

다수단 Mode를 고려한 도시부 도로의 서비스수준 평가방법에 관한 기초연구

An Introductory Study of the Level-of-Service Evaluation Methodology of Urban Roads with Multimodal Considerations

박 준 석 Park, Jun Seok | 정희원 · 한국교통연구원 연구위원 · 한양대학교 도시공학과 박사과정 · 교신저자 (Email : jspark@koti.re.kr)
노 정 현 Roh, Jeong hyun | 한양대학교 도시공학과 (Email : jrho@hanyang.ac.kr)

ABSTRACT

PURPOSES : The key point of a multimodal LOS (level-of-service) evaluation system is that all of the modes are mutually associated to determine each mode's LOS. For example, the LOS of the bicycle mode is measured based on not only bicycle volumes, but also automobile volumes. However, the Korea Highway Capacity Manual (KHCM) still focuses on the automobile mode in evaluating the LOS of the roads. Additionally, the KHCM's LOS of the other modes, except for the automobile, is not consistent with actual road conditions. The KHCM, therefore, needs to develop and introduce a multimodal LOS system in order to evaluate the service conditions more accurately .

METHODS : As a preliminary step to the introduction of multimodal LOS research, in this study the current problem of the KHCM's LOS system through a close review and comparison with other HCMs (highway capacity manuals) was identified. Secondly, a field survey and investigation of the urban streets to apply the HCM's multimodal LOS system was conducted. Finally, a comparison analysis of the results of the HCM and KHCM LOS was performed.

RESULTS : In the study, it was found that the results of the LOS for the automobile mode did not show a significant difference between the HCM and KHCM. However, the LOS of the bicycle and pedestrian mode tended to be worse in the multimodal LOS system, which results from considering the effects of the automobile mode. Moreover, it was found that many cases have the potential to improve the overall LOS conditions, while reducing the automobile capacity.

CONCLUSIONS : With the introduction of the multimodal LOS system, road diet and complete streets can be easily applied to an actual road improvement project. Ultimately, the multimodal LOS system should be introduced into the KHCM, which can then be applied to traffic impact studies and other road improvement projects for more accurate evaluations.

Keywords

LOS(Level of Service), HCM(Highway Capacity Manual), urban roads, multimodal, road diet

Corresponding Author : Park, Jun Seok, Research Fellow
Dept. of Road Transport Research 314, The Korea Transport
Institute, 370 Sichong-daero, Sejong-si, 339-007, Korea
Tel : +82.44.211.3040 Fax : +82.44.211.3235
E-mail : jspark@koti.re.kr

International Journal of Highway Engineering

<http://www.ksre.or.kr/>

ISSN 1738-7159 (print)

ISSN 2287-3678 (Online)

Received Apr. 21, 2014 Revised Apr. 21, 2014 Accepted Nov. 26, 2014

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 필요성

현대 도시에서는 교통, 인구, 환경문제 등 다양한 제반문제를 가지고 있는데 이를 얼마나 효율적인 방법을 통하여 해결하느냐가 경제적, 사회적 손실을 최소화하

는 방법이다. 그 중 교통부문에서 부적합하게 산정된 교통용량 산정 등으로 인해 도로가 처리 가능한 용량이 초과된다거나 부적절하게 운영되는 신호운영 등 도로망을 효과적으로 사용하지 못하는 문제를 겪고 있다. 이는 다시 말해, 시설을 이용하는 주체가 이용할 때 제공받는

서비스에 만족하는 정도에 따라 시설이 효율적으로 운영되는지 여부를 판단하는 것이다. 그만큼 해당 가로가 제공하고 있는 서비스 정도를 평가하는 분석이 중요한 부분으로 작용하고 있다. 서비스 정도를 평가하는 대표적인 지표로 도로 용량을 분석하는데 용량분석은 해당 도로의 통행속도, 통행시간, 통행자유도, 안락감 그리고 교통안전 등의 서비스 상태를 설명하는 질적인 개념을 말한다(KHCM 2013). 용량분석의 목적은 서비스의 질적 상태, 서비스수준을 파악하여 해당 도로의 용량을 명확히 밝힘으로써 도로를 효율적으로 이용하고, 도로 투자를 적절히 하도록 하는 것에 있다.

실무적 관점에서 살펴보면, 서비스 수준 분석을 통해 신설가로의 경우 계획이나 설계단계에서 실현하고자 하는 서비스의 수준 상태에 맞추어 용량에 따른 도로의 차로수나 폭이 결정이 되며, 가로를 개선하는 경우에는 제시되는 서비스수준 분석기준에 미치지 못해 서비스 질이 좋지 않을 경우 도로의 폭이나 차로수를 조정하여 변화를 주어 도로환경의 질을 개선시키는 기준으로 제시되고 있다.

우리나라의 한국형 도로용량편람(Korea Highway Capacity Manual)은 미국 도로용량편람(Highway Capacity Manual)을 바탕으로 보정계수 값을 수정하여 사용하고 있는데 도로의 패러다임이 기존 자동차 이용자 중심의 도로에서 보행자, 자전거 및 대중교통 이용자를 포함한 모든 도로 이용자 중심의 완전도로(Complete Street)로 “도로사용”에 대한 패러다임이 변화하고 있어 지금의 서비스수준 분석방법으로는 이러한 패러다임을 따라가기 어렵다. 우리나라가 기초로 하고 있는 미국 HCM 또한 대대적인 수정이 이루어지고 있다. 미국의 TEA-21(Transportation Equity Act for the 21st Century)에서는 단순히 차량 이용자의 서비스수준 분석을 위한 연구에서 벗어나 자동차, 자전거, 보행자, 대중교통 이용자 등 도로를 사용하는 모든 이용주체를 위한 서비스수준 분석전략을 제시함에 따라 약 4년간의 R&D 연구를 시행하였다. 그 결과를 HCM 2010에 수록하여 도로를 사용하는 이용주체 모두를 위한 서비스수준 분석방법을 제시하고 있다. 하지만 여전히 국내에서 제공되고 있는 KHCM 2005 및 KHCM 2013을 살펴보면, 차량운영자들을 위한 서비스수준 평가만을 중점적으로 다루고 있어 도로이용주체 모두를 위한 종합적인 서비스수준 평가가 불가능하며, 자전거 전용도로 및 보행자도로의 경우 현실적용에 있어 변별력이 매우 떨어짐에도 불구하고 이에 대한 분석이 이루어지고 있지 않은 실정이다.

단독수단별 평가만으로 분석이 가능하다 하더라도 서비스수준 평가를 개별적으로만 실시할 경우, 수단간 평가결과가 서로 상충을 발생시킴으로 종합적인 관점에서의 도로서비스 평가가 이루어질 수 없는 실정이다. 시설을 이용하는 주요 주체(수단)는 해당하는 시설에 의한 영향뿐만 아니라 주변의 다른 주체의 행태 및 다른 주체가 이용하는 시설에 의한 영향을 받을 수 있음을 인지하여야 하는 것이다.

따라서 본 연구에서는 다수단 영향을 고려한 서비스수준 평가방법의 개발을 위한 기초단계로 평가기법의 개발에 앞서 단독수단별 서비스수준 평가에 대한 문제점 및 한계점을 검증하고 이를 통하여 다수단 영향을 고려한 서비스수준 평가방법의 필요성을 제시하고자 한다.

1.2. 연구방법 및 범위

본 연구는 다수단 영향을 고려한 서비스수준 분석방법의 필요성을 도출하기 위한 기초연구로서 자동차, 자전거, 보행자, 대중교통 이용자의 단독 수단별 서비스수준 평가방법과 각 수단간 영향을 고려한 통합관점의 서비스수준 평가방법의 비교·분석을 시행하였다.

