

고속도로 톨게이트 요금수납원 소음노출 수준 평가

Noise level Assessment Exposed to Cashiers in the Highway Tollbooth

김 갑 배[†] · 정 은 교* · 김 종 규* · 박 해 동* · 강 준 혁*

Kab Bae Kim, Eun-Kyo Chung, Jong-Kyu Kim, Hae Dong Park and Joon Hyuk Kang

(Received September 1, 2016 ; Revised November 7, 2016 ; Accepted November 7, 2016)

Key Words : Highway Tollbooth(고속도로 요금소), Cashier(요금 수납원), Noise Level(소음 수준), TWA(시간가중평균 노출기준), Mean Traffic Volume Per Day(일일 통행량), Traffic Volume of Passenger Car(승용차 통행량)

ABSTRACT

According to the survey for working environment of the cashiers in highway tollbooths, workers replied that noise was the most harmful substances next to air pollutant in the tollbooth. Researches on the noise levels exposed to cashiers in the highway tollbooth scarcely have been performed. Therefore, the aim of this study was to acquire baseline data to prevent health impairments of the cashiers by evaluating noise level exposed to them. Noise dosimeters were used for monitoring workers' noise exposure level in the tollbooths at 8 different highway tollgates. The noise levels of tollbooths did not exceed noise exposure limit of the ministry of labor, 90 dB(A). The average TWA inside of the tollbooths was 55.4 dB(A) and the average TWA outside of tollbooths was 58.3 dB(A). The average TWA outside of tollbooths was slightly higher than that of inside of tollbooths. However, the significance probability(p-value) was 0.255 which means statistically not significant. The noise levels inside and outside of tollbooth were statistically significant to both mean traffic volume per day and traffic volume of passenger car.

기 호 설 명

- TWA : 1일 작업시간동안의 시간가중평균 노출 수준(time weighted average)
- Lavg : 누적소음노출량측정기의 측정설정조건에서 측정시간동안의 등가소음도
- TH : 기기에 설정된 TH(threshold level)값 이하의 소음은 누적소음노출량측정기의 Leq, Lavg, Dose양에 포함되지 않음. 즉 TH 이하 소음수준은 측정에서 제외되나, 소

음값은 로그값임으로 TH값 이하의 소음 수준이 누적되지 않는다고 하여 소음에 대한 노출기준 초과여부를 판정하는 데 영향을 미치지 않음

1. 서 론

고속도로 요금소 수납원을 대상으로 실시한 근로환경실태조사 내용 중 부스 내 환경오염이 가장 심각하다고 생각하는 유해물질에 대한 설문결과, 53.4%의 수납원은 악취를 포함한 대기오염이 가장

[†] Corresponding Author; Member, Korea Occupational Safety and Health Agency
E-mail : k2op@kosha.or.kr
* Korea Occupational Safety and Health Agency

[‡] Recommended by Editor Myung Jun Kim
© The Korean Society for Noise and Vibration Engineering

심각하다고 답변하였으며, 소음공해가 49.4%, 폐기물오염이 3.6%, 수질오염이 1.7%, 토양오염을 1%의 순으로 답변하였다⁽¹⁾.

고속도로 요금소 수납원들이 부스내 가장 심각한 환경오염이라고 답변한 대기오염에 대해서는 고속도로 요금소와 요금소 주변 대기오염 현황 및 요금소 부스 내부의 대기오염 개선을 위한 연구 등 관련 연구들이 수행되었다.

전국 고속도로 톨게이트 중 차량 통행량이 비교적 많은 10개 지역의 톨게이트 부스내부 및 외부의 총분진, 아황산가스, 일산화탄소 등 대기오염물질 측정결과 부스안의 근로자가 외부 대기오염 물질 농도의 30%~50%정도에 노출되고 있다는 연구결과가 있었고⁽²⁾, 교통량과 대기오염물질들과의 관계에 있어서는 상관이 없다는 연구결과도 있었지만⁽²⁾, 비례관계를 나타낸다는 연구결과도 있었다⁽³⁾.

그러나 두 번째로 유해하다고 요금수납원들이 답변한 부스 내부 소음에 대해서는 어느 정도의 소음에 수납원들이 노출되는지에 대한 평가가 이루어지지 않았다.

