

초고층건축물 입지적정성평가를 위한 교통기반시설의 규모산정방법에 관한 연구: 도심지역을 기준으로

김현주¹ · 오영태^{2*} · 남백³

¹ 아주대학교 건설교통공학과, ² 아주대학교 환경건설교통공학부, ³ 아주대학교 교통연구센터

Estimation of Transportation Infrastructure Scale for Evaluation of Super-Tall Building Locational Appropriateness: Focusing on Urban Area

KIM, Hyun Ju¹ · OH, Young Tae^{2*} · NAM, Baek³

¹ Civil and Transportation Engineering, Ajou University, Gyeonggi 443-749, Korea

² Environmental, Civil and Transportation Engineering, Ajou University, Gyeonggi 443-749, Korea

³ Transportation Research Institute, Ajou University, Gyeonggi 443-749, Korea

Abstract

To accommodate urban concentration of population, multi-purpose super-tall buildings have been introduced, but they induce many travel demands causing regional traffic problems. While several travel demand management policies such as transit promotion or parking limits are presented to alleviate such problems, transportation infrastructure are still insufficient to meet high demands. In this study, super-tall buildings are categorized by scale and purpose, then mode-specific derived demand is estimated using modal share of each category. Optimal transportation infrastructure level is determined by condition-based average changing amount yielded by street network delay (in case of road) or the number of transit routes (in case of transit).

국내 도심지역에 대하여 인구 집중현상의 대안으로 복합용도의 초고층건축물이 입지하는 추세에 따라 급격한 유발수요의 증가가 예상되며 이는 주변의 교통문제 발생의 원인으로 작용한다. 따라서 초고층건축물이 입지 후를 고려하여 대중교통 활성화, 주차 상한제 등을 통한 교통수요억제 등의 정책을 제시하고 있으나 교통기반시설에 대한 정량적인 대안이 부족한 상황이다. 이에 본 연구는 초고층건축물의 규모, 용도에 대해 분류하고 각각에 따른 수단분담률을 조정하여 수단별 유발수요를 산정하였다. 도로의 경우 가로망 지체를 통하여 조건에 따른 평균변화량을 산출하였고 대중교통의 경우 노선수를 통한 적정 시설 규모를 판단함으로써 초고층건축물에 따라 적절한 대안을 제시 가능할 것으로 판단된다.

Key Words

Super-Tall Buildings, The Number of Transit Routes, Transportation Infrastructure, Urban Area, Variation of Average Delay

초고층건축물, 대중교통 노선수, 교통기반시설, 도심지역, 평균지체변화량

* : Corresponding Author
ytoh@ajou.ac.kr, Phone: +82-31-219-2542, Fax: +82-31-215-7604

Received 23 August 2012, Accepted 18 December 2012

I. 서론

경제성장에 따른 현대화가 진행됨에 따라 1930년대의 미국은 뉴욕을 중심으로 엠파이어스테이트 빌딩과 같이 오피스 용도의 초고층 건축물이 건설되기 시작했고 그 열기가 중동 및 아시아로 옮겨짐에 따라 현재 세계에서 가장 높은 건축물은 두바이의 부르즈 할리파(Burj Khalifa)¹⁾로 기록되고 있다.

우리나라의 경우 1980년대 업무 중심의 63빌딩 건설을 계기로 2000년대에 들어서는 지속적인 인구 유입의 발생에 따른 도심 내 인구 집중현상의 대안으로 복합용도의 초고층건축물이 들어서면서 국내 가장 높은 건물로 잠실의 제2롯데월드가 시공 중에 있다.

이처럼 전세계 안팎에서 지가가 높은 도심지역을 대상으로 공간적인 한계를 갖게 됨에 따라 건축물의 구조는 점차 수직적인 형태로 고층화 되었고 더불어 지역경제의 활성화 및 관광자원으로서 도시를 대표하는 랜드마크적 역할을 하는 추세이다.

초고층건축물을 계획 시 입지 여부는 주로 도시, 건축학적인 측면에서 결정되며 교통공학적으로는 접근성을 판단하는 정도로 이루어진다. 그러나 복합 용도임을 고려할 때 입지 후 다양한 종류의 목적동행으로 인해 영향권 내의 유발수요 급증에 따른 문제가 발생할 것으로 예상되 사전 대책을 강구할 필요성이 제기되었다.

이에 입지 후의 교통문제 해소를 위하여 대중교통 활성화를 통한 승용차 수요억제정책, 교통기반시설 확충을 통한 공급증가정책 등을 추진하고 있으나 보통 교통영향평가에서 논의된 내용으로 판단하기 때문에(Kwon et al. 2002) 적정 수준에 대한 평가방법이 마땅치 않은 현실이다.

따라서 본 연구는 배경이 되는 도심지역 내 신규 도로의 확장은 어려울 것으로 판단하여 입지 후 가로망은 포화상태로 가정하고 입지 조건에 따른 지체 변화 정도를 파악하며, 유동성 있게 공급이 가능한 대중교통시설에 대하여 유발수요에 따른 필요 노선수를 제시함으로써 규모 산정을 하는데 목적을 가진다.

II. 관련연구 고찰

Kwon et al. (2002)은 초고층건축물의 교통관리방향을 대중교통 편의성 향상 방안과 승용차 이용억제 방

안의 두가지 유형으로 구분하여 정책적으로 제시하였으며, 이것의 유기적인 연계성을 가지는 체계의 구축이 필요함을 강조하였다.

