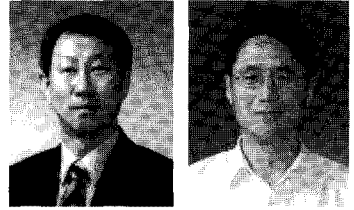


도시부 자전거전용도로의 설계



김 성 탁 | 정회원 · 국토해양부 첨단도로환경과장

백 남 철 | 정회원 · 한국건설기술연구원 책임연구원

1. 개요

최근 저탄소 녹색성장을 위한 정부정책의 일환으로 자전거가 부각되고 있으나 통근 통학 등 생활 목적보다는 레저·스포츠 목적이 훨씬 큰 비중을 차지하고 있다. 또한, 우리는 최근 자전거사고가 가파르게 증가하고 있음에 주목할 필요가 있다. 전체 교통사고는 연평균 약 3%씩 감소하고 있음에도 불구하고, 자전거 관련사고는 자전거가 피해자인 경우(8.1%)와 가해자인 경우(29.8%) 모두 증가 추세에 있는 것이다. 자전거 이용이 활성화되지 못하면서도 사고가 늘어나는 원인에는 다양한 요인들이 있으나, 가장 큰 이유는 자전거를 안전하고 편리하게 이용할 수 있는 도로시설이 미흡하다는 것이다. 우리나라는 자전거보행자겸용도로의 형태가 89%를 차지할 정도로 천편일률적인 자전거도로를 설치해 왔다.

이를 위하여 기존도로에서 범정 폭보다 넓게 설치된 차로나 보도의 폭을 줄이는 방식으로 '도로 다이어트'를 실시하여 남은 공간에 자전거 전용차로를 설치하는 등 자전거 선진국과 같이 차도 위 자전거전용도로 등으로 다양화할 필요가 있다. 이 글에서는 국

내 자전거전용도로의 현황 및 문제점을 진단하고, 해외사례를 검토하여 국내 도로교통 환경 특성에 적합한 자전거전용도로 유형을 제시하고자 한다. 단, 공간적으로 도시부 자전거도로에 한정하여 논하고자 한다.

2. 우리나라 도시부 자전거전용도로의 역사

1970년대까지 우리나라에서 자전거는 시민들의 교통수단이였다. 당시 서울시 남부순환도로, 시흥대로, 천호대로, 테헤란로 등에는 '식수대(植樹帶)로 분리된 자전거도로'가 있었다. 하지만 자전거이용이 줄어들고, 교통체증이 심해지자 차도로 흡수되었다. 그럼 1은 지금까지 창원시에 남아있는 1970년대에 주로 설치되었던 자전거전용도로 유형이다. 지금도 중국에서는 이러한 형태의 자전거전용도로가 설치되고 있다.

1980년대 말 자전거대수는 590만대였고 자동차대수는 339만대에 불과했다. 그로부터 몇 년 지나지 않은 1993년 4월부터 자동차 등록대수는 자전거 대



그림 1. 1970년대 자전거 전용도로

수(당시 650만대)를 앞질렀다. 1995년 '자전거이용 활성화에 관한 법률'이 제정되었을 때, 자전거 교통수단 부담률은 전국 3%, 서울은 0.8%, 자전거도로 총 길이는 120km이었다. 당시 일본 6만6,680km, 독일 1만5,000km에 비하면 매우 열악한 수준이다.

1995년이래 2007년까지 자전거 이용시설 확충에 총 1조 2,432억원을 투자하여 자전거 도로 9,170km(전용도로 905km)를 정비하였다. 그런데도 한국의 자전거 교통수단 부담률은 1993년 전국 3%에 비해 2008년 1.2%로 감소하였다.

이와 같이 수단부담률이 저조한 것은 여러 가지 이유가 있겠지만, 시설 측면에서만 보면 대부분(88%)이 그림 2와 같이 인도(sidewalk)위의 자전거보행자겸용도로를 구축한 측면이 있다.

