

실시간 교통량을 이용한 고속도로 요금소 대기오염도 예측

박성규[†] · 김신도 · 이정주*

서울시립대학교 환경공학과

*용인대학교 환경보건학과

Air Pollution Prediction at Highway Tollgate by Using Real Time Traffic Volume

Seong Kyu Park[†], Shin Do Kim and Jeong Joo Lee*

Dept. of Env. Eng. Univ. of Seoul

*Dept. of Environmental Health Yong-In Univ

(Received 21 November 2000 ; Accepted 25 December 2000)

ABSTRACT

The increase in traffic is a worldwide phenomenon. In Korea, it has been increased by 20% per annual in recent 1990's and approximately 10 millions cars had been registered until 1997. This traffic could easily affect and contribute the local outdoor air quality(OAQ) concerned. The OAQ in highway is one of the examples and the subject in this study. The Seoul tollgate located at the north-end of Keyongbu Highway was selected for the study. In case of highway tollgate, the local air pollution could be directly affected by the traffic to approach, wait and start the tollgate. Nitrogen dioxide (NO₂) concentration exceeded the EAQS(Environmental Air Quality Standards), but overall indoor air quality was a little better than the outdoor air quality. The measured TSP concentration was much higher than that of the EAQS. To apply a management to a air quality problem of Seoul tollgate, it was predicted air quality with traffic volume and weather condition. It was calculated NO₂ emission with traffic volume and predicted in and out of booth by CALINE3 at the Seoul tollgate. To make a comparison between measured and predicted concentration, the prediction was good. It was shown that NO₂ concentration was high in the morning at the from Seoul direction and in the evening at the to Seoul direction. It was thought that NO₂ concentration variation was reflected according to the traffic volume.

Keywords : Traffic Volume, Air Pollution, Tollgate Booth

I. 서 론

자동차는 인간에게 중요하고 필요한 수단이지만, 자동차로부터 배출되는 대기오염물질은 인간의 건강에 악영향을 미치고 있고, 이에 대한 많은 연구가 이루어지고 있다. 우리 나라도 생활수준이 향상되면서 1997년 자동차 등록 대수는 1,000만대를 넘어섰고, 자동차 이용의 증가로 인한 대기오염이 날로 심화되고 있다. 세계보건기구(WHO) 건강환경센터의 Carlos Dora는 1999년 6월 제3차 유럽 환경-건강 장관회의에서 '최근 오스트리아, 폴란드와 스위스에서 자동차 배출가스로 인한 장기적인 대기오염으로 매년 호흡기 질환 또는 심장질환 관련 초과 사망자수가 21,000명으로 이들 국

가에서의 교통사고 사망자수 보다 많다'는 연구 결과를 발표하였다.¹⁾ 이와 같이 교통에 의한 대기오염 문제가 현안으로 대두되고 있으며, 원활한 교통과 환경에 관한 새로운 방향의 대처 방안에 대한 연구가 필요한 실정이다.^{2,4)}

자동차로 인한 대기오염 저감을 위해 환경부는 저공해 자동차(LEV : Low Emission Vehicle) 생산을 위한 기술개발, 청정연료 사용과 연료품질 개선, 교통운용의 극대화를 통한 대기오염 저감과 기타 대중교통 이용과 같은 국민홍보 등의 다양한 정책을 추진하고 있다.⁵⁾ 특히, 원활한 교통흐름을 통한 연료소비의 감소와 이에 따른 배출가스의 저감을 도모함과 동시에 교통량과 교통흐름, 지형적인 영향, 기상조건의 변화 등을 고려한 대기오염의 정확한 평가와 기여도를 파악할 필요가 있다. 원활한 교통흐름을 위한 신호체계의 개선과 도심에서 양호한 확산을 유도할 수 있는 도시 및 교통계획도 필요한 실정이다.

[†]Corresponding author : Department of Environmental Health Yong-In University
Tel: 02-2210-2315, Fax: 02-2242-4962
E-mail: mincheon@chollian.net

