

주차대기행렬 예측을 통한 기계식 주차장 적정 대기규모 산정에 관한 연구

진태희* · 박제진** · 박진만*** · 하태준****

Jin, Tae-Hee*, Park, Je-Jin**, Park, Jin-Man***, Ha, Tae-Jun****

An Estimation of Appropriate Standby Space for Mechanical Parking Lot by Prediction of Parking Queue

ABSTRACT

The purpose of this study is to present the appropriate standby space for the mechanical parking lot considered parking queue. This analysis is based on the field-study by results of the influential factors on the parking queue of mechanical parking lots in the commercial area of Gwang-ju metropolitan city. In this study, the parking queue was analyzed through the simple modeling using Vissim based on average service rate and average arrival rate from the result of field-study. As a result of applying the field survey products to the theoretical queue model, no significant result was obtained when the traffic intensity exceeded 1. Therefore, parking queue was analyzed through simple modeling using Vissim, and the model for calculating the proper parking queue size of the mechanical parking lot by size was derived. The model for estimating of an appropriate mechanical parking standby space considering parking queue presented in this study is expected to be a criterion for considering the appropriate parking space of a new building, and also it can be used to minimized the traffic impact due to the parking queue by the lack of standby space.

Key words : Prediction of parking queue, Mechanical parking lot, Vissim, Parking standby space

초 록

본 연구는 광주광역시 도심상업지역의 기계식 주차장 사례분석을 통해, 주차대기행렬에 영향을 미치는 인자들에 대한 현장조사 결과를 바탕으로, 규모별 기계식 주차장의 주차대기행렬 분석을 수행하고, 대기행렬을 고려한 기계식주차장의 적정 대기규모를 제시하는데 목적이 있다. 본 연구에서는 기계식 주차장의 특성과 대기행렬 이론 등에 대해 고찰한 후 주차대기행렬에 영향을 미치는 인자인 평균서비스율과 평균도착률에 대하여 광주광역시를 중심으로 현장조사를 실시하였다. 현장조사 결과를 이론적 대기행렬 모형에 적용한 결과, 교통강도가 1을 초과할 경우 유의한 결과값을 도출하지 못하였다. 이에 Vissim을 이용한 단순 모델링을 통해 대기행렬을 분석을 수행하였으며, 규모별 기계식 주차장의 적정 대기 규모 산정을 위한 모델을 도출하였다. 본 연구에서 제시한 주차대기행렬을 고려한 기계식 주차장의 적정 대기규모 산정모델은 신축 건축물의 승강기식 주차장 설치 시 적정 대기규모를 고려하는데 판단기준이 될 수 있을 것으로 예상되며, 대기공간 부족에 따른 주차대기행렬이 건축물 주변의 교통흐름에 미치는 영향을 최소화하는데 이바지할 수 있을 것으로 판단된다.

검색어 : 주차대기행렬 예측, 기계식주차장, Vissim, 주차대기공간

* 정희원 · 전남대학교 토목공학과, 박사과정 (Chonnam National University · xogml5052@naver.com)

** 중신희원 · 교신저자 · 전남대학교 토목공학과, 조교수 (Corresponding Author · Chonnam National University · jinpark@jnu.ac.kr)

*** 전남대학교 토목공학과, 박사과정 (Chonnam National University · latin2002@hanmail.net)

**** 중신희원 · 전남대학교 토목공학과, 교수 (Chonnam National University · tjha@jnu.ac.kr)

Received November 20, 2019/ revised December 16, 2019/ accepted March 3, 2020

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

건축물의 주차장 이용자들은 대기시간이 짧고 주차가 편리한 자주식 주차장을 선호한다. 하지만 도심 내 부족한 토지면적과 사업주 입장에서 발생교통량을 전부 자주식으로 건설하기에는 막대한 비용이 소요되고 합리적 토지이용을 기대하기 힘든 것이 현실이다. 1992년 기계식주차장의 도입을 시작으로, 신규 건축물의 경우 자주식과 기계식 주차장의 설치 비율을 정함에 있어 지자체 교통영향평가위원회 및 지자체 조례로 정하여 설치·운영되고 있다.

특히, 도심 상업지역의 신축 건축물은 공간적·비용적 측면에서 대부분 기계식 주차장을 확보해야 하지만 기계식 주차장을 설치할 때 주차대기행렬에 대한 고려는 부족한 실정이다. 관련 법에 따라 기계식 주차장 설치 시 대기공간은 기계식 주차장의 규모가 20대를 초과하는 경우 20대마다 1대의 정류장(대기공간)을 설치하도록 규정하고 있으나, 이는 해당 건축물의 주차대기행렬은 고려되지 않고 있어 건축물 내 대기행렬 문제뿐만 아니라 중심상업지역의 교통체증 등 가로교통망에도 영향을 미쳐 도시의 새로운 문제가 될 수 있다.

본 연구에서는 광주광역시시의 기계식 주차장 이용특성과 조사대

상지의 운영사레분석 및 현장조사 결과를 바탕으로 주차대기행렬에 영향을 미치는 요인을 찾고, 건축규모별 기계식 주차장의 주차대기행렬 분석을 통해 대기행렬을 고려한 기계식주차장의 적정 대기규모를 제시하는데 목적이 있다.

1.2 연구의 내용 및 방법

본 연구에서는 대기행렬을 고려한 기계식 주차장 적정 대기규모 산정을 위하여 다음과 같은 방법으로 연구를 수행하였다.

