

■ 論 文 ■

대중교통우선가로제 시행방안 및 기대효과 분석 (강남대로 중앙버스전용차로 도입을 중심으로)

Impact Analysis for Transit Oriented Street Design
(A Case Study for Kangnam Street in Seoul)

황 기 연

(서울시정개발연구원 선임연구위원)

이 조 영

(서울시정개발연구원 위촉연구위원)

목 차

- | | |
|-----------------------|------------|
| I. 서론 | 2. 대안의 결정 |
| 1. 연구의 배경 | 3. 효과분석방법론 |
| 2. 연구의 목적 및 구성 | 4. 분석결과 |
| II. 대중교통중심가로제의 개념적 정의 | IV. 결론 |
| III. 강남대로 시범사례연구 | 참고문헌 |
| 1. 사례지역 현황 분석 | |

Key Words : 중앙버스전용차로, 대중교통 우선처리, 대중교통 우선가로제, 거시적분석, 서울시 혼잡관리 모형

요 약

서울시 주요가로의 대부분이 외국도시에 비해 고밀도 개발가로라는 점을 고려할 때 대중교통우선가로제를 도입할 필요가 있다. 시범가로축으로 우선순위가 가장 높은 강남대로축을 선정하여 현황 분석결과 강남대로축에서 버스전용차로의 속도가 '00년 기준으로 하루 평균 11.73km/h에 불과하고 이는 일반차로의 평균인 16.74km/h에 비해서도 5km/h 이상 낮은 것으로 나타났다. 강남대로의 버스서비스 수준을 획기적으로 개선하기 위해 본 연구에서는 중앙버스전용차로제 도입, 차로수 축소, 버스노선조정, 대중교통환승요금 추가 할인, 경부고속도로 시내유출입 램프 조정, 세가로 접근관리 등의 다양한 개선 대안을 제안하였다. 사례연구 결과 중앙차로제 도입시 강남대로의 일반차로의 속도는 25.1km/h에서 26.1km/h로 개선되고 버스전용차로도 14.4km/h에서 35km/h로 개선되는 것으로 추정되었다. 또한 버스의 분담율이 6~8% 가까이 증가하고, 특히 수도권 장거리 통행의 경우 버스분담율이 13.4% 까지 획기적으로 개선되는 것으로 추정되었다.

향후 연구과제로서 서울시 교통정책에 실질적인 적용을 위해서는 버스노선개편과 환승 요금 추가 할인 등 추가 개선안에 대하여 내용을 확정된 후 다각적이며 면밀한 분석을 수행하는 것이 필요하다. 또한 미시적인 분석을 통해 도로상에서 중앙버스전용차로가 교통 흐름에 주는 영향과 이에 따른 일반차량의 운전행태 등과 같은 미시적인 영향에 대하여 짧은 시간간격으로 그 변화를 예측할 수 있도록 하여야 할 것이다.

1. 서론

1. 연구의 배경

현재 서울시의 교통혼잡현상이 더욱 심각해지고 있는 실정이다. 특히 고밀도 개발이 이루어진 업무상업 밀집지역에서의 혼잡은 서울의 경제적 생산성을 저하시키고 투자자로서의 경쟁력을 극히 저하시키고 있다. 이로 인해 서울시 전반적으로 시내버스의 경쟁력은 저하되고 있고 기존의 갓길 버스전용차로제의 운영도 버스의 경쟁력을 회복시키는데 실패한 것으로 판단되며 서울시 가로의 디자인은 승용차위주로 설계되어 버스의 경쟁력을 높이는데 오히려 저해 요인으로 작용하고 있다. 또한 고밀도 개발이 이루어진 곳에서 지하철의 존재 때문에 버스의 노선 설치가 어려워 지상 구간은 승용차로 인해 하루 종일 혼잡현상이 초래되고 있다.

기존의 갓길 중심 버스전용차로제는 첫째, 주변의 토지이용과 조화를 이루지 못함으로써 그 효율이 현저하게 저하되었다. 고밀개발된 가로가 많고 이러한 가로에서는 빈번한 물류활동, 주차장 및 세가로 진출입, 택시승하차 등의 이유로 갓길에서 버스의 원활한 소통이 근본적으로 어려움에도 갓길 전용차로제를 유지함으로써 버스의 경쟁력이 저하되었다. 둘째, 고밀개발 가로에서는 보행자들이 많아서 보행밀도가 상당히 높음에도 버스정류장을 갓길에 배치함으로써 버스대기자와 보행자간의 불필요한 마찰을 야기시키고, 특히 정지해 있는 버스대기자들을 대상으로 한 노점행위가 활성화되어 보행환경을 질적으로 저하시키고 있다. 그 외에도 버스대기자의 갓길차도 점유로 인한 사고위험, 버스정류소 진출입에 따른 파다한 차로 점유 등도 기존의 갓길 버스전용차로제를 근본적으로 재검토해야하는 원인들에 해당된다.

이러한 문제를 해소하기 위해 선진 주요도시에서는 주요 가로에서 대중교통을 우선하는 다양한 정책을 시도하고 있다. 미국 LA에서는 LA 카운티를 남북으로 달리는 110 고속도로 위에 2차선 도로를 신설하여 HOV 차량을 위한 전용도로로 활용되고 있다. 미국 SF의 Market Street은 SF시에서 가장 고밀로 개발된 업무와 상업의 중심가로서 가로의 밑에는 지하철(BART)이 있고, 가로는 편도3차선으로 버스와 전차가 2차선을 점유하고 승용차 공간은 1차로 밖에

되지 않는 대중교통 중심가로를 형성하고 있다. 한편 New York 42번가 Transitway 사례는 침두시 서쪽 방향 4개 차로와 반대 방향 2개 차로에 대하여 각각 승용차와 버스가 이용하며 나머지 시간에는 화물차량 및 택시의 이용을 가능하게 하였으며 반대방향 두 개 차로의 경우 버스는 전일 운행이 가능하나 화물차량의 경우 비 침두시에만 이용을 가능하게 하였다(Hervert 1987). 브라질의 쿠리티바시는 대중교통 지향적 도시개발정책을 추진함으로써 주간선 교통축을 중심으로 기능별로 개발밀도를 조정하였고, 여기에는 60km의 급행버스 전용차로 5개축을 중심으로 20개의 터미널을 통한 연계체계와 이것을 보완하는 지선망(Feeder)이 연결되어 있다(FTA, 2002). 우리나라의 경우 1996년 1월 20일부터 실시한 서울시 천호대로 중앙버스 전용차로는 천호대로 4.5 km구간을 지정하여 운영하고 있다. 1996년도에 국내의 한 민간단체가 중앙버스전용차선을 통과하는 차량운전자들을 대상으로 조사한 바에 따르면 천호대로내의 전용차선구간을 통과하는데 기존에 30-40분 걸리던 것이 전용차선 실시 후 6-7분으로 단축된 것으로 나타났다(녹색교통운동, 1996).