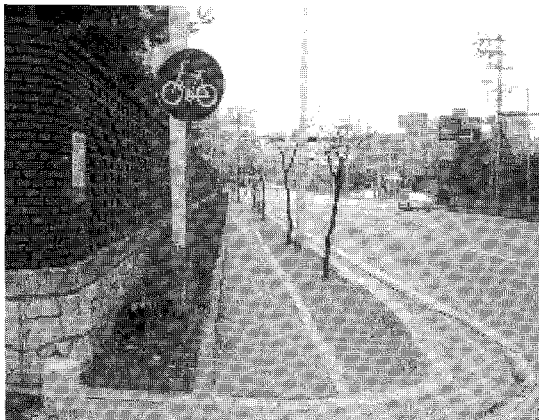


그림 2. 1980년대 설치된 자전거도로

3. 자전거 전용도로 폭원에 관한 설계기준 검토

3.1 우리나라와 일본의 자전거전용도로

우리나라에서는 '자전거이용시설의 구조·시설기준에 관한 규칙'은 한국산업규격에서 규정하는 일반 자전거의 폭(70cm 이내)을 기준으로 "자전거도로의 폭은 1.1m 이상으로 한다, 다만 연장 100m 미만 터널·교량 등의 경우에는 0.9m 이상으로 할 수 있다"고 규정하고 있다.

일본에서는 기준폭원은 1m로 하고 있지만, 도로 구조령에서 자전거전용도로의 폭원을 구체적으로 정하고 있다. 자동차 및 자전거의 교통량이 많은 일반 간선도로에는 쌍방향 통행의 자전거 도로를 도로의 양측에 설치하는 것으로 규정하고 있으며 폭원은 2m로 설치할 수 있도록 하였다.

표 1. 일본의 자전거 도로 등의 설계기준

	독립한 자전거 도로 (대규모 자전거 도로)	간선도로내의 자전거 도로
차선폭원	1m(0.75m)	
노면폭원	0.5m(0.25m)	
최소곡선반경	30m(3m)	10m(3m)
시거리(視距)	15m	7m
최급종단구배	5%	

자료 : 일본도로협회(1974년), 자전거 도로 등의 설계기준 해설

3.2 독일과 네덜란드의 자전거전용도로

독일의 자전거도로설계지침(1995)에서도, 자전거이용자가 가급적 우회하지 않고 직접 연결하되, 회전반경을 고려한 적절한 도로 폭을 확보하며, 자전거도로의 연속성과 시계(視界)를 확보하고, 교차로에서 자전거 이용자 안전확보를 설계원칙으로 하고 있다.

독일에서 표 2에 제시된 기준은 자전거전용도로 폭이 1.60~2.00m인 경우 자전거전용도로 설치에

필요한 적정 도로공간을 의미한다. 지장물, 나무, 또는 그 밖에 공간이 필요한 시설들이 도로변에 있거나 주차장이 계획되어 있을 경우 자전거전용도로를 위한 충분한 공간의 확보가 필요하다.

표 2. 독일의 도시부 자전거전용도로 기준치

구분		보도폭 (m)	자전거도로 폭(m)	보호선폭 (m)	전체도로폭 (m)
좋은	주차가능	≥4.00	2.00	0.75	6.75
	주차불가			0.50	6.50
보통	주차가능	≥3.00	2.00	0.75	5.75
	주차불가			0.50	5.50
미약	주차가능	≥2.00	1.60	0.75	4.35
	주차불가			0.50	4.10
매우 미약	주차가능	≥1.50	1.60	0.75	3.85
	주차불가			0.50	3.60

자료: 독일 자전거도로설계지침 ERA(1995)

독일의 자전거전용도로(cycle track)의 규정폭은 보통 일방향 1.6m이며, 경우에 따라 2.0m도 가능하다. 만약, 양방향 통행을 위한 자전거전용도로를 시공한다면 규정폭은 2.5m 또는 3.0m가 적당하며, 블록내 진출입 통행이 많은 경우 보다 넓은 폭이 계획되어야 한다고 하고 있다. 호주 시드니의 경우에는 일방향 1.2m, 양방향 2.4m를 원칙으로 하며 차로쪽 보호폭은 0.4m이다.

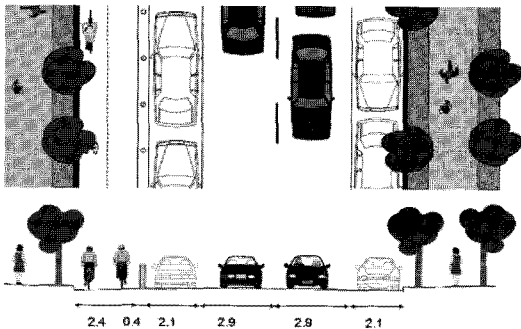


그림 3. 호주 시드니의 자전거전용도로 설계

네덜란드 설계지침(CROW,2000)에 따르면, 자전

거도로망은 3개 기능으로 계층화된다. 접근(access), 분산(distributor) 그리고 간선(through) 도로로 나누어진다. 이 중에서 간선도로는 자전거전용도로로 구축되며 자전거 교통의 70%가 이용하도록 하기 위해서 자전거전용도로의 질을 높게 설계한다. 기종점간의 우회를 최소화하도록 자전거전용도로를 설계하며, 자동차교통의 상충이 일어나는 교차로에서 안전성을 최대한 높인다.