본 연구를 수행하기 위해 먼저, 국내·외에서 연구되고 있는 선행연구의 검토를 통하여 단독 수단별 서비스 평가가 가지고 있는 문제점과 한계점을 분석하였다. 다음으로 다수단 영향을 고려한 서비스수준을 찾고 단독 수단별 서비스수준 분석방법과 효과척도를 비교하여 효과척도가 지닌 의미를 파악하였다. 이어 대상구간 선정

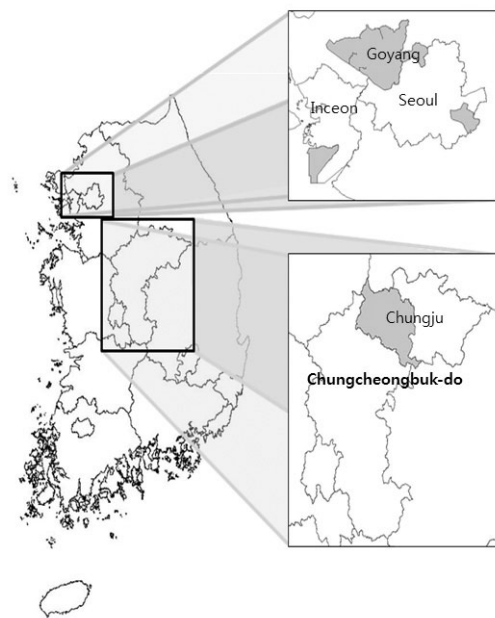


Fig. 1 Range of Site Investigation

으로 구간에 대한 서비스수준을 단독수단별 서비스수준 분석방법인 KHCM의 평가방법과 우리나라에서 사용되고 있지 않는 다수단 영향을 고려한 통합 서비스수준을 평가하고 두 결과를 비교해 보았다.

분석을 위하여 2013년 4월~7월간 서울과 충북 충주 40개소를 조사하였으며, 분석대상은 모든 수단의 통행이 함께 이루어지는 교차로와 교차로 사이의 도로구간을 분석구간으로 설정하였다. 또 조사에 의해 수집하기 어려운 자료는 기존 문헌을 통하여 고정 값을 사용하였다. 분석에 앞선 대상지 선정을 위해 도시부 도로의 양방향 4차로 이상 간선도로를 중심으로 조사를 실시하였으며 자동차, 자전거, 보행자, 대중교통 통행이 모두 이루어지고 있는 구간 중 자전거도로의 유형이 자전거 전용도로인 구간을 1차 대상 도로구간으로 선정하였고, 2차 대상 도로구간은 1차 대상 도로구간과 모든 조건이 같으나 자전거도로의 유형이 자전거-보행자겸용도로인 구간을 선정하였다. 3차 대상 도로구간은 2차 대상 도로구간과 모든 조건이 같으나 대중교통의 노선이 지나지 않는 대중교통에 대한 조사가 제외된 구간으로 선정하여 이를 Table 1과 같이 카테고리화하여 분석이 이루어졌다.

Table 1. Category of Criteria by Road Section Type

	Category			
	Category of criteria from first :arterial highway for urban(over 4 lanes)			
	Automobile mode	Bicycle mode	Pedestrian mode	Transit mode
Type 1	Over 2 lanes	Exclusive paths	Exclusive paths	Scheduled
Type 2		Shared paths	Shared paths	Scheduled
Type 3		Shared paths	Shared paths	Not scheduled

분석을 통해서 서비스수준 평가방법별 적절성을 확인함은 물론 단순히 기존 상태의 서비스수준 분석만이 아닌 도로의 효율적 이용과 자동차 이용자 중심에서 보행자나 자전거 이용자를 고려한 패러다임의 영향으로 시행되는 도로다이어트를 적용한 Case Study를 수행하였다.

2. 관련 문헌고찰

현재 연구되고 있는 국내연구의 대부분은 KHCM 2005와 2013에서 제공하고 있는 단독 수단별 서비스수준을 평가하기 위해 효과적도에 대한 검증 및 이에 대한

비교·검토에 그치고 있는 반면, 현재 미국에서는 완전도로(Complete Street)에 대한 개념 확립에 따른 차량 중심의 도로사용에서 보행자 및 자전거 이용자 등 모든 도로 이용자 중심으로 전환됨에 따라 완전도로에 대한 다수단 서비스수준 평가방안이 연구되고 있다. 또한 완전도로의 다수단(Multi Modal)별 서비스수준 평가방안을 제시하고 있는 HCM 2010에서는 기존의 HCM 2000과 달리 Uninterrupted Flow에 대한 다수단별 서비스수준 평가방안을 제시하고 있다. HCM 2010의 다수단 서비스수준 평가방안은 NCHRP Report 616(2008)을 기반으로 하고 있다. 미국 이외에는 국외 역시 국내와 같이 단독 수단별 서비스수준을 평가하기 위한 효과적도를 사용하고 있으며 이에 관한 선행연구들을 살펴보면 다음과 같다.

김태호 외(2008)는 비디오영상에 의한 간접설문조사 방식을 통하여 도시부 간선도로의 운전자들이 주행 시 느끼는 인식서비스수준과 KHCM에 의해 산정된 실제 서비스수준을 비교·분석한 결과 실제서비스와 인식서비스간의 차이가 뚜렷한 것으로 분석되었으며, 운전자가 인식하는 서비스수준에 영향을 미치는 주요요인을 분석한 결과 경관과 같은 정성적인 요인이 서비스수준 결정에 큰 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

이겨라 외(2009)는 안전성, 편의성, 연계성 등의 다양한 영향요소들을 고려하여 이용자 중심의 자전거 서비스 수준(BLOS : Bicyclist Level of Service) 모형을 개발함으로써 기존 자전거도로 및 시설의 서비스수준을 정의하였으며, 국내 자전거 서비스수준이 단일의 척도로 평가되고 있음을 문제점으로 파악하고, 다양한 영향요소를 고려할 수 있는 자전거 서비스수준 평가방법론을 제시하였다.

김원길 외(2012)에서는 버스운행관리시스템의 구간 통행시간, 운행규정 위반 등 버스운행 자료와 교통카드를 이용한 승하차 정보를 활용하여 노선 및 정류소별 서비스수준 평가모형을 개발하였다. 이는 다양하게 변화하는 교통상황에 따라 버스의 불규칙적인 정류소 서비스, 대기승객 수, 정류소 대기시간 등을 적절히 반영하여 효율적으로 서비스수준을 분석하기 어려운 도로용량 편람을 대신하여 대중교통 수요 자료를 통해 객관적이고 과학적으로 접근한 방법이다.

Jonathan Byrd et al.(2007)은 HCM 2000의 자동차 LOS 방법론을 기초로 하여 단속류에서의 보행자 시설 서비스수준 기준을 제시하였으며 HCM 2000과 Australian Method, Trip Quality Method,

LANDIS Method를 비교하고 결과를 도출하였다.

