

도심부 도로 기능별 위계 재편에 관한 연구:부산광역시 서면 도심을 중심으로

Study on Reorganization of the Functional Hierarchy of Arterial Road in CBD : Seomyeon Area in Pusan Metropolitan City

노 유 진	Roh, You-Jin	도로교통공단 · 부경대학교 공간정보시스템공학과 박사과정 수료 (E-mail : yjdc1004@koroad.or.kr)
고 상 선	Ko, sang-sun	도로교통공단 · 공학박사 (E-mail : nobleman@metro.busan.kr)
배 상 훈	Bae, sang-hoon	부경대학교 공간정보시스템공학과 교수 (E-mail : sbae@pknu.ac.kr)

ABSTRACT

PURPOSES : Owing to the growth of income and socio-economic levels, demands from road users have diversified. Accordingly, new road policies are being actively sought. The metropolitan city government of Busan has been focused on constructing and expanding roads to accommodate the increasing traffic demand. Given the increase in functional characteristics, we need to re-evaluate the hierarchy and function of roads, and specifically remodel the road planning and operations that fit into their functions.

METHODS : First, this study focuses on introducing the minimum condition required to redefine the hierarchy of the roads. Second, the authors propose a new model that identifies the impact level of road hierarchy adopting discriminated analysis technique.

RESULTS : Authors suggest that we redefine the hierarchy of roads in the central business district in Busan, and specifically the arterial roads in Busan, namely, Joonang-daero and Gaya-ro. These roads need to be reequipped with cross walks, a lower speed limit, and exclusive bus lanes to improve their accessibility.

CONCLUSIONS : The authors found that the sub-arterial and collector roads have been subjected to excessive loads, owing to inappropriate functions being assigned to the main arterial road. Moreover, given that through traffic is concentrated on the sub-arterial and collector roads, over-speeding and other safety issues are consequently created.

Keywords

Road hierarchy, Main arterial road, Mobility, Accessibility, Discriminated analysis

Corresponding Author : Bae, Sang-hoon, Professor
Dept. of Spatial Information Engineering, Pukyong National Univ.,
Yongso-ro, Busan, 48513, Korea
Tel : +82.51.629.6657 Fax : +82.51.629.6653
E-mail : sbae@pknu.ac.kr

International Journal of Highway Engineering
http://www.ksre.or.kr/
ISSN 1738-7159 (Print)
ISSN 2287-3678 (Online)
Received Apr. 18, 2017 Revised May. 17, 2017 Accepted Nov. 28, 2017

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

무계획적으로 개발되어 온 부산광역시의 경우 폭증하는 도로의 교통량에 대응하기 위하여 예산을 도로의 신설과 확장에 초점을 맞추어 투입하는 정책을 실시하여

왔으나, 시민들의 소득수준 향상과 사회·경제적 발전으로 인한 가치관의 변화로 도로 이용자들의 요구사항은 다양화되어 감에 따라 부산광역시의 입장에서는 새로운 도로정책의 수립이 절실히 요구되고 있다.

특히 도심을 통과하는 간선도로의 경우는 주변지역의

토지개발로 인하여 이동성보다는 접근성의 기능이 중요시되어 규제속도의 하향과 횡단보도의 신규 설치 요구 증가, 보행자와 자전거 이용자를 위한 녹색교통체계의 구축에 대한 요구 민원이 폭증하고 있는 실정에 있다.

이처럼 시대적 요구사항이 급증하고 있는 현 시점에서 도로에 대한 계획과 운영체제는 양(Quantity)적 증대에서 질(Quality)적인 향상을 도모하는 방향으로 변화를 시켜나갈 수 있도록 이에 대한 제반 연구들이 활발히 진행되어야 할 것이다. 하지만 현실적으로는 도로의 계획과 운영체제는 물량 증대를 기본으로 한 기존의 형태에서 크게 벗어나지 못하고 있는 실정에 있다.

따라서, 현 시점에서는 도심부 내 기존 도로의 기능과 위계를 재평가하고, 특히 그 위계에 맞는 기능을 할 수 있도록 도로의 계획과 운영체계를 갖추어 나갈 수 있도록 해야 할 것이다.

그러므로 본 연구는 부산광역시의 도심인 서면지역 도로망을 대상으로 도로의 기능과 관련한 내용들을 조사, 분석하여 그 기능에 맞는 위계가 어떠한지를 평가하고, 그 위계에 적합한 새로운 도로의 운영체계를 제안하고자 한다.

1.2. 연구의 범위 및 방법

본 연구는 먼저 도로용량편람 상의 간선도로 유형 설정을 근거로 하여, 부산광역시의 도심지인 서면지역 주변의 도로 구간에 대하여 이동성과 접근성이라는 두 가지의 기능에 중점을 둔 현 도로망 기능에 관한 실태 조사를 수행하였다. 이후 이러한 조사 결과를 토대로 도심지 도로의 위계를 재정립할 수 있는 도로의 최소 조건을 제안하고, 판별분석법을 이용하여 도로 위계 변화에 영향을 미친 요인들의 영향정도를 판별하는 모형을 구축하였다. 본 모형의 독립변수 항목으로는 도로의 위계 변화에 미치는 영향 정도를 반영할 가중치를 부여한 영향요인 변수들을 선정하였으며, 종속변수 항목으로는 이들 영향요인 변수들로 인하여 변화되는 도로의 위계 변화 형태를 나타내는 변수를 선정하였으며, 단계별 분석법(Stepwise Method)을 이용하여 판별분석을 수행하였다.

