다중이용시설의 주차장 형태에 따른 CO, CO_2 의 농도분포에 관한 연구

A study on the concentration distribution of CO and CO_2 by a form of parking lot in the multiplex use facility

신지원* 김태우** 홍원화***
Sin, Ji-Won Kim, Tea-Woo Hong, Won-Hwa

Abstract

Multiplex use facility emphasized the importance of indoor air environment because many people using that place. People using parking lot of multiplex use facility in little time, but a pollutant of in indoor air menacing user health. This study measure and analyze the CO, CO_2 for better air quality of an indoor parking lot in the multiplex use facility. As a result, two-way opened above ground parking lot is higher numerical value of CO, CO_2 than an underground parking lot. And a parking lot of square form is higher numerical value of CO_2 than a parking lot of rectangle form.

1. 서 론

1.1 연구배경 및 목적

인구증가와 산업화로 현대인은 삶의 질 향상과 편리한 생활을 추구함에 따라 다중이용시설의 필요성이 증가하고 있다. 또한 유통시설이 체계화 되면서 다중이용시설도 대형화 되는 추세이다. 이러한 대형 다중이용시설은 많은 사람들이 사용하기 때문에 실내 환경의 중요성이 강조되어지고 있다. 하지만 다중이용시설의 실내공기환경은 현대인들의 요구조건을 만족시키지 못하고 있다.

다중이용시설의 이용자중 다수가 내부 주차장을 이용함에 따라 주차장 내부에는 각종 오염물질이 발생하게 된다. 실내 주차장에는 환기설비 시스템이 있음에도 불구하고 오염물질을 효과적으로 제거하지 못하고 있어 실내 오염정도는 법적 기준을 초과하고 있는 것으로 알려지고 있다. 짧은 시간 주차장을 이용하지만 주차장 내부에 존재하는 각종 오염물질들은 호흡하는 이용자들의 건강을 위협하고 있으며 주차장 내 효과적인 환기와 오염물질의 제거를 위해 주차장 내부의 환기시설 재정비나 기존 주차장 설계를 바꿀 필요가 있다.

따라서 본 연구는 좀 더 나은 실내공기환경을 위해 주차장 내부 형태에 따른 CO, CO_2 의 분포를 측정하였다.

*경북대 건축학부 학부과정
**경북대 건축학부 박사과정
***경북대 건축학부 부교수

1.2 연구내용 및 방법

본 연구에서는 대구시의 다중이용시설 중 주차장 이용량이 많은 대형할인점 및 백화점을 대상으로 주차장 형태를 분류하여 실내 CO, CO_2 측정 및 그의 분포특성을 조사하고 주차장 실내 공기질 향상을 위해 대안점을 제시하고자 한다.

따라서 본 연구는 다음과 같은 방법으로 진행하였다.

첫째, 다중이용시설의 유지기준 및 권고기준을 살펴보고 실내 발생하는 오염물질이 인체에 미치는 영향과 주차장 유형에 대해 알아보았다.

둘째, 주차장 형태에 따라 분류하고 주차장을 선정하여 CO, CO_2 를 측정하였다.

셋째, 측정된 CO, CO_2 분포특성 분석을 행하였다.

2. 실내공기질의 법적기준 및 오염물질의 특성

2.1 실내공기 오염물질이 인체에 미치는 영향

실내오염물질 중 주된 오염물질이 인체에 미치는 영향은 표1[1] 과 같다.

1) 환경부, 실내공기질 관리업무편람, 2004

표1. 실내오염물질이 인체에 미치는 영향

오염물질	발생원	인체영향
먼지	대기중의 먼지가 실내유입,실내바닥의 먼지,담배재	규폐증, 진폐증, 탄폐증 등
담배연기	담배, 궐연	두통, 피로감, 기관지염,폐렴, 기관지 천식, 폐암
연소가스(CO ,NO2,SO2등)	각종난로(연탄,가스, 석유), 벽난로,연료연소, 가스렌지 등	만성폐질환,기도저항 증가,중추신경영향
라돈(Rn)	콘크리트, 흙,지하수,화강암	폐암 등
포름알데히드	각종합판, 보드, 가구, 단열재, 소취재, 담배연기, 화장품, 오감, 실험실 등	눈, 코, 목, 자극증상,어지러움, 기침, 피부질환, 정서불안증, 기억력상실등
석면	단열재, 절연재, 석면타일, 방열재	피부질환, 호흡기질환, 석면증, 폐암
미생물성물질(곰팡이,박테리아)	가습기, 냉방장치, 냉장고 애완동물, 세탁소, 왁스, 방향제등	피로감, 정신착란, 두통, 구역질, 현기증, 중추신경억제작용
휘발성 유기화합물	페인트, 접착제, 스프레이, 연소과정, 세탁소, 왁스, 방향제 등	피로감, 정신착란, 두통, 구역질, 현기증, 호흡기질환, 중추신경억제작용

2.2 다중이용시설의 유지기준 및 권고기준

1)유지기준 및 권고기준

2004년 5월 30일에 시행된 다중 이용시설의 실내공기질 유지기준과 권고기준은 표2과 표3[2]와 같다.