2. 연구의 목적 및 구성

본 연구의 목적은 고밀도 개발로 인해 대중교통의 채산성이 높은 서울시의 중심업무/상업지역 및 가로를 대상으로 지상에서 버스의 통행우선권을 확보하는 대중교통우선가로제를 도입하여 도시교통혼잡을 효율적으로 개선하는데 있으며 고밀도 개발에 대응할 수 있는 효율적 가로운영체계를 정립하고 대중교통수단간 보완관계를 정립을 통해 대중교통이용수요 증대를 도모하여 주YG로에서의 도시교통혼잡을 완화하고 버스노선의 획기적 개편 및 대중교통중심 가로디자인 체계 정립에 이를 활용하고자 하는데 있다.

연구는 크게 4가지 틀로 진행된다. 우선 대중교통 우선가로의 도입 필요성 및 사례에 대하여 고찰하고 다음으로 제2장에서는 우리나라 대도시에서 대중교통 우선가로제 도입을 위해 제도에 대한 개념적 정의를 시도한다. 제3장에서는 서울시 강남대로를 대상으로 구체적인 사례연구를 통하여 몇가지 대중교통우선가로 시행대안에 대한 효과를 검증하며, 제4장에서는 결론으로 주요 연구결과를 요약하고 향후 과제를 설정한다.

II. 대중교통우선가로제의 개념적 정의

대중교통중심가로란 어떤 가로를 대상으로 대중교통의 낙후된 서비스를 개선하여 정시성, 대량이동, 저렴한 비용 등과 같은 대중교통이 가지고 있는 장점을 최대한 살림으로서 타 교통수단보다 높은 대중교통 경쟁력을 제공하기 위한 가로체계이다. 이러한 가로의 선정 기준은 고밀도로 개발된 가로를 중심으로 이 가로가 기존의 지하철 노선과 중복되지 않고 시 외곽에서 주요 CBD를 연결하는 기능을 하며 현재 버스 노선이 많거나 전용차로를 시행중인 가로를 대상으로 한다. 이러한 가로들은 통행 우선권을 확보하기 위하여 중앙 버스 전용차로와 같은 대중교통 우선처리기법을 운영하며 간선체계와 지선체계의 정립을 위한 노선개편도 포함될 수 있다. 또한 대중교통 서비스의 질적 향상과 원활한 환승 시스템의 제공을 위하여 환승정류장 신설 및 환승요금 할인제도와 같은 환승체계의 정비도 이에 포함된다.

또한 보행의 연속성과 안전성을 높이고 주도로의 원활한 소통을 위한 보도의 정비와 접근로 접근체계의 정비 및 가로 주변의 고속도로에 대한 Ramp Metering, 진출입 교통정보의 제공 등과 같은 Smart Corridor 사업도 포함될 수 있다. 세가로의 유출입을 통제를 통하여 접근로 수의 제한, 접근로의 간격유지, 간선도로 진출입 통제 및 일방통행로 등을 이용한 유출입 관리이다. 간선도로와 접근로의 상충을 줄임으로서 접근로 고유의 기능을 유지하고 간선도로측의 원활한 교통흐름을 확보고 간선도로측의 속도향상 및 안전성

을 높임으로서 대중교통중심가로로서의 기능을 원활히 처리할 수 있도록 정비한다.

III. 강남대로 시범사례연구

본 연구를 위한 시범가로측의 대상지역은 강남대로이며 간선도로로 2001년의 오전 첨두 시간을 시간적 범위로 하였다. 대상 가로중에 강남대로를 사례연구의 대상 측으로 이유는 이 측이 우선 가로 수립의 기본 원칙에 가장 부합하기 때문인 것으로 판단되었기 때문이다. 즉, 강남대로는 고밀도로 개발된 지역임에도 지하철 노선이 중복하지 않으며 기존의 버스 전용차로가 전일로 시행 중이니 만큼 대중교통 이용율도 매우 높다. 또한 성남, 수원, 용인 등과 같은 서울 주변의 도시들이 영동이라는 부도심을 관통하여 도심으로 진입하게 할 수 있도록 하는 가로이기 때문이다.

1. 사례지역 현황 분석

현재 강남대로를 이용하는 버스 노선수는 마을버스 포함하여 약 66개 노선으로 이중 도시형 25개 노선과 순환형 2개 노선 좌석형 및 직행좌석형 노선이 각각 14, 18개이며 7개의 마을 버스 노선으로 구성되어 있다. 시내 버스노선이 강남대로 구간을 이용하는 현황을 보면 염곡 교차로에서 한남IC구간을 한 개의 링크만 이용하는 버스는 10개 노선 73대이며 두 개 링크를 이용하는 노선은 15개 노선 89대, 세 개 링크를 이용하는 노선은 10개 노선 48대로 조사되었으며 4개 이상의 링크를 이용하는 노선은 전체의 55%인 31개 노선 256대로 조사되었다(서울시, 2001). 여기서 차량 대수는 버스의 배차간격(분)을 이용하여 한시간 단위의 대수로 환산한 값이다.