이후 이러한 분석 결과에 따라 이동성과 접근성 기능들이 구간별 도로 여건과 어떻게 적합이 되어 있는지와 그로 인하여 도로의 위계가 어떻게 변화하였는지를 검증하여, 도로의 기능과 여건이 서로 달라 이동성과 접근성 기능이 상충되는 구간들에 대하여 새로운 도로 위계를 부여한 운영체계를 제시하였다.

1.3. 기존 연구

도로 기능에 관한 선행적 연구의 대부분들은 간선 기능이 미흡한 도로의 간선 기능 확보방안을 제시하는 것들이었다. 도로의 기능적 위계구조 확립방안(강행언, 국토정보 1995)에서는 간선도로의 기능을 확보하기 위하여 여러 가지 방안을 제시하였고, 도로의 접근관리가 필요하다고 하였으며, 도시부 간선도로에서의 고급 간선도로 적용에 관한 연구(최홍순, 2007)에서는 도시 내 장거리 교통류의 안정된 흐름을 유지하고 혼잡을 완화하여 효율성을 증진할 수 있는 새로운 도로체계를 제안하였으나, 이후 도로기능은 자동차 위주의 이동성에서 보행과 대중교통을 위한 접근성에 맞추어 연구되어졌다. 삶의 질을 증진하는 도로 공간 기능의 활성화 방안(국토정책 BRIEF, 2008)에서는 자동차보다 대중교통, 보행을 우선하는 도로 공간의 재배분을 추진하여야 한다고 하였고, 사람 중심의 교통체계 전환(이원규, 2012)에서 부산광역시의 교통정책 패러다임이 차량 시설 중심에서 사람 중심 교통체제로 바뀌어야 한다고 하였으며, 가로 활성화를 위한 도심 상업지역 차도와 보도 위계에 관한 연구(김대성, 2015)에서는 가로 활성화를 위하여 가로 위계 산출공식과 가로 활성화 위계지표를 통하여 가로 정비방향과 정비 후 예상되는 가로 형태를 제시하였다. 또한 대중교통 중심도시를 위한 도로 다이어트 확대(이은진, 2015)에서는 도로 다이어트를 시행할 필요가 있는 도로의 선정을 위해서 시내 간선도로에 대한 기능의 재편 필요성을 제기하였다.

2. 도로의 특성과 문제점

2.1. 도로의 특성

도로는 그 기능, 위치, 근거 법률 등에 의하여 분류될 수 있다. 도로를 분류하고 있는 대표적인 법규에는 도로법, 도로의 구조·시설기준에 관한 규칙, 도시계획시설의 결정·구조 및 설치기준에 관한 규칙이 있다. 도시계획시

Table 1. Classification by Function and Type of Road in Road Law

Classification by function	Type of road in road law
Main arterial road	National route / Metropolitan city
Sub-arterial road	National route / Metropolitan city / Provincial road / City road
Collector road	Provincial road / Country road / District road / City road
Local Road	Country road / District road

설의 결정·구조 및 설치기준은 도로를 사용 및 형태별, 규모별, 기능별로 구분하였고, 도로의 구조·시설에 관한 규칙은 도로를 지방지역과 도시지역으로 나누어 기능별로 분류하였으며, 도로법은 도로를 담당하는 관리청 중심으로 구분하였다. 일반도로의 기능별 구분에 상응하는 도로법 제 8조에 따른 도로의 종류는 Table 1과 같다.

본 연구의 대상지역인 도시부 도로의 기능별 분류에 의하면, 도시고속도로, 주 간선도로, 보조 간선도로, 집산도로, 국지도로로 분류되어 있고, 지방부 도로와 달리 도시부 도로는 지장물 등에 의한 제약에 의해서 설계속도가 낮아지고, 노면주차, 대지와 연결 고려와 같은 진출입로에 대한 대책이 필요하고, 보도 및 보행자 시설의 입체화와 같은 보행자를 위한 시설의 고려가 필요하며, 교차로의 운영에 대한 대책이 요구되고 있다.

이와 같은 도시부 도로의 특성에 대해 FHWA(1982), AASHTO(1994)에서는 ‘간선도로는 일반적으로 주변의 토지에 높은 접근성과 함께 양호한 입지조건을 제공하는 것으로 알려져 있다. 이에 따라 간선도로 주변은 토지개발이 활발하게 이루어지고 높은 지가와 함께 보다 집약적인 토지이용이 발생하는 결과를 가져왔다. 결국 간선도로 주변에는 별도의 제약이 없는 가운데 빈번한 접근로가 개설되고 동시에 교통량이 증가하여, 간선도로 본래의 기능은 크게 저하되고 교통사고는 증가하였다.’고 하였다.

국토정책(BRIEF, 2008)에서는 ‘도시 내 간선도로는 차량의 통행 기능을 우선함에 따라 지역 생활권을 단절시키고 불필요한 통과교통을 유발시키고 있다.’며 대책을 요구하고 있으며, 도시부 도로 설계지침(안)에서는 ‘그럼에도 불구하고 간선도로는 도로 이용자가 출발지에서 목적지까지 신속하게 이동할 수 있는 이동성을 가져야 하며, 도로 이용자가 출발지에서 목적지까지 거리를 최소화하여 주변도로와 시설에 편리하고 안전하게 접근하게 하는 접근성을 가져야 한다.’며 도시부 도로의 중요성을 강조하고 있다.