The Korea Transportation Institute (2010)은 동일한 연면적을 가진 1개의 초고층건축물과 4개의 고층건축물 간의 통행패턴을 시뮬레이션 한 결과, 첨두시 통행발생량이 초고층건축물일 때 훨씬 많은 교통량이 발생하는 것으로 나타났다. 이것은 초고층건축물 입지 시 현재보다 도시 내부에서 교통량의 집중률이 높은 것을 의미하며 개인수단을 이용할 경우 심각한 교통체증을 예상하는 바, 보행 및 대중교통을 중심으로 교통체계가 이루어져야 한다고 제시하고 있다.

Noh (2011)은 초고층건축물의 적정 대중교통 수단분담률 기준을 제시하고자 지하철 수단분담률 조정에 따라 가로망에 미치는 영향을 서비스수준을 통해 제시하였다. 또한 이때의 지하철 역사 개수 산정을 통해 추가적인 설치 여부를 판단하고자 첫째, CASE 별 지하철 수단분담률 10% 증가 당 평균 지체 파악, 둘째, CASE 별 적정 지하철 수단분담률 기준 및 지하철 역사 수를 제시하였다 초고층건축물의 규모에 따라서 가로망의 지체가 서비스수준 E 일 때를 적정 지하철 수단분담률 기준으로 정하였으며 Table 1과 같은 결과를 제시하였다.

앞서 살펴본 관련연구에서는 일반 건축물과 차이점을 두고 급증하는 교통수요에 대하여 대중교통 위주의 교통처리능력을 중요시하는 정책적인 안을 제시하는 것에 집중되어있으며 최근에 들어서야 입지 후 교통기반시설에 미치는 영향을 개략적인 수치로 나타내는 연구가 진행되고 있다.

따라서 본 연구에서는 입지하는 초고층건축물에 대한 조건을 세분화하여 가로망의 지체변화를 파악하고 대중교통시설의 규모산정을 통하여 보다 정량적인 결과를 제시하고자 한다.

Table 1. Result of the subway modal share by scale of super-tall buildings

Scale	Subway modal share(%)	Number of subway station (unit)
50 F	30	1
100 F	40	2
150 F	50	2

1) 부르즈 할리파(Burj Khalifa): 높이 828m, 163층의 세계 최고층 건물로 상업·주거·오락 시설 등을 포함한 대규모 복합시설로 이용됨

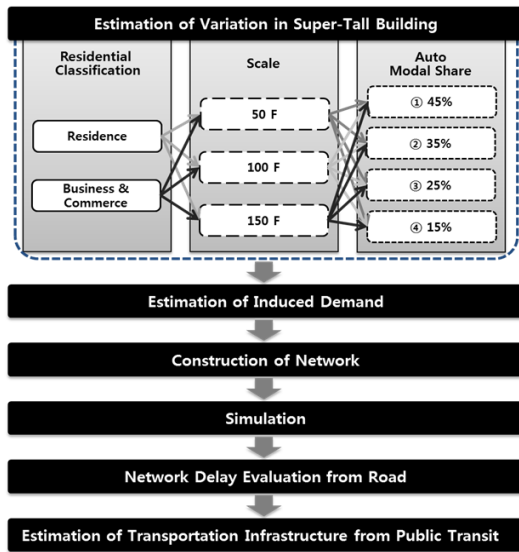


Figure 1. Procedure of transportation infrastructure scale evaluation

III. 교통기반시설 평가방법

1. 교통기반시설 규모 산정 방법

초고층건축물 입지 시 교통기반시설에 대해 평가하기 위하여 본 연구에서 고려하는 가변적인 요소로 초고층건축물의 규모, 용도, 수단분담률 세가지를 설정하였다. 평가 변수의 조합을 이용해 교통기반시설의 유발수요를 산정하였으며 가상 네트워크에 적용시켜 시뮬레이션을 통하여 도로의 경우 지체 산정, 대중교통의 경우 버스과 지하철에 대한 각각의 점유면적에 따른 노선수를 구하였다.

2. 평가변수 설정 및 근거

1) 초고층건축물 용도

용도에 따라 통행 원단위가 다르기 때문에 초고층건축물과 같은 복합용도의 건축물의 경우 용도별 원단위를 통하여 통행발생량을 구하고, 이를 합하여 유발수요를 산정하는데 이용한다.

이때 초고층건축물의 용도구성 비율에 따라 동일한 연면적 및 층수의 건물이라도 유발수요에는 차이가 생길 수 있으므로 이를 평가변수로 사용하였다.

Table 2. Methods of residential classification of super-tall buildings

Purpose	Residence (%)	Business & Commerce(%)
Business	18.2	40.3
Accommodation	6.2	15.5
Commerce	19.4	26.9
Culture	2.8	8.3
Exercise	3.6	1.3
Residence	49.8	7.7
Sum	100	100

먼저 국내 완공 및 설계 중에 있는 초고층 건축물의 용도 구성을 파악한 결과 크게 주거중심 건축물²⁾, 업무 및 상업중심 건축물³⁾로 구분할 수 있었으며 이에 대하여 용도별 평균값을 통해 Table 2와 같이 주거중심과 업무 및 상업중심을 대표하는 가상의 초고층건축물을 설정하였다.