첫째, 우리나라 주차장에 대한 관련 법령과 각종 지침을 검토하고, 기계식 주차장의 종류와 특성에 대하여 고찰하며, 대기행렬시스템의 구성요소 및 분석모형에 대하여 기존 연구문헌 등을 고찰하였다.

둘째, 기계식 주차장이 있는 지상 1층 혹은 지하 1층 건축물, 승강기식 및 주차관리인이 상시대기 중인 건축물을 대상으로 기계식 주차장에 대하여 조사하였다. 조사내용은 기계식 주차장 일반현황, 자주식 및 기계식 비율, 기계식 주차장 평균서비스시간, 평균도착률에 대하여 현장조사를 실시하였다.

셋째, 조사결과를 바탕으로 기계식 주차장의 평균도착률과 평균 서비스시간을 구하고, 기계식 주차장 규모별 대기행렬 예측모델 개발 및 기계식 주차장의 적정 대기규모를 제시하였다. 본 연구의 전체적인 연구 흐름도는 Fig. 1과 같다.

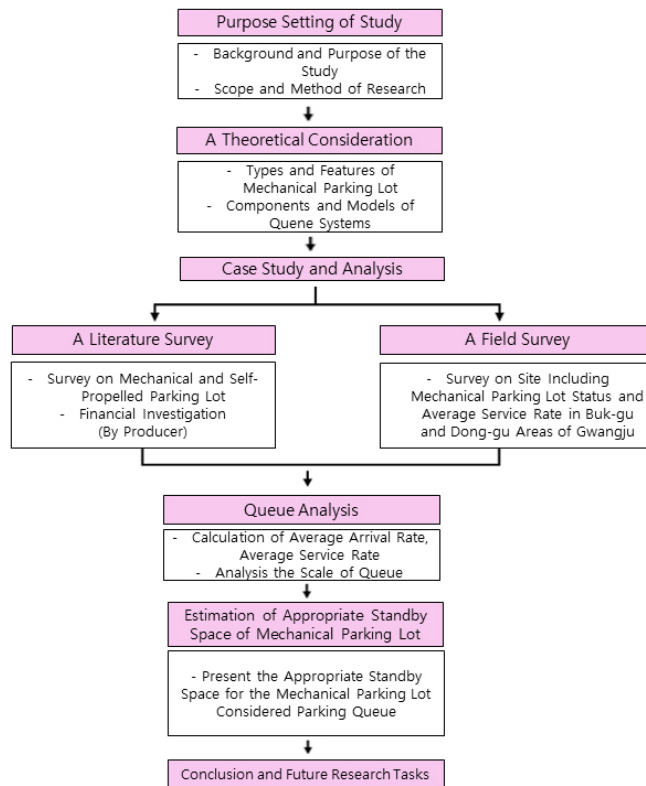


Fig. 1. Flowchart of Research

1.3 연구의 범위

본 연구의 시간적 범위는 2018년 3-4월 2개월 이내에 해당하고, 공간적 범위는 광주광역시 도심상업지역을 중심으로 건축물 내 주차장에서 기계식 주차장 설치건물을 대상으로 조사를 실시하였다.

- 시간적 범위 : 2018년 3-4월 중 총 4주간 출근시간대, 점심시간대 조사
- 공간적 범위 : 광주광역시 도심상업지역 대상

2. 기존 연구문헌 고찰

2.1 기계식 주차장에 관한 연구

2.1.1 Lee(2008)

「주차 방식에 따른 도심상업 지역의 주차효율에 관한 연구」는 기존 도심에서 자주식 주차장과 기계식 주차장의 이용 특성과 조사대상 사례분석을 통해 주차시설 문제점으로 이용자 편의도 및 장단점을 파악하고, 주차효율 분석과 선호도 조사를 통하여 향후 도심에서의 자주식 및 기계식 주차장의 설치 및 운영 시 보완되어야 하는 사항을 검토하였다

2.1.2 Kim(2008)

「2단 기계식 주차장치 개선방안에 관한 연구」는 기계식 주차장치 중 2단 기계식 주차장치 설치현황 및 이용실태, 제반 문제점을 검토하고 2단 기계식 주차장치 중 실제 유지관리에 문제가 되는 장치의 폐기, 대체방안 등에 대한 제도 개선방안과 자동차 대형화에 따른 기계식 주차장치의 주차운반기 규격기준의 개선안을 제시하였다.

2.1.3 Lim(2003)

「기계식 주차장치 개선방안에 관한 연구」는 사회적 현안인 주택 주차난 해소방안으로 자투리 공유지를 활용한 기계식 주차기 설치가능성을 검토하고, 부지별 특성에 따른 최적 주차기 형식 설정방안을 제시하였다. 연구수행을 위해 종로구 주거지역 주차실태 분석, 주민설문조사와 주거지역 3개 행정동을 대상으로 나대지 상태의 자투리땅에 대한 기계식주차기 설치가능성 검토를 수행하고, 각 부지별 최적 주차기 형식 설정방안을 마련하고자 면적, 형태, 진출입여건, 주차기 형식에 따른 설치가능 주차대수 산정과 부지유형별 특성 분석을 수행하였다.