2.2. 도로의 기능 유형 결정

도시부 도로는 여러 가지 시설이 밀집되어 있는 CBD(Central Business District)가 존재하며, 토지의 용도가 주거, 상업, 공업의 용도로 분류되어 있는 구조적인 특성과 인구밀도가 높고, 여러 사회문화 활동이 전개되는 사회적인 특성으로 인하여 도시부 도로는 지방부 도로와 달리 여러 가지 상이한 통행의 특성을 가질 수 밖에 없다. 각 교통의 이동거리 및 이동시간은 짧지

만, 발생장소나 시간, 목적 등에 따른 이동이 다양하게 전개되고 있기 때문에 도시 내의 교통은 복잡하고 다면적인 특성을 가지고 있다.

Table 2. Classification by Function and Type of Road in Road Law

Classification	Interval
Main arterial road and main arterial road	1,000m
Sub-arterial road	500m
Collector road	200m
Local road	90~150m (short side) 25~60m (long side)

따라서 도로의 기능별 구분에 따른 배치간격을 나타내고 있는 Table 2에 따라 도로망이 체계적으로 형성되고, 광역교통망과도 원활한 연계가 이루어지도록 하여야 한다. 배치간격은 Fig. 1과 같이 도시의 규모, 지형조건, 토지이용계획, 인구밀도 등을 고려하여 결정한다.

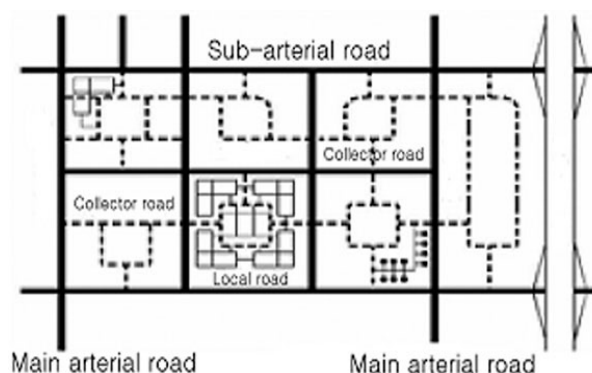


Fig. 1 Urban Area Road Network Layout Plan

일반적으로 도로의 통행은 이동, 변환, 분산, 집합, 접근, 마지막의 6가지 단계적 특징을 가지고 있으며, 이러한 통행의 단계적 특성에 따라 기능별로 도로를 구분함으로써 도로의 기능과 통행특성이 연계되어야 한다. 하지만 이러한 통행의 위계가 적절히 반영되지 못할 때에는 도로의 기능이 원활히 수행되지 못하여 도로의 효율성이 저하되며, 교통류 간의 상충이 발생하여 안전성 또한 저하된다.

간선도로는 지역 간 통행을 목적으로 하여 이용자의 이동거리가 길며, 교통량이 많고, 그 기능이 접근성보다는 이동성을 강조한다.

보조 간선도로는 주 간선도로를 집산도로 또는 주요 교통 발생원과 연결하는 도로로서, 주거지역 등의 외곽

을 형성하는 도로이다.

접근성이 강조되는 집산도로와 국지도로는 하위의 위계를 갖는 도로로서 접근성을 강조한다. 특히 집산도로는 근린 내부 교통을 집산하여 보조 간선도로에 연결하는 역할을 하며, 근린 내부를 구획하는 도로로서 보조 간선도로를 보완하여 생활권 내에 위치한 주요 시설물을 연결하며, 이동성보다는 접근성을 중요시 한다.

도로용량편람(2013)에서는 간선도로의 기능적 분류를 다음의 Fig. 2와 같이 나누고 있으며, 특히 도시부 내부교통이 주요 통행목적인 간선도로의 경우 저 규격으로 유형을 설정하고 있다. 즉, 저 규격이란 주로 집산도로와 연결되는 간선도로로서 일반적인 도로 주변의 토지이용 형태는 고층빌딩 및 대규모 상가가 밀집해 있는 전형적인 고밀도 업무, 상업지역의 특징을 가지고 있다. 설계 측면에서 볼 때, 자유속도는 65kph 이하를 나타내며, km 당 신호 교차로 수는 2개 이상, 보행자 밀도와 주변개발정도는 각각 '고' 이다 일정 규모 이상 도시의 중심업무지역의 간선도로가 기능적 측면에서는 저 규격에 해당된다.

Classification	Functional classification		
	High	middle	Low
Mobility	Very important	important	usually
Access control level	High	middle	Low
Connection road	expressway	Main arterial road	Collecting road
	urban expressway		
	Urban connecting		
Main Purpose	Long distance	Access traffic	Internal traffic
Classification	Design level classification		
	High	middle	Low
In and out	Low	middle	High
Number of signal / km	Less than 2	1 to 3	2 or more
Free speed (kph)	≤ 85	≤ 75	≤ 65
Pedestrian density	Low	middle	High
Degree of development	Low	middle	High
Classification	Road conditions category (by one-way links)		
		well	usually
Number of lanes	High	4 or more	less than 3
	Low/middle	3 or more	2

Fig. 2 The Arterial Road Type

하지만 보조 간선도로와 집산도로에 대한 기능적 분류가 이루어지지 않고 있어, 도로 폭에 의한 대로를 보조 간선도로, 중로를 집산도로로 구분하고 있을 뿐이며, 각각에 대한 도로계획과 운영체계는 마련되어 있지 않다.

Table 3. Type of Road at Rules on the Structure of a Road

Classification	Urban planning road standard
Main arterial road and main arterial road	Optical path, Large path
Sub-arterial road	Large path, Medium path
Collector road	Medium path
Local Road	Small path

간선도로의 경우에도 대부분 대도시 도심을 통과하는 광로를 간선도로로 기능을 부여하였으나, 이 역시 도로 계획이나 운영체계가 명확히 구분되어 있지 않고 있는 실정이다.

