

Road Diet를 이용한 자전거도로 설치가 자동차흐름에 미치는 영향: 부산시 남구 자전거도로 시범사업을 중심으로

The Impact of Bike Lane Implementation via Road Diet Treatment on Vehicular Operation: Bike Lane Demonstration Program in Nam-Gu, Busan

신강원* · 김종진**

Shin, Kangwon · Kim, Jongjin

1. 서 론

자전거 친화도시 조성"을 위해 중앙정부 및 많은 지자체들이 자전거 이용 활성화를 위해 노력하고 있다. 특히 기존 도로의 군살을 제거해 이를 자전거전용도로를 확보하는데 사용하는 소위 "Road Diet"기법이 최근 널리 적용되고 있다. 자전거도로에 대한 기존 연구는 설계 기준과 이용만족도에 대한 연구가 주를 이루고 있어 Road Diet기법을 적용한 자전거도로 확보가 도로의 기존 통행권을 가진 자동차의 흐름에 미치는 영향분석은 미비한 실정이다. 김민보 외 (2009)는 Road Diet기법을 적용해 설치된 서울시 망원로 자전거도로 (2008년 6월 준공)의 시사점을 주민설문조사를 통해 도출하였다. 분석결과 "보행자와의 상충", "자전거도로의 좁은 유효폭" 등이 자전거도로 이용시 불편한 점으로 도출되었다. 차량운전자의 만족도 또한 설문조사를 통해 분석되었으나 망원로 자전거도로 설치구간의 생활가로 특성상 차량통행자의 만족도는 약 49%로 나타났다. 백남철 (2008)은 도시부 자전거 전용도로 설계시 고려사항으로 "자전거도로의 편제성", "차량진입을 방지할 수 있는 자전거전용도로", "적절한 자전거도로의 유효폭", "자전거도로의 콘크리트 포장"을 제시하고 있다. 이와 같이 기존의 국내연구는 자전거 도로의 설계기준에 대한 연구가 주를 이루고 있어 기존 도로의 통행자인 자동차의 흐름에 미치는 영향에 대한 분석은 미비하다.

Kueper (2007)는 미국 뉴저지주의 휴양도시인 Ocean시의 양방향 4차로 West Avenue의 중앙분리대를 제거하여 한 후 Road Diet기법을 적용하여 자전거전용도로를 설치한 후 차량흐름에 미치는 영향을 분석하였다. 분석결과 West Avenue의 85%tile 주행속도가 2mph (3.22kph) 감소하였으며, 신호교차로에서의 지체시간이 약 3초가량 증가한 것으로 나타났다. Kueper는 이러한 결과가 Road Diet로 인해 차로의 여유용량이 50%가량 감소했기 때문인 것으로 분석하였다. Huang et al. (2005)은 ADT가 약 20,000대/일 이상인 도로에 Road Diet 기법을 적용했을 경우 차로혼잡의 가능성이 높아짐을 보였고, Knapp 과 Giese (2001)은 시물레이션을 이용해 약 17,500대/일 이상인 4차로 도로를 Road Diet를 통해 양방향 좌회전 차로를 설치한 후 3차로로 줄였을 때 차로의 서비스 수준이 감소될 수 있음을 보였다. 이처럼 Road Diet가 차량흐름에 미치는 영향은 클 수 있다는 사실이 선행연구에 의해 밝혀진바 있으나, 이에 대한 국내연구는 전무한 실정이다.

2. 부산시 남구 자전거도로 시범사업 개요

본 연구에서 분석된 자전거도로 시범사업은 2009년 5월 부산광역시 남구 "용소삼거리"부터 "남천 메가마트사거리"간 1.95km구간에 수행·시범운영 중이며, 이는 자전거전용도로 신설구간, 기개설구간, 자전거검용도로 신설구간으로 구성되어 있다(그림 1 참조). 이 중 자전거전용도로는 "용소삼거리"에서 "LG 메트로시티사

* 정회원 · 경성대학교 도시공학과 전임강사 · 공학박사(E-mail : kangwon@ks.ac.kr)

** 경성대학교 도시공학과 학사과정(E-mail : cysasdn@naver.com) -발표자

거리”간 1.2km에 양방향으로 신설 되었으며, 총 2.5m 폭의 자전거전용도로는 기존 4.2m~3.0m의 차로폭을 3.5m~2.75m로 줄이는 이른바 “Road Diet”기법을 이용해 확보되었다.