2.1.4 Kwon(1999)

「건축물 부설 주차장 설치형태에 따른 편의도에 관한 연구」는 주차장 설치형태에 따른 운전자 선호도 연구를 통해 객관적인

개량화 기준에 의해 설치되도록 개선방안을 제시하였다. 건축물 신축 시 주차장 설치에 대한 형태별 재정적인 문제와 이용자 편의도 문제를 검토하여 실제 이용자 중심의 정책에 대한 개선방안을 제시하였다.

2.2 기계식 주차장의 유형 및 특성

2.2.1 기계식 주차장 분류

주차장의 구조, 기구, 형상, 용도 등의 요소에 관계없이 그 주차장치가 어떠한 것인가를 알기 쉽게 나타내기 위해 적당한 표현을 채택한 분류방식은 Table 1과 같다.

주차장치 내 운반기의 주된 동작기구에 의해 분류한 방법은 Table 2와 같다.

2.2.2 기계식 주차장 종류별 구조 및 동작원리

2.2.2.1 수직순환식

주차에 사용되는 부분(이하 “주차구획”이라 한다)에 자동차를 들어가도록 한 후 그 주차구획을 수직으로 순환 이동하여 자동차를 주차하도록 설계된 주차장(Fig. 2).

Table 1. Categorization by Type of Mechanical Parking Lot

Type	
Vertical Circulation System	Horizontal Circulation System
Multiple-Circulation	A Double Formula
Multicast Formula	A Lift Ceremony
Lift Slide Type	Planar Double Type
Special Type	-

Table 2. Classification by Structure of Mechanical Parking Lot

A Circular Formula	A Round-Trip Ceremony
<ul style="list-style-type: none"> • Vertical Circulation System • Multi-Layered Cycle • Horizontal Circulation System 	<ul style="list-style-type: none"> • A Lift Ceremony (Lift Slide) Type • Planar Double Type

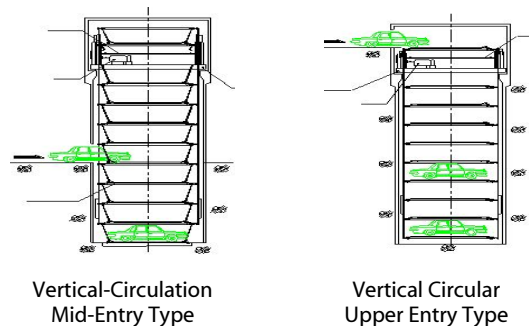


Fig. 2. Vertical Circulation Classification

2.2.2.2 수평순환식

주차구획에 자동차를 들어가도록 한 후 그 주차구획을 수평으로 순환 이동하여 자동차를 주차하도록 설계된 주차장(Fig. 3).

2.2.2.3 다층순환식

주차구획에 자동차를 들어가도록 한 후 그 주차구획을 여러 층으로 된 공간에 아래 위 또는 수평으로 순환 이동하여 자동차를 주차하도록 설계된 주차장(Fig. 4).

2.2.2.4 2단식

주차구획이 2단으로 배치되어 있고 출입구가 있는 층의 모든 주차구획을 주차장치 출입구로 사용할 수 있는 구조로서 그 주차구획을 아래, 위 또는 수평으로 이동하여 자동차를 주차하도록 설계된 주차장(Fig. 5).

3. 기계식 주차장 대기행렬 분석을 위한 조사

3.1 조사지점 현황

기계식 주차장의 적정 대기규모 산정을 위한 조사지점의 선정기준 및 조사지점은 다음과 같다.

첫째, 광주광역시 내 교통량이 많은 북구, 동구의 도심 상업지역

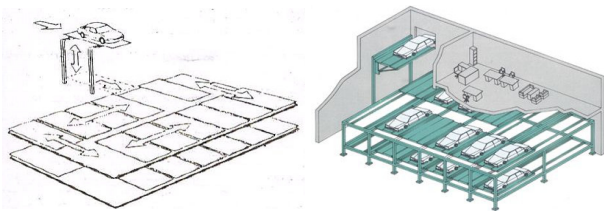


Fig. 3. Horizontal Circulation Parking System

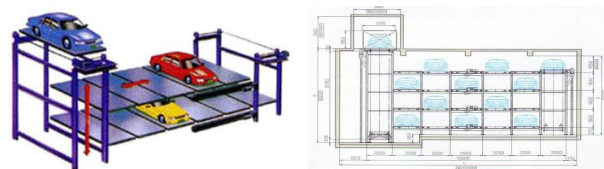


Fig. 4. Multi-Layer Circulating Parking System



Fig. 5. Two-Stage Parking System

을 중심으로 지점을 선정하였다(Tables 3 and 4).

둘째, 국내 보급된 기계식 주차장은 2단식이 가장 많이 보급되었으나 최근에는 승강기식 기계식 주차장 보급이 확대되고 있으며, 중심상업용지의 높은 지가를 고려하면 향후 승강기식 설치가 증가할 것으로 판단되어 승강기식 기계식 주차장을 대상으로 조사하였다.

셋째, 기계식 주차장이 설치된 건물 중 출입구가 지상 1층이거나 지하 1층에 설치된 건물을 중심으로 조사하였다.

넷째, 기계식 주차장의 관리인 상주 시, 승강기식 주차장이 30대 이상 규모로 설치된 지점을 선정하였다.