그림 4. 도시부의 자전거전용도로(덴마크)



그림 5. 도시부의 자전거전용도로(네델란드)

네덜란드 자전거도로설계기준에서는 침두시간 자전거교통량에 따라 2~4m의 자전거도로폭원을 설치하되, 독일과 마찬가지로 차로쪽 보호공간을 최소 0.7m를 확보하도록 하였다.

표 3. 네덜란드 자전거전용도로(Cycle Track)의 폭원

첨두시간자 전거교통량	자전거도로 조성에 필요한 폭원			비고
	자전거 도로폭	차도쪽 보호공간	합계 (최소폭원)	
0~150	2m		2.7m	
150~750	3m	0.7m(펜스), 1.1m(블라드), 2.3m(식수대)	3.7m	미국 뉴욕 9번가 적용
>750	4m		4.7m	

Source: CROW Design Manual for Bicycle Traffic(2000)

미국의 자전거도로 설계기준폭원은 1.2m이며, 자전거보행자겸용도로(Shared Roadway)는 일반적으로 4.2m를 적용하며, 도로변 옆에 자전거도로 표지판을 500m마다 설치하도록 하고 있다. 과거는 자전거자동차겸용도로 형태의 1.2m폭의 자전거차로(bike lane)가 일반적이었으나, 최근에는 유럽형의 자전거전용도로(cycle track)를 뉴욕시 등에서 도입하여 폭원 3m를 적용하고 있다. 뉴욕시 9번가에 적용된 자전거전용도로는 그림 6과 같다.

4. 자전거전용도로의 횡단구성 요소

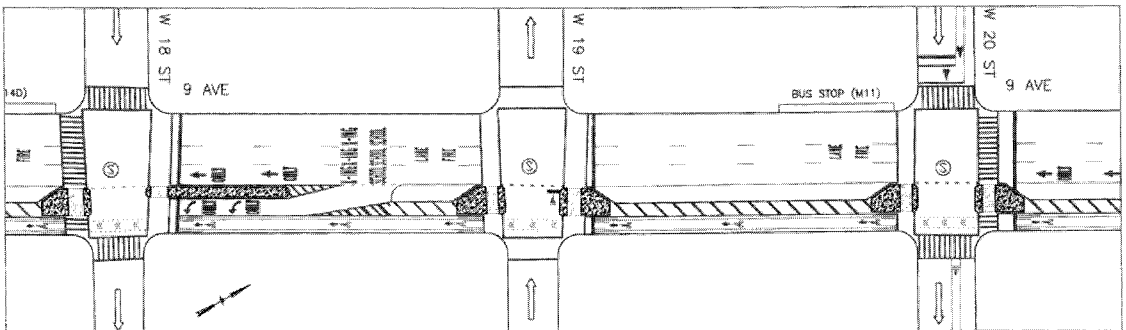
4.1 자전거전용도로의 설계 고려 사항

해외사례를 검토한 결과, 도시부 자전거전용도로

의 설계시 고려할 사항은 다음과 같다.

첫째, 도시부 자전거 전용도로를 설계할 때 우선적으로 고려할 사항은 출발지와 목적지가 네트워크화되도록 노선설계를 해야 한다는 것이다. 앞에서 말했듯이, 시민들이 한꺼번에 같이 탈 수 있도록 환경을 조성해 주지 않으면 자전거사고가 늘어날 수 있다. 그렇게 하려면, 자전거가 도시교통수단으로서 어느 곳이나 언제나 갈 수 있다는 편재성(遍在性, ubiquitous)을 확보하지 않으면 안 된다. 이를 위해 주어진 도로 교통조건에 따라 자전거차로(Cycle Lanes), 자전거전용도로(Cycle Track), 이면도로에서 차량과 공존하는 도로(Shared car/pedestrian/cycle path), 기타 혼용도로(차량겸용, 보행겸용, 버스겸용)등이 설치되고 있다.