한편, 고속도로 이용차량의 증가로 인하여 고속도로 주변과 요금소의 대기환경은 악화되어 가고 있으며, 고속도로를 이용하는 자동차도 하루 약 230만대 이상을 기록하고 있다. 경부고속도로의 서울 관문인 성남시 공내동 서울영업소는 국내 최대의 고속도로 요금소로서, 해마다 20% 이상 증가하는 교통량으로 인하여 요금소와 그 주변 지역의 대기오염이 심화되고 있다. 현재 고속도로에는 139개소의 통행료 징수 요금소가 운영되고 있는데, 요금소 주변은 일반 고속도로 구간과는 달리 자동차의 공회전, 급격한 가속 등으로 인한 대기오염물질의 증가가 가중되는 곳이다. 특히, 최근에는 자동차 배출가스 중에 많이 포함되어 있는 중금속, 다환방향족 탄화수소류(PAHs; Polycyclic Aromatic Hydrocarbons) 등이 건강에 큰 피해를 줄 수 있는 것으로 보고되고 있어서 이에 대한 주의가 요구된다. 이러한 대기환경은 좁은 공간 내에서 직접적으로 대기오염물질에 노출되는 고속도로 요금소의 버스 근무자의 건강에 큰 영향을 미칠 것으로 추정된다. 그러나, 아직까지 일반 근로자와는 달리 이들의 근무환경 특성에 따른 작업환경과 건강영향에 대한 연구가 미비한 실정이며, 특히 외부의 자동차 배기가스가 버스 내부로 유입될 경우 근무자의 인체에 심각한 영향을 초래할 우려가 있어, 요금소에서 자동차 배출가스에 대한 오염 방지대책 수립이 요구된다. 따라서, 버스 외부의 교통량과 교통흐름에 따른 대기오염도를 모니터링하여 버스내부의 청정상태를 유지하여 근무자의 건강을 보호하여야 한다.

본 연구에서는 실시간 교통량을 이용한 고속도로 요금소 주변의 대기오염도를 예측하는 기법을 제시하기 위하여 교통량과 대기오염도를 실측하고, 교통흐름 특성과 기상조건의 변화 등에 따른 대기오염도를 예측하여 실측농도와 비교하였다. 서울 영업소를 대상으로 교통량에 따른 대표적인 자동차 대기오염물질인 NO₂ 배출량을 산정하고, 대기오염확산모델을 이용하여 요금소 주변지역의 NO₂ 농도를 예측하고, 요금소 버스 내·외부의 전체적인 대기오염도를 예측하는 시스템을 개발하고자 하였다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 현황조사

대상으로 한 한국도로공사 서울영업소는 성남시 공내동에 위치하고 있으며, 국내 고속도로 요금소 중 가장 규모가 큰 요금소로서 상·하행선 포함하여 총 32개 차선, 32개 부스가 설치되어 있다. 요금소의 동쪽 도로 끝부분에는 길이 80 m, 높이 5 m의 방음벽이 설치되어

있고, 방음벽 뒤쪽에는 길이 약 4 km, 높이 약 5 m의 언덕이 도로와 평행하게 뻗어있다. 그리고, 요금소 서쪽에는 해발 약 300 m의 야산이 위치하고 있어, 서울영업소는 분지 형태를 이루고 있다. 요금소 및 그 주변 지역의 대기환경의 측정 결과를 분석하여 현재 가장 문제제시되고 있고, 자동차에 의한 대기오염물질의 정도를 가장 잘 반영하고 있는 오염물질을 채택하여 모델에 반영하고자 하였다.

요금소와 그 주변의 대기오염도를 조사하기 위하여 4계절에 걸쳐 SO₂, NO₂, CO, TSP의 농도를 측정하였다. 현장조사 일정은 1997. 4. 23~4. 27(봄), 8. 20~8. 24(여름), 11. 5~11. 9(가을), 1998. 1. 15~1. 19(겨울)로 각 계절별 5일씩 1시간 평균농도로 측정하여 측정기의 안정과 자료 축적상의 문제가 없는 기간(각 4일간)을 대상으로 자료를 분석하였다. 대기오염물질의 농도측정은 대형 디젤자동차가 주로 통과하는 5번부스와 중·소형 가솔린자동차가 통과하는 10번부스에 각각 1곳씩 선정하여 부스의 내부와 외부에서 측정하였다. 교통량 자료는 서울영업소에서 차량이 통과하면서 카드리더기에 의해 집계되는 통과 교통량을 수집하여 활용하였다.