Soren Underlien Jensen(2006)은 보행자와 자전거 이용자를 고려하여 만족도를 정량화하기 위해 실험자들의 비디오 자료를 이용하였다. 불만족과 매우 만족을 정리한 결과 총 7,724개의 보행자와 7,596개의 자전거 이용자의 만족도를 얻어 낼 수 있었으며 이를 통해 교차로 사이의 도로구간을 대상으로 한 모형을 개발하였으며, 도로운영과 도로 기하구조의 특징을 고려하여 누적로짓모형(Cumulative Logit Regression)을 활용하였다. 실험결과 승용차의 교통량 및 속도, 차로수, 주

변 토지이용, 보행자 교통량, 주차차량의 수, 버스 정류장의 유무, 시설의 유형 및 폭원이 만족도 수준에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

선행연구를 통하여 확인한 결과, 서비스수준 평가를 위하여 대부분의 연구에서 지침분석을 통해서 문제점을 제시하고 사례분석으로 문제점을 해결할 수 있는 수단별 서비스수준 평가방법을 살펴보았다. 또한 이를 적용하기 위하여 대상 도로구간을 선정하여 서비스수준을 평가 및 분석하였다. 그러나 이는 시설을 이용하는 주요 수단만을 대상으로 하는 서비스수준 평가방법으로 패러다임에 부합하지 못한다. 따라서 시설의 사용하는 수단과 이에 영향을 미칠 수 있는 수단의 영향까지 고려한 다수단 서비스수준 평가방법 검토하였다. 다수단 영향을 고려하고 있는 HCM 2010의 평가방법을 통해 우리나라 대상구간에 적용함으로써 그 결과를 KHCM의 분석방법과 비교하여 Intermodal의 관점에서 단독수단의 서비스수준과 다수단 서비스수준의 비교·분석을 하였다. 또한 완전도로 적용사례를 예로 분석한 값을 통해 다수단 서비스수준 평가방법의 필요성을 제시하였다.

Table 2. Previous Studied on Level of Service

	Advanced research		
	Title	Method	Content
D o m e s t i c	A development of integrated evaluation criteria for quality of service on pedestrian networks (2009)	Questionnaire survey, AHP and ANP	Measuring pedestrian quality of service(QOS) with a consideration of qualitative aspects
	An analysis of influencing factors to pedestrian quality of service by utilizing analytic hierarchy process (2008)	Expert survey & pedestrian LOS analysis by AHP	Index development for pedestrian network service of quality by landuse pattern
	New pedestrian level of service by trip purpose and walkway function (2004)	Descriptive statistics, regression analysis	Comparison of pedestrian LOS results by characteristics of pedestrian way's landuse type
	Evaluation of sidewalk level of service considering land use patterns (2007)	Site survey and AHP	Evaluation of sidewalk LOS based on the amenity levels conflicts of confronting with a consideration of pedestrians
	Development of bicycle level of service model from the user's perspective using ordered probit model (2009)	Ordered probit model	Development of user-oriented bicycle LOS taking account of safety, comforness, and connectivity
O v e r s e a s	Pedestrian level-of-service model for arterials(2008)	video simulation	Analysis of user-oriented pedestrian LOS through video recording investigation
	Pedestrian level of service for the overall unsignalized mid-block crossings of road segments in china(2010)	Pearson correlation analysis and step-wise regression analysis	Development of pedestrian Los model for unsignalized mid-block crossings considering safety matters

3. 분석방법론 및 자료수집

3.1. 분석방법론

국내의 서비스수준 평가방법의 경우 단독 수단별로 서비스수준을 평가하는 방법을 사용하므로 발생하는 문제점과 한계점을 분석하기 위하여 미국의 도로용량편람 2010의 평가방법과 비교하였다. 미국의 도로용량편람 2010의 평가방법은 현재 국내외에서 사용되고 있는 서비스수준 방법 중 가장 다수단 서비스수준 평가방법에 근접한 방법을 사용하고 있다. 도시부의 자동차도로와 자전거, 보행자, 대중교통에 해당하는 분석방법 수식은 Table 3 및 Table 4와 같으며 KHCM2005(2013)과 HCM 2010의 평가방법의 흐름은 물론 각 수단의 효과척도를 알아보았다.

자동차도로에 대한 서비스수준을 평가하기 위해 도시부 도로의 서비스평가방법의 기준인 도시 및 교외간선도로(KHCM)과 Urban Street Facilities(HCM) 챕터의 기준을 사용하였다. 효과척도로 HCM 2010에서는 도로의 자유속도 대비 차량의 속도를 기준으로 A~F까지의 6단계로 서비스수준을 평가하는 반면 KHCM 2005(2013)에서는 도로유형에 따른 평균통행속도를 효과척도로 A~FFF까지 8단계로 평가하고 있다. 두 평가방법의 서비스수준을 나누는 단계의 수는 다르지만 모두 단위거리 당 신호교차로의 수와 교차로의 평균지체

Table 3. KHCM 2005 (2013)

	Equation	MOE
Auto mobile mode	Average travel speed	
Bicycle mode	<p>< Exclusive bicycle paths></p> <p>1-way = $(2Q_{bike} \sigma) / (U_{bike} \sqrt{\pi})$</p> <p>2-way = $0.5(2Q_{bike-op}) + (2Q_{bike-sm} \sigma) / (U_{bike} \sqrt{\pi})$</p> <p>< Bicycles & Pedestrians shared off-street paths></p> <p>= $(2Q_{bike-sm} \sigma) / (U_{bike} \sqrt{\pi}) + (Q_{ped-sm} (U_{bike} / U_{ped} - 1)) + 0.5[2Q_{bike-op} + Q_{ped-op} (1 + U_{bike} / U_{ped})]$</p>	Frequency of event
Pedestrian mode	$V_{15} / 15 W_E$	Flow Rate of pedestrian
Transit mode	Passenger road	
	Service frequency	
	Hours of service	

- $W_E = W_T - W_O$
- W_T : total walkway width
- W_O : sum of width and shy distances from obstructions on the walkway
- V_{15} : Peak 15-min Flow Rate (p/15-min)
- Q_{ped-sm} : flow rate of pedestrians in subject direction
- Q_{ped-op} : flow rate of pedestrians in opposing direction
- $Q_{bike-sm}$: flow rate of bicycles in subject direction
- $Q_{bike-op}$: flow rate of bicycles in opposing direction
- Q_{bike} : bicycle flow rate
- U_{bike} : mean bicycle speed
- U_{ped} : mean pedestrian speed

를 고려한 평균통행속도만을 효과적으로 사용하고 있다는 점에서 거의 비슷한 평가방법이라고 볼 수 있다.

반면, HCM 2010에서 도시부 자전거도로 도로구간을 평가하기 위해서는 HCM 2000에서 효과적으로 사용하는 상충횟수가 아닌 서비스수준 점수(LOS Score)를 사용하여 서비스수준을 평가하였으며, 단계는 기존과 같이 A~F까지의 6단계로 제공하고 있다. HCM 2010의 자전거도로 도로구간의 서비스수준을 평가하기 위해서는 도로구간의 교통량, 중차량 비율, 보도 및 차로의 기하구조 등 많은 데이터가 조사되어야 하는 반면 KHCM 2005(2013)의 자전거도로에 대한 효과적으로 통행량만을 기반으로 하는 상충횟수를 제시하고 있다.

