

■ 論 文 ■

토지이용시설과 자전거도로 유형의 관계 분석 연구

The Cycleway Types by Land Uses Analysis

변 완 희
(한국토지주택공사
토지주택연구원 수석연구원)

임 하 안
(한국토지주택공사
토지주택연구원 연구원)

윤 은 주
(한국토지주택공사
토지주택연구원 책임연구원)

목 차

- | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>I. 서론</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 연구의 배경 및 목적 2. 자전거도로 유형분류 <p>II. 토지이용시설의 통행특성 분석</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 조사개요 2. 통행특성 기초분석 | <ol style="list-style-type: none"> 3. 토지이용시설 간 통행특성 차이분석 <p>III. 토지이용시설과 자전거도로유형</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 자전거도로 유형 결정기준 2. 토지이용시설별 자전거도로 유형 <p>V. 결론
참고문헌</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Key Words : 자전거, 자전거도로, 자전거도로 유형, 토지이용시설, 자전거 통행 특성
Cycle, Cycleway, Cycleway type, Land use facility, Cycle Travel Characteristics

요 약

국내의 자전거도로는 대체로 주변 토지이용시설 특성을 고려하지 않은 채 계획되고 있다. 이와 같이 획일화된 도로계획은 효율적이지도 못할뿐더러 안전과 이용편리에 있어서 최적의 환경을 제공할 수가 없다. 따라서 본 연구는 보다 안전하고 편리한 자전거도로 이용환경 구축을 목적으로, 자전거도로 유형에 대해 물리적 시설측면의 분류를 시도하였고, 토지이용시설 이용자의 통행특성을 조사 분석하였다. 카이제곱 독립성검정을 통해서 토지이용시설 간에 통행특성의 차이가 있음을 확인했고, 군집분석과 자전거도로 유형 결정기준을 통해 해당 토지이용시설에 적합한 자전거도로 유형을 제시하였다.

Almost domestic cycleways have been established without characteristic of land uses. These cycleways can always not provide optimal condition for safety and convenience not to speak of efficiency. This research having a purpose to accomplish more safety and convenience has tried to classify cycleways detail and to analyze cycleways types by land uses. It verified the difference among the characteristic of traffic on the land uses using the Chi-square test, and found the land use that had the strongest characteristic. Finally, it has proposed the suitable cycleway types to land uses.

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

최근 정부는 유럽 수준¹⁾의 자전거 이용률을 목표로 1,700km에 이르는 전국 자전거도로를 구축을 추진 중에 있고, 많은 지자체에서도 전담부서를 신설하여 자전거 이용활성화에 노력하고 있다. 이로 인해 머지않은 장래에 자전거 이용 인구는 크게 증가할 것이라고 생각한다.

다만 자전거의 안전과 이용편의성을 고려할 때 자전거 전용도로의 확장뿐만 아니라 도로 구조, 즉 보도, 자전거 거도, 차도로 구성되는 단면구조(이하, 자전거도로 유형)에 대한 세밀한 검토 역시 필요하다. 왜냐하면, 지금까지 자전거도로 유형은 주변의 토지이용 특성을 고려하지 않은 채 계획·설계되어 왔고, 이로 인해 자전거도로가 오히려 안전과 이용편의의 저해요인이 되기도 하기 때문이다. 이병철 외(1995)에 의하면 보도 위에 애써 설치한 자전거도로가 보행자와의 충돌위험(28.2%), 보도 바닥의 문제(26.5%), 보도 위 불법주차(18.8%)로 인해 오히려 보행자·자전거 모두에 큰 불편이 되고 있다고 지적하고 있다. 이것은 주변 토지이용을 고려하지 않은 채 자전거도로를 무분별하게 보도 위에 설치해 왔던 관례로 볼 때 당연한 결과라고 생각한다. 일례로 [그림 1]과 같이 근린생활시설의 건물 쪽에 인접한 보도 위 자전거도로에서 이러한 문제들이 쉽게 발견된다. 이런 경우 상점으로 접근하려는 보행자와 자전거의 상충을 피할 수 없게 된다. 근린생활시설의 경우는 자전거도로를 보도 위에 설치하지 말거나, 적어도 보도 상의 차도 쪽으로 바꾸는 것이 타당하다.

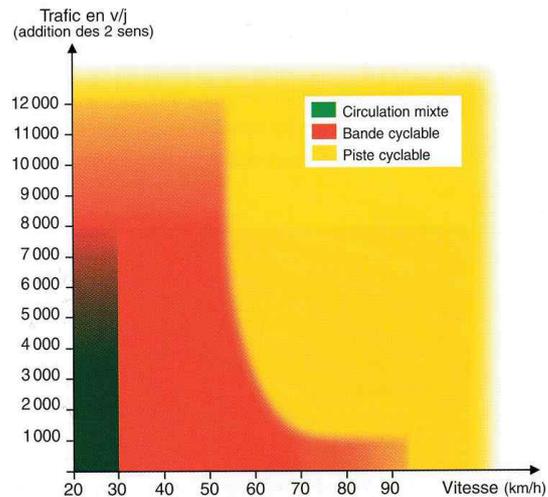
국내에서는 대개의 연구가 자전거도로 유형정립이나 자전거도로 계획 혹은 설계와 관련된 것들이 많고, 토지이용시설에 따른 자전거도로 유형 적용에 관한 연구는 찾을 수 없었다. 다만, 본 연구를 수행함에 있어서 아이디어를 제공한 몇몇 연구들이 있다. 먼저 토지이용과 도시형태가 자전거 이용율에 미치는 영향을 연구한 사례와 도로기능에 따른 자전거도로 유형을 제시한 사례가 있다. 이경환 외(2008)는 도시별 자전거 통근율이 해당 도시의 토지이용 및 도시형태에 영향을 받는다고 주장하였다. 이 연구는 토지이용에 따른 자전거 이용특성까지



