

대중교통우선가로제 도입방안 연구

황기연

연구진

연구책임	황 기 연	• 도시교통연구부 선임연구위원
연구원	조 용 학	• 도시교통연구부 위촉연구원
	이 조 영	• 도시교통연구부 위촉연구원

이 보고서의 내용은 연구진의 견해로서
서울특별시의 정책과는 다를 수도 있습니다.

要約 및 定策建議

I. 연구의 목적 및 개요

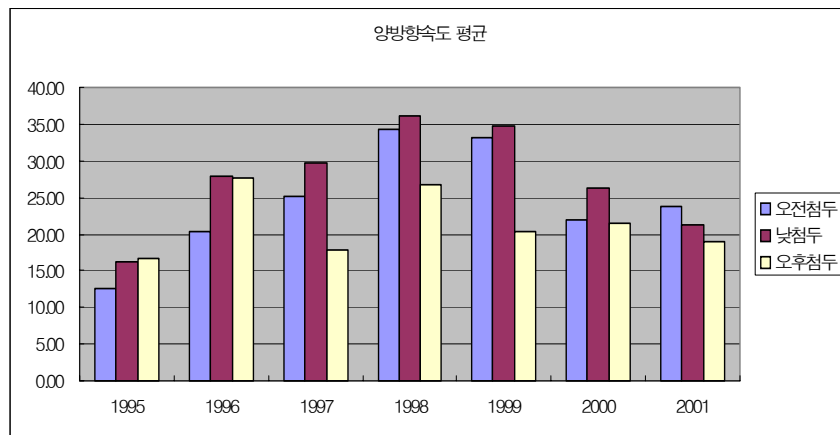
- 연구의 목적은 고밀도 개발로 인해 대중교통의 채산성이 높은 서울시의 중심업무/상업지역 및 가로를 대상으로 지상에서 버스의 통행우선권을 확보하는 대중교통우선가로제를 도입하여 도시교통혼잡을 효율적으로 개선하는데 있음.
- 또한, 고밀도 개발에 대응할 수 있는 효율적 가로운영체계 및 대중교통수단간 보완관계의 정립을 통해 대중교통이용수요 증대를 도모하여, 주요가로에서의 도시교통혼잡을 완화하고 대중교통우선의 가로디자인 체계를 정립하는데 이를 활용하고자 함.
- 본 연구는 서울시 전 지역과 주변의 수도권 위성도시들을 공간적 범위로 하고 간선도로 축개선사업 이전인 2000년 이전과 이후인 2001년 이후를 시간적 범위로 하고 있으며, 이중 사례연구로 강남대로와 본 연구에서 선정한 서울시 대중교통우선가로망을 대상으로 효과분석을 실시하였음.
- 주요 연구결과로는 대중교통우선가로 개념정립, 국내 중앙버스전용차로 모니터링, 대중교통우선가로제의 도입필요성 연구, 서울시 대중교통우선가로망 선정, 중앙버스전용차로 설치를 위한 공학적 검토 및 이를 바탕으로 한 강남대로 사례연구 등이 있음.

II. 주요 연구결과

1. 기존 서울시 버스전용차로제의 효과평가

- 신답네거리에서 구의동 로터리에 이르는 천호대로 4.5 km구간에서 시행하고 있는 천호대로 중앙버스전용차로 모니터링 결과 1996년도에 국내의 한 민간단체가 중앙

버스전용차로를 통과하는 차량운전자들을 대상으로 조사한 바에 따르면 천호대로내의 전용차선구간을 통과하는데 기존에 30-40분 걸리던 것이 전용차선 실시 후 6-7분으로 단축된 것으로 나타났다. 그러나 승용차속도는 거의 개선이 없거나 하락한 것으로 나타났다. 또한 해당 구간은 고밀도개발지구가 아닌데 1995년도 말에 개통한 지하철 5호선이 통과하고 있어 중앙 버스전용차로의 승객흡인 효과에 대해서 의문이 제기되고 있는 실정임.



[그림 1] 년도별 천호대로 속도변화

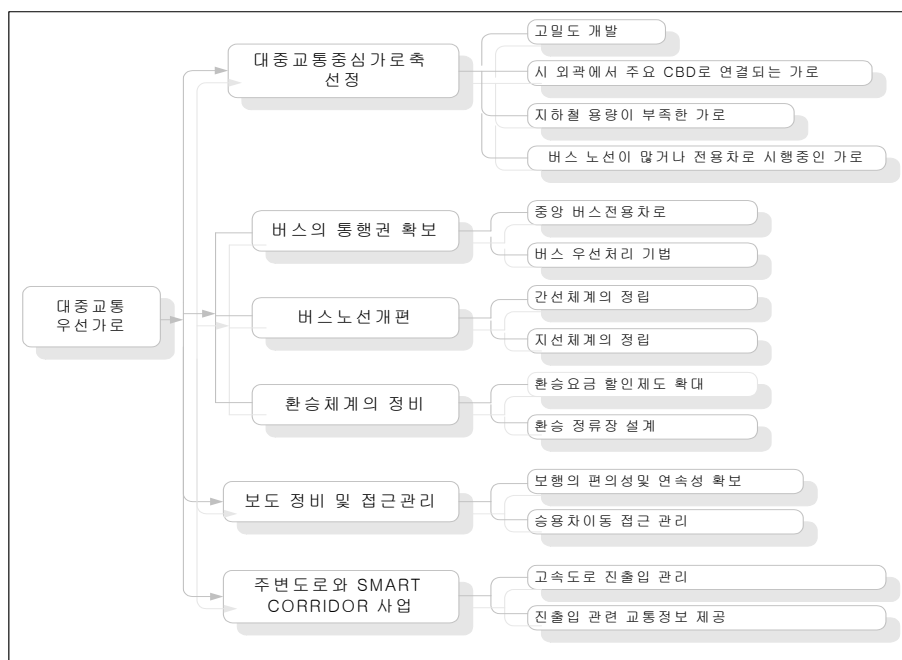
- 기존 강남대로 갓길전용차로의 경우 속도 측면에서 갓길의 운행속도가 11.7km/h로 상당히 낮게 나타난 반면, 중앙차로를 운행하는 버스는 29.9km/h로 갓길에 비해 운행속도가 2배를 훨씬 상회하는 것으로 나타났으며 그밖에도 보행환경, 교통안전, 대로중심 상권과의 부조화, 고밀도 개발과의 부조화 등이 갓길전용차로의 한계인 것으로 지적되었음.

2. 대중교통우선가로제의 개념 정립

- 서울시의 토지이용특성과 조화되는 버스전용차로제는 현재 천호대로 일부구간에서 시행중인 중앙버스전용차로라 할 수 있으나 서울시 주요가로의 대부분이 외국도시에 비해 고밀도 개발가로라는 점과 버스분담율의 지속적 하락, 기존 갓길버스전용차로의 한계, 불충분한 광역대중교통 서비스, 차량소통중심의 간선도로축 개선사업

의 한계 등을 고려하여 보다 적극적이고 포괄적인 개념의 대중교통우선가로제를 도입할 필요가 있음.

- 대중교통우선가로란 간선가로를 대상으로 대중교통의 낙후된 서비스를 개선하여 정시성, 대량이동, 저렴한 비용 등과 같은 대중교통이 가지고 있는 장점을 최대한 부각시킴으로서 타 교통수단보다 높은 대중교통 경쟁력을 제공하기 위한 가로체계임.
- 이러한 가로들은 통행 우선권을 확보하기 위하여 중앙버스전용차로와 같은 대중교통 우선처리기법을 운영하고 간선체계와 지선체계의 정립을 위한 노선개편도 포함될 수 있으며 대중교통 서비스의 질적 향상과 원활한 환승 시스템의 제공을 위하여 환승정류장 신설 및 환승요금 할인제도와 같은 환승체계의 정비도 이에 포함됨. 또한 고밀도 가로에서 보행자 수가 많다는 점을 감안하여 보행의 연속성과 안전성을 높이기 위한 보도의 정비와 주도로의 원활한 소통을 위한 접근로 접근체계의 정비 및 가로 주변의 고속도로에 대한 Ramp Metering, 경쟁가로에 대한 진출입 교통정보의 제공등과 같은 Smart Corridor 사업도 포함될 수 있음.



[그림 2] 대중교통우선가로의 개념

3. 서울시 대중교통우선가로망의 선정

- 서울시 대중교통우선가로망 선정을 위한 기본원칙으로는 ①고밀도 개발지역을 경유하는 가로, ②부도심을 경유하는 가로, ③시 외곽에서 주요 CBD로 연결되는 가로, ④기존 지하철 노선이 없는 가로, ⑤버스 노선이 많거나 전용차로를 시행중인 가로 및 버스 이용 수요가 많은 가로 등을 선정대상으로 하였으며 이를 바탕으로 총 13개 노선축 270km에 이르는 서울시 대중교통우선가로망을 선정하였음. 선정된 서울시 대중교통우선가로망은 총 13개 축이며 아래 그림과 같음.



[그림 3] 대중교통 우선가로망

- 선정된 대중교통우선가로들 중 시행우선 순위를 결정하기 위하여 5가지 선정지표의 가능성 여부와 선정지표들 중 계량화가 가능한 항목들에 대하여 가로별로 그 값의 범위에 따라 일정한 점수를 부여하는 방식을 서로 조합하여 우선순위를 결정하였음.

<표 2> 12개의 선정된 가로가 5가지 선정지표

선정지표 \ 가로번호	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
고밀도 개발						○	○	○					○
부도심을 경유하는 가로			○	○		○	○			○			○
시 외곽에서 주요 CBD로 연결되는 가로	○	○	○	○	○	○			○	○	○	○	
기존 지하철 노선이 없는 가로				○		○	○	○	○				
버스 노선이 많거나 전용차로를 시행중인 가로	○	○	○	○	○	○	○			○	○	○	○

- 일련의 선정 과정에 의하여 각 가로의 우선순위를 결정하였음. 이중 성남에서 강남을 경유하여 도심으로 진입하는 6번 가로가 5가지 평가 지표를 모두 만족하였으므로 가장 우선순위가 높았음.