표2. 실내공기질 유지기준

오염물질 / 다중이용시설	PM10 (㎍/㎥)	CO_2 (ppm)	HCHO (㎍/㎥)	총부유세균 (CFU/㎥)	CO (ppm)
지하역사,지하도 상가,도서관, 박물관 등	150 이하	1000이하	120 이하	-	10 이하
노인의료시설, 보육시설, 산후조리원	100 이하			800 이하	
실내주차장	200 이하			-	25 이하

표3. 실내공기질 권고기준

	NO_2 (ppm)	Rn (pCi/ℓ)	VOC (㎍/㎥)	석면 (개/cc)	오존 (ppm)
지하역사,지하도 상가,도서관, 박물관 등	150 이하	1000이하	120 이하	-	10 이하
노인의료시설, 보육시설, 산후조리원	100 이하			800 이하	
실내주차장	200 이하			-	25 이하

2.3 주차장 유형 및 형태

2004년 7월 1일에 개정된 주차장법 제6조제1항의 규정에 의한 주차장의 형태는 운전자가 자동차를 직접 운전하여 주차장으로 들어가는 주차장(이하 "자주식주차장"이라 한다)과 법 제2조제1호의3의 규정에 의한 기계식주차장(이하 "기계식주차장"이라 한다)으로 구분한다.

자주식 주차장은 지하식·지평식 또는 건축물식(공작물식을 포함한다.)을 말하며 기계식주차장은 지하식·건축물식 등이 있다.

3. 다중이용시설 주차장 형태에 다른 CO, CO_2 농도 측정

3.1 측정개요

본 연구에서는 주차이용률이 많은 대구시 백화점 및 할인마트의 지상, 지하 각각 2곳을 측정하였다.

1)측정대상

표4. 측정대상

측정대상	측정위치
H쇼핑몰	지하 주차장
D쇼핑몰	지하 주차장
E쇼핑몰	지상 주차장
W쇼핑몰	지상 주차장

2) 측정위치

측정 위치는 아래의 그림1과 같다. 측정위치의 선정은 차량의 유동이 많은 곳과 적은 곳으로 하였다.

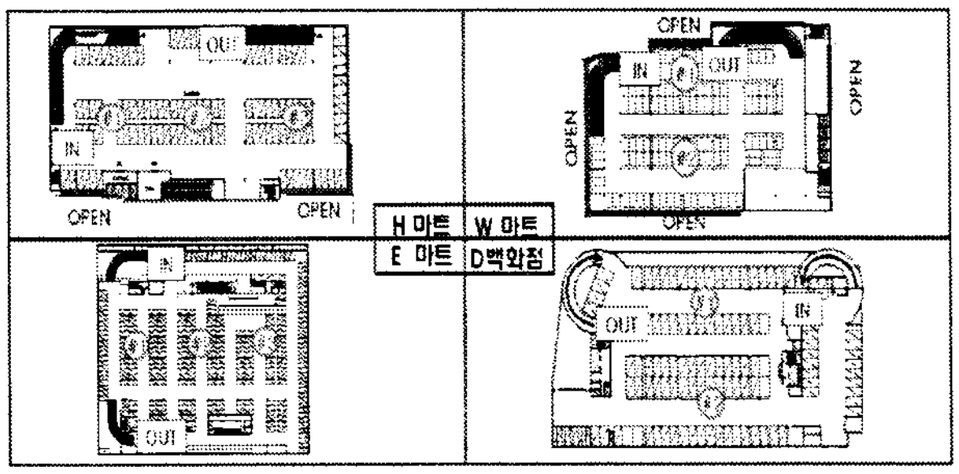


그림1. 주차장의 측정위치

2) 환경부, 실내공기질 관리업무편람, 2004

3) 측정항목 및 기기

표5. 측정항목 및 기기

측정항목	측정기기
온도,습도,CO,CO2	Indoor Air IQ-410 Quality Probe

3.2 실내공기 오염물질 측정

3.2.1 지상주차장 측정

1) H쇼핑몰

(1) 측정조건

2면이 오픈된 직사각형 형태의 지상 주차장이다.

표6. 측정조건

측정항목	단위
외기온도	32.6℃
상대습도	57%
측정당시 실내온도	29.3℃~33.4℃

(2) 측정결과

측정결과 CO는 다중이용시설의 권고기준과 유지기준을 만족했으나 CO_2 의 경우 중앙부에서는 실내공기유지기준 1000ppm을 넘었다. 2면이 오픈된 출구의 수치가 1면이 오픈된 입구보다 낮았고 오픈되지 않은 중앙부에서 제일 높은 수치를 나타냈다. CO_2 의 측정결과 중앙부에서는 위 기준들을 초과하는 것으로 나타났다. CO_2 또한 2면이 오픈 된 출구의 수치가 가장 낮게 나타났다