<그림 1> 잘못 설치된 자전거도로 사례

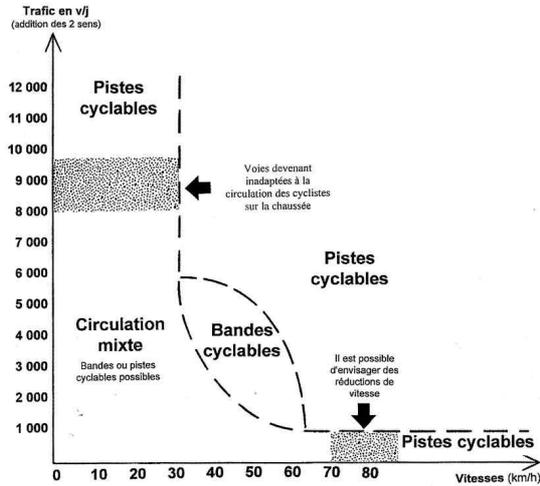
는 제시하지는 않았으나 나이, 성별, 교육수준, 직업, 통근장소, 통근시간이 자전거 이용여부와 통계적으로 유의하다는 결론을 제시하였다. 또한 박병호(1997)는 자전거도로를 A~I 형까지 9개로 분류하고, 이들 유형에 맞는 간선, 집산, 지구내 통행 등 자전거도로 기능과 도로의 규모(광로, 중로, 소로)를 연결·제시하였다.

한편, 도로 교통량과 속도를 기준으로 자전거도로 유형을 결정하는 사례가 있다²⁾. <그림 2>와 <그림 3>은 각기 프랑스와 네덜란드의 기준을 보여주고 있다. 프랑스의 결정기준을 보면, 교통량이 1일 양방향 12,000대 이상이거나, 90km/h 이상이면 자전거 전용도로를 설치하도록



<그림 2> 프랑스의 자전거도로 유형 결정기준

1) 건교부(2006), 자전거 이용활성화 방안 마련을 위한 연구, p8, 일본의 자전거 교통분담율은 25%, 독일은 26%, 네덜란드는 43%에 이른다.
 2) CERTU(2007), Guidelines for cycle facilities, p.34~35



<그림 3> 네덜란드의 자전거도로 유형 결정기준

하고 있다. 또, 30km/h~60km/h이면서 12,000대 이하에서는 자전거 전용차로, 30km/h 이하이면서 7,000대 이하인 경우는 자전거 겸용도로 설치를 권고하고 있다. 이들 속도와 교통량에 따른 자전거도로 유형 적용기준은 결국은 토지이용과도 관계가 있다고 할 수 있다. 주택가 생활가로의 경우는 속도가 낮고 교통량이 적고, 중심 상업시설의 경우는 속도가 높고 교통량이 많기 때문이다.

살펴본 바와 같이 이전 연구가 주로 자전거시설과 안전 혹은 이용률간의 관계분석에 치중하였고, 도로의 기능과 관련하여 자전거도로 분류체계를 연구한 사례가 많았다. 외국 사례의 경우는 토지이용시설 내 사람들의 행태까지는 반영하고 있지 못하였지만, 유형 적용에 대한 최소한의 기준이 있음을 확인하였다.

일반적으로 자전거도로의 유형 적용은 기하구조적인 요건이나 교통조건이 고려될 수 있지만, 본 연구는 토지이용시설에 따라 적용 가능한 자전거도로가 서로 다를 수 있다는 가정 하에 토지이용시설에서의 이용자 통행특성을 분석함으로써 토지이용시설과 자전거도로 유형간의 관계를 살펴보고자 한다. 따라서 본 연구는 자전거도로의 기하구조적 분석이나 교통량과 속도 등의 교통분석은 수행하지 않았다.

2. 자전거도로 유형분류

우리나라 자전거도로 유형은 「자전거이용 활성화에 관한 법률 제3조」에 의해 다음과 같이 분류하고 있다.

- 자전거 전용도로: 자전거만이 통행할 수 있도록 분리대·연석 기타 이와 유사한 시설물에 의하여 차도 및 보도와 구분하여 설치된 자전거도로
- 자전거·보행자 겸용도로: 자전거 외에 보행자도 통행할 수 있도록 분리대·연석 기타 이와 유사한 시설물에 의하여 차도와 구분하거나 별도로 설치된 자전거도로
- 자전거전용차로: 다른 차와 도로를 공유하면서 안전표지나 노면표시 등으로 자전거 통행구간을 구분한 차로

유럽은 자전거도로 유형을 Mixed traffic, Cycle lane, Cycle path³⁾으로 나누고 있고, 우리나라와 크게 다르지 않았다. 한편, 자전거도로를 자세히 살펴보면 차로 위에 설치된 경우와 보도에 설치된 경우가 있고, 같은 보도 위라 해도 차로변에 설치한 경우와 건물에 인접하여 설치한 경우가 있다. 또, 근린생활지구 등에 주로 볼 수 있는 코펜하겐 스타일인 ‘보도-자전거도로-주차장-차도’ 형태도 있다. 게다가 2인 이상 자전거 통행이 가능한 ‘넓은 폭원’을 갖는 자전거도로의 유형도 생각할 수 있다. 이를 보다 구체화하기 위해 Certu(2007) 자료를 통해 <표 1>과 같이 9개의 자전거도로 유형과 특징을 제시하였다. <표 1>의 분류체계는 대분류 체계는 우리나라의 것과 동일하며 이하 세분류는 다음과 같은 원칙을 따랐다.