Table 3. Survey Point in Buk-gu, Gwangju

Sec	Building Name	Address of Road Name
B1	Gwangju Unam-dong Nursing Hospital	18, Bukmun-daero, Buk-gu (Unam-dong)
B2	Buk-gu Wooridle Hospital	84, Tongmun-daero, Buk-gu (Duam-dong)
B3	Hangyeong Building	170, Gyeongyang-ro, Buk-gu (Jungheung-dong)
B4	Korea Cienti Co., Ltd.	239, North-gu Mudeung-ro (Jungheung-dong)
B5	Hyemang Hospital	429, Haseo-ro, Buk-gu (Yongdu-dong)
B6	Gwangju Ilgok Hospital	309, Yangil-ro, Buk-gu (Ilgok-dong)
B7	LG Uplus Jungheungs Temple Sub-One	290 Mudeung-ro Buk-gu (Jungheung-dong)
B8	Samsan Building	322, Jebong-ro, Buk-gu (Jungheung-dong)
B9	National Health Insurance Corporation Gwangju Northern Branch Office	24, Geumjae-ro, Buk-gu (Yu-dong)
B10	Hyundai Building	42, Bukmun-daero, Buk-gu (Unam-dong)
B11	Jaeseung Building	193, Dongmun-daero, Buk-gu (Dooam-dong)
B12	Gwangju High School Welfare Plus Senta	121, Geumnam-ro, Buk-gu (Northeast)

Table 4. Survey Point in Dong-gu, Gwangju

Place	Building Name	Address of Road Name
D1	Hotel Glam	226-11, Geumnam-ro, Dong-gu (Chungjang-ro 2-ga)
D2	Gangnam Nursing Hospital	622, Nammun-ro, Dong-gu (Sotae-dong)
D3	Hanil Building	27, Jebong-ro, Dong-gu (Hak-dong)
D4	Windmill Motel	150-8, Jungang-ro, Dong-gu (Honam-dong)

Table 4. Survey Point in Dong-gu, Gwangju (Continue)

Place	Building Name	Address of Road Name
D5	Entercinema Co., Ltd.	161, Guseong-ro, Dong-gu (Chungjang-ro 5-ga)
D6	Kookmin Bank's Gwangji Branch	204, Geumnam-ro, Dong-gu (Geumnam-ro 4-ga)
D7	Ha-Dong Jung Surname Requiem Mass Scholarship Center	209, Jungang-ro, Dong-gu (Daein-dong)
D8	Cheum Oriental Medicine Hospital	145, Dongseong-gu, (Sugi-dong)
D9	Oiland Co., Ltd	196, Geumnam-ro, Dong-gu (Geumnam-ro 4-ga)
D10	Seo Eun Hall	19-1, Culture Complex-ro, Dong-gu (Nam-dong)
D11	Kanan Oriental Hospital	339, Jungang-ro, Dong-gu (558-3, Guilin-dong)
D12	Golden Hill Opisel	34-1, Baekseo-ro 125beon-gil (Geum-dong)
D13	Hyōin Building	31-10, East-gu, Jungang-ro 196. (Daedong)
D14	Mudeung Building	238, Geumnam-ro, Dong-gu (Gumnam-ro 2-ga)
D15	Hiddink Tourism Hotel	5, Seoseok-ro 10-gil, Dong-gu (Bulro-dong)
D16	Asong Building	236, Geumnam-ro, Dong-gu (Geumnam-ro 2-ga)
D17	Garosu Building	30, Seoseok-ro, Dong-gu (Gwangsan-dong)

3.2 기계식 주차장과 자주식 주차장 비율

광주광역시 북구 12개소와 동구 17개소 건축물에 대한 기계식 및 자주식 주차장에 대한 조사결과는 각각 Table 5, Table 6과 같으며, 기계식 주차장을 설치한 건물은 자주식 주차장을 최소 배치하여 법적기준을 충족하고 공간 효율성을 도모하였다.

3.3 기계식 주차장 규모별 서비스시간 조사결과

3.3.1 지점별 서비스시간 조사결과

지점별 평균서비스를 산정을 위한 입고시간, 출고시간을 조사하여 3회 실측 후 평균값을 적용하였다. 광주광역시 북구, 동구지역의 조사가능 지점에 대한 지점별 입고시간 조사결과는 Table 7과 같으며, 설치된 기계식 주차장 평균 입고시간은 1대당 199초로 조사되었다.

광주광역시 북구와 동구의 지점별 출고시간 조사결과는 Table 8과 같으며 기계식 주차장 평균 출고시간은 1대당 178초로 조사되었다.

Table 5. Status of Mechanical and Self-Contained Parking Lots in Buk-gu (Unit : Number of Parking Areas)

Place	Building Purpose	Self-Contained Parking Lot	Mechanical Parking Lot	Subtitles
B1	Hospital	14	44	58
B2	Hospital	1	30	31
B3	Office Use	4	134	138
B4	Office Use	18	170	188
B5	Hospital	17	52	69
B6	Hospital	1	48	49
B7	Office Use	3	46	49
B8	Office Use	0	48	48
B9	Office Use	2	34	36
B10	Office Use	2	46	48
B11	Business Use	0	34	34
B12	Business Use	109	52	161

Table 6. The Status of the Dong-gu Mechanical and Self-Contained Parking Lot (Unit : Number of Parking Areas)