간선도로는 이동성을 위주로 하는 조건을 갖추어야 하고, 집산도로는 상대적으로 접근기능을 가져야 하므로, 본 논문에서는 다음의 Table 4와 같이 이동성 기능과 관련한 도로 계획 지표로 구간길이, 도로 폭을 접근성 기능과 관련한 운영체계 지표로 주방향 현시율, 진출입로, 버스 노선수를 선정하였다.

Table 4. Minimum Road Conditions by Urban Road Hierarchy

Classification	Mobility		Accessibility		
	Section length	Road width	Into and out of route	Number of bus routes	Main direction phase rate
Main arterial road	500m	one-way 15m	2 or less	2 or less	40% or more
Sub-arterial road	250m	one-way 12m	4 or less	4 or less	25% or more
Collector road	100m	one-way 9m	5 or more	5 or more	less than 25%

이러한 도로위계별 지표의 최소기준을 구간길이는 Table 2의 도로 기능별 구분에 따른 배치간격을 기준으로 신호교차로 수를 반영하여 배치간격의 1/2로 하였다. 다른 최소 기준치는 Fig. 2의 간선도로 기능적 분류를 기준으로 하여 도로폭은 4차로 이상, 진출입로수와 버스노선수는 2개 이상, 주방향 현시율은 40% 이상을 간선도로의 최소기준으로 선정하여 하위 위계는 조건에 맞게 가감하여 부여하였다.

부산광역시 도심으로 중심상업지역인 서면지역의 주변도로 중 5개 주간선도로와 2개 보조간선도로, 3개 집산도로를 대상으로 하여 서면지역으로의 이동성과 접근성 기능을 확보하기 위한 도로 위계별 최소 조건으로 제시하였다.

상기 Table 4의 도심지 도로 위계별 도로 최소 조건을 적용하여 도심지 도로 위계를 판단하기 위하여 가중치를 적용하기 위한 기준을 다음의 Table 5에 제시하였다.

Table 5. Weight Criteria Based on Minimum Conditions by Road Hierarchy

Classification	Section length	One-way road width	Into and out of route	Number of bus routes	Main direction phase rate	Total	
Main arterial	500m or more	15m or more	2 or less	2 or less	40% or less	5 (standard)	
	1	1	1	1	1		
	250m or more	12m or more	4 or less	4 or less	25% or less	10	
	2	2	2	2	2		
	100m or more	9m or more	5 or more	5 or more	less than 25%		
	Sub-arterial	3	3	3	3	3	15
		less than 100m	less than 9m				5 (standard)
4		4					
500m or more		15m or more	2 or less	2 or less	40% or less	10	
2		2	2	2	2		
250m or more		12m or more	4 or less	4 or less	25% or less	5 (standard)	
1	1	1	1	1			
100m or more	9m or more	5 or more	5 or more	less than 25%			
Collector road	-1	-1	-1	-1	-1	-5	
	less than 100m	less than 9m				5 (standard)	
	-2	-2					
	500m or more	15m or more	2 or less	2 or less	40% or less	15	
	3	3	3	3	3		
	250m or more	12m or more	4 or less	4 or less	25% or less	10	
	2	2	2	2	2		
100m or more	9m or more	5 or more	5 or more	less than 25%			
Collector road	1	1	1	1	1	5 (standard)	
	less than 100m	less than 9m					
	0	0					

annotation)

- main arterial road: $6 < \text{Total} < 15$, it is said that it functions as a sub-arterial road.
- main arterial road: $\text{Total} > 15$, it is said that it functions as a collector road.
- sub-arterial road: $\text{Total} > 6$, it is said that it functions as a sub-arterial road.
- sub-arterial road: $\text{Total} \geq 6$, it is said that it functions as a collector road.
- collector road: $6 < \text{Total} < 15$, it is said that it functions as a sub-arterial road.
- collector road: $\text{Total} > 15$, it is said that it functions as a main arterial road.

3. 도로 위계 기능 정립

3.1. 도로 위계별 영향요인 판별모델 구축

도로 위계 변화에 영향을 미친 요인들의 영향정도를 판별하는 모형을 구축하기 위하여, 다음의 Fig. 3과 같이 부산 서면을 중심으로 5개의 주간선도로와 2개의 보조간선도로, 3개의 집산도로 등 10개의 도로망에 대하여 실태 조사를 수행하였다.

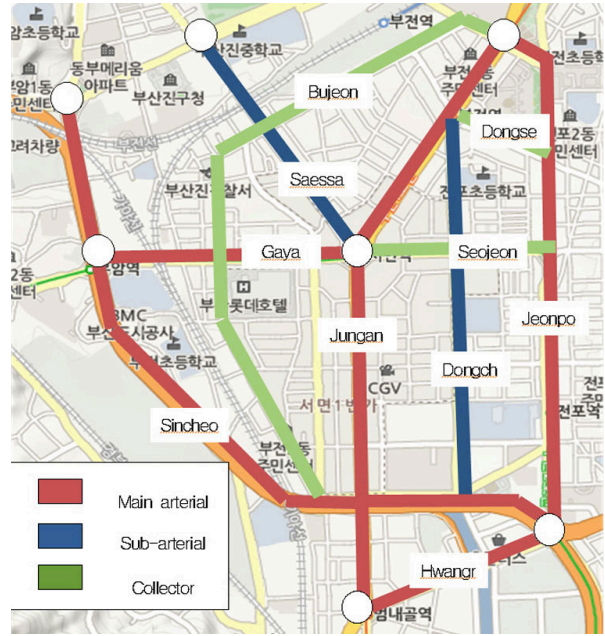


Fig. 3 Road Network Map of Busan Seomyon Area

도로망에 대한 실태 조사 후 다음의 Table 6에서 보는 바와 같이, 도로의 위계 변화에 미치는 영향 정도를 반영할 독립변수 항목으로는 가중치를 부여한 5개의 영향요인 변수들을, 이들 영향요인 변수들로 인하여 변화되는 도로의 위계 변화 형태를 나타내는 종속변수 항목을 대상으로 단계별 분석법(Stepwise Method)을 이용한 판별분석을 수행하였다.