- 설치위치에 따른 분류

자전거도로의 설치위치가 차로측, 보도측 어느쪽인가를 구분할 때의 경우를 말한다. 설치 위치의 결정은 차량 혹은 보행자와의 상충을 최소화할 수 있는 위치여야 하는데, 차로측에 설치하는 것이 일반적이나 어린이보호구역의 도로구간과 같이 차로측 설치가 어려운 경우가 있다. 차로 측에 설치된 자전거도로에는 ‘road’, 보도 측에 설치된 경우는 ‘pavement’라는 첨자를 기본유형에 붙여 표시하였다.

- 주정차시설의 유무에 따른 분류

주차 혹은 정차시설이 설치되는 경우를 말한다. 근린생활지구 등에서의 조업주차와 같이 주정차 시설이 불가피하게 필요한 경우가 있다. 만약, 도로형태가 보도-자전거도로-주차시설-차도로 구성될 경우, 이를 코펜하겐 스타일이라고 부르기도 한다. 기본유형에 ‘parking’이라는 첨자를 붙여 표시하였다.

- 자전거도로 폭에 따른 분류(넓은 폭원의 유무)

3) Mixed traffic은 Combined way, Compatible roadway, Cycle lane은 Bike lane, Bicycle lane, Cycle path는 Bike path, Bicycle route라고도 한다.

<표 1> 자전거도로 유형 및 특징

구분	자전거도로 유형	세분류	단면도	특징
자전거 겸용도로 (M)	M _{road}	자전거·자동차 겸용 자전거도로		차도 측에 설치된 자전거·자동차 겸용도로
	M _{pavement}	자전거·보행자 겸용 자전거도로		보도 측에 설치된 자전거·보행자 겸용도로로서 어린이보호구역 구간 과 같이 차로측 설치가 어려운 토지 이용에 적합
	M _{parking}	자전거·주차 겸용 자전거도로		자전거·주차시설을 공유하는 자전 거도로로서 근린생활시설의 조업주차 등 임시주 정차가 필요한 토지이용에 적합
자전거 전용차로 (L)	L _{road}	자전거전용차로		차도 측에 노면표시로 분리된 자전 거도로
	L _{pavement}	보도측 자전거전용차로		보도 측에 노면표시로 분리된 자전 거도로로서 차로측 설치가 어려운 토지이용에 적합
	L _{road+parking} , L _{pavement+parking}	주차·자전거전용차로		노면표시로 분리된 주차시설 옆으로 차도나 보도측에 설치된 자전거도로 로서 주정차가 필요한 토지이용에 적합
자전거 전용도로 (P)	P _{road}	자전거전용도로		차도 측에 물리적으로 분리된 자전 거도로
	P _{pavement}	보도측 자전거전용도로		보도 측에 물리적으로 분리된 자전 거도로로서 차로측 설치가 어려운 토지이용에 적합
	P _{road+parking} , P _{pavement+parking}	주차·자전거전용도로 (코펜하겐식 자전거전용도로)		보도, 자전거도로, 주차시설, 차도 가 모두 물리적으로 분리된 유형으 로 주정차시설이 필요한 토지이용에 적합

차량의 속도가 높고, 교통량이 많을수록, 또는 교통안전이 더욱 요구될수록 자전거도로는 일반차로나 보도와 분리하여 설치하여야 함

※ w형은 9개 자전거유형 모두에 나타날 수 있으므로 별도로 표시하지 않음
 ※ 자전거겸용도로는 'M', 자전거전용차로는 'L', 자전거전용도로는 'P'로 표현함

1인 통행의 기본 폭 이상의 자전거도로 폭이 요구될 경우이다. 학교 앞 도로와 같이 등하교시간에 많은 자전거가 일시에 몰릴 경우에는 2대 이상이 다닐 수 있는 넓은 폭원이 요구된다. 일반적인 경우는 아무런 첨자를 붙이지 않았고, 2대 이상 병행 가능한 넓은 폭에는 'wide'를 붙여 표시하였다.

한편 자전거 겸용도로, 자전거 전용차로, 자전거 전용도로로 갈수록 안전하고 편의성이 높아진다고 할 수 있다. 특히, 자전거 전용도로는 자전거 안전이 크게 요구되는 토지이용시설에 적합하다고 할 수 있다. 즉 높은 차량속도와 많은 교통량으로 자전거의 안전과 편의를 고려하고자 할 때 필요하며, 어린이나 노인과 같이 보행 및 자전거 운전능력이 현저하게 낮은 사람들이 많은 토지이용시설에 적합하다고 할 수 있다.

II. 토지이용시설의 통행특성 분석

1. 조사개요

토지이용시설의 이용자 행태분석을 위하여 분당, 일산, 동탄 신도시 내 초등학교, 고등학교, 대학교, 단독/연립, 아파트, 상업시설, 근린생활시설 등 7개 토지이용시설 21개 지점에 대해 각 1시간씩 조사하였다⁴⁾. 조사지점은 <표 2>에 제시하였다. 이들 조사지점은 가급적 주변의 다른 토지용도 여건이나 도로변 시설 등으로 인한 통행특성이 영향을 받지 않는 곳이면서, 가급적 보도 및 도로 단면 조건이 유사한 지점을 선택하였다. 이를 위해 해당 조사지점을 직접 방문하여 다른 토지이용시설과 중복되어 설치되어 있는지를 확인하였고, 해당 토지이용

4) 분당, 일산, 동탄 지구에는 대학교가 없어 대신 건국대 서울 캠퍼스, 한양대 안산캠퍼스, 고려대 서울캠퍼스를 조사대상으로 하였다.

