

■ 論 文 ■

# 대량 교통유발시설의 적정주차 추정모형구축에 관한 연구

Research on The Modeling of Appropriate Parking Space for  
Mass Traffic Generating Facilities

**오 윤 표**

(동아대학교 도시조경학부 교수)

**장 무 렬**

(동아대학교 도시조경학과 석사)

## 목 차

- I. 서론
  - 1. 연구의 배경 및 목적
  - 2. 연구의 범위 및 방법
- II. 대규모 교통유발시설의 주차현황 및 이용특성
  - 1. 조사의 내용
  - 2. 주차이용 현황 및 특성
- III. 주차차량의 대기행렬이론과 GPSS시뮬레이션 모형
  - 1. 주차차량의 대기행렬이론
- 2. GPSS시뮬레이션 적정주차규모 모형설정
- 3. 모델의 타당성 검증
- IV. 적정주차규모의 산정과 모형구축
  - 1. 주차수요의 예측과 시설규모의 평가
  - 2. 적정주차규모 산정
  - 3. 적정주차규모 모형구축 및 적합도 검증
- V. 결론
- 참고문헌

Key Words : 부설주차장, 도착시간간격, 주차시간간격, 대기행렬, GPSSA모형

## 요 약

본 연구는 부산의 도심에 위치한 대규모 교통유발시설 부설주차장의 적정규모 추정모형의 구축을 연구의 목적으로 하였다. 이를 위해 부설주차장 이용 차량의 평균 도착시간 간격과 평균 주차시간 간격을 이용한 대기행렬시뮬레이션인 GPSS모형을 사용하여 적정 주차장 규모를 산정한 후 연상면적과 적정주차면수의 관계를 용이하게 추출할 수 있는 회귀식을 이용하여 모형식을 구축하였다.

적정주차규모 모형을 구축한 결과 현재의 주차면수는 적정주차면수에 비해 초과 공급되어 있어, 도심내의 주차장 과잉공급으로 인한 불필요한 승용차 이용을 방지하고, 토지이용의 효율성 제고를 위해서는 현 부설주차장의 설치기준에 대한 개선이 필요할 것으로 판단된다.

그러나 본 연구의 수행 과정에서 나타난 문제점은 대상시설의 선정에서 이용율이 현저히 떨어지고 있는 시설들을 포함시킴으로 인해 적정주차규모가 다소 적게 산정될 수 있다는 점이다. 또한 본 연구에서는 주차 이용행태만으로 적정주차규모를 산정했으나 주차장의 규모에 관한 연구는 토지이용과 교통여건, 상권 등이 종합적으로 고려된 연구가 되어야 할 것으로 판단된다.

## 1. 서론

### 1. 연구의 배경 및 목적

현대도시가 갖는 특징중의 하나는 도심지내 건축물의 대형화, 고층화, 밀집화 현상이다. 도심지내 건축물의 양적, 질적 팽창과 집중현상은 통과교통량 증가와 아울러 주차공간의 부족현상을 낳게 된다.

특히, 대도시의 경우 도심지역에 교통유발시설이 밀집되어 이에 수반되는 주차공간의 확보 및 합리적인 운영정책이 도시기능의 효율성을 크게 좌우하므로 이에 대한 종합적이고 체계적인 주차대책이 요구된다.

우리나라의 주차장에 관계되는 법은 1967년 3월에 있었던 건축법 개정시 처음으로 언급이 되어졌고, 그 이후 1979년 4월에는 주차장법이 제정되었다. 이와 때를 같이하여 시행령, 규칙 등도 제정되었다. 급증하는 자동차 보유율에 따라 주차장법에도 약 5년단위로 지속적인 개정작업이 있었으며, 이와 관련된 지방자치단체의 조례는 '90년대에 들어와서는 매년 개정되는 상황에 이르게 되었다. 우리나라의 주차장법은 부족한 주차장의 공급을 위주로 매년 강화되긴 하였으나 폭증하는 수요를 감당해내기에는 역부족이었다. 또한 주차문제도 도심지에서의 문제만으로 국한되어 있지 않고 변두리지역과 주거지역까지 침범하여 주택가 이면도로상에서의 불법주차는 교통소통 저해와 야간 교통사고를 유발하는 주된 요인으로 등장하게 되었다.

한편 최근까지 일관된 공급지향적 정책은 주차장 확보에 상당한 기여를 해온 것은 사실이지만 최소기준을 엄격히 적용함으로써 지하철, 버스 등 대중교통의 이용이 편리한 지역에서도 이의 이용보다 승용차 이용을 유발시키는 역효과를 낳고 있으며, 또한 1987년도부터 시행된 교통영향평가제도도 대상 건축물의 경우 주차장법의 부설 주차장설치 기준보다 높게 주차장을 확보하도록 하여 건물 주변 도로의 정체를 가중시키는 등 도시내 통행수요를 더욱 증가시키는 부작용을 야기시켰다.

이러한 문제인식으로부터 최근 공공주차장 주차요금상의 주차 1급지의 경우 주차장 상한제를 적용하는 수요관리 위주의 주차정책으로 정책기조가 변화하고

있고,<sup>1)</sup> 일부에서는 도심주차장의 무조건적인 확대보다는 꼭 필요한 수준만을 유지함으로써 도심에서의 활동인구를 감소시키고 도시인접지역으로 인구를 분산시켜야 한다는 주장도 제기되는 등 적정주차규모에 대한 연구의 필요성이 제기되고 있으며, 또한 주차수요의 효율적 관리를 위한 새롭고도 탄력적인 주차정책에 관한 법제도의 도입과 합리적인 주차수요 관리 기법에 대한 연구가 진행되고 있다.<sup>2)</sup>

따라서 본 연구는 부산의 도심에 위치한 대규모 교통유발시설의 부설주차장 이용 차량의 평균 도착시간 간격과 평균 주차시간 간격을 이용한 대기행렬시뮬레이션인 GPSS모형을 사용하여 적정 주차장 규모를 산정하고 이를 토대로 이들 부설주차장의 적정규모 추정모형을 구축함을 연구의 목적으로 하였다.

### 2. 연구의 범위 및 방법

현재 도시계획 구역내에서 건축하는 건축물은 용도와 규모에 따라 시행령이나 조례에서 정한 기준에 의하여 부설 주차장을 갖추어야 한다. 즉, 도시계획에 의한 용도지역, 건축물의 용도 또는 규모에 따라 주차수요 유발 정도가 달라지며 주차장 설치기준도 다르게 적용된다.

하지만 본 연구에서는 적정 주차시설 규모계획이 법적 기준에 의한 것뿐만 아니라, 건물별 주차장 이용상태에 따라서도 달라져야 할 것으로 판단되어 조사 대상 및 관련변수를 다음과 같이 하였다.

첫째, 주차장 설치기준과 관련하여 조사대상시설을 부산시 도심에 위치해 있는 대규모 판매시설의 부설 주차장으로 제한하였다.

둘째, 주차장 이용상태를 시간의 함수로 해석하여 평균 주차대수, 주차장 이용 차량수, 주차차량의 평균 도착시간 간격 및 평균 주차시간, 평균 주차장 이용률, 최대 주차대수 등과 그에 따른 대기행렬 발생여부 및 상태 등을 통하여 파악하였다.

셋째, 주차장의 시설기준은 전면도로에의 접근성, 주차방식, 주차공간의 형태 등에 관계없이 주차면수에 의한 규모로 제한하여 해석하였으며, 주차시설규모의 적합성은 주차장 이용상태에 따른 대기행렬 발생여부 및 상태를 통하여 평가하였다.

1) 구자균, "주차 상한제 적용 차등화 방안"에 관한 연구, 부산대학교 환경대학원 석사학위 논문, 1998.

2) 오윤표, "주차정책전환을 위한 제도 개선방안", 건설기술연구소 연구논문집, 제22권 제1호 pp.73~88, 1998.

넷째, 적정주차규모는 피크시 대기행렬이 발생하기 시작하는 시점의 주차면수로 정의하여 산정하였으며, 이때의 적정면수에 기초하여 적정모형을 구축하였다.

연구방법은 실제 조사로 얻어진 자료를 이용하여 주차시간 및 차량의 도착시간 분포는 지수분포를 사용하여 평균 도착시간 간격과 평균 주차시간에 기초한 시뮬레이션을 행한 후, 주차대기차량이 발생하지 않는 적정주차장의 규모를 산정했다.