보행자도로에 대한 서비스수준을 평가하기 위해서는 HCM2010에서는 보행자 밀도를 기반으로 한 직진교통량, 노상주차장 주차비율, 직진방향 차로수, 차로폭, 차량 속도 등 보행교통량 이외에 많은 데이터를 이용하여 서비스수준 점수(LOS Score)를 산출하여 서비스수준

Table 4. HCM 2010

	Equation	MOE
Automobile mode	Travel speed as a percentage of base free flow speed*	
Bicycle mode	$I_{b.link} = 0.760 + F_v + F_s + F_p + F_w$ <ul style="list-style-type: none"> - $F_v = 0.507 \ln(v_{ma} / 4N_{th})$ - $F_s = 0.199[1.1199 \ln(S_{Ra} - 20) + 0.8103] \times (1 + 0.1038 P_{HVa})^2$ - $F_p = 7.066 / P_c^2$ - $F_w = -0.005 W_v^2$ 	LOS score
Pedestria mode	$I_{p.link} = 6.0468 + F_v + F_s + F_w$ <ul style="list-style-type: none"> $F_v = 0.091 \ln(v_{ma} / 4N_{th})$ $F_s = 4(S_{Ra} / 100)$ $F_w = -1.2276 \ln(W_v + 0.5 W_l + 50 P_{pk} + W_{buf} f_b + W_{AA} f_{sw})$ 	
Transit mode	$I_{t.seg} = 6.0 - 1.50 F_h F_{tt} + 0.15 I_{p.link}$ <ul style="list-style-type: none"> $F_h = 4.00 e^{-1434 / (S_m + 0.001)}$ $F_{tt} = ((k-1) T_{btt} - (k+1) T_{ptt}) / ((k-1) T_{ptt} - (k+1) T_{btt})$ 	

* The speed for legal speed limit is regarded as the free flow speed

- F_v : Motorized vehicle volume adjustment factor
- F_s : Motorized vehicle speed adjustment factor
- F_p : Pavement condition adjustment factor
- F_w : Cross-section adjustment factor
- F_h : Headway factor
- F_{tt} : Perceived travel time factor
- v_{ma} : Adjusted midsegment demand flow rate
- N_{th} : Number of through lanes on the segment in the subject direction of travel
- S_{Ra} : Adjusted motorized vehicle running speed
- P_c : Pavement condition rating
- W_v : Effective total width of outside through lane, bicycle lane, and shoulder as a function of traffic volume
- P_{pk} : Proportion of on-street parking occupied
- W_{buf} : Buffer width between roadway and available sidewalk
- f_b : Buffer area coefficient
- W_{AA} : Adjusted available sidewalk width
- f_{sw} : $6.0-3 W_{AA}$
- k : Ridership elasticity with respect to changes in the travel time rate
- T_{btt} : Base travel time rate
- T_{ptt} : Perceived travel time rate
- P_{HVa} : Adjusted percent heavy vehicles in midsegment demand flow rate

을 평가하지만, KHCM 2005(2013)에서는 보행교통유율, 보행점유면적, 보행밀도, 보행속도 중 유효보도폭과 15분간 보행교통량을 이용하는 보행교통유율을 대표적으로 이용하여 서비스수준을 산출한다.

KHCM 2005(2013)에서 대중교통의 서비스수준을 평가하기 위한 효과적도는 차내용량, 운행시각 및 운행 시간 등으로 서비스수준을 평가하는 반면, HCM 2010에서는 버스정차시간, 대중교통 빈도, 승객비율, 승용차

속도, 구간거리, 버스정류장 대기공간, 의자 등 많은 데이터를 이용하여 서비스수준을 도출하기 때문에 대중교통에 대한 종합적인 평가가 가능하다. 또한, HCM 2010에서는 대중교통의 서비스수준을 분석하기 위하여 보행자도로의 서비스수준 점수(LOS Score)를 사용함으로써 보행자의 접근성과 밀접한 관련이 깊은 대중교통 특성을 잘 파악하여 보다 평가방법의 신뢰성을 높일 수 있는 변수가 반영하였다고 판단된다.

3.2. 자료수집

현장조사를 통한 자료수집은 2013년 4월~7월 간 서울과 충북 충주 40개소의 도로구간을 조사하였다. 조사를 통해서 분석에 필요한 기하구조 변수, 교통 변수를 수집하였으며 조사에 의해 수집하기 어려운 자료는 기존 문헌을 통하여 수집하였다.

Table 5. Investigation Data Article

Data collection article			
Direct investigation	Auto mobile mode	Travel speed Vehicle flow rate Heavy vehicles Proportion of on-street parking occupied Number of through lanes Width of paved outside shoulder g/C Segment length	kph vph vph % lane m - m
	Bicycle mode	Travel speed Bicycle flow rate Width of bicycle lane Pavement condition rating	kph vph m -
	Pedestrian mode	Travel speed Pedestrian flow rate Adjusted available sidewalk width Proportion of sidewalk adjacent to fence Effective width of fixed objects	kph Ped/h m m m
	Transit mode	Dwell time Transit frequency Average passenger load Reentry delay Proportion of stops with benches Transit vehicles headway Transit stop location & position	sec. veh/h m ² /P sec. - min. -
Indirect investigation	The acceleration and deceleration rate Threshold late time Proportion of transit vehicle arriving within the threshold late time Base travel time rate Ridership elasticity with respect to changes in the travel rate Average passenger trip length	-	

존 문헌을 통하여 수집하였다.

자동차도로의 서비스수준을 분석하기 위해서는 차량의 평균주행속도와 자유속도(Free-Flow Speed, FFS), 도로유형에 대한 데이터가 필요하다. 본 연구에서는 자동차도로의 평균주행속도 산출을 위하여 현장조사구간에 대한 차량주행(총 10회)을 시행하여 차량의 평균속도를 산출하였으며, 자유속도 및 도로유형에 대한 결정을 위해서는 도로의 제한속도를 적용하였다.

자전거도로의 단독 수단별 서비스수준은 자전거의 평균통행속도 및 자전거교통량, 보행평균속도, 보행교통량을 통한 자전거-자전거, 자전거-보행자간의 상충횟수를 통하여 서비스수준 분석이 시행되며, 다수단 서비스수준 분석을 위해서는 자동차 교통량, 중차량 비율, 자동차속도 등의 자동차 교통특성과 자동차도로 폭, 자전거도로 폭 등의 도로 기하구조 특성을 이용하여 서비스수준을 분석한다.

보행자도로 분석을 위해 차량교통량, 차량속도 등의 차량 통행특성과 자동차도로 폭, 자전거도로 폭 등의 도로 기하구조 및 보행자 평균통행속도, 보행자 교통량 등의 조사를 시행하였다.

대중교통 서비스수준 분석을 위해 차량교통량, 차량속도, 중차량 속도 등의 차량 통행특성과 승객 수, 운행간격(Headway) 및 노선수, 운행시간, 승객 승·하차 시간, 버스정류장 편의시설 등의 대중교통과 관련한 전반적인 현장조사를 시행하였다.

4. 분석결과

현장조사를 통해 수집한 자료를 바탕으로 분석한 단독 수단별 서비스수준 평가방법과 다수단 서비스수준 평가방법 결과를 비교하면 다음과 같다.

Table 6. LOS Criteria of Automobile Mode

HCM2010		KHCM2005	
MOE : Travel speed as a percentage of base free flow speed (%)		MOE: Average travel speed (Kph)*	
A	> 85	A	≥ 49
B	> 67 - 85	B	≥ 39
C	> 50 - 67	C	≥ 29
D	> 40 - 50	D	≥ 20
E	> 30 - 40	E	≥ 12
F	≤ 30	F	≥ 8
		FF	≥ 5
		FFF	< 5

* Speed limit - 60Kph

자동차도로에 대한 서비스수준 분석은 도로유형에 따른 평균통행속도를 효과적으로 사용하는 단독 수단별 서비스수준과 평균통행속도를 통하여 산출되는 자유속도 대비 통행속도의 비율을 효과적으로 사용하는 다수단 서비스수준 분석결과, 인천시 연수구 예술로에서 서비스수준이 한 수준 정도의 차이를 보이는 것 이외에 모든 대상 도로구간에서 서비스수준이 동일하게 분석되었다. 이 결과는 두 가지 분석방법 모두 자동차와 관련된 변수만을 척도로 하여 분석이 이루어지기 때문에 차이점이 크지 않은 것으로 판단된다. Table 9에서 확인할 수 있듯이 자동차의 경우에는 다른 수단에 의해 통행에 크게 영향을 받지 않기 때문에 자동차 관련 영향만을 고려한 분석이 이루어지는 것으로 보인다.