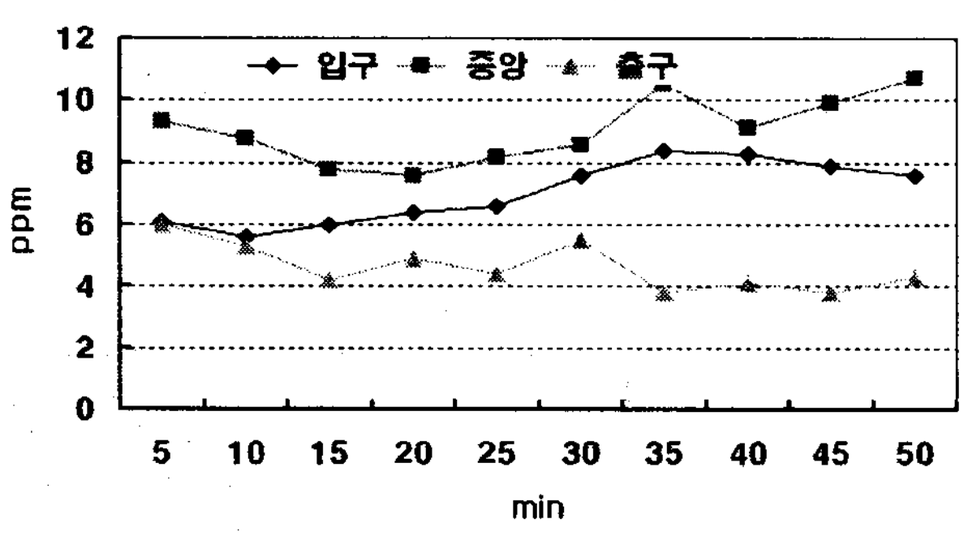


그림 2. CO

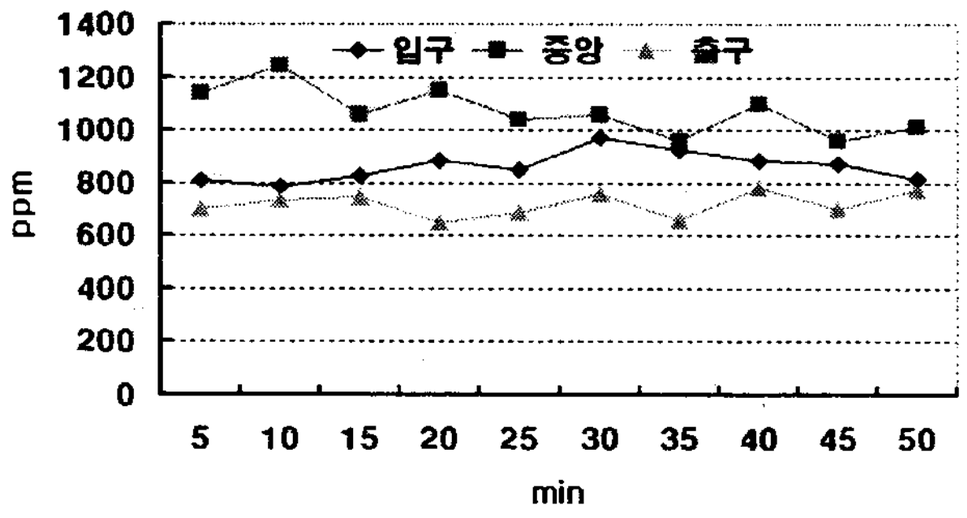


그림 3. CO_2

2) W쇼핑몰

(1) 측정조건

4면이 오픈된 지상주차장이다.

표7. 측정조건

측정항목	단위
외기온도	32℃
상대습도	53.7%
측정당시 실내온도	30.2℃~36.2℃

(2) 측정결과

CO, CO_2 측정결과 다중이용시설의 권고기준과 유지기준을 만족하는 것으로 나타났다. 3면이 오픈되어 있어 오픈면과 근접한 출입구보다 중앙부분의 수치들이 더 높았다.