따라서 이 연구에서는 요금수납원들이 근무하는 톨게이트 부스 내에서 근로자들에게 노출되는 소음 수준을 파악하여, 요금수납 근로자에게 노출될 수 있는 유해요인으로부터 근로자 건강을 보호하기 위한 기초자료를 확보하고자 하였다.

2. 연구방법

2.1 연구대상

국내 고속도로 영업소 8개소를 대상으로 소음을 측정하였으며, 차량 통행량에 따라 요금수납부스 운영 개소가 달라 영업소별로 요금수납부스 1개소에서 4개소를 대상으로 소음수준을 측정하였다.

2.2 측정 및 분석방법

근로자에게 노출되는 소음은 CASELLA사의 누적소음노출량측정기(model : CEL-350)를 사용하여 일일 작업시간동안 근로자들에게 노출되는 누적소음 노출량(dose)을 측정하였다. 누적소음 노출량 측정은 고용노동부고시 제2013-39호(작업환경측정 및 지정기관평가 등에 관한 고시)에 따라 측정기기를 Criteria 90 dB, Exchange Rate(ER) 5 dB, Threshold(TH) 80 dB,

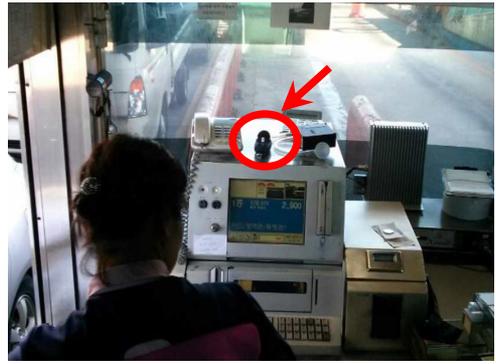


Fig. 1 Measurement of inside tollbooth



Fig. 2 Measurement of outside tollbooth

청감보정회로 A특성, 동특성 slow로 설정하여 측정하고 8시간 시간가중평균소음(TWA)으로 평가하였다⁽⁴⁾.

이 장비는 Lavg 및 피크(peak)값도 동시에 측정이 가능한 장비로 Lavg 및 피크값에 대한 평가도 실시하였다. Lavg는 누적소음노출량측정기의 측정설정조건에서 측정시간동안의 등가소음도를 말한다⁽⁵⁾.

Fig. 1과 같이 요금수납부스 내부의 측정대상이 되는 근로자의 귀에 근접한 위치에 누적소음노출량 측정기를 설치하여 측정하였으며, 측정은 작업이 이루어지는 전체 작업시간동안 계속하여 측정하였다.

산업보건법에서는 작업장 내에서 노출되는 유해인자를 측정 및 관리대상으로 하고 있으나, 근로자들이 부스내부에 근무함으로써 외부 소음에 비해 유의미한 소음감소 효과를 얻고 있는지 확인하기 위해 Fig. 2와 같이 부스 외부소음도 측정하였다.

누적소음은 식 (1)에 의해 측정된 누적소음 노출량을 8시간 시간가중평균 소음수준(TWA) 값으로 환산하여 1일 8시간 작업 소음노출 기준인 90 dB(A)와

비교하여 노출기준 초과여부를 판단하였다⁽⁶⁾.

$$TWA = 16.61 \log\left(\frac{D}{100}\right) + 90 \quad (1)$$

TWA : 시간가중평균소음(dB(A))

D : 누적소음 노출량(%)

누적소음 노출량은 전체 작업시간 동안의 누적소음 노출량으로 만약 측정시간이 실제 작업시간 이하라면 다음의 식 (2)에 의해 전체작업시간 동안의 누적노출량으로 환산되어야 한다⁽⁴⁾.

$$D = D' \times \frac{H}{T} \quad (2)$$

D : 전체 작업시간동안의 누적소음노출량(%)

D' : 실 측정시간동안의 누적소음노출량(%)

H : 전체 작업시간(h)

T : 실제 측정시간(h)

2.3 자료처리

측정자료에 대한 통계분석은 SPSS 18.0K(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여, 대응 표본 t 검정과 선형 회귀분석을 실시하였다.

3. 연구결과

3.1 영업소별 기본정보 및 소음수준

고속도로 영업소 8개소의 일일 평균 차량 통행량,

전체 통행량 대비 1톤 이상 트럭을 제외한 승용차의 통행량, 톨게이트 진입구간의 도로 포장재 재질 및 일일 근로자 근무시간은 Table 1과 같다.