<표 3> 각 가로별 우선순위

우선순위	가로번호	기점	경유지	종점
1	6	성남	강남	도심
2	4	안양	여의도	도심
3	3	인천	영등포	도심
4	13	가양	영등포, 강남	영동
5	7	성남	강남, 강북	의정부
6	11	구리	청량리	도심
7	2	김포	강서	도심
8	1	고양	가양	도심
9	5	과천	용산	도심
10	9	하남	송파	도심
11	12	남양주	망우	도심
12	10	하남	강북	도심
13	8	강남	청량리	노원

4. 강남대로 사례연구

- 우선순위가 가장 높은 강남대로에 대한 사례연구를 시행하였음. 우선, 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 나타났는데, 그 이유는 전용차로상의 지나친 불법주정차, 버스의 불법회전 등이 주된 이유로 조사되었으며, 보행서비스 수준도 높은 보행자수에도 불구하고 차량에 의한 보도점유, 지나치게 많은 세가로, 주도로를 통한 차량의 건물진입 등의 이유로 보행에 많은 불편이 있는 것으로 조사되었음.
- 고밀도가로인 강남대로의 버스 및 보행서비스 수준을 획기적으로 개선하기 위해 본 연구에서는 중앙버스전용차로제 도입, 차로수 축소, 버스노선조정, 대중교통환승요금 추가 할인, 경부고속도로 시내유출입 램프 조정, 세가로 접근관리 등의 다양한 개선 대안을 제안하였으며 이중 본 연구에서는 제1안) 중앙버스전용차선제, 제2안) 차로수 축소, 제3안) 중앙차로 + 차로수 축소 등의 3가지 안에 대해 효과분석을 시행하였음.
- 또한, 중앙버스전용차로를 설치하기 위하여 중앙버스정류장의 가로상 위치, 정류장 내에서의 차로 배분, 단거리 운행노선을 위한 갓길버스정류장 설치, 일반차량의 교차로 회전 처리 및 버스 우선신호등과 같은 공학적인 사항에 대하여 기초적인 검토를 수행하였음.
- 효과분석은 SECOMM이라는 EMME2와 A-Logit를 합성한 거시분석모형과 MITSIM을 활용한 미시분석패키지를 활용해 시행하도록 하였고, 본 보고서에는 거시분석결과만을 수록하였음.
- 강남대로를 대상으로한 사례연구 결과 제1안 시행시 강남대로의 일반차로의 속도는 25.1km/h에서 26.1km/h로 개선되고 버스전용차로도 14.4km/h에서 35km/h로 개선되는 것으로 추정되었으며 제3안도 비슷한 개선효과를 나타냈으나 차로폭 축소로 보행서비스 수준이 Los E에서 Los C 수준으로 개선되는 것으로 나타났으며, 강남대로에서 버스의 분담율이 6-8% 가까이 증가하고, 특히 수도권 장거리 통행의 경

우 버스분담율이 13.4% 까지 획기적으로 개선되는 것으로 추정되었음. 이로인한 총통행시간절약을 승용차통행자와 대중교통통행자와의 시간가치를 차등화하여 금액으로 환산한 결과 강남대로구간에서만 하루 140,170천원, 연간 50,461,305천원의 통행시간절약편익이 발생할 것으로 예측됨.

<표 4> 강남대로 속도 변화 (단위 : km/h)

구분	현황(kph)	전용차로 도입후
일반차로	25.1	26.1
버스전용차로	14.4	35
전차로 평균	19.8	30.5

<표 5> 강남대로 분담율 변화 (단위 : %)

차종	현황	전용차로 도입후	
		분담율	증감
승용차	46.45	38.57	-7.88
택시	10.62	10.59	-0.03
버스	42.93	50.84	+7.91

<표 6> 강남대로 이용 수도권 통행의 분담율 변화 (단위 : %)

구분	현황	전용차로 도입후	
		분담율	증감
승용차	70.37	56.95	-13.42
버스	29.63	43.05	+13.42

<표 7> 중앙버스전용차로 도입후 비용변화

(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

5. 서울시 대중교통우선가로망 시행시 기대효과

- 현재 추진되고 있는 청계천 복원사업과 관련하여 청계천 복원후 서울시 대중교통우선가로망에 중앙버스전용차로를 도입할 경우를 분석한 결과 도심의 경우 버스분담율은 11.5%증가, 승용차 분담율은 7.4%감소되고, 우선가로망상의 버스분담율은 8.8% 증가, 승용차분담율은 5.88% 감소할 것으로 분석되었으며, 서울시 전체적으로는 약 0.4%의 버스분담율 증가와 0.2%의 승용차분담율의 감소가 있을 것으로 예측되었음.

<표 8> 중앙버스전용차로망 도입시 승용차 속도 변화

(단위 : km/h)

구분	청계천 복원전 현재 속도	청계천 복원후 속도			
		중앙버스전용 차로 도입전	증감	중앙버스전용 차로 도입후	증감
도심	21.0	19.3	-1.7	19.1	-1.9
간선도로	21.0	20.9	-0.1	20.0	-1.0
도시고속도로	41.0	40.6	-0.4	40.5	-0.5
서울시전체	20.5	20.4	-0.1	19.9	-0.6

<표 9> 중앙버스전용차로망 도입시 도심 분담율 변화 (단위 : %)

구분	청계천 복원전 현재분담율	청계천 복원후 분담율			
		중앙버스전용 차로 도입전	증감	중앙버스전용 차로 도입후	증감
승용차	33.44	33.41	-0.03	26.03	-7.41
버스	38.62	38.68	0.06	50.12	11.50
지하철	27.94	27.91	-0.03	23.81	-4.13

<표 10> 중앙버스전용차로망 도입시 전용가로망 분담율 변화 (단위 : %)

구분	청계천 복원전 현재분담율	청계천 복원후 분담율			
		중앙버스전용 차로 도입전	증감	중앙버스전용 차로 도입후	증감
승용차	33.84	33.82	-0.02	27.96	-5.88
버스	38.48	38.55	0.07	47.33	8.85
지하철	27.67	27.63	-0.04	24.70	-2.97

<표 11> 중앙버스전용차로망 도입시 서울시 분담율 변화 (단위 : %)

구분	청계천 복원전 현재분담율	청계천 복원후 분담율			
		중앙버스전용 차로 도입전	증감	중앙버스전용 차로 도입후	증감
승용차	44.90	44.89	-0.01	44.69	-0.21
버스	27.79	27.79	0.00	28.19	0.40
지하철	27.30	27.32	0.02	27.12	-0.18

- 이 경우 승용차의 운행시간은 속도의 감소로 16,988시간/일로 증가하나, 버스의 총 통행시간 및 지하철 총 통행시간은 각각 332,521시간/일, 148,853시간/일이 감소하는 것으로 예측되어, 이를 승용차와 대중교통을 차등화한 시간가치로 환산할 경우 하루 1,170,842천원, 연간 421,503,248천원의 총통행시간절감 편익이 발생할 것

으로 예측되었음.

<표 12> 서울시 중앙버스전용차량 도입후 비용변화 (단위: 천 원)

비용	1일	1년
승용차 통행시간비용	142,390	51,260,555
버스 통행시간비용	-897,629	-323,146,439
지하철 통행시간비용	-401,824	-144,656,515
통행시간비용 합계	-1,157,062	-416,542,400
차량운행비용	-13,780	-4,960,808
총비용	-1,170,842	-421,503,208

6. 정책건의

- 서울시의 13개 주요 간선도로축을 대중교통우선가로축으로 선정하여 통행체계를 승용차 중심에서 대중교통과 보행이 우선되는 체계로 획기적으로 전환시킬 필요성이 있음. 버스중앙차로, 버스노선개편, 승용차좌회적 규제, 보행로 확대, 대중교통환승할인제도의 강화 등이 대중교통우선가로제의 주 내용이 되어야 함.
- 대중교통우선가로제의 효과를 정확하게 보여주기 위해서는 MOE를 승용차속도에서 교통수단이용자들의 총통행시간 변화와 보행서비스 수준 개선 등으로 대체하여 시민들로 하여금 올바른 통행지표에 대한 인식을 갖게 할 필요가 있음.
- 승용차에 대한 규제없이 버스중심의 대중교통우선가로제를 시행할 경우 승용차 운행속도 저감, 지하철의 수송분담율 감소 등의 부작용이 있을 수 있음. 지하철의 분담율이 하락하면 서울시 재정지원이 더욱 필요하기 때문에 이러한 현상을 억제할 수 있도록 승용차이용에 대한 합리적인 규제가 함께 시행되어야 함.
- 대중교통우선가로제의 시행은 청계천복원에 따른 도심교통체계 개편안의 일환으로 조속한 시일내에 철저한 준비를 거쳐 시행되어야 할 것임.

< 목 차 >

제 I 장 서 론	1
제 1 절 연구의 배경 및 목적	1
제 2 절 연구의 범위 및 내용	2
제 II 장 대중교통우선가로제의 일반적 개요 및 사례	3
제 1 절 대중교통우선가로제의 개념 정립	3
제 2 절 대중교통우선가로제의 구성요소	5
1. 대중교통우선처리 방식	5
1) 버스 전용도로(BusWay)	5
2) Congestion Free Road	6
3) 버스전용차로(Buslane)	7
2. 대중교통우선가로 지원요소	9
1) 대중교통 우선신호	9
2) 정류소 디자인	11
3) 차량 디자인	13
4) 요금징수(Fare Collection) 체계	14
5) Transit Mall	15
3. 보행의 연속성 확보를 위한 접근관리(Access Management)	18
1) 건물 유출입로 관리	18
2) 세가로 유출입 처리	18
3) 보행의 연속성 유지	19
4. 대중교통 요금우대제도 및 대중교통서비스의 다양화	20
1) 대중교통 무료 승차 및 환승	20
2) 대중교통서비스의 다양화	20
제 3 절 국내외 시행사례	21
1. 국외 시행사례	21
1) LA 도시고속도로 다인승 전용도로	21
2) San Francisco 도시 업무/상업 중심가 Market Street	22
3) Seattle 도심의 대중교통무료권역과 대중교통우선가로	24

4) Portland 도심의 대중교통무료권역	26
5) New York 42번가 Transitway	28
6) 브라질 쿠리티바시의 대중교통우선 Network	29
2. 국내 시행사례 - 천호대로 중앙버스전용차로	32

제 III 장 서울시 대중교통우선가로 도입의 필요성 및 선정 34

제 1 절 도입의 필요성	34
1. 버스분담율의 지속적 하락	34
2. 기존 갓길버스전용차로의 한계	35
1) 갓길버스전용차로의 낮은 속도	35
2) 보행환경 저해	35
3) 교통사고 위험 상존	37
4) 대로중심 상권과의 부조화	37
5) 고밀도개발과의 부조화	37
3. 불충분한 광역대중교통서비스	37
4. 차량소통 중심의 간선도로축 개선사업의 한계	38

제 2 절 대중교통우선가로축 선정의 기본원칙	39
1. 고밀도 개발지역	39
2. 부도심을 경유하는 가로	40
3. 시 외곽에서 주요 CBD로 연결되는 가로	41
4. 지하철 서비스 용량이 부족한 가로	43
5. 버스 노선이 많거나 전용차로를 시행중인 가로	44
6. 버스이용수요	44