2) 초고층건축물 규모

앞서 용도에 따른 초고층건축물의 사례를 살펴본 결과 주거중심의 경우 평균 70층으로 50-100층 사이에 분포하였고, 업무 및 상업중심의 경우 평균 109층으로 50-151층 사이에 분포한 것으로 나타났다. 유발수요는 규모에 따른 통행발생량으로 인하여 변하기 때문에 본 연구에서는 초고층건축물을 50층, 100층, 150층으로 구분하여 입지하는 것으로 전제하였다.

3) 수단분담률

교통수단의 분포에 따라 초고층건축물이 입지 시 각각의 교통기반시설에 미치는 영향이 다르기 때문에 수단분담률 조정을 마지막 변수로 사용하였다.

본 연구의 초기 수단분담률은 국내 건축된 초고층건축물 유사사례의 평균값을 고려하여 정한 수치이며, 승용차 수단분담률 10% 감소 시 지하철과 버스에 대하여 서울시 대중교통 수단분담률 비교를 통해 6:4의 비율로 수단전환 하도록 Table 3과 같이 설정하였다.

Table 3. Classification of modal share in scenario

Scenario	(unit : %)					
	Auto	Taxi	Subway	Bus	Etc	Sum
1	45	5	22	23	5	100
2	35	5	28	27	5	100
3	25	5	34	31	5	100
4	15	5	40	35	5	100

2) 주거중심 건축물 : 타워팰리스, 하이페리온, 아산배방 복합단지개발사업 3블록

3) 업무 및 상업중심 건축물 : 송도 인천 타워, 상암DMC, 잠실 제2롯데타워, 부산롯데타워, 여의도Y22개발계획, 아산배방복합단지 4블록

3. 시뮬레이션 환경 설정

1) 네트워크 설정

본 연구에서 초고층건축물의 입지 환경은 도심지역으로 한정하였으며, 입지 전 후의 네트워크 및 교통기반시설 현황은 변동이 없는 것으로 가정하였다.

가로망 네트워크는 가급적으로 현실상황을 반영하기 위하여 실제 초고층건축물을 중심으로 주변의 네트워크 유형에 대한 사례분석을 통해 가장 일반적이고 대표적인 상황을 설정하였다. 이는 각각 주간선도로(4+1차로, 버스전용차로 포함), 보조간선도로(3+1차로), 집산도로(2차로) 2개축으로서 대규모의 복잡한 지역에 알맞은 격자형 모양의 도로이며 오후 침투 시간 (18:00- 9:00) 1시간에 대하여 네트워크를 가정하였다.

초고층건축물의 유출입구는 2개소로 집산도로와 접하며 주간선도로와 보조간선도로가 접하는 4개의 신호교차로와 보조간선도로와 집산도로가 접하는 2개의 신호교차로로 Figure 2와 같이 구성한다.

버스의 노선수 및 배차간격은 서울교통센터(TOPI S)4에서 제공하는 서울시 시내버스 인가현황자료를 활용하였다. 버스의 침투시간의 배차간격은 평균 7.74분, 비침투시간의 최대 배차시간은 평균 13.7분으로 이에 본 연구의 분석시간 및 초고층건축물이라는 대규모의 교통유발지역임을 감안하여 대중교통 활성화를 위해 노선 1개당 배차간격을 6분으로 설정하였다.

지하철의 경우 도시철도 5-9호선 및 신분당선의 오후 침투시간 평균운행횟수를 고려하였으며 차량 당 평균 객차

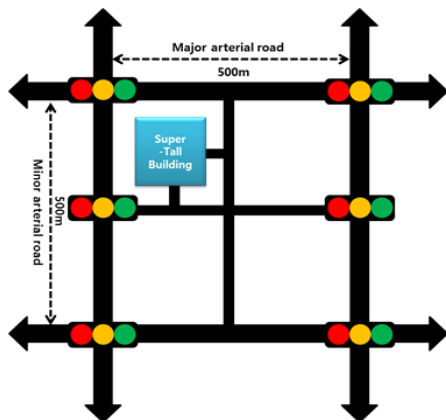


Figure 2. Network build types

Table 4. Present condition of the transportation infrastructure

Mode	MOE	value	Reference
Auto	Delay (sec/veh)	68.00	In urban area
Bus	Occupancy area (m ² /person/carriage)	0.465	Average of current status of bus operation in Seoul
	Route (Number of Route)	16	
	Headway (min/line)	6	
Sub way	Occupancy area (m ² /person/carriage)	0.465	Average of subway line 5-9, Shinbundang
	Frequency (frequency/hour/line)	25	
	Number of carriage (carriage/train)	7	

수의 경우 각각의 노선별로 1차량 당 연결되어있는 객차수가 상이하기 때문에 평균값을 사용하여 7량으로 설정하였다. 그밖에 교통기반시설 기본현황은 Table 4와 같다.

2) 유발교통량 산정

유발교통량을 산정하기에 앞서 유발수요와의 용어사용에 혼란을 피하기 위해 다음과 같이 정의한다.