이렇게 해서 구해진 적정주차면수는 연상면적과의 관계를 고려한 회귀식을 이용하여 주차장의 적정규모 모형을 구축하였다.

## II. 대규모 교통유발시설의 주차현황 및 이용 특성

### 1. 조사의 내용

부산시내에 있는 대규모 교통유발시설은 부산시의 경영주차장 주차요금표상의 급지구분에서 정한 도심 지역의 대규모 판매시설만이 대상이 된다. 따라서 조사대상 판매시설은 <표 1>에서 보는 바와 같이 롯데, 현대, 부산, 르네시떼, 레츠미화당, 세원백화점의 6개 시설이 되며, 이들 판매시설을 대상으로 주차이용현황과 주차행태를 조사하여 이를 토대로 주차수요를 추정하고 주차장 공급기준과 비교 분석하여 당해시설의 주차장의 적정규모를 산정하였다.

조사시간은 시설이용이 가장 많은 세일기간 중 일요일 오전 8시부터 오후 8시까지 12시간을 조사하였으며, 이용인구가 가장 많은 휴일인 2000년 7월 23일(일)에 조사하였다.

<표 1> 조사대상시설 개요

| 구 분   | 위 치  | 연상면적(m <sup>2</sup> ) | 주차 공급면수 |
|-------|------|-----------------------|---------|
| 롯데백화점 | 부산진구 | 339,382.9             | 2556    |
| 현대백화점 | 동구   | 60,456                | 672     |
| 부산백화점 | 동래구  | 38,453                | 370     |
| 르네시떼  | 사상구  | 108,900               | 526     |
| 레츠미화당 | 중구   | 20,460                | 173     |
| 세원백화점 | 동래구  | 47,190                | 514     |

자료 : 현지 방문 조사

## 2. 주차이용 현황 및 특성분석

### 1) 대상시설 주차이용 현황 분석

도심에 위치에 있는 각 대상시설의 주차이용현황은 <표 2>와 같이 나타났다. 각 대상 시설을 크게 대형판매 시설과 중·소형판매시설로 구분하여 살펴보면 주차장 평균이용율은 롯데백화점 52.9%, 현대백화점 59.7%로서 다른 판매시설에 비해 월등히 높음을 알 수 있고, 또한 최대점유율에서도 롯데백화점 83.7%, 현대백화점 115.3%로 다른 판매시설에 비해 높게 나타났다.

이는 요즘 이용객의 쇼핑 성향이 레즈, 편의, 구매의 3가지 요건을 동시에 충족할 수 있는 상품의 다양성, 부대편의 시설 측면 등이 좋은 판매시설을 선호하기 때문인 것으로 판단된다. 또한 평균주차시간을 살펴보면 롯데백화점이 평균 118분으로서 다른 판매시설에 비해 월등히 높게 나타났다. 이는 현대의 쇼핑이용객들이 단지 구매의 목적만이 아니라 Window Shopping 등의 여가생활을 위한 장소로서 대형 판매시설을 이용하고 있으며 또한 많은 시간을 할애하고 있기 때문인 것으로 판단된다.

<표 2> 각 표본의 주차이용특성

| 주차특성<br>표본 | C    | A    | T    | D   | U      | F    | O     | E    | P    |
|------------|------|------|------|-----|--------|------|-------|------|------|
| 롯데백화점      | 2556 | 8221 | 3.2  | 118 | 972651 | 2140 | 83.0  | 52.9 | 80.3 |
| 현대백화점      | 672  | 3042 | 4.2  | 95  | 288990 | 775  | 115.3 | 59.7 | 84.4 |
| 부산백화점      | 370  | 727  | 2.0  | 76  | 50264  | 164  | 44.3  | 18.9 | 31.8 |
| 르네시떼       | 526  | 1980 | 3.87 | 97  | 158595 | 375  | 74.5  | 41.9 | 73.2 |
| 레츠미화당      | 173  | 337  | 2.0  | 101 | 28934  | 107  | 61.9  | 23.2 | 41.8 |
| 세원백화점      | 514  | 2100 | 4.1  | 81  | 153518 | 45.1 | 87.7  | 41.5 | 69.8 |

주 : 1) 최대점유율 : (최대점유대수/주차용량) × 100      2) 회전율 : 주차이용대수/주차용량  
 3) 평균주차시간 : 총주차시간/주차이용대수      4) 평균이용율 : 총주차시간/(주차용량 × 조사시간)  
 C : 주차용량(대)      A : 주차이용대수(대)      T : 회전율      D : 평균주차시간(분)      U : 총주차시간(분)  
 F : 최대점유대수(대)      O : 최대점유율(%)      E : 평균이용율(%)      P : 피크시평균이용율(%)

〈표 3〉 시간대별 평균 도착시간 간격

| 구분    | 롯데백화점       |           | 현대백화점       |          | 부산백화점       |           | 르네시떼        |           | 레츠미화당       |           | 세원백화점       |           |
|-------|-------------|-----------|-------------|----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|
|       | 평균 도착시간 (초) | 차량 대수 (대) | 평균 도착시간 (초) | 차량대수 (대) | 평균 도착시간 (초) | 차량 대수 (대) | 평균 도착시간 (초) | 차량 대수 (대) | 평균 도착시간 (초) | 차량 대수 (대) | 평균 도착시간 (초) | 차량 대수 (대) |
| 08~09 | 47.840      | 75        | 124.63      | 28       | 607.2       | 6         | 0           | 0         | 196.36      | 11        | 77.286      | 8         |
| 09~10 | 25.275      | 143       | 66.192      | 53       | 101         | 35        | 110.889     | 28        | 186.32      | 20        | 84.675      | 41        |
| 10~11 | 5.672       | 632       | 14.256      | 247      | 103.118     | 35        | 30.635      | 116       | 145         | 24        | 44.6        | 81        |
| 11~12 | 5.603       | 662       | 14.674      | 243      | 54.492      | 62        | 26.697      | 133       | 155.46      | 23        | 24.197      | 148       |
| 12~13 | 6.943       | 501       | 17.709      | 204      | 52.06       | 68        | 20.514      | 176       | 167.37      | 20        | 16.045      | 225       |
| 13~14 | 4.396       | 819       | 12.329      | 292      | 43.247      | 78        | 14.936      | 236       | 109.41      | 33        | 16.327      | 221       |
| 14~15 | 3.589       | 1001      | 8.481       | 367      | 45.192      | 79        | 16.259      | 217       | 86.34       | 41        | 13.315      | 271       |
| 15~16 | 3.504       | 1027      | 10.179      | 352      | 41.847      | 86        | 20.071      | 157       | 71.25       | 49        | 15.196      | 236       |
| 16~17 | 3.313       | 1106      | 10.13       | 356      | 37.667      | 96        | 18.579      | 171       | 92.763      | 39        | 12.426      | 290       |
| 17~18 | 4.022       | 980       | 9.912       | 363      | 71.429      | 97        | 13.838      | 260       | 100.59      | 35        | 13.281      | 271       |
| 18~19 | 4.530       | 761       | 10.792      | 324      | 71.429      | 50        | 13.684      | 263       | 113.57      | 27        | 17.256      | 204       |
| 19~20 | 7.041       | 514       | 16.498      | 214      | 94.848      | 34        | 17.72       | 203       | 253.846     | 14        | 33.534      | 104       |
| 피크시   | 3.46        | 3.134     | 9.60        | 1.075    | 41.60       | 261       | 17.10       | 545       | 83.50       | 129       | 13.60       | 797       |
| 평균    | 5.54        | 8.221     | 15.11       | 3.041    | 63.75       | 726       | 19.15       | 1.979     | 123.40      | 336       | 19.22       | 2,099     |

2) 도착시간 간격분포의 특성

각 판매시설의 피크시간대의 이용특성을 보기 위해 각 대상시설의 시간대별 평균도착시간 간격을 나타낸 것이 〈표 3〉으로 롯데백화점, 현대백화점, 르네시떼 순으로 도착시간간격이 짧게 나타나고 있으며, 피크 시간대는 오후 2시부터 5시까지로 조사되었다. 이때의 평균도착시간간격은 각 시설의 적정주차규모산정의 기초적 자료로 이용된다.

3) 주차시간의 분포특성

대상시설의 주차시간분포는 〈그림 1〉과 같이 조사 대상시설 모두 1시간~2시간 미만이 41.5%로 가장 큰 비율을 차지하고 있다. 이것을 1996년의 부산시

서면지역의 각 주차장 주차시간 분포와 비교해 보면 30분미만 주차비율은 줄고 1~2시간 주차의 비율이 높아지고 있음을 알 수 있다.