2. 자동차 대기오염물질 배출량 산정

교통부문의 자동차에 의한 대기오염물질의 배출량을 산정하는 방법으로는 차종별 평균주행거리(VKT: Vehicle Kilometer Traveled)를 이용하는 방법, 연료판매량 자료를 이용하는 방법, 각 도로구간의 교통량을 추정하여 산정 하는 방법, 실시간 교통량 자료를 이용하여 차량대수와 통과속도 자료를 수집하여 산정 하는 방법 등을 들 수 있다. 이 중 통과 교통량 자료를 이용하는 방법으로 대상도로의 통과대수와 통과속도를 고려한 배출계수를 적용하여 배출량을 산정하는 방법이다. 이 방법을 적용하기 위해서는 정확한 교통정보의 수집이 가능해야 한다. 현재 국내에서 실시간으로 통과 교통량 자료가 수집되는 곳은 한국도로공사의 각 요금소 교통량과 서울의 경우 강남구 지역의 첨단교통신호시스템, 여의도 잠실구간에 운영되고 있는 올림픽대로 교통관리시스템 등에서 교통량과 차량속도 등의 자료가 수집되어 원활한 교통소통을 주목적으로 한 교통정보를 제공하기 위하여 설치·이용되고 있다.⁶⁾ 그러나, 아직 실시간 통과 교통량 자료는 일부 지역에서만 수집되고 있으며, 일반인이 쉽게 자료를 공유하기 어려운 점이 많다. 따라서, 각 기관별 교통관련 자료 수집의 활용체계 구축과 첨단교통시스템과의 연계를 통한 교통량 자료를 이용하여 차량대수와 주행속도 자료를 수집하여 대기환경분야로 활용할 수 있는 자료수집 형태

의 제시와 이의 활용에 대한 많은 연구가 필요한 실정이다. 본 연구에서는 현재 실시간으로 교통량 자료를 수집하고 있는 한국도로공사 서울영업소의 통과 교통량을 이용하여 대기환경분야에 적용하여 활용하는 방안으로 교통량과 기상변화에 따른 대기오염도를 예측하는데 활용할 수 있는 형태를 제시하고자 하였다. 단위 시간당 NO₂의 총배출량 Q_{VOL}(kg/hr)는 교통량과 통과속도를 이용하여 식 (1)과 (2)와 같이 이용하였다.

$$Q_{VOL} = \sum Q_{VOLi} \quad (1)$$

$$Q_{VOLi} = VOL_i \times EF_i \times L_j \times 10^{-3} \text{ (kg/g)} \quad (2)$$

여기서, Q_{VOL}: 통과 교통량으로 계산한 총 배출량(kg/hr)
 Q_{VOLi}: 통과 교통량으로 계산한 차종별 배출량(kg/hr)
 VOL_i: 차종별 통과 대수(vehicle/hr)
 EF_i: 차종별 배출계수(g/km · vehicle)⁷⁾
 L_j: 도로의 구간 길이(km)

3. 대기오염 예측모델

본 연구에서 사용한 대기오염 예측모델은 UNAMAP (User's Network for Applied Modelling of Air Pollution)에서 제공하고 있는 모델 중에서 선오염원에 의한 확산을 예측하기 위하여 이용되고 있는 CALINE3 모델을 기본으로 하였다. 특히, 농도 계산에 영향을 줄 수 있는 수평 · 수직 확산계수와 풍향 · 풍속 등 여러 기상인자 중 풍속에 대한 가정에서 저풍속인 경우에는 과대평가 되는 부분을 현장조사 실측치와 비교 · 평가하여, 풍속항을 보정할 수 있는 수정한 CALINE3 모델⁸⁾을 이용하였다.

CALINE3는 가우시안 확산식(gaussian diffusion equation)에 근거하고, 도로상의 오염확산을 예측하기 위해 혼합층(mixing zone) 개념을 채택하여 좁은 미시규모지역(micro-scale region)에서 교통시설로 인한 대기오염물질이 인근 지역에 미치는 영향을 평가하는 모델이다.⁹⁾ 모델에 사용되는 입력자료 형태는 크게 교통량, 배출계수, 오염원 높이 등의 배출강도(source strength), 풍향, 풍속, 대기안정도, 혼합고 등의 기상(meteorology) 부분, 기타 도로형태(평坦, 성토, 교량, 절토), 지형특성(site characteristics)에 따른 표면거칠기(roughness) 등의 자료를 이용하여 주로 좁은 미시규모지역에서 인근의 교통시설로 인한 대기질 영향을 예측한다. 단위구간내에서 발생하는 오염물질은 단위구간에 해당하는 유한선오염원을 따라 배출되는 것으로 가정하고, 그 오염물질은 가우시안 확산식에 의하여 풍하측(downwind)으로

확산되는 것으로 가정한다. 단위 구간에서부터 풍하방향의 농도는 직교방향(crosswind)의 유한선오염원에 따라서 식 (3)과 같은 가우시안 확산방정식을 사용하여 계산하며, 수용점의 농도는 유한선오염원의 길이에 기인된다는 것으로 가정한다. 수용점의 농도 C(ppb)는 대상으로 된 오염원에 의한 농도 C_i를 식 (4)과 같이 더하여 구한다.

$$C_i(x_i, y_i, z_i) = \frac{q}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \left\{ \left[\exp\left(\frac{-y^2}{2\sigma_y^2}\right) \right] \left[\exp\left(\frac{-(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right) + \exp\left(\frac{-(z+H)^2}{2\sigma_z^2}\right) \right] \right\} \quad (3)$$