둘째, 도시부 자전거전용도로를 설계할 때는 자전거도로가 보도(歩道)나 주차(駐車)공간, 적치물(積置物)공간으로 전락(轉落)하는 것을 방지해야 한다. 이를 위해서는 차도위에 분리되어진(segregated on-street) 자전거전용도로(cycle tracks)를 우선 도입 확대해야 할 것이다. 자전거전용도로(cycle tracks)는 자전거간선도로의 역할을 하며 자전거이용자가 전용으로 이용하는 차로를 말한다. 자전거전용도로는 차도위에 자동차교통의 진입을 막기 위한 물리적인 자동차진입방지시설을 설치하여 자전거 전용으로 하는 것이 특징이다.



자료 : 뉴욕시 교통운영국(Traffic Operations Bureau)

그림 6. 4m폭원(1m보호공간포함)으로 설치되는 자전거전용도로

표 4. 자전거전용도로의 분류

한국	해외	세분류		대표사례
자전거전용도로	Bike Lane (or cycle lane)	on sidewalk형	인도위에 분리된 자전거차로 (Exclusive bike lane on sidewalk)	베를린
		On-road형	parked cars between bike lane and sidewalk	뉴욕
	Bike Path(cycle track)	Bike path between parked cars and sidewalk		코펜하겐
	Bike Trail	Off-road bike trail(강변자전거도로 등)Greenway or Green routes		강변자전거도로

위 표의 여러 가지 자전거전용도로 중에서 그림 7은 차도위에 양방향 자전거전용도로(cycle track)형태로서 영국 런던 중심지에 적용된 설계도이다.

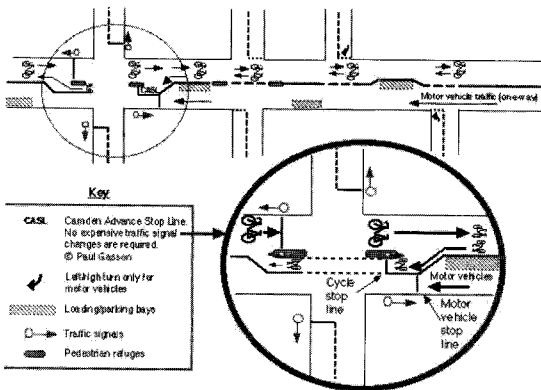


그림 7. 영국 런던의 자전거전용도로 설계

셋째, 생활권 자전거전용도로와 차도사이에 보호공간의 폭을 충분히 확보해야 한다. 보호공간의 폭은 인접한 도로의 특성을 고려하여 정한다. 독일, 네덜란드, 영국에서 자전거전용도로의 보호공간 폭을 최소 0.7m 이상 확보하고 있다.

넷째, 자전거전용도로는 보행을 위한 충분한 공간을 확보하고 이에 따라 자전거도로의 폭이 결정되도록 해야 한다. ERA 95¹⁾의 경우에는 도심 쇼핑거리

가 있는 주간선도로에서 보도폭은 최소 4m 이상 확보해야 하며 자전거 도로폭은 최소 2m 이상 확보해야 한다. 만약 차도쪽에 주차가 허용된다면 자전거도로와 차도사이에 0.75m 폭의 물리적 경계석등을 세우도록 하고 있다.

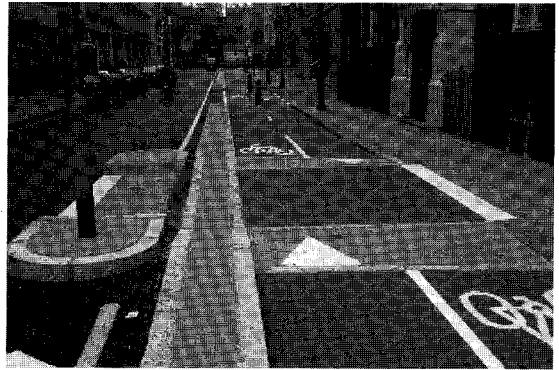


그림 8. 영국 런던의 자전거전용도로의 보호공간 0.7m

4.2 우리나라 도시부 자전거도로 시설기준

자전거도로의 횡단구성은 자전거도로의 유형, 도로의 기능, 교통량, 설치장소, 추월가능여부, 인접차로의 설계속도 등에 따라 달라질 수 있다. 횡단구성 요소의 규모에 따라 공사비가 크게 좌우되므로, 계획 및 설계 시에 적정기준을 적용하고, 안전성 및 효율성을 종합적으로 검토하여야 한다.