자전거도로에 대한 서비스수준 분석결과는, 단독 수단별 서비스수준 분석은 자전거 간의 상충횟수를 서비스수

준의 효과적으로 실시하였다. 유형 1인 자전거 전용도로 분석결과를 보면 자전거 전용도로의 현장조사 결과 교통량 및 기하구조에 차이가 존재함에도 불구하고 모든 구간에서 서비스수준이 A로 분석되었다. 이는 현실적으로 변별력이 떨어지는 것으로 판단되는 결과이다. 유형 2와 유형 3은 자전거-자전거, 자전거-보행자 간의 상충을 모두 고려하여 자전거-보행자 겸용도로의 서비스수준 분석하는데 대부분의 구간에서 서비스수준 A~E로 분석되었다.

이는 본 연구의 조사시간대에 따른 자전거-보행자 간의 상충이 서비스수준 분석에 고려되기 때문인 것으로 판단된다. 반면 각 수단 간 연계영향을 고려하여 서비스수준을 분석하는 다수단 서비스수준 방법은 자전거 및 보행자의 상충보다도 도로구간의 자동차 교통량, 중차량 비율, 자동차 속도 등의 자동차 관련 특성과 자전거 도로 폭, 배수로 폭, 포장상태 등 자전거도로 관련 기하

Table 7. Field Survey Results for Analyzied Road Sections

		Automobile mode					Bicycle mode			Pedestrian mode			Transit mode	
		Travel speed	Flow rate	Heavy vehicles	Width of paved outside shoulder	g/C	Width of lane	Pavement condition	Travel speed	Flow rate	Width of lane	Travel speed	Frequency	Headway
T y p e 1	Hosu-ro, Goyang-si	66.80	1548	60	0.5	0.88	1.5	3	15.8	18	2.7	3.65	20	3.3
	Yangjae-ro, Songpa-gu	36.05	2466	144	0.6	0.65	1.1	3	13.5	38	5.1	4.32	48	10.2
	Yesul-ro, Yeonsu-gu	21.78	912	36	0.65	0.35	1.0	3	13.5	66	1.5	5.02	24	3.25
	Hoam-daero, Chungju	46.59	440	16	0.5	0.25	3.2	3	10.01	40	2.1	5.61	9	33
T y p e 2	Tangeum-daero, Chungju	36.73	308	0	0.5	0.27	1.6	2	9.22	40	1.2	5.07	14	35
	Yeseong-ro, Chungju	32.39	768	24	0.5	0.25	1.1	3	9.44	212	1.8	4.80	8	33
	Sillip-ro, Chungju	45.86	426	10	0.5	0.28	1	2	10.76	146	2	4.92	6	28
	Bonggye 1-gil, Chungju	42.01	453	9	0.5	0.22	2	3	9.64	204	4	5.71	6	29
	Namsan-ro, Chungju	31.06	636	42	0.5	0.35	1.7	2	10.10	69	1.8	4.43	3	24
T y p e 3	Hyeongseol-ro, Chungju	43.37	330	18	0.5	0.35	1.2	2	11.28	460	0.4	4.39	8	46
	Beonyeong-daero, Chungju	36.03	534	9	0.5	-*	0.4	2	10.71	36	1.5	4.20	-*	-*
	Gugwon-daero, Chungju	44.16	1468	24	0.8	-*	1	2	9.10	140	1.6	4.20	-*	-*
	Gyemyeong-daero, Chungju	43.89	1188	12	0.5	-*	0.4	3	10.81	340	1.6	4.42	-*	-*
	Jungang-ro, Chungju	33.92	306	0	0.7	-*	0.7	2	11.10	24	0.7	4.79	-*	-*
Jungwon-daero, Chungju	47.48	576	60	0.5	-*	1.6	2	9.98	50	0.8	4.02	-*	-*	

* Type 3 is not to analyze transit LOS

구조와 같이 자전거의 통행에 연관성 있는 변수들의 영향을 고려하여 서비스수준이 분석된다. 분석에 의하면 자전거 도로 기하구조 중 매우 협소한 자전거도로 폭이 0.5m 이하일 경우 다른 조건이 양호하더라도 자전거도로의 서비스수준이 E 또는 F로 분석되는 것으로 보아 자전거도로의 폭이 자전거도로의 서비스수준에 가장 큰

영향을 미치는 요인인 것으로 분석된다.

다음으로 보행자도로 서비스수준 분석결과와 단독 수단별 서비스수준 분석에서는 모든 대상 도로구간에서 서비스수준이 A로 분석되었다. 보행자도로의 유효도로 폭이 최소 0.4m부터 매우 다양하게 조사되었고 보행자 통행자수와 자전거 교통량 등 보행자 서비스수준에 영향을 미칠 만한 변수가 매우 다양함에도 불구하고 서비스수준이 모두 A로 분석되었다는 것은 분석이 현실적으로 변별력이 매우 떨어짐을 의미한다. KHCM의 보행자 서비스수준 분석방법에 대하여 김용석(2011)은 보행자 균을 형성할 만큼 많은 용량에서의 가로에서는 적합하나 일반 도시가로의 보도에서는 이를 충분히 반영하기 어렵다고 제시하였다. 일반 도시가로 보도인 경우에는 용량수준까지 이르는 경우가 매우 드물기 때문이다. 즉,

Table 8. LOS Criteria of Pedestrian, Bicycle, Transit Mode (HCM2010)

LOS	Score
A	≤ 2.00
B	> 2.00 ~ 2.75
C	> 2.75 ~ 3.50
D	> 3.50 ~ 4.25
E	> 4.25 ~ 5.00
F	> 5.00