- 유발수요(통행/시 or 인/시) : 시간당 발생하는 통행수를 뜻하며 모든 수단에 대하여 통행/시의 단위로 나타내고 대중교통의 경우 1통행이 1인을 의미함.
- 유발교통량(대/시) : 시간당 발생하는 교통량을 뜻하며 유발수요에 대하여 승용차, 택시에 대한 통행을 차량당 승차인원(인/대)으로 나누어준 값.

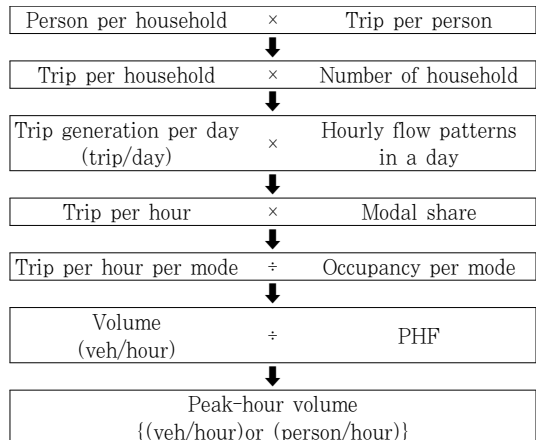


Figure 3. Procedure of induced demand evaluation

4) <http://topis.seoul.go.kr/renewal/traffic/BusInfo.jsp>

Table 5. Induced automobile traffic by evaluation variables

Scale	Purpose*	Volume**	Induced traffic of Auto modal share level(vph)			
			45%	35%	25%	15%
50F	R	I.F	865	691	517	344
		O.F	1,009	807	604	401
	B&C	I.F	1,416	1,131	847	563
		O.F	1,756	1,403	1,050	697
100F	R	I.F	1,732	1,384	1,036	688
		O.F	2,017	1,612	1,206	801
	B&C	I.F	2,830	2,262	1,693	1,124
		O.F	3,513	2,807	2,101	1,396
150F	R	I.F	2,596	2,075	1,553	1,031
		O.F	3,026	2,418	1,810	1,202
	B&C	I.F	4,247	3,394	2,540	1,687
		O.F	5,268	4,210	3,151	2,093

Purpose* : R - Residence, B&C - Business&Commerce
 Volume** : I.F - Inflow, O.F - Outflow

본 연구의 평가 변수에 의하여 24개의 조합이 완성되며 Figure 3의 절차에 따라서 각각의 승용차 유발교통량을 산정한 결과 주거용도에 비하여 업무 및 상업용도의 유입교통량이 약 64%, 유출교통량이 약 74% 정도 많게 나왔으며 자세한 내용은 Table 5와 같다.

IV. 초고층건축물 평가변수에 따른 교통기반시설 분석결과

1. 도로부문 분석

본 연구에서는 도로부문에 대하여 미시적 시뮬레이션 모형인 TSIS와 신호 최적화 프로그램인 Transit-7F를 이용하여 Figure 4의 ①-④ 신호교차로 지점에 대한 24개의 시뮬레이션 분석을 시행하였다. 이때 초고층건축물에 대한 변수에 대하여 도로부문에 미치는 영향을 네트워크 지체를 통하여 판단하였다.

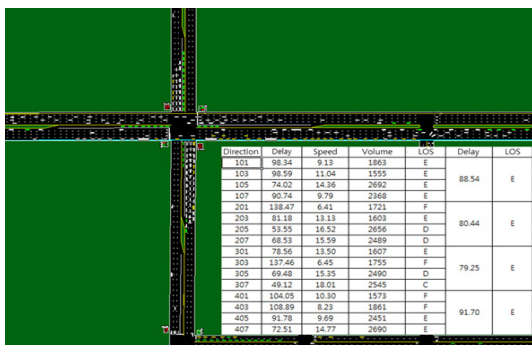


Figure 4. Simulation analysis using TSIS

Table 6. A comparison of network delay depending on location of Super-Tall buildings

Purpose	Scale	A* (sec/veh)	B** (sec/veh)	Average (sec/veh)
R	50 F	73.41	(+)5.41	(+) 19.78
	100 F	84.64	(+)16.64	
	150 F	105.29	(+)37.29	
B&C	50 F	81.98	(+)13.98	(+) 55.76
	100 F	123.83	(+)55.83	
	150 F	165.47	(+)97.47	

A*: Network delay (sec/veh).

B**: Increased delay in comparison initial network delay (sec/veh)

1) 초고층건축물 입지 후 가로망에 미치는 영향

Table 6은 동일한 교통조건에서 초고층건축물 특성에 따라 입지 전 후 가로망 지체를 비교한 결과로 용도에 관계없이 규모에 따라 비례하여 증가하는 것을 볼 수 있다.

주거용도의 경우 50층, 100층의 초고층건축물이 입지 후 가로망 지체가 서비스수준 E로 나타났고, 150층 규모에서는 F 수준에 해당하였으며 입지 전 대비 지체증가에 대한 평균은 19.78(초/대)로 산출되었다.

업무 및 상업용도의 경우 50층 규모의 초고층건축물이 입지 시 가로망 지체에 대한 서비스수준이 E로 나타났고 100층, 150층 규모에 대해서는 F수준에 해당하였으며 입지 전 대비 증가한 지체에 대한 평균은 55.76(초/대)로 산출되었다.

