

터널공기질 조사

부산지역 주요 터널의 공기질 조사로 시민의 건강피해를 예방하기 위한 대책 수립에 필요한 기초자료 제공

1. 조사개요

- 조사기간
 - ▷ 년 1회 : 2005년 12월 5일~9일, 15~16일, 19일
- 조사지점
 - ▷ 조사지점 : 기계식 환기시설이 설치된 부산내 7개 터널 대상
 - ※ 지점선정 조건 : 이동측정차량이 주차 할 수 있는 공간과 전원공급 가능
 - 부산, 만덕 2, 광안, 구덕, 황령, 백양, 수정(7개지점)
- 조사항목
 - ▷ SO₂, NO, NO₂, CO, O₃, PM-10, PM-2.5
- 조사방법

조사항목	SO ₂ , NO, NO ₂ , CO, O ₃	PM-10, PM-2.5
측정회수	1회	1회
측정지점	터널내 지점	수정, 백양터널
측정 및 분석방법	이동측정차량에 샘플라인을 연결하여 가스상물질을 24시간 연속측정	터널내 PM-10, PM-2.5샘플러(PAS-201)를 설치하여 24시간 연속측정 후 중량법에 의한 분석

2. 조사결과

- 터널내 가스상 물질 조사결과
 - ▷ 터널내 가스상물질의 농도를 살펴보면
 - SO₂의 경우 전체 평균치는 36 ppb로 '04년도의 37 ppb와 비슷하였으나 터널별로는 차량의 통행량이 많은 구덕터널이 68 ppb로 최고치를 보여, '04년도 최고치인 황령터널의 50 ppb 보다는 다소 증가하였다.
 - NO와 NO₂의 경우 전체 평균치는 NO가 394 ppb, NO₂가 61 ppb로 나타났으며 최고치는 수정터널에서 NO가 1,326 ppb, NO₂가 108 ppb로 조사 되었다. 일 평균치는 NO가 134~1,326 ppb, NO₂는 29~108 ppb의 범위로 나타났으며, 수정터널에서 가장 높은 농도를 보였으나 전년도 평균치 보다 많이 감소하는 경향을 나타내었다.
 - O₃의 경우 전체평균치는 5 ppb로 나타났으며 측정지점 별로는 큰 차이를 보이지 않았다. O₃가 일반 대기질의 평균농도 보다 낮게 나타난 것은 터널내에 광화학반응이 원활하지 않음에 의한 것으로 판단된다.
 - CO의 경우 전체 평균치는 3.5 ppm으로 '04년도의 3.7 ppm 에서 다소 감소 하였으며, 지점별로 일 평균치는 '04년도의 구덕터널 4.2 ppm과 비교하여 황령터널이 4.9 ppm으로 다소 높게 나타났다.

○ 터널내 입자상물질 조사결과

▷ 백양터널과 수정터널의 미세먼지 농도를 살펴보면

- 백양터널과 수정터널의 PM-10 및 PM-2.5 농도를 살펴보면, PM-10의 경우 평균농도는 287 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로서, '04년도의 319 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에 비교하여 다소 감소하였으며, 수정터널이 312 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로서 백양터널의 261 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에 비해 높게 나타났다. PM-2.5의 경우 평균농도는 122 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로서, '04년도의 평균농도 141 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에 비교하여 다소 감소하였으며, 수정터널이 137 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로서 백양터널의 107 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에 비해 높은 것으로 조사되었다.

표 1. 터널내 가스상물질 및 입자상물질 조사결과

터널명	측정 일자	SO ₂ (ppb)		NO (ppb)		NO ₂ (ppb)		O ₃ (ppb)		CO (ppm)		PM-10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		PM-2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
		'04	'05	'04	'05	'04	'05	'04	'05	'04	'05	'04	'05	'04	'05
		부산	12/8	42	26	334	190	94	57	7	7	2.8	3.0	.	.
만덕2	12/19	20	15	233	193	65	48	9	5	5.8	4.1	.	.	.	.
광안	12/16	25	19	381	296	77	46	7	5	2.9	3.1	.	.	.	.
구덕	12/5	44	68	412	134	70	29	6	3	4.2	4.2	.	.	.	.
황령	12/9	50	40	504	356	107	84	6	4	3.9	4.9	.	.	.	.
백양	12/7	46	35	413	266	70	53	6	4	3.4	3.2	285	261	118	107
수정	12/15	32	46	235	1326	152	108	8	6	2.8	2.2	353	312	163	137
평 균		37	36	661	394	91	61	7	5	3.7	3.5	319	287	141	122

○ 터널별 차량통행량

- ▷ 일별 차량통행량은 만덕2터널이 96,816대로 가장 많고, 수정터널이 19,655대로 가장 적은 것으로 조사되었음.
- ▷ 차종별로 살펴보면 소형차의 일별 차량통행량이 가장 많은 곳은 만덕2터널로 90,899대이었으며, 대형차량도 만덕2터널에서 5,917대로 가장 많이 통행하였다.

