

주변 환경요소를 고려한 자전거 도로 설계 개선 및 정보제공에 관한 연구

A Study on the Design Improvement and Information Service of Bicycle Road Considering Environmental Factor

최병길¹⁾ · 박홍기²⁾ · 나영우³⁾

Choi, Byoung Gil · Park, Hong Ki · Na, Young Woo

Abstract

This study aimed to devise the method to construct safe and convenient bicycle road by considering the peripheral environmental factor related to using bicycle. Analyzing the existing design of bicycle road and construction case, this study established the method to design bicycle road that reflects site condition and presented the optimal design method for each type of bicycle road to construct safe and convenient bicycle road by analyzing the type of traffic accident for each type of bicycle road, surveying present situation and local survey. It was found that the optimum design of bicycle road for specification, width, curve radius, ascending slope, etc in consideration of peripheral environment and separating traffic between users of traffic means should be done by installing safety sign, safe facilities and separation facilities to design safe bicycle road. Further, the minimum traffic space of bicycle users and connection between bicycle roads should be ensured to design safe bicycle road. It is judged that information related to safety and convenience of bicycle road such as slope, route information, location of convenience facilities, information to the public traffic should be provided so as to activate the users of bicycle.

Keywords : bicycle road, considering environmental factor, safety facilities, service information

초 록

이 연구의 목적은 자전거 이용과 관련하여 주변의 환경요소를 고려한 안전하고 편리한 자전거 도로 설계 개선 및 정보제공방안에 대하여 연구하는데 있다. 이 연구에서는 기존 자전거 도로 설계 및 시공사례 분석을 통하여 현장여건을 반영한 자전거 도로 설계 방안을 수립하고 자전거 도로의 유형별 교통사고 유형 분석, 현황측량, 현지조사 등을 통하여 안전하고 편리한 자전거 도로 건설을 위한 자전거 도로의 유형별 최적 설계방안을 제시하였다. 안전한 자전거 도로 설계를 위해서는 주변환경 요소를 고려한 제원, 폭원, 곡선반경, 오르막차로 등에 대한 자전거 도로 최적설계와 안전표지, 안전시설, 분리시설 설치를 통하여 교통수단별 이용자 간의 통행분리가 이루어져야 함을 알 수 있었다. 또한 안전한 자전거 도로 설계를 위해서는 최소한의 자전거 이용자의 주행 공간 및 자전거 도로 간의 연결성이 확보되어야 하며, 자전거 이용자의 활성화를 위해서는 경사, 노선정보, 편의시설위치, 대중교통 연계정보 등 자전거도 도로의 안전 및 편의관련정보를 제공하여야 할 것으로 판단된다.

핵심어 : 자전거 도로, 주변환경요소, 안전시설, 편의정보

1. 서 론

1.1 연구 목적 및 배경

이 연구의 목적은 주변 환경요소를 고려하여 안전하

고 편리한 이용을 위한 자전거 도로의 개선 및 정보제공 방안을 연구하는데 있다. 현재 국가적인 기후변화 대응 정책의 하나로 자전거 이용 활성화 정책이 추진되고 있으나 현장여건 등 주변 환경요소를 고려하지 않고 기본

1) 정회원 · 인천대학교 도시과학대학 도시환경공학부 교수(E-mail : bgchoi@incheon.ac.kr)

2) 정회원 · 경원대학교 공과대학 토목환경공학과 교수(E-mail : hgpark@kyungwon.ac.kr)

3) 교신저자 · 정회원 · 인천대학교 공과대학 공학기술연구소 연구교수(E-mail : survey@incheon.ac.kr)

설계 지침대로 설계하고 시공하는 무분별한 건설로 인해 자동차, 자전거 및 보행자의 안전 및 편의성이 훼손되고 있는 실정이다.

또한 우리는 최근 자전거사고가 가파르게 증가하고 있음에 주목할 필요가 있다. 도로교통공단의 2004년부터 2008년 까지 통계자료에 의하면 전체 교통사고는 연평균 약 3%씩 감소하고 있음에도 불구하고, 자전거 관련 사고는 자전거가 피해자인 경우 8%와 가해자인 경우 29% 모두 증가추세에 있는 것이다. 또한 자전거 이용이 활성화되지 못하면서도 사고가 늘어나는 원인에는 다양한 요인들이 있으나 가장 큰 이유는 주변 환경을 고려하지 않은 설계 및 시공으로 인하여 자전거교통사고 건수의 증가율은 3년간 21% 증가하였고 사망률도 23% 증가한 것으로 나타나 자전거를 안전하고 편리하게 이용할 수 있는 도로시설이 미흡하다는 것을 나타내고 있다. 우리나라는 자전거보행자 겸용도로의 형태가 89%를 차지할 정도로 천편일률적인 자전거 도로를 설치해왔다. 이는 기존도로에서 법정 폭보다 넓게 설치된 차로나 보도의 폭을 줄이는 방식으로 보행자 또는 자동차와의 사고 위험을 가지고 있다.

이는 지금까지의 자전거 이용 활성화 방안이 자전거 도로의 특성 및 주변 환경을 고려하지 않고 자전거 도로의 유형을 결정하여 설치하였기 때문이라 판단한다. 따라서 본 연구에서는 자전거 이용자의 안전이나 이용목적에 따른 문제점을 도출하고 더 나아가서 국내외 사례 검토를 통하여 도로 특성에 적합하며 주변 환경요소를 고려한 자전거 도로 설계방안에 대하여 연구가 하고자 한다.

1.2 연구동향

국내의 연구 동향으로는 자전거 도로의 연계성 및 안정성에 대한 연구가 이루어지고 있다. 국토해양부(2009)의 「자전거 도로 시설기준 및 관리지침」에서는 자전거 교통특성을 반영한 노선계획, 지역특성을 반영한 설계, 안정성을 고려한 설계, 연계성을 높이는 설계, 녹색성장에 기여하여 설계를 자전거 도로의 기본적인 설계원칙으로 제시하고 있다.