제 3 절 선정된 가로의 특성분석	46
--------------------------	----

제 4 절 대중교통우선가로의 사업 우선순위 결정	52
1. 5가지 평가 지표에 의한 우선 순위 결정	52
2. 각 가로별 우선 순위	54

제 IV 장. 강남대로 시범가로축 사례연구 55

제 1 절 대상지역의 선정 및 시간적 공간적 범위	55
-----------------------------------	----

제 2 절 강남대로 구간의 현황 및 문제점 고찰	57
----------------------------------	----

1. 현황	57
1) 속도현황	57
2) 버스 전용차로 속도 비교	58
3) 교통량 현황	59
4) 가로 서비스 수준	60
5) 보행 서비스 수준 현황	60
6) 노선버스 현황	61
2. 문제점 고찰	66
1) 보행로 및 자전거도로로 침해	66
2) 접근로 문제	68
3) 버스전용차로 운영문제	71
4) 기존 간선도로축 패키지사업의 한계-강남대로	75
 제 3 절 중앙버스전용차로 시행을 위한 사전검토	90
1. 법 제도적 검토	90
1) 전용차로의 법적 정의	90
2) 서울시 전용차로 설치현황 및 운영시간	90
3) 전용차로 설치기준	91
2. 공학적 검토	92
1) 중앙버스 정류장의 위치 검토	92
2) 정류장 내에서의 차로 배분	93
3) 단거리 운행노선을 위한 갓길 정류장 설치	94
4) 일반차량의 교차로 회전처리 및 버스우선신호	95
 제 4 절 조치 내용의 결정	98
1. 중앙 버스전용차로의 도입	98
1) 차로 운영	98
2) 교차로 회전 처리	99
2. 차로수 조정	101
1) 쾌적공간을 향상	101
2) 보행 서비스 수준의 향상	102
3. 기타 검토 대안	103
1) 기존 버스 노선의 조정	103
2) 경부고속도로 시내램프의 유출입 조정	103
3) 대중교통간 환승 할인	103

4) 접근관리	104
---------------	-----

제V장. 시행효과의 예측 105

제 1 절 효과분석 방법론	106
1. 거시적 시뮬레이션 분석과정	106
2. 미시적 시뮬레이션 분석과정	107
3. 분석 MOE 선정	111

제2절 효과분석 결과	112
1. 강남대로	112
1) 조치내용	112
2) 분석결과	113
2. 중앙버스전용차로의 서울시 대중교통우선가로망 적용시 효과분석	119
1) 조치내용	119
2) 분석결과	120

제 VI 장. 결론 및 정책건의 123

제 1 절 현재까지의 연구결과	123
제 2 절 정책건의	125
제 3 절 향후 연구과제	126

제 I 장 서 론

제 1 절 연구의 배경 및 목적

현재 서울시의 교통혼잡현상은 더욱 심각해지고 있는 실정이다. 특히 고밀도 개발이 이루어진 업무상업 밀집지역에서의 혼잡은 서울의 경제적 생산성을 저하시키고 투자지로서의 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.

본 연구의 목적은 고밀도 개발로 인해 대중교통의 채산성이 높은 서울시의 중심업무/상업지역 및 가로를 대상으로 지상에서 버스의 통행우선권을 확보하는 대중교통우선가로를 도입하여 도시교통혼잡을 효율적으로 개선하는데 있으며 고밀도 개발에 대응할 수 있는 효율적 가로운영체계 및 대중교통수단간 보완관계의 정립을 통해 대중교통이용 수요 증대를 도모하여 주요가로에서의 도시교통혼잡을 완화하고 버스노선의 획기적 개편 및 대중교통우선의 가로디자인 체계 정립에 이를 활용하고자 하는데 있다.

제 2 절 연구의 범위 및 내용

본 연구는 서울시 전 지역과 주변의 수도권 위성도시들을 공간적 범위로 하며 간선도로 축개선사업 이전인 2000년 이전과 이후인 2001년 이후를 시간적 범위로 하고 있다. 이중 사례연구 대상지역은 강남대로 축을 그 공간적 범위로 한다.

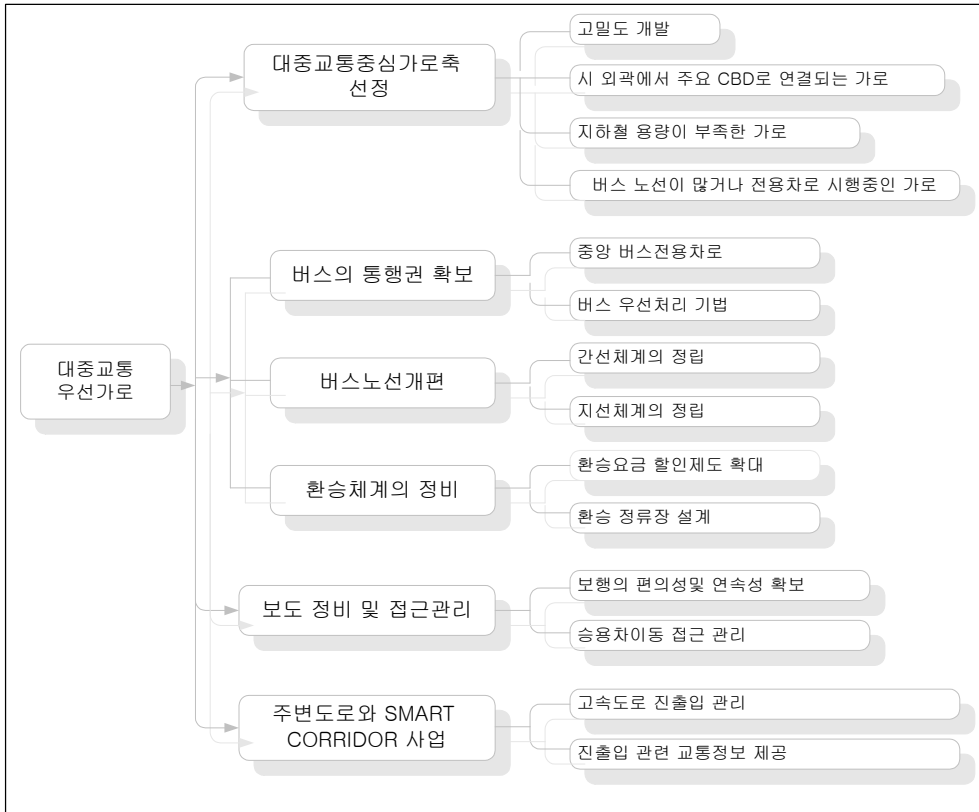
연구는 <표 1-1>과 같이 크게 4가지 틀로 진행된다. 우선 대중교통우선가로의 도입 필요성 및 사례연구 등을 통해 대중교통우선가로제의 도입방안에 대해서 좀더 구체적이고 심도 있게 논의한다. 이를 기초로 서울시에 적용 가능한 대중교통우선가로를 선정하고 그 가로를 중 하나의 시범 가로를 선정하여 구체적인 사례연구를 통하여 몇 가지 대안에 대한 효과를 검증한다. 마지막으로 대중교통우선가로제 도입과 관련한 법 개정 및 재원 확보방안에 대하여 논의해 보도록 한다.

<표 1-1> 연구의 내용

연구의 내용	구체적 연구 내용
대중교통우선가로제 도입방안	<ul style="list-style-type: none"> · 대중교통우선가로제 개념 및 유형 · 대중교통우선가로제 구성요소 · 대중교통우선가로제 운영방안 · 외국사례 연구
서울시 도입을 위한 기본방향 정립	<ul style="list-style-type: none"> · 대중교통우선가로제 도입의 필요성 · 대중교통중심가로축 선정
시범 사례 연구	<ul style="list-style-type: none"> · 대상지역 선정 및 문제점 고찰 · 조치내용의 결정 · 효과 예측방법론 · 결과 분석
관련법 개정 및 재원확보방안	

제 II 장 대중교통우선가로의 일반적 개요

제 1 절 대중교통우선가로의 개념 정립



[그림 2-1] 대중교통우선가로의 개념

대중교통우선가로란 간선가로를 대상으로 대중교통의 낙후된 서비스를 개선하여 정시성, 대량이동, 저렴한 비용 등과 같은 대중교통이 가지고 있는 장점을 최대한 부각시킴으로서 타 교통수단보다 높은 대중교통 경쟁력을 제공하기 위한 가로체계이다. 이러한 가로의 선정 기준은 고밀도로 개발된 가로를 중심으로 해당 가로에서 기존의 지하철 노선의 용량부족 현상이 있고, 시 외곽에서 주요 CBD를 연결하는 기능을 하며, 현재 버스 노선이 많거나 전용차로를 시행중인 가로를 우선 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 고밀도 가로에서 보행자 수가 많다는 점을 감안하여 보행의 연속성과 안전성을 높이기 위한 보도의 정비와 주도로의 원활한 소통을 위한 접근로 접근체계의 정비 및 가로 주변의 고속도로에 대한 Ramp Metering, 경쟁가로에 대한 진출입 교통정보의 제공 등과 같은 Smart Corridor 사업도 포함될 수 있다([그림 2-1] 참조).

제 2 절 대중교통우선가로의 구성요소

1. 대중교통우선처리 방식

1) 버스 전용도로(Busway)

버스 전용으로 설계된 특별한 도로를 말하며 고유의 통행권(Right of Way)을 가지며 실제 궤도축을 이용하여 건설될 수도 있다.(예: Pittsburgh's East Busway)



[그림 2-2] 버스 전용도로(Pittsburgh)

Busway는 대부분 입체교차시설이 요구되지만 평면교차시설도 이용된다(예:South Miami-Dade Busway). 평면교차시설의 경우 대향교통과의 상충을 고려하여야 하며 버스를 위한 우선신호 시스템이 갖추어져야 한다. 또한 버스전용도로의 운영을 위해서는 Trunk Line과 Feeder를 구분해야 하는데, 여기서 Feeder는 버스전용도로상의 정류소로 승객을 집중시키는 역할을 하며 운행계획의 최적화를 통해 정류소에서의 대기 시간을 최소화 할 수 있다. 이러한 버스 전용도로는 승객들의 이해가 쉽다는 장점이 있는 반면 통행이 많을수록 환승이 많아지는 단점이 있다.

버스전용도로의 정류소는 동시에 여러 대가 정차할 수 있는 계류장을 가지고 있도록 설계되어야 하고 Feeder의 정류소는 보행거리를 최소화하도록 설계되어야 한다. 또한 버스전용도로는 버스 외에도 응급차량, 밴, 카풀 차량 등이 함께 이용이 가능하나 밴풀이나 카풀 등은 이용을 금지하는 것이 일반적이다.

2) Congestion Free Road

버스전용차로에 일반도로와 완전히 분리되는 통행권을 제공하는 도로로서 다른 기법들에 비하여 초기 투자비용이 높은 반면 그 효과는 매우 클 것으로 판단된다. 철도 서비스, 버스노선 및 Park and Ride 시스템 등과 연계시 더욱 효과적이다.



[그림 2-3] Congestion Free Road(1)



[그림 2-4] Congestion Free Road(2)

3) 버스전용차로(Buslane)

버스전용으로 이용되는 차로를 말하며 운영방식에 따라 갓길 전용차로, 중앙 전용차로, 역류 전용차로 등이 있다.