표 2. 차종별 일별 차량통행량

구 분	백양터널	만덕2터널	구덕터널	황령터널	수정터널
소 형	31,382	90,899	53,491	37,142	16,287
대 형	3,249	5,917	2,928	1,567	3,368
합 계	34,631	96,816	56,419	38,709	19,655

※ 자료출처 : 백양,황령,수정터널은 측정당시 차량통행량이고, 만덕2,구덕터널은 7.24일 교통량조사결과임.

○ 시간대별 변화특성

▷ 터널공기질의 시간대별 특징을 살펴보면,

- SO₂ 농도 분포를 그림 1에 나타내었는데, 평균 SO₂농도가 가장 높은 구덕터널의 경우 00시간대부터 13시간대까지 일정한 수준을 유지하다가 14시간대 부터 점차 증가하여 15시간대에 85ppb로 가장 높았으며 이는 차량통행량의 증가에 기인한 것으로 판단된다.

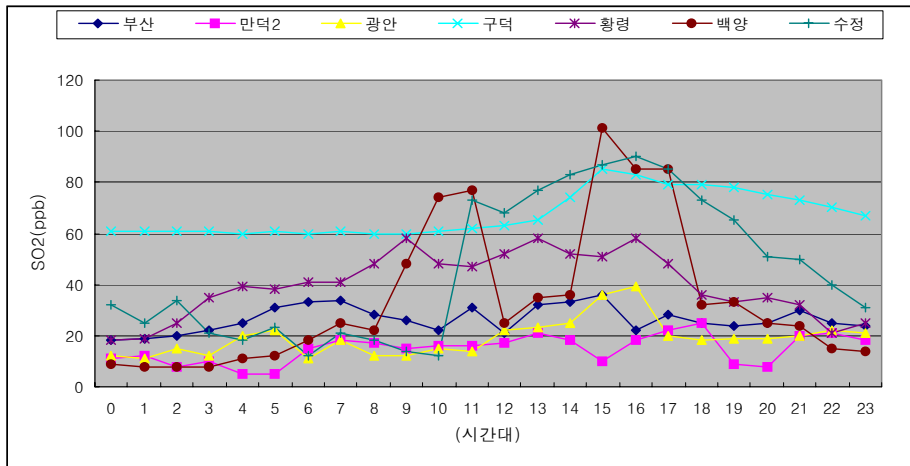


그림 1. 터널내 SO₂의 시간대별 변화.

- NO의 농도분포는 그림 2에 나타내었는데, 수정터널의 경우 10시간대부터 점차 증가하여 17시간대에 최고 2,854 ppb로 가장 높은 농도를 보이다 감소하는 양상을 나타내었고 다른 터널에 비해 높은 농도를 보였으며, 백양터널도 유사한 분포를 나타내고 있다. 이는 차량 통행량이 가장 적은 반면 주행속도가 높고, 또 장대터널로서 오염물질의 체류시간이 길고, 다른 터널에 비해 대형 컨테이너 차량의 통행이 많아 NO의 농도가 높게 나타나는 것으로 판단된다.

황령터널의 경우 9시간대부터 점점 증가하기 시작하여 11시간대에 가장 높은 농도분포인 652 ppb를 나타내었는데 15시 이후에 점차 줄어드는 경향을 보였다.

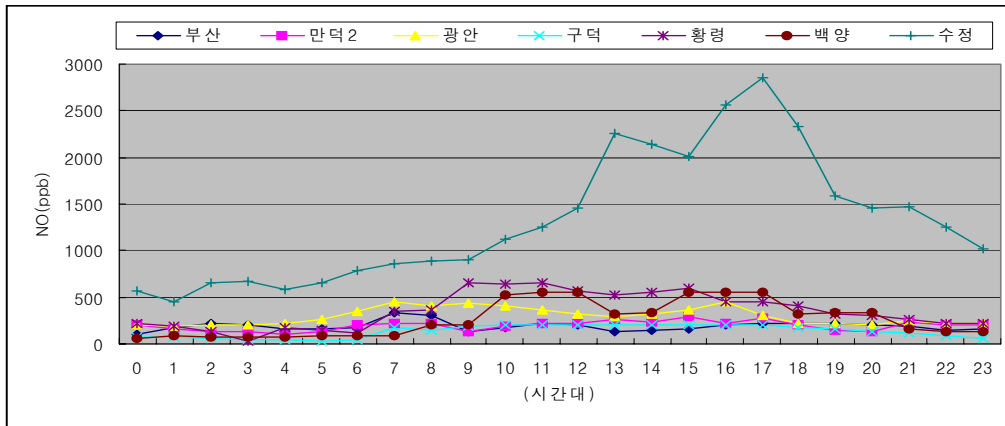


그림 2. 터널내 NO의 시간대별 변화.