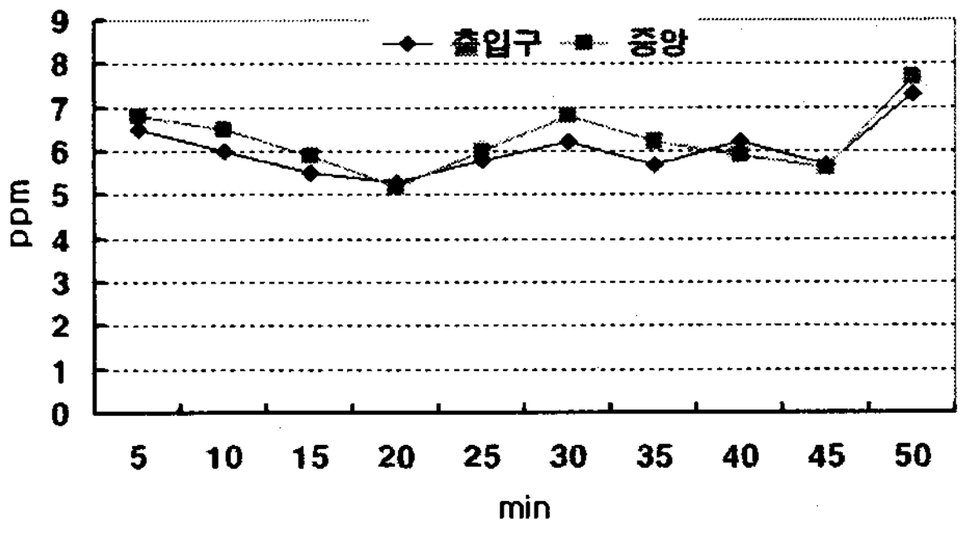


그림 4. CO

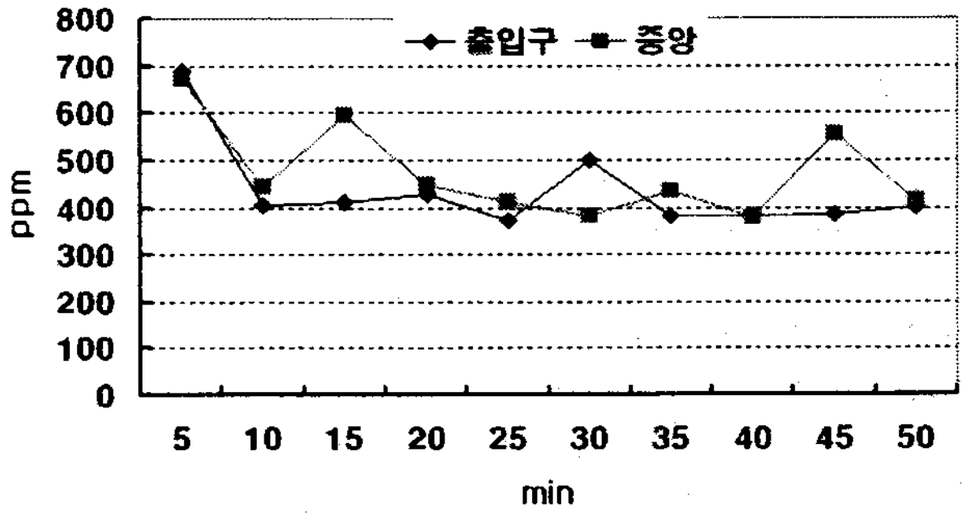


그림 5. CO_2

3.2.2 지하주차장 측정

1) E쇼핑몰

(1) 측정조건

정사각형 형태의 지하주차장이다.

표8. 측정조건

측정항목	단위
외기온도	32℃
상대습도	51.7%
측정당시 실내온도	29.2℃~35.5℃

(2) 측정결과

CO, CO_2 측정결과 다중이용시설의 권고기준과 유지기준

을 만족하는 것으로 나타났다. CO, CO_2 모두 입구의 수치가 가장 높았고 출구의 수치가 가장 낮게 나타났다.