[그림 2-5] 버스 전용차로

먼저 갓길 전용차로는 도로의 제일 끝 차로나 갓길을 버스 전용차로로 지정하는 경우로서 현재 서울시에서 대부분 운행되고 있는 전용차로 방식이다. 이러한 갓길 전용차로의 경우 시행이나 운영 및 신호처리 등이 용이한 반면 불법주차 및 주정차 차량과 우회전 대기 차량에 의하여 그 효과가 떨어지는 경우가 단점으로 지적되고 있다.



[그림 2-6] 갓길 버스 전용차로

중앙 전용차로는 Canal Street(New Orleans), Market Street(San Francisco)등에서 운영 중이며 연석을 설치하여 일반 차로와 구분하고 승차장은 주로 오른쪽에 위치하는 것이 일반적이며 갓길 전용차로보다 혼잡의 영향은 적으나 교차로에서 좌회전, 승객들의

정류소 접근 및 넓은 차로폭이 요구되는 등의 문제가 있을 수 있다. 우리나라에서는 서울시의 천호대로가 이에 해당한다.



[그림 2-7] 중앙버스전용차로

또한 역류 전용차로는 주 진행차량과 반대방향으로 진행하는 버스 전용차로를 말하며 갓길이나 갓길 바로 옆차로(SF) 혹은 중앙차로(Lymm)에 설치할 수 있으나 교차로에서의 신호처리가 문제가 되며 버스전용신호를 이용하여 처리한다.(Lymm)

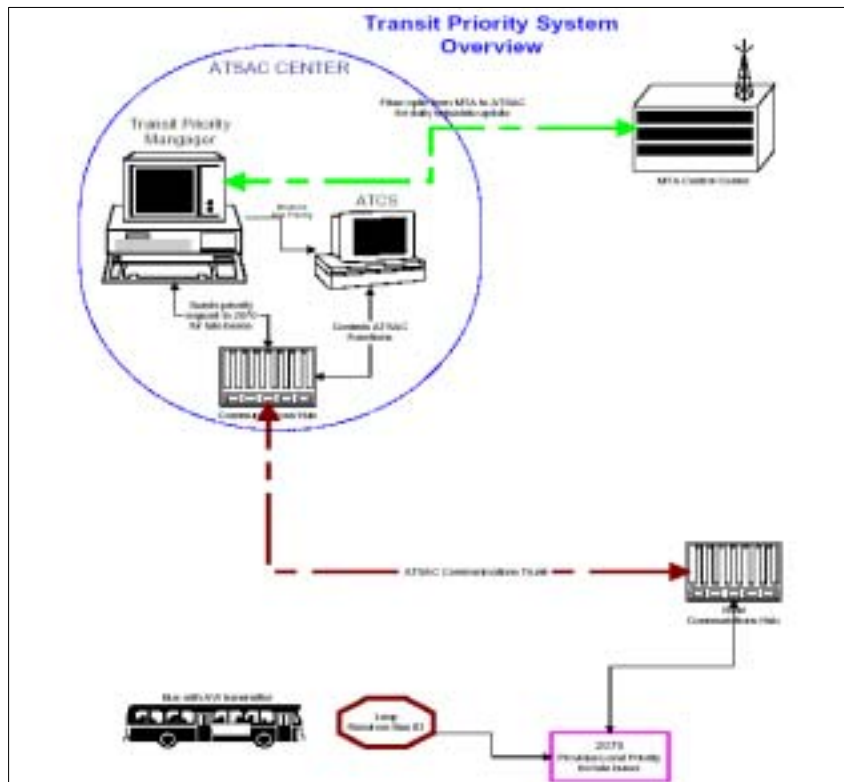


[그림 2-8] 역류 버스 전용차로

2. 대중교통우선가로 지원요소

1) 대중교통 우선신호

신호 교차로에서 대중교통차량의 진행을 보장하기 위한 전용신호를 말하며 Passive Type과 Active Type으로 구분된다. Passive Type은 버스 전용차로 노선에 속하는 교차로의 신호시간을 버스의 평균 통행속도에 맞추므로써 교차로에서의 지체를 줄이는 방법을 말하며 Active Type은 대중교통차량의 위치를 파악하여 현재의 교통상황과 제어로직을 이용하여 신호시간을 조정하는 방법이다.



[그림 2-9] 버스 우선처리 신호의 개념

이를 위한 제어로직에서는 버스가 교차로에 진입하기 전에 먼저 녹색신호를 주거나 버스가 교차로를 완전히 통과할 때까지 녹색신호를 유지할 수 있어야 하고 현재 버스의 위치와 교차로 도착시간을 예측할 수 있는 기능을 가져야 한다. 또한 실시간 제어 시스템을 이용함으로써 버스의 운행계획과 교통량에 따라 버스의 위치뿐만 아니라 버스 주

변의 교통상황까지 고려할 수 있어야 한다.

이러한 대중교통 우선신호의 예에서 가장 대표적인 것이 Queue Jumper라고 할 수 있을 것이다. Queue Jumper는 버스가 교차로를 통과할 경우 버스에만 녹색신호를 주어 다른 차량으로 인한 교차로에서의 지체를 통과하기 위한 신호와 전용차로의 조합으로서 Queue Jump Lane은 우회전 전용차로에 버스만 직진을 허용하는 방식으로 운영할 수 도 있으며 우회전 차로와 직진차로의 사이에 설치될 수 있다. 이와 유사하게 갓길 버스전용 차로에서 버스의 좌회전을 보호하기 위하여 사용되기도 한다.



[그림 2-10] Queue Jumper 신호



[그림 2-11]
Queue Jumper 차로

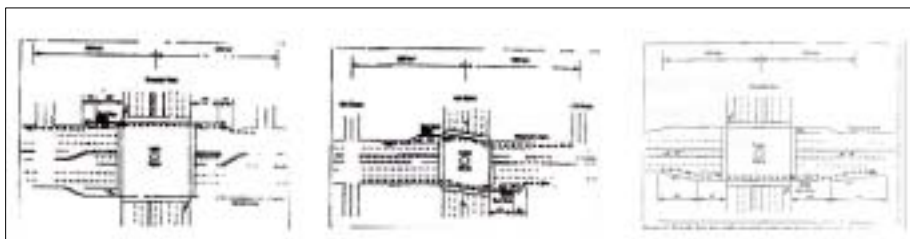
2) 정류소 디자인

정류소의 간격은 대중교통의 성능에 큰 영향을 주는 요소로서 정류소로의 접근 시간과 노선 운행시간에 영향을 주어 결국 대중교통서비스의 이용수요에 영향을 주게된다. 정류소의 간격이 짧으면 접근성은 높아지나 주행시간이 길어지며 길어질 경우 주행속도는 증가하나 접근성이 떨어지므로 이에 대한 신중한 고려가 필요하다. 버스 정류장은 링크의 중간(Mid block), 교차로 직전 (Near Side), 교차로 건너편(Far Side)에 설치될 수 있으며 각 위치마다 장단점이 있다.



[그림 2-12] 정류소 디자인 예

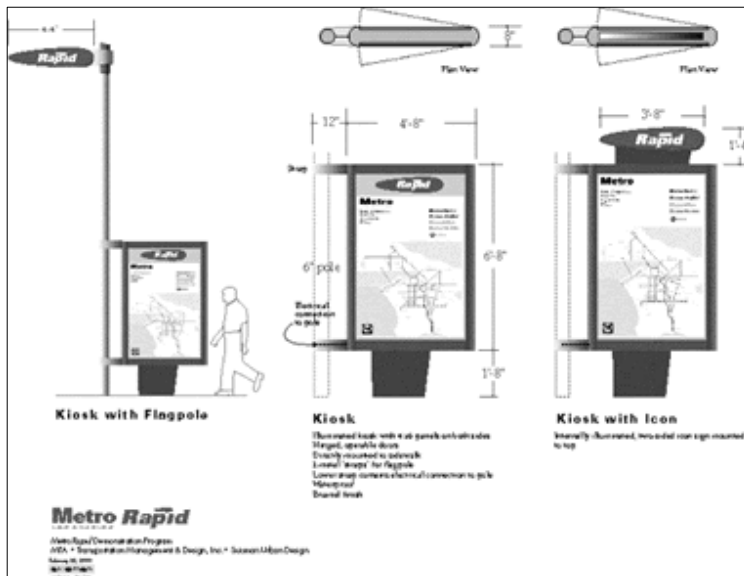
버스정류소는 교차로 건너편(Far Side)에 설치하는 것이 일반적이나, 주변 상황을 고려하여 정류소의 위치를 선정하여야 하며(TCRP, 1991), 대중교통우선가로 사업에 대하여 홍보효과를 높이고 이용자 정보 제공이 용이하도록 설계되어야 한다.



[그림 2-13] 정류소 위치 예



[그림 2-14] 정류소 설계 예 - 수평승차



[그림 2-15] 정류소 설계 예 - 정류소 표지판

또한 정류소는 단순성, 기능성, 도시구조와의 조화 등을 고려되어야 하고, Bus Bay에 대해서도 신중한 고려가 필요하다.

3) 차량 디자인

정류소에서의 승하차 시간을 단축시킬 수 있는 차량 디자인은 버스의 운행시간을 단축시켜 버스의 서비스를 향상시킴으로서 결국 버스를 이용하는 수요를 증가시킬 수 있으며 장애인, 노약자와 같은 교통약자에 대해 수준 높은 서비스를 제공할 수 있는 매우 중요한 요소이다. 저상버스(Low-Floor Bus)는 차 바닥을 낮춤으로서 보조이동 수단을 이용하는 장애인이나 노약자의 승하차 시간을 단축시킬 수 있으며 수평승차(Level Boarding)를 가능하게 함으로서 정류소에서의 승하차 시간을 단축시킬 수 있다. 따라서 노선 전체의 운행시간을 단축시켜 서비스의 질을 높임으로서 대중교통의 효율을 높일 수 있다.



[그림 2-16] 저상버스

또한 출입문의 수를 증가시키거나 출입문의 폭이 넓을 경우 역시 승객들의 신속한 승하차를 가능하게 함으로서 버스의 서비스 수준을 높일 수 있는데 미국에서는 출입문 폭이 40ft인 기존 버스의 출입문을 2개에서 3개로 늘릴 경우 정류소에서 승객 처리능력이 50% 증가한다는 연구결과를 보였다. 여기에 수평승차와 하차시 요금징수(Off-Vehicle Fare Collection)가 결합이 될 경우 승하차 시간을 최소화 할 수 있을 것이다.

차량의 내부 순환(Internal Circulation)체계가 효과적으로 설계되었을 경우에도 차량 내의 혼잡(Crowding)을 감소시키고 신속한 승하차를 가능하게 함으로서 정거장 무정차 통과를 최소화 할 수 있다. 내부 순환체계는 다음과 같은 요소를 고려하여 설계하여야 한다.