- 그림 3과 같이 CO의 경우 평균농도가 3.5 ppm이었으며, 지점별로는 황령터널의 경우 4.9 ppm으로 가장 높은 평균농도를 보였는데 차량통행량이 많은 19시간대에 6.8 ppm으로 가장 높은 수치를 보였다. 시간대별 최고농도는 만덕2 터널이 02시간대에 최고농도 8.2 ppm을 나타내어 교통량조사에서 나타난 바와 같이 차량통행량의 증가 및 시외로 연결되는 지역적인 특성상 심야시간대에도 통행량이 집중됨을 알 수 있고, 차량통행량이 가장 적은 수정터널이 1시간대에서 7시간대 사이에 1.1~2.1 ppm의 분포를 보이면서 가장 낮게 나타났다.

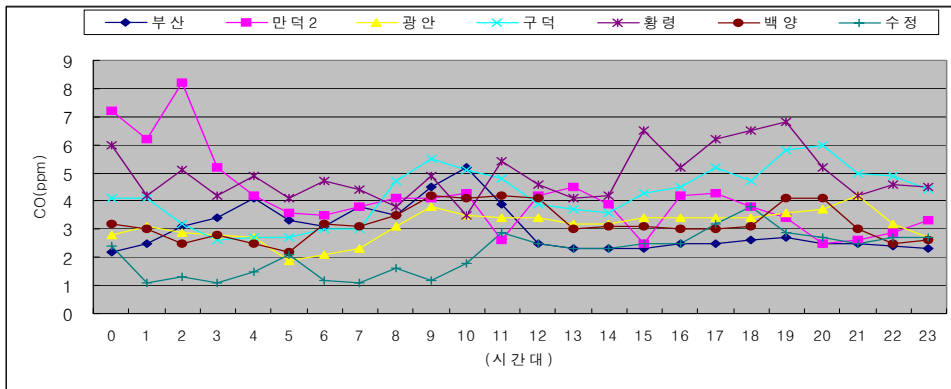


그림 3. 터널내 CO의 시간대별 변화.

○ 터널공기질의 년도별 비교

▷ 터널 공기질의 전년도와의 변화를 그림 5와 같이 항목별로 살펴보면,

- SO₂의 경우 '04년도와 비슷한 경향을 나타내고 있고, NO의 경우 전년도와 비교하여 많이 감소하였고, CO의 경우에도 감소하는 경향을 나타내었다.

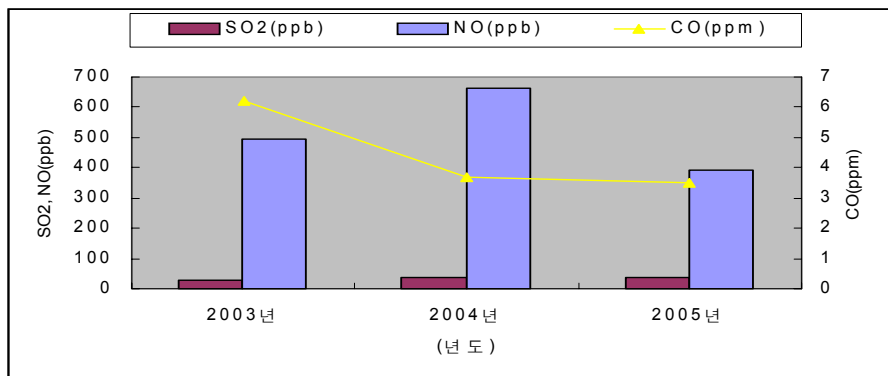


그림 4. 터널공기질의 년도별 비교.

3. 결론

- 터널기준인 CO 100 ppm, NOx 25 ppm을 초과한 터널은 없었음.
- 터널내의 공기질 오염도는 CO는 황령 > 구덕 > 만덕2 > 백양 순이었고, NO는 수정 > 황령 > 광안 > 백양 등으로 오염도가 높았음.
- 시간대별 조사결과 SO₂는 백양터널이 15시간대에 101 ppb, NO는 수정터널이 17시간대에 2,854 ppb, CO는 만덕2터널이 2시간대에 8.2 ppm으로 가장 높게 나타났음.
- 전년도에 비해 SO₂, CO, NO₂는 다소 감소하였음.