결과적으로 입지하는 초고층건축물의 조건에 따라서 도심지역 내 가로망에 미치는 영향에 차이가 있으며 동일한 연면적의 건축물이더라도 업무 및 상업용도일 때 입지 전 대비 더 큰 지체를 유발하는 것으로 나타났다.

2) 입지 후 수단분담률 조정에 따른 가로망 지체비교

초고층건축물 입지로 인하여 발생하는 교통량에 따라 증가하는 가로망 지체를 파악해 보고자 다음의 분석을 시행하였다. 승용차에서 대중교통으로 수단 전환시키는 것으로 인한 교통량의 감소는 가로망 지체 감소의 원인이 된다.

따라서 초고층 건축물 분류에 따라 수단전환 시 변화하는 가로망 지체를 분석하여 각각의 평균지체변화량을 파악하였다. 이때 평균지체변화량이란 동일한 용도 및 규모의 초고층건축물에 대하여 승용차수단분담률 10% 감소에 따른 가로망 지체 변화(Di+1 - Di)를 평균한 값을 말한다.

Figure 5, Figure 6은 용도 구분에 따른 초고층건축

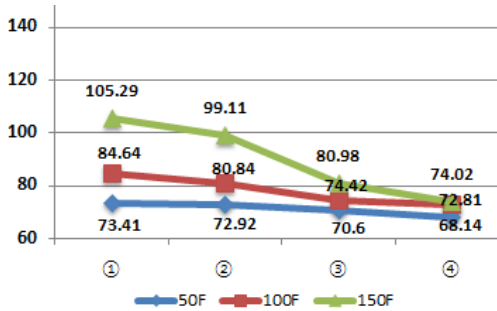


Figure 5. Delay change progress by modal share of each super-tall building types (R purpose)

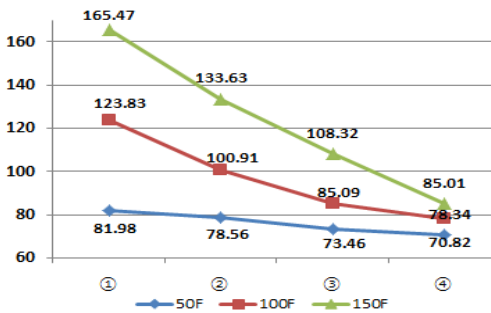


Figure 6. Delay change progress by modal share of each super-tall building types (B & C purpose)

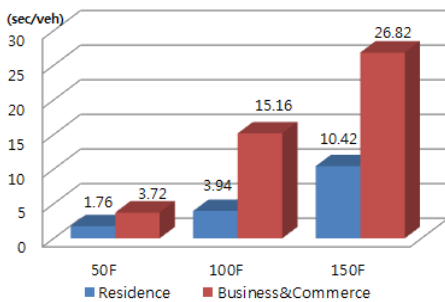


Figure 7. Network Delay changing rate (per 10% decrease of modal share)

물에 대하여 x축은 승용차 수단분담률, y축은 지체를 나타냈으며 초고층건축물 규모에 따라서 기울기는 평균지체변화량을 뜻한다.

Figure 5를 살펴보면 50층 규모가 입지할 경우 초기 승용차 수단분담률 대비 10% 감소 시 1.76(초/대), 100층 규모가 입지할 경우 3.94(초/대), 150층 규모가 입지할 경우 10.42(초/대) 감소 효과를 보였다.

업무 및 상업용도를 나타내는 Figure 6은 50층에서

3.72(초/대), 100층일 경우 15.16(초/대), 150층일 경우 26.82(초/대)의 감소 효과를 보였다.

Figure 7은 평균지체변화량에 대하여 초고층건축물의 규모에 따라 주거용도와 업무 및 상업용도에 대해 비교한 그래프이다. 50층 규모에서는 용도 간의 차이가 지체에 크게 영향을 미치지 않으나 100층, 150층 규모로 갈수록 격차가 심해지는 것을 볼 수 있다.

즉 초고층건축물의 규모가 증가할수록, 상업 및 업무 용도 일 때 승용차 수단분담률 변화가 가로망 지체에 미치는 영향이 큰 것으로 나타났다.

2. 대중교통부문 분석

24개의 초고층건축물 조건에 따라 발생한 유발수요에 대하여 기존 대중교통시설의 규모로 수용할 수 있는가를 판단하고자 본 분석을 실시하였다.

대중교통시설이 적정 규모인가에 대한 분석은 도로용량편람에 따라 도시부를 고려하여 서비스수준 D 상태를 제차인원, 서비스수준 E 상태를 용량상태로 간주하며 각 범위에 대한 중앙값을 기준으로 여유인원을 산정하였다. 또한 대중교통을 이용하는 승객은 동등한 조건으로 모든 노선에 분포하는 것으로 가정하였다.

기본적으로 대중교통의 일반적인 용량 증대의 방안에는 배차간격을 짧게 조정하여 단기간에 효과를 나타내는 방법이 있으나 본 연구의 분석시간이 오후 침투시간(18:00-19:00)임을 고려하여 최소 배차간격으로 이미 운영 중에 있다고 예상하였다. 따라서 배차간격을 고정시켜둔 상태에서 버스, 지하철의 노선수 증가에 따라 초고층건축물의 유발수요를 수용할 수 있는지에 대하여 분석을 시행하였다.