Place	Building Purpose	Self-Contained Parking Lot	Mechanical Parking Lot	Subtitles
D1	Hotel	2	46	48
D2	Hospital	3	36	39
D3	Business Use	3	58	61
D4	Motel	3	112	115
D5	Theater	7	96	103
D6	Bank	2	118	120
D7	Office Use	5	80	85
D8	Hospital	8	60	68
D9	Business Use	7	40	47
D10	Business Use	2	37	39
D11	Hospital	9	18	27
D12	Efficiency Apartment	1	44	45
D13	Office Use	0	36	36
D14	Office Use	40	114	154
D15	Hotel	4	30	34
D16	Office Use	0	32	32
D17	Office Use	2	48	50

3.3.2 제작업체별 기계식 주차장치 재원조사

기계식 주차장치 내부의 운반기에 의한 입고출고 필요시간 추정을 위해 기계식 주차장치 제작업체를 대상으로 제원 조사를 실시한 결과, 제작업체별 기계의 성능수준이 비슷하며, 상·하행 운반속도는 60~120 m/분, 횡행장치는 30~40 m/분으로 기계식

Table 7. Average Return Time Results for Mechanical Parking Lot by Branch

Place	Installation Size	Warehousing (Sec/Number)				
		t_1	t_2	t_3	t_4	Sum
B1	44	5	21	184	0	210
B2	30	12	28	137	0	178
B4	43	6	26	180	0	212
D2	36	6	26	170	0	202
D3	58	5	21	184	0	210
D10	37	10	31	153	0	194
D11	32	8	19	155	9	192
D14	29	18	17	146	0	181
D16	32	9	32	137	0	178
D17	40	17	46	172	0	235
Average		10	27	162	1	199

Note. t_1 : The Time after the vehicle stops before the manager wears the vehicle
 t_2 : The time the door opens and the driver leaves the mechanism after parking
 t_3 : Time to last park the vehicle by the lift device
 t_4 : Time to prepare the turntable after the vehicle stops

Table 8. Average Forwarding Time Results for Mechanical Parking Lots by Point

Place	Installation Size	Warehousing (Sec/Number)				
		t_1	t_2	t_3	t_4	Sum
B1	44	6	186	27	0	219
B2	30	7	157	28	0	192
B4	43	5	139	18	0	163
D2	36	5	153	18	0	176
D3	58	6	174	20	0	199
D10	37	6	127	22	0	156
D11	32	5	184	25	10	225
D14	29	10	111	18	0	140
D16	32	5	121	24	0	150
D17	40	9	143	12	0	165
Average		6	150	21	1	178

Note. t_1 : The time when the button is pressed and the operation bell rings to leave the vehicle
 t_2 : The time when the movable bell stops and the vehicle descends to the elevator to open the door
 t_3 : Time required to leave the mechanical parking lot after boarding the driver for departure
 t_4 : Waiting time for leaving when installing turntable (The time the turntable moves after leaving the mechanical parking lot)

주차장의 규모에 따라서 모터용량 및 속도를 조절하는 것으로 나타났다.

4. 기계식 주차장 적정 대기규모 산정

본 연구를 위해 대기행렬을 고려한 기계식 주차장의 적정 대기규모 산정을 위하여 Fig. 6과 같이 연구를 수행하였다.

4.1 이론적 모형 대기행렬 분석

4.1.1 대기행렬 분석을 위한 가정

- (1) 평균도착률
 - 이산확률분포인 포아송분포를 적용
 - 시간당 도착률을 가정
- (2) 대기행렬 길이는 무한
- (3) 평균서비스율
 - 평균서비스시간은 현장 실측시간을 이용
 - 기계장치 운반시간(t_3)은 기계식 주차채원을 이용 추정

4.1.2 기계식주차장 규모별 서비스율

본 연구에서는 기계장치에 영향을 받지 않는 입고시간(t_1, t_2, t_4)과 출고시간(t_3, t_4) 값은 현장실측치를 적용하고, 기계장치 운반 입출고 시간(입차 t_3 , 출차 t_2)은 기계식주차채원 조사치 평균을 적용하였다. 입고시간($t_1+t_2+t_4$)은 평균 37초, 출고시간($t_1+t_3+t_4$)은 평균 29초로 산정되었다. 기계식주차장 규모별 평균서비스시간과 시간당 평균서비스율은 Table 9와 같다.

4.1.3 이론적 모형 대기행렬 분석결과

4.1.3.1 분석조건

- 주차차량 도착은 포아송분포, 서비스시간은 지수분포

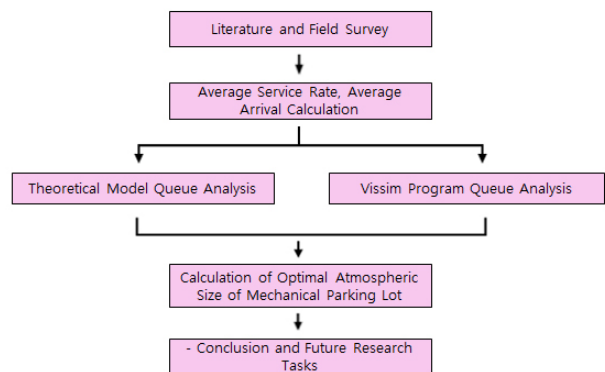


Fig. 6. A Method for Estimation of Appropriate Standby Space of Mechanical Parking Lot