특히, 자전거전용도로는 자동차, 보행자와 상충을 피하여 자전거 이용자의 안전과 원활한 주행을 도모하기 위해 설치한다. 도시부 지역의 자동차 교통량이 많고 속도가 높을 경우에는 안전을 고려하여 울타리 및 연석 등으로 분리된 자전거전용도로를 설치할 수 있다. 지방지역에서는 도시지역에 비해서 자동차의 속도가 높으므로 편도 2차로 이상의 도로에서는 식수대 등으로 분리된 자전거전용도로를 설치할 수 있

1) ERA 95, Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (Guidelines for Bicycle Traffic Installations), Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen, FGSV Verlag GmbH, Cologne, Germany, 1995

다. 강변(4대강) 등에서 자전거 교통량이 많고 자전거 속도가 높을 경우에는 보행자 산책로와 분리된 자전거전용도로를 설치할 수 있다. 또한, 강변 등의 자전거전용도로의 자전거 교통량이 적은 경우에는 1.5m 이하의 폭을 적용할 수 있다. 설치장소와 설치유형에 따른 자전거전용도로의 폭은 표 5와 같다.

표 5. 도시부 생활형 자전거전용도로의 유형별 폭

방향	도로폭(m)											
	차도측		자전거전용도로 조성에 필요한 폭						측구	보도측		
	차도	측대	분리시설	측대	자전거차로1	분리선	자전거차로2	측대		소계	시설대	보행공간
일방	VAR	VAR	0.75 (0.5)	0.25 (0.2)	1.1	-	-	0.25 (0.2)	2.35 (2.0)	VAR	VAR	VAR
일방 (추월가능)	VAR	VAR	0.75 (0.5)	0.25 (0.2)	2.0	-	-	0.25 (0.2)	3.25 (2.9)	VAR	VAR	VAR
양방	VAR	VAR	0.75 (0.5)	0.25 (0.2)	1.1	0.5 (0.2)	1.1	0.25 (0.2)	3.95 (3.3)	VAR	VAR	VAR

() : 최소폭, VAR : 변화치수

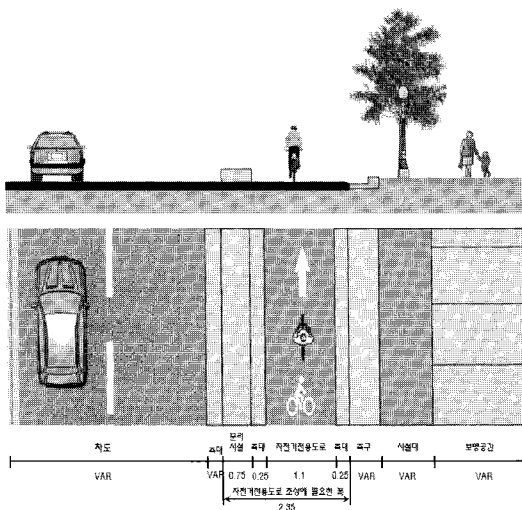


그림 9. 도시부 자전거전용도로의 횡단구성(일방향)

자전거전용도로의 폭은 일방향 통행을 위한 자전거전용도로의 최소폭은 1.1m이며, 원활한 주행을 위하여 1.5m를 권장한다. 자전거통행자들의 자유로운 통행을 위해서는 자전거도로의 좌우에 각각

0.2m의 측대가 필요하다. 자전거의 속도가 높은 경우에 안전성을 보장하기 위하여 0.25m까지 높일 수 있다.

최소폭 1.1m 2개차로와 2개차로 사이의 여유공간 0.2m를 고려하여 2.4m까지 증가시킬 수 있다. 양방향 자전거전용도로의 경우 교행하는 자전거의 원활한 주행과 사고를 예방하기 위한 것으로, 차선표시 0.1~0.15m 2개를 0.3m간격으로 표시하여 0.5m까지 설치할 수 있다.

자전거전용도로와 차도사이의 분리시설은 빠른 속도로 주행하는 차량이나 주차 차량으로부터 자전거를 보호하는 역할을 한다. 도시부 지역의 자전거전용도로와 인접한 차도 사이에는 최소 0.5m의 분리시설을 확보하고 연석 등을 설치한다. 단, 인접한 차도의 속도가 높을 경우 등은 0.75m까지 확보할 수 있다. 또한, 차도와 자전거도로사이에 노상주차장이 설치되어 있다면 별도의 분리시설을 설치하지 않을 수도 있다.