1) 버스

대한교통학회(2005)는 입석형 버스와 좌석형 버스에 대하여 차내 서비스수준을 제시하고 있으나, 본 연구에서는 도심부 내 통행으로 제한하였기 때문에 시외를 연결하는 좌석형 버스에 대한 기준은 고려하지 않았다.

앞서 Table 4에서 제시한 교통기반시설 현황에 대하여 Table 7, Table 8을 이용해 초고층건축물 변수 조합에 따른 각각의 노선수⁵⁾를 산정하였다.

5) 노선수 = 유발수요(인/시) ÷ 시간당 승객여유인원(인/시)

Table 7. Evaluation of the number of operating bus per unit time

Route (Number of Route)	Headway (min)	Average Frequency (frequency /hour/route)	Direction	Total frequency ⁶⁾ (frequency /hour)
16	6	10	2	320

Table 8. Evaluation of the number of passenger per unit time (bus)

LOS	Occupancy area (m ² /passenger)	Passenger /Number of Route	Passenger /hour/Number of Route ⁷⁾
D	0.465	51	16,320
E	0.365	64	20,480
C.R*	-	13	4,160

D : Occupancy, 0.41-0.52 (Level of service D in KHCM)
 E : Capacity 0.33-0.40 (Level of service E in KHCM)
 C.R* : Capacity to remain

2) 지하철

지하철의 경우 차내 서비스수준에 대한 기준이 국내 수준으로 정립되지 않아 버스의 승객 1인당 차지하는 면적을 이용하여 각각의 상태에 대한 탑승인원을 구한 결과가 Table 9에 해당한다.

지하철 시설 현황은 버스와 마찬가지로 Table 4와 같으며 지하철 노선수 평가를 위하여 추가로 Table 10의 자료를 이용해 첨두 1시간일 때 1개 노선 당 여유인원을 산정하고자 한다.

Table 9. Evaluation of the number of passenger per unit time (subway)

LOS	Occupancy area (m ² /passenger)	Passenger /carriage	Passenger /hour
D	0.465	164	4,053
E	0.365	195	4,799
C.R*	-	31	746

D : Occupancy 0.41-0.52 (Level of service D in KHCM)
 E : Capacity 0.33-0.40 (Level of service E in KHCM)
 C.R* : Capacity to remain

Table 10. Evaluation of the number of spare passenger per unit time (subway)

Carriage /train	Frequency (frequency /hour)	B.C* /hour /line	Occupancy /hour /line	C.R** /route /hour
7	25	31,992	27,022	4,970

B.C* : Boarding capacity
 C.R** : Capacity to remain

3) 대중교통 규모 평가

적정 규모의 대중교통기반시설을 갖추었는지 판단하는 것은 Figure 8의 방법론을 통해 결정되며 본 연구의 경우 초기 값에 대하여 가정하였으나 실제 분석하고자 하는 대상의 유발수요, 대중교통 파라미터(노선수, 배차간격, 승차인원)등의 현황 값을 입력할 경우 이를 결과에 반영할 수 있다.

대중교통 규모 평가의 결과 값인 노선수는 초고층건 축물이 입지 시 추가적으로 시설이 필요한 수가 아니라 기존 교통기반시설을 포함하는 것을 뜻한다.

우선 Table 11의 버스 노선수 결과를 살펴보면 초고층건축물이 주거중심의 50층, 100층 규모일 경우에는 승용차의 전환수요를 모두 수용 가능하고, 150층 규모에 대해서 기본 노선개수 16개를 넘어서 최대 7개까지 확장시켜야 하는 것으로 분석되었다. 또한 업무 및 상업 중심의 경우 50층을 제외한 100층, 150층 규모에 대해서 최대 23개까지 노선수를 확장시켜야 하는 것으로 분석되었다.

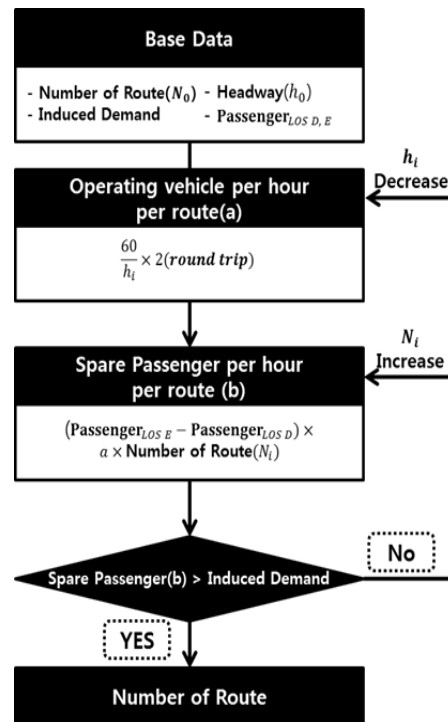


Figure 8. Decision algorithm of the number of public transit routes

6) 시간당 운행대수(대/시) = 시간당 차량 운행대수(대/시/노선)×버스 노선수(노선)×2
 7) 시간당 승차인원(인/노선/시) = 탑승인원(인/대)×시간당 운행대수(대/시)

Table 11. Results of the number of bus routes by modal share (unit : route)