Table 9. LOS Results for Analyzied Road Sections

		Automobile mode		Bicycle mode		Pedestrian mode		Transit mode			
		Single modal (kph)	Multi modal (%)	Single modal (Number)	Multi modal (Score)	Single modal (m)	Multi modal (Score)	Single Modal			Multi modal (Score)
								Passenger load (m2)	Headway (Min)	Hours of service (Hour)	
T Y P e 1	Hosu-ro, Goyang-si	A (66.80)	A (95.43)*	A (14)	A (2.00)	A (0.11)	C (2.95)	A (0.22)	A (3.30)	B (19.50)	A (1.82)
	Yangjae-ro, Songpa-gu	C (36.05)	C (51.50)*	A (15)	C (2.76)	A (0.50)	C (2.76)	B (1.00)	A (1.69)	B (19.50)	A (0.52)
	Yesul-ro, Yeonsu-gu	D (21.78)	E (36.30)	A (2)	C (2.93)	A (2.80)	C (3.17)	B (0.60)	B (3.25)	C (18.00)	B (2.37)
	Hoam-daero, Chungju	B (46.59)	B (77.65)	A (2)	A (-7.46)	A (0.10)	A (1.67)	D (1.60)	B (16.50)	C (16.59)	C (3.13)
T Y P e 2	Tangeum-daero, Chungju	C (36.73)	C (61.22)	A (60)	A (0.74)	A (0.56)	A (1.93)	B (0.50)	A (7.50)	D (15.04)	B (2.53)
	Yeseong-ro, Chungju	C (32.39)	C (53.98)	D (292)	A (1.73)	A (1.96)	B (2.34)	B (0.90)	B (10.67)	D (15.83)	B (2.17)
	Sillip-ro, Chungju	B (45.86)	B (76.44)	D (237)	B (2.41)	A (1.23)	B (2.09)	D (1.48)	B (14.00)	C (16.04)	C (3.33)
	Bonggye 1-gil, Chungju	B (42.01)	B (70.02)	C (203)	A (-0.97)	A (0.85)	A (1.80)	B (0.86)	B (14.50)	D (15.00)	B (2.67)
	Namsan-ro, Chungju	C (31.06)	C (51.73)	B (104)	A (1.62)	A (0.63)	C (2.80)	B (0.80)	C (24.00)	D (15.25)	C (3.25)
	Hyeongseol-ro, Chungju	B (43.37)	B (72.29)	F (725)	D (3.91)	A (19.17)	C (2.95)	D (1.60)	B (15.33)	C (16.36)	C (3.30)
T Y P e 3	Beonyeong-daero, Chungju	C (36.03)	C (60.05)	C (67)	E (4.56)	A (0.46)	B (2.45)	-	-	-	-
	Gugwon-daero, Chungju	B (44.16)	B (73.60)	C (194)	E (4.85)	A (1.02)	C (2.88)	-	-	-	-
	Gyemyeong-daero, Chungju	B (43.89)	B (73.14)	D (148)**	F (5.01)	A (1.21)	C (2.76)	-	-	-	-
	Jungang-ro, Chungju	C (34.19)	C (56.98)	E (191)**	C (2.78)	A (2.95)	B (2.42)	-	-	-	-
	Jungwon-daero, Chungju	B (47.48)	B (79.14)	B (133)	D (3.77)	A (1.42)	B (2.52)	-	-	-	-

* Speed limit of motorized vehicle – 70Kph

** The total width for bike lane and pedestrian way is less than 2m

보행자 서비스수준의 경우 다른 수단의 경우보다 특히 현재 사용되고 있는 단독 수단별 서비스수준 분석에 의한 방법에 문제를 가지고 있으며 보완이 필요하다고 판단된다.

반면, 자동차 교통량, 자동차 속도 등의 자동차 통행 관련 특성과 자전거도로 폭, 보행자도로 폭 등의 도로 기하구조 등 각 수단의 서비스수준에 영향을 미치는 요인을 고려한 다수단 서비스수준 방법을 사용할 경우에는 모두 같은 서비스수준을 나타낸 단독 수단별 서비스수준 평가방법과는 달리 본 연구에서는 A~C 수준까지 다양하게 분석되었다. 보행자도로의 서비스수준이 자전거도로의 서비스수준에 비하여 더 높은 서비스수준을 나타내는 것을 확인할 수 있는데 이는 자전거도로의 서비스수준은 직선의 통행 형태를 보이므로 자전거도로만을 사용하여 진행하는 것으로 판단하여 분석되는 반면 보행자도로는 보행자의 통행 형태가 임의의 형태를 보이기 때문에 보행자가 실제로 보행이 가능한 유효도로 폭 뿐만 아니라 자전거도로의 폭까지 고려하여 서비스의 질을 판단하기 때문인 것으로 판단된다.

마지막으로 대중교통에 대한 서비스수준 분석결과를 살펴보면 다음과 같다. 단독 수단별 서비스수준 분석결과는 대중교통의 운행특성에 따라 다양한 서비스수준이 분석되었으나 대중교통의 효과적도인 차내용량 (Passenger Load), 운행간격(Headway), 운행시간 (Hours of Service)에 따라 각각의 서비스수준이 산출되며, 각각의 효과적도에 따른 서비스수준이 매우 상이하기 때문에 서비스수준 분석 결과를 통한 대중교통의 종합적인 평가와 적용에 혼란이 야기되고 있다고 판단된다.

하지만 다수단 서비스수준 평가방법에서는 자동차 교통량, 자동차 속도, 중차량 속도, Reentry delay, g/C 등과 같이 자동차와 대중교통이 서로의 통행에 미치는 영향까지 고려하고 승객비율, 정차시간, 운행간격, 버스 정류장 편의시설 등의 대중교통 특성 및 보행자도로 서비스수준 등 각 수단에 영향을 미치는 요인을 반영하고 있다. 특히, 보행은 인간의 가장 기초적인 교통수단으로 보행 자체가 통행수단이 될 수 있지만 대중교통을 이용 면에서 보면 대중교통의 이용시점과 교통수단을 이어주는 역할을 한다. 대중교통의 다수단 서비스수준 평가방법은 보행자의 서비스수준 자체를 하나의 변수로 사용함으로 이러한 대중교통의 특성을 잘 반영하고 있다고 판단된다.

5. Road Diet 기법을 통한 Case Study

최근에는 낙후된 주거지역이나 상업지역의 이동성과 접근성을 증가시켜 이용자의 질을 향상시키는 물론, 도로의 신설이 아닌 변화만으로 안전성, 운영성 등 효율적으로 이용의 역할을 실현하기 위해 도로 횡단면의 전체 도로폭에 변화를 주지 않는 방법을 사용하고 있다. 차로수를 4차로에서 3차로로 줄인다거나 차로폭을 감소시킨 후 남은 공간을 회전차로, 자전거도로, 중앙분리대, 보도 등을 설치하는 도로다이어트(Road Diet) 기법이다. 이는 1980년대 미국의 펜실베이니아주와 플로리다주에서 처음 도입되었으며 심관보(2006)은 도로다이어트를 통해 생활환경의 개선과 더불어 구성원들의 유대감을 증진시키며 주행속도 감소를 통해 교통사고 발생빈

Table 10. Before-After Analysis Results for Road Diet

Analysis road sections	Automobile mode				Bicycle mode			
	Single modal		Multi modal		Single modal		Multi modal	
	Before	After	Before	After	Before	After	Before	After
Hyeongseol-ro, Chungju	B (43.37)	B (41.37)	B (72.29)	B (68.95)	F (725)	F(725)	D (3.91)	C(2.88)
Beonyeong-daero, Chungju	C (36.03)	C (33.03)	C (60.05)	C (55.05)	C(67)	A(67)	E (4.56)	C(3.34)
Gugwon-daero, Chungju	B (44.16)	B (39.96)	B (73.60)	C (66.60)	C (194)	C(194)	E (4.85)	A(1.54)
Jungwon-daero, Chungju	B (47.48)	B (41.74)	B (79.14)	C (69.57)	B (133)	B(153)	D (3.77)	A(2.72)
Analysis Raod Sections	Pedestrian mode				Transit mode			
	Single modal		Multi modal		Single modal		Multi modal	
	Before	After	Before	After	Before	After	Before	After
Hyeongseol-ro, Chungju	A (19.17)	A (4.26)	C (2.95)	B (2.31)	D (1.60) B (15.33) C (16.36)	D (1.60) B (15.33) C (16.36)	C (3.30)	C (3.21)
Beonyeong-daero, Chungju	A (0.46)	A (0.30)	B (2.45)	A (2.16)	-	-	-	-
Gugwon-daero, Chungju	A (1.02)	A (0.68)	C (2.88)	B (2.46)	-	-	-	-
Jungwon-daero, Chungju	A (1.42)	A (0.67)	B (2.52)	B (2.15)	-	-	-	-

도를 낮춰 안정성을 증대시킨다고 제시하였다.