Table 6. Weighted Sum Result on Study Area

Road name	Section	Section length	Into and out of route	Number of bus routes	Road width	Main direction phase rate	Total	Road type annotation ⁹⁾	
								Origin	Result
Jungang-ro	1	2	1	1	1	1	6	1	2
	2	1	3	1	1	3	9	1	2
	3	1	3	2	1	1	8	1	2
	4	3	2	2	1	2	10	1	2
	5	3	1	1	1	1	7	1	2
	6	1	3	2	1	3	10	1	2
	7	1	2	1	1	1	6	1	2
	8	2	1	1	1	2	7	1	2

(Table Continued)

Jeonpo-ro	9	2	1	1	4	2	10	1	2
	10	2	1	1	3	2	9	1	2
	11	1	2	1	3	1	8	1	2
	12	2	1	1	3	2	9	1	2
	13	2	1	1	3	1	8	1	2
	14	1	3	1	3	2	10	1	2
	15	2	1	1	3	2	9	1	2
Gaya-ro	16	2	3	1	4	2	12	1	2
	17	2	2	1	1	1	7	1	2
	18	2	1	1	1	1	6	1	2
	19	2	1	1	1	1	6	1	2
Sincheon-ro	20	2	2	1	1	3	9	1	2
	21	3	1	1	1	1	7	1	2
	22	4	1	1	1	1	8	1	2
	23	1	3	2	1	1	8	1	2
	24	1	2	1	1	2	7	1	2
	25	2	1	1	1	2	7	1	2
	26	1	3	2	4	2	12	1	2
	27	1	2	2	4	2	11	1	2
	28	2	1	1	1	2	7	1	2
	29	1	2	1	1	1	6	1	2
	30	1	3	1	1	1	7	1	2
Saessak-ro	31	4	1	1	1	1	8	1	2
	32	1	2	2	-1	2	6	2	2*
	33	1	2	1	-1	-1	2	2	3
	34	1	1	2	-1	2	5	2	3
Dongcheon-ro	35	1	1	2	-1	1	4	2	3
	36	1	1	2	-2	2	4	2	3
	37	2	-1	2	-2	1	2	2	3
	38	1	2	2	-2	2	5	2	3
	39	1	2	2	2	1	8	2	2*
	40	2	-1	2	-2	2	3	2	3
Bujeon-ro	41	1	1	2	-2	2	4	2	3
	42	3	1	3	0	3	10	3	2
	43	2	1	3	0	3	9	3	2
	44	3	1	2	0	3	9	3	2
	45	2	1	3	0	3	9	3	2
Seojeon-ro	46	3	1	3	0	3	10	3	2
	47	1	3	3	0	3	10	3	2
	48	2	3	3	0	1	9	3	2
	49	2	3	3	0	3	11	3	2
Dong Hwangryeong-ro	50	1	3	3	0	2	9	3	2
	51	2	3	3	2	3	13	3	2
	52	2	3	3	2	2	12	3	2
	53	3	1	1	1	2	8	1	2
	54	3	1	1	1	2	8	1	2
55	2	2	1	1	1	7	1	2	

annotation 1) 1=main arterial road, 2=sub-arterial road, 3=collector road
 * The marked section (32,39) matches the existing road type with the estimated road type

판별모형을 구축한 결과, 두 번째 단계까지 5개의 변수 중 접근성 기능의 진출입로가 차량 주행에 저항을 유발하는 가장 중요한 요소로 나타났으며, 다음으로 이동성 기능의 도로폭, 접근성 기능의 버스노선수 순으로 채택되었고, 구간길이와 주방향 현시율 변수는 영향정도가 낮아 채택되지 않았다. 구축된 모형의 적합성 검증에 필요한 통계량들은 Table 7에서 보는 바와 같이 나타났다.

먼저 판별식의 설명력을 의미하는 정준상관계수(Canonical Correlation Coefficient)는 1차 함수의 경우 0.890, 2차 함수의 경우는 0.606으로 높게 나타나고 있으나, 이 중 1차 함수의 경우가 2차 함수에 비하여 더 높은 0.890으로 도로 유형별 위계 변화 형태인 종속변수의 구분 요인을 가장 잘 설명하고 있는 판별모형으로서 유효하다고 판단되었다.

Table 7. Compatibility Verification Statistic of Model

Function	Characteristic value	Variance %	Accumulate %	Canonical correlation
1	3.807	86.7	86.7	0.890
2	0.582	13.3	100.0	0.606
Function	Lambda of Wilk	Chi square	Degree of freedom	Probability of significance
1	0.132	103.457	6	0.000
2	0.632	23.380	2	0.000

또한 집단 간의 분산을 집단 내 분산으로 나눈 값인 고유값 역시 1차 함수에서 3.807로 크게 나타나고 있는 등 해당 판별식은 매우 의미 있는 것으로 나타났다. 그리고 집단 내 분산을 총 분산으로 나눈 값인 Wilks의 람다에 자유도를 고려하여 카이제곱(χ^2) 값으로 환산하여 유의도를 검증한 값인 유의확률 값을 보면, 0.0000으로 나타나 판별식에 의한 집단 간의 판별점수의 차이는 유의한 것으로 나타났다.