차량 통행량이 가장 적은 요금소의 일일 차량 통행량은 3000대이고 가장 많은 요금소의 일일 차량 통행량은 103 892대로 파악 되었다. 차량 통행량이 적은 요금소는 지방의 공업단지 근처에 위치한 요금소로 일일 차량통행 대수는 작은 반면 화물차의 통행비중이 높았다, 반면 일일 통행량이 가장 많은 요금소는 도심에 인접한 요금소로 도심으로 출퇴근을 위한 승용차가 통행차량의 주를 이루었다.

요금소 도로 노면은 8개 요금소 모두 콘크리트로 포장되어 있었으며, 근로자의 일일 근무시간은 8개소 모두 8시간이었다.

고속도로 영업소 8개소에서 영업소별로 요금수납 부스 1개에서 4개를 대상으로 부스 내부 및 외부에서 측정한 소음수준은 Table 2와 같다.

요금수납 부스 내부에서의 8시간 시간가중평균 소음수준(8h-TWA)은 40.2 dB(A)에서 66.2 dB(A)로 1일 8시간 작업 소음노출기준인 90 dB(A)와 비교하였을 때 낮은 수준을 보였다. 요금수납 부스 외부에서의 8시간 시간가중평균 소음수준(8h-TWA) 역시 48.1 dB(A)에서 80.2 dB(A)로 1일 8시간 작업 소음노출기준인 90 dB(A) 이하였다.

산업안전보건법에 의한 누적소음량 측정 시에는 TH를 80 dB로 설정하여 측정한다. 따라서 측정시간 동안의 평균소음 수준도 TH를 80 dB로 설정한 경우(Lavg[TH = 80])와 환경소음과의 비교를 위해 TH를 설정하지 않은 경우(Lavg)로 구분하여 분석하였다.

TH를 80 dB로 설정한 경우 요금수납 부스 내부에서의 측정시간 동안의 등가소음도(Lavg [TH = 80])는 39.1 dB(A)에서 66.2 dB(A)였으며, 외부에서의 등가소음도(Lavg[TH = 80])는 42.3 dB(A)에서 80.2 dB(A)였다.

Threshold를 설정하지 않은 경우 요금수납 부스 내부에서의 등가소음도(Lavg[TH = 80])는 65.6 dB(A)에서 77.5 dB(A)였으며, 요금수납 부스 외부에서의 등가소음도(Lavg[TH = 80])는 69.7 dB(A)에서 81.7 dB(A)였다.

소음측정 시간은 근로자들의 1일 근무시간이 8시간임을 감안하여 Table 3과 같이 주간 시간대에

Table 1 Information of tollbooth

Location	Mean traffic volume per day	Ratio of passenger car to total traffic volume	Pavement of road	Working hour
A	7474	88.7 %	Concrete	8
B	14 052	90.8 %	Concrete	8
C	26 238	90.8 %	Concrete	8
D	3200	90.0 %	Concrete	8
E	67 115	95.0 %	Concrete	8
F	95 889	83.0 %	Concrete	8
G	103 892	99.0 %	Concrete	8
H	3000	75.0 %	Concrete	8

Table 2 Noise level on inside and outside of toll-booth

Location	TWA [dB(A)]		Lavg(TH = 80) [dB(A)]		Lavg [dB(A)]	
	Inside	Outside	Inside	Outside	Inside	Outside
A	63.1	80.2	63.0	80.2	75.3	81.7
B-1	61.0	58.7	61.1	58.7	72.1	73.3
B-2	64.7	53.1	64.7	53.3	73.6	73.8
C-1	66.2	60.2	66.2	60.2	74.3	73.3
C-2	62.1	50.2	62.3	50.5	72.2	72.9
C-3	61.8	62.5	61.6	62.4	71.7	74.2
C-4	56.0	63.9	56.1	63.9	71.9	73.8
D	65.6	61.4	65.6	61.4	77.5	72.6
E-1	57.5	54.2	57.1	54.3	71.7	76.1
E-2	53.1	66.0	52.6	66.1	72.8	77.2
E-3	56.0	60.6	55.9	60.6	73.3	76.6
E-4	48.1	60.2	48.7	60.1	71.0	73.8
F-1	48.1	48.1	48.0	47.4	73.1	75.3
F-2	51.8	54.2	51.1	42.3	73.8	75.7
F-3	50.2	54.2	50.3	53.8	72.8	74.2
G-1	53.1	55.2	53.2	54.8	71.1	74.7
G-2	61.0	59.7	61.2	59.9	74.4	75.6
G-3	45.2	56.0	45.7	56.3	69.1	74.7
G-4	40.2	72.1	41.0	72.1	67.8	78.5
H-1	40.2	58.7	39.1	58.5	65.6	71.3
H-2	57.5	48.1	57.5	48.5	71.4	69.7