자전거전용도로의 폭은 전 구간에서 “1.25m/방향”으로 자전거이용시설의 구조·시설 기준에 관한 규칙 (2006)에서 제시된 최소폭인 1.1m보다 크나 자전거전용도로 확보를 위해 차로폭을 2.75m까지 줄여 해당 차로의 포화교통류율이 최소 6%가량 감소될 수 있을 것으로 판단된다. 또한 Road Diet를 이용한 자전거전용도로 설치로 인해 버스정류장 배이가 제거되었으며, 이는 버스 정차시 불가피한 후미차량의 정차로 인해 차량의 평균정지횟수와 평균정지시간을 증가할 수 있는 요인으로 판단된다. 본 자전거도로 시범사업은 일반 교통류로부터 자전거를 분리하여 통행하도록 하여 자전거 이용 활성화를 유도한다는 측면에서는 바람직한 접근으로 판단된다. 그러나 자전거전용도로 설치를 위한 차로폭 감소로 인해 야기되는 다양한 문제점들을 적절하게 고려하지 못해 이에 대한 분석이 요구되며, 이는 시뮬레이션 분석을 통해 다음 장에 제시되었다.

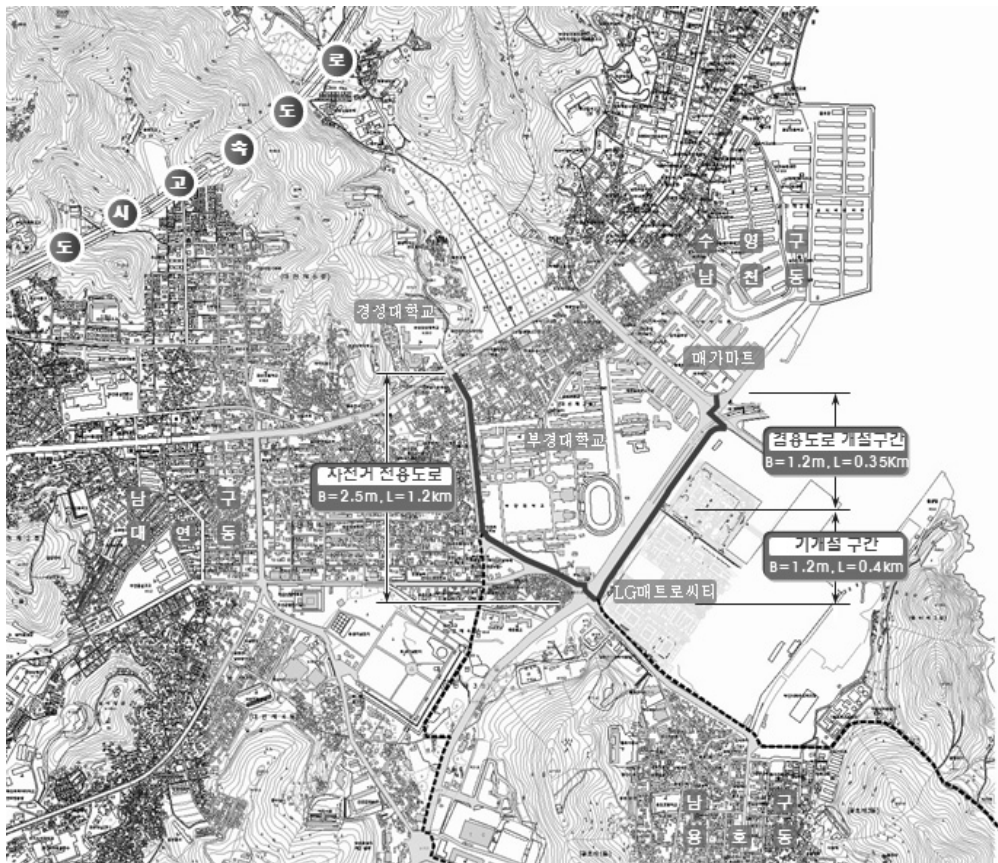


그림 1. 자전거도로 시범사업 위치도 [출처: 부산광역시 남구청]

3. 시뮬레이션을 이용한 자전거도로 설치의 영향분석

본 연구에서는 Road Diet를 이용한 자전거도로 설치가 차량흐름에 미치는 영향을 분석하기 위해 미시적 시뮬레이터인 TransModeler를 사용하였다. TransModeler는 각 교차로별 신호현시, 옵션, 차로수, 차로폭, 제한속도와 같은 교통네트워크 자료와 기종점자료로 대별되는 교차로별 교통수요데이터를 이용하여 차량통행의 흐름을 모사하며, 통행차량의 통행시간, 정지횟수, 정지시간 등의 결과물을 산출한다. 본 연구에서 사용된

시뮬레이터인 TransModeler는 도로의 공급변수의 변화를 반영하여 통행의 흐름을 모사할 수 있다는 점에서 선정되었다 (TransModeler에 대한 보다 자세한 설명은 Caliper (2001), Shin et al. (2009) 참조).