〈표 1〉은 강남대로 각 링크의 속도를 보여 주고 있다(서울시, 2000). 특이할 만한 사항은 버스 전용차로의 속도가 일반 차로의 속도보다 특별히 높지 않다. 이는 강남대로에서 운영중인 버스 전용차로의 속도는 그 수치가 주는 의미에서 볼 때 전용차로의 시행효과가 매우 미미함을 보여주는 단적인 예라고 할 수 있다. 천호대로 중앙버스전용차로의 속도가 거의 30km/h에 이르는 것을 감안할 때 강남대로 갖길 버

대중교통중심가로측 선정	<ul style="list-style-type: none"> · 고밀도 개발 · 시 외곽에서 주요 CBD로 연결되는 가로 · 기존 지향성 노선이 없는 가로 · 버스 노선이 많거나 전용차로 시행중인 가로
버스의 운행권 확보	<ul style="list-style-type: none"> · 중앙 버스전용차로 · 버스 우선처리 기법
대중교통 중심가로 버스노선개편	<ul style="list-style-type: none"> · 간선체계와 지선 · 차선체계의 정립 · 환승요구 반영하도록 확대
환승체계의 정비	<ul style="list-style-type: none"> · 환승 정류장 설치
보도 정비 및 접근관리	<ul style="list-style-type: none"> · 보행의 편의성 및 연속성 확보 · 순환차이동 접근 관리
주변도로의 SMART CORRIDOR 사업	<ul style="list-style-type: none"> · 고속도로 진출입 관리 · 산출입 관련 교통정보 제공

〈그림 1〉 대중교통우선가로제 개념도

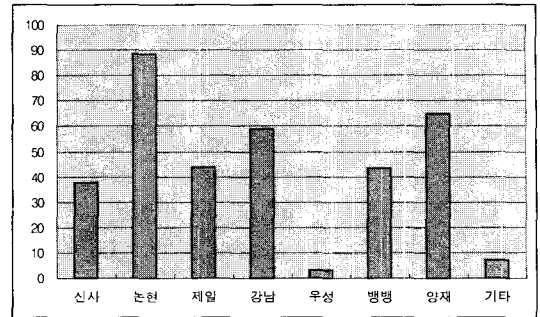
〈표 1〉 강남대로 속도(K/H)현황

		오전	낮	오후	전일
일반차로	신사역-논현역	5.52	6.27	8.56	6.56
	논현역-제일생명	13.53	10.49	12.16	11.93
	제일생명-강남역	34.29	27.69	10.87	19.07
	강남역-우성APT	32.14	31.72	31.03	31.63
	우성APT-양재역	15.41	15.17	13.20	14.52
	평균	20.18	18.27	15.16	16.74
	표준편차	12.49	11.00	9.04	9.47
버스전용차로	신사역-강남역	6.50	5.34	5.91	5.88
	강남역-양재역	19.44	16.56	17.01	17.58
	평균	12.97	10.95	11.46	11.73
	표준편차	9.15	7.93	7.85	8.27

스전용차로¹⁾는 심각한 운영상 문제가 있다.

강남대로를 이용하는 버스들의 회전이 주로 일어나는 교차로에 대하여 조사하였다. 이는 후에 실시할 중앙버스전용차로의 교차로 회전 처리, 정류소 간격 및 위치 선정 등과 같은 요소에 매우 중요한 영향을 줄 수 있기 때문이다. 조사 결과 현재 논현역 사거리와 강남역 사거리에서 U-Turn을 포함한 좌회전을 하는 노선수는 각각 12개 노선으로 가장 높았으며 차량 대수로 환산할 경우도 역시 논현역 사거리가 가장 높았다. 여기서 차량 대수 역시 배차간격을 이용하여 한시간 단위로 환산하여 얻은 값이다.

강남대로의 보행밀도는 매우 높다. 특히 고층빌딩들과 지하상가가 밀집되어 있는 강남역 주변은 주변 상가의 조업으로 인한 노상적치물이나 노점들로 인하여 보행로는 매우 혼잡한 실정이다. 또한 대로 주변 상점을 이용하는 차량들을 보행로에 주차시키는 경우가 많아서 원활한 보행을 방해하고 심지어는 자전거



〈그림 2〉 교차로별 버스 회전 분포

도로에 주차시키는 경우도 많이 볼 수 있다. 또한, 강남대로 신사역 4거리에서 양재IC 구간에는 약 50여 개의 크고 작은 접근로들이 있으며 대로와 주변의 건물 주차장을 연결하는 진출입로 또한 매우 많다. 이러한 접근로들로부터 유출입하는 차량들에 의하여 본선의 교통흐름은 갓길 버스전용차로를 운행하는 버스의 진행에 심각한 장애를 일으키고 있다. 또한 보행밀도가 높은 구간에서는 이러한 접근 교통으로 인하여 보행자의 안전보행에 심각한 영향을 주고 있는 실정이다. 일반적으로 갓길로 운영하는 버스전용차로는 그 설치와 유지가 용이한 반면 불법 주정차 및 조업 차량, 우회전 차량 등에 의하여 이론상의 용량보다 낮은 용량을 제공한다. 이러한 용량의 저하는 버스전용차로의 운영 효율을 저하시켜 전용차로의 경쟁력을 낮추는 결과를 야기할 수 있다. 현재 강남대로에서 운영중인 버스전용차로 역시 이와 비슷한 문제들을 가지고 있으며 특히 갓길 조업주차로 인한 버스의 회전 및 진행방해와 접근로를 이용하는 유출입 교통과 버스의 상충은 매우 심각한 것으로 조사되었다.

〈표 2〉 노선버스의 교차로 회전 현황

교차로	노선수	차량대수(대/시간)
신사역 사거리	4	38(11.0%)
논현역 사거리	12	88(25.4%)
제일생명 사거리	4	44(12.6%)
강남역 교차로	12	59(17.0%)
우성 APT	1	3(0.9%)
뱅뱅 사거리	5	43(12.5%)
양재역 교차로	11	65(18.8%)

2. 대안의 결정

강남대로를 시범구간으로 하는 본 연구에서는 이 구간에 대하여 대중교통 우선처리 기법인 버스중앙차로의 도입과 효율적인 가로운영과 보행 및 주정차 처리를 위한 차로 감소를 골자로 하는 두 개의 대안에 대하여 조치내용을 결정하고 이를 평가하였다. 단, 버스중앙전용차로의 도입을 위한 기존 버스 노선의 변경은 없는 것으로 하고 분석을 수행하였다.