Table 3 Measurement duration and peak level

Location	Measurement duration		Peak level [dB]		No. of cases over 120 dB	
	Inside	Outside	Inside	Outside	Inside	Outside
A	7:17:12	7:15:48	136.8	117.7	2	0
B-1	7:05:46	7:03:43	118.3	121.0	0	2
B-2	7:03:24	7:07:00	116.5	119.3	0	0
C-1	8:02:21	8:01:32	117.8	118.6	0	0
C-2	7:55:09	7:52:20	123.1	121.2	2	1
C-3	8:21:39	8:21:36	128.7	131.2	5	3
C-4	8:29:36	0:15:06	129.4	119.6	3	0
D	8:25:50	8:02:39	115.9	117.3	0	0
E-1	8:30:36	8:31:48	124.6	123.9	9	1
E-2	7:58:02	8:00:37	122.2	115.3	6	0
E-3	7:54:56	7:58:35	126.1	119.4	12	0
E-4	8:24:11	8:24:09	120.4	123.3	1	5
F-1	7:41:30	7:41:52	124.0	114.7	1	0
F-2	7:24:41	7:29:07	115.9	115.9	0	0
F-3	7:33:36	7:32:41	131.5	130.8	2	0
G-1	8:14:17	8:17:19	124.1	115.9	6	0
G-2	8:23:14	4:15:12	120.6	114.7	1	0
G-3	8:47:27	5:00:06	128.4	118.0	7	0
G-4	8:36:37	5:34:42	132.3	118.9	10	0
H-1	7:48:19	7:47:05	117.8	122.2	0	1
H-2	8:06:13	7:43:54	119.3	114.6	0	0

약 8시간 동안 측정하였다. 다만 C-4 위치에서는 장비의 오류로 재측정을 실시하였으며, 실제 측정시간은 약 15분이나, 측정하지 않은 나머지 근무시간에도 측정시간의 소음과 유사한 수준의 소음이 발생한다고 판단하여 위의 식 (2)에 의해 측정값을 8시간으로 환산하여 TWA값을 구하였다.

부스 내부에서의 피크값은 107.3 dB(A)에서 134.0 dB(A)였고, 부스 외부에서의 피크값은 107.7 dB(A)에서 121.5 dB(A)였다. 산업안전보건기준에 관한 규칙에는 120 dB(A) 이상 소음이 1초 이상 간격으로 발생하는 것을 충격소음이라 하고, 120dB(A)를 초과하는 충격소음의 1일 노출횟수를 10 000회 이하로 규정하고 있다.

그러나 동 연구에 사용된 장비는, 주파수보정을 하지 않은 피크값에 대해서는 시간대별 측정값을 제시하고 있으나, A특성으로 설정한 피크값에 대해서는 시간대별 측정값이 제시되지 않아, 120 dB를 초과하는 충격소음의 1일 노출횟수 파악을 위해서 주파수보정을 하지 않은 피크값을 사용하였다.

Table 3과 같이 부스내부에서는 120 dB를 초과하는 횟수의 최대치는 E-3지점에서 12회 발생하였고, 부스외부에서는 E-4지점에서 5회 발생하였다.

3.2 부스 내·외부 소음수준

8시간 시간가중평균(TWA) 기준 고속도로 톨게이트 요금부스 내부의 소음 평균 수준은 55.4 dB(A)이고, 외부의 소음 평균 수준은 58.3 dB(A)로 부스 외부에서 측정된 소음수준이 다소 높게 측정되었으나 Table 4에서 보듯이 통계적으로는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다($p > 0.05$).