본 연구에서 단독 수단별 서비스수준과 다수단 서비스수준의 분석결과를 비교하는 것 이외에 추가적으로 도로다이어트를 통해 서비스수준 분석결과를 비교하였다. 다른 조건을 제외하고 도로 기하구조만을 변화했을 때의 결과가 과연 적절하게 분석되는지를 통하여 서비스수준 평가방법론의 적절성을 살펴보았다. 현장조사를 실시한 구간 중 자동차도로의 서비스수준이 대체로 높고 다른 수단의 서비스수준이 낮은 구간을 선정하여 도로다이어트를 실시하였으며 도로다이어트 적용 후에 따른 자동차 속도 변화는 직접적으로 산출할 수 없기 때문에 KHCM2005(2013)에서 제시하고 있는 다차로 구간의 차로폭 및 측방여유폭에 의한 속도보정계수를 사용하여 산술적으로 산출하였다.

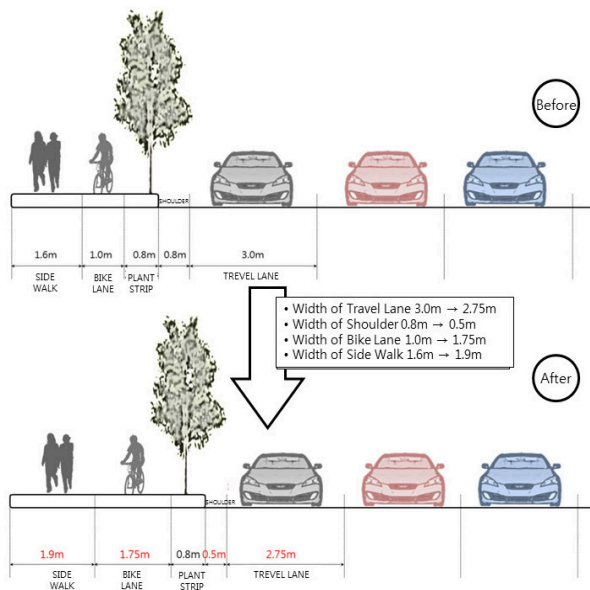


Fig. 2 Example of Geometric Road Section After Application of Road Diet

도로다이어트 기법을 대상구간에 적용한 결과, 단독 수단별 서비스수준 분석방법의 경우 도로다이어트 적용 전·후의 서비스수준의 변화가 거의 없는 것으로 분석되었으나 다수단 서비스수준 분석방법에서는 적용 전의 서비스수준 결과와 다소 상이하게 나타난 것을 확인할 수 있다.

단독 수단별 서비스수준 분석방법에서는 적용 전·후 분석결과에 따른 서비스수준은 다음과 같다.

자전거도로의 경우 연수동 변영대로를 제외하고는 변화가 없는 것으로 분석되었다. 충주시 연수동 변영대로

의 서비스수준 변화는 자전거도로 폭의 확장에 따라 자전거도로와 보행자도로 폭의 합이 3m를 넘어 서비스수준 평가 기준이 바뀌게 되어 서비스수준이 C에서 A로 크게 향상되었을 뿐 도로다이어트 기법에 의한 영향은 제대로 반영되지 않는 것으로 분석되었다. 보행자도로의 경우에는 현장조사에 의한 자료를 통한 방법론별 분석결과와 마찬가지로 서비스수준이 A로 분석되어 도로다이어트를 시행하더라도 그 효과에 대한 분석이 불가능하다는 것으로 판단된다. 많은 연구에서 이러한 문제점을 제시하고 있듯이 이에 대한 문제점을 해결할 방안이 필요하다. 또한 대중교통의 경우에도 단독 수단별 서비스수준 분석은 좌석 대비 승객밀도, 버스운행간격, 버스운행시간을 효과적으로 서비스수준이 분석되므로 현재 서비스수준의 기준으로는 기하구조의 변화에 직접적 영향을 받는 도로다이어트 기법에 대한 영향을 분석할 수 없는 것으로 판단된다. 도로의 기하구조 변화를 통해 도로 서비스 질을 개선하게 되는 경우가 대부분인데 현 기준은 이와 같은 변화에 따른 서비스상태의 질을 제시하기 어려운 문제점을 가지고 있어 이를 해결해야 한다고 판단된다.

반면, 도로다이어트를 적용 전·후 다수단 서비스수준 분석방법으로 분석한 결과는 다음과 같다.

자전거도로의 경우에는 차로의 폭을 줄이고 자전거도로와 보행자도로의 폭을 충분히 제공하므로 도로다이어트 적용 전 서비스수준 D~E에서 적용 후 서비스수준 A~C로 향상된 것으로 분석되었다. 이는 다른 요인에 변화가 없는 경우 이용주체의 사용공간이 충분히 확보됨으로 서비스수준이 올라가는 행태를 그대로 보여주는 것이라 판단된다. 또한 보행자도로 역시 서비스수준 B~C에서 적용 후 서비스수준이 A~B로 자전거도로와 마찬가지로 향상된 것을 확인하였다. 이는 서울시 전역 10,000지점을 대상으로 보행자도로 서비스수준을 분석한 이신해(2012)의 연구결과에서도 90% 이상이 서비스수준 A로 지나치게 판정되는 결과와 같은 문제를 해결하는 동시에 상충만을 고려하는 현재의 방법이 아닌 자동차, 자전거, 기하구조 등까지도 반영하므로 기하구조 변화에 대한 영향을 분석하기에 적합한 방법이라 판단된다. 대중교통의 다수단 서비스수준 분석결과 적용 전·후 모두 서비스수준 “C”로 분석되어 큰 변화가 없는 것으로 분석되었다. 하지만 단독 수단별 서비스수준 분석에서와 같이 기하구조 변화 영향을 받지 않는 것이 아니라 자동차와 버스와의 통행관계와 보행자의 서비스수준까지 고려하는 대중교통 서비스수준 분석 특성상 자

동차도로 폭의 감소에 따른 대중교통 서비스수준 저하 요인과 보행자도로 폭 확장에 따른 대중교통 서비스수준 향상요인이 서로 상쇄되기 때문에 결과적으로 대중교통의 다수단 서비스수준 결과에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판단되었지만 서비스수준 점수(LOS Score)로 결과를 판단할 경우 향상된 모습을 확인할 수 있다.

6. 결론 및 향후과제

효과적인 도로사용과 도로의 계획·설계 부문에서의 지표가 되는 서비스분석은 매우 중요하다. 그러나 우리나라의 KHCM은 미국의 HCM을 기본으로 수정계수 값만을 수정한 형태로 우리나라의 교통특성을 반영하지 못하다는 지적이 많다. 또한 도로의 패러다임이 기존의 자동차 이용자 중심의 도로에서 보행자와 자전거 및 대중교통 이용자를 모두 포함하는 완전도로의 개념으로 변화하고 있어 도로선진국 미국도 단순 수단별 서비스수준 분석에서 벗어나 다양한 수단을 아우를 수 있는 방법을 연구하였다. 이에 본 연구에서는 현장조사를 통하여 수집된 자료를 바탕으로 자동차, 자전거, 보행자, 대중교통에 대하여 현재 사용되고 있는 단독 수단별 서비스수준과 개선된 다수단별 서비스수준 방법으로 분석·비교하였다. 또한 도로다이어트 시행에 적절한 대상지를 선정하여 적용한 결과를 두 방법을 사용하였을 경우 어떠한 방법이 더 적절한 설명력을 나타내는지 또한 살펴보았다.