Bus modal share	Purpose of the super-tall building					
	Residence			Business & Commerce		
	50F	100F	150F	50F	100F	150F
23%	16	16	16	16	17 (+1)	25 (+9)
27%	16	16	18 (+2)	16	20 (+4)	30 (+14)
31%	16	16	20 (+4)	16	23 (+7)	34 (+18)
35%	16	16	23 (+7)	16	26 (+10)	39 (+23)

Table 12. Results of the number of subway routes by modal share (unit : line)

Subway modal share	Purpose of the super-tall building					
	Residence			Business & Commerce		
	50F	100F	150F	50F	100F	150F
22%	1	1	1	1	1	2 (+1)
28%	1	1	1	1	2 (+1)	2 (+1)
34%	1	1	2 (+1)	1	2 (+1)	2 (+1)
40%	1	1	2 (+1)	1	2 (+1)	3 (+2)

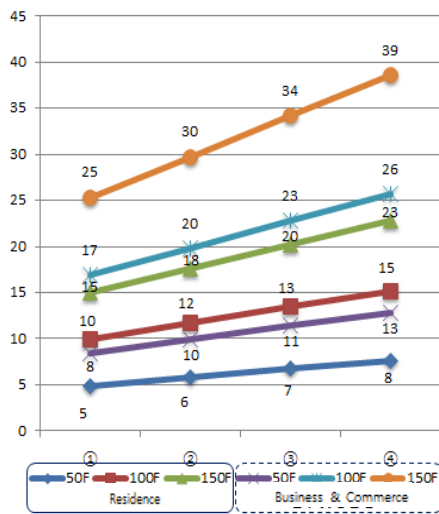


Figure 9. The number of bus routes progress by change of odal share

Figure 9와 같은 수단분담률 변화에 따른 노선수 추이를 살펴보면 업무 및 상업 중심의 용도에 높은 규모일수록 그래프의 기울기가 증가하는 것으로 보이는데 이러한 결과는 초고층건축물 규모가 커질수록 수단분담률 증가에 따른 유발수요 변화폭이 커지기 때문으로 판단된다.

지하철의 경우 Table 12와 같이 주거 중심의 경우 2가지 조합을 제외한 나머지에서 모두 기존의 지하철 규모로 운영이 가능하도록 나타났다. 업무 및 상업의 경우 50층 규모에서는 추가노선이 없이 현재 노선 수로 유발수요를 만족시킬 수 있었고, 100층 규모에서는 지하철 수단분담률 28% 이상일 때 1개의 추가노선이 필요하며, 150층 규모에서는 1개의 추가노선이 필요하고 40%일 때만 2개의 추가 노선 확장이 필요한 것으로 분석되었다.

Table 11, Table 12와 같이 각 수단분담률에 대하여 대중교통 규모 수용 여부를 판단하였고 초기 설정한 노선수에 비해 클 경우 차이만큼 신설이 필요하나 버스과 지하철의 특징과 입지 지역의 조건 판단을 통해 신중하게 결정해야한다.

V. 결론 및 향후 연구과제

1. 결론

본 연구에서는 초고층건축물의 규모, 용도, 수단분담률이라는 세가지 가변적인 요소를 통하여 도시부에 입지시 교통기반시설에 미치는 영향에 대해 평가하였다. 이때 교통기반시설은 도로부문의 경우 가로망 지체, 대중교통부문의 경우 버스와 지하철의 점유면적에 따른 노선수로 구분하였다.

결론을 제시하는 입장에서 입지할 위치의 현재 교통상황을 가지고 초고층건축물의 용도를 결정짓는 것이 아니라 초고층 건축물의 용도구성 및 규모가 결정되어 있는 상황에서 오후침두시간의 교통상황을 전제로 해당건물이 가로망에 미치는 파급효과를 정량적으로 나타내고, 이때 대중교통기반시설의 정량적 확충정도를 제시하고자 했다. 이것이 제시하는 시사점을 정리하면 다음과 같다.

첫째, 동일한 교통조건에서 초고층건축물 특성에 따라 입지 전 후 가로망 지체를 비교한 결과 주거용도의 경우 평균 19.78(초/대) 증가, 업무 및 상업용도의 경우 평균 55.76(초/대) 증가하는 것으로 나타나 유발교통량의 증가에 따른 서비스 수준의 저하를 정량적으로 제시하였다.

둘째, 동일한 수단분담률에 대하여 초고층건축물의

Table 13. Level of Service and Measure of Effectiveness by Transportation

Purpose	Auto modal share (%)	50F			100F			150F		
		Auto (sec/veh)	Bus (Number of Route)	Subway (Number of Line)	Auto (sec/veh)	Bus (Number of Route)	Subway (Number of Line)	Auto (sec/veh)	Bus (Number of Route)	Subway (Number of Line)
Residence	45	73.41	16	1	84.64	16	1	105.29	16	1
	35	72.92	16	1	80.84	16	1	99.11	18	1
	25	70.6	16	1	74.42	16	1	80.98	20	2
	15	68.14	16	1	72.81	16	1	74.02	23	2
Business & Commerce	45	81.98	16	1	123.83	17	1	165.47	25	2
	35	78.56	16	1	100.91	20	2	133.63	30	2
	25	73.46	16	1	85.09	23	2	108.32	34	2
	15	70.82	16	1	78.34	26	2	85.01	39	3
		LOS D			LOS E			LOS F		

규모가 증가하고 업무 및 상업용도일수록 교통기반시설에 미치는 영향이 큰 것으로 나타났다. Table 13을 참고하면 50층에서 150층으로 초고층건축물 규모가 증가할수록 각 수단별로 서비스수준 F가 많아진 것을 볼 수 있으며 이것은 주거용도에 비하여 업무 및 상업용도일 때도 같은 패턴을 보였다.