1) 구간내 버스 정거장을 정차한 시간 포함

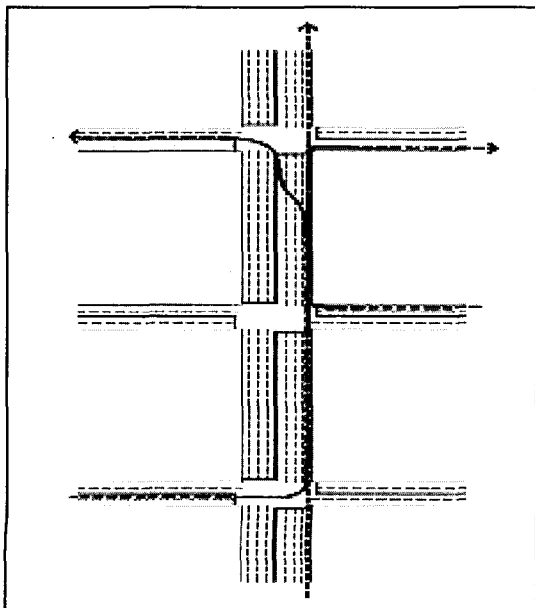
1) 중앙버스전용차로 시행방안

버스전용차로의 한 형태인 중앙 전용차로는 천호대로(서울), Canal Street(New Orleans), Market Street(San Francisco) 등에서 운영 중이며 연석을 설치하여 일반 차로와 구분하고 승차장은 주로 오른쪽에 위치하는 것이 일반적이다. 또한 갓길 전용차로보다 혼잡의 영향은 적으나 교차로에서 좌회전, 승객들의 정류소 접근 및 넓은 차로폭이 요구되는 등의 문제가 있을 수 있다.

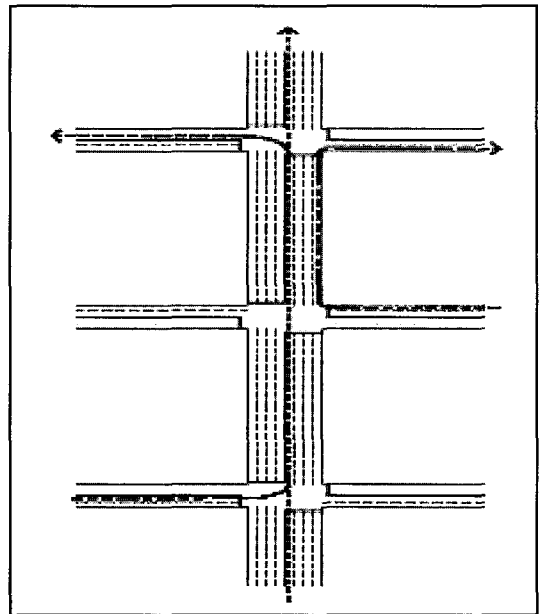
본 연구에서 제시하는 중앙전용차로는 강남대로 양재IC~신사역사거리 구간에 대하여 갓길에 위치한 전용차로를 중앙차로로 이전하며 약 2블록마다 정거장을 신설하고 기존 버스노선을 조정하지 않는다는 원칙 하에 이 구간에 대하여 마을버스와 같은 직선운행 비율이 작은 노선에 한하여 기존의 정류소를 이용할 수 있도록 하는 것을 주요 골자로 한다. 이를 도시하면 <그림 3, 4>와 같다. 즉 마을버스나 일부 노선버스처럼 접근성을 주목적으로 하는 버스 노선에 대해서는 기존의 노선은 물론 정류소를 계속 이용하게 하고 좌석버스나 시외버스와 같은 이동성이 주목적인 버스노선에 대해서는 기존의 갓길 전용차로보다 통행우선권이 확보되는 중앙전용차로를 이용하도록 하는 것이다. 이렇게 함으로서 노선조정으로 인한 승객들의 불편을 최소화하고 전용차로의 이용효율을 높이는 한편 버스

와 승용차와의 차로 변경으로 인한 상충을 최소화 할 수 있을 것으로 판단된다.

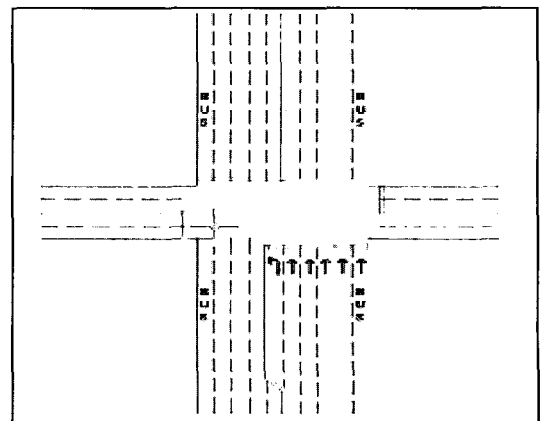
또한 교차로에서 좌회전 처리의 경우 대중교통우선 신호와 같은 ITS기법과 Queue Jumper(Roderick, 2000)와 같은 기법이 있을 수 있을 것이다. 본 연구에서는 ITS를 이용한 처리방식보다는 현실적으로 바로 적용이 가능한 기법으로서 버스전용 좌회전 차로를 신설하는 것을 검토하였다. 즉 버스의 좌회전 이용율이 높은 교차로에 대하여 중앙에 위치한 직선 버스전용 차로외에 버스의 좌회전을 위한 차로를 추가로 설치하는 것이다. 이러한 경우 교차로 신호 운영



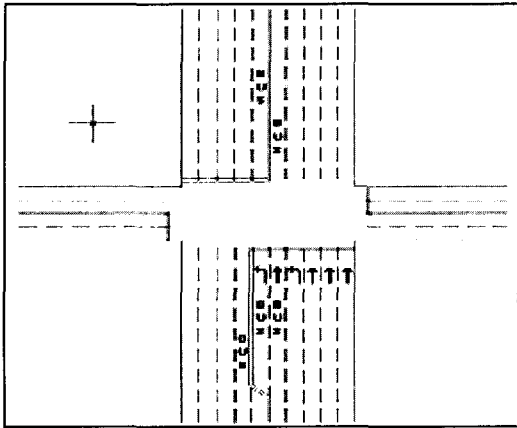
<그림 3> 기존 차로운영 방식



<그림 4> 개선후 차로 운영방식



<그림 5> 현행 교차로 회전처리

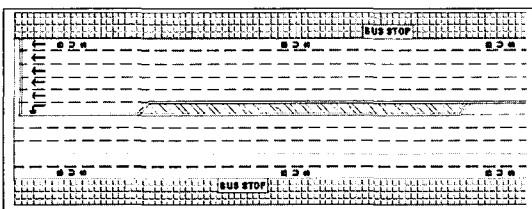


〈그림 6〉 전용차로 도입후 회전처리

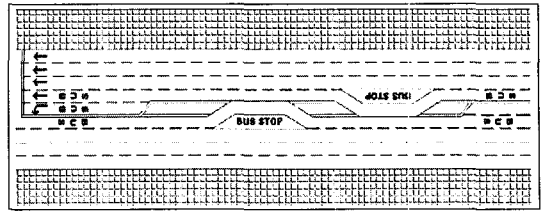
은 동시신호보다 전용신호로 처리해야 할 것이다. 이를 그림으로 도식하면 〈그림 6〉과 같다.