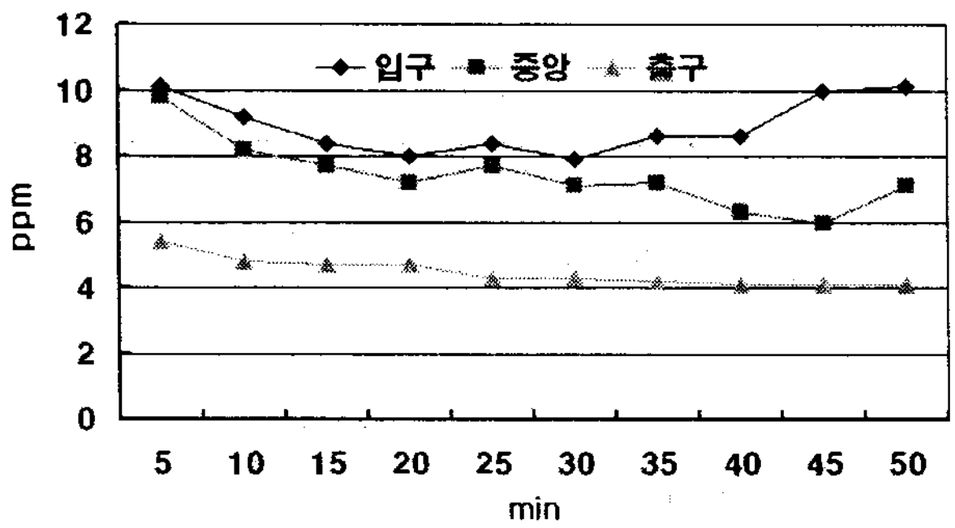


그림 6. CO

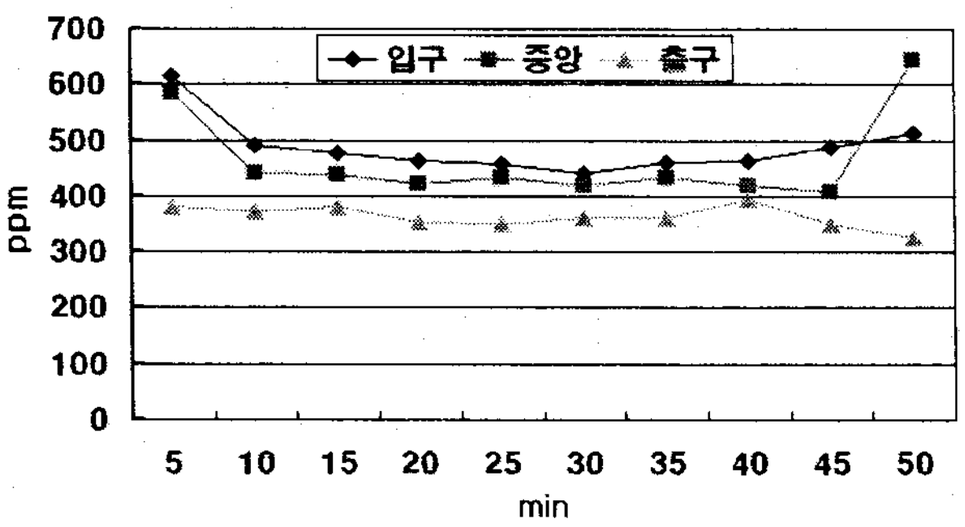


그림 7. CO_2

2) D쇼핑몰

(1) 측정개요

직사각형 형태의 지하주차장이다.

표9. 측정개요

측정항목	단위
외기온도	31.4℃
상대습도	55.6%
측정당시 실내온도	29.2℃~31.3℃

(2) 측정결과

CO, CO_2 측정결과 다중이용시설의 권고기준과 유지기준을 만족하는 것으로 나타났다.

주차장 중앙부에서 출입구쪽 보다 CO의 수치가 높게 나타났다. CO_2 의 경우 CO 결과와는 반대로 출입구쪽 보다 중앙부의 CO_2 수치가 높게 나타났다.

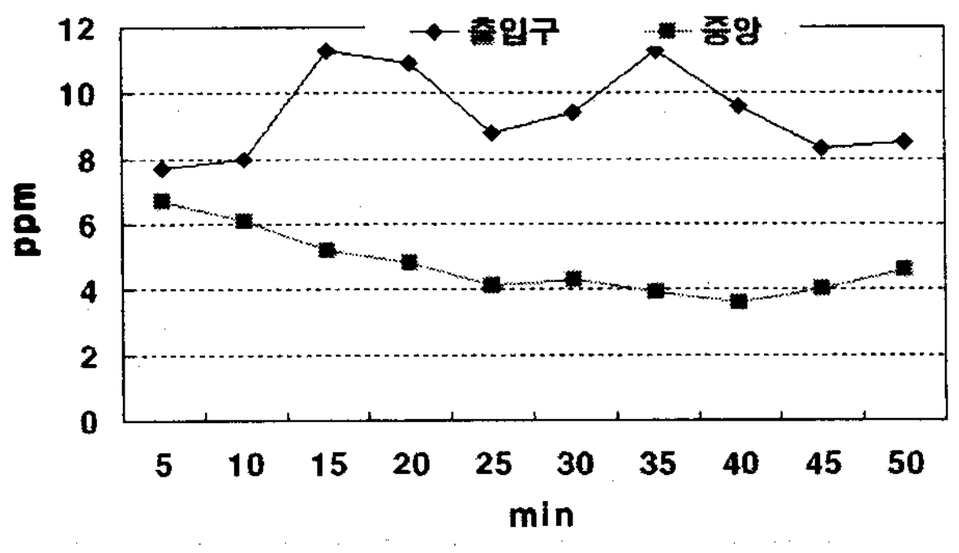


그림8. CO

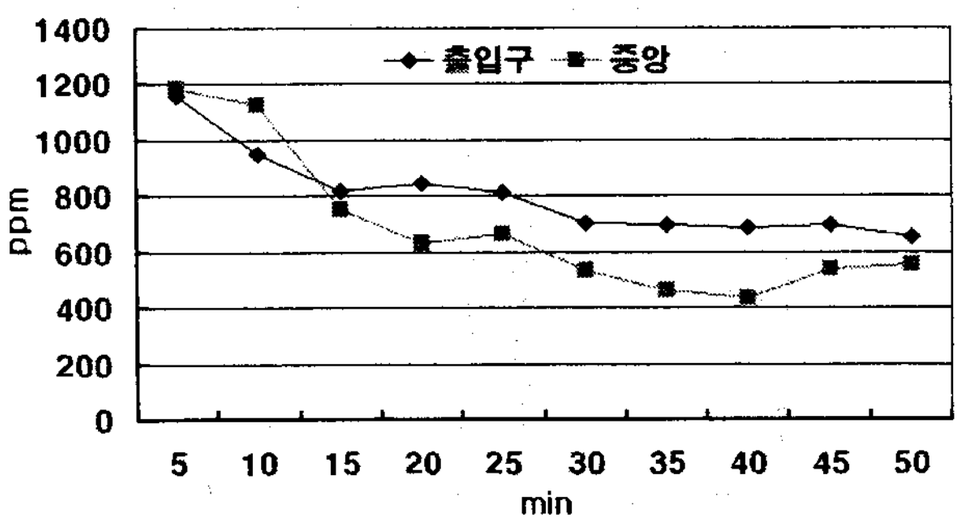


그림9. CO_2

4. 주차장 형태에 따른 CO, CO_2 결과 분석

4.1 지상주차장의 OPEN 정도에 따른 측정분석

(1) CO측정분석

2면이 오픈된 H쇼핑몰 주차장과 4면이 오픈된 W쇼핑몰 주차장을 비교해보면 2면이 오픈된 주차장의 입구와 중앙의 수치가 각각 0.3ppm, 3ppm 더 높게 나타났다. 하지만 출구쪽의 수치는 4면이 오픈된 주차장이 3ppm 더 높게 나타났다.