여기서, C_i: 수용점에서의 농도(ppb)
 q: 배출량(g/s)
 u: 풍속(m/s)
 H: 배출원 높이(m)
 σ_y, σ_z: 수평 · 수직 확산계수(m)
 x_i, y_i, z_i: 오염원 에서 수용점의 좌표(m)

$$C = \sum C_i + BC \quad (4)$$

여기서, C_i: 수용점에서의 농도(ppb)
 BC: 배경농도(background concentration, ppb)

모델 적용시 예측길이는 600 m(수용점인 부스를 중심으로 양방향 300 m), 도로의 폭은 163.2 m(1개 차로의 폭 5.1 m × 32개 차로)로 하였다. 상 · 하행선의 각 부스별 통행 차량을 반영하기 위하여 1~6번 부스는 대형(상행), 7~10번 부스는 중 · 소형(상행), 11~14번 부스 소형(상행), 15~19번 부스 소형(상 · 하행가변), 20~23번 부스 소형(하행), 24~27번 부스 중형(하행), 28~32번 부스 대형(하행)로 이를 7개 link로 구분하고, 평행하게 뻗어있는 도로로 가정하여 모델을 수행하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 대기질

부스 외부의 대기오염도는 대기환경기준과 비교하여 SO₂, CO의 경우 기준을 만족하고 있는 것으로 나타났지만, 일반 대도시의 공기 질보다는 열악한 상황이며, NO₂의 경우 평균 농도가 85.6~92.1 ppb로 대기환경기준치(연간 및 24시간)를 초과하고 있어서 가스상오염물질 중에서 가장 주목해야 할 항목으로 판단되었다. 부스 내부의 공기질은 상대적으로 외부보다 낮은 수준이었지만, NO₂의 경우 외부 오염도가 절대적으로 높아

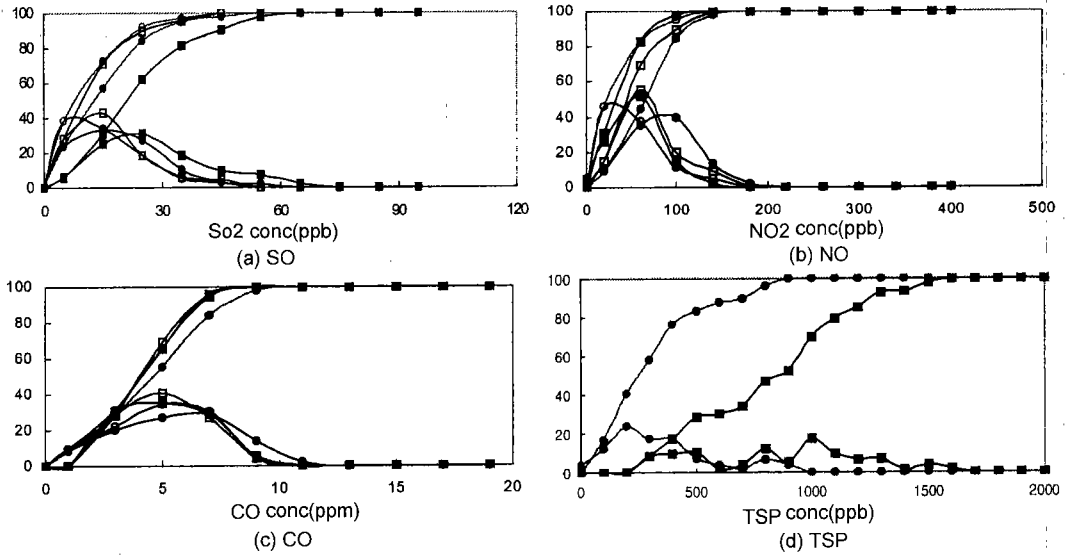


Fig. 1. Characteristic of air pollution distribution at the Seoul tollgate (■ : large vehicle(No. 5 booth) outdoor, □ : large vehicle(No. 5 booth) indoor, ● : small vehicle(No. 10 booth) outdoor, ○ : small vehicle(No. 10 booth) indoor).

부스 내부에서도 다른 오염물질에 비해 높은 수준이었다. 먼지농도는 대기환경기준치를 크게 초과하는 것으로 나타났으며, 소형차량이 통과하는 부스에 비해 대형 차량이 통과하는 부스의 농도가 상대적으로 높게 나타났다. 특히 대형 차량이 통과하는 5번 부스 외부의 TSP농도가 가장 높아 먼지에 대한 대책이 시급한 것으로 나타났다.¹⁰⁾ Fig. 1은 측정된 오염물질의 농도빈도분포로서 서울영업소 주변의 대기오염도 측정결과, 이산화질소(NO₂)와 총부유먼지(TSP)가 가장 문제시되는 자동차 오염물질로 분석되었다. 따라서, 서울영업소를 대상으로 교통량에 따른 대표적인 자동차 대기오염물질인 NO₂ 배출량을 산정하고, 대기오염확산모델을 이용하여 요금소 주변지역의 NO₂ 농도를 예측하였다.