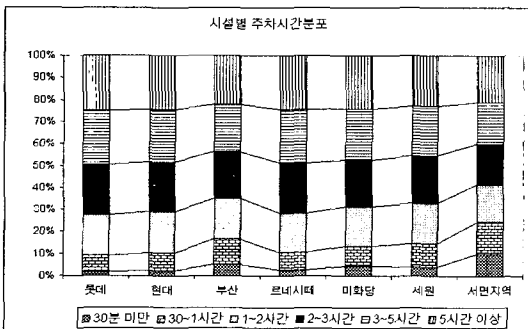
이는 앞서 서술한 바와 같이 대형판매시설이 물품 구매의 장소에서 여가생활도 함께 고려된 종합용도의 장소로 변화고 있음을 나타내는 것이다.

Ⅲ. 주차차량의 대기행렬 이론과 GPSS 시뮬레이션 모형 설정

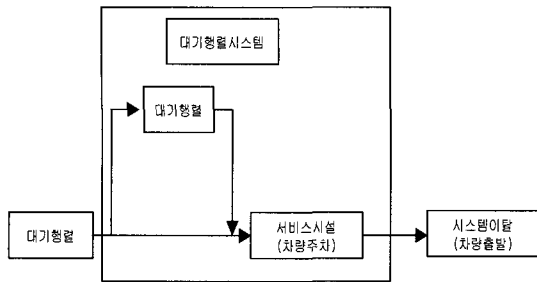
1. 주차차량의 대기행렬 이론

주차차량의 대기행렬이론(Queuing, Waiting line theory)은 열을 만들어 대기하고 있는 각종 창구에서 주차 서비스를 제공받기 위하여 그것을 필요로 하는 차량이 기다리는 현상을 설명하는 이론이다.

대기행렬은 어떤 시스템에 일정 시간대에 도착하여 서비스를 원하는 차량의 수가 그 서비스시설 능력을 초과할 때 발생한다. 즉, 서비스를 원하는 차량의 모집단으로부터 서비스 수요가 발생하여 대기시스템에 가담하고, 시스템내에 들어온 차량은 차례가 올 때까지 기다리거나, 먼저 와서 기다리는 차량이 없을 때는 곧바로 서비스를 받고 대기시스템을 떠난다. 물론 서비스시설의 평균처리율이 차량의 평균도착률에 대치



〈그림 1〉 시설별 주차시간분포



〈그림 2〉 대기행렬시스템의 Flow

할 수 있을 만큼 시설이 충분히 확보되어 있더라도 도착 및 서비스시간의 변동요인에 의해 차량이 대기하는 경우도 발생한다.<sup>3)</sup>

〈그림 2〉는 주차차량대기행렬 시스템의 일반적 흐름을 나타낸 것이다.

## 2. GPSS 시뮬레이션 적정주차규모 모형설정

### 1) 대기행렬 시뮬레이션

#### (1) 대기행렬 시뮬레이션의 일반적 내용

시뮬레이션은 어떤 시스템이나 상황의 요소들을 확률적 또는 이론적 과정으로 모델화하고, 컴퓨터를 이용하여 상태변화에 따른 동적(dynamic)특성들을 예측하기 위한 모의실험이다. 주차장 시설계획에 있어서도, 계획된 주차장 공간이 실제의 의도대로 사용되고 있는지의 여부와 그에 따른 시설규모의 적합성 여부를 판단할 수 있으며 또한 차량들의 수요요구에 대한 설계대안 등의 평가기법으로 활용될 수 있다.

대기행렬 시뮬레이션은 대상 주차장에 어떠한 목적을 갖는 차량이 와서, 어떠한 대기시간으로 주차대기를 하고 있는가를 시계열적으로, 시각적으로 나타내는 것으로 구체적으로 대상 주차장으로의 차량 도착간격, 차량의 주차시간 주차장의 주차공급면수를 입력데이터로서, 주차장의 여유용량, 주차대기행렬의 대기시간과 대기대수를 산출하는 것을 목적으로 하는 시뮬레이션이다.<sup>4)</sup>

본 연구의 입력데이터 중의 주차공급면수는 고정되어져 있지만, 그 외는 실측조사를 통한 데이터를 사용해서 가공했다. 실측조사를 통해 얻은 데이터는 ①각 차량의 유입시간 ②유출시간이다.

도착시간간격은 대기행렬이 발생하지 않는 상태에서는 유입시간의 간격과 같다. 그러나, 도착차량이 많아지면서, 주차장입구의 서비스레벨을 초과하거나 또는 주차장이 만차가 되면 대기행렬이 발생한다. 차량의 유입시간과 다른 차량의 유출시간이 같음에도 대기행렬이 늘어설 때는 도착간격이 유입간격을 상회해 버렸기 때문이다. 그러나, 대기행렬이 어느 정도 길어지고, 후속의 차량이 대기행렬이 늘어서게 되면, 그 이상 대기행렬은 길어지지 않고 유입간격과 도착간격은 대부분 똑같은 상태로 된다. 따라서 도착간격을 유입시간으로부터 구해도 무방하다. 또한 주차시간에 이타는 유입시간과 유출시간의 차이로 한다. 아래의 〈그림 3〉은 주차차량 대기행렬 시뮬레이션의 진행과정을 도식화한 것이다.

### (2) 주차차량 도착시간분포

어떤 주차장에 도착하는 주차수요의 발생은 시간적으로 등시간에 발생하는 것이 아니고, 부정기적으로 일어나는 현상이고, 1대의 주차가 발생한 후에 차량의 도착이 두절되거나, 또한 여러대가 연속해서 도착하거나 한다. 이러한 교통 흐름의 분포상태는 포아송 분포를 따른다는 것이 실험적으로 확인되고 있다. 주차장에 도착한 차량대수의 분포특성에 적합한 것이 포아송분포이고, 그 분포는 확률변수  $x$ 가 0, 1, 2, ...를 갖는 이산형변수로 되어 식(1)에 의해 그 확률분포가 규정될 때, 그  $x$ 는 포아송분포를 가진다라고 말한다.

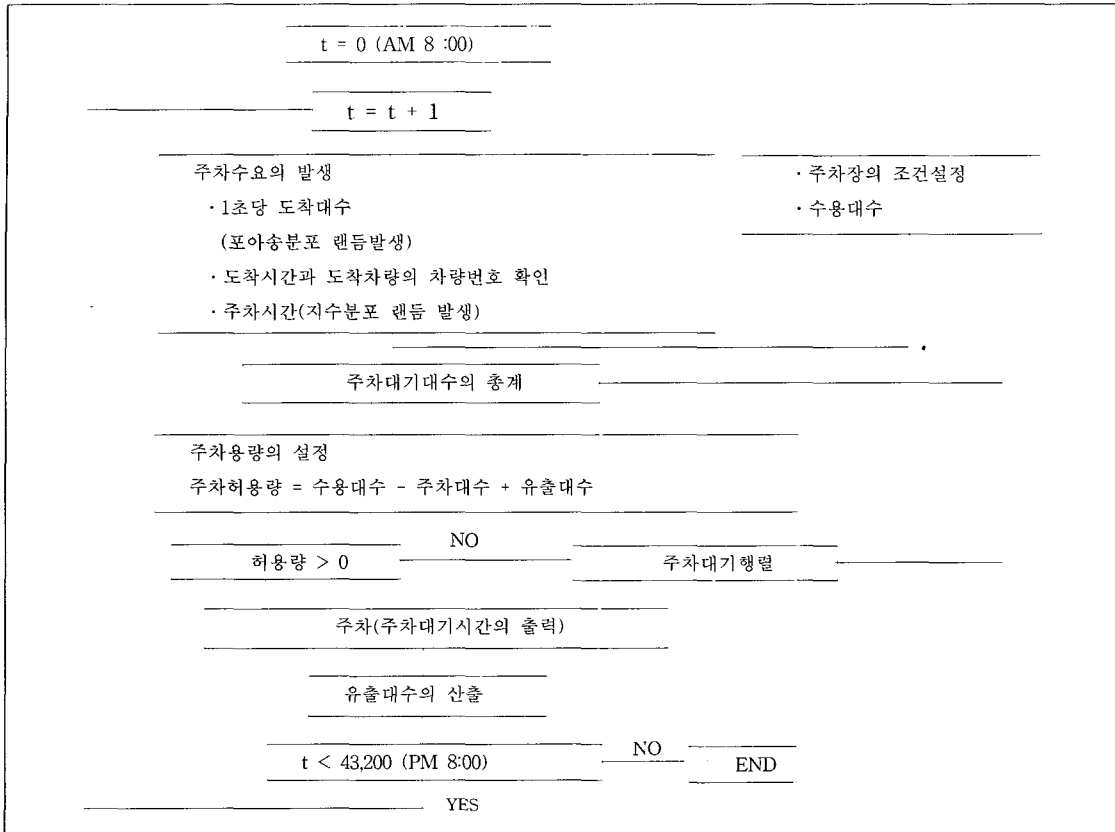
$$P(x) = e^{-m} \frac{m^x}{x!} \quad (m > 0) \quad (1)$$

