자전거 이용자의 이용목적에 부합하는 자전거 전용도로 설계에 관한 연구

Design of the bicycle road networks concerning the bicycle users' purposes

이재빈¹⁾ · 허용²⁾

Lee, Jeabin · Huh, Yong

Abstract

As a solution for environmental problems caused by increasing number of vehicles, it is encouraged to use a bicycle as an environment-friendly transportation method. To vitalize the bicycle usage, it is a necessary to construct bicycle roads that are safe and suitable for users. Based on the previous research results, we assume the main purposes of bicycle usages are mainly local leisure activity and school commuting. Thus, the proposed method finds the shortest link between the existing bicycle road network and bicycle usage facilities such as leisure activity places or schools over public road network. Then, we carry out the RTK DGPS survey for the candidate links, and analyze the slopes of them. When the slope of a found link is larger than a threshold, an alternative link is re-found for the safety and convenience of a bicycle user. The proposed method is applied to the real bicycle road network in Mokpo, Chunnam and the results are discussed.

Keywords : Bicycle road networks, Dijkstra algorithm, RTK DGPS surveying, User convenience and safety

초 록

증가하고 있는 자동차로 인하여 발생하는 환경 문제의 해결방안으로 친환경 교통수단으로서의 자전거 이용이 권장되고 있다. 자전거 이용의 활성화를 위해서는 자전거 이용자의 이용목적에 반영할 수 있는 연결성과 안전성을 확보한 자전거 전용도로의 구축이 요구된다. 본 연구에서는 자전거 도로 이용자에 대한 설문조사 결과를 바탕으로 자전거의 주요 이용목적에 통학용 및 레저용으로 설정하고, 이와 관련된 시설물들을 Dijkstra 알고리즘을 활용하여 기 구축된 자전거 도로와 최단거리로 연계할 수 있는 방안을 도출하였다. 또한 탐색된 네트워크에 RTK DGPS 측량을 실시하여 3차원 좌표를 획득하고 이를 바탕으로 자전거 전용도로의 링크별 경사를 측정하였다. 측량된 경사를 활용하여 일정 경사 이상의 링크를 배제하고 우회도로를 탐색하는 방안을 적용하여 이용자의 편의와 안전을 확보하였다. 전라남도 목포시를 대상으로 제안된 방법을 적용하여 결과를 분석하였다.

핵심용어 : 자전거 전용도로, Dijkstra 알고리즘, RTK DGPS 측량, 사용자 편의와 안전

1. 서 론

경제성장 및 국민소득의 증가로 자동차는 매년 꾸준히 증

가하고 있으며, 이로 인해 교통 혼잡, 환경오염, 물류비용 증가 등 여러 가지 심각한 교통문제들이 발생하고 있다. 이러한 문제들에 대한 해결방안으로 정부에서는 교통문제 해소와 에

1) Regular Member, Dept. of Civil Engineering, Mokpo National University (E-mail:lee2009@mokpo.ac.kr)

2) Corresponding Author, Regular Member, Engineering Research Institute, Seoul National University (E-mail:huhong78@gmail.com)

너지 절약, 국민 건강 증진이라는 취지와 더불어 1998년부터 2020년까지 자전거 교통수단분담률을 20%로 끌어올린다는 목표 하에 단계별 추진 계획을 수립하여 시행하고 있다. 특히 1995년 “자전거 이용 활성화에 관한 법률”을 제정하여 지자체 별 자전거 이용시설의 정비계획을 수립하도록 하였다. 이에 많은 지자체에서도 전담부서를 설치하여 자전거 이용 활성화에 노력을 기울이고 있으며 유럽수준³⁾의 자전거 이용률을 목표로 전국에 자전거 도로 구축을 추진 중에 있다. 대표적인 예로 서울시에서는 자전거가 생활 속의 녹색교통수단으로 자리 잡을 수 있도록 자전거이용 활성화 종합계획을 마련하여 자전거 전용도로망 구축, 자전거 친화 지역조성 및 자전거 이용 활성화 프로그램을 마련하여 시행하고 있다.