- 휠체어 적재(Wheelchair Loading) : 휠체어를 싣는 데는 수평적재(Level Loading)가 가장 용이하며 다음으로 받침대(Ramp Extension)를 장착한 저단버스가 편리하다. 후자의 경우 승하차 시간은 리프트를 이용하는 방식의 25%라는 연구 보고가 있다.
- 차량 크기(Vehicle Size) : 효과적인 운행을 위하여 수요와 공급을 맞추어야 하므로 사이즈 및 내부 좌석수와 같은 차량의 재원도 고려되어야 한다.
- 소음과 공해 (Noise and Emissions) : 저 소음 및 저 공해는 대중교통의 서비스 향상은 물론 그간의 좋지 못한 대중교통에 대한 인식을 바꾸어 놓을 수 있다.
- 차내 진단(On-Board Diagnostics) 장치 : 차내 진단장치는 기존의 버스보다 운행기간을 연장시킬 수 있으므로 비용대비 효과면에서 매우 효과적이다.
- 충돌(Crashworthiness)에 대한 고려 : ITS를 이용한 충돌 방지 시스템은 고속으로 운행되는 버스로부터 승객을 보호할 수 있다.
- 추진력(Propulsion) : 압축천연가스(CNG)나 수소 전기-디젤 추진시스템은 소음과 매연배출이 적으므로 버스의 서비스 수준을 높일 수 있다.

4) 요금징수(Fare Collection) 체계

기존의 승차시 요금을 징수하는 시스템은 대중교통운영을 매우 느리게 하고 승객 편의성 또한 저하할 수 있으므로 승하차 시간을 단축시키고 승객의 편의성을 동시에 만족할 수 있는 시스템이 요구된다. 이를 위해서는 차내요금징수시간을 감소시키는 방법과 차내 요금징수를 배제하는 방법이 있다.

차내요금징수시간을 줄이는 방법에는 인센티브제와 하차시 지불하는 방법이 있는데 인센티브제는 스마트카드 혹은 스마트미디어(대중교통카드)등을 이용하는 승객들에게 할인 등의 인센티브를 제공하는 방법이며, 하차시 지불하는 방법은 승객이 하차시에 요금을 지불하는 방식으로 정류소 정차시간을 감소시켜 정류소에서의 지체를 감소시킬 수 있다.

차내요금징수를 배제하는 방법에는 요금무료 구역의 운영과 정류장에 플랫폼을 설치하는 방법으로 나눌 수 있다. 무료 요금구역의 운영은 대중교통이용자가 많은 소규모 지역에서 이용될 수 있는 제한적인 방법으로 대중교통 무료 권역과 매우 유사하며 플랫폼>Loading Platforms)을 설치하는 방법은 현재 브라질의 쿠리티바시에서 운영중인 방법

으로 튜브를 설치하여 플랫폼으로 이용하는 방법이다. 승객은 플랫폼 진입구에서 요금을 지불하고 플랫폼을 거쳐 승차하며 수평승차를 가능하게 하므로 서비스 수준을 높일 수 있다.

이밖에도 터미널설치 운영과 지급을 입증하는 방식이 있는데 터미널방식의 경우 플랫폼의 개념을 확장한 것으로 특히 여타 대중교통 수단과의 환승시 매우 유용하다. 현재 캐나다의 토론토와 브라질의 쿠리티바시에서 이와 비슷한 형태의 터미널을 운영하고 있다. 지급입증(Proof of Payment)은 통행권(Pass)이나 유효 승차권을 가진 승객만을 탑승시키거나 매 승차 시 요금을 징수하는 대신 차장이나 승무원 등이 무작위로 차량에 탑승하여 승차권을 검사하는 것으로 독일과 미국 샌프란시스코 등에서 이와 유사한 방법을 운영하고 있다. 관리 요원이 추가적으로 필요하나 승하차 시간을 절약할 수 있다.



[그림 2-17] 쿠리티바시의 튜브형 승차장

5) Transit Mall

Transit Mall이란 전차, 버스, Trolley-Bus 등이 달리는 도로주변의 상점, 거리등에 좋은 소재, 무대를 이용하여 새로운 도심상업공간을 연출하고, 상가의 자동차교통을 배제하여 보행자전용공간으로 바꾸어 그 가로공간에 가로시설물(화단, 시계)이나 휴식시설(벤치, 카페 등)을 배치하여 쇼핑, 통행, 휴식을 쾌적하게 할 수 있도록 한 공간을 말한다. Transit Mall의 목적은 도시상업지를 활성화시키고 도로교통환경을 개선하며 대중교통을 활성화하는데 있다. 이러한 Transit Mall은 대중교통의 원활한 운영을 확보함으로써 승

용차의 보급으로 인해 도심지의 도로교통 혼잡상황이 매우 심각해지면서 악화된 대중교통의 소통능력을 향상시키고, 더불어 쾌적한 보행자 공간을 확보함으로써 도심부 도로의 혼잡과 소음 및 배기가스로 인한 악영향으로부터 도로의 이용상태에 적합하게 도로를 균등하게 배분하여, 소음 및 배기가스로부터 해방된 안전하고 쾌적한 보행공간을 확보하는데 그 목적이 있다. 또한 도심상업지구를 활성화함으로써 도로 혼잡으로 인한 통행 접근성의 저하를 Transit Mall의 정비를 통하여 대중교통 편리성을 향상시키고 양호한 보행환경 창출을 통하여 중심업무지구의 활성화와 도심지의 부흥을 도모하는데 그 목적이 있다.

이러한 Transit Mall의 종류에는 버스형, 궤도형, 혼합형 Transit Mall이 있는데 버스형 Transit Mall은 노선버스를 Transit Mall에 타고 들어가게 하는 예가 대부분이나 전용차량을 도입하는 경우도 있으며, 궤도형 Transit Mall은 이전부터 노면전차가 다녔던 가로를 Transit Mall화한 것으로 새롭게 LRT등을 도입하여 Transit Mall을 정비한 경우이다. 혼합형 Transit Mall은 위의 두 경우를 통합한 방식으로 캐나다의 켈거리 7번가 가로수 길이 버스와 LRT의 혼합형이고 이외에 포틀랜드, 캘리포니아주 산노세 등에서 이를 계획 중에 있다.

Transit Mall화의 효과에 대해서는 양적인 파악이 어려우나 기존의 조사연구 예를 정리해 보면 다음의 4가지 정도를 들 수 있다.

- 대중교통의 서비스 개선과 이미지 변화
- Transit Mall화된 상가로의 방문객 증가
- 상점층의 상업활동 활성화에 대한 의욕의 증가
- 상점의 매출액 증가

이러한 Transit Mall의 도입을 통하여 대중교통의 서비스 개선은 이용자뿐만 아니라, 대중교통 사업자에게도 다음과 같은 여러 가지 효과 및 역효과를 가져올 수 있는 것으로 연구되었다. 현재 북미 16개도시(피치버그, 밴쿠버, 샌디에고 등)와 유럽 17개 도시(취리히, 옥스퍼드, 메츠, 칸 등) 및 오스트레일리아의 멜버른에서 Transit Mall을 운영하고 있다.

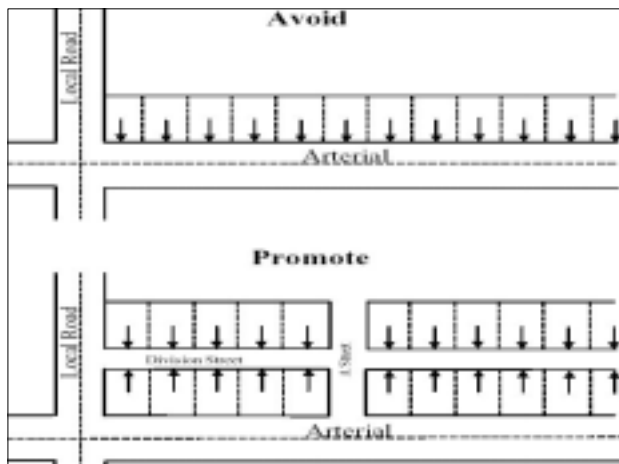
<표 2-1> Transit Mall의 효과

구분	Transit Mall의 도입 효과
장점	<ul style="list-style-type: none"> - 정시성의 향상. - 교통용량의 확대. - 주행시간의 단축. - 정류장으로의 접근성 향상.
단점	<ul style="list-style-type: none"> - 물자 반입의 불편함. - 통과교통을 배제하브로서 주변 지역에 악영향을 줄 수 있음. - 주차장의 부족과 그 접근성이 저하 될 수 있음. - 교통관리상의 문제가 발생할 소지가 있음. - 승용차이용의 규제로 인한 보행자 감소와 이용과 거리 왕래자의 불편함. - 택시영업에 악영향을 미칠 수 있음.

3. 보행의 연속성 확보를 위한 접근관리(Access Management)

1) 건물 유출입로 관리

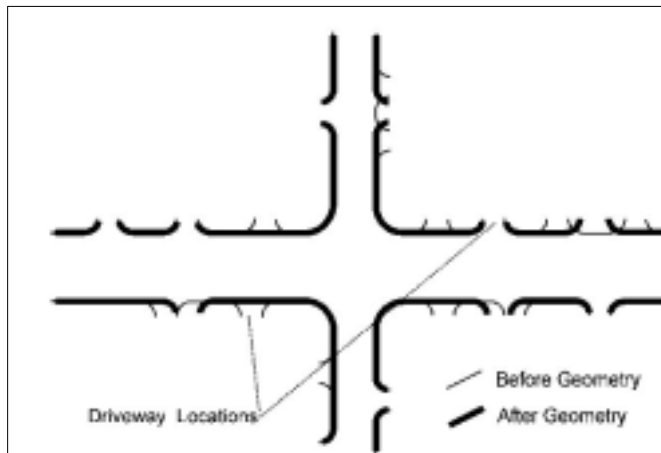
건물의 유출입로 관리는 간선도로에서 직접 건물로 진출입하는 차량의 동선을 유도하여 진출입으로 인한 본선 교통량으로의 방해를 막고 보행의 안전성을 확보하는 동시에 간선도로축의 속도를 높여 대중교통서비스의 질을 향상시키는데 목적이 있다.



[그림 2-18] 건물 유출입로 관리

2) 세가로 유출입 처리

세가로 유출입처리 관리방안은 세가의 유출입 통제를 통하여 접근로 수의 제한, 접근로의 간격유지, 간선도로 진출입 통제 및 일방통행로 등을 이용한 유출입 관리이다. 간선도로와 접근로의 상충을 줄임으로서 접근로 고유의 기능을 유지하고 간선도로축의 원활한 교통흐름을 확보하며 간선도로축의 속도향상 및 안전성을 높임으로서 대중교통우선가로서의 기능을 원활히 처리할 수 있도록 정비한다.



[그림 2-19] 세가로 유출입 처리

3) 보행의 연속성 유지

대중교통의 접근성을 개선하기 위해서는 토지이용과 보행의 연속성에 초점을 맞추어야 하며 대부분의 접근관리(Access Management) 설계와 운영 전략은 보행자에게 영향을 주게 마련이다. 보행자는 교차로를 횡단할 때 보호받아야 하며 차량이 보행자 주변을 지나갈 경우에는 차량이 속도를 낮출 수 있도록 하는 접근 관리가 필요하다. 이러한 보행자 관련 접근관리에는 다음과 같은 요소가 있다.