2) 차로감소 시행방안

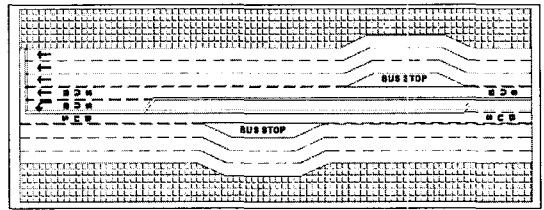
서울시정개발연구원의 연구에 따르면 도로폭원구성의 쾌적성 평가 지표중 하나인 쾌적공간율이 다른 나라에 비하여 낮게 나타나고 있음을 보였다(서울시정개발연구원, 2001). 쾌적공간율이란 전체 도로폭원과 보도 및 중앙분리대를 포함한 환경시설대를 합한 도로폭과의 비율로 정의한다. 우리나라 서울시의 쾌적공간율은 일본이나 유럽의 반정도 수준에 불과하고 서울시의 도로에서 차도가 차지하는 비율이 매우 높는데 그 원인이 있다고 할 수 있을 것이다. 이러한 연구결과를 바탕으로 본 연구에서는 차도의 이용효율을 높이고 보행자에게 쾌적한 보행환경을 제공하기 위한 대안으로서 차로를 감소시키는 대안에 대하여 시행효과를 검토하였다. 강남대로 구간의 전체 폭원은 대략 45m~50m로서 보도 및 중앙분리대의 총 폭원은 10m~14m로서 쾌적공간율은 약 22%~28%수준이며 대부분의 차도의 경우 5~6차로로 운영되고 있다. 아래의 〈그림 7, 8, 9〉에서는 현재의 차로운영과 차



〈그림 7〉 현행 차로 운영 및 정류소 위치



〈그림 8〉 전용차로 도입후 차로 운영 및 정류소 위치(1안)



〈그림 9〉 전용차로 도입후 차로 운영 및 정류소 위치(2안)

로수 감소후 중앙버스전용차로의 운영을 비교하여 도식화하고 있다.

3) 대안의 조합

위에서 분석한 조치내용을 이용하여 거시적 분석과 미시적 분석을 수행하였다. 대안 1은 전용차로의 위치를 갖길에서 중앙으로 이전하는 경우이고 대안 2는 양재IC~신사역 교차로까지 구간에 대하여 1차로 감소시키는 방안이며 대안 3은 이 두 대안을 조합한 경우이다.

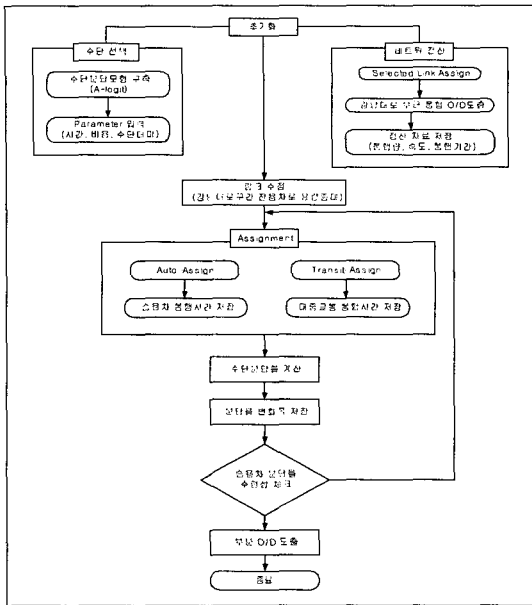
〈표 3〉 대안별 조치내용

	조치내용
대안1	중앙버스 전용차로 설치 운영
대안2	차로수 조정
대안3	중앙버스 전용차로 설치 운영 + 차로수 조정

3. 효과분석방법론

분석에서는 SECOMM(황기연, 1999 등) 모형을 이용하여 여러 대안들에 따라 전체 네트워크 관점에서의 평균 통행시간, 속도, 분담율 등을 산정하고 이를 토대로 수단별 O/D를 얻는다. 거시적 시뮬레이션 분석과정은 아래의 〈그림 10〉과 같다.

분석의 초기화 단계에서는 수단분담모형에 의해 추정된 각 수단별 더미변수 값과 비용 및 시간변수에 대한 파라미터 값을 EMME/2에 저장하고 Selected



〈그림 10〉 거시적분석과정

Link Assignment를 수행하여 강남대로 구간을 이용하는 수단 O/D와 통행시간 및 속도 등의 자료를 저장한다. 또한 추정된 수단분담 모형의 통행시간자료와 노선배정에 의한 통행시간을 비교하여 보정치를 산출하여 저장한다(황기연, 2000 등).

다음 단계 1에서는 강남대로 구간에 대하여 대안별로 네트워크를 수정하고 단계 2에서는 수정된 네트워크에서 수단별 노선배정을 수행한다. 다음 3단계에서는 노선배정을 통해 얻은 수단별 통행시간을 계산한 후 추정된 새로운 통행시간을 이용하여 이 구간을 통과하는 수단 O/D에 대하여 수단분담율을 계산하게 되며 단계4에서는 새로운 승용차의 수단 분담율과 이전 단계에서 구한 승용차 수단분담율과의 차이를 이용하여 수렴여부를 체크하고 조건에 만족하지 않으면 다시 단계 2로 돌아가 과정을 반복한다. 수렴조건이 맞을 경우 수단별 O/D와 분담율 및 대상링크의 통행속도 및 통행량을 출력하며 대상지역 주변의 네트워크를 이용하는 부분 O/D를 도출하게된다.