여기서  $P(x)$ 는 계수기준내(한 시행)에  $x$ 대가 도착할(있을) 확률을 나타내며,  $m$ 은 계수기준내에 도착할(있을) 평균차량대수이다. 이 분포의 확률변수  $x$ 의 평균과 분산은 다 같이  $m$ 이다. 이 분포의 특징은 같은 교통류에서  $m$ 이 클수록, 즉 계수기준이 클수록 Normal분포에 가까워진다는 것이다.

차량의 도착형태가 포아송 분포를 따른다면 포아송 분포와 지수분포의 상호 관계에 따라 도착시간 간격은 지수분포를 따르게 된다.<sup>5)</sup>

3. 4) 尹祥福, "新市街地 센터地區의段階的整備をした共同利用駐車場の計手法關する研究", 1999.

5) 황경하, "대기행렬모델을 이용한 주차시설규모 평가 방법에 관한 연구", 연세대학교 산업대학원 석사학위논문, 1989.



〈그림 3〉 대기행렬 시뮬레이션의 진행과정<sup>6)</sup>

**(3) 주차시간분포**

주차시간은 주차장이용자의 목적시설에 의해 크게 변화기 때문에 주차시간은 목적시설별로 25분간격으로 통계했다. 주차시간분포는 기존연구에서 지수분포에 근사됨<sup>7)</sup>을 밝히고 있다.

**2) 시뮬레이션 모형의 설정**

본 연구에서는 대기시스템의 시뮬레이션에 편리하게 활용될 수 있는 GPSS V(General Purpose Simulation System V)를 활용하여 주차장에서의 대기시스템 시뮬레이션 모형을 설정하였다.

**(1) 모형의 설정**

대규모 교통유발시설의 적정주차규모를 산정하기 위하여 각 시설별 주차장 도착차량을 대기행렬의 문제로서 취급하여 차량의 도착이 포아송분포를 따르고

도착간격과 서비스시간이 지수분포를 따른다는 가정 하에 대기행렬 시스템을 구축하였으며, 이러한 대기시스템의 시뮬레이션에 가장 적합하고 편리하게 활용될 수 있는 모형인 GPSS V(General Purpose Simulation System)를 활용하여 주차장에서의 대기시스템을 시뮬레이션하였다.

GPSS를 이용하여 시뮬레이션하기 위한 주차장내에서의 주차행위흐름인 〈그림 4〉는 차량의 도착시간 간격이 지수분포에 의해서 발생되면, 일정시간 대기행렬을 이루다가 주차면이 비워짐과 동시에 지수분포에 의한 주차서비스를 받다가 주차장을 떠나는 일련의 과정을 블록 다이어그램으로 구성한 것이며, 최초 차량의 도착으로 진행된 시뮬레이션은 진행시작으로부터 43,200초가 시뮬레이션이 종료되게 하였다.

① 차량의 도착시간 발생 : 실제의 평균도착시간간격을 기초로 지수분포를 갖는 차량의 도착시간을 발생

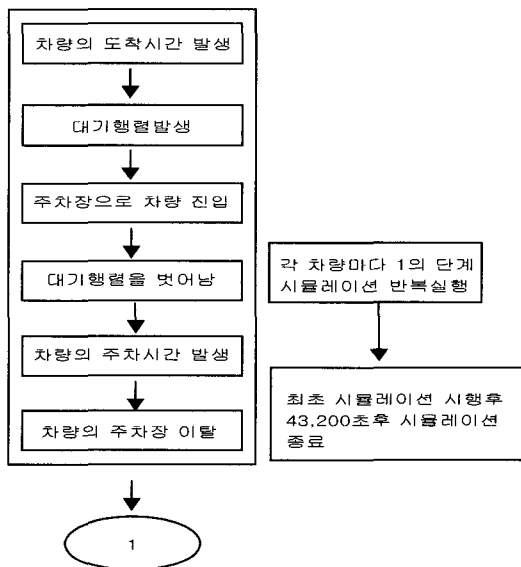
6) 尹祥福, "新市街地 센터地區의段階的整備をした共同利用駐車場の計手法關する研究", 1999.

7) 黃正浩, "대기행렬모형을 이용한 주차시설규모 평가 방법에 관한 연구", 연세대학교 산업대학원 석사학위논문, 1989.

시킨다.

- ② 대기행렬발생 : 주차장내로 들어온 차량은, 주차면이 다른차량에 의하여 완전히 채워져 있는 경우에는 주차장 통로나 입구에서 대기하게 된다.
- ③ 주차장으로 차량진입, 대기행렬을 벗어남 : 주차면이 비워지게 되면 그때까지의 대기시간을 대기행렬 테이블(QUET)이라는 표에 가산하고 대기상태에서 벗어나게 된다.
- ④ 차량의 주차시간 발생 : 실제 관찰치로부터 예측된 서비스시간을 기초로 지수분포를 갖는 주차시간만큼 서비스를 받는다.
- ⑤ 차량의 주차장 이탈 : 서비스가 끝나고 나면 차량들은 주차장을 떠난다.<sup>8)</sup>

이 밖에도 시뮬레이션에서의 시간흐름을 표시하는 블록이 필요한데, 본 연구에서는 시뮬레이션에서의 시간단위를 1초단위로 설정하여 43,200회(하루중 주차장의 이용시간을 12시간으로 가정)의 반복시뮬레이션이 진행되고 나면 시뮬레이션이 멈추어지게 하였다. 또한 시뮬레이션시 주차면수를 고정변수로 하였을 경우에는 시스템의 용량으로서 각 대상시설의 주차공급면수를 고정하였으며, 평균도착시간간격을 고정변수로 하였을 경우에는 각 시설의 평균 도착시간간격을



〈그림 4〉 시뮬레이션 모형의 다이어그램<sup>9)</sup>

고정하여 정의하였다. 또한 평균도착시간간격 난수발생을 위한 초기치로서 도착시간 간격분포 및 주차시간분포는 GPSS프로그램 자체가 부여한 6727을 설정하였다.

### 3. 모델의 타당성 검증

#### 1) 콜모고르브-스미르노브 검증

콜모고르브-스미르노브 기법은 관찰된 것의 분포와 이론적 분포간의 일치도를 검증하는 것으로 관찰된 누적분포와 이론적인 누적분포의 적합도를 알아보는 것이다.

콜모고르브-스미르노브기법의 통계량  $D$ 는 표본의 누적확률과 가설로 설정된 누적확률과의 최대차이를 말하며 그 값은 아래의 식에 의해 구해진다.

$$D = \maximum | F_0(x) - S_N(x) | \quad (2)$$

$F_0(x)$  : 기대되는 상대적 누적분포, 즉, 이론적인 누적분포

$S_N(x)$  : 관찰된 상대적 누적분포

유의수준( $\alpha$ )에서 통계치  $D$ 가 임계치  $D$ 보다 크게 되면 누적분포간의 차이가 표본오차에 의해 우연히 발생한 것이 아님을 입증하는 것이므로 두 누적도수간에는 현저한 차이가 있다고 볼 수 있다.

콜모고르브-스미르노브검정법은 특정한 변수가 이루는 표본분포가 포아송분포와 같은 이론적 분포에 잘 부합되는가의 여부를 검정하는 방법에 가장 많이 사용된다.<sup>10)</sup>

#### 2) 도착시간 간격의 분포추정 및 타당성 검증

도착시간 간격의 분포는 지수분포를 따르는 것으로 추정하였다. 이를 파악하기 위하여 실제의 도착시간 간격을 10초 간격의 구간으로 나누어 분포특성을 파악하고 지수분포에 의한 이론치와의 차이를 콜모고르브-스미르노브검증 방식으로 분석한 결과, 〈표 4〉과 같이 각 대상시설의 실측치 통계량  $D$ 값이 유의수준 5%에서의 임계치인 0.410보다 작기 때문에 도착시간 간격의 분포를 지수분포로 해석할 수 있었다.