3.1 TransModeler 입력자료

TransModeler의 주요 입력자료인 각 교차로별 교통수요데이터는 2008년 표본조사를 통해 산출된 각 교차로별 교통량 자료를 이용하였다 (부산도시공사, 2009). 차량통행의 집중도에 따른 분석을 수행하기 위해 오전 첨두 (07:00~08:00)와 비첨두 시간 (12:00~13:00)동안 조사된 교통량 자료를 추출하여 사용하였다. 버스정차대에서의 노변마찰을 반영하기 위해 분석구간을 운행하는 버스의 운행빈도 및 정차시간을 조사하였으며, 이는 TransModeler의 Route 기능을 이용해 반영되었다. 분석구간은 그림 4와 같이 자전거전용도로를 포함하는 구간으로 구성되어 있으며, 각 링크의 속성값은 국가교통DB의 값에 실제 차로폭, 제한속도, 신호현시 등의 자료를 반영하여 수정하였다.



그림 2. TransModeler 네트워크

3.2 분석 결과

시뮬레이션 결과물의 분포를 얻기 위해 각기 다른 랜덤시드를 가지는 총 120회의 시뮬레이션이 수행되었으며 (첨두, 비첨두 사전·사후 시나리오별 30회), 각 시나리오별 시뮬레이션 수행시간인 70분 중 처음 10분은 Warming-up 시간으로 가정하여 분석에서 제외하였다. 각 시뮬레이션 결과를 비교분석하기 위한 효과척도로 “평균통행시간”, “평균지체시간“, 평균정지시간”, “평균정지횟수”를 이용하였으며, 표 1은 각 분석 시나리오별 효과척도의 평균값과 표준편차를 나타낸다. 시뮬레이션 결과를 살펴보면 비첨두시간 동안의 평균지체시간, 평균정지시간, 평균정지횟수와 같은 효과척도의 값은 첨두시간 동안의 값들에 비해 작고 자전거전용도로 설치 후 평균지체시간, 평균정지시간, 평균정지횟수는 다소 증가한 것으로 나타났다.

표 1. 시뮬레이션 결과: 평균 (표준편차)

분석시간	평균통행속도 (kph/대)		평균지체시간 (초/대)		평균정지시간 (초/대)		평균정지횟수 (회/대)	
	설치전	설치후	설치전	설치후	설치전	설치후	설치전	설치후
비첨두시간	17.84	17.26	2.06	2.25	1.28	1.42	2.14	2.19
	(1.14)	(1.77)	(0.41)	(0.83)	(0.19)	(0.43)	(0.29)	(0.34)
첨두시간	9.24	8.86	6.54	7.11	3.63	3.92	4.79	5.05
	(0.84)	(0.78)	(0.97)	(1.35)	(0.28)	(0.26)	(0.55)	(0.50)

자전거도로 설치 전후의 효과척도의 변화를 분석하기 위해 이분산을 고려한 T-test를 수행하였으며, 그 결과는 표 2와 같다. 분석결과 첨두시간동안 자전거설치에 따른 효과척도의 변화는 유의한 것으로 나타났다 (alpha=0.1). 구체적으로 살펴보면 비첨두시간동안 자동차의 평균지체시간 및 평균정지횟수는 자전거전용도로 설치 후 다소 증가하였으나 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않은 반면, 첨두시간동안 자동차의 평균지체시간 및 평균정지횟수는 자전거전용도로 설치 후 유의한 증가를 나타냈다 (그림 3 참조). 첨두시간 분석결과는 교통량이 많을 경우 Road Diet가 차로혼잡의 가능성을 높일 수 있다는 기존 국외 연구 결과와 일치하며, 비첨두시간 분석결과는 여유용량으로 인해 자동차의 흐름이 Road Diet에 의해 큰 영향을 받지 않는 사실을 반영한 결과로 판단된다.

표 2. 자전거도로 설치 전후 효과척도 변화

분석시간	효과척도	설치 전	설치 후	차이	t-value	p-value
비첨두시간	평균통행속도 (kph/대)	17.84	17.26	0.58	1.51	0.139
	평균지체시간 (초/대)	2.06	2.25	-0.19	-1.13	0.266
	평균정지시간 (초/대)	1.28	1.42	-0.14	-1.62	0.113
	평균정지횟수 (/대)	2.14	2.19	-0.04	-0.58	0.566
첨두시간	평균통행속도 (kph/대)	9.24	8.86	0.38	1.82	0.074
	평균지체시간 (초/대)	6.54	7.11	-0.58	-1.90	0.063
	평균정지시간 (초/대)	3.64	3.92	-0.28	-4.14	<0.001
	평균정지횟수 (횟수/대)	4.79	5.05	-0.26	-1.92	0.060