2. 교통량

일일 평균 통행량은 주중이 약 199,000대, 주말이 약 206,000대이며, 주말이 주중과 비교할 때, 야간시간 이전 통행량이 약간 많다는 차이는 있으나 거의 비슷하고 08시 이후부터는 거의 같은 통행량을 나타내었다. Fig. 2의 (a)는 주중의 통행량을 나타낸 것으로 06시부터 교통량이 급격히 증가하여 19시부터 교통량이 감소하는 경향이 나타났다. (b)는 1997년의 서울영업소 월별 통행량을 보여준다. 계절별로는 봄철~가을철 교통량은 유사하였고, 겨울철 이용량이 가장 적었다. 차종은 대형차(15%) 보다 소형차(85%) 절대적인 비중을 차지하는 것으로 나타났다.

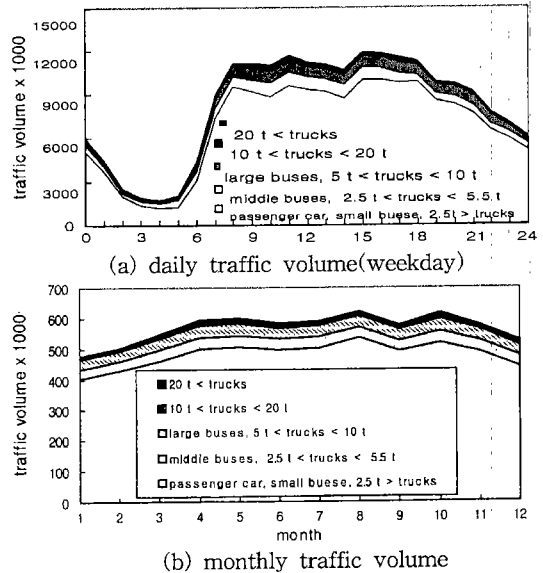


Fig. 2. Traffic volume at the Seoul tollgate(1997).

3. 배출량 산정

교통량은 배출량을 계산하는 기본자료로서 시간대별·차종별 교통량을 파악하여 자동차에 의한 대기오염물질의 배출량을 계산하는데 사용된다. 따라서, 배출량을 산정하기 위해서는 교통량을 정확히 파악해야 한다. 하지만, 현재 서울영업소에서 집계되는 차종별 구분은 배출량 산정시 필요한 차종별로 집계되지 않기 때문

에 실제 모델의 운영시에는 총교통량 통행차량의 수를 차량카드 리더기에서 산입하여 계산하고, 차중비는 기존 자료를 이용하여 추정하여 이용하였다. 한국도로공사 고속도로 교통량조사(1987~1996년) 자료 중 1992년 경부고속도로 8차선 확장 이후 최근 4년간의 '시간대별 교통량 변화(매년 10월 중순 목, 금)', '구간별·요일별 월평균 교통량(A.D.T)의 변화'의 자료를 이용하였다. 모델에서 필요로 하는 차종의 분류(7종)와 현재 한국도로공사에서 분류하는 차종(5종)의 집계방식의 차이로 인하여, 대기오염을 예측하고자 하는 1997년 10월(목)의 시간대별·차종별 일교통량을 추정한 후, 연평균 일교통량(A.A.D.T.: Annual Average Daily Traffic)을 식 (5)과 같이 산정하였다. 측정 해당 월·요일의 가중치를 적용하여 식 (6)과 같이 측정 당일의

일교통량(A.D.T.: Average Daily Traffic)을 산정하였다.^{11,12)} 요일별, 월별 차중비는 Table 1과 Table 2를 이용하였다. 따라서, 교통량은 실제 집계되는 총교통량을 이용하고, 기존자료를 이용하여 차중비를 추정하여 시간대별로 차종별 통과교통량을 산정하였다.

$$A.A.D.T. = \frac{\text{Oct. (Thu.) Traffic}}{(\text{Thu. Daily factor} \times \text{Oct. Monthly factor})^{1/v(\text{hr})}} \quad (5)$$

$$A.D.T. = A.A.D.T. \times D \cdot F \times M \cdot F [v/\text{hr}] \quad (6)$$

where, D · F : Daily factor

M · F : Monthly factor

자동차로부터 배출되는 오염물질 양은 자동차의 종

Table 1. Daily factor(1993~1996)

vehicle type	SUN	MON	TUE	WED	THU	PRI	SAT
passenger-cars	137.30	112.63	85.43	84.00	86.35	90.80	113.90
buses	117.00	102.85	95.15	92.65	97.78	99.50	96.15
trucks	54.50	89.63	115.35	113.70	114.33	115.43	96.98
total	113.58	105.53	92.00	90.48	92.33	97.35	108.63