셋째, 대중교통의 경우 버스가 지하철에 비해 수단분담률에 따른 노선수 변화가 민감하게 나타났다. 즉 지하철의 1개 노선이 증가함에 따라 다른 교통수단에 미치는 파급효과가 큰 것으로 판단할 수 있다.

Table 13은 교통수단별 서비스수준 및 효과척도를 나타낸 것으로 도로부문 지체 정도에 따라 대중교통 노선수 확장 여부 및 어느 정도 시설이 필요한지에 대한 가이드라인을 제시하였다.

본 연구는 초기 상황을 가정하였기 때문에 교통기반시설의 효과척도는 절대적인 의미를 가지는 수치가 아니며 실제 초고층건축물에 적용시킬 경우 해당지역의 현황에 맞게 조정하여 본 논문에서 사용한 방법론을 따라 결과 산정 시 교통기반시설의 적정 규모에 대한 평가가 이루어질 수 있다고 기대되는 바이다.

2. 향후 연구과제

본 논문을 초고층건축물의 입지에 따른 적정 교통기반시설을 평가하기위한 방법론정립의 기초 연구로써 가상의 초고층건축물에 대하여 초기 상황을 가정한 것이 이를 일반화하는데 있어 한계점을 갖는다. 따라서 실제 초고층건축물 사례에 대하여 각각의 결과비교를 통해 방법론의 신뢰성 향상 및 일반화시키기 위한 향후연구과제의 중요성이 대두되는 바이다.

첫째, 초고층건축물의 입지 조건을 다양하게 고려할 필요가 있다. 예를 들어 본 연구는 특정 지역에 복합용도를 가진 단일건축물이 입지한다고 가정하였기 때문에 부지 내 단지를 형성하여 유기적인 관계를 갖는 경우 가로망 지체에 미치는 영향은 정량적인 수치로 판단할 수 없었다. 따라서 유출입구 수, 위치 등 초고층건축물에 대한 설정범위를 세분화 하여 향후 연구를 진행해야 한다.

둘째, 초고층건축물이 입지 후 도로상황의 변화에 대한 적용 방법을 고려할 필요가 있다. 본 연구 상에서는 입지 전과 후의 도로상황을 동일하게 간주하여 진행하였기 때문에 평가 결과에 변수를 가지고 있다. 오차를 최소화하고 평가 결과의 정확도 및 신뢰성을 향상시키기 위하여 실 사례와의 비교를 통한 보정 연구가 진행되어야 할 것이다.

셋째, 현재 대중교통 분석 시 본 연구의 분석시간에 의해 용량증대방안으로 노선수의 증가방법만을 사용하였으나 실제 초고층건축물에 적용 시에는 배차간격 조정을 통하여 시간당 여유인원을 증가시킬 수 있다. 따라서 향후 초고층건축물이 입지할 영향권 내 시간당 운행대수를 MOE로 정하여 이를 배차간격이나 노선수 둘 중 원하는 방향으로 선택하여 현실성 있는 대안을 제시할 수 있도록 향후연구가 진행되어야 한다.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research was supported by a grant (Code# '09 R&D A01) from Cutting-edge Urban Development Program funded by Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs of Korean Government.

REFERENCES

- Cho G. W. (2008), A Study of the Model Development for Optimum Supply of Bus Service in the Metropolitan Area -The Case of Seoul-, University of Seoul.
- Gyeonggi Research Institute (2010), A Study on the Improvement of the Congested Bus Rideship During Rush Hour.
- Kim M. J., Lee Y. I. (2008), A Study on the Assessment of Congestion Rate of Subway Considering Calory Consumption, The Korea Institute of Intelligent Transport Systems Fall Conference, pp.199-204.
- Korean Society of Transportation (2005), Korean Highway Capacity Manual, pp.443-451.
- Kwon Y. I., Hwang K. Y. (2002), Transportation Management Strategies for Super Tall Building, KSTB International Symposium, Korea Super Tall Building Forum, pp.67-82.
- McTrans (2009), TSIS Users Guide, University of Florida.
- Noh H. L. (2011), A Study on Optimal Public Transit Modal Split Rate Standard for Super Tall Building, Ajou University.
- Seo J. S. (2003), A Study on Capacities of Bus and Bus Stop, Myongii University.
- Seoul Metropolitan Rapid Transit Corperation (2011), Seoul Metropolitan Rapid Transit Transportation Schedule.
- The Korea Transport Institute (2010), New Transportation Systems for Super High Rise Vertical Cities.

☞ 주 작성 자 : 김현주
 ☞ 교 신 저 자 : 오영태
 ☞ 논문투고일 : 2012. 8. 23
 ☞ 논문심사일 : 2012. 11. 29 (1차)
 2012. 12. 18 (2차)
 ☞ 심사판정일 : 2012. 12. 18
 ☞ 반론접수기한 : 2013. 6. 30
 ☞ 3인 익명 심사필
 ☞ 1인 abstract 교정필