<표 2> 조사지점

토지이용	분당	동탄	일산
초등학교	신기초	반석초	강선초
고등학교	한솔고	반송고	주엽고
대학교	건국대	한양대(안산)	고려대
단독연립	정자동, 구미동	-	정발산동
아파트	정자1동	동탄2동	주엽1동
상업용지	정지역, 미금역	-	주엽역
근린생활	정자1동, 정자2동	동탄2동	-



<정지역 부근 상업용지>

시설의 중심에서 한 개 블록 거리 내에서 조사를 시행하였다.

조사는 2009년 6월 22일~7월 7일 중에서 조사 가능했던 10일 동안 수행되었다. 조사시간대는 토지이용 시설의 통행량이 많은 하교시간(학교), 점심시간(상업 및 근린생활시설), 14시~15시(주거지역)에 조사를 시행하였다. 조사항목은 ‘연령대’, ‘보행자군’, ‘통행목적’, ‘임시 주정차’이고, 조사내용과 목적은 <표 3>에 제시하였다⁵⁾. 또한 조사 항목별 총 표본수는 <표 4>에 제시한 바와 같이 분석에 충분한 표본을 수집하였다. 연령대와 보행자군은 조사구간을 통과하는 사람들을 대상으로 조사하였고, 통행목적은 조사구간 양측에서 각각 조사하였다. 임시주정차는 조사구간에 걸쳐 연결한 차도에 주정차 차량 및 시간을 1분 단위로 조사하였다.



<동탄 반송고>

<그림 4> 조사대상지

<표 3> 조사 항목별 내용 및 목적

조사항목	조사내용	조사목적
연령대	유아, 어린이/노인, 청장년으로 구분하여 육안조사 - 유아: 자전거 타기가 어려운 미취학 아동 - 어린이/노인: 자전거로 운전은 가능하나 자전거 운전능력 미숙 - 청장년: 자전거운전능력이 뛰어난	토지이용시설 간의 연령대 차이 검증 - 자전거 안전과 관련이 있음 - 어린이/노인 비율이 높으면 자전거 전용도로 설치 필요
보행자군	1군, 2군, 3군 이상으로 구분하여 조사	토지이용시설간의 보행자군 구성비율의 차이 검증 - 2군이상이 많으면 넓은 자전거도로도 필요
통행목적	통과통행, 방문통행, 랜덤통행, 정지통행으로 구분하여 조사 - 통과통행: 조사구간을 통과하는 사람 - 방문통행: 조사 구간내의 건물 방문하는 사람 - 랜덤통행: 통행방향 및 속도를 예측할 수 없는 통행패턴 - 정지통행 : 한 곳에 5분이상 머물러 있는 사람(쇼핑 등)	토지이용시설간의 방문통행, 랜덤통행, 정지통행 비율의 차이 검증 - 방문통행이 많으면 자전거 주차시설을 충분히 고려 - 랜덤통행이 많으면 자전거와 보행자간의 상충으로 안전상의 문제 발생 - 정지통행이 많으면 자전거와 보행자간의 상충으로 안전상의 문제 발생
임시 주정차	지정된 구간 내의 임시 주정차 차량 조사	차량 주차시설이 포함된 자전거도로 필요성 분석

5) 조사내용 및 목적, 조사방법 등은 국토해양부 보행우선구역 표준설계매뉴얼(2009)을 참고하였다.

<표 4> 조사항목별 표본수

조사항목	표본수
연령대 조사	4,244명
보행자군 조사	3,881건
통행목적 조사	5,466명
임시 주정차 조사	298대

2. 통행특성 기초분석

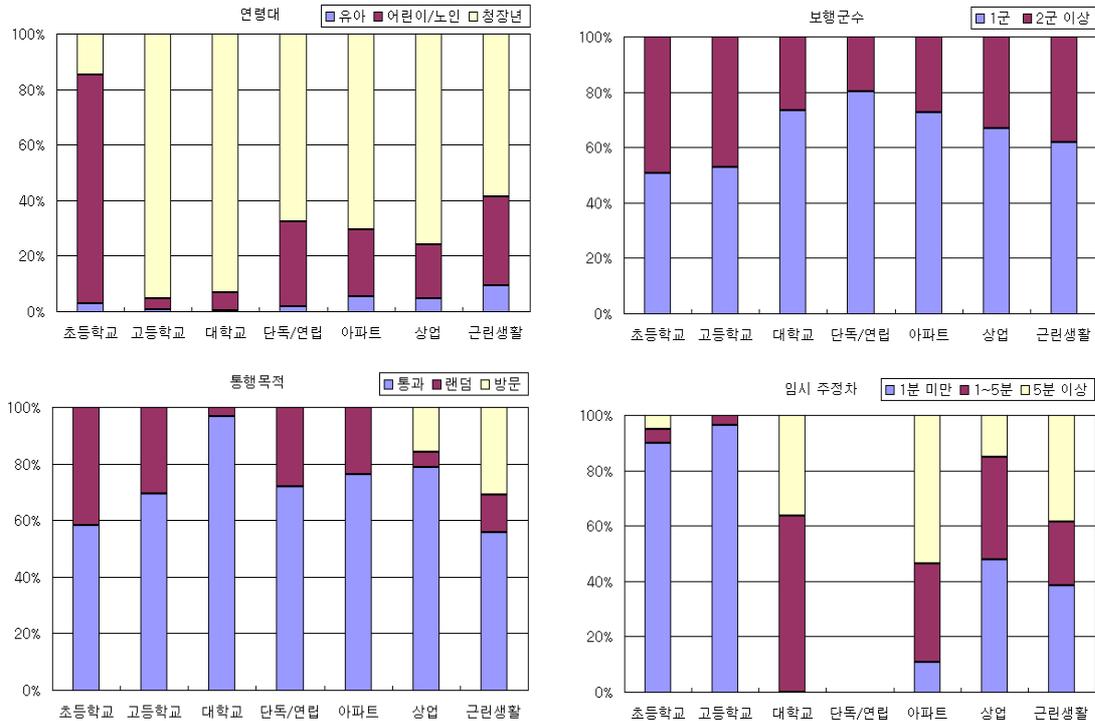
토지이용시설 21개 지점에 대한 통행특성 기초분석 결과는 다음과 같다. 먼저, 자전거 운전능력과 관계가 있는 보행자 연령대를 살펴보면 유아의 비율은 근린생활시설(9.4%), 아파트(4.9%), 초등학교(3.3%) 순으로 높았고, 어린이/노인의 비율은 초등학교(82.5%), 근린생활시설(32.2%), 단독/연립(30.6%) 순이었다. 반면 운전능력이 높은 청장년 비율은 고등학교(95.2%), 대학교(93.1%)가 높게 나타났다.