즉 근로자들이 부스내부에 근무함으로써 외부 소음에 직접 노출되는 것에 비해 소음감소 효과를 일부 얻는 것으로 확인되었으나, 통계적으로 유의한 정도의 감소효과는 아닌 것으로 판단된다.

Table 4 Average noise level of tollbooths

Position		Mean	SD	t-value	p-value
TWA	Inside	55.4	7.9	-1.172	0.255
	Outside	58.3	8.6		
Lavg	Inside	72.2	2.6	-3.596	0.002
	Outside	74.8	2.5		

Lavg 기준 고속도로 톨게이트 요금부스 내부의 소음 평균 수준은 72.2 dB(A)이고, 외부의 소음 평균 수준은 74.8 dB(A)로 부스 외부에서 측정된 소음 수준이 다소 높게 측정되었고 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(p < 0.05).

3.3 통행량에 따른 상관관계

일일 차량 통행량 및 승용차 통행량이 부스 내·외부의 TWA 소음수준에 영향을 미치는지의 여부를 Table 5와 같이 회귀분석하여 통계적인 의미를 확인하여 보았다. 소음도와 통행량의 자리수에 큰 차이가 있어 통행량은 로그값을 사용하여 회귀식을 검토하였다.

일일 교통량 및 승용차 통행량이 톨게이트 요금수납 부스 내부 소음에 미치는 영향을 회귀방정식의 형태로 정리하면 식 (3)과 같다.

$$Y = 105.532 - 136.928\log(X1) + 127.139\log(X2) \quad (3)$$

여기서 X1은 일일 차량통행량, X2는 승용차 통행량이다.

고속도로 톨게이트 요금부스 내부의 소음은 일일 교통량에 따라 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으며(p < 0.05) 승용차 통행량 역시 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(p < 0.05).

일일 교통량 및 승용차 통행량이 톨게이트 요금부스 외부 소음에 미치는 영향을 확인하기 위해 회귀분석한 결과를 회귀방정식의 형태로 정리하면 식 (4)와 같다.

$$Y = 92.162 - 137.392\log(X1) + 131.408\log(X2) \quad (4)$$

톨게이트 요금부스 외부의 소음은 일일 교통량에 따라 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(p < 0.05). 요금부스 외부의 소음 또한 승용차 통행량에

의해서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(p < 0.05).

4. 고 찰

톨게이트 요금부스 8개소 내부 발생소음의 TWA 평균은 55.4 dB(A)이고 외부 소음의 TWA 평균은 58.3 dB(A)로 고용노동부 노출기준인 90 dB(A)에 비해서는 낮은 수준을 보였다.

Lavg 기준으로는 요금부스 내부에서 72.2 dB(A), 외부에서는 74.8 dB(A)의 소음수준을 나타내었다.

고속도로 요금부스 내부 소음을 측정된 타 연구 결과가 없어, 고속도로 갓길에서의 소음수준을 측정된 다음의 연구결과와 부스내·외부에서 측정된 소음수준을 비교하였다. 김철환(2011) 등에 따르면 아스팔트 포장도로 갓길에서 높이에 따라 측정된 소음수준은 1 m 높이에서는 83.6 dB(A)에서 85.3 dB(A), 3 m 높이에서는 83.8 dB(A)에서 84.4 dB(A), 5 m 높이에서는 83.0 dB(A)에서 83.5 dB(A) 그리고 7 m 높이에서는 83.0 dB(A)에서 83.4 dB(A)이었다. 콘크리트 포장도로 갓길에서 측정된 소음 수준은 1 m 높이에서는 77.2 dB(A)에서 87.3 dB(A), 3 m 높이에서는 77.0 dB(A)에서 87.4 dB(A), 5 m 높이에서는 76.0 dB(A)에서 86.3 dB(A) 그리고 7 m 높이에서는 76.0 dB(A)에서 85.9 dB(A)의 소음수준을 나타내었다. 저소음 아스팔트 포장도로에서 측정된 소음 수준은 1 m 높이에서는 68.1 dB(A)에서 81.5 dB(A), 3 m 높이에서는 70.1 dB(A)에서 79.4 dB(A), 5 m 높이에서는 70.2 dB(A)에서 78.6 dB(A) 그리고 7 m 높이에서는 70.2 dB(A)에서 78.6 dB(A)의 소음수준을 나타내었다⁽⁷⁾.