4. 분석결과

1) 속도 변화

오전첨두(07:00~08:00)시의 속도 변화를 통하여 각 대안이 강남대로와 강남대로 주변 가로 및 서울시

전체의 속도에 어떠한 영향을 미치는지를 분석하였다. 각 대안을 시행했을 때 대안에 따른 강남대로 구간의 속도를 예측한 결과 다음의 〈표 4〉와 같았다. 대안 2와 대안 3은 한 차로를 감소시킴으로서 오는 용량의 저하로 인하여 일반차로의 속도 증가폭은 매우 작았지만 대안 3의 경우 전용차로의 속도가 매우 높아져 전차로의 평균 속도가 증가하는 것으로 분석되었다. 이것은 일반차로 수가 감소하여 체증이 증가할 경우, 승용차 효율은 감소하는 반면 Right Of Way가 확보되는 중앙버스전용차로를 이용하게 되는 버스의 효율은 상대적으로 증가하여 수단간 전이를 가 일어난 것을 모형이 반영하고 있기 때문에 차로수가 감소함에도 속도의 변화가 미비한 난 것으로 나타난 것이다. 각 대안에 따른 강남대로 주변의 속도 변화는 아래의 〈표 5〉와 같다. 남부순환로의 속도가 소폭 감소할 것으로 분석되었다. 강남대로는 서울시 교통흐름에 미치는 영향이 매우 큰 도로이다. 따라서 강남대로 구간의 여건 변화는 서울시 가로망에 영향을 줄 수 있을 것이다. 다음의 〈표 6〉은 각 대안별로 서울시의 가로별 속도 변화를 보이고 있다.

〈표 4〉 강남대로(염곡-신사)구간 오전첨두 속도(KPH)변화

	현황 (kph)	대안1 (kph)	대안2 (kph)	대안3 (kph)
일반차로	25.1	26.1	25.2	25.2
버스전용차로	14.4	35	14.5	35
전차로 평균	19.8	30.5	19.9	30.1

※ 전차로 평균은 (일반차로+버스전용차로)/2 임.

〈표 5〉 강남대로 주변 오전첨두 속도(K/H) 변화

	현황	대안1		대안2		대안3	
		속도	증감	속도	증감	속도	증감
봉은사로	20.07	20.48	0.43	20.87	+0.80	20.89	+0.82
역삼로	15.70	15.97	0.27	16.00	+0.30	15.68	-0.02
남부순환로	21.90	21.77	-0.13	21.82	-0.08	22.09	+0.19
논현로	18.87	19.19	0.31	19.00	0.13	18.95	0.08

〈표 6〉 대안별 서울시 속도(K/H) 변화

	현황	대안1		대안2		대안3	
		속도	증감	속도	증감	속도	증감
도심	20.2	20.2	-0.01	20.4	+0.18	20.15	-0.05
방사간선	20.6	20.5	-0.06	20.43	-0.17	20.40	-0.20
도시고속	40.4	40.5	+0.08	40.42	+0.02	40.50	+0.10
서울시	22.5	22.5	+0.01	22.41	-0.09	22.44	-0.06

2) 부담율 변화

각 대안은 해당 가로의 통행시간에 영향을 주기 때문에 통행자의 수단 선택에 영향을 줄 수 있다. 본 분석에 사용된 거시적 모형인 SECOMM은 이러한 통행자의 수단 선택 행태를 반영할 수 있으므로 각 대안에 따른 수단 부담율의 변화를 파악 할 수 있었다. 이러한 수단 부담율의 변화는 정책결정에 매우 중요한 자료가 될 수 있을 것이다.

강남대로를 이용하는 각 수단의 부담율(오전첨두, 07:00~08:00) 분포는 승용차와 버스가 각각 46.45%와 42.93%이며 택시가 10.62%를 차지 하고 있는 것으로 분석되었다. 그러나 각 대안이 시행 될 경우 그 효과에 의하여 부담율은 변화게 되는데 중앙버스전용차로를 도입하는 대안 1의 경우 승용차 부담율이 7.88%가 감소되는 반면 버스의 부담율은 7.91% 증가하는 것으로 분석되었다. 중앙버스전용차로와 함께 차로수를 줄이는 내용을 골자로 하는 대안3의 경우 승용차 부담율과 버스 부담율이 각각 약 5.8% 감소 및 증가할 것으로 예측되었다. 이러한 결과는 위에서 분석한 속도 결과와 동일하게 모형이 수단간 전환율을 고려하고 있기 때문이다.

〈표 7〉 대안에 따른 강남대로 부담율 변화(오전첨두)

차종	현황 (%)	대안1(%)	대안2(%)	대안3(%)
		부담율(증감)	부담율(증감)	부담율(증감)
승용차	46.45	38.57 (-7.88)	45.46 (-0.99)	40.64 (-5.81)
택시	10.62	10.59 (-0.03)	10.60 (-0.02)	10.59 (-0.03)
버스	42.93	50.84 (+7.91)	43.94 (1.01)	48.77 (+5.84)

※ 버스는 지하철 환승 통행량 포함임. 다음으로 강남대로를 이용할 가능성이 매우 높은 성남, 수원, 과천, 용인 등지에서 강남대로를 이용하는 통행의 수단 부담율에 대하여 분석하였다. 분석 결과 〈표 8〉과 같이 이 구간에 대해서는 승용차 부담율이 매우 높았으나 각 대안이 시행 될 경우 매우 큰 폭의 승용차 부담율 감소가 예측되었다.

〈표 8〉 강남대로 이용 수도권 통행 부담율 변화(오전첨두)

차종	현황 (%)	대안1(%)	대안2(%)	대안3(%)
		부담율(증감)	부담율(증감)	부담율(증감)
승용차	70.37	56.95 (-13.42)	57.87 (-12.5)	56.96 (-13.41)
버스	29.63	43.05 (+13.42)	42.13 (+12.5)	43.04 (+13.41)

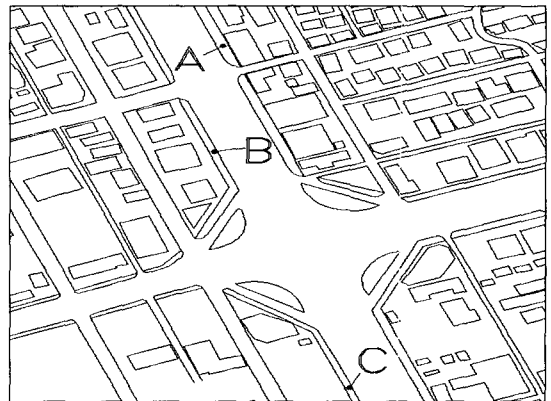
〈표 9〉 서울시 전체 부담율 변화(오전첨두)