Table 8. Classification Result by Road Hierarchy (Accuracy Rate)

Road type	Prediction group				Accuracy rate	
	Main arterial →Sub-arterial	Sub-arterial →Collector	Collector →Sub-arterial	Total		
Origin	Main arterial →Sub-arterial	30	4	0	34	88.2
	Sub-arterial →Collector	88.2	11.8	0.0		
	Sub-arterial →Collector	0	10	0	10	100.0
	Collector →Sub-arterial	0.0	100.0	0.0		
Collector →Sub-arterial	1	0	10	11	90.9	
Sub-arterial →Collector	9.1	0.0	90.9			
Total	31	14	10	55	90.9	

그리고 본 모형의 분류 결과에 의한 판별 범위 내에서 해당 집단을 해당 집단으로 올바르게 판별할 수 있는 확률이 어느 정도인지를 알아보기 위한 적중률(Hit Ratio)을 구한 결과는 Table 8과 같이 나타났다.

이를 보면, 적중률은 주 간선→보조 간선은 88.2%, 보조 간선→집산은 100.0%, 집산→보조 간선은 90.9%이며, 전체는 90.9%로 매우 높게 나타났다.

그리고 이러한 적중률이 어느 정도 판별력을 갖는 것인지를 평가해 보는 기준인 $C_{max}^{1)}$ 와 $C_{proportional}^{2)}$ 을 구해 보면, Table 9에서 보는 바와 같이 C_{max} 방식에 의하면 4집단 모두 분류 시 61.8%만 올바르게 분류되므로 61.8%가 비교 기준이 되며, $C_{proportional}$ 의 경우도 45.5%가 되므로 본 모형식에 의하여 45.5%의 판별력이 개선되는 것으로 나타났다.

Table 9. Change of Road Hierarchy Type C_{max} and $C_{proportional}$

C_{max}	$C_{proportional}$
61.8%	45.5%

다음은 Table 10의 종속변수에 대한 함수의 집단 중심값(Centroid Point)을 이용하여 두 집단을 구분 짓는 경계를 산정한 경계점(Cutting Scores)³⁾으로 종속변수의 범위를 설정하여 사례들이 정확하게 분류되는지를 살펴보았다.

Table 10. Collective Center of Function by Road Hierarchy

Change in road hierarchy	Collective center point	
	Linear function	Quadratic function
Main arterial→sub-arterial	-1.329	0.264
Sub-arterial→collector	0.693	-1.550
Collector→sub-arterial	3.479	0.592

1) $C_{max} = \frac{\text{최대 빈도 집단의 표본수}}{\text{전체 표본수}}$

출처: 채서일, 김범중, 이성근 공저, SPSS/PC+를 이용한 통계분석 (2판), 학현사, 1992, p.187.

2) $C_{proportional} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\text{집단 } i \text{의 빈도수}}{\text{전체 표본수}} \right)^2$

출처: 채서일, 김범중, 이성근 공저, SPSS/PC+를 이용한 통계분석 (2판), 학현사, 1992, p.187.

3) Cutting Scores(경계점) = $\frac{N_2 C_1 + N_1 C_2}{N_1 + N_2}$ (집단의 표본수가 다른 경우)

단, 집단의 표본수: N_i , 집단의 중심값(Centroid): C_i

출처 1: 채서일, 김범중, 이성근 공저, SPSS/PC+를 이용한 통계분석 (2판), 학현사, 1992, p.183.

출처 2: 노형진, EXCEL 및 SPSS를 활용한 다변량분석 원리와 실천, 한울출판사, 2010, p.356.

그 결과 1차 함수의 집단 중심값으로 산정된 경계점은 Table 11과 같이 나타났다. 이를 보면, 주 간선→보조 간선과 보조 간선→집산 사이의 경계점은 0.233으로 이 경우 역시 이보다 크면 주 간선→보조 간선으로, 0.233보다 작으면 보조 간선→집산으로 집단이 구분된다. 그리고 보조 간선→집산과 집산→보조 간선 사이의 경계점은 2.019로, 이보다 크면 보조 간선→집산으로, 2.019보다 작으면 집산→보조 간선으로 집단이 구분된다고 할 수 있다.

Table 11. Boundary Point by Road Hierarchy

Type of change in hierarchy by road type	Boundary
Main arterial → Sub-arterial and Sub-arterial → Between Collector	0.233
Sub-arterial → Collector and Collector → Between Sub-arterial	2.019

또한 공분산 행렬의 동일성을 검증하기 위하여 Box's M을 산출한 값을 보면, 다음의 Table 12와 같이 나타났다. 이 경우 유의확률이 0.006으로, 0.05보다 작으므로 각 집단의 공분산 행렬이 유사하지 않음을 보여주고 있다.

Table 12. Box's M Value and Significance

Box's M	Approximation F	Degree of freedom 1 Degree of freedom 2	Probability of significance
31.850	2.324	12 3047.134	0.006

이상의 분석과정을 통해서 얻어진 1차 함수의 도로 유형별 위계 변화 형태별 영향요인 판별모형은 Table 13, Table 14와 같이 나타났다.