표 10. OPEN 정도에 따른 CO (ppm)

CO	입구	중앙	출구
2면OPEN	7.05	9.05	4.63
4면OPEN	6.02	6.26	6.02

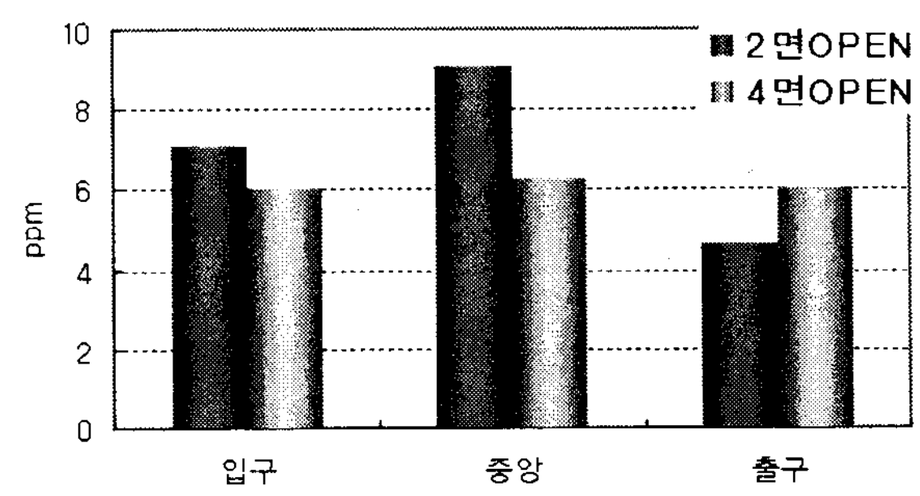


그림 10 . OPEN정도에 따른 CO

(2) CO_2 측정분석

2면이 오픈된 H쇼핑몰 주차장의 수치가 4면이 오픈된 W쇼핑몰 주차장의 수치보다 약2배정도 높게 나타났다. 또한 2면 오픈된 주차장의 중앙부는 다중이용시설의 권고기준과 유지기준을 초과하는 것으로 나타났다. 중앙부의 CO_2 차이가 541.2ppm으로 두드러지게 나타났는데 이는 2면이 오픈된 주차장의 중앙부에 공기흐름이 원활하지 않아 CO_2 가 정체되어 있는 것으로 분석된다.

표 11. OPEN정도에 따른 CO_2 (ppm)

CO_2	입구	중앙	출구
2면OPEN	862.4	1072.1	719.2
4면OPEN	435.2	473.2	435.2

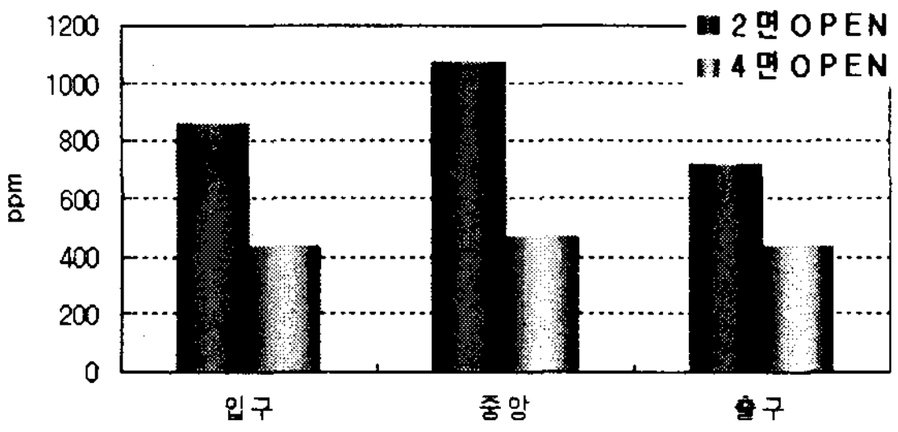


그림 11. OPEN정도에 따른 CO_2

4.2 지하주차장의 형태에 따른 측정분석

(1) CO측정분석

직사각형 형태의 D쇼핑몰 주차장이 정사각형 형태의 E쇼핑몰 주차장 보다 CO의 입구, 출구의 수치가 각각 0.45ppm, 4.91ppm 높게 나타났다. 하지만 중앙부에서는 정사각형 형태의 주차장 수치가 직사각형 형태의 주차장보다 2.70ppm 높게 나타났다.

직사각형 형태의 주차장은 차량의 출입이 바로 이어지는 연결통로이기 때문에 정사각형 형태의 주차장에서 입구에서 중앙을 거쳐 출구로 이어지는 통로보다 집중된 유동량이 많아 그부분의 수치가 높게 나온 것으로 분석된다.