Table 2. Monthly factor(1993~1996)

vehicle type	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
passenger-cars	94.40	92.15	87.88	95.10	94.38	94.45	98.90	121.38	109.68	106.68	105.60	99.35
buses	90.03	87.25	94.50	103.25	103.05	95.38	93.23	102.33	108.23	118.45	105.63	98.60
trucks	78.68	90.93	97.23	99.40	98.23	106.30	104.75	98.50	106.88	103.60	107.25	108.13
total	91.73	91.63	90.85	97.30	96.18	96.48	99.65	116.78	107.7	106.15	103.20	100.58

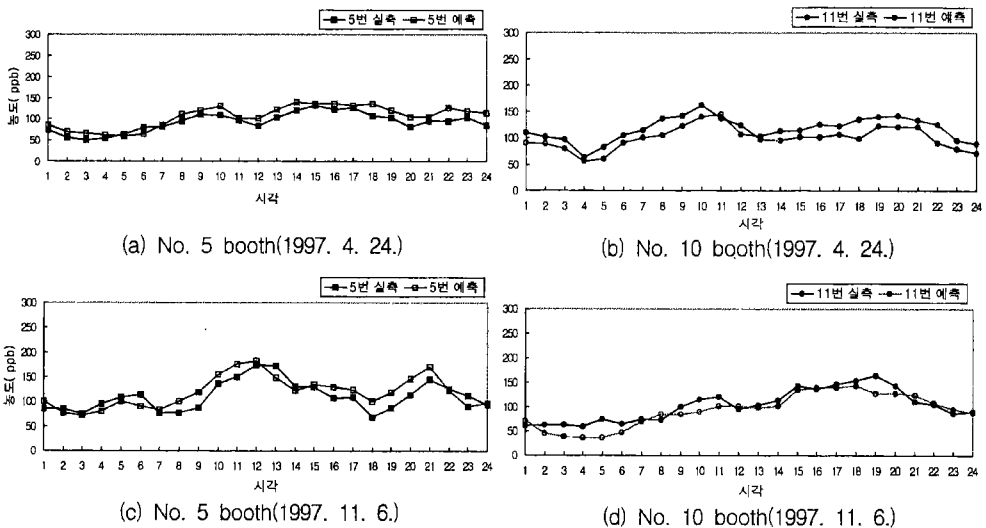


Fig. 3. Variation of measured and predicted concentration.

류, 사용연료, 누적주행거리, 주행속도 등에 좌우된다. 그러므로 자동차로부터 배출되는 오염물질 배출량을 산출하기 위한 원단위 오염물질 배출계수는 차종에 따라 사용연료, 규제기준 등을 고려하여 산정하여야 한다.

본 연구에서는 국립환경연구원 자동차공해연구소의 자료를 이용하여 NOx의 배출량을 산정하였다. 요금소 주변에서는 속도가 저감되므로, 1990년 서울시 평균 주행속도인 21.9 km/hr에 대한 값을 이용하였다. 또한, 산정한 NOx 배출량 중에서 NO₂ 배출량은 고속도로 요금소에서 자동측정기로 실측한 자료를 이용하여, NOx의 38.4%로 하여 계산하였다.

차종의 구분은 승용차, 버스(소형:12인승 이하, 보통:17인승 이상), 트럭(소형:1톤 이하, 중형:1~8톤, 대형:8톤 이상)으로 구분하였으며, 승용차의 경우 모두 무연휘발유를 사용하는 1989년 이후 모델로 가정하였다.

4. 예측모델의 민감도 분석

예측모델의 NO₂ 농도의 민감도를 평가하기 위하여 1997년의 사례에 적용하여 예측 성능의 정확도를 검증하였다. 교통량 자료, 기상자료를 모델에 적용하여 계산한 예측농도와 4월 24일과 11월 6일의 5번과 10번 부스의 외부 NO₂ 측정 농도를 비교하였다. Fig. 3은 이러한 방식으로 출력된 결과와 실측치를 함께 나타낸 것이다. 출력결과를 살펴보면 예측치는 실측치와 아주 유사하게 하루 중 교통량의 변화에 따라 NO₂ 농도가 변화함을 알 수 있었다. 또한, 모델의 예측능력을 평가

하기 위하여 x축을 예측치, y축을 실측치로 하여 상호관계를 Fig. 4에 나타내었다. 상관계수 R²=0.7019로 양호한 상관관계를 나타내고 있다.