- 접근로의 간격 : 접근로의 간격이 길수록 상충과 위험성을 줄일 수 있다.
- 보도의 위치 : 연석에서 보도를 멀리 둘 경우 운영 및 안전성 측면에서 여러 가지 장점이 있으며 완충로(Buffer Strip)의 폭이 넓을 경우 운전자와 보행자의 안전성이 모두 높아질 수 있다.
- 중앙분리대(Median) : 도로에 돌출형 중앙분리대가 있는 경우는 없는 경우보다 보행자와 자동차와의 충돌위험을 급격히 낮출 수 있다.
- 중간 블록 횡단(Mid-Block Crossing) : 블록의 중간에서 보행자 횡단이 이루어 질 경우 충돌위험, 보행거리 및 불편함을 줄일 수 있다.

4. 대중교통 요금우대제도 및 대중교통서비스의 다양화

1) 대중교통 무료 승차 및 환승

특정 가로나 네트워크 혹은 일부 권역을 대상으로 대중교통의 이용율을 높이고 승용차의 이용을 억제하기 위하여 그 지역을 운행하는 대중교통에 대하여 요금을 징수하지 않는 요금 제도로서 모든 종류의 대중교통이나 일부 대중교통수단에 대하여 적용이 가능하며 시간대별 탄력적용도 역시 가능하다. 현재 미국의 Seattle, Portland등에서 시행중이며 대중교통 수단간의 상호연계를 강화하여 대중교통 이용의 연속성을 확보함으로써 대중교통이 제공하는 서비스의 질을 높여 타수단에 대한 대중교통의 경쟁력을 높이기 위한 요금 제도를 통하여 대중교통의 서비스를 다양화하는 역할을 수행할 수 있다.

2) 대중교통서비스의 다양화

대중교통서비스의 다양화는 본선 대중교통수단의 서비스 용량을 증대시키거나 Feeder의 기능 보완하고 대중교통 정시성을 확보할 수 있으며 대중교통의 고급화와 신교통수단의 도입 및 대중교통수단의 다양화를 통하여 이룰 수 있다.

제 3 절 국내외 시행사례

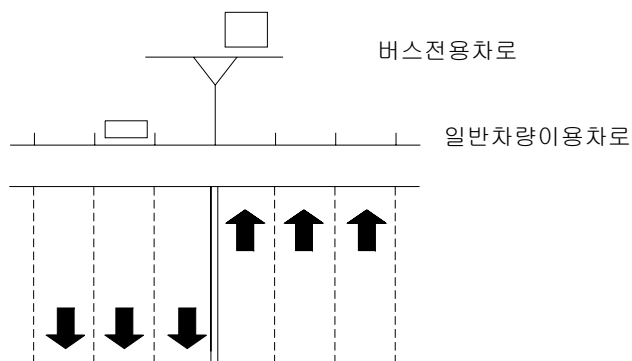
1. 국외 시행사례

1) LA 도시고속도로 다인승 전용도로

LA 카운티를 남북으로 달리는 110 고속도로 위에 설치된 다인승전용도로로 기존의 고속도로 위에 세워진 편도 2차선 도로로서 HOV 차량을 위한 전용도로로 활용되고 있다.



[그림 2-20] LA 도시고속도로 다인승차량 전용도로



[그림 2-21] LA 다인승차량 전용도로의 횡단면 구성

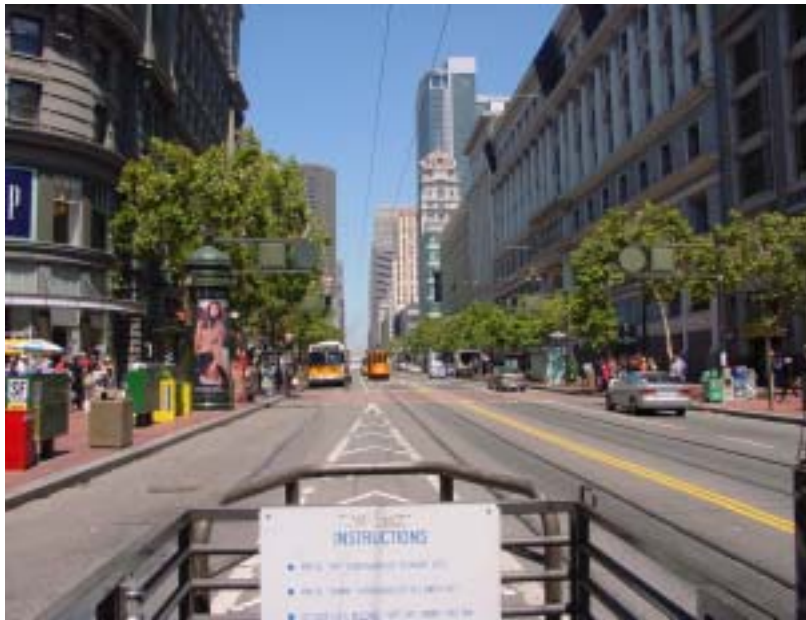
도로와 합류되는 곳에는 고속도로 중간에 버스정류장을 설치하여 고속도로주변 거주민들이 도시고속도로 위에 설치된 육교를 이용하여 고속도로상에 설치된 버스정류장에 접근이 가능하도록 하고 있다.

2) San Francisco 도시 업무/상업 중심가 Market Street

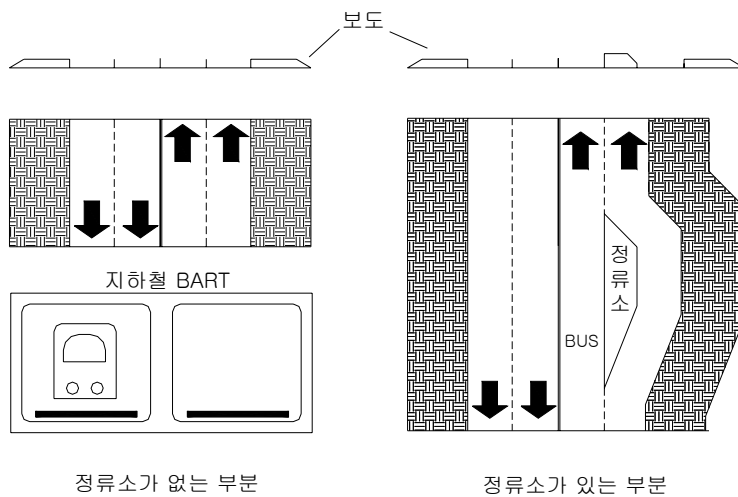
San Francisco시의 Market Street은 가장 고밀로 개발된 업무와 상업의 중심가로서 가로의 밑에는 지하철(BART)이 있고, 가로는 편도3차선으로 버스와 전차가 2차로를 점유하고 승용차 공간은 한 차로 밖에 되지 않는 대중교통 중심가로를 형성하고 있다. 보도의 폭원은 10미터 정도로 보행자가 많은 가로이기 때문에 모든 버스는 매연을 배출하지 않는 전기버스로 운영되고 있다.



[그림 2-22] SF의 Market Street (1)



[그림 2-23] SF의 Market Street(2)



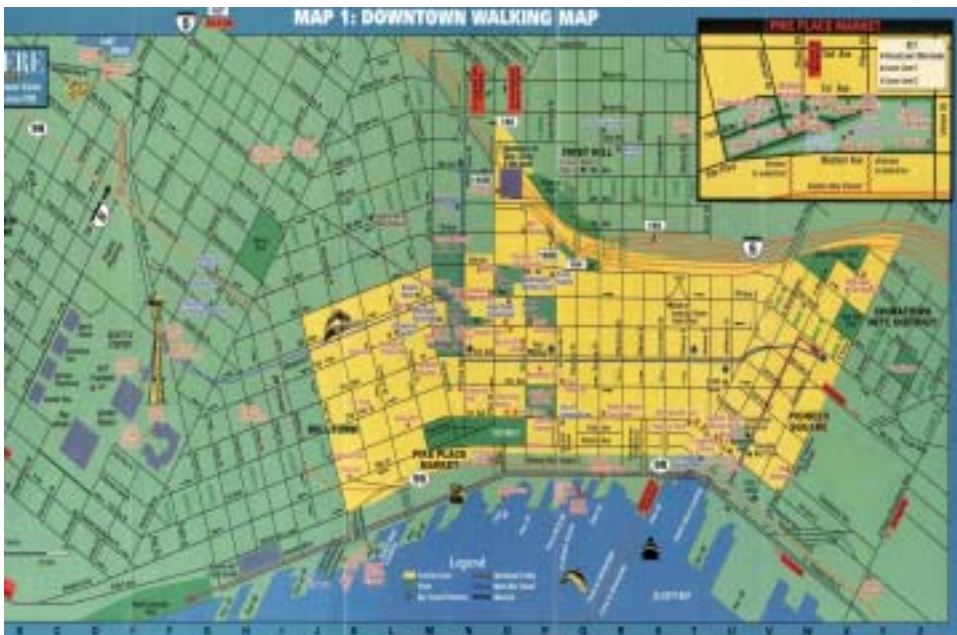
[그림 2-24] Market Street의 횡단면 구성

또한 버스와 전차의 정류소는 중앙에 위치해 있는 섬식 정류소로 접근하는데 있어서 보행자의 안전을 확보하기 위해 자동차의 속도는 10mile/h 미만으로 제한되어 있다. BART의 내부에는 환승수단서비스(택시, 카풀, 도시철도, 렌터카) 및 여행안내정보 센

터를 손쉽게 운영하기 위한 전화기가 설치되어 있으며 지하로 접근하는 공간이 비교적 넓어 시민들의 휴게공간으로도 활용된다.

3) Seattle 도심의 대중교통무료권역과 대중교통우선가로

아래의 [그림 2-25]에서 밝게 색칠한 부분(가운데)은 아침 6시에서 저녁 7시까지 모노레일을 제외한 모든 대중교통수단(버스, 지하버스)이 무료인 권역이다. 대중교통무료 권역의 중심으로 도심의 모든 곳과 가장 쉽게 접근이 가능한 곳에 위치해 있으며 SF의 대중교통우선 가로와 유사한 형태를 띄고 있다.



[그림 2-25] Seattle의 대중교통 무료 권역

다음의 [그림 2-26]에 보이는 것과 같이 지상구간은 버스정류장이 가운데 있고 버스가 4차선중 2차선을 차지하는 형태이며 지하([그림 2-27])는 버스터널로서 버스가 신호나 주변교통에 장애 받지 않고 신속하게 이동하고 있다. 지하 버스 정류장([그림 2-28])은 대중교통무료시간대에만 개방하며 터미널의 길이는 약 150m 정도 이고 정류장은 2-4개로 분리되어 있다.