Table 9. Service Rate by Size of Mechanical Parking Lot

Section	Scale (Vehicle)						Note	
	30	40	50	60	70	80		
Warehousing ($t_1+t_2+t_4$)	37	37	37	37	37	37	Sec/ vehicle	
Release ($tt_1+t_3+t_4$)	29	29	29	29	29	29		
Machine Warehousing and Released (t_2, t_3)	90	119	147	176	205	234		
Sum	156	185	213	242	271	300		
Service Time	Sec/Vehicle	156	185	213	242	271	300	
	Min/Vehicle	2.6	3.1	3.6	4.0	4.5	5.0	
Average Service Rate μ (Vehicle/h)	23	19	17	15	13	12		

- 기계식 주차입구는 1개소, 선착순 진입
- 대기행렬 허용길이와 고객집단은 무한
- 분석모형식

$$L_q = \left(\frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)} \right) \text{ (대기행렬 내 차량 수)}$$

$$W_q = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)} \text{ (대기행렬 내 평균대기시간)}$$

4.1.3.2 대기행렬 분석결과

분석결과 교통강도[(평균도착률(λ)/평균서비스율(μ)]가 1보다 작은 경우 유의한 결과가 나타났으며, 교통강도가 1에 가까워질수록 분석값이 유의한 결과를 찾기 어려웠으며, 기계식주차의 대기행렬을 분석하는데 한계가 있었다. Table 10은 이론적 모형 대기행렬 분석표이다.

4.2 Vissim을 이용한 대기행렬 분석

4.2.1 대기행렬 분석을 위한 Vissim 가정

기계식주차장의 대기행렬 예측을 위하여 Vissim을 이용한 단순 모델링, 실행조건을 가정하고 대기행렬을 분석하였다.

4.2.1.1 평균서비스율

- 기계식 주차장 차량 입·출고시간, 즉 평균서비스시간은 신호주기 당 녹색시간 2초 적용, 1대만 통과 가능

4.2.1.2 평균도착률

- 기계식 주차장의 평균도착률은 Vissim의 교통발생량으로 설정, 도착확률분포는 포아송분포 적용

Table 10. Vehicle In Queue

Section	Mechanical Parking Size (Face)						Note
	30	40	50	60	70	80	
Average Service Rate μ (Vehicle/h)	23	19	16	15	13	12	
Average Arrival Rate λ (vehicle/h)	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	1	1	1
	4	0	1	1	1	1	1
	5	1	1	1	1	1	1
	6	1	1	1	1	1	1
	7	1	1	1	1	1	1
	8	1	1	1	1	1	2
	9	1	1	1	1	2	3
	10	1	1	1	2	3	5
	11	1	1	2	3	4	10
	12	1	1	2	4	9	899
	13	1	2	3	7	45	-15
	14	1	2	5	16	-21	-9
	15	2	3	8	-113	-10	-7
	16	2	4	18	-16	-8	-6
	17	3	6	-131	-10	-6	-5
	18	3	12	-17	-7	-6	-5
	19	4	38	-11	-6	-5	-5
	20	6	-41	-8	-6	-5	-5
	21	10	-16	-7	-5	-5	-5
	22	20	-10	-6	-5	-5	-5
	23	257	-8	-6	-5	-5	-5
	24	-28	-7	-5	-5	-5	-5
	25	-15	-6	-5	-5	-5	-5
	30	-6	-5	-5	-5	-5	-5

Unit: Vehicle

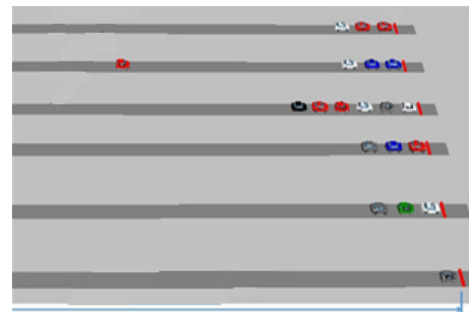


Fig. 7. Vissim Analysis Modeling Description

기계식 주차장의 규모별 대기행렬 예측을 위한 Vissim 단순모델링 실행조건은 Fig. 7과 같다.

4.2.2 Vissim 대기행렬 분석결과

Vissim 모델링을 통한 기계식 주차장 규모별 대기행렬 차량대수 분석결과는 Table 11과 같다.

차량길이를 6 m로 가정 시 Vissim 모델링을 통한 기계식 주차장 규모별 대기행렬 길이는 Table 12와 같다.

4.2.3 기계식 주차장의 적정 대기규모 산정을 위한 모형 제시

4.2.3.1 적정 대기행렬 결정

본 연구에서는 규모별 평균서비스시간이 Table 9와 같이 최소 2.6분/대, 최대 5분/대인 조사결과를 고려하고, 관련 연구문헌에서

기계식 주차에 소요되는 평균시간이 최소 10분, 최대 20분 이내임을 감안하여 적정대기행렬의 최대값은 Eq. (1)과 같이 산정하였다.