Table 13. Canonical Discriminant Function Coefficient

Adopted variables and constants	Function	
	1	2
Into and out of route	2.774	-0.881
Number of bus routes	-0.020	1.013
Road width	0.020	0.888
Constant	-4.586	-2.131

Table 14. Influence Factors Classification Model by Road Hierarchy

Variable	β	S. β	Lambda of Wilk	Probability of significance
Into and out of route	2.774	0.999	0.208	0.0000
Number of bus routes	-0.020	-0.018	0.152	0.0000
Road width	0.020	0.014	0.132	0.0000
Constant	-4.586			

통상의 경우 모형의 각 변수가 취하는 β 값들의 부호는 (-)부호의 경우는 도로 유형별 위계 변화별에 있어 부의 효용을 갖고, (+)부호는 정의 효용을 갖는 것으로 설명될 수 있다. 분석 결과, 진출입로가 가장 중요한 요소로 나타났으며, 다음으로 도로 폭, 버스 노선수의 순으로 나타나고 있다.

이는 도로 유형별 위계 변화에 가장 크게 영향을 받은 부분은 진출입로가 주행에 저항을 초래하는 요인들의 영향을 크게 받을 확률이 높은 것으로 입증되었다.

하지만 구간길이와 주방향 현시율 변수 등 본 모형 구축과정에서 도로 위계 변화에의 영향정도가 낮아 탈락한 변수들도 도로 위계 재정립을 위한 판정 기준으로는 지속적으로 고려되어야 할 것이다.

3.2. 도로 위계 기능 정립

상기 Table 6을 근거로 판별모형 구축 결과를 토대로 부산광역시 내 도심지역의 서면지역의 연구대상 도로의 위계 변화 특성을 살펴보면, 다음의 Table 15와 같은 특성들이 나타나고 있다.

Table 15. Change in Road Hierarchy

Road name	Section	Original hierarchy	Roads and operating conditions					Changed hierarchy
			Section Length	Into and out of route	Number of bus routes	Road width	Main direction phase rate	
Jungang-ro	1	arterial(II)		Installation of pedestrian crossing facility	Bus central lane	Road diet Abolition of variable lane		sub(III)
	2	arterial(II)						sub(III)
	3	arterial(II)						sub(III)
	4	arterial(II)						sub(III)
	5	arterial(II)	Installation of pedestrian crossing facility	Bus central lane	Road diet Abolition of variable lane		sub(III)	
	6	arterial(II)					sub(III)	
	7	arterial(II)					sub(III)	
	8	arterial(II)					sub(III)	
Jeonpo-ro	9	arterial(II)					Reduce phase number	arterial(II)
	10	arterial(II)						arterial(II)
	11	arterial(II)						arterial(II)
	12	arterial(II)						arterial(II)
	13	arterial(II)					Reduce phase number	arterial(II)
	14	arterial(II)						arterial(II)
	15	arterial(II)						arterial(II)
	16	arterial(II)						arterial(II)
Goyaro	17	arterial(II)	Installation of pedestrian crossing facility	Bus central lane	Road diet			sub(III)
	18	arterial(II)						sub(III)
	19	arterial(II)						sub(III)
	20	arterial(II)						sub(III)

Sineon-ro	21	arterial(II)	Roadside guardrail installation Double Crosswalk Installation				Reduce phase number Mainly direction operation	arterial(II)
	22	arterial(II)						arterial(II)
	23	arterial(II)						arterial(II)
	24	arterial(II)						arterial(II)
	25	arterial(II)						arterial(II)
	26	arterial(II)						arterial(II)
Saesak-ro	27	arterial(II)	Roadside guardrail installation Double Crosswalk Installation				Reduce phase number Mainly direction operation	arterial(II)
	28	arterial(II)						arterial(II)
	29	arterial(II)						arterial(II)
	30	arterial(II)						arterial(II)
	31	arterial(II)						arterial(II)
Dongcheon-ro	32	sub(III)	Improve walking environment					collector
	33	sub(III)						collector
	34	sub(III)						collector
	35	sub(III)						collector
Dongcheon-ro	36	sub(III)				Full-time public transport only		collector
	37	sub(III)						collector
	38	sub(III)						collector
	39	sub(III)						collector
	40	sub(III)						collector
Bujeon-ro	41	sub(III)	collector					
	42	collector	Improve walking environment					collector
	43	collector						collector
	44	collector						collector
	45	collector						collector
46	collector	collector						
Seojeon-ro	47	collector	Improve walking environment					collector
	48	collector						collector
	49	collector						collector
	50	collector						collector
Donggyeong-ro	51	collector	Improve walking environment					collector
	52	collector						collector
Hwanggyeong-ro	53	arterial(II)					Reduce phase number Mainly direction operation	arterial(II)
	54	arterial(II)						arterial(II)
	55	arterial(II)						arterial(II)

중앙로와 가야로, 황령로의 경우에는 도로의 위계는 간선도로이면서 이동 기능의 도로조건을 가지고 있으나, 진출입로, 버스 정류장, 신호 현시 수에서 도로운영상 접근 기능을 부여하고 있다. 신천로와 전포로의 경우에는 주 간선도로의 구간길이, 도로폭 등 도로조건을 가지고 있으나, 도로운영 방식에서 신호 현시 수를 과도하게 부여하여 이동 기능이 약화되어 있다.

보조 간선도로인 새싹로와 동천로의 경우에는 접근 기능 강화를 위하여 주 간선도로와 직접 연결되면서 횡단보도 설치, 대중교통 전용지구 선정 등으로 추가적인

접근 기능도 확보되었다.