톨게이트 요금소 도로 노면이 콘크리트이고, 지면으로부터 요금부스에 앉아 있는 근로자의 높이가 1 m정도임을 감안하여 콘크리트 포장도로 갓길 1 m 높이에서의 소음수준인 77.2 dB(A)에서 87.3 dB(A)와 부스에서 측정된 Lavg 소음수준과 비교하면, 부스내부의 소음수준은 65.6 dB(A)에서 77.5 dB(A), 부스외부의 소음수준은 69.7 dB(A)에서 81.7 dB(A)로 고속도로 갓길보다는 낮은 수준을 보였다. 그러나 환경부의 생활소음 규제 기준 중 그 밖의 지역의 사업장(기타)에서의 주간(07:00~18:00) 소음기준인 65 dB(A) 및 공장소음 배출허용기준의 도시지역 중

Table 5 The effect of traffic volume to noise level

Factor	Inside		Outside	
	B	p-value	B	p-value
Daily mean volume of traffic	-136.928	0.025	-137.392	0.028
Traffic volume of passenger car	127.139	0.03	131.408	0.029

일반 공업지역 및 전용공업지역의 낮(06:00~18:00) 시간 소음기준인 70 dB(A) 보다는 높은 소음수준을 나타내었다.

그리고 저소음 아스팔트 포장도로에서 측정 한 소음수준이 아스팔트 및 콘크리트 포장도로에서 측정 한 소음수준 보다 낮으므로, 고속도로 요금소 톨게이트 부분의 노면을 저소음 아스팔트 포장으로 교체 하면 근로자에게 노출되는 소음을 조금 더 줄일 수 있을 것으로 판단된다.

TWA 기준 톨게이트 요금부스 내부 소음과 외부 소음은 통계적으로는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났으나, 평균으로 비교하면 부스 외부 소음은 58.3 dB(A)로 부스 내부 소음인 55.4 dB(A)에 비해 다소 높은 것으로 나타났다. 평균으로는 부스 외부의 소음수준이 높았으나, 각각 부스에서 측정 한 결과를 보면 일부 부스의 경우에는 부스 내부 소음이 외부 소음에 비해 높게 나타났다.

Table 2에서 보듯이 부스내부의 소음이 외부소음에 비해 높게 나타나는 경향이 TWA값과 Lavg값에 있어 차이가 있는 것을 확인할 수 있었다. 반면 TH를 80으로 설정한 Lavg(TH = 80)값과 TWA값은 부스내부의 소음이 외부소음에 비해 높게 나타나는 경향이 일치함을 보여준다. 따라서, TWA값과 Lavg값의 경향이 다른 것은 TH의 설정으로 인하여 80 dB 이하의 값을 제외한 분석결과와 TH를 설정하지 않은 경우의 분석결과와의 차이로 판단된다.

부스 내부에서 측정 한 소음이 외부에서 측정 한 소음보다 높은 이유가 일일 차량 통행량이나 승용차 통행량과 상관관계가 있는지 확인하기 위하여 부스 내부 소음이 외부소음보다 높은 군과 부스 외부소음이 더 높은 군으로 구분하여 일일 차량통행량과 승용차 통행량과의 상관관계를 확인하였다.

Table 6과 같이 부스 내부 소음이 외부소음보다 높은 것은 일일 차량 통행량과 상관관계가 없었으며 (p > 0.05), 승용차의 통행량과도 상관관계가 없는 것으로 나타났다(p > 0.05).

부스 내부에서의 소음이 부스 외부에서의 소음보다 높은 것은 일일 차량 통행량 및 승용차 통행량과는 상관이 없는 것으로 판단되나, 그 외 고려해 볼 수 있는 인자로는 도로 포장재의 종류, 요금소 부스의 형식, 부스 내부 배기장치의 형식 및 배기장치 가동여부 등이 있을 수 있다.

Table 6 Factors affecting higher noise level in toll-booths

Factor	B	S.E.	Exp(B)	95 % CI	p-value
Daily mean volume of traffic	-38.144	27.765	0.000	0.000~1.170E7	0.170
Traffic volume of passenger car	34.899	26.227	1.433E15	0.000~3.027E37	0.183

측정 대상 8개 요금소는 모두 콘크리트로 포장이 되어 있어 도로 포장재의 종류에 따른 차이는 없었다. 그러나 부스의 형식, 부스 내부 배기장치의 형식 및 측정시간 동안 배기장치 가동여부 등에 대한 파악은 하지 못하여 이에 따른 차이점을 확인하지 못한 점이 이번 연구의 한계점이라고 판단된다.