8, 9) 김기주, "상업시뮬레이션", 박영사, 1995.

10) 이회연, "지리통계학", 법문사, 1999

〈표 4〉 도착시간간격( $x$ )의 콜모고로브-스미노브 검증

| 시간 간격(초)         |      | 백화점 | 롯데         | 현대          | 부산          | 르네시페        | 미화당         | 세원          |
|------------------|------|-----|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| $0 < x \leq 10$  | 실측분포 |     | 0.928      | 0.634       | 0.226       | 0.337       | 0.03        | 0.478       |
|                  | 이론분포 |     | 0.851      | 0.483       | 0.155       | 0.367       | 0.08        | 0.385       |
| $10 < x \leq 20$ | 실측분포 |     | 0.966      | 0.862       | 0.459       | 0.748       | 0.113       | 0.705       |
|                  | 이론분포 |     | 0.978      | 0.732       | 0.285       | 0.600       | 0.145       | 0.622       |
| $20 < x \leq 30$ | 실측분포 |     | 0.973      | 0.929       | 0.519       | 0.868       | 0.217       | 0.798       |
|                  | 이론분포 |     | 0.997      | 0.862       | 0.396       | 0.747       | 0.209       | 0.767       |
| $30 < x \leq 40$ | 실측분포 |     | 0.978      | 0.952       | 0.581       | 0.915       | 0.271       | 0.866       |
|                  | 이론분포 |     | 0.999      | 0.928       | 0.490       | 0.840       | 0.268       | 0.857       |
| $40 < x \leq 50$ | 실측분포 |     | 0.983      | 0.965       | 0.649       | 0.937       | 0.292       | 0.906       |
|                  | 이론분포 |     | 0.999      | 0.963       | 0.568       | 0.899       | 0.323       | 0.912       |
| $50 < x \leq 60$ | 실측분포 |     | 0.985      | 0.973       | 0.689       | 0.945       | 0.515       | 0.927       |
|                  | 이론분포 |     | 0.999      | 0.981       | 0.635       | 0.936       | 0.734       | 0.946       |
| $60 < x \leq 70$ | 실측분포 |     | 0.988      | 0.978       | 0.745       | 0.969       | 0.524       | 0.949       |
|                  | 이론분포 |     | 0.999      | 0.990       | 0.691       | 0.959       | 0.421       | 0.967       |
| $70 < x \leq 80$ | 실측분포 |     | 0.990      | 0.982       | 0.789       | 0.980       | 0.545       | 0.957       |
|                  | 이론분포 |     | 0.999      | 0.995       | 0.739       | 0.974       | 0.464       | 0.980       |
| $80 < x \leq 90$ | 실측분포 |     | 0.993      | 0.986       | 0.803       | 0.985       | 0.562       | 0.960       |
|                  | 이론분포 |     | 0.999      | 0.997       | 0.780       | 0.984       | 0.504       | 0.987       |
| $90 < x$         | 실측분포 |     | 1.000      | 1.000       | 1.000       | 1.000       | 1.000       | 1.000       |
|                  | 이론분포 |     | 1.000      | 1.000       | 1.000       | 1.000       | 1.000       | 1.000       |
| 최대차이와 임계치의 비교검증  |      |     | 0.077 < 계치 | 0.151 < 임계치 | 0.174 < 임계치 | 0.148 < 임계치 | 0.141 < 임계치 | 0.093 < 임계치 |

〈표 5〉 주차시간간격( $5x$ )의 콜모고로브-스미노브 검증

| 시간 간격(초)               |      | 백화점 | 롯데          | 현대          | 부산          | 르네시페        | 미화당         | 세원          |
|------------------------|------|-----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| $0 < x \leq 1500$      | 실측분포 |     | 0.084       | 0.072       | 0.188       | 0.090       | 0.146       | 0.139       |
|                        | 이론분포 |     | 0.191       | 0.231       | 0.280       | 0.227       | 0.219       | 0.266       |
| $1500 < x \leq 3000$   | 실측분포 |     | 0.287       | 0.262       | 0.428       | 0.239       | 0.331       | 0.359       |
|                        | 이론분포 |     | 0.345       | 0.409       | 0.428       | 0.403       | 0.390       | 0.461       |
| $3000 < x \leq 4500$   | 실측분포 |     | 0.534       | 0.462       | 0.636       | 0.439       | 0.519       | 0.572       |
|                        | 이론분포 |     | 0.470       | 0.546       | 0.627       | 0.538       | 0.524       | 0.604       |
| $4500 < x \leq 6000$   | 실측분포 |     | 0.625       | 0.645       | 0.774       | 0.610       | 0.652       | 0.735       |
|                        | 이론분포 |     | 0.571       | 0.651       | 0.732       | 0.643       | 0.628       | 0.709       |
| $6000 < x \leq 7500$   | 실측분포 |     | 0.713       | 0.774       | 0.847       | 0.734       | 0.749       | 0.827       |
|                        | 이론분포 |     | 0.653       | 0.732       | 0.807       | 0.724       | 0.710       | 0.786       |
| $7500 < x \leq 9000$   | 실측분포 |     | 0.794       | 0.850       | 0.900       | 0.828       | 0.801       | 0.891       |
|                        | 이론분포 |     | 0.719       | 0.794       | 0.861       | 0.787       | 0.774       | 0.843       |
| $9000 < x \leq 10500$  | 실측분포 |     | 0.858       | 0.898       | 0.938       | 0.906       | 0.864       | 0.930       |
|                        | 이론분포 |     | 0.773       | 0.842       | 0.900       | 0.835       | 0.823       | 0.885       |
| $10500 < x \leq 12000$ | 실측분포 |     | 0.904       | 0.935       | 0.948       | 0.943       | 0.889       | 0.950       |
|                        | 이론분포 |     | 0.816       | 0.878       | 0.928       | 0.873       | 0.862       | 0.915       |
| $12000 < x \leq 13500$ | 실측분포 |     | 0.951       | 0.957       | 0.961       | 0.961       | 0.920       | 0.907       |
|                        | 이론분포 |     | 0.851       | 0.906       | 0.948       | 0.902       | 0.892       | 0.938       |
| $13500 < x$            | 실측분포 |     | 1.000       | 1.000       | 1.000       | 1.000       | 1.000       | 1.000       |
|                        | 이론분포 |     | 1.000       | 1.000       | 1.000       | 1.000       | 1.000       | 1.000       |
| 최대차이와 임계치의 비교검증        |      |     | 0.107 < 임계치 | 0.159 < 임계치 | 0.092 < 임계치 | 0.164 < 임계치 | 0.073 < 임계치 | 0.127 < 임계치 |



3) 주차시간 간격의 분포추정 및 타당성 검증

주차시간 간격의 분포는 지수분포를 따르는 것으로 추정하였다. 이를 파악하기 위하여 실제의 주차시간 간격을 최소 1500초 간격의 구간으로 나누어 분포특성을 파악하고 지수분포에 의한 이론치와의 차이를 콜모고로브-스미노브검증 방식으로 분석한 결과, <표 5>에서 알 수 있는 바와 같이 유의수준 5%에서 도착시간 간격의 분포를 지수분포로 해석할 수 있음을 알 수 있다.

IV. 적정주차규모의 산정과 모형구축

1. 주차수요의 예측과 시설규모의 평가

주차시설규모와 주차장 이용특성의 상호관련성을 바탕으로 시설규모의 적합성여부를 평가하기 위하여 컴퓨터 시뮬레이션을 사용하였으며, 각 대상시설마다 반복하여 시뮬레이션하였다.

시뮬레이션은 ①하루 중 주차장 이용시간대 및 주차시설 규모는 고정변수로, 평균도착시간 간격은 독립변수로, 주차장 이용상태는 종속변수로 파악하여 진행한 것과 ②하루 중 주차장 이용시간대 및 평균도착시간 간격을 고정변수로, 주차시설 규모를 독립변수로, 주차장 이용상태를 종속변수로 파악하여 진행한 것으로 나누었으며, 또한 전체 시간대와 피크시간대를 구분하여 시뮬레이션 하였다.

