 의 시간대가 서로 겹치지 않는 시간대역인 06~07시에 주목하여 여러 실험식들에 적용시켰다. 그 결과는 Table 5에 제시해 놓았다.

Table 5. Results of a Relationship between existing  $L_{dn}$  and Eq. of  $L_{dn1}$ ,  $L_{dn2}$ ,  $L_{dn3}$ , and  $L_{dn1}$

Comparison	Coefficient of Determination ( $R^2$ )	Avg. Err.	Deviation ( $\sigma^2$ )	Standard Deviation ( $\sigma$ )
$L_{dn}-L_{dn1}$	0.9892	0.5	4.99329	2.23457
$L_{dn}-L_{dn2}$	0.9902	-0.1	5.02739	2.24218
$L_{dn}-L_{dn3}$	0.9866	0.2	5.02190	2.24096
$L_{dn}-L_{dn1}$	0.9905	-0.1	5.02091	2.24074

Table 4의 결과에서 보듯이  $L_{dn}$ 과 실험식들 간의  $R^2$ 이 0.98이상을 유지하고 있어  $R^2$  만을 살펴볼 때는 모든 실험식들 모두  $L_{dn}$ 과 상관성이 높은 것으로 나타났고,  $L_{dn}$ 과의 평균오차는 실험식 모두 1dB 미만으로 나타났다. 하지만,  $L_{dn}$ 과 실험식들 간의 평균오차를 살펴볼 때, 크지는 않지만  $L_{dn1}$ 과  $L_{dn3}$ 는 '과소평가'가,  $L_{dn2}$ 와  $L_{dn4}$ 는 '과대평가'가 되는 것을 알 수 있다.

본 연구에서는 경험식 선택 기준을 "기존  $L_{dn}$ 보다는 과소 평가되지 말 것"이라는 관점과 "기존  $L_{dn}$ 과 가장 유사할 것"이라는 관점을 적용해서 선택했다. 따라서 위의 선택 기준에 따라  $L_{dn1}$ 과  $L_{dn3}$ 는 제외시켰다.

이론적인 수치로 대입했을 경우,  $L_{dn3}$  실험식이 가장 정확했지만, 실제 데이터에 적용해 본 결과는 4개의 실험식들 중 가장 상관성이 낮았다. 일반적으로 주간 평균  $L_{eq}$  레벨이 야간 평균  $L_{eq}$  레벨보다 크게 나타난 자료는 기존  $L_{dn}$ 과 유사했지만 야간 평균  $L_{eq}$ 가 높게 나타난 자료는 기존  $L_{dn}$  결과와 다소 차이를 나타냈다. 이러한 이유는 야간 소음레벨이 높지만,  $L_{dn}$  계산식에 따라 야간 10dB의 페널티가 더 부과되어  $L_{dn}$ 과 실험식간의 차가 커졌기 때문으로 판단된다. 따라서 실험식과 기존  $L_{dn}$ 과의 관계는 '야간 소음이 주간 소음보다 어느 정도 더 높으나'에 따라 변할 것으로 생각된다.

결과적으로, 기존  $L_{dn}$ 과  $L_{eq,24hr}$ 의 상관 관계를 이용하여 상호 단위변환을 하는데 사용될 수 있을 것으로 판단되며, 그 관계식은 " $L_{dn}=0.9464 \times L_{eq,24hr} + 9.06$ "이다.

또한, 시간대가 다른(국내, 주간 : 06~22시, 야간 : 22~06시,  $L_{dn}$ , 주간 : 07~22시, 야간 : 22~07시)  $L_{eq}$ 를 이용하여  $L_{dn}$ 으로 단위변환이 필요할 때,  $L_{dn2}$ 와  $L_{dn4}$  실험식을 제안하는 바이다. 하지만 저자의 판단으로는  $L_{dn1}$ 가 조금 더 기존  $L_{dn}$  결과와 유사한 하지만 계산과정과 이론적인 수치를 생각해보면  $L_{dn2}$  경험식을 사용하는 것이 더 좋을 것으로 판단된다.

본 연구에서 제안한 실험식들의 계산 과정을 참고하면, 서로 다른 시간대인  $L_{eq}$ 값을 사용하여  $L_{dn}$ 뿐만 아니라  $L_{den}$ 으로도 계산할 수 있을 것이다.

후 기

본 연구는 과학재단 특정기초과제 "폭발성 충격소음의 생성 및 전파 시뮬레이션과 위해성 분석" (R01-2006-000-10301-0)을 수행하면서 얻어진 결과이며, 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

참 고 문 헌

- (1) T. J. Schultz, 1978, Synthesis of social surveys on noise annoyance, J. Acoust. Soc. Am. 64, pp. 377-405.
- (2) K. D. Kryter, 1982, Community annoyance from aircraft and ground vehicle noise, J. Acoust. Soc. Am. 72, pp. 1222-1242.
- (3) T. J. Schultz, 1982, Comments on K. D. Kryter's paper, "Community annoyance from aircraft and ground vehicle noise," J. Acoust. Soc. Am. 72, pp. 1243-1252.
- (4) K. D. Kryter, 1982, Rebuttal by Karl D. Kryter to comments by T. J. Schultz, J. Acoust. Soc. Am. 72, pp. 1253-1257.
- (5) 환경정책기본법 시행령 별표, 개정 2005.9.8.
- (6) John E. K. 1990, Foreman, Sound Analysis And Noise Control, VAN NOSTRANS REINHOLD, pp.194.
- (7) Madan Mehta, 1999, Architectural Acoustics Principles and Design, Prentice Hall, pp. 12.
- (8) European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise(WG-AEN), 2006, Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure.
- (9) 환경정책기본법 시행령 별표, 개정 2005.9.8.
- (10) The Department of Housing and Urban Development, PART 51-ENVIRONMENTAL CRITERIA AND STANDARDS, Subpart B—Noise Abatement and Control, Sec. 51.103 Criteria and Standards.