5. 대기오염도 예측 적용

개발된 모델을 이용하여 1997년 11월 6일의 각 부스별, 시간대별 부스의 외부 대기오염도를 예측하였다. 부스의 내부 농도는 4계절 동안의 부스 내부와 외부의 실측자료의 95.44%(2σ) 유의자료를 이용하여 산정하였다. 부스 내부농도는 소형차량인 경우 외부농도의 약 60.8%, 대형차량인 경우 약 68.7% 수준으로 나타났다. 시간대별 농도변화를 살펴보면, 아침 출근시간대는 하행선 부스에서 오염도가 높게 나타났으며, 퇴근시간대는 상행선의 부스에서 오염도가 높게 나타났다. 이는 교통량에 따른 오염도의 변화를 잘 반영하고 있다고 사료된다. 또한, 교통량이 증가하는 시간대에는 자동차에서 배출되는 오염물질의 절대적인 증가로 인하여 부스

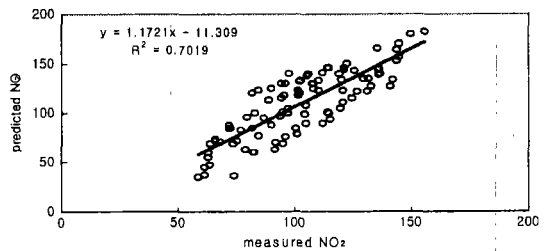


Fig. 4. Comparison measured vs. predicted concentration.

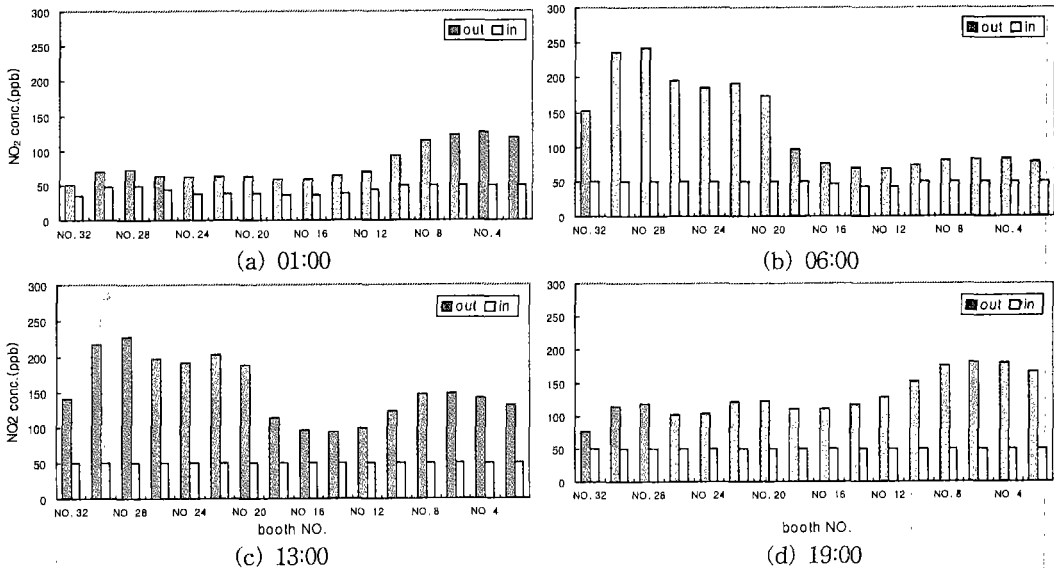


Fig. 5. Concentration of indoor and outdoor pollution concentration at the Seoul tollgate booth.

외부 오염도가 높게 나타남에 따라 부스 내부 농도도 증가함을 알 수 있다. 이와 같이 실시간 교통량 자료를 이용하여 차량대수와 주행속도 자료를 수집하여 대기환경분야로 활용할 수 있는 자료수집 형태의 제시와 이의 활용에 대한 많은 연구가 필요한 실정이다.

IV. 결 론

대도시의 대기오염의 주원인으로 주목되는 자동차에 대한 대기오염도의 평가 방법으로 현재 실시간으로 교통량 자료를 수집하고 있는 한국도로공사 서울영업소의 통과 교통량을 이용하여 대기환경분야에 적용하여 활용하는 방안으로 교통량과 기상변화에 따른 대기오염도를 예측하는데 활용하기 위하여 교통량과 대기오염도를 조사하고 예측모델을 개발한 결과 다음과 같은 결론을 도출하였다.