하지만 이러한 노력에도 불구하고 자전거도로 이용률은 매우 저조한 것이 사실이며, 자전거 교통수단분담률은 투자대비 효율에서 큰 성과를 도출하지 못하고 있다(Kim, 2011). 국가 통계포털 인구주택총조사에 따르면 현재 12세 이상 통학/통근 인구의 전국기준 자전거 교통수단분담률은 1.6%로 매우 저조한 편이다(KOSIS, 2013). 반면 도로교통공단의 2004년부터 2008년까지 통계자료에 의하면 전체 교통사고는 2004년 220,755건에서 2008년 215,822건으로 감소하고 있음에도 불구하고 자전거 관련 사고는 2004년 645건에서 2008년 2,130건으로 크게 증가하는 추세에 있다(KoROAD, 2013). 자전거의 이용이 기대만큼 활성화 되지 못하고 있음에도 불구하고 자전거 교통사고 건수가 증가하는 원인은 자전거 이용자의 이용목적과 안전성을 확보하지 못한 자전거 전용도로의 설계 및 건설을 하나의 주요한 원인으로 들 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 국토교통부는 “자전거도로 시설기준 및 관리지침”에서 자전거 교통특성을 반영한 노선계획, 지역특성을 반영한 설계, 안정성을 고려한 설계, 연계성을 높이는 설계, 녹색생태에 기여하는 설계를 자전거 전용도로의 기본적인 설계원칙으로 제시하고 있다(MOLIT, 2009). 또한 한국환경정책평가연구원은 자전거 전용도로망을 구축하는 과정에서 일상통행의 경우 통행시간의 최소화, 비일상 통행의 경우 안전성, 쾌적성, 경관미 등의 요인을 고려할 것을 권고하고 있다(KEI, 2007). 이러한 정책 방향과 마찬가지로 자전거도로의 안전성과 연결성에 관련된 다양한 연구가 수행되었다. Moon(2007)과 Choi et al.(2011)은 사례조사 및 설문조사를 통하여 경사와 같은 지리적 요소와 관련된 안전성을, Shin(2009)은 자전거 이용의 수요가 발생하는 지점을 효과적으로 접근할 수 있는 연결성의 중요성을 제시하였다. Im et al.(2010) 역시 자전거 이용자들의 만족도에 영향을 미치는 요인들을 분석한 결과 안전성과 연결성을 주요 요인으로 도출하였다. 이후 Kang and Kim (2011)은 지역

별로 자전거 이용의 목적이 상이하다는 점을 고려하여 주거지역에는 안전성과 연결성, 상업지역에는 연결성 그리고 공업지역에서는 안전성이 중요하다고 지적하였다.

하지만 아직 이들 연구들에는 어떤 분석 방법을 어떤 자료에 적용함으로써 연결성과 안전성을 확보할 수 있는 노선을 설계할 수 있는지에 관한 방법론이 제시되지 않고 있다. 본 연구에서는 연구대상지역의 설문조사 결과를 바탕으로 자전거의 주요 이용 목적을 통학용 및 레저용으로 설정하고, 이와 관련된 시설물들을 기 구축된 자전거 도로 네트워크와 최단 경로로 연계하는 노선을 탐색하는 방안을 제안한다. 또한 RTK DGPS 측량자료를 이용하여 탐색된 노선의 경사를 측정, 일정 경사 이상의 구간을 배제한 우회도로를 탐색함으로써 연결성과 안전성을 충족시키고자 한다. 제안된 방법은 전라남도 목포시를 대상으로 적용하여 결과를 분석하고자 한다.

2. 연구 범위 및 방법

2.1 연구 흐름도

본 연구는 전라남도 목포시를 대상으로 Fig. 1과 같은 방법으로 기존 자전거 전용도로에 신규 추가되어야 하는 자전거 도로 네트워크를 탐색하였다. 목포시민을 대상으로 수행된 조사 결과 자전거 이용 목적은 레저·스포츠 36.2%, 통학 및 통근 34.2%, 쇼핑 8.7% 등의 순으로 조사되었다⁴⁾. 따라서 본 연구에서는 연구 대상지역에서 자전거를 이용한 이동 수요가 높은 학교와 공원을 기존 자전거 전용도로 네트워크에 효과적으로 연결하기 위한 신규 건설되어야 하는 경로를 기존 자동차 도로 네트워크로부터 최단 경로 분석을 적용하여 도출하였다. 초기 도출된 네트워크에 대해 RTK DGPS 측량을 실시

Fig. 1. Flowchart of the study

3) 현재 자전거 선진국인 일본의 자전거 교통분담률은 25%, 독일은 26%, 네덜란드는 43%에 이른다(MOLIT, 2006).