	현황 (%)	대안1(%)	대안2(%)	대안3(%)
		부담율(증감)	부담율(증감)	부담율(증감)
승용차	28.34	28.32 (-0.02)	28.37 (+0.03)	28.30 (-0.04)
택시	12.17	12.16 (-0.01)	12.17 (0)	12.16 (-0.01)
버스	30.20	30.23 (+0.03)	30.19 (-0.01)	30.24 (+0.04)
지하철	29.29	29.29 (0)	29.27 (-0.02)	29.30 (+0.01)

위에서 언급했던 것처럼 강남대로는 서울시 도로에서 차지하는 비중이 매우 큰 편이기 때문에 강남대로의 구간의 여건 변화로 인하여 서울시 전체 부담율에도 영향을 줄 수 있을 것으로 판단되는 그 값은 그리 크지 않을 것으로 예측 되었다. 〈표 9〉는 각 대안별 시행후 서울시 전체 부담율의 변화를 나타내고 있는 표이다.

3) 보행서비스 수준 변화

보행 서비스 수준 역시 이러한 사업을 평가하는데 있어 매우 중요한 평가 기준이다. 본 연구에서는 강남대로 구간 중 보행밀도가 가장 높은 구간인 강남역 구간을 대상으로 보행 서비스 수준을 조사하였고 이를 토대로 각 대안별 보행 서비스 수준의 변화를 분석하였다. 분석결과 차로수 감소로 인한 보행로 확장으로 인하여 대안 2와 3이 대안 1에 비해 보행서비스 수준에 기여하는 바가 큰 것으로 분석되었다.



〈그림 11〉 보행서비스 수준 조사지점

〈표 10〉 보행서비스 수준의 변화

구분	대안1			대안2			대안3		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
보도폭	7.8	5.4	4.6	11.8	9.4	8.6	11.8	9.4	8.6
유효보도폭	5.5	3.4	3.6	9.3	7.4	7.6	9.3	7.4	7.6
유동량(인/분)	287	233	133	287	233	133	287	233	133
유동계수	52.2	68.5	36.9	30.9	31.5	17.5	30.9	31.5	17.5
서비스 수준	E	E	D	C	C	B	C	C	B

※ 대안1의 경우 보행로에 어떠한 조치를 취한 것이 아니므로 서비스 수준은 현황과 같음.

4) 통행시간절감 편의 산정

강남대로에 중앙버스 전용차로를 도입하였을 경우 총통행시간절감을 승용차통행자와 대중교통통행자와의 시간가치를 차등화하여 금액으로 환산한 결과 강남대로구간에서만 하루 140,170천원, 년간 50,461,305천원의 통행시간절감 편익이 발생할 것으로 예측되었다.

〈표 11〉 중앙버스전용차로 도입후 통행시간절감액 (단위:천원)

비용	1일	1년
승용차 통행시간비용	-87,734	-31,584,270
버스 통행시간비용	-37,931	-13,655,273
지하철 통행시간비용	-14,575	-5,246,985
통행시간비용 합계	-140,240	-50,486,527
차량운행비용	70	25,222
총비용	-140,170	-50,461,305

주 : 승용차는 자가용승용차(승합차), 택시, 트럭의 합계이고, 평균 제작인원이 2.02인/대인 것으로 분석됨. 승용차의 시간가치는 8382원/대·시, 대중교통의 시간가치는 2699.5원/인·시로 산정.

V. 결론

서울시 주요가로의 대부분이 외국도시에 비해 고밀도 개발가로는 점을 고려할 때 단순히 중앙차로제 보다는 보다 적극적이고 포괄적인 개념의 대중교통우선가로제를 도입할 필요가 있다. 이 제도는 1) 버스의 확실한 통행권 확보 뿐 아니라, 2) 버스통행의 신속한 처리를 위한 우선신호, 정류소디자인, 차량디자인, 요금징수체계, 환승센터, 그리고 3) 고밀도가로의 특징인 많은 보행자들을 위한 건물주차장 유출입 관리, 세가로 유출입관리 등의 접근관리, 4) 대중교통요금우대 및 대중교통서비스의 다양화 등을 포함하는 고밀도 토지이용과 조화된 종합 대중교통개선 정책이다.

시범가로측으로 우선순위가 가장 높은 강남대로측을 선정하였다. 현황 분석결과 강남대로측에서 버스전용차로의 속도가 '00년 기준으로 하루 평균 11.73km/h에 불과하고 이는 일반차로의 평균인 16.74km/h에 비해서도 5km/h 이상 낮은 것으로 나타났다. 이렇게 속도가 낮은 이유는 전용차로상의 지나친 불법주정차, 버스의 불법회전 등이 주된 이유로 조사되었다. 한편 보행서비스 수준도 높은 보행자수에도 불구하고 차량에 의한 보도점유, 지나치게 많은 세가로, 주도로를 통한 차량의 건물진입 등의 이유로 보행에 많은 불편이 있는 것으로 조사되었다.

고밀도가로인 강남대로의 버스 및 보행서비스 수준을 획기적으로 개선하기 위해 본 연구에서는 중앙버스전용차로제 도입, 차로수 축소, 버스노선조정, 대중교통 환승요금 추가 할인, 경부고속도로 시내유출입 램프 조정, 세가로 접근관리 등의 다양한 개선 대안을 제안하였다. 이중 본 연구에서는 제1안) 중앙버스전용차선제, 제2안) 차로수 축소, 제3안) 중앙차로 + 차로수 축소 등의 3가지 안에 대해 효과분석을 시행하였다. 한편 대안을 실행하는데 있어서 공학적인 측면에서 가로상의 중앙버스정류장위치, 중앙버스정류장내에서의 차로 배분, 갓길 버스정류장의 설치 및 위치 설정 및 일반차량의 교차로 회전처리 및 버스 우선신호에 대한 검토를 수행하였다.