표 12. 형태에 따른 CO (ppm)

CO	입구	중앙	출구
정사각형	8.93	7.43	4.47
직사각형	9.38	4.73	9.38

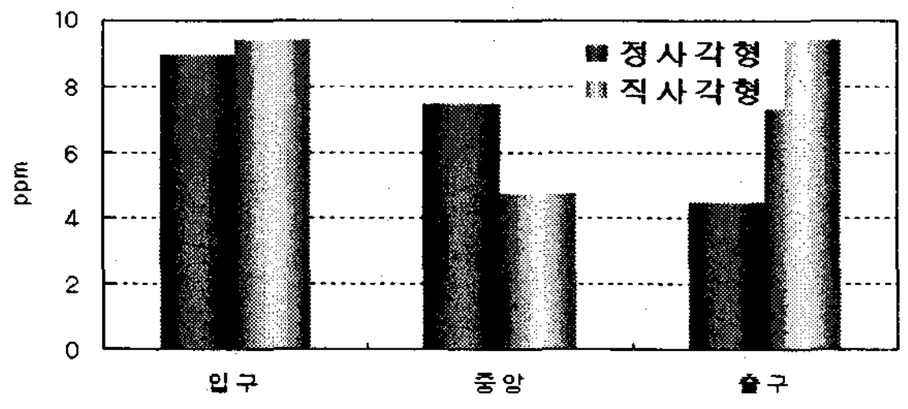


그림 12. 형태에 따른 CO

(2) CO_2 측정분석

직사각형 형태의 주차장이 정사각형 형태의 주차장보다 입구, 중앙 , 출구 각각 486.2ppm, 464.4ppm, 362.4ppm씩 높게 나타났다.

표 13. 형태에 따른 CO_2 (ppm)

CO_2	입구	중앙	출구
정사각형	486.2	464.4	362.4
직사각형	801.7	688	801.7

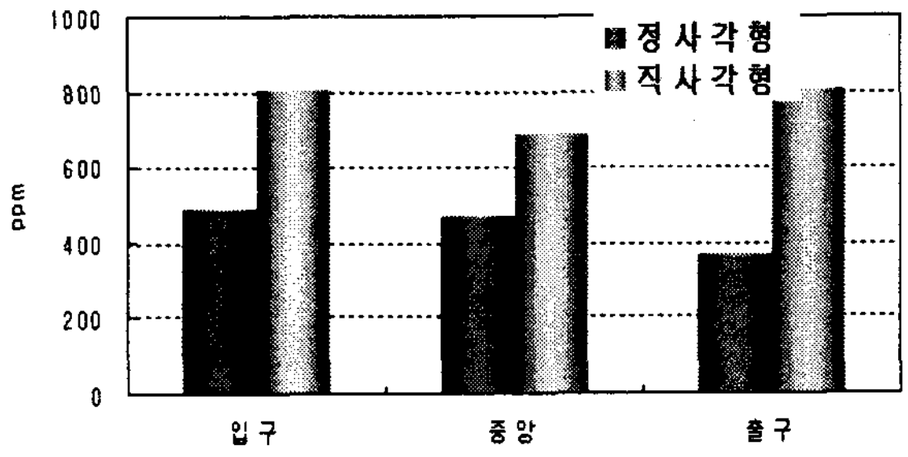


그림 13. 형태에 따른 CO_2

4.3 주차장 유형에 따른 측정 분석

(1) CO측정분석

중앙부와 출구쪽의 CO 수치는 2면이 오픈된 H쇼핑몰 지상주차장이 정사각형 형태의 E쇼핑몰 지하주차장 보다 각각 1.62ppm, 0.15ppm 높게 나타났다. 입구쪽의 CO 수치는 지하주차장이 지상주차장 보다 0.88ppm 더 높게 나왔다.

표 14. 유형에 따른 CO (ppm)

CO	입구	중앙	출구
지상	7.05	9.05	4.63
지하	8.93	7.43	4.47

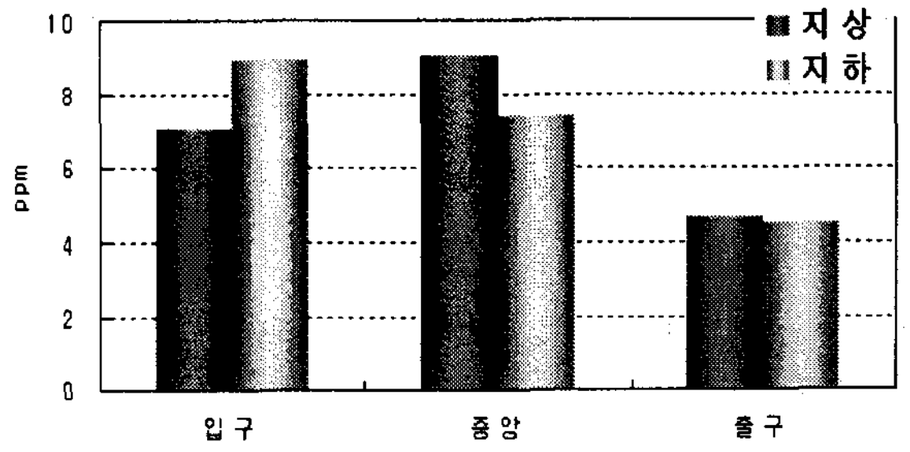


그림 14. 유형에 따른 CO

(2) CO_2 측정분석

CO_2 의 측정 결과를 보면 2면이 오픈된 H쇼핑몰 지상주차장이 정사각형 형태의 E쇼핑몰 지하주차장 보다 전체적으로 높은 수치를 나타내었다.