[그림 2-26] 지상구간의 가로 상황



[그림 2-27] 지하 버스터널



[그림 2-28] 지하 버스 정거장

4) Portland 도심의 대중교통무료권역

Portland시 도심의 쇼핑가에 있는 대중교통무료권역은 폭 약600m, 길이 약600m의 대중교통 무료권역(아래 지도中间的 점선 안쪽 부분)으로 관광객들의 쇼핑을 위하여 무료로 교통수단을 제공한다.



[그림 2-29] Portland 대중교통 무료 권역

권역내에는 경전철 시스템(MAX)이 중앙을 동서로 횡단하고 있으며(지도 가운데 2개의 횡단선) 버스전용도로가 도심중앙을 남북으로 종단하고 있고 버스전용도로상에는 주변 건물의 주차장 진출입을 위한 짧은 동선을 배려하고 있다. Seattle과 마찬가지로 도심의 한 구간을 대중교통전용 또는 대중교통우선으로 가로정비를 했다는 점이 돋보인다.



[그림 2-30] 버스 전용도로

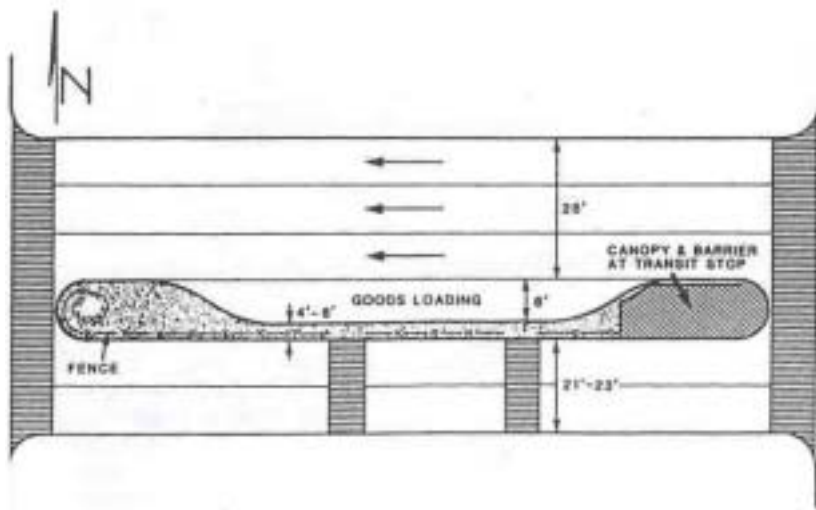


[그림 2-31] 보도상의 Street Furniture

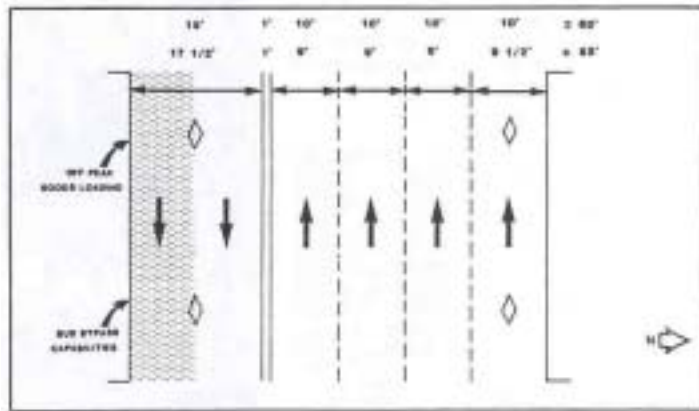
또한 보도상에는 Street Furniture가 잘 갖추어져 있어서 대중교통을 이용하기 위해 접근하거나 기다리는데 전혀 불편하지 않도록 배려하였고 백화점이나 기타 대규모 교통유발 시설물들이 자체적인 주차장을 갖고 있지 않고 대신 건너편 또는 자체건물 주차장을 공영주차장으로 운영하게 함으로서 방문자들의 공영주차장 접근이 용이하도록 하였는데 이러한 방식이 도심의 교통수요를 억제하는데 크게 기여한 것으로 판단된다.

5) New York 42번가 Transitway

New York의 42번가는 맨해튼에서 가장 다양하고 유명한 거리로서 그 지역의 거주자, 관광객 및 수많은 국제 회의 등이 열리는 곳으로 통행량이 상당하다. 1978년 Midtown Transportation Factbook에 의하면 42번가에는 지하의 2개의 지하철 노선에 의한 영향을 제외하더라도 한 지점의 이동인원이 약 20,000명에 달한다고 한다. 이 거리에는 차량을 이용하는 사람수와 보행을 이용하는 사람의 수가 거의 비슷하고 차량을 이용하는 사람들의 경우 약 62%가 버스를 32%가 자가용을 이용하는 것으로 조사되어 보행을 포함한 대중교통이 거의 대부분을 차지하는 것으로 조사되었다. 따라서 New York시에서는 택시와 화물 하역공간이 있고 12ft~13ft 폭의 보행자 교통섬이 있는 일방 3차로 (폭 21ft~23ft)의 Transitway를 계획하였다.



[그림 2-32] Transitway 구성



[그림 2-33] Transitway의 차로 구성

또한 기존의 갓길 버스전용차로를 개선한 운영계획(Early Action Project)에서는 보행로의 폭을 조정하거나 새로운 시설을 건설할 필요가 없었으며 갓길에서 버스의 승하차를 허용하고 갓길의 조업주차를 계속 유지하게 하였으며 그 내용은 다음과 같다.

- 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.
- 동쪽 방향으로의 원활한 교통흐름을 위하여 40번가에 연동신호를 제공하고 오전(7am.~10am.)과 오후(3pm.~7am)에는 10번가와 Park Street 사이의 40번가 주정차 금지시켰으며 12번가와 Vanderbilt Street 사이의 43번가 동쪽방향 일방통행을 운영하였다.

6) 브라질 쿠리티바시의 대중교통우선 Network

브라질의 쿠리티바시는 대중교통 지향적 도시개발정책을 추진함으로써 주간선 교통축을 중심으로 기능별로 개발밀도를 조정하였고 일부 새로운 교통축과 인접한 곳에서 시가 토지를 취득하여 고밀도 주택단지를 개발해 17,000여명의 저 소득자를 거주케 하였다.

(1) 버스체계

1974년 급행버스가 도입되고 역류버스전용차로와 무료환승이 가능한 분산형 교통터미널을 도입하였다. 여기에는 60km의 급행버스 전용차로 5개축을 중심으로 20개의 터미널을 통한 연계체계와 이것을 보완하는 지선망(Feeder)이 쿠리티바 교통체계의 근간을 이루고 있다.



[그림 3-34] 쿠리티바의 버스체계

"땅위의 지하철(Above-Ground Subway)" 개념을 도입하여 튜브정류장, 275명까지 태울 수 있는 굴절버스 등을 이용하여 버스의 용량과 서비스 수준을 지하철 수준으로 끌어 올렸다. 특히 221개의 튜브 정류장과 연계성 강화가 핵심인 버스노선망은 지하철을 지상으로 끌어 올리는 효과를 보였으며 승차전 요금지불방식(Pay Before Ride)을 채택함으로써 승차시간을 단축시키고 주행속도를 증가시킬 수 있었다. 또한 정류장의 안락함을 고려하였을 뿐만 아니라 버스 전용차로를 이용한 빠른 서비스를 제공하였고 장애인을 위한 수평승차(Level Ride)와 한 장의 승차권으로 연계이용이 가능하도록 함으로써 환승을 용이하게 하였다. 버스는 개인회사가 구입, 운영하는 완전 민영체계이며 급행버스노선을 통하여 하루평균 190만 통행을 처리하고 있어 1일 교통량의 40%를 담당하고 있다.



[그림 2-35] Tube식 정류소

(2) 보행자 교통체계

도시의 중앙로와 문화재 보호구역에 ‘꽃의 거리’와 같은 보행자 전용공간을 두어 하루 종일 사람의 이동이 자유롭게 하였으며 ‘시민권은 곧 모든 시민의 동등한 기회를 의미한다’고 보고 보행밀집지역에서 기본적인 공공서비스를 제공하기 위한 행정체계를 갖추었다. 도시지역의 차량속도를 시속 30km/h로 제한하는 Traffic Calming을 위하여 도로 곳곳에 과속방지턱을 설치하고 최근에는 이것을 전자식 속도제어(Electronic Speed Controller)시스템으로 하여 차량의 속도를 감시하고 있다. 이러한 ESC을 이용하여 속도를 감지하여 이것을 운전자에게 보여주는 시스템을 학교주변과 사고발생이 빈번한 지역에 설치함으로써 교통사고 감소효과를 거두는 한편 범죄예방에도 부수적인 효과를 얻고 있다.

2. 국내 시행사례 - 천호대로 중앙버스전용차로 모니터링

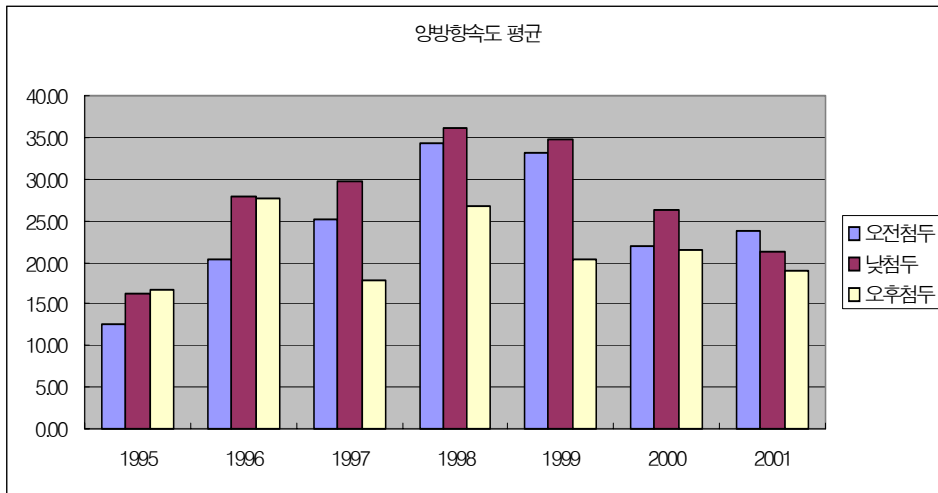
1996년 1월 20일부터 실시한 천호대로 중앙버스 전용차로는 그간 서울시가 1985년도에 처음 갓길 버스전용차선제를 도입하였으나 효과를 보지 못하다가, 93년초 한강로 등 4개구간 19.5 km에 재공사를 완료하고 지도단속을 강화하면서부터 본격적으로 실시하기 시작한 이래로 신답네거리에서 구의동 로터리에 이르는 천호대로 4.5 km구간을 지정하여 운영하고 있다.