효과분석은 SECOMM이라는 EMM2와 A-Logit를 합성한 거시분석모형을 활용해 시행하도록 하였다. 강남대로를 대상으로한 사례연구 결과 제1안 시행시 강남대로의 일반차로의 속도는 25.1km/h에서 26.1km/h로 개선되고 버스전용차로도 14.4km/h에서 35km/h로 개선되는 것으로 추정되었다. 제3안도 비슷한 개선효과를 나타냈으나 차로폭 축소를 보행서비스 수준이 Los E에서 Los C 수준으로 개선되는 것으로 나타났다. 한편 강남대로에서 버스의 분담율이 6-8% 가까이 증가하고, 특히 수도권 장거리 통행의 경우 버스분담율이 13.4% 까지 획기적으로 개선되는 것으로 추정되었다.

향후 본 제도를 대도시에서 실질적으로 적용하기 위해서는 버스노선개편과 환승 요금 추가 할인 등 추가 개선안에 대하여 내용을 확정된 후 다각적이며 면밀한 분석을 수행하는 것이 필요하다. 특히 지?간선 체제로의 버스의 노선개편은 대중교통우선가로망제가 성공적으로 수행되기 위한 필수요건으로 이에 대하여 관계기관과 버스업체와의 긴밀한 업무 협조가 있어야

할 것이다. 또한 미시적인 분석을 통해 도로상에서 중앙버스전용차로가 교통 흐름에 주는 영향과 이에 따른 일반차량의 운전행태 등과 같은 미시적인 영향에 대하여 짧은 시간간격으로 그 변화를 예측할 수 있도록 하여야 할 것이다.

참고문헌

1. 김익기·황기연(2001), 교통수요관리 정책분석을 위한 교통체계분석 기법의 응용, 대한토목학회.
2. 황기연·김익기·엄진기(1999), "교통수요관리 방안의 단기적 효과 분석모형의 구축", 대한교통학회지, 제17권 제1호, 대한교통학회, pp.173~185
3. 황기연·엄진기(2000), 교통수요관리론, 청문각.
4. 교통개발연구원(1999), 버스 육성 및 활성화 방안에 관한 연구.
5. 녹색교통운동, 천호대로 內 버스중앙차선제 실시 150일 중간점검.
6. 서울시정개발연구원(1996), 서울시 교통수요 예측모형 정립(I), 1998
7. 서울시정개발연구원(1999), 서울시 교통분석체계 정립 및 광역통행분석.
8. 서울시정개발연구원(2001), 환경친화적 도로구현 방안 연구.
9. 서울시(1993~2001), 서울시 속도조사 자료.
10. 서울시(1999), 간선도로 교통종합개선 기본 및 실시 설계(한남로~현릉로).
11. Hervert S. Levinson and Paul J. Menker (1987), A Proposed Transitway for 42d Street, ITE Journal.
12. ITE Technical Council Committee(1992), The Location and Design of Bus Transfer Facilities, ITE Journal.
13. Roderick B. Diaz and Donald C. Scheck (2000), An Overview of Bus Rapid Transit Technologies in the Americas.
14. Tod A. Rosinbum et al.(1991), Bus Bay Street-Related Improvement in Phoenix and Tucson, ITE Journal.
15. FTA(2002), Federal Transit Administration Bus Rapid Transit Demonstration Program.
16. <http://www.fta.dot.gov/brt/guide>.

✉ 주 작 성 자 : 황기연

✉ 논문투고일 : 2003. 4. 9

논문심사일 : 2003. 5. 20 (1차)

2003. 6. 6 (2차)

2003. 6. 23 (3차)

심사판정일 : 2003. 6. 23

✉ 반론접수기한 : 2003. 10. 31

Evaluatin the Alternative Options for Redevelopment of Airport Idle Facilities

PARK, Yonghwa

Over the last few years, the major airports in Asia have been operating at or close to their capacity. As a result, Korea, Japan, China, Hong Kong, Thailand, Malaysia, and Indonesia decided to expedite the development of new airports. Accordingly, some of the existing airports have been completely used as other functions or purposes and the others operated as a domestic airport. In the latter case, re-development plans are needed for idle facilities.

This paper evaluates the alternative options for re-development of idle airport facilities of Seoul Gimpo International Airport. The proposed methodology makes it possible to provide a practical and applicable evaluation of airport re-development plan. In particular, it can take into account the qualitative aspects of different interesting groups such as airport experts, passengers and airport peripheral community.

The interview was conducted in order to obtain the different groups' view. To evaluate and select the best option of the airport re-development, this study adopted a fuzzy linguistic approach.

Impact Analysis of Transit Oriented Street Design (A Case Study for Kangnam Street in Seoul)

HWANG, Kee Yeon · LEE, Jo-Young

Considering the high density developments along the major traffic corridors in Seoul, transit-oriented street designs will be a very effective to control traffic congestion along the corridors. For testing the effectiveness, we selected, for our case study, Kangnam Street, which is one of the most highly developed corridors in Seoul. The traffic study on Kangnam street in 2000 shows that the daily average bus speed is 11.73km/h, which is 5km/h lower than the auto speed. The Central Bus Lane

system was applied on the Kangnam street to test impact on bus speed as well as auto speed. Simulation results show that with Central Bus Lane have been improved the travel speeds of bus as well as auto on Kangnam street from 14.4km/hr to 35.0km/hr and from 25.1km/hr to 26.1km/hr, respectively. The bus market share increases about 6-8 percentages. Especially, 13.4% of bus users are increased for long-distance trips.

Analysis of the Entry Capacity of Roundabouts

JEON, Woo Hoon · DOH, Tcheol Woong

Signalized intersections are widely used in urban street network. However, it was reported that a roundabout is better than a signalized intersection in terms of delay when the approaching traffic volume for each bound is low.

The objective of this study is to develop entry capacity models of roundabout and establish the warrant for signalized intersection based on the delay. The entry capacity of a roundabout is determined by the circulating traffic volume and the geometric design of the roundabout such as the diameter of central island, entry lane widths, and the circulating roadway width.

The traffic and geometric characteristics of four roundabouts were collected and analyzed. The study reveals that: i)among the geometric features, the diameter of central island and the circulating roadway width influence the entry capacity, and ii)even though it is difficult to compare the models of each country due to different geometric features considered in the models, the models developed in this study show higher capacity than the models from Israel or Germany. These seem to be attributed to the facts that: i)the outside diameters of the roundabouts selected in this study are larger than in the other studies, and ii)the acceptable gap in Korea is smaller than that in the other countries.