4) 2008년 8월에 실시되었으며 총 526명의 목포시민에 대해 설문조사를 수행하였음(Mokpo city, 2008)

하고 취득된 구간별 3차원 지형자료를 이용하여 경사를 분석한 뒤, 일정 경사 이상인 구간은 제거하고 다시 우회도로를 탐색하는 최단 경로 분석을 수행하였다.

2.2 신규 자전거 도로 네트워크 건설 경로 탐색

2.2.1 현재 자전거 전용도로 및 시설 분석

목포시는 자전거 이용활성화 기본계획에 의해 2008년까지 사업비 13,988백만원을 투자하여 구간선도로를 중심으로 자전거 도로 112.576km를 개설하고 자전거 보관대를 2,190대를 설치하였다. 목포시 전체를 아우르는 구간선도로 위주로 자전거 전용도로가 건설되어 시민들의 자전거 활용을 위한 기본적인 네트워크를 제공하고 있으나 실제 목포시민들의 자전거 이용목적에 부합하는 연결성은 확보하지 못하고 있다. 선행연구의 설문조사 결과 목포시민의 자전거 활용목적은 주거지와 학교를 이동하는 통학과 공원과 같은 시설을 이동하기 위한 레저분야가 대부분을 차지하고 있다. 따라서 현재 목포시 자전거 이용활성화에 가장 효율적인 자전거 전용도로 건설은 학생들의 통학과 도시공원을 연결할 수 있는 이동로를 자전거 전용도로를 활용할 수 있도록 연결성을 확보하는 것이다. 현재 목포 시내 학교 수는 초등학교 29개소, 중학교 15개소, 고등학교 17개소, 대학교 3개소를 포함 총 64개소이며, 공원의 개수는 결정고시가 된 121개소 중 조성이 완료되었거나 일부 조성되어 이용이 가능한 공원이 총 83개소로 조사되었다. 다음 Fig. 2는 현재 건설되어있는 목포시 자전거도로 현황과 학교 및 공원 시설들의 분포를 보여준다.

Fig. 2. Current bicycle road network, schools and parks in Mokpo

본 연구에서는 이들 시설물들을 기존 자전거 전용도로와 최단 경로로 연결할 수 있는 네트워크를 구성하였다. 이 때 대

상이 되는 시설물은 목포시 전체 학교 64개소 중 56개소, 공원 83개소 중 자전거 보관대가 설치되었거나 설치 예정이 있는 일정한 규모 이상의 18개소를 대상으로 하였다. 일반적인 최단 경로 탐색은 네트워크의 두 지점을 연결하는 경로를 탐색한다. 하지만 본 연구의 대상이 되는 학교 및 공원 시설물들은 두 개 이상의 지점을 통하여 자전거 이용자가 출입하는 것이 가능하다. 따라서 최단 경로 탐색의 기준이 되는 지점들을 각 시설물에서 정의해야 한다. 본 연구에서 통학로의 경우 학교의 정문 또는 후문을 기존 자전거 도로와 연결하기 위한 지점으로 결정하였으며, 공원의 경우 대부분 개방형 구조를 가지며 진입 가능한 경로가 매우 다양하기 때문에 자전거 주차장이나 보관대가 설치되었거나 설치될 지점을 이용하였다.

2.2.2 최단 경로 탐색 결과를 이용한 신규 자전거 도로 네트워크 설계

```

S ← {v}
for every w ∈ G
    dist[w] ← weight[v][w]
end

while |S| < |G|
    u ← w not in S with min. dist.
    S ← S ∪ {u}

    for each z adjacent to u and not in S
        if dist[u] + weight[u][z] < dist[z]
            dist[z] ← dist[u] + weight[u][z]
        end
    end
end

S : vertex set of shortest path
G : vertex set of network
v : starting vertex
w, u, z : vertex of network
dist : shortest distance array

```

Fig. 3. Pseudocode of Dijkstra algorithm

본 연구에서는 최단경로 탐색을 위해 Dijkstra 알고리즘을 활용하였다(Chon, 2005). Dijkstra 알고리즘은 Fig. 3과 같은 과정을 통하여 네트워크 상에서 하나의 정점으로부터 다른 정점까지의 최단 경로를 탐색한다. 먼저 시작 정점 v 로부터의 최단 경로가 이미 탐색된 정점들의 집합을 집합 S 라고 가정한다. Dijkstra 알고리즘은 시작 정점에서 집합 S 에 있는 정점만을 거쳐서 다른 정점으로 가는 최단 거리를 기록하는 배열이