시뮬레이션의 진행방법은 하루 중 주차장 이용시간을 08:00시~20:00시로 약 43,200초로 고정하여 각 대상시설별 주차면수 및 평균도착시간 간격의 변화에 따라 시뮬레이션을 진행하였다.

먼저 각 대상시설별 주차면수를 <표 2>에서 주어진 값들로 고정하고 실제의 관찰치를 고려한 평균도착시간간격을 변화시켜가면서 시뮬레이션을 반복 진행시켰다. 하루 중 주차장 이용시간대가 고정되었으므로 평균도착 시간간격이 짧을수록 주차장 이용차량수는 증가하는 것으로 해석할 수 있다.

또한, 평균도착시간 간격은 <표 3>에서 주어진 값들로 고정하고 주차면수를 변화시켜가면서 시뮬레이션을 반복 진행시켜서킴으로서 대기행렬이 발생할 때의 주차면수를 산출하여 주차장 이용 특성과 적정주차규모를 분석하였다.

1) 도착확률분포에 따른 대기행렬

실제 조사된 각 대상시설별 공급주차면수 및 하루 중 주차장 이용시간대를 고정변수로 두고 평균 도착시간 간격을 독립변수로, 주차장 이용상태는 종속변수로 파악하여 시뮬레이션 하였다. 각 대상시설의 시뮬레이션 결과를 나타낸 <표 6>는 현 주차시설규모에서 평균 도착시간 간격의 변화에 따른 주차이용특성을 나타낸 것으로 실제 통계치와 동일한 평균도착시간간격과 대기행렬이 발생하는 시점의 주차이용특성을 나타내고 있다.

<표 6>에서 보는 바와 같이 롯데백화점의 실제 통계치(<표 3>)인 평균 도착시간 간격 5.54초를 독립변수로 설정하여 시뮬레이션 한 결과 총주차 이용대수는 7,828대, 평균주차시간 6,003.9초(100.1분)로 나타나 실제 통계치와 큰 차이가 없었으며, 주차장 평균이용률이 42.4%, 하루 중 최대주차대수가 1,321대로 나타나 현재의 이용상태에서는 차량의 대기행렬이 전혀 발생하지 않음을 알 수 있다.

하지만 평균 도착시간 간격의 변화에 따른 주차장 이용상태를 시뮬레이션한 결과, 현 주차시설규모에서 평균 도착시간 간격이 2.5초에 이르렀을 때는 평균 대기차량수 474대, 평균 대기시간이 1,164초로 주차장내에 대기행렬이 발생하여 주차시설의 부족을 예측할 수 있었다. 이때의 총주차이용대수는 16,333대, 평균이용율은 88.1%로 나타났다.

또한 피크 3시간대의 평균도착시간간격 3.46초를 독립변수로 설정하여 시뮬레이션 한 결과, 총주차이용대수 4,541대, 평균주차시간 7,057.3초, 최대점유대수 2,153대, 평균이용율 79.8%로 나타났다.

각 대상시설 모두 현 이용상태에서는 대기행렬이 발생하지 않음을 알 수 있었고, 또한 실제 통계량과 시뮬레이션 통계량이 큰 차이가 없음을 나타내고 있어 주차장 이용상태 예측을 위한 시뮬레이션 모델은 타당도가 매우 의미 있게 나타나 주차시설규모에 따른 주차장 이용상태를 예측할 수 있을 뿐만 아니라 주차시설 규모의 적합성 여부를 평가할 수 있는 방법으로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

2) 주차면수에 따른 대기행렬

실제 조사된 각 대상시설별 평균도착시간간격과 하루 중 주차장 이용시간대를 고정변수로 두고 주차면수를 독립변수로, 주차장 이용상태는 종속변수로 파악하여 시뮬레이션한 결과를 <표 7>에 나타내었다.

〈표 6〉 도착시간간격분포에 따른 대기행렬

| 표본    | 구분       | G     | C      | A       | D     | F     | R    | E   | 대기행렬  |       |   |
|-------|----------|-------|--------|---------|-------|-------|------|-----|-------|-------|---|
|       |          |       |        |         |       |       |      |     | 발생여부  | N     | M |
| 롯데    | 5.54     | 255.6 | 7,828  | 6,003.9 | 1,321 | 1,240 | 42.4 | 미발생 | ·     | ·     |   |
|       | 2.5      |       | 16,133 | 5,629.6 | 2,556 | 0     | 88.1 | 발생  | 474   | 1,164 |   |
|       | 3.46(피크) |       | 4,541  | 7,057.3 | 2,153 | 423   | 79.8 | 미발생 | ·     | ·     |   |
| 현대    | 15.0     | 672   | 2,850  | 4,969.4 | 430   | 288   | 49.3 | 미발생 | ·     | ·     |   |
|       | 9.0      |       | 4,797  | 4,947.3 | 672   | 53    | 81.8 | 발생  | 0.46  | 4.2   |   |
|       | 9.60(피크) |       | 1,605  | 5,244.8 | 600   | 77    | 81.3 | 미발생 | ·     | ·     |   |
| 부산    | 63.7     | 370   | 728    | 3,959.6 | 82    | 299   | 16.8 | 미발생 | ·     | ·     |   |
|       | 12.0     |       | 3,616  | 3,782.9 | 370   | 31    | 85.2 | 발생  | 0.29  | 3.5   |   |
|       | 41.6(피크) |       | 398    | 4,694.6 | 122   | 269   | 30.5 | 미발생 | ·     | ·     |   |
| 르네시떼  | 19.2     | 526   | 2,296  | 5,329.1 | 353   | 194   | 52.9 | 미발생 | ·     | ·     |   |
|       | 11.0     |       | 3,924  | 5,126.4 | 526   | 2     | 88.6 | 발생  | 39.55 | 435.3 |   |
|       | 17.1(피크) |       | 947    | 5,585.6 | 353   | 174   | 62.1 | 미발생 | ·     | ·     |   |
| 레츠미화당 | 123.3    | 173   | 348    | 5,226.1 | 62    | 118   | 24.5 | 미발생 | ·     | ·     |   |
|       | 40.0     |       | 1,118  | 5,536.0 | 179   | 19    | 80.0 | 발생  | 0.06  | 2.1   |   |
|       | 83.5(피크) |       | 211    | 6,197.1 | 90    | 90    | 42.9 | 미발생 | ·     | ·     |   |
| 세원    | 19.2     | 514   | 2,206  | 4,144.9 | 265   | 251   | 42   | 미발생 | ·     | ·     |   |
|       | 11.0     |       | 4,292  | 4,800.2 | 514   | 37    | 84.9 | 발생  | 0.24  | 2.3   |   |
|       | 13.6(피크) |       | 1,097  | 4,529.8 | 358   | 169   | 64.8 | 미발생 | ·     | ·     |   |

주 : G : 평균도착시간간격(초) C : 주차면수(대) A : 총주차이용대수(대) D : 평균주차시간(초) F : 최대점유대수(대)  
 R : 주차여유대수(대) E : 평균이용율(%) N : 평균대기차량수(대) M : 평균대기시간(초)