집산도로인 부전로, 동성로, 서전로의 경우에는 주 간선도로와 보조 간선도로에서 이동 기능을 확보하지 못한 통과 교통이 주요 통행 목적이 되면서 교통운영 조건은 오히려 간선도로의 기능을 수행하고 있는 것으로 나타났다.

따라서 이러한 연구 결과에 따라 현재의 도로 기능에 따른 위계를 재정립하여 보면, 중앙로와 가야로는 주 간선도로에서 보조 간선도로로 위계를 하향시켜 장거리 통행 목적의 통과 교통류를 우회시키는 방향으로 접근 기능을 강화해야 하고, 전포로와 신천로, 황령로는 중앙로와 가야로의 장거리 통행기능을 합쳐 주 간선도로 기능을 더욱 강화시켜 주방향 위주의 장거리 통행 기능과 도심지 접근 기능으로 재편해야 할 것이다.

그러므로 외부에서 서면지역으로 접근하는 접근 교통만 중앙로와 가야로를 통행하도록 하고, 서면지역이 목적지가 아닌 장거리 통행 교통은 황령로와 전포로, 신천로를 이용하여 서면 교차로를 통과하지 않도록 하는 도로운영 전략의 수립이 필요한 것으로 나타났다.

아울러 새싹로와 동천로는 보조 간선도로의 기능보다는 서면지역으로 접근하는 접근도로로서 그 기능을 하고 있어 집산도로 기능을 부여해야 할 것이다. 또한 부전로와 서전로, 동성로 등 집산도로는 이동 기능을 배제하고 집산 기능을 강화해야 할 것이다. 다만 현재 담당하고 있는 이동 기능을 보조 간선도로를 통하여 전포로와 신천로로 전환시키기 위한 신호체계의 개선도 필요할 것이다.

4. 결론

부산광역시외의 도심 중심상업지역인 서면지역의 도로망을 대상으로 도로 위계 기능을 분석한 결과, 도로 위계와 기능이 상이하야 주 간선도로에서는 이동성 기능보다는 접근성 기능이, 집산도로에서는 접근성 기능보다는 이동성 기능이 우선시 되는 경향을 나타냈다.

또한 주 간선도로가 장거리 통과 교통을 수용하지 못함으로 인하여 보조간선도로, 집산도로까지 이동기능을 요구하는 통과 교통이 집중하여 과속과 안전을 위협하고 있는 악순환이 되풀이되고 있다.

이에 현 시점에서 기존의 중심상업지역을 관통하는 도로의 기능별 위계를 재정립하여 현재의 도로 기능에 맞는 위계를 재선정하는 것이 타당함은 물론 중앙로와

가야로 등 주 간선도로에 횡단보도 설치, 규제속도 하향, 중앙 버스전용차로제 설치 등 각종 접근기능의 강화를 위해서도 기존 도로 위계의 재선정이 필요한 것으로 나타났다.

아울러 외부에서 서면지역으로 접근하는 접근 교통만 중앙로와 가야로를 통행하도록 하고, 서면지역이 목적지가 아닌 장거리 통행 교통은 황령로와 전포로, 신천로를 이용하여 서면 교차로를 통과하지 않도록 하는 도로운영 전략의 수립이 필요한 것으로 나타났다.

그리고 새싹로와 동천로는 보조간선도로의 기능보다는 서면지역으로 접근하는 접근도로로서 그 기능을 하고 있어 집산도로 기능을, 부전로와 서전로, 동성로 등 집산도로는 이동 기능을 배제하고 집산 기능을 강화해야 할 것이다. 다만, 현재 담당하고 있는 이동 기능을 보조간선도로를 통하여 전포로와 신천로로 전환시키기 위한 신호체계의 개선도 필요할 것이다.

하지만 본 연구에서는 단지 5가지의 변수를 중심으로 분석을 행하였지만, 향후에는 더 많은 현장 자료를 통하여 도로 기능에 대한 위계가 보다 더 세분화될 수 있도록 해야 할 것이다.

감사의 글

이 논문은 부경대학교 자율창의학술연구비(2015년)에 의하여 연구되었음.

REFERENCES

- AASHTO (1994). *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets*.
- Choi, Heungsun (2007. 8). *A Study on The Application of The Express Lane in The Urban Arterials*, The University of Seoul doctoral degree paper.
- Kang, Haeng-Un (1995. 1). *Establishment of functional hierarchy structure of road*, National information II.
- Kim, Dae-sung (2015. 1). *A Study on the Hierarchy of Driveway and Sidewalk in Commercial Areas for Street Vitalization*, Changwon University doctoral degree paper.
- Kim, EungCheol et al. (2003. 12). *An Introductory Study for Developing the Urban Street Design Manual*, The Korea Transport Institute.
- Kim, Hyeongjin et al. (1996. 12). *A study on the functional improvement of regional arterial road*, Korea Research Institute for Human Settlements.
- Kwon, Youngin et al. (2003. 12). *Building up user-oriented road planning and design Schemes*, The Korea Transport Institute.
- Kwon, Young Jong (1997. 6). *A Study on the Access Management on Arterial Streets : Its Rationale and Implementation*, National

- academic-industrial cooperative conference.
- Lee, Eunjin (2015. 4). *Road Diet Expansion for Public Transportation Cities*, Busan Development Institute.
- Lee, Won Gyu (2012. 2). *People-centered transportation system transformation*, Busan Development Institute.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2013). *Highway capacity manual*.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2013. 8). *Rules on standards for the structure of a road*.
- Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs (2009). *Highway administration manual*.
- Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs (2012). *Highway design standard*.
- National Police Agency (2010. 3). *A Study on Advancement of Traffic Operation System*. P-turn U-turn installation and operation plan.