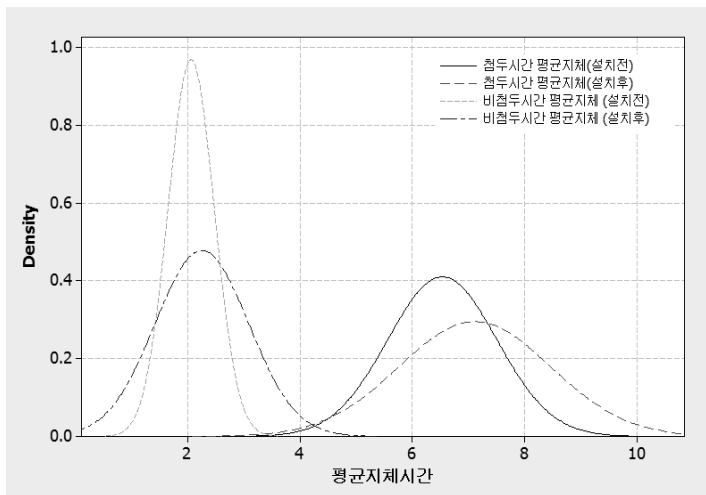


그림 3. 자전거도로 설치 전후 평균지체시간 변화

4. 결 론

본 연구는 Road Diet 기법을 적용해 확보된 자전거전용도로가 자동차 차로의 혼잡 가능성을 높일 수 있음을 보였다. 특히 본 연구는 첨두시간 동안의 평균지체시간, 평균정지시간, 평균 정지횟수와 같은 척도들이 Road Diet로 인해 유의하게 증가하는 것을 보였는데, 이는 교통량이 많을 경우 Road Diet가 도로의 서비스 수준을 저하시킬 수 있다는 기존 국외 연구 결과와 일치 한다 (즉 다이어트가 필요하지 않은 도로에 Road Diet 기법을 적용했을 경우 도로의 주 이용자인 자동차의 흐름에 유의한 영향을 미칠 수 있음). 국내에서 Road Diet 기법을 적용한 자전거전용도로 설치 붐이 일고 있다. 그러나 도로의 주 이용자인 자동차의 흐름에 미치는 영향을 고려하지 않은 상태에서 설치되는 자전거전용도로는 통행자들의 외면을 받을 수 있을 것이다. 현재 자전거도로 이용시설의 구조·시설기준에 관한 규칙은 자전거도로의 설계에 대한 기준만 제시될 뿐 어떤 교통상황에 자전거교통 관련시설을 설치해야 하는지에 대한 기준은 미비한 실정이다. 이에 대한 연구가 수반 되어야만 소위 “Walkable Community”를 구축할 수 있을 것으로 판단되며, Road Diet는 말 그대로 도로의 균살을 제거할 때 그 효과가 극대화될 수 있을 것이다. 본 연구에서 Road Diet로 인해 발생할 수 있는 자전거통행의 유발수요를 고려한 효과분석은 데이터부재로 수행되지 못했다. 물론 자전거 전용도로 설치로 인해 자전거 통행은 증가될 것으로 기대되나, 현재 자전거 전용도로의 운영 상태는 불법주정차 차량, 보행자 점유 등으로 그리 낙관적이지 않다. 또한 Road Diet로 발생할 수 있는 교통사고 변화 분석도 포함하고 있지 않아 이에 대한 향후 보완연구가 필요할 것으로 판단된다.

참고 문헌

1. 김민보, 안현찬, 박소현, 주민설문평가에 의한 망원로 자전거도로의 시사점: 기성시가지 자전거도로 디자인의 측면에서, 한국도시설계학회 춘계학술대회 발표논문집, pp 165-174, 2009
2. 백남철, 도시부 자전거전용도로 설계시 고려사항, 도로정책 Brief 제 13호, 국토연구원 도로정책연구센터, pp 5-7, 2008.
3. Kueper, D. A., Road Diet Treatment in Ocean City, NJ, USA, ITE Journal, Vol. 77, No. 2, pp 18-22, 2007
4. Huang, H.F., Stewart, J.R., Zegeer, C.V., Evaluation of Lane Reduction ‘Road Diet’ Measures and Their Effects on Crashes and Injuries, ITE Journal, Vol. 75, No. 5, pp 37-42, 2005
5. 행정자치부령 제 329호, 자전거이용시설의 구조·시설기준에 관한 규칙, 2006.
6. Caliper. TransModeler User’s Manual. 2006.
7. Shin, K., Washington, S., Choi, K. Tradeoffs between Safety and Travel Time Variability and Travel Time Savings: The Case Study of the Loop 101 Automated Speed Enforcement Program in Scottsdale, Arizona. TRB 88th Annual Meeting, Washington, D.C., 2009.
8. 한진개발공사, 부산대연 혁신도시개발 사업에 따른 교통영향평가서. 부산도시공사. 2008.