$$\text{적정대기행렬} = \quad (1)$$

$$\frac{\text{최대주차소요시간(20분)}}{\text{최소평균서비스시간(2.6분/대)}} \approx 8\text{대}$$

4.2.3.2 기계식 주차장 적정 대기규모 산정을 위한 모형 제시

앞에서 적정 대기행렬의 최대값은 8대로 산정하였으며 대기행렬을 고려한 기계식 주차장의 적정규모는 Table 13과 같다. Table 13은

Table 11. Vehicle Queue Analysis Results Using Vissim

Section	Number of Mechanical Parking Areas						Note
	30 Veh.	40 Veh.	50 Veh.	60 Veh.	70 Veh.	80 Veh.	
Average Service Rate μ (Vehicle/h)	23	19	16	15	13	12	
Average Arrival Rate λ (Vehicle/h)	1	0	0	0	0	0	
	2	0	0	0	0	0	
	3	0	0	0	0	1	1
	4	2	2	1	1	2	2
	5	2	2	1	2	3	3
	6	2	2	2	2	3	3
	7	2	2	2	2	3	3
	8	2	2	2	2	3	3
	9	2	2	2	2	3	3
	10	2	2	3	3	3	3
	11	2	3	3	3	3	4
	12	2	3	3	3	3	4
	13	2	3	3	3	3	4
	14	2	3	3	3	3	4
	15	2	3	3	3	3	4
	16	2	4	3	4	5	5
	17	3	4	3	5	6	5
	18	4	4	3	7	6	5
	19	5	4	3	7	6	5
	20	5	4	5	7	6	7
21	5	5	4	8	9	10	
22	6	5	4	9	10	11	
23	6	6	8	10	11	13	
24	7	6	9	11	12	15	
25	7	6	10	13	15	17	
30	7	10	13	15	17	22	
35	10	15	13	15	17	25	
40	12	19	20	23	24	26	

Unit: Vehicle

Table 12. Queue Length Analysis Results Using Vissim

Section	Number of Mechanical Parking Areas						Note
	30 Veh.	40 Veh.	50 Veh.	60 Veh.	70 Veh.	80 Veh.	
Average Service Rate μ (Vehicle/h)	23	19	16	15	13	12	
Average Arrival Rate λ (Vehicle/h)	1	0	0	0	0	0	
	2	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	6	6
	4	12	12	6	6	12	12
	5	12	12	6	12	18	18
	6	12	12	12	12	18	18
	7	12	12	12	12	18	18
	8	12	12	12	12	18	18
	9	12	12	12	12	18	18
	10	12	12	18	18	18	18
	11	12	18	18	18	18	24
	12	12	18	18	18	18	24
	13	12	18	18	18	18	24
	14	12	18	18	18	18	24
	15	12	18	18	18	18	24
	16	12	24	18	24	30	30
	17	18	24	18	30	36	30
	18	24	24	18	42	36	30
	19	30	24	18	42	36	30
	20	30	24	30	42	36	42
21	30	30	24	48	54	60	
22	36	30	24	54	60	66	
23	36	36	48	60	66	78	
24	42	36	54	66	72	90	
25	36	36	60	78	90	102	
30	42	60	78	90	102	132	
35	60	90	78	90	102	150	
40	72	114	120	138	144	156	

Unit:m
Vehicle Length: 6 m

Table 13. Optimal Atmospheric Vehicle in Mechanical Parking Lot Considering Queue

Section	Number of Mechanical Parking Areas						Note
	30 Veh.	40 Veh.	50 Veh.	60 Veh.	70 Veh.	80 Veh.	
Average Service Rate μ (Vehicle/h)	23	19	16	15	13	12	
Average Arrival Rate λ (Vehicle/h)	1	0	0	0	0	0	
	2	0	0	0	0	0	
	3	0	0	0	0	1	1
	4	2	2	1	1	2	2
	5	2	2	1	2	3	3
	6	2	2	2	2	3	3
	7	2	2	2	2	3	3
	8	2	2	2	2	3	3
	9	2	2	2	2	3	3
	10	2	2	3	3	3	3
	11	2	3	3	3	3	4
	12	2	3	3	3	3	4
	13	2	3	3	3	3	4
	14	2	3	3	3	3	4
	15	2	3	3	3	3	4
	16	2	4	3	4	5	5
	17	3	4	3	5	6	5
	18	4	4	3	7	6	5
	19	5	4	3	7	6	5
	20	5	4	5	7	6	7
	21	5	5	4	8	9	10
	22	6	5	4	9	10	11
	23	6	6	8	10	11	13
	24	7	6	9	11	12	15
	25	7	6	10	13	15	17
30	7	10	13	15	17	22	
35	10	15	13	15	17	25	
40	12	19	20	23	24	26	
45	15	20	31	32	33	36	

Unit: Vehicle

Table 14. Optimum Waiting Length for Mechanical Parking Lots Considering Queue

Section	Number of Mechanical Parking Areas						Note
	30 Veh.	40 Veh.	50 Veh.	60 Veh.	70 Veh.	80 Veh.	
Average Service Rate μ (Vehicle/h)	23	19	16	15	13	12	
Average Arrival Rate λ (Vehicle/h)	1	0	0	0	0	0	
	2	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	6	6
	4	12	12	6	6	12	12
	5	12	12	6	12	18	18
	6	12	12	12	12	18	18
	7	12	12	12	12	18	18
	8	12	12	12	12	18	18
	9	12	12	12	12	18	18
	10	12	12	18	18	18	18
	11	12	18	18	18	18	24
	12	12	18	18	18	18	24
	13	12	18	18	18	18	24
	14	12	18	18	18	18	24
	15	12	18	18	18	18	24
	16	12	24	18	24	30	30
	17	18	24	18	30	36	30
	18	24	24	18	42	36	30
	19	30	24	18	42	36	30
	20	30	24	30	42	36	42
	21	30	30	24	48	54	60
	22	36	30	24	54	60	66
	23	36	36	48	60	66	78
	24	42	36	54	66	72	90
	25	36	36	60	78	90	102
30	42	60	78	90	102	132	
35	60	90	78	90	102	150	
40	72	114	120	138	144	156	
45	90	120	186	192	198	216	

Unit:m
Vehicle Length: 6 m

대기행렬을 고려한 기계식 주차장의 적정대기차량 규모는 음영부분과 미음영 부분으로 나뉘며, 음영부분은 기계식 주차장의 출입구가 1개소인 경우, 미음영 부분은 기계식 주차장의 출입구를 2개소 이상 검토하여야 한다.