자전거도로의 폭원과 관계가 있는 보행자군은 1군 통행 비율이 단독/연립(80.2%), 대학교(73.3%), 아파트(72.6%), 2군 통행 비율은 초등학교(31.4%), 근린생

활시설(27.4%), 고등학교(25.8%), 상업시설(25.2%), 3군 이상 통행 비율은 고등학교(21.4%), 초등학교(17.9%), 근린생활시설(10.9%) 등의 순으로 높게 나타났다.

통행행태와 관계가 있는 통과목적을 살펴보면 통과통행 비율은 대학교(95.6%), 상업시설(90.2%) 순으로 높게 나타났고, 안전과 관련이 높은 랜덤통행 비율은 초등학교(39.4%), 고등학교(29.0%) 순이었다. 방문통행은 학교(초등학교, 고등학교, 대학교)와 주거지역(단독/연립, 아파트)에 해당되는 토지이용이 주로 출발지 및 최종 목적지로 이용되므로 방문통행 조사결과로서 활용할 수 없었다. 정지통행 역시 단독연립(19.7%)을 제외하고는 분석에 필요한 데이터를 충분히 확보하지 못하였고, 개략적인 검토만으로 토지이용 간에 차이가 보이지 않아 분석에서 제외하였다.

임시 주정차를 살펴보면 1분미만 임시 주정차는 고등학교(96.3%)와 초등학교(90.0%)가 높게 나타났고, 1~5분의 임시 주정차는 대학교(63.6%)에서 높게 나타났다. 5분미만 임시 주정차는 고등학교가 가장 높았고, 근린생활시설, 상업시설 순으로 나타났다. 고등학교는



<그림 5> 조사항목별 조사결과

하교시간에 조사되었기 때문에 학부모 및 학원 차량의 임시 주정차 비율이 높게 나타났고 근린생활시설과 상업 시설은 방문 차량으로 인해 임시 주정차 비율이 높게 나타났다고 판단된다.

3. 토지이용시설의 차이 분석

본 절에서는 조사항목(연령대, 보행군, 통행목적, 임시 주정차)에 대하여 토지이용시설 간의 차이를 통계기법을 통해 분석해 보았다. 조사를 통해 수집된 자료는 독립변수(토지이용시설)와 종속변수(각 조사항목) 모두 명목척도여서 모수통계기법인 t검정, 분산분석 등을 활용할 수 없었고, 대신 비모수통계기법인 피어슨 카이제곱 독립성 검증을 이용하였다. 단, 피어슨 카이제곱 결과의 최대빈도가 5개 미만인 경우는 분석결과 활용이 어려우므로

<표 5> 피어슨 카이제곱 독립성 검증 결과

(a) 연령대에 대한 토지이용별 차이 분석

	값	자유도	점근 유의확률 (양측검정)
피어슨 카이제곱	1035.986a	12	.000
우도비	1021.266	12	.000
유효 케이스 수	4,243		

a. 최소 기대빈도는 7.83

(b) 보행군에 대한 토지이용별 차이 분석

	값	자유도	점근 유의확률 (양측검정)
피어슨 카이제곱	168.070a	12	.000
우도비	162.199	12	.000
유효 케이스 수	3,914		

a. 최소 기대빈도는 17.92

(c) 통행목적에 대한 토지이용별 차이 분석

	값	자유도	점근 유의확률 (양측검정)
피어슨 카이제곱	534.574a	6	.000
우도비	518.009	6	.000
유효 케이스 수	4,476		

a. 최소 기대빈도는 9.53

(d) 임시 주정차에 대한 토지이용별 차이 분석

	값	자유도	점근 유의확률 (양측검정)
피어슨 카이제곱	165.898a	10	.000
우도비	190.849	10	.000
유효 케이스 수	301		

a. 4셀(22.2%)이 5보다 작은 기대빈도를 나타냄. 최소 기대빈도는 1.79

우도비를 대신 적용하였다. 분석 결과는 <표 5>와 같다.