필요한데, 이 배열을 dist로 표현한다. 만약 S에 시작 정점 v만이 포함될 경우 $\text{dist}[v]$ 의 값은 0이며, v와 직접 연결된 정점 w들의 $\text{dist}[w]$ 에는 v와 w를 연결하는 경로의 거리가 저장된다. 반면 직접 연결되지 않은 정점들의 $\text{dist}[w]$ 에는 무한대값인 ∞ 가 저장된다. 집합 S에 네트워크의 모든 정점들이 포함될 때까지 S는 확장되는데, S에 포함되지 않는 정점 w 중에서 s와의 거리가 가장 짧은 노드 u가 하나씩 추가된다. 이렇게 S가 확장되면 u와 연결된 정점 중에서 S에 포함되지 않는 나머지 정점들로의 최단 경로 거리를 수정하게 된다. 즉 기존의 S에 포함되는 어떤 정점에서 직접 이동하는 거리보다 u를 경유하여 이동하는 거리가 짧을 경우 짧은 경로의 거리로 $\text{dist}[w]$ 를 수정한다. 이 과정을 반복함으로써 시작 정점 v에서 나머지 정점까지의 최단 경로 거리를 모두 얻게 되며, 각각의 최단 경로 거리를 얻는 과정에서 경유한 정점들의 순서를 기록함으로써 최단 경로를 얻게 된다.

Dijkstra 알고리즘을 적용하는 과정에서 3.1절에서 언급한 바와 같이 학교 및 공원의 출입구는 두 개 이상인 경우가 발생할 수 있지만 하나의 경로로 기존 자전거 도로 네트워크와 연결되는 것이 타당하다. 본 연구에서는 모든 출입구에서 기존 자전거 도로 네트워크와의 최단 경로를 탐색한 뒤, 동일한 학교 또는 공원에서 탐색된 경로 중에서 가장 짧은 경로만을 선택한다. Fig. 4의 학교에는 두 개의 출입구가 있으며, 각각 최단 경로가 탐색되었으며, 이중 E_1 에서의 최단경로가 더 짧기 때문에 이 경로를 선택하게 된다.

Fig. 4. Shortest path among two entrances

2.2.3 탐색된 최단 경로의 경사 분석

자전거 이용 시 경사가 심한 구간에서는 자전거 사용자에게 불편을 초래할 수 있으며 경사로에서 속도를 이기지 못하고 차도로 침범할 경우 큰 사고가 발생할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 자전거 전용도로 설계 시 일정 경사 이상의 구간

을 제외하고자 하였다. 이를 위해 2.2.2절에서 탐색된 초기 경로에 대해 RTK DGPS 측량을 실시하고 네트워크의 링크별 도로 경사를 측정하였다. 본 연구에서는 안전성을 고려하여 행정안전부 자전거 이용시설 설치 및 관리 매뉴얼(MOSPA, 2010)의 기준을 적용하여 평균경사 10% 이하의 도로에서만 신규 자전거 도로를 건설한다는 조건을 부여하고 만약 초기 탐색된 최단 경로의 링크들 중에 10% 이상의 구간이 포함될 경우, 이 구간을 제외한 나머지 도로 네트워크에서 최단 우회 경로를 재탐색하였다.

3. 실험 및 분석

본 연구의 공간적 범위는 목포시이며, 목포시 수치지형도(축척, 1:1,000)와 도시계획도면(축척, 1:1,200)을 활용하여 네트워크를 구축하였다. 자전거 노선은 기존 인도 및 보차혼용 도로의 일부를 자전거 전용 구간으로 지정하는 경우가 대부분이다. 따라서 수치지형도 실효도로 레이어의 양단을 선형 객체로 추출한 뒤, 네트워크를 구성하였다. 내용적 범위로는 현재 목포시 자전거 이용활성화에 가장 경제적이고 효율적이라고 여겨지는 학생들의 통학로와 도시공원과의 연계를 위한 자전거 도로 네트워크를 구축하였다. 통학로 네트워크 구축 시에는 기 개설된 자전거 도로를 최대한 활용하여 학교의 정문이나 후문과 최단거리로 연결하고, 아파트 단지가 있는 곳은 단지 내 도로를 이용하고자 하였다. 도시공원 연결로 네트워크 구축 시는 근린공원은 개방형으로 입구가 다채로움으로 자전거 주차장이나 보관대를 설치할 곳을 기준으로 네트워크를 구축하였으며, 어린이공원 등 공원입구가 제한적인 곳은 공원입구를 기준으로 구축하였다. 다음의 Fig. 5는 제안된 방법으로 탐색된 초기 자전거 전용도로이다.