예를 들어 평균도착률 19대/h, 주차규모가 60대인 경우 대기행렬은 7대로 최소 7대가 대기할 수 있는 공간을 확보하여야 한다.

다른 예로 평균도착률 25대/h, 주차규모가 60대인 경우 대기행렬

은 미음영 부분의 13대에 해당하므로, 기계식 주차장의 출입구가 1개소인 범위를 벗어나므로 출입구를 2개 이상으로 검토하여야 한다.

대기행렬을 고려한 기계식 주차장의 적정 대기길이는 차량길이 6 m로 가정 시, 규모별 대기길이는 Table 14와 같다. 건축물 내 적정 대기행렬길이 확보는 기계식 주차장의 출입구를 기준으로 거리를 산정하며, 산정된 대기행렬 길이가 건축물의 입구까지 이어

지거나, 주변 도로에 영향을 미칠 정도로 길어지면 본 연구에서 검토한 출입구가 1개소인 경우보다 출입구 개소수를 증가하거나, 기계식 주차장의 위치변경, 대기차량의 동선변경 등의 다양한 방법으로 주변 가로 교통에 영향을 받지 않도록 세심한 주의가 필요할 것이다.

5. 결론 및 향후 연구과제

5.1 결론

본 연구에서는 광주광역시 도심상업지역을 중심으로 기계식 주차장의 평균 서비스시간을 조사하여 기계식 주차장의 규모별 대기행렬을 분석하였다. 기계식 주차장의 대기행렬길이는 대기행렬 이론식의 한계로 인하여 Vissim 단순모델링을 이용하여 분석하였으며, 그 결과를 바탕으로 기계식 주차장 적정 대기규모 산정을 위한 모델을 제시하였다. 도출된 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 연구 조사대상은 광주광역시 중심상업시설 내 위치한 30대 이상의 승강기식 주차장이 설치된 지점 29개소를 조사대상으로 선정하여 평균서비스시간을 실측하였고, 이를 토대로 기계식 주차장 규모별 이론적 대기행렬을 분석하였으나 교통강도(평균도착률/평균서비스율)가 1에 근접하거나 1 이상인 경우 유의한 대기행렬 값을 얻지 못하였다.

둘째, 현장조사 결과, 산정된 평균서비스율과 평균도착률을 기반으로 Vissim 단순 모델링을 통한 대기행렬 분석결과 유의한 결과를 얻을 수 있었고, 대기행렬을 고려한 기계식 주차장의 적정 대기규모 산정모델을 도출하였다.

셋째, 본 연구를 통해 제시된 대기행렬을 고려한 기계식 주차장 적정대기 규모 산정모델은 신축건물의 승강기식 주차장 설치 시 적정대기 규모를 고려하는데 판단기준이 될 수 있을 것으로 고려되어 차량 대기공간 부족에 따른 대기길이가 신축건물 주변의 교통흐름에 미치는 영향을 최소화 하는데 이바지할 것으로 판단된다.

5.2 향후 연구과제

본 연구는 기계식 주차장의 평균서비스시간 산정을 일부 제한된 지점에 한계를 두어 분석하였으나, 기계식 주차장 실태조사를 정기적으로 수행하고 자료를 수집하여 빅데이터를 중심으로 추가적인 연구가 필요하다.

첫째, 대기행렬 산정을 위한 평균도착률은 교통공학에서 사용하는 포아송분포를 이용하였으나, 개별 건축물별 교통수요를 고려한 발생교통량과 평균도착률의 상관관계에 대한 추가 연구가 필요할 것으로 판단된다.

둘째, 대기행렬 산정을 위하여 광주광역시내에 설치된 기계식 주차장을 조사하여 제시하였으나, 시공간적 한계로 인하여 부지유형 분류를 통한 추가 연구가 필요할 것으로 판단된다.

감사의 글

이 논문은 2019년도 전남대학교 기본연구활동지원금을 받아 수행하였습니다.

본 논문은 2019 CONVENTION 논문을 수정·보완하여 작성되었습니다.

References

- Kim, E. Y. (2008). *A study on the improvement of two stage mechanical parking system*, Master Degree Thesis, Hanbat University Graduate School (in Korean).
- Kwon, K. B. (1999). *A study on the convenience according to the types of parking lot for building construction*, Master Degree Thesis, Yonsei University Graduate School (in Korean).
- Lee, J. Y. (2008). *A study on the parking efficiency of urban commercial area according to the parking method*, Master Degree Thesis, Changwon University Graduate School (in Korean).
- Lim, D. J. (2003). *A study on the improvement of mechanical parking system*, Master Degree Thesis, MyongJi University Graduate School (in Korean).