연령대에 대한 독립성 검증결과 카이제곱값=1035.986, 유의확률=.000으로 토지이용시설에 따라 보행자연령대는 다르다고 결론을 내릴 수 있었다. 보행군은 카이제곱값=168.070, 유의확률=.000으로 토지이용에 따라 보행군은 다르고, 통행목적 역시 카이제곱값=534.574, 유의확률=.000으로 토지이용에 따라 통행목적은 다르다고 할 수 있다. 반면에 임시 주정차는 피어슨 카이제곱에서 기대빈도가 5미만으로 분석 방법이 타당하지 않게 나타났다. 따라서 우도비를 통해 차이를 확인하였다. 우도비의 유의확률이 .000으로 귀무가설이 기각되므로 토지이용에 따라 임시주정차 특성에 차이가 있다고 결론을 내릴 수 있었다.

토지이용별 보행 및 자전거 이용특성 차이에 대한 분석 결과 연령대, 보행군, 통행목적, 임시 주정차 모두에서 토지이용시설 간에 차이가 있는 것으로 나타났다. 따라서 토지이용시설에 따라 서로 다른 자전거도로 유형이 있을 수 있다고 기대할 수 있다는 결론을 얻었다.

4. 군집분석

본 절에서는 조사항목 중에서 자전거도로 유형과 관련이 깊은 항목에 대해 토지이용시설을 그룹핑하고, 어느 시설이 가장 강한 특성을 보이는지를 파악하고자 하였다. 그룹핑은 군집분석(Cluster analysis)을 통해 수행하였다.

연령대에서는 안전과 관련이 깊은 ‘어린이/노인 비율’, 보행군에서는 넓은 자전거도로 폭원과 관련이 깊은 ‘2군 이상 통행 비율’, 통행목적에서는 안전과 관련이 깊은 ‘랜덤통행 비율’, 임시 주정차는 조업주차 차량의 주차시설 설치와 관련이 깊은 ‘5분미만의 임시정차 차량’을 대상으로 하였다.

군집분석 결과는 <표 6>와 같다.

어린이/노인 통행 비율에 대한 분석결과, A군집은 초등학교, B군집은 단독/연립, 아파트, 상업시설, 근린생활시설, C군집은 고등학교와 대학교로 분류되었다. A군집에 해당하는 초등학교는 76.1%로 가장 높게 나타났고, B군집은 21.0~31.9%, C군집은 각각 6.3%, 8.2%로 나타났다.

2군이상 통행비율에 대한 분석결과, A군집은 초등학교, 고등학교, B군집은 상업시설, 근린생활시설, C군집

<표 6> 군집분석 결과

(a) 어린이/노인 통행 비율에 대한 군집분석

A군집	B군집				C군집	
초등학교	단독/연립	아파트	상업	근린생활	고등학교	대학교
76.1%	30.5%	24.7%	21.0%	31.9%	6.3%	8.2%

(b) 2군이상 통행 비율에 대한 군집분석

A군집		B군집		C군집		
초등학교	고등학교	상업	근린생활	대학교	단독/연립	아파트
49.3%	47.2%	33.0%	38.3%	26.7%	19.8%	27.4%

(c) 랜덤통행 비율에 대한 군집분석

A군집		B군집			C군집	
초등학교	고등학교	단독/연립	아파트	근린생활	대학교	상업
39.4%	29.0%	22.5%	22.6%	17.7%	3.4%	6.5%

(d) 5분미만 임시 주정차 건수에 대한 군집분석

A군집	B군집			C군집		
고등학교	상업	근린생활	초등학교	대학교	단독/연립	아파트
136건	39건	35건	19건	7건	0건	13건

은 대학교, 단독/연립, 아파트로 분류되었다. A군집에 해당하는 초등학교와 고등학교는 각각 49.3%, 47.2%로 나타났고, B군집은 38.3%, 33.0%, C군집은 각각 19.8%, 26.7%, 27.4%로 나타났다. A군집에 해당하는 초등학교와 고등학교는 실제로도 2군이상의 학생들이 함께 등하교하는 모습을 쉽게 관측할 수 있었다.

랜덤통행 비율에 대한 분석결과, A군집은 초등학교, 고등학교, 단독/연립, B군집은 아파트, 근린생활시설, C군집은 대학교, 상업시설로 분류되었다. A군집에 해당하는 초등학교와 고등학교는 각각 39.4%, 29.0%로 나타났고, B군집은 22.6%, 22.5%, 17.7%, C군집은 각각 6.5%, 3.4%로 나타났다. A군집에 해당하는 초등학교와 고등학교에서는 등하교시 실제로도 랜덤통행 형태를 흔히 볼 수 있었다.

위의 다른 항목들은 비율 차이를 통해 토지이용시설 간의 상대적 비교를 하였으나, 5분미만 임시 주정차 차량의 경우는 얼마나 많은 차량이 주정차를 하였는가가 중요하므로 비율이 아닌 대수를 기준으로 분석하였다.

그 결과 A군집은 고등학교, B군집은 상업시설, 근린생활시설, C군집은 초등학교, 대학교, 단독/연립, 아파트로 분류되었다. A군집에 해당하는 고등학교는 136건으로 가장 높았으며, B군집에 해당하는 상업시설과 근린생활시설은 각각 39건, 35건이고, C군집은 20건 미만이었다.

III. 토지이용시설과 자전거도로 유형

본 장에서는 자전거도로 유형 결정기준을 통해 토지이용시설에 적합한 자전거도로 유형을 밝혀보고자 하였다.