5. 결 론

고속도로 요금소 수납원을 대상으로 실시한 근로 환경실태 조사 중 부스 내 가장 심각하다고 생각하는 유해물질에 대한 설문조사결과 대기오염 다음으로 소음공해가 유해하다고 조사되었다.

국내 고속도로 영업소 8개소를 대상으로 영업소별 요금수납부스 1개소에서 4개소에 대해 부스 내부 및 외부에서 발생하는 소음을 측정하였다.

톨게이트 요금부스 8개소 내부 발생 소음의 TWA 평균은 55.4 dB(A)이고 외부 소음의 TWA 평균은 58.3 dB(A)로 고용노동부 노출기준인 90 dB(A)에 비해서는 낮은 수준을 보여주었다.

그러나 Lavg 기준으로는 요금부스 내부에서 72.2 dB(A), 외부에서는 74.8 dB(A)의 소음수준을 나타내었다. 이는 환경부의 생활소음 규제 기준 중 그 밖의 지역의 사업장(기타)에서의 주간(07:00~18:00) 소음기준인 65 dB(A) 및 공장소음 배출허용기준의 도시지역 중 일반 공업지역 및 전용공업지역의 낮(06:00~18:00)시간 소음기준인 70 dB(A) 보다는 높은 소음수준 이었다.

8시간 시간가중평균(TWA) 기준 고속도로 톨게이트 요금부스 내부의 소음 평균 수준은 55.4 dB(A)이고, 외부의 소음 평균 수준은 58.3 dB(A)로 부스 외부에서 측정 한 소음수준이 다소 높게 측정되었으나

통계적으로는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다 ($p > 0.05$).

요금수납 부스 내부의 소음은 일일 교통량에 따라 유의한 차이가 있는 것으로 나타났고($p < 0.05$), 승용차의 통행량에 따라서는도 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($p < 0.05$).

요금수납 부스 외부의 소음 역시 일일 교통량 및 승용차의 통행량에 따라 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($p < 0.05$).

일부 요금수납 부스에서는 부스 내부에서의 소음이 부스 외부에서의 소음보다 높게 나타났으며, 이는 일일 차량 통행량 및 화물차 대비 승용차 통행 비율과는 상관이 없는 것으로 나타났다.

References

- (1) Kim, H. I., Kang, D. M., Kim, J. E., Kim, S. Y., Kim, S. E. et al., 2015, The Survey on the Working Condition of Cashiers at Highway Tollbooths, Occupational Safety and Health Research Institute.
- (2) Roh, Y. M., Park, C. Y., Chung, C. K., Lee, K. M. et al., 1990, A Survey on the Air Pollution of Expressway Tollgates in Korea, Korean J. Occup Environ. Med., Vol. 2, No. 2, pp. 142~152.
- (3) Kim, S. D., Pak, S. K., Bong, C. K., Kim, J. H., Kang, H. J. et al., 1990, A Study on the Condition of Air Pollution Near Tollbooths on Highway, Korean

Journal of Air-conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 11, No. 3, pp. 359~368.

(4) Notification No. 2016-39 of Ministry of Employment and Labor, 2016, Notification on the Work Environment Measurement and the Evaluation of the Designated Measurement Institutes.

(5) Jung, J. Y., Phee, Y. G. and Kim, K. Y., 2011, The Development of Operational Manual for Work Environment Management Institute, Korea Occupational Safety and Health Agency.

(6) Notification No. 2016-41 of Ministry of Employment and Labor, 2016, Threshold Limit Values of Chemical Substance and Physical Substances.

(7) Kim, C. H., Chan, T. S. and Kim, D. S., 2012, Characteristic Analysis of Highway Traffic Noise, Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering, Vol. 22, No. 12, pp. 1191~1198.



Kab Bae Kim received M.S. degree in the Dept. of Institute of Sound and Vibration Research from University of Southampton in 2008. He is currently a senior researcher at Korea Occupational Safety and Health Agency. His research interest is in the area of noise control at workplaces.