〈표 7〉 주차면수에 따른 대기행렬

| 표본     | 구분       | G     | C     | A       | D     | F    | E  | 대기행렬  |         |   |
|--------|----------|-------|-------|---------|-------|------|----|-------|---------|---|
|        |          |       |       |         |       |      |    | 발생여부  | N       | M |
| 롯데     | 5.54     | 1,312 | 7,807 | 5,989.2 | 1,312 | 82.4 | 발생 | 0     | 0.002   |   |
|        |          |       | 7,797 | 5,991.9 | 1,311 | 82.5 | 발생 | 0     | 0.007   |   |
|        | 3.46(피크) | 1,995 | 4,702 | 6,226.2 | 1,995 | 90.2 | 발생 | 0.003 | 26.330  |   |
|        |          | 1,994 | 4,706 | 6,223.1 | 1,994 | 90.2 | 발생 | 0.028 | 46.160  |   |
| 현대     | 15.11    | 421   | 2,844 | 4,993.6 | 421   | 78.5 | 발생 | 0.010 | 0.147   |   |
|        |          | 416   | 2,850 | 4,997.2 | 416   | 79.5 | 발생 | 0.090 | 1.417   |   |
|        | 9.60(피크) | 599   | 1,605 | 5,244.4 | 599   | 91.2 | 발생 | 0.001 | 7.000   |   |
|        |          | 598   | 1,610 | 5,247.1 | 598   | 91.4 | 발생 | 1.400 | 271.970 |   |
| 부산     | 63.75    | 81    | 728   | 3,950.4 | 81    | 76.5 | 발생 | 0.000 | 0.089   |   |
|        |          | 80    | 1,450 | 4,095.4 | 80    | 80.3 | 발생 | 0.090 | 5.500   |   |
|        | 41.6(피크) | 121   | 398   | 4,694.4 | 121   | 93.3 | 발생 | 0.369 | 258.000 |   |
| 르네시떼   | 19.15    | 328   | 2,247 | 5,180.6 | 328   | 80.2 | 발생 | 0.000 | 0.090   |   |
|        |          | 320   | 2,257 | 5,230.7 | 320   | 83.0 | 발생 | 0.290 | 5.620   |   |
|        | 17.1(피크) | 352   | 947   | 5,585.8 | 352   | 92.8 | 발생 | 0.018 | 112.000 |   |
|        |          | 351   | 946   | 5,585.0 | 351   | 93.1 | 발생 | 0.046 | 145.500 |   |
| 레츠 미화당 | 123.40   | 62    | 357   | 5,607.7 | 62    | 73.3 | 발생 | 0.000 | 0.550   |   |
|        |          | 60    | 357   | 5,581.2 | 60    | 75.4 | 발생 | 0.030 | 4.120   |   |
|        | 83.5(피크) | 89    | 211   | 6,205.3 | 89    | 83.5 | 발생 | 0.281 | 202.500 |   |
|        |          | 88    | 211   | 6,194.4 | 88    | 84.3 | 발생 | 0.576 | 414.500 |   |
| 세원     | 19.22    | 264   | 2,206 | 4,146.4 | 264   | 81.7 | 발생 | 0.000 | 0.005   |   |
|        |          | 263   | 2,206 | 4,145.8 | 263   | 82.0 | 발생 | 0.000 | 0.063   |   |
|        | 13.6(피크) | 357   | 1,097 | 4,534.8 | 357   | 93.4 | 발생 | 0.017 | 130.000 |   |
|        |          | 356   | 1,096 | 4,556.0 | 356   | 94.1 | 발생 | 0.231 | 145.170 |   |

롯데백화점의 경우 평균도착시간간격을 5.54초로 고정하고 주차면수를 변화시켜 시물레이션 한 결과 주차면수가 1,312대 일 때 대기행렬이 발생하였다.

이때, 평균이용율은 82.4%, 최대주차대수는 1,312대, 평균대기시간은 0.002초로 나타났으며 주차면수를 1,310대로 줄이면 대기차량수는 0.06대, 평균대기시간은 0.313초로 늘어남을 알 수 있다.

또한 적정주차면수를 산정하기 위해서는 피크시간대의 필요주차면수가 고려되어야 한다.

피크시간대의 주차면수는 적정주차규모산정에 있어서 과소 또는 과대하게 추정될 수 있는 주차규모의 기준을 제시해 주기 때문에 본 논문에서는 <표 7>과 같이 피크시간대의 평균 도착시간 간격을 시물레이션 하여 적정주차면수를 산출하였다.

각 대상시설 모두 피크시간대의 평균 도착시간 간격을 고정변수로 주차면수를 변화시켜 가면서 시물레이션 하였다.

롯데백화점은 3.46초를 고정변수로 시물레이션 한 결과 주차면수가 1,995면일 때 최초로 대기행렬이 발생하였다. 이때의 평균이용율은 90.2%, 최대점유대수는 1,995대, 평균 대기차량수는 0.003대, 평균대기시간은 26.33초로 나타났으며 주차면수를 1,994면으로 줄이면 평균 대기차량수는 0.028대, 평균대기시간은 46.16초로 늘어남을 알 수 있다.

## 2. 적정주차규모 산정

적정주차규모를 피크시간대의 대기행렬이 발생하기 시작하는 시점의 주차규모로 정의하여 산정하였다. 아래 <표 8>은 적정주차규모에 대한 모형식을 구축하기 위한 각 시설별 적정주차면수를 산정한 시물레이션 결과로서 롯데백화점의 경우 평균대기차량수가 발생하기 시작하는 시점의 주차면수가 1,995면로 산정되었고, 현대백화점의 경우는 599면, 부산백화점은 121면, 르네시떼 526면, 레즈미화당 173면, 세원백화점 514면으로 산정되었다. 현 주차면수를 적정주차면수와 비교해보면 약 20%정도가 초과 공급되어 있음을 알 수 있었고 특히 이용객이 적은 소형 판매시설들의 경우에는 100%가 넘는 초과면수가 발생한 것으로 나타났다.

<표 8> 시설별 적정주차면수

| 구 분   | 현주차면수 | 적정주차면수 | 초과면수         | 평균이용율 |
|-------|-------|--------|--------------|-------|
| 롯데백화점 | 2,556 | 1,995  | +561(28.1%)  | 90.2  |
| 현대백화점 | 672   | 599    | +73(12.2%)   | 91.2  |
| 부산백화점 | 370   | 121    | +249(205.8%) | 93.3  |
| 르네시떼  | 526   | 352    | +174(49.4)   | 92.8  |
| 레즈미화당 | 173   | 89     | +84(94.4%)   | 83.5  |
| 세원백화점 | 514   | 357    | +157(44.0%)  | 93.4  |

이것은 실제적으로 이러한 소형 판매시설들은 대형 판매시설에 비해 시설이 낡고, 낙후되어 처음 건설되었던 당시보다 현저하게 쇼핑이용객이 줄었기 때문인 것으로 시설면적에 의한 초과면수가 아닌 현 이용상태의 초과면수로 해석되어야 할 것으로 생각된다.

## 3. 적정주차규모 모형구축 및 모형의 적합도 검정

### 1) 적정주차규모 모형구축

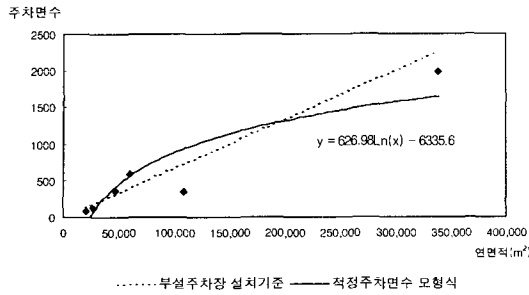
판매시설에 있어서 시설의 연면적과 주차공급면수는 서로 상관관계를 가지고 있으며, 이러한 관련성 위에서 성립되어진다.

본 연구는 차량의 도착시간분포 및 주차시간 분포는 지수분포를 사용하고, 실제 조사에 의해 얻어진 평균도착시간간격 및 평균주차시간에 기초해서 시물레이션을 행하여 적정주차면수를 산정하였다. 이렇게 구해진 주차면수는 연상면적과의 관계로부터 적정주차규모 모형식을 구축하였다.

모형식은 데이터의 추세를 그래프로 표시하고 실제 데이터의 미래값을 예측할 수 있는 회귀분석을 사용하여 구하였다. 아래 <그림 5>의 모형식  $y=626.98\ln(x) - 6335.6$ 은 연상면적과 적정주차면수의 관계를 용이하게 추출할 수 있는 회귀식이다. 여기서  $y$ 는 종속변수로서 적정주차면수를 나타내며,  $x$ 는 독립변수로서 시설의 연면적을 나타낸다.

<그림 5>와 같이 현재의 부설주차장 설치기준(시설면적 150㎡당 1대<sup>11)</sup>과 산정된 적정주차면수를 비교해보면, 연면적 20,000㎡미만의 판매시설은 적정주차면수가 부설주차장 설치기준을 상회하고, 반대로 그 이상의 판매시설은 부설주차장 설치기준이 적정주

11) 부산시 주차장법 조례 제12조 관련(전문개정 1997).



〈그림 5〉 적정주차규모 모형식

차면수를 상회하고 있음을 알 수 있다. 따라서 현 부설 주차장 설치기준의 개선이 필요할 것으로 판단된다.

2) 모형의 적합도 검증

추정된 모형식이 전체적으로 독립변수와 종속변수 간의 관계를 얼마나 잘 설명하는지, 즉 추정된 모형식이 종속변수의 변화에 대해 어느 정도의 설명력을 갖는지를 검토하는 것을 적합도 검증이라고 한다. 회귀분석에서는 모형의 적합도를 검증하기 위해 결정계수(coefficient of determination :  $R^2$ )를 이용한다.