1. 자전거도로 유형 결정기준

자전거도로 유형 결정기준을 <표 7>에 제시하였다. 이 결정기준은 군집분석에서 사용한 그룹핑 변수인 어린이/노인 통행비율, 2군이상 통행비율, 랜덤통행 비율, 5분미만 임시 주정차 대수가 '높은' 경우에 각각의 적합한 도로유형을 제시하고 있다. 다시 말해, 토지이용의 어린이/노인 비율이 높을 경우에는 자전거 숙련도가 낮은 연령대가 많이 통행하는 것이므로 자전거 사고위험이 높다. 따라서 이 경우에는 자동차와 보행자로부터 분리된 형태의 자전거도로인 P형을 제안하였다. 또, 2군 이상 통행 비율이 높다는 것은 무리지어 다니는 사람들이 많다는 것이고, 이는 자전거도로가 정비될 경우 2군 이상의 자전거 통행 역시 많을 것이라고 가정할 수 있다. 따라서 이 경우에는 2인 이상의 자전거 이용자가 병행할 수 있도록 넓은 폭원의 자전거도로 유형인 w형을 제안하였다. 토지이용시설의 방문통행 비율이 높다는 것은, 해당 토지이용에 접근하여 일을 보는 사람들이 많음을 의미한다. 따라서 이 경우에는 충분한 자전거 주차시설이 설치된 parking 유형을 제안하였다. 토지이용의 랜덤통행 비율이 높다는 것은, 사람들의 보행행태를 예측하기 어렵다는 것을 의미한다. 따라서 이 경우에는 자전거 이용자와 보행자 간의 충돌을 예방하기 위해 P유형이나 Lroad 유형을 제안하였다. 마지막으로 5분미만 임시 주정차 비율이 높은 군집에 포함되었고, 이는 조업주차 차량이 많다는 것을 의미한다. 따라서 자전거 통행의 안전 및 이용편의를 위해 자전거시설과 노상주차장이 있는 코펜하겐 스타일과 같은 자전거도로를 제안하였다.

한편, <표 7>에서 기준이 되는 '~높다'에 대한 판단기

<표 7> 자전거도로 유형 결정기준

기준 ⁶⁾	문제 유형		자전거 도로 유형	비고
	안전 사고	이용 불편		
어린이/노인 비율이 높다	●	-	P형	P형 내 세부형태는 기타 다른 여건에 맞게 적용
2군이상 통행 비율이 높다	-	●	-w형	
랜덤통행 비율이 높다	●	-	P형, L _{road} 형	보행자 회피를 위해 P형 혹은 L _{road} 형 채택
5분미만 임시 주차차 비율이 높다	●	●	-parking형	M, L, P형에 대해 연도에 주차시설(자전거 주차포함) 필요

준을 명확히 하기 위하여 본 연구에서는 <표 6>의 군집분석 결과의 'A군집'을 '~높다'의 판단기준으로 하였다. A군집은 조사대상 그룹 중에서 상대적 특성이 가장 강한 그룹이며, 객관적으로도 '높다'라는 기준을 만족시킨다고 볼 수 있기 때문이다. 게다가, 논리적 취약점을 보완하기 위하여 본 연구에서 논리적으로 다루기 어려운 청장년 비율이 높은 경우 등은 제외시켰고, B군집이 A군집만큼이나 해당 특성이 강하다고 판단되더라도 이를 채택하지 않았다.

2. 토지이용시설의 특성 및 자전거도로 유형

본 절에서는 자전거도로 유형 결정기준을 적용하여 토지이용시설에 적합한 자전거도로 유형을 제시하였다.

토지이용시설이 갖는 중요 특성은 군집분석 결과에서

<표 8> 토지이용시설 특성

토지 이용	특성	기준 적용	자전거도로 유형
초등학교	어린이/노인 통행 비율이 높다	P	P _{pavement+w}
	2군이상 통행비율이 높다	+w	
	랜덤통행 비율이 높다	P	
고등학교 ⁷⁾	2군이상 통행비율이 높다	+w	P _{pavement+w}
	랜덤통행 비율이 높다	P	P _{road-w}
근린생활시설	5분미만 임시주차 비율이 높다	+parking	M _{parking} L _{road+parking} L _{pavement+parking} P _{road+parking} P _{pavement+parking}
상업시설	5분미만 임시주차 비율이 높다	+parking	M _{parking} L _{road+parking} L _{pavement+parking} P _{road+parking} P _{pavement+parking}

A군집을 중심으로 나타난다고 가정하였고, 이 군집이 실제로 타당하다고 판단되는 경우에 기준을 적용하였다. <표 8>은 토지이용 시설과 특성과 이에 따른 기준 적용 결과를 보여주고 있다. 그리고 이 결과들을 모두 만족하는 자전거도로 유형을 보여주고 있다.

초등학교는 어린이/노인 통행비율이 높고, 2군이상 통행비율이 높고, 랜덤통행 비율이 높다고 나타났다. 따라서 결정기준에 따라 물리적으로 분리된 P형과 w형을 결정기준에 의해 선택하였다. 그런데 초등학교 앞 도로는 어린이보호구역으로 지정되어 있고 차도와 보도 사이에 방호울타리가 설치되어 있어 자전거도로를 차로 쪽에 설치하는 것이 쉽지 않다. 따라서 보도 측에 물리적 분리 시설을 설치한 넓은 폭원을 갖는 보도측 자전거전용도로가 타당하다고 판단하였다. 고등학교는 2군이상 자전거통행 비율과 랜덤통행 비율이 높다고 나타났고, 결정기준에 의해 P형과 w형을 선택하였다. 따라서 이를 모두 만족하는 넓은 폭을 갖는 자전거전용도로가 타당하다고 결론을 내릴 수 있다. 근린생활시설과 상업시설은 모두 5분미만 임시주차 비율이 높다고 나타났고, 결정기준에 의해 parking형을 선택하였다. 따라서, 이를 모두 만족하는 M, L, P 형 내 모든 주차시설을 갖는 자전거도로가 타당하다고 결론을 내릴 수 있다.