지상이지만 여름철 공기의 흐름이 원활하지 않아 지하의

기계식 환기시설보다 CO_2의 제거가 효율적이지 못한 것으로 분석된다.

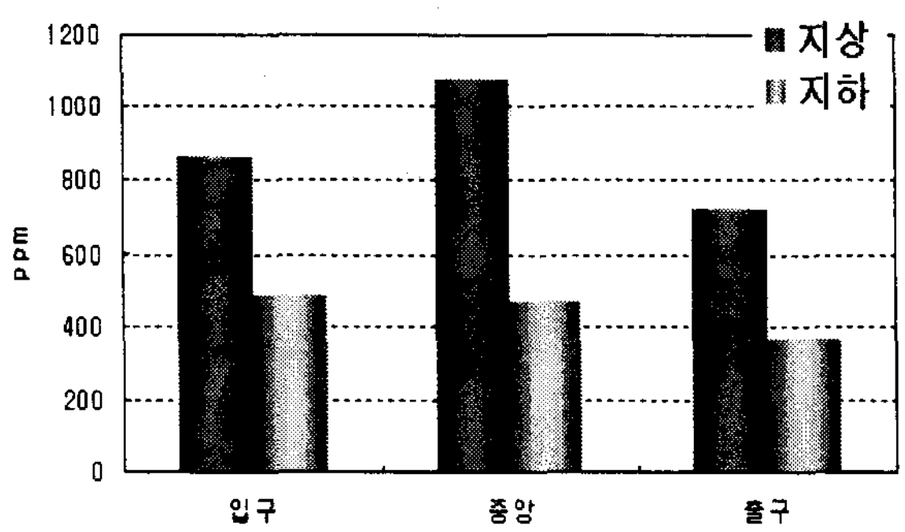
(2) CO_2 측정분석

CO_2의 측정 결과를 보면 2면이 오픈된 H쇼핑몰 지상주차장이 정사각형 형태의 E쇼핑몰 지하주차장 보다 전체적으로 높은 수치를 나타냈다.

지상이지만 여름철 공기의 흐름이 원활하지 않아 지하의 기계적 환기시설보다 CO_2의 제거가 효율적이지 못한 것으로 분석된다.

표 15. 유형에 따른 CO_2 (ppm)

CO_2	입구	중앙	출구
지상	862.4	1072.1	719.2
지하	486.2	464.4	362.4



5. 결론

본 연구에서 다중이용시설의 주차장 형태에 따른 CO, CO_2의 농도 분포에 관해 분석한 결과를 정리하면 다음과 같다.

1) 측정한 두 곳의 지상 주차장 중 4면이 OPEN된 주차장에서는 실내공기질 유지기준과 권고기준을 만족하였지만 2면이 OPEN된 주차장의 중앙부에서는 위의 기준을 만족하지 못하는 것으로 나타났다.

2면이 OPEN 된 공간 보다 4면이 OPEN된 공간의 CO, CO_2농도가 낮게 나타나는 것으로 사료된다.

2) 지하주차장 측정 결과 두 곳 모두 CO, CO_2 실내공기질 유지기준과 권고기준을 만족하였으며, 직사각형의 주차장이 정사각형의 주차장보다 CO_2의 수치가 높게 나타났다.

3) 2면이 OPEN된 지상주차장과 지하주차장을 비교한 결과, 지상주차장의 중앙과 출구부분의 CO 농도가 더 높게 나타났으며, CO_2의 경우 지상주차장이 3곳 모두 지하주차장 보다 높은 수치를 나타내었으며 그중 중앙부의 CO_2가 가장 높은 수치로 실내공기질의 유지기준인 1000ppm 이상의 농도를 나타냈었다.

4) 위의 분석결과, 2면이 OPEN된 자연환기의 지상주차장이라 하더라도 공기의 흐름이 정체되어 있어 자연 환기가 정상적으로 이루어지지 않아 지하 주차장의 기계환기가 CO, CO_2의 제거에 유리한 것으로 사료며, 그러므로 지상주차장의 중앙부분과 공기의 흐름이 정체되는 곳에 환기시설을 보강해 줄 필요가 있는 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 홍원화, 김현태, 박현식 「신축공동주택의 실내마감재 광촉매 코딩에 의한 실내공기질 개선효과에 관한 연구」, 대한건축학회, 논문집 21권 8호 2005
2. 김현태, 김태우, 홍원화 「광촉매 코딩에 의한 포름알데히드 및 휘발성유기화합물 제거효과에 관한연구」대한건축학회, 학술발표대회, 논문집 25권 1호 2005
3. 국립환경연구원, 「실내공기질 공정시험방법」,환경부,2004
4. 김윤신외,「실내공기질 관리방안에 관한 연구」,환경부,1999
5. 김신도,「실내공간 실내공기오염 특성 및 관리방법 연수」,환경부, 2002