결정계수( $R^2$ )는 독립변수들의 변화가 종속변수  $Y$ 의 변화를 얼마만큼 잘 설명해주는가를 나타내는 지표이다. 결정계수는 0에서 1사이의 값을 가지며, 1에 가까울수록 회귀식의 설명력은 커진다. 또한 회귀방정식에 포함되는 독립변수의 수가 증가하면 할수록 결정계수( $R^2$ )의 값은 증가한다는 단점을 지니고 있다. 이 문제를 해결하기 위해서 조정결정계수(adjusted  $R^2$ )를 이용한다. 회귀식의 적합도를 검증한 후에는 회귀식이 통계적으로 유의한가를 검증하여야 하며, 회귀식의 적합성 여부, 즉 주어진 자료에 적합시킨 회귀식이 유의한가는 분산분석(analysis of variance)으로 알 수 있다.

본 연구에서는 모형의 적합도를 검증하기 위하여 통계 package의 하나인 SPSS(Statistical Package Social Science)의 회귀분석을 사용하였다.

아래 표들은 회귀분석의 분석 결과를 나타낸 것으로 회귀분석을 실시하는 경우, 먼저 분석에 투입된 변수들간의 단순상관관계가 분석되어야 한다.

〈표 9〉와 같이 적정주차면수와 연면적과의 상관관계는  $r=0.970$ 이며 유의수준  $p<0.01$ 에서 유의적인 것으로 나타나 있다.

〈표 10〉은 결정계수( $R^2$ )과 분산분석표를 이용하여

〈표 9〉 회귀분석의 상관관계

| 구 분          |         | 적정 주차면수 | 시설의 연면적 |
|--------------|---------|---------|---------|
| pearson 상관관계 | 적정주차면수  | 1.000   | 0.970   |
|              | 시설의 연면적 | 0.970   | 1.000   |
| sig (단측검정)   | 적정주차면수  | .       | 0.001   |
|              | 시설의 연면적 | 0.001   | .       |
| N            | 적정주차면수  | 6       | 6       |
|              | 시설의 연면적 | 6       | 6       |

〈표 10〉 분산분석표

| R     | $R^2$ | 조정 $R^2$ | 추정치의 표준오차 | F      | sig   |
|-------|-------|----------|-----------|--------|-------|
| 0.970 | 0.942 | 0.927    | 193.1345  | 64.521 | 0.001 |

모형의 적합도 분석을 한 회귀분석의 결과로서 시설의 연면적을 독립변수로 하고, 적정주차면수를 종속변수로 하였다.

모형의 적합도 검증 통계량인  $R^2=0.942$ 로 나타나고 있으며, F-변화율이 64.521이고 유의수준  $p<0.01$ 에서 유의적인 것으로 나타나 모형식은 타당한 것으로 나타났다.

Ⅵ. 결론

본 연구는 부산시내 도심지의 대규모 교통유발 시설의 적정규모를 추정하는 모형식을 구축함이 목적이었다. 대상시설에 대한 조사 및 연구 분석으로부터 도출된 결과를 정리하면 다음과 같다.

- 1) 부산의 주요판매시설 주차시설규모의 적합성 여부를 주차장내에 대기행렬 발생여부 및 상태를 통하여 평가한 결과, 현재의 주차장 이용상태에서는 각 주차장의 피크시 평균이용률이 롯데백화점 79.8%, 현대백화점 81.3%, 부산백화점 30.5%, 르네시떼 62.1%, 레츠미화당 42.9%, 세원백화점 64.8%로서 대기행렬이 발생하지 않는 것으로 나타나 주차용량이 부족하지 않음을 알 수 있었다. 즉, 주차시설의 과다공급으로 승용차 운전자의 운전심리를 자극함으로써 오히려 도심지역 교통혼잡을 유발시키는 결과를 초래하고 있다고 판단된다.
- 2) 도착시간 간격을 줄여가면서 시뮬레이션 한 결과, 롯데백화점에서는 도착시간간격이 2.5초일 때 평

균대기 차량수 474대와 평균대기 시간 1164초가 발생하였고, 현대백화점에서는 도착시간간격이 12초일 때 평균대기 차량수 0.29대와 평균대기 시간 3.5초가 발생하였으며 부산백화점에서는 11초일 때 39.55대와 435초가 발생하였다. 또한 레츠미화당과 세원백화점에서도 각각 40초와 11초에 대기행렬이 발생하였다.

- 3) 피크시간대의 평균 도착시간 간격을 독립변수로 설정하여 시뮬레이션 한 결과, 대상시설 모두 현 이용상태에서는 대기행렬이 발생하지 않아 현 주차시설의 규모는 부족하지 않음을 알 수 있었다. 또한 피크시간대의 평균 도착시간 간격을 고정변수로 두고, 주차면수를 독립변수로 설정하여 시뮬레이션 한 결과, 각 대상시설 적정 주차면수는 롯데백화점 1,995면, 현대백화점 599면, 부산백화점 121면, 르네시떼 352면, 레츠미화당 89면, 세원백화점 357면으로 나타나 현 주차면수는 약 20% 정도 초과공급되어 있음을 알 수 있었다.
- 4) 주차면수가 비슷한 르네시떼와 세원백화점에서 대기행렬이 발생하기 시작한 도착시간간격일 11초 일때를 비교해보면 주차장 이용 차량수는 세원백화점이 많은데 비해 대기행렬차량수는 르네시떼가 많은 것으로 나타났는데, 이는 르네시떼의 평균주차시간이 길기 때문인 것으로 해석된다.
- 5) 주차장 이용차량수의 증가에 따라 대기행렬이 발생하더라도 주차장의 평균이용율이 80~88%정도밖에 되지 않는 것으로 나타났는데, 이는 주차장이용의 피크시에 집중적인 차량도착의 영향으로 해석된다.
- 6) 적정주차규모 모형을 구축한 결과 현재의 주차면수는 적정주차면수에 비해 초과 공급되어 있어 도심내의 주차장 과잉공급으로 인한 불필요한 승용차 이용을 방지하고, 토지이용의 효율성 제고를 위해서는 현 부설주차장의 설치기준에 대한 개선이 필요할 것으로 판단된다.

그러나 본 연구의 수행 과정에서 나타난 문제점은 대상시설의 선정에서 이용율이 현저히 떨어지고 있는 시설들을 포함시킴으로 인해 적정주차규모가 다소 적게 산정될 수 있다는 점이다. 또한 토지이용과 교통여건, 상권 등이 종합적으로 고려된 연구의 부족과 사례지역의 제한성으로 인한 자료의

부족 등 많은 문제점을 가지고 있으나, 주차장 규모산정법에 있어 기존의 연구와 다른 접근법을 제시하였다는 것에 의미가 있다고 생각되며, 향후 연구방법 및 자료가 보강된 깊은 연구가 되어야 할 것으로 판단된다.

### 참고문헌

1. 서울시정개발연구원, "주차 수요관리 방안 연구, - 건축물 부설주차장 설치기준 재정립을 중심으로 -", 1995.
2. 부산광역시, "부산광역시 교통혼잡관리 5개년 계획, 제5권 주차수요관리" 1996.
3. 신진권, "도심상업지역 가로에 있어서 하역의 실태분석과 하역주차공간 산정에 관한 연구, 부산대학교 대학원 석사학위 논문, 1998.
4. 이신해, "지속시간모형(Duration model)을 이용한 판매시설 이용자의 주차시간 추정에 관한 연구", 서울대학교 환경대학원 석사학위 논문, 1996.
5. 김재연, "컴퓨터 시뮬레이션", 박영사,
6. 오윤표 외, "부산 도심지 주차문제해결방안 연구" 부산경제연구원, 1990.
7. 강원갑, "주차장 계획·설계·운영", 여명사, 2000.
8. 원제무, "도시교통론", 박영사, 1997.
9. 도철용, "교통공학원론", 청문각, 1998.
10. 유대근·권영식, "통계분석을 위한 SPSSWIN 8.0", 기한재, 1999.
11. 毛利正光·塚口博司, "駐車場の設置義務基準の見直しと駐車対策に関する研究", 第22回日本都市計划學會研究論文集, 1987
12. 失嶋宏光·屋井鐵雄, "商業地域における駐車施設整備のための基礎的研究", 土木計划學會講演集. no12, 1989

✉ 주 작성자 : 오윤표

✉ 논문투고일 : 2001. 2. 1

논문심사일 : 2001. 4. 14 (1차)

2001. 5. 24 (2차)

2001. 6. 3 (3차)

심사판정일 : 2001. 6. 3