[그림 2-36] 천호대로의 중앙버스 전용차로 시행구간

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. (일본 나고야시의 경우 버스 기존 구간 통과시간 42분에서 중앙전용차선제 실시후 30분으로, 운행속도는 14.6km/h에서 19.9km/h로 개선됨) 그러나 현재 이 구간을 포함하는 천호대로 구간에 걸쳐 온 지하철 5호선이 통과하고 있어 중앙 버스전용차로의 승객흡인 효과에 대해서 의문이 제기되고 있는 실정이다.

천호대로구간은 1995년도 말에 개통한 지하철 5호선이 가로구간 대부분을 공유하고 있어 중앙 버스 전용차로의 효과에 대하여 의문을 제기하는 경우가 많았다. 아래의 그림은 년도별 천호대로의 속도변화를 나타낸 그림으로 1996년도를 시작으로 하여 IMF때인 1999년까지 계속적으로 증가한 후 다시 감소하고 있는 상황을 보여주고 있다.



[그림 2-37] 년도별 천호대로구간 속도변화

제 III 장 서울시 대중교통우선가로제 도입의 필요성 및 가로축의 선정

제 1 절 도입의 필요성

1. 버스분담율의 지속적 하락

수도권에서 승용차대수의 지속적 증가에 따라 승용차통행량과 승용차분담율이 지속적으로 증가하고 있으나 대중교통 이용률은 감소하고 있다. 특히, 도로상 교통혼잡의 증가로 인해 1996년 24.2%에 이르던 버스의 분담율은 '99년 20.3%로 하락한 반면 마을버스 분담율은 2% 가까이 증가하는 등 시내버스의 간선기능이 퇴조하고 지선기능으로 대체되고 있는 실정이다.

<표 3-1> 수도권 수단 통행량 분포(지하철 환승 포함)

구분		96년			99년		
		통행량	비율	비율 (도보제외)	통행량	비율	비율 (도보제외)
도보/자전거		9,031,741	19.1%	-	9,352,305	19.2%	-
승 용 차		12,123,358	25.7%	31.7%	13,043,619	26.7%	33.1%
통근학기타버스		1,844,302	3.9%	4.8%	2,359,718	4.8%	6.0%
시내외좌석버스		10,011,802	21.2%	26.2%	8,752,806	18.0%	22.2%
마 을 버 스		1,715,092	3.6%	4.5%	2,610,050	5.4%	6.6%
지하철	(환승제외)	5,372,989	11.4%	14.1%	5,188,982	10.6%	13.2%
	(환승포함)	8,552,420	17.0%	20.7%	8,993,573	17.1%	20.8%
택 시		4,211,508	8.9%	11.0%	3,967,768	8.1%	10.1%
오토바이/기타		2,950,359	6.2%	7.7%	3,486,296	7.1%	8.8%
합 계	(환승제외)	47,261,151	100.0%	100.0%	48,761,544	100.0%	100.0%
	(환승포함)	50,440,582	100.0%	100.0%	52,566,135	100.0%	100.0%

자료: 서울시정개발연구원 내부자료, 2000.9월

2. 기존 갯길버스전용차로의 한계

1) 갯길버스전용차로의 낮은 속도

서울시의 조사(2001)에 따르면 버스전용차로구간의 평균통행속도는 21.6km/h, 일반구간은 17.8km/h로 버스전용차로 구간이 일반구간보다 21.3% 속도가 높은 것으로 분석되었다. 버스전용차로구간의 21.6km/h는 승용차통행속도 21.7km/h와 같은 수준의 속도로 승객의 승하차 시간을 감안한다면 승용차 통행속도 보다 높은 속도라고 할 수 있을 것이다.

<표 3-2> 버스전용차로와 일반차로의 속도

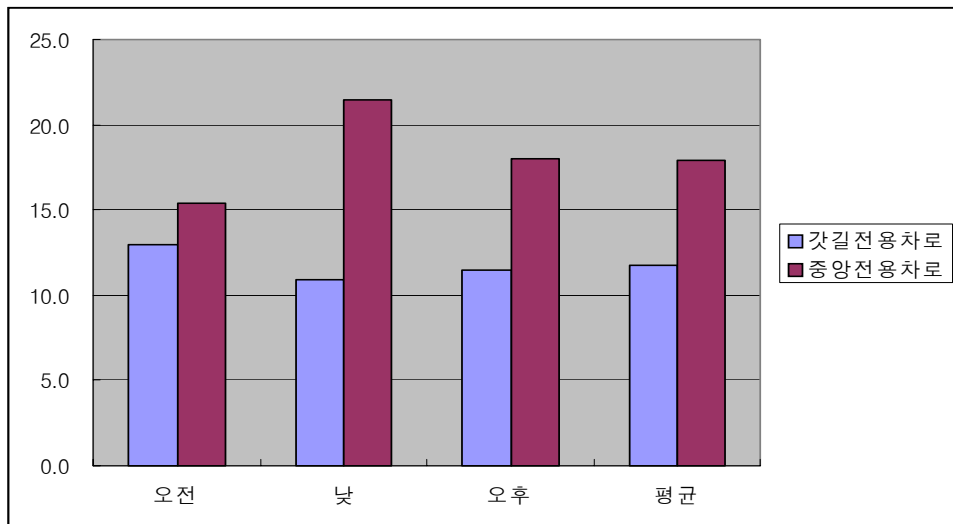
구분		버스전용차로 구간	일반구간	합 계	차이(%)
속도(km/h)	도시형	20.2	17.1	18.4	18.1
	좌 석	22.0	18.4	19.6	19.6
	합 계	21.6	17.8	19.1	21.3

2000년 서울시에서 조사한 도시형 버스의 속도자료 중 갯길 버스전용도로를 이용하는 구간과 중앙 버스전용도로를 이용하는 구간의 운행속도를 비교하였다. 갯길 버스전용도로구간은 강남대로 신사역-양재역 구간이며 중앙 버스전용도로구간은 신답-아차산역 구간이다.

<표 3-3> 갯길 버스전용차로와 중앙 버스전용차로의 속도 비교

	구간	오 전	낮	오 후	평균
갯길	신사역→양재역	14.4	12.3	12.8	13.1
중앙	신답→아차산역	29.0	35.5	32.5	31.3
갯길	양재역→신사역	13.0	11.3	12.3	12.1
중앙	아차산역→신답	26.8	35.0	36.8	30.5
갯길	신사역, 양재역 평균	13.0	11.0	11.5	11.7
중앙	구의동, 구의4거리 평균	26.5	34.3	31.2	29.9

갯길전용차로의 경우 일부 구간의 예이기는 하지만 버스의 운행속도가 11.7km/h로 상당히 낮게 나타난 반면, 중앙차로를 운행하는 버스는 29.9km/h로 갯길에 비해 운행속도가 2배를 훨씬 상회하는 것으로 나타났다. 특히 주목할 사안은 강남대로구간의 경우 일반차로의 양방향 평균속도가 23.08km/h로 나타나 버스전용차로제의 효율이 극히 낮은 것으로 나타났다.



[그림 3-1] 갯길 버스전용차로와 중앙 버스전용차로의 속도 비교

위의 <표 3-3>과 [그림 3-1]에서 알 수 있듯이 중앙 버스전용차로를 시행하고 있는 구간의 버스 통행속도가 갯길 전용차로구간보다 높음을 알 수 있다. 물론 전적으로 전용차로의 설치 위치 때문에 이러한 결과를 보였다고는 할 수 없으나 중앙버스 전용차로의 경우 구간의 교통량, 혼잡 등에 의한 영향이 갯길전용차로보다 덜 함을 보여준다고 할 수 있을 것이다.

2) 보행환경 저해

갯길전용차로는 버스에서 나오는 공해물질들 보도를 이동하는 보행자들에게 직접적으로 호흡하게 함으로써 심각한 호흡기 장애를 유발할 뿐 아니라, 버스 대기자를 대상으로 노점상 수요를 촉발함으로써 보행환경을 심각하게 저해하고 있다.

3) 교통사고 위험 상존

갯길전용차로의 경우 갯길과 정류소와의 구분이 불명확하고 대부분 갯길 차로폭이 타차선에 비해 넓어서 많은 버스대기자들이 차로에서 대기하거나 버스 도착시 차로로 내려옴으로서 심각한 교통사고의 위험이 상존하고 있다.

4) 대로중심 상권과의 부조화

버스전용차로 구간이 대부분의 편도3차선 이상의 대로에 설치되어 있다. 그러나 서울시의 토지이용 패턴의 특성은 대로변 건물을 중심으로 업무/상업 활동이 활발하고 이면도로를 통한 건물로의 접근보다는 간선도로에서 직접 건물로 유출입하는 진출입 체계를 가지고 있다. 따라서 갯길은 버스정류소, 물류차량의 대기장소, 승용차량의 진출입로, 택시승하차장, 세가로에서 간선도로로의 진출입로 등 여러 기능을 동시에 수행해야 하기 때문에 현실적으로 전용로로서의 기능을 수행하는데 한계가 있다.

5) 고밀도개발과의 부조화

고밀개발가로의 경우 유동인구가 많기 때문에 보행수요가 많다. 따라서 보행공간의 크기가 일정하다면 중저밀 개발지에 비해 보행환경이 열악할 수 밖에 없다. 현재 서울의 대부분 고밀도주변 보행로는 버스대기공간의 기능과 보행공간으로 두가지 기능을 동시에 수행하는데 반해 충분한 공간을 확보하지 못하고 있는 것이 현실이다.

3. 불충분한 광역대중교통서비스

수도권의 신도시 및 위성도시에서 서울로 이동하는 주대중교통수단은 도시철도이지만 서비스용량의 제한으로 인한 혼잡, 잦은 정차로 인한 지연, 과다한 굴곡 등의 이유로 서비스 수준이 낮은 것이 현실이다. 또한 시계간 서비스를 담당하는 광역버스의 경우 노면교통의 혼잡으로 인한 정시성 상실, 과다한 승차시간 또한 도시고속도로 운행금지 등의 이유로 한정된 시간대를 제외하고는 이용자가 극히 제한된 실정이다. 열악한 광역대중교통서비스는 많은 장거리 이동수요를 승용차로 유도하고 이는 서울시의 교통혼잡과 대기오염에 악영향을 주고 있다. 빠른 시간내에 광역대중교통서비스 수준을 향상시키기 위해서는 무엇보다도 먼저 광역버스의 운행환경을 혁신적으로 개선하는 조치가 필요하고 그 대안으로는 대중교통우선가로제의 도입이 절실하게 필요하다.

4. 차량소통 중심의 간선도로축 개선사업의 한계

서울시에서는 지난 4년간 간선도로 24개 교통축 402.25km를 대상으로 간선도로축 개선사업을 시행했다. 시행의 목적은 기본 간선축의 소통개선을 통해 주로 장거리 통과교통이 많은 간선도로 교통축에서 차량의 소통을 혁신적으로 개선하는데 있었다. 주로 병목구간, 상습정체지점, 교통사고 많은 지점을 대상으로 하는 단기적 개선사업이었기 때문에 교차로 개선, 신호개선, 접근관리, 정류장 이전과 같은 TSM 기법이 주로 활용되었다.