1. 일반 도로구간과는 달리 자동차의 공회전과 급격한 가속 등으로 인한 대기오염이 가중되는 고속도로 영업소 중 국내에서 규모가 가장 큰 서울영업소 주변의 대기오염도 측정결과, 이산화질소(NO_2)와 총부유먼지(TSP)가 가장 문제시되는 자동차 오염물질로 분석되었다. 부스 내부농도는 소형차량인 경우 외부농도의 약 60.8%, 대형차량인 경우 약 68.7% 수준으로 나타났다. 일일 평균 통행량은 약 200,000 대 정도이며, 주말과 주중의 교통량은 거의 비슷한 수준이었고, 계절별로는 봄철~가을철 교통량은 유사하였고, 겨울철 이용량이 가장 적었다. 차종은 대형차(15%) 보다 소형차(85%) 절대적인 비중을 차지하는 것으로 나타났다.

2. 서울영업소를 대상으로 교통량에 따른 NO_2 배출량을 산정하고, 대기오염확산모델을 이용하여 요금소 부스 내·외부의 NO_2 농도의 민감도를 평가한 결과 예측치는 실측치와 아주 유사하게 하루 중 교통량의 변화에 따라 NO_2 농도가 변화함을 알 수 있었고, 모델의 예측능력은 양호한 상관관계를 나타내고 있다. 시간대별 농도변화를 살펴보면, 아침 출근시간대는 하행선 부스에서 오염도가 높게 나타났으며, 퇴근시간대는 상행선의 부스에서 오염도가 높게 나타났다. 이는 교통량에 따른 오염도의 변화를 잘 반영하고 있다고 사료된다.

앞으로는 서울시 등 대도시를 중심으로 지능형 교통체계를 도입하여 교통체계의 효율성과 안전성을 제고하고, 인공위성을 이용한 위성항법시스템을 이용한 차량의 위치정보 등에 대한 필요한 정보를 신속·정확하게 파악하여 도로환경에서 실시간을 발생하는 교통정보 등의 활용이 가능하다. 따라서, 각 기관별 교통관련 자료 수집의 활용체계 구축과 첨단교통시스템과의 연

계를 통한 실시간 교통량 자료를 이용하여 차량대수와 주행속도 자료를 수집하여 대기환경분야로 활용할 수 있는 자료수집 형태의 제시와 이의 활용에 대한 많은 연구가 필요한 실정이다. 자동차에서 배출되는 배출가스의 저감을 위한 원활한 교통소통에 따른 대기오염의 저감을 위해서는 교통공학과 대기환경공학간의 학제간 공동 연구가 절실히 필요하다고 판단한다.

감사의 글

본 연구는 한국도로공사의 연구비 지원으로 수행되었습니다. 이에 많은 도움을 주신 한국도로공사 관계자 여러분께 깊은 감사의 뜻을 표합니다.

참고문헌

- 1) 환경부 : 국제환경관련 동향보고서(6월, UNEP/TIE), 1999.
- 2) Don Pickrell: Cars and clean air; a reappraisal, Transportation Research Part A33, 527-547, 1999.
- 3) Joseph Kwame AFFUM, Lex BROWN: Estimating urban air pollution levels from road traffic in TRAEMS, Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, 3(1), September, 139-150, 1999.
- 4) Karl VERGEL, Tetsuo YAI: Analysis of the relationship of major air pollutant emission levels and road traffic flow in metro MANILA, Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, 3(6), September, 89-100, 1999.
- 5) 환경부 : 21세기 자동차배출가스 관리정책 방향 대토론회, 1999.
- 6) 이영인 : 교통정보 종합처리센터 구축방향 연구, 서울시립대학교 도시과학연구원 도시과학논총 24, 105-123, 1998.
- 7) 조강래 등 : 자동차에 의한 오염물질 배출계수 및 배출량 산출에 관한 연구, 한국대기보전학회, 9(1), 69-77, 1993.
- 8) 박성규, 김신도, 김종호 : 자동차 대기오염물질이 고속도로 인접지역에 미치는 농도 예측에 관한 연구, 한국대기보전학회 14(6), 607-620, 1998.
- 9) State of California Department of Transportation Division of Construction Transportation Laboratory, CALINE3; A versatile dispersion model for predicting air pollutant levels near highway and arterial streets, California, 1979.
- 10) 김신도, 박성규, 김종호, 강혜진, 이의상 : 고속도로 요금소 주변의 대기오염 현황에 관한 연구, 공기조화·냉동공학회, 11(3), 359-368, 1999.
- 11) Adolf D. May: Traffic flow fundamentals, Prentice Hall, New Jersey, 1990.
- 12) William R., Mc Shane and R. P. Roess: Traffic Engineering, Prentice Hall, New Jersey, 1998.