자전거전용도로의 유효폭을 확보하기 위하여 가로등, 교통표지판, 기둥 등의 설치는 자전거도로의 유효폭(측대와 자전거도로 최소폭 포함)으로부터 0.25m 이상 이격시킨다.

이와 같은 점을 종합적으로 고려하여 도시부 일방통행도로는 자전거 한 대가 통행할 수 있는 공간과 함께 자전거가 자동차로부터 안전하게 보호되는 공간까지 마련돼야 한다. 그러기 위해서는 최소 2m의 공간이 필요하다. 또한, 차도와 구분되어 설치된 양방향통행 자전거전용도로의 폭은 최소 3.3m 이상으로 하였다.

5. 결론

국내 도시부 자전거 이용 현황을 살펴보면 도시부에서 안전하게 이용할 수 있는 자전거전용도로가 없기 때문에 보행자는 자전거보행자겸용도로를 이용하고 자전거이용자는 차도를 타고 가는 경우가 많다.

자전거도로가 자동차도로처럼 간선망으로 구축하기 위해 가장 중요한 것이 자전거전용도로다. 그래서, 네덜란드와 독일의 자전거도로설계지침에서는 자전거전용도로를 중심으로 한 자전거도로망을 자전거 정책의 필수적인 요소로 강조하고 있다. 자전거도로망이 일반적인 교통망으로서 활용되기 위해서는 자전거이용자가 출발지부터 목적지까지 안전하고 편리하게 접근할 수 있어야 한다. 또한, 자전거이용 안전을 위해서는 교차로 설계, 포장관리, 자전거와 자동차운전자의 안전교육, 법적 규제를 강화하는 등 총체적 노력이 필요하다.

마지막으로 강조하고 싶은 것은 자전거전용도로를 확충하기 위해서 시민참여가 매우 중요하다. 시민의 적극적인 참여를 유도하기 위해서 미국에서는 사람에게 다이어트가 필요한 것처럼 도로도 다이어트가 필요하다고 하여 이를 도로다이어트(road diet)라고 명명하고, 분배를 중요시한 영국에서는 차도공간의 재분배(carriageway space reallocation)라고 하며, 프랑스에서는 문명인(文明人)의 공간(civilized space)이라고 하여 자동차에서 자전거 등 녹색교통 공간을 확보해 나가고 있다. 우리나라에서도 자전거 이용활성화를 위해 시민들의 참여를 유도하기 위한 명분은 갖추어져 있지만, 자전거도로공간을 창출하기 위해 감내해야 할 자동차 운전자의 고통을 보상하기 위한 참신한 아이디어가 필요할 때다.

참고 문헌

1. 국토해양부(2009), 자전거도로시설관리 및 정비지침
2. 백남철(1994), 자전거도로의 계획 및 설계, 서울대학교 석사학위논문
3. 박병호(1997), 녹색교통자전거-계획과 설계-
4. Austroads (1999) Guide to traffic engineering practice: Part 14: Bicycles, Austroads, Sydney, Australia.

5. Bach, B and Diepens, J (2000) International handbook for user-group based bikeway design, Technical University of Delft, Delft, The Netherlands.
6. United Kingdom Government Department for Transport (1995) Cycle routes, Department for Transport, United Kingdom.
7. Dutch Ministry of Transport(2009), Cycling in the Netherlands
8. CERTU(2000), Recommandations pour des aménagements cyclables, Lyon
9. CROW(1993), Sign up for the bike. Design manual for a cycle-friendly infrastructure, Ede, 325p.
10. Julien A.(2000), Cycling infrastructure design and urban public space: A comparison of cycling design manuals, Association Metropolis, PREDITMELT/DRAST, 63p.
11. Velo Quebec(1990), Guide technique d'aménagement des voies cyclables. Planification, design, realisation, Montreal, 161p.
12. John Williams & Kathleen McLaughlin(1993), "Balancing Engineering, Education, Law Enforcement, and Encouragement in Local Bicycle Programs as Case Study 11 of the National Bicycling and Walking Study", Adventure Cycling Association, FHWA
13. William E. Moritz(1997), "Survey of North American Bicycle Commuters Design and Aggregate Results", TRR1578 Paper No. 970979, p91
14. Mike Hudson et(1982), Bicycle Planning: Policy and Practice, Architectural Press (London)