Fig. 5. Found and current bicycle road network

제안된 방법에 의하여 탐색된 자전거 도로 구간으로 총연장은 11.578km이며, 이는 현재 목포시 자전거 전용도로 총연장인 112.576km의 8.6%에 해당한다. Fig. 6과 7은 이들 구간 중 일부를 목포시 도시계획도면에 표시한 결과를 보여준다. 먼저 Fig. 7은 도시계획도면 54 지역으로 영흥 고등학교, 하당 초등학교, 한빛 초등학교, 목포중앙 여자중학교가 위치하고 있다. 기존 자전거 도로로는 구획정리가 된 지역의 특성상 대로를 따라 건설되어 있지만 이들 학교는 구획의 안쪽에 주로 위치하고 있어 기존 자전거 도로 네트워크와 직접 연결되지 않고 있었다. 제안된 방법은 이 네트워크로부터 영흥 고등학교 정문으로 약 50m, 하당 초등학교 정문으로 약 100m, 한빛 초등학교 정문으로 약 100m의 이면도로를 경유하여 약 50m, 중앙여자중학교 정문으로 약 200m의 자전거 도로 구간을 신설함으로써 이들 학교와의 연결성을 최소 비용으로 확보할 수 있는 경로를 탐색하였다.

Fig. 6. Examples of found bicycle road networks for schools

Fig. 7. Examples of found bicycle road networks for parks

Fig. 7은 도시계획도면 56번 지역으로 옥암수변 생태공원과 부흥산 근린공원이 위치하고 있다. 이 지역에는 근린공원

아래를 동서로 가로지르는 자전거 도로 네트워크가 존재한다. 제안된 방법으로 탐색한 결과 부흥산 근린공원 입구는 자전거 도로 네트워크가 구축되어 있는 반면, 생태공원에서는 기존 네트워크를 연결하기 위한 경로를 탐색할 수 있었다.

초기 탐색된 자전거 전용도로에 대해 RTK DGPS 측량을 실시하고 측량성과를 바탕으로 경사 분석을 실시하였다 (Fig. 8). 측량을 위해 WIFI망과 이동통신사의 무선데이터망을 활용하여 국토지리정보원에서 제공하는 VRS(Virtual Reference Station) 서비스를 활용하였으며, 사용된 장비는 TOPCON사의 GMS-2 PRO GPS수신기와 외부안테나를 활용하였다(Table 1).

Table 1. TOPCON GMS-2 PRO specification

GPS Signal		GPS L1/GLONASS L1 Carrier Phase, C/A Code
Real-time adjustment method		WAAS, EGNOS, MSAS, BEACON
Accuracy	Real-time DGPS	RMS: sub-meter
	Post-process DGPS	RMS: 50cm
I/O Interface		Bluetooth, External antenna port, etc.

Fig. 8. RTK DGPS surveying data samples of road network

경사 분석결과 대부분의 구간은 경사가 10% 미만이었지만 일부 구간의 경우 10% 이상의 급격한 경사로 인하여 자전거를 이용하여 주행할 경우 사용자가 불편함을 느낄 수 있으며 또한 사고의 위험성이 존재한다. 이에 본 연구에서는 사용자의 편의성과 안전성을 고려하여 경사 10% 이하의 도로에서만 신규 자전거 전용도로를 건설한다는 조건을 부여하였다. 구간별 경사 분석결과 주로 고지대인 서산초등학교, 명도복지관 근린공원, 미향초교, 향도여중 부근의 자전거 전용도로에

서 경사가 10% 이상인 구간이 검색되었다. 따라서 위의 4개구간을 우회하여 도로를 재탐색하고 결과를 분석하였다. 경로 재탐색 결과 서산초등학교, 미향초교, 향도여중의 경우는 목표지점에 대한 진입 구간이 1개만 존재하는 경우로 우회도로가 탐색되지 않았지만 Fig. 9의 명도복지관 근린공원의 경우 탐색된 우회도로를 따라 목적지인 공원에 진입하는 경로가 재탐색되었다.