신희철, 강지원 외(2009)는 레저 기능이 강한 하천변 자전거 도로 설계의 기본방향으로 수변 환경과 조화, 보행동선과의 분리, 수변으로의 접근성, 도로의 연속성 확보 등을 제시하였다. 또한 도로의 역할에 따라 도심부를 통과하는 자전거 도로는 대중교통과의 연계성, 접근성,

속도 저감, 안전성 등의 측면이, 교외지역을 통과하는 자전거 도로의 경우 경관, 편의시설, 이동성의 측면이 강조되어야 한다고 제시하였다.

국토해양부(2009)의 「4대강 살리기 마스터플랜」에서 자전거 도로의 개발 방향으로 자전거 도로망의 연속성 확보, 대중교통시설로의 접근성 강화, 다른 시설 및 기능과의 연계성 확보, 자전거 도로의 안전성 확보, 하천 및 주변 환경을 고려한 친환경 자전거 도로를 제시하고 있다.

신희철(2009)은 전국 자전거 도로 네트워크 노선 계획에 있어서 자전거 도로는 그 자체로 완결성을 가져야 하고, 경관을 고려하며, 수요가 있는 곳을 지나야 한다고 하여 자전거 도로망의 연속성 확보와 접근성 강화, 친환경 설계에 초점을 두었다.

강재구(2009)는 자전거 탐방로의 특성을 생활용 자전거 노선과 비교하였는데, 가벼운 오르막과 신나는 내리막, 가능한 독자적 노선, 주행코스의 쾌적함과 흥미, 구간이용 중심, 이벤트 적 이용을 탐방로 노선 계획시 고려해야한다고 제안하였다.

한국 환경정책 평가연구원(2007)은 자전거 도로망을 구축 시 일상통행은 통행시간을 최소화 하는 자전거 도로망 구축이 필요하며 비일상 통행은 안정성, 쾌적성, 경관미 등의 요인을 고려하여 자전거 도로망을 구축할 필요가 있다고 하였다. 또한 자전거 도로 계획에 관련한 기준으로 우리나라의 도시 특성을 고려하여 안전성, 연속성, 직선화, 편리성, 명확성, 매력도, 대기의 질 7개의 기준을 제시하고 있다.

박병호(2001)는 자전거 도로 계획 기준을 자전거 이용자 측면에서의 기준, 다른 교통수단 이용자들의 기준, 기타 기준으로 분류하고, 특히 자전거이용자 측면에서 13개의 기준을 제시하고 있다. 여기에는 안전성, 연속성, 직선화, 편리성, 명확성, 보안성, 적절한 경사도, 도로 포장면, 대기의 질, 소음, 보호시설, 유지관리 및 청결, 매력과 흥미가 포함된다.

장명순(1997)은 출퇴근, 통학, 쇼핑 등 근거리 교통수요를 처리하기 위한 생활형 자전거 도로망과 레저·스포츠 목적을 가진 도로망이 조화를 이루도록 계획하여야 하며, 8가지 자전거 도로의 우선순위 선전기준을 제시하였다. 관광지를 연결하는 노선, 자전거 교통량이 많은 노선, 대중교통과 연계되는 노선, 주거, 업무, 상업지역과 연계되는 노선 등이 있다.

국내에서는 서울시등 주요 도시를 중심으로 도심부에

자전거 전용도로가 건설 중에 있으며, 4대강 사업 등과 같이 하천변 또는 공원내 자전거 도로 건설이 이루어지고 있는 실정이다. 국토해양부에서는 '자전거 도로 시설 기준 및 관리지침' 제정을 통하여 자전거 도로의 건설을 위한 지침을 제공하고 있으나 사례별 구체적인 지침을 제공하고 있지 못하고 있으며 자전거 이용자의 안전성 및 편의성을 고려한 자전거 도로의 건설에는 미흡한 실정이다.

국외의 자전거 도로의 선진 사례로는 네덜란드를 들 수 있는데 네덜란드의 경우 전체 국민의 보다 많은 자전거를 보유하고 있으며 대다수가 자전거를 출퇴근 및 통학 등 일상생활의 교통수단으로 사용하고 있다. 네덜란드에서는 자전거 이용 확대를 위한 자전거 이용 시설 확충, 보호 장비 제공, 제도적 근거 마련, 안전교육 실시 등 다각적인 노력을 통하여 안전하고 실용적으로 자전거를 이용 할 수 있도록 하고 있다.

2. 자전거 도로 개선 방안 수립

2.1 자전거 도로 관련제도 분석

우리나라는 자전거 교통정책의 일환으로 1995년 1월 자전거 이용 활성화에 관한 법률을 제정하여 자전거문화의 제도적 기틀을 마련하였으며 1997년 12월 자전거 이용시설 정비기준 모델 연구를 통하여 자전거 도로 설계를 위한 기틀이 마련되었다. 국토계획 및 이용에 관한 법률, 도로교통법 등에 자전거 관련 시설 규정을 포함하여 자전거 도로의 정의 및 설치기준을 제시하고 있다. 그러나 제도적 장치의 미흡으로 인하여 자전거 이용자의 통행권과 안전성 등을 확보하는데 어려움이 발생하고 있다.