근린생활시설의 경우 2군 이상의 통행이나 랜덤통행도 적지 않았으나, 앞서 설명한 바와 같이 논리적으로 강한 결론을 도출하기 위해 제외시켰다. 마찬가지로 이유로 대학교, 단독/연립, 아파트에 대해 적합한 자전거도로 유형을 제시하지 못했다. 물론 이것이 이들 토지이용시설에 적합한 자전거도로 유형이 없음을 의미하지 않는다.

IV. 결론

본 연구는 지금까지의 확실적인 자전거도로 유형 적용의 문제를 해결하고, 보다 안전하고 편리한 자전거도로 이용 환경을 목적으로, 토지이용시설에 적합한 자전거도로 유형을 제시하고자 하였다.

이를 위해 본 연구는, 자전거도로 유형에 대해 물리적 시설측면의 분류를 시도하였고, 토지이용시설에 대한 통행특성을 조사·분석하였다. 카이제곱 독립성검정을 통

6) 위 조건과 반대로 '~이 낮다'는 것은 해당 특성이 없다는 것을 의미한다. 또한 기준은 안전성이 낮고, 이용편의가 떨어지는 경우를 찾았자 하였다.
 7) 고등학교는 5분미만 임시주차 비율에서 A군집이었지만 이는 하교시간 중 일시적으로 나타나 정상적인 특성이라고 볼 수 없었다. 오히려 B군집인 상업지구와 근린생활지구가 무시할 수 없을 만큼 많은 조업주차 차량이 조사되어 '높다'의 기준을 만족시킨다고 판단하였다.

해서는 토지이용시설 간에 통행특성의 차이가 있음을 확인했고, 군집분석을 통해서도 통행특성이 가장 강하게 나타나는 토지이용시설을 도출하였다. 그리고 자전거도로 결정기준을 통해 해당 토지이용시설에 적합하다고 판단되는 자전거도로 유형을 제시하였다.

그러나 주택가, 아파트, 대학교 등에서는 자전거도로 유형을 도출하지 못했다. 결정기준의 계량적인 판단기준이 없기에, 가장 특성이 강한 A군집만을 대상으로 할 수밖에 없었기 때문이다. 따라서 이들 토지이용의 특성을 이끌어 낼 수 있는 방법론의 개발이 필요하다고 생각한다. 특히, 본 연구는 주택가 생활가로인 자전거도로 유형에 대해서는 검토가 부족하였다. 왜냐하면 생활가로는 도로폭이 작아 적용 가능한 자전거도로 유형이 검용도로 등으로 상당히 제한적이고 오히려 보행환경과 더불어 조사가 필요하였기 때문이다. 그럼에도 대부분의 자전거이용이 생활가로에서 이루어진다는 점을 생각한다면 중요성은 작지 않다고 생각한다. 따라서 생활가로의 경우는 보행자와 자전거를 함께 고려한 환경 개선방안에 대한 연구가 필요하다고 생각한다.

알림 : 본 논문은 대한교통학회 제61회 학술발표회 (2009. 11. 6)에서 발표된 내용을 수정·보완하여 작성된 것입니다.

참고문헌

1. 국토해양부(2009), “보행우선구역 표준설계매뉴얼 제2권 조사매뉴얼”.
2. 건설교통부(2006), “자전거 이용활성화 방안 마련을

위한 연구”.

3. 박병호(1997), “자전거도로의 유형개발과 적용방안”, 충북개발연구, 제8권 제2호, pp.195~219.
4. 신희철·조항영(2007), “이용자 중심의 자전거도로 유형 재정립”, 교통기술과 정책, 제4권 제1호, 대한교통학회, pp.7~19.
5. 변완희(2009), “아산신도시 자전거 이용활성화 방안 연구”, 토지주택연구원.
6. 이병철·김승근·최효승(1995), “이용자 참여에 의한 자전거도로 계획”, 대한건축학회학술발표 논문집, 제15권 제1호, 대한건축학회, pp.231~234.
7. 이경환·김승남·안건혁(2008), “중소도시의 토지이용 및 도시형태와 자전거 통근통행의 상관관계 연구”, 대한국토도시계획학회지 ‘국토계획’, 제43권 제5호, 대한국토도시계획학회, pp.49~61.
8. 미국 뉴저지, www.state.nj.us
9. 미국 연방교통국, www.dot.state.mn.us
10. 미국 일리노이주 kane country 교통국, www.co.kane.il.us
11. Boroondara bicycle user group, http://boroondarabug.org
12. CERTU(2006), “Basic road safety information: Cyclists”.
12. CERTU(2007), “Guidelines for cycle facilities”.
13. CERTU(2007), “Ministry of Infrastructure Transport and Housing, Recommendations for cycle facilities”.

✉ 주 작 성 자 : 변완희

✉ 교 신 저 자 : 변완희

✉ 논문투고일 : 2010. 1. 8

✉ 논문심사일 : 2010. 2. 11 (1차)

2010. 5. 24 (2차)

✉ 심사판정일 : 2010. 5. 24

✉ 반론접수기한 : 2010. 10. 31

✉ 3인 익명 심사필

✉ 1인 abstract 교정필