현장조사 자료를 바탕으로 단독 수단별 서비스수준 평가방법과 다수단 서비스수준 평가방법 결과, 다른 변수에 영향을 거의 받지 않는 자동차의 경우 서비스수준에는 크게 차이가 나타나지 않았으며 자전거, 보행자, 대중교통 등 단독 수단별 서비스수준 분석의 경우 해당 수단에 관한 요인만을 사용하기 때문에 비슷한 조건에서 기하구조가 양호하더라도 이를 반영하지 못한다거나 보행자 서비스수준과 같이 모두 A로 분석되었다. 대중교통의 경우에도 단순 효과적으로 서비스수준을 나타내고 있을 뿐 대중교통에 미치는 많은 영향들을 고려하지 못하는 것으로 나타났다. 다수단 서비스수준 분석은 각 수단에 미치는 영향뿐만 아니라 주변에서 미치는 다른 수단의 영향까지 고려하여 서비스수준을 분석함으로써 더 적절한 결과가 나타났다고 판단된다.

도로다이어트 적용 전·후를 단독 수단별 서비스수준 평가방법과 다수단 서비스수준 평가방법 결과, HCM

2010을 기초로 한 다수단 서비스수준 분석방법에서는 모든 도로이용자의 서비스수준을 분석하는데 적절한 것으로 분석되었다. 하지만 KHCM 2005(2013)을 기초로 한 단독 수단별 서비스수준 분석방법에서는 도로다이어트 적용 전·후의 서비스수준이 대부분의 구간에서 동일한 것으로 분석되어 그 변화에 대한 영향을 설명하기 어려움으로 서비스수준 결과에 대한 신뢰성이 매우 떨어지는 것으로 분석되었다. 분석 전체적으로 수단 중 특히 보행자의 경우는 보행자 서비스수준이 가지고 있는 문제로 인해 실무적 지표로 반영되지 못하고 기준에 제시된 도로 기능별 최소기준 중심으로 획일적인 설계가 된다는 점이다. 따라서 현 기준상의 문제와 실무 적용상의 문제를 극복할 수 있는 방안에 대한 대안을 제시할 필요가 있다.

향후 연구과제로 미국의 다수단 방법이 아닌 국내의 특성을 반영하고 모든 이용자를 고려할 수 있는 서비스수준 분석방법이 필요하며 우리나라에서 최근 시행되고 있는 중앙버스전용차로를 이용하는 대중교통에 대한 서비스수준 평가방법에 대한 개발이 필요하다. 국내의 주요 간선도로에서는 중앙버스전용차로제가 시행되고 있으나 이에 대한 명확한 서비스수준 평가방법이 없는 실정이며, HCM 2010에서도 중앙버스전용차로를 이용하고 있는 대중교통에 대한 연구는 제외되어 있다. 또한 미국의 HCM 2010 또한 도로 전체에 대한 종합 서비스수준이 아닌 각 수단별 연계수단의 영향을 고려한 수단별 서비스수준이 제공되므로 향후에는 각 수단별 서비스수준 분석방법이 아닌 도로 전체를 평가할 수 있는 진정한 의미의 Multimodal 서비스수준 평가방법의 개발이 필요하다.

BIBLIOGRAPHY

- Choi, Y., Kim, E.(2012), "Integrated Evaluation of Level of Service for Urban Streets Considering Sustainability", Journal of Korean Society of Transportation, Korean Society of Transportation, Vol. 14, No. 6, pp.75-84.
- Dowling, R. et. al.(2008), "NCHRP 616 Multimodal Level of Service Analysis for Urban Streets", TRB, Washington DC.
- Highway Capacity Manual 2000(2000), Transportation Research Board
- Highway Capacity Manual 2010(2010), Transportation Research Board
- Jonathan Byrd M.S.C.E et al.(2006), "Comparison of Level of Service Methodologies for Pedestrian Sidewalks", TRB, Transportation Research Board 85th Annual Meeting
- Kim, S., Park, C., Park, W.(2001), "The Study on the Determination

- of Level of Service of Signalized Intersection in KHCM and USHCM 2000”, Journal of Korean Society of Transportation, Korean Society of Transportation, Vol. 19, No. 5, pp.143-154.
- Kim, T., Lee, Y., Ko, J.(2008), “An Analysis of influencing factors to perceived LOS of Drivers in Urban Arterial”, Journal of Korean Society of Transportation, Korean Society of Transportation, Vol. 10, No. 4, pp.65-77.
- Kim, T., Park, J., Kang, J.(2009), “A Development of Integrated Evaluation Criteria for Quality of service on Pedestrian Networks”, Journal of Korean Society of Transportation, Korean Society of Transportation, Vol. 27, No. 1, pp.191-200.
- Kim, W., Kang, W., Noh, C., Park, B.(2012), “New Speed Adjustment Factor for Analyzing Level of Service at Multi-Lane Highway”, Journal of Korean Society of Transportation, Korean Society of Transportation, Vol. 14, No. 6, pp.167-173.
- Kim, W., Roh, C., Son, B.(2012) “Service Evaluation Models from Transit Users' Perspectives”, Journal of Korean Society of Transportation, Korean Society of Transportation, Vol. 30, No. 1, pp.149-159.
- Kim, Y., Choi, J.(2007), “Evaluation of Sidewalk Level of Service Considering Land Use Patterns”, Journal of Korean Society of Transportation, Korean Society of Transportation, Vol. 25, No. 2, pp.83-93.
- Kim, Y., Choi, J.(2011), “Quantitative Evaluation of the Level of Service of Sidewalk Using GPS”, Journal of Korean Society of Transportation, Korean Society of Transportation, Vol. 29, No. 6, pp.85-93.
- Korea Highway Capacity Manual 2005(2005). Ministry of Construction Transportation
- Korea Highway Capacity Manual 2013(2013). Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs
- Landis, B W et al.(2007), “Intersection Level of Service for the Bicycle Through Movement”, TRR, Vol. 1828 / 2003 Pedestrians and Bicycles 2003, pp.101-106
- Lee, G., Roh, J., Kang, K.(2009), “Development of Bicycle Level of Service Model from the User's Perspective Using Ordered Probit Model”, The Journal of The Korea Institute of Intelligent Transport Systems, The Korea Institute of Intelligent Transport Systems, Vol. 8, No. 2, pp.108-117.
- Lee, H., Lee, S., Won, J.(2007), “The Development of Evaluation Model for the Bus Service”, The KSCE Journal of Civil Engineering, Korean Society of Civil Engineers, Vol. 27, No. 3 - D, pp.275-280.
- Lee, S.(2012), “Improvement of Analysis Method for Pedestrian LOS on Sidewalk in Seoul”, Journal of Korean Society of Transportation, Korean Society of Transportation, Vol. 30, No. 3, pp.7-15.
- Linda B.(2007), “Bicycle and Pedestrian Level-of-Service Performance Measures and standards for Congestion Management Systems”, TRR, Volume 1538 / 1996 Pedestrian and Bicycle Research, pp.1-9
- Lim, j., Shin, H., Kim, H.(2004), “New Pedestrian Level of Service by Trip Purpose and Walkway Function”, The KSCE Journal of Civil Engineering, Korean Society of Civil Engineers, Vol. 24, No. 5 - D, pp.723-728.
- Soren Underlien Jensen(2007), “Pedestrian and Bicyclist Level of Service on Roadway Segment”, TRR, Volume 2031 / 2007 Bicycles and Motorcycle, pp.43-51
- Yang, Bian et al.(2010), “Pedestrian Level of Service for the Overall Unsignalized Mid-block Crossings of Road Segments in China”, TRB, Transportation Research Board 89th Annual Meeting
- Sim, K.(2006), “Terminologies&Concepts for Road Diet”, Transportation Technology and Policy, Vol. 3, No. 13, pp.245-248
- (심관보(2006), 도로다이아트의 용어개념, 교통기술과 정책, 제3권제3호, 245-248쪽)