자전거 이용 활성화법은 자전거 도로 및 자전거주차장 등 자전거 이용시설의 설치·유지관리 등에 관한 사항과 자전거 도로의 이용방법을 규정하여 자전거 이용자의 안전과 편의를 도모하고 자전거 이용의 활성화에 기여하기 위해 제정한 법이다. 1995년 제정된 이후 주택법, 도로교통법, 하천법, 농지법 등의 관련법 개정과 자전거 관련 내용 변경 등으로 9차례 개정 되었다. 이 법률은 자전거 관련 용어 및 자전거 도로의 구분을 정의하고 있으며, 정비계획수립, 노선지정, 자전거주차장 설치·운영 등 자전거이용시설 정비, 자전거통행의 보호, 자전거 도로 이용제한, 무단방치금지, 교육, 등록 등의 자전거이용 방법, 통고처분, 법칙급 납부 등 벌칙으로 구성

되어 있다.

국토계획 및 이용에 관한 법률에서의 도시계획은 도시기본계획과 도시관리계획으로 구분된다. 자전거전용도로는 국토의 계획 및 이용 등에 관한 법에서 말하는 기반시설 중의 하나로 이를 도시관리계획으로 결정하게 되면 도시계획시설로 간주하게 된다. 따라서 자전거전용도로 계획의 최상위 계획은 국토계획 및 이용 등에 관한 법에 의해 수립되는 도시관리계획이라고 할 수 있다.

또한 국토계획 및 이용에 관한 법률 시행령에서는 기반시설 중 도로·자동차정류장 및 광장에 자전거전용도로를 포함하고 있으며, 도시계획 시설의 결정·구조 및 설치 기준에 관한 규칙에서는 자전거전용도로의 규정, 구조 및 설치기준, 설치 가능한 폭 확보, 학교 및 도서관 결정기준에 자전거전용도로 연계고려 등에 대한 내용을 규정하고 있다.

자전거관련 법 이외에도 자전거와 관련된 내용이 규정되어 있는 법률로는 도시교통정비촉진법, 대중교통의 육성 및 이용촉진에 관한 법, 농어촌 도로정비법, 도로의 구조시설기준에 관한 규칙 등이 있다. 도시교통정비촉진법은 통행량의 분산 또는 감소를 위해 자전거이용 활성화시설 확충(제 14조 6호)에 관한 내용이 규정되어 있다.

자전거 이용 활성화에 관한 법률에서는 자전거 이용자의 안전과 편의를 위한 기본적인 조건들을 규정하고 있으나 구체적인 설계 방법이나 고려사항을 제시하지 못하고 있다.

2.2 자전거 도로 설계 원칙

2.2.1 안전한 자전거 도로 설계기반 방향

자전거 도로 설계관련 지침과 사례분석 결과 자전거 이용자들의 주행속도는 내리막 등에서 50km/h를 초과하기도 하지만 대체로 20km/h~30km/h 사이의 속도로 주행하며, 일단 서행하거나 멈추면 다시 희망하는 속도를 얻기 위해 상당한 시간과 노력이 필요하다. 따라서 자전거 도로의 경우(특히 off-road) 서행이나 멈춤을 최소화하고 연속적인 주행이 되도록 설계해야 한다. 이를 위해 급경사, 급한 곡선 구간, 불량한 포장상태, 시거장애, 교차로, 좁은 자전거 도로 폭 등은 피해야 한다.

자전거와 자동차, 자전거와 보행자 등의 상충이 최소화 되도록 안전하게 설계하여야 한다. 특히, 도로 기하구조 및 교차로 설계 시에 자전거와 자동차, 자전거와

보행자를 적절하게 분리할 수 있도록 하여야 한다.

자전거 도로의 가장 기본적인 설계원칙은 "자전거 도로 그 자체가 자기 설명적이어야 한다."는 것이다. 즉, 어떤 도로에 자전거이용자가 처음으로 왔다 해도 간단하게 주변 도로의 구조와 방향 및 위험성을 인지할 수 있어야 한다. 따라서 자전거 도로설계는 자전거이용자의 속도와 교통량, 지역특성, 안전성, 타교통수단과의 관계 등을 고려하여 설계하여야 한다.

2.2.2 편리한 자전거 도로 설계기본 방향

자전거이용자들은 주거지에서 직장이나 쇼핑지역, 레저 등의 통행 시 연결성이 확보되어야 한다. 또한 자전거네트워크는 효율성, 편리성, 네트워크 안전성을 이루도록 조합되어야 한다. 따라서 연결성은 효율적인 자전거 네트워크 건설의 중요한 요소이다.

자전거는 장거리의 이동을 위한 목적보다는 단거리 이동할 때 주로 이용된다. 하지만 향후 장거리를 위한 자전거 도로를 설계할 경우 장거리 통행을 적극 장려함과 동시에 자전거로만 장거리를 모두 이동할 수 없는 이용자들을 위한 대중교통으로의 환승과 공용 자전거, 주차시설 등 다른 수단으로의 연계성을 고려한 설계가 이루어져야 한다.

자전거 도로는 자전거활성화를 통해 자동차 통행을 줄이고 소음, 대기 오염, 에너지 절약 등의 편익을 창출함으로써 외화의 소비를 절약하고 국민건강 증진에 보탬이 되어야 한다. 따라서 자전거 도로 설계 시 여러 가지 환경편익을 고려하여 친환경적인 건설이 되도록 해야 한다.

자전거경로는 목적지와 거리 등을 알려주기 위해 표지가 설치되어야 한다. 자전거 도로 지도는 경로와 자전거시설, 도로시스템 주변에 관련된 유익한 정보를 제공해야 한다. 지도와 표지의 정보는 목적지 지명과 다른 정보 등에 있어 일치되어야 한다.

3. 자전거 도로 개선방안 적용 및 분석

3.1 대상지역 선정

본 연구에서는 자전거 도로의 개선방안 분석 및 정보 제공을 위해 대상지역을 선정하였다. 연구대상 지역의 경우 자전거 도로의 경사가 큰 지역과 평지지역으로 지형에 따른 비교분석이 가능하고, 주거지역, 상업지역, 업무지역과 학교들이 혼재되어 있어 자전거 이용이 많

을 것으로 예상되는 지역들이며 버스, 지하철 등 대중교통과의 연계가 가능한 지역으로 대표적인 구도심인 인천광역시 시청권역과 대표적인 신도심인 송도지역을 연구대상지역으로 선정하였다. 다음 그림 1은 연구대상지역의 위치를 나타내고 있다.

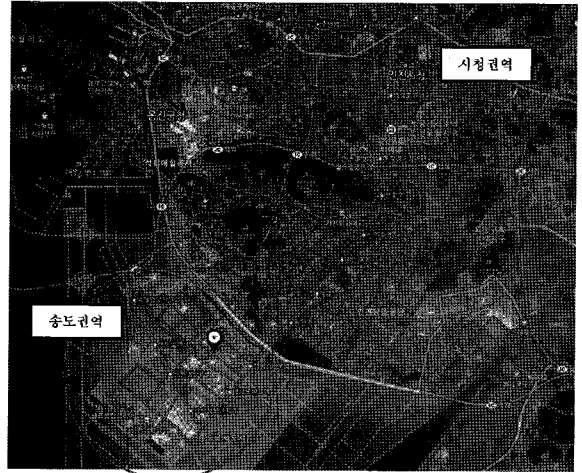


그림 1. 연구 대상지역

3.2 도로구조 개선방안 적용 및 분석

대상지역의 자전거 도로 구조의 문제점을 살펴보면 그림 2에서와 같이 자전거 도로의 연결성, 분리성, 시야 확보가 부족하고 좌회전 불가능 등의 문제점이 있음을 알 수 있었다.

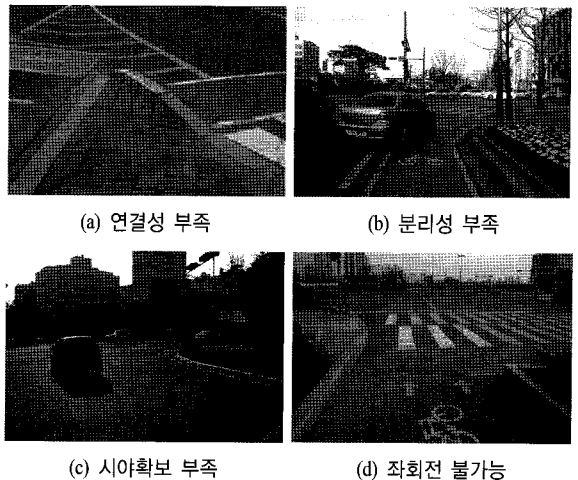


그림 2. 자전거 도로 구조의 문제점 사례

이와 같은 기존의 자전거 도로의 구조는 자전거이용자의 안전 및 편의측면에서 큰 문제점을 내포하고 있다. 이러한 자전거 도로 구조의 문제점을 개선하기 위해서는 우선 단일 노선별로 설계하기 보다는 구역별 또는 권역별 네트워크 설계를 통해 자전거 도로의 연결성이 확보 할 수 있도록 설계한다.

기존의 그림 3과 같이 식수대나 차선규제봉 보다는 그림 4와 같이 차선을 요철포장으로 도색하거나 그림 5와 표지병과 같은 분리시설의 설치를 통한 자전거 도로와 차도의 분리성을 확보하면서 야간에 차선이 잘 보이도록 그림 6과 같은 차선을 전반사 도로로 도색하거나 자전거 도로 자체를 노란색으로 도색하는 방안이 있다.

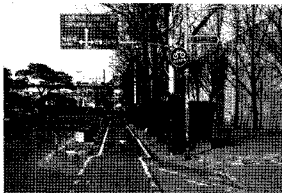


그림 3. 기존 분리 시설물 현황

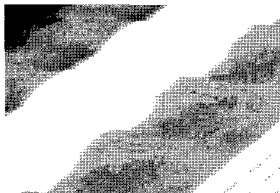


그림 4. 요철포장 도색 예시

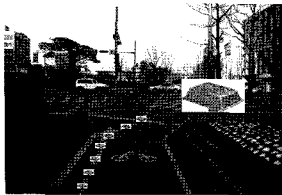


그림 5. 표지병 설치 예시



그림 6. 전반사 차선 도색 예시

또한 교차로 자전거 도로 설계 시 자동차와의 상호 충돌위험성이 크므로 교차로에서 자동차운전자가 자전거 이용자를 보고도 멈출 수 있는 정지시거가 확보될 수 있도록 그림 7과 같은 완충지역을 설치하도록 개선되어야 할 것이다.

3.3 신호체계 개선안 적용 및 분석

자전거 이용자가 도로를 횡단하거나 좌회전시 그림 8과 같이 신호체계가 없는 경우 보행자와 동시에 횡단하거나 무단으로 횡단하여하는 문제점들이 나타나고 있다.

자동차와의 충돌 없이 안전한 교차로 진입을 위해 필요한 경우 그림 9와 같이 자전거전용 신호등을 설치하도록 개선되어야 할 것이다. 또한 교통표지판으로 자전거 횡단이 우선적으로 규정되어 있는 교차로에서는 그림 7

에서와 같이 완충지역을 설치하여 자동차의 대기공간을 충분히 확보하며 자전거 우선권을 위한 안전표지 및 시설을 설치하도록 개선되어야 할 것이다.

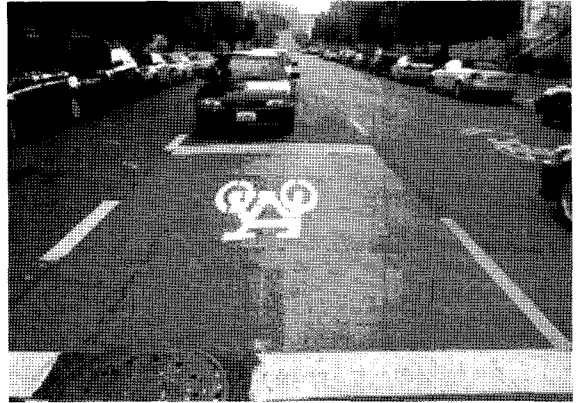


그림 7. 완충지역 설치 사례



그림 8. 신호체계가 없는 자전거 도로



그림 9. 자전거 신호등 설치 사례

3.4 교통안전 시설물 개선안 적용 및 분석

자전거 도로의 안전시설은 자전거 이용자의 안전과 원활한 주행을 도모하고 더 나은 도로 환경을 조성하기 위해 설치하는 시설로 대상지역에서는 그림 10과 같이 안전시설이 설치되어 있지 않거나 설치되어 있더라도 부실시공으로 인하여 자동차와 자전거의 충돌 사고가 예상된다.



(a) 안전시설 미설치 예시 (b) 안전시설의 부실시공 예시

그림 10. 교통안전시설 설치 문제점 사례

도로안전시설로는 방호울타리, 과속방지시설, 조명시설, 시선유도시설, 반사경, 자동차 진입 억제용 말뚝 등이 있으며 다음 그림 11과 같이 방호울타리를 설치하거나, 그림 12와 같이 과속방지턱을 설치하고 그림 13과 같이 야간 이용자를 위한 자전거 전용 LED 가로등을 설치하도록 개선되어야 할 것이다.

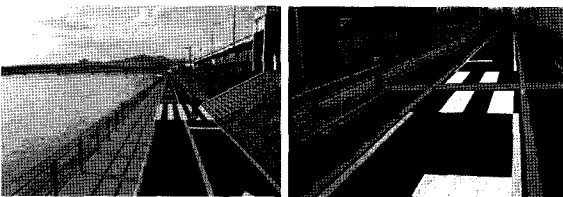


그림 11. 방호울타리 설치 예시

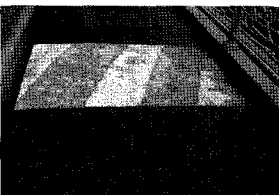


그림 12. 과속방지턱 설치 예시



그림 13. 자전거 도로 LED 가로등 예시

4. 대상지역 자전거 도로 정보제공 방안

4.1 GPS에 의한 자전거 도로 공간정보 획득 대상지역 자전거 도로의 노선 정보와 고도, 경사 등

지형적 조건을 분석하기 위해서 그림 14와 같이 VRS-GPS를 이용한 현황측량을 통하여 자전거 도로의 공간정보를 획득하였다.



그림 14. VRS-GPS에 의한 자전거 도로 위치정보 획득

GPS측량을 통해 획득된 자전거 도로의 위치정보를 분석하여 대상지역별 노선정보와 고도, 경사도를 분석하였다. 그림 15와 그림 16은 획득된 자전거도로의 위치정보와 노선정보를 나타내고 있다.

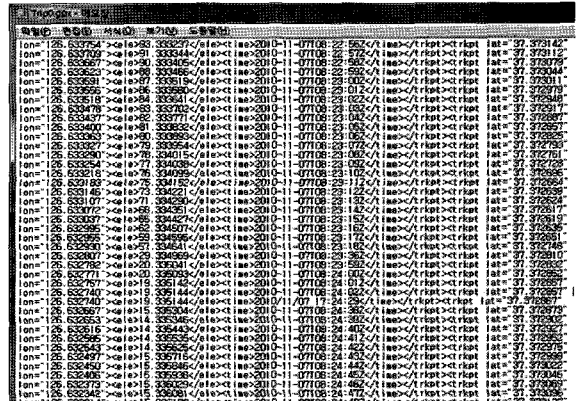


그림 15. 자전거 도로 위치정보

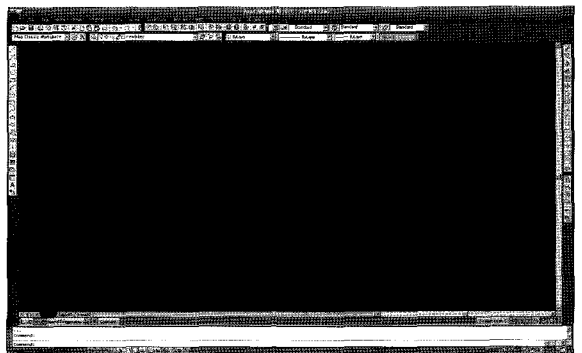


그림 16. 시청권역의 자전거 노선 정보

현황측량 결과 시청권역의 경우 최고점의 높이가 36.9m 이고 최저점의 높이가 약 8.1m로 28.8m의 표고차

를 나타내고 있었으며, 경사의 경우 최소 -9%에서 최대 12.7%로 나타나고 있었다. 다음 그림 17과 그림 18는 시청권역의 측정지점별 표고와 경사를 나타내고 있다.

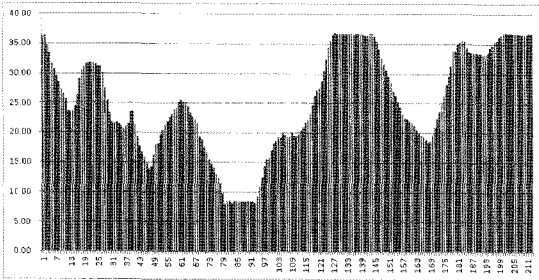


그림 17. 시청권역의 지점별 표고

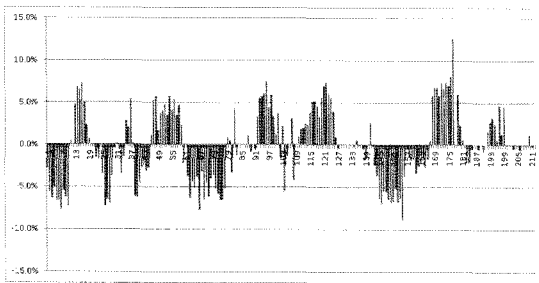


그림 18. 시청권역의 지점별 경사

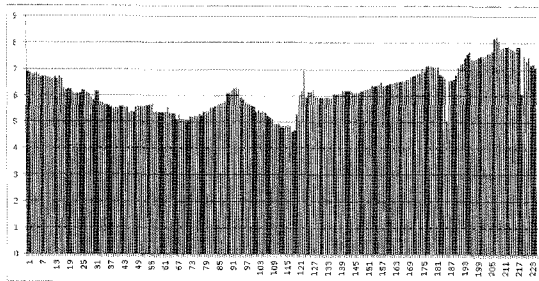


그림 19. 송도권역의 지점별 표고

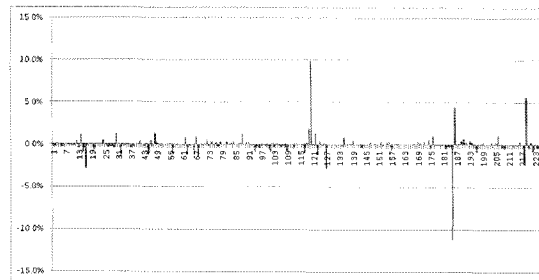


그림 20. 송도권역의 지점별 경사

현황측량 결과 송도권역의 경우 최고점의 높이가 8.2m 이고 최저점의 높이가 약 4.6m로 3.6m의 표고차를 나타내고 있었으며, 경사의 경우 최소 -11.2%에서 최대 9.9%로 나타나고 있었다. 다음 그림 19와 그림 20은 송도권역의 측정지점별 표고와 경사를 나타내고 있다.

4.2 GPS카메라를 이용한 현지조사

자전거 도로와 관련된 안전 및 편의정보 수집을 위해서 GPS 카메라를 이용한 현지 조사를 통해 자전거 도로 관련정보 획득하였다. GPS 카메라의 경우 사진자료에 GPS의 위치정보를 매칭시키는 기술로 사진촬영 시간과 GPS의 위치정보 획득 시간을 일치시킴으로서 사진촬영 시점에서의 위치를 파악 할 수있다. 그림 21은 본 연구에서 사용된 GPS 카메라의 구성 및 획득과정을 나타내고 있다.

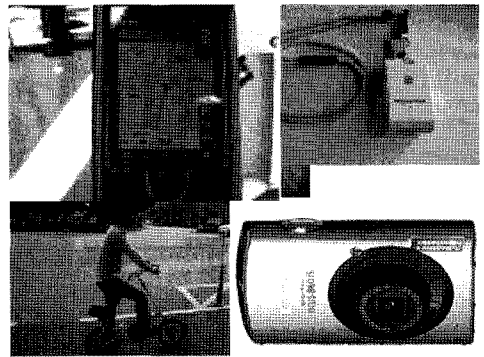


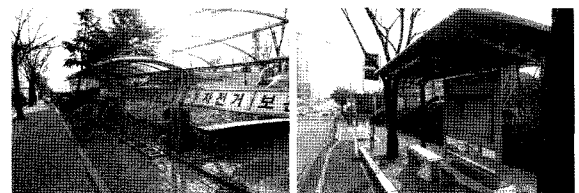
그림 21. GPS 카메라에 의한 관련정보 획득 과정

다음 그림 22는 현지 조사에 의해 수집된 자전거 도로 안전 및 편의관련 정보들을 나타내고 있다.



(a) 경사 구간 정보

(b) 편의점 정보



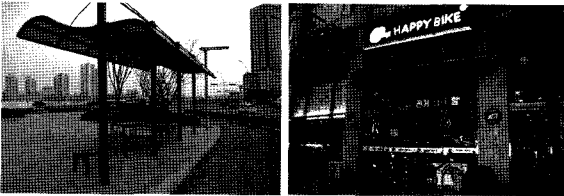
(c) 자전거 보관대 정보

(d) 버스정류장 정보



(e) 오르막 쉼터 정보

(f) 지하철역 입구 정보



(g) 자전거 쉼터 정보

(h) 자전거 대여 및 수리점 정보

그림 22. 현지조사에 의한 안전 및 편의관련 정보

그림 23은 GPS 카메라에 의해 획득된 자전거 도로 관련 정보와 영상지도를 매칭한 것을 나타내고 있다.

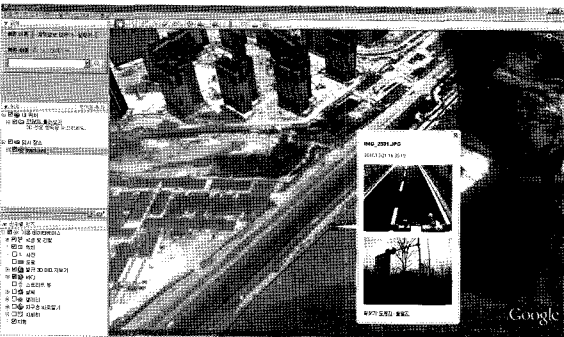


그림 23. GPS 카메라에 의한 자전거 이용정보의 매칭

4.3 GIS 데이터베이스 구축

현장측량 및 현지조사에 의해 획득된 자전거 도로의 노선정보와 GPS카메라에 의해 획득된 영상자료를 GIS 데이터베이스로 구축하였다. 다음 표 1은 자전거 도로 노선정보 제공을 위한 GIS 데이터베이스의 기본항목을 나타내고 있다.

다음 그림 24와 그림 25는 연구대상지역에서 획득된 자전거 도로의 노선 정보를 GIS로 데이터베이스화하고, 웹기반 서비스를 위한 KML 형식으로 변환하여 구글어스에 중첩한 화면을 나타내고 있다.

표 1. 자전거 도로 노선정보 제공을 위한 GIS DB 테이블

구분	설명
Angle	각도 라디안 값
Roadnum	도로 번호
Start	구간별 시작점의 표고
End	구간별 종점의 표고
Distance	구간별 거리
Slope	경사도(%)
Direction	방향(NE-북동, NW-북서, SE-남동, SW-남서)
Degree	방향-도 단위(동쪽이 0)



그림 24. 시청권역 노선정보



그림 25. 송도권역 노선정보

4.4 웹기반의 자전거 도로 정보제공

웹기반의 자전거 도로 정보 제공을 위해 3차원 자전거 도로 정보제공 시스템을 개발하였다. 자전거 도로 정보, 지하철 및 버스 연계 정보, 편의시설 정보 등 자전거 도로를 안전하고 편리하게 이용하기 위한 자전거지도 서비스시스템의 주요기능과 세부내용을 표 2와 같이 설계하였다.

표 2. 자전거지도 서비스시스템의 주요기능 및 세부 내용

구분	세부 사항	
자전거 도로 정보	시스템 소개	<ul style="list-style-type: none"> • 시스템의 소개 • 인천지역 자전거 도로 현황
	자전거 도로 정보 제공	<ul style="list-style-type: none"> • 자전거 도로 정보 검색 • 자전거 도로의 3차원 정보 제공 • 자전거 트래킹 정보 제공
	각종 추천 경로 제공	<ul style="list-style-type: none"> • 자전거 이동 추천 경로정보 검색
	탄소포인트 환산 정보	<ul style="list-style-type: none"> • 자전거 이용에 따른 탄소 절감 및 탄소포인트로의 환산에 대한 정보 제공
지하철 연계 정보	환승정보 검색	<ul style="list-style-type: none"> • 환승 가능 지하철 정보 제공 • 지하철의 기본 운행정보 제공
	빠른 환승 안내	<ul style="list-style-type: none"> • 인접지역 지하철 정보 제공 • 지하철 운행정보를 통한 신속한 환승 기회 제공
	편의시설 검색	<ul style="list-style-type: none"> • 자전거 이용 시 요구되는 각종 편의 시설 검색 • 자전거 주차장, 자전거 전용칸, 엘리베이터 및 에스컬레이터 정보 등
버스 연계 정보	환승정보 검색	<ul style="list-style-type: none"> • 환승 가능 정류소 정보 제공 • 버스의 기본 운행정보(노선 등) 제공
	빠른 환승 안내	<ul style="list-style-type: none"> • 인접지역 정류소 정보 제공 • 버스 운행정보를 통한 신속한 환승 기회 제공
	노선정보 검색	<ul style="list-style-type: none"> • 버스 노선 및 운행시간 검색
자전거편의 관련 정보	주변 수리점 검색	<ul style="list-style-type: none"> • 인접지역 자전거 수리점 검색
	대리점 및 대여소 검색	<ul style="list-style-type: none"> • 대리점 및 대여소 정보 제공 • 간단한 소개 정보 제공
	휴식공간 검색	<ul style="list-style-type: none"> • 자전거 운행 둘 휴식 공간 검색 • 음식점, 편의점 및 각종 편의 시설 등

탄소포인트 환산 정보는 자전거 이용에 따른 탄소 절감량과 탄소포인트로의 환산한 정보 제공해 줌으로써 자전거이용에 따른 온실가스 저감효과와 실적관리에 활용 할 수 있다.

자전거 이용자에게 자전거 도로의 상태 및 위험요소를 사전에 인식할 수 있도록 그림 26과 같이 자전거 도로의 상태정보를 제공하고, 그림27과 같이 교차로 정보, 그림 28과 같이 오르막차로 정보 등을 제공 한다.

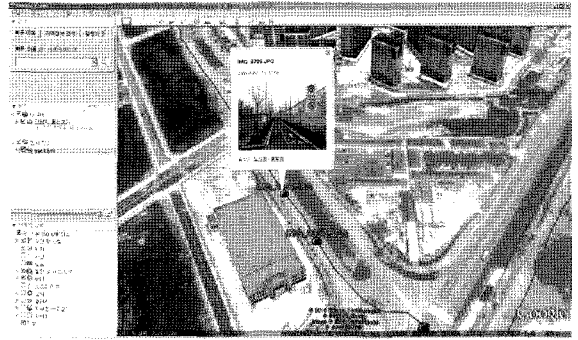
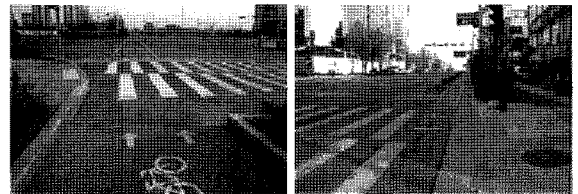


그림 26. 자전거 도로 상태 정보 제공



길찾기 도형지·출발지

길찾기 도형지·출발지

그림 27. 교차로 정보 제공

그림 28. 오르막구간 정보 제공

이용자 자전거를 타기전에 자전거 이용과 관련된 편의 정보는 사전에 인식 할 수 있도록 다음 그림 29와 같은 편의점과 자전거 보관대 정보, 그림 30과 같이 자전거 수리점 정보, 그림 31과 같은 쉼터 정보 등을 제공 한다.

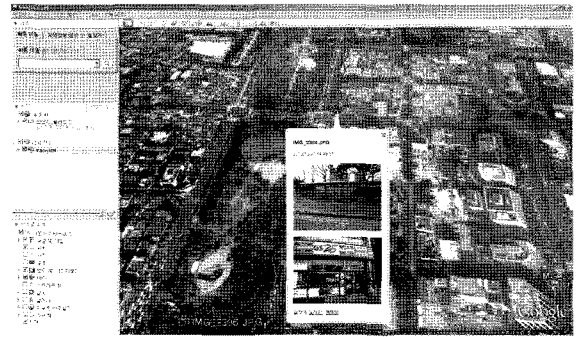
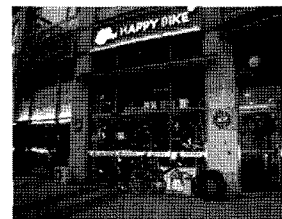


그림 29. 편의점 및 자전거 보관대 정보 제공



길찾기 도형지·출발지



길찾기 도형지·출발지

그림 30. 수리점 정보 제공

그림 31. 쉼터 정보 제공

자전거 이용자가 대중교통과 연계하기 위해 다음 그림 32와 그림 33과 같이 자전거와 타교통수단과 원활하게 연계될 수 있도록 지하철입구 및 버스정류 정보를 제공한다.

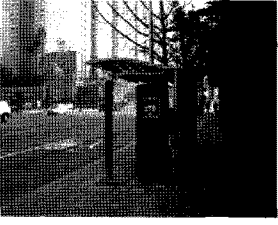


그림 32. 버스정류장 정보 제공

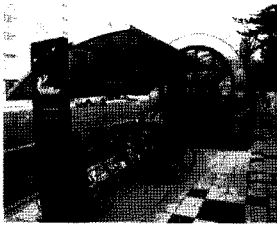


그림 33. 지하철 입구 정보 제공

그림 32. 버스정류장 정보 제공 그림 33. 지하철 입구 정보 제공

5. 결 론

이 연구에서는 자전거 이용 활성화를 위한, 주변 환경요소를 고려한 자전거 도로의 개선 및 정보제공방안을 연구하였으며 그 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 국내의 자전거 도로 설계 및 시공사례 분석을 통하여 자전거 도로 유형별 설계요소를 추출할 수 있었다. 즉 일반 교통류로부터 자전거를 분리하여 통행하도록 하는 자전거 전용도로, 자전거·보행자 겸용도로, 노상 자전거 도로, 신호교차로와 도시가로상의 자전거 도로로 구분되며 각 유형별로 자전거의 통행 특성을 고려한 설계요소가 필요함을 알 수 있었다.

둘째, 자전거 이용자가 안전하고 원활하게 통행할 수 있도록 자전거 도로에 대한 설계제원, 용량, 설계속도, 시설한계, 자전거 도로의 분리, 폭원, 정지시지, 곡선반경, 오르막차로, 교차로, 포장 등에 대한 최적설계가 이루어져야 하며, 안전표지, 위험방지용 분리시설 등을 통한 완충작용을 할 수 있는 시설물로 경계를 표시하여 교통수단별 이용자 간의 분리가 이루어져야 함을 알 수 있었다. 또한 교차로 구간이나 횡단보도 등에 자전거 도로 전용시설이 별도로 설계되어야 한다.

셋째, 편리한 자전거 도로 건설을 위해서는 최소한 자전거 이용자 한사람에게 필요한 주행공간이 확보되어야 함을 알 수 있었다. 또한 우선적으로 고려할 사항은 출발지와 목적지가 네트워크화 되도록 연속적인 노선설계를 통해 자전거 도로 간의 연결성이 확보되어야 함을 알 수 있었다.

넷째, 안전하고 편리한 자전거 이용을 위해서는 자전거 도로의 안전 및 편의 정보가 제공 되어야 함을 알 수 있었다. 즉, 자전거 도로 유형, 경사, 제한속도, 신호등, 안전시설물 위치, 교차로 등의 안전관련 정보와 최적노선, 편의시설 위치, 대중교통 연계정보, 통행량 등의 편의정보를 제공 할 필요가 있다.

감사의 글

본 사업이 교육과학기술부와 지식경제부의 2단계 산학협력중심대학육성사업의 성과의 일부로 연구를 지원 해주신 교육과학기술부와 지식경제부에 감사드립니다.

참고문헌

강재구 (2009) 자전거 여행탐방의 설득 메시지와 설득원의 효과 및 영향분석, 석사학위논문, 동국대학교.

국토해양부, 행정안전부 (2010), 자전거 이용시설 설치 및 관리 지침, 국토해양부, 행정안전부.

국토해양부 (2009), 자전거 도로 시설기준 및 관리지침, 국토해양부

국토해양부 (2009), 4대강 살리기 마스터플랜, 국토해양부.

손영태, 이진각 (2008), 자전거 도로 건설에 따른 편익항목 계량화 방안, 한국도로학회 제 10권, 제 1호, pp. 38-50.

신희철, 강지원 (2009), 4대강 정비사업과 연계된 하천변 자전거 도로 건설을 위한 기초연구, 한국교통연구원.

신희철, 이훈기 (2008), 녹색성장을 위한 자전거 중심 교통체계 구축방안: 도로 다이어트를 중심으로, 한국교통연구원.

임영태, 백남철, 이재영, 박재현 (2008), 자전거 이용 활성화 방안 연구 - 자전거 이용 활성화 정책의 성과 지표 개발을 중심으로, 국토연구원.

유동현 (2010), 도로부문 온실가스 배출량 산정방법, 도로정책브리프 제 30호, pp. 5-6.

한국환경정책평가연구원, 한국교통연구원 (2007), 환경친화적 자전거문화 정착 연구, 한국환경정책평가연구원, 한국교통공단.

도로교통공단, 도로교통공단 교통사고 통계검색:
<http://www.rota.or.kr/taas/report3.jsp>

서울시, 서울시 자전거 지도 :
http://www.coolsite.co.kr/bike/contents/sub_seoul_map.php