Fig. 9. Found alternative path

4. 결론

자전거 전용도로의 건설 시 일반적인 경우 자전거 사용자의 요구를 반영하기 보다는 주요 도로를 따라 자전거 도로 네트워크가 구축되고 있다. 이에 본 연구는 사용자의 편의성과 안전성을 확보하기 위해 기 구축된 자전거 도로 네트워크와 자전거를 이용한 이동 수요가 높은 학교와 공원을 효과적으로 연결하기 위한 신규 구간을 탐색하였다. 이를 위해 최단 경로로 이들 시설물과 자전거 도로 네트워크를 연결할 수 있는 경로를 탐색하였으며, 편의성을 충족시키기 위하여 탐색된 네트워크의 링크별 경사를 측정하고 일정 경사 이상의 구간을 제외하고 탐색하였다. 본 연구를 통해 통학로와 도시공원 연결로 자전거 전용도로 구축이 자전거 이용자의 안전성과 편의성을 확보함으로써 자전거 이용활성화 측면에서 효율적임을 살펴보았다. 이는 향후 자전거 네트워크 설계 시에 사용자의 이용목적을 고려하여 설계한다는 개념의 도입을 통해 교통 이용자들이 교통수단을 승용차에서 자전거로 전환할 수 있

는 계기가 될 수 있을 것이라 기대된다. 하지만 제안된 방안은 거리와 경사만을 이용하여 자전거 도로의 신규 건설 구간만을 탐색하고 있다. 실제 자전거 도로를 건설하기 위해서는 자전거 전용 도로를 건설할 수 있는 여유 공간의 확보 여부, 횡단 보도 및 육교 등의 교통시설물과의 연계 등 다양한 인자를 고려해야만 한다. 따라서 향후 연구에서는 다기준 의사결정 기법을 적용하여 이들 인자들을 종합하여 실무적인 측면에서 최적화된 건설 구간을 탐색하고자 한다.

Acknowledgement

본 논문은 2010학년도 목포대학교 교내연구비 지원에 의하여 연구되었음.

References

- Choi, B.G., Park, H.K. and Na, Y.W. (2011), A study on the design improvement and information service of bicycle road considering environmental factor, *Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry, and Cartography*, Vol. 29, No. 1, pp. 11-20. (in Korean with English abstract)
- Chon, I.G. (2005), *Data structures in C*, Life and Power Press, Seoul.
- Im, J.B., No, R.R, Hong, J.Y. and Lee, S.B. (2010), Bikeway vitalization countermeasures using bikeway user satisfaction model, *Journal of Korean Society of Transportation*, Vol. 28, No. 5, pp. 163-172. (in Korean with English abstract)
- Kang, K.M. and Kim, E.C. (2011), Developing bike road design alternatives considering land user characteristics, *Journal of the Korean Society of Road Engineers*, Vol. 13, No. 3, pp. 93-102. (in Korean with English abstract)
- KEI (2007), *A Study on the Establishment of Environmental Friendly Bicycle Culture*.
- Kim, S.C.(2011), A study on bicycle road network design strategies for activating the use of bicycles, Master dissertation, Mokpo National University, Rep. of Korea.
- KoROAD, URL:<http://www.koroad.or.kr> (last date accessed : 15 June 2013)
- KOSIS, URL:<http://www.kosis.kr> (last date accessed : 15 June 2013)

- Mokpo city (2008), *A General Plan to Increase Bicycle Use in Mokpo*.
- MOLIT (2006), *A study on the Activation of the Bicycle Utilization*.
- MOLIT (2009), *Facility standards and maintenance guides on bicycle road*.
- MOSPA (2010), *A manual for the development and of maintenance on bicycle usage facilities*.
- Moon, D.S. (2007), *A Study on Method to Increase Bicycle Use in Daejeon*, Master dissertation, Hanbat National University, Rep. of Korea.
- Shin, H.C. (2009), National bicycle policy direction-centered on bicycle road design, *Bicycle Policy*, pp. 14-28.

(Received 2013. 08. 29, Revised 2013. 10. 04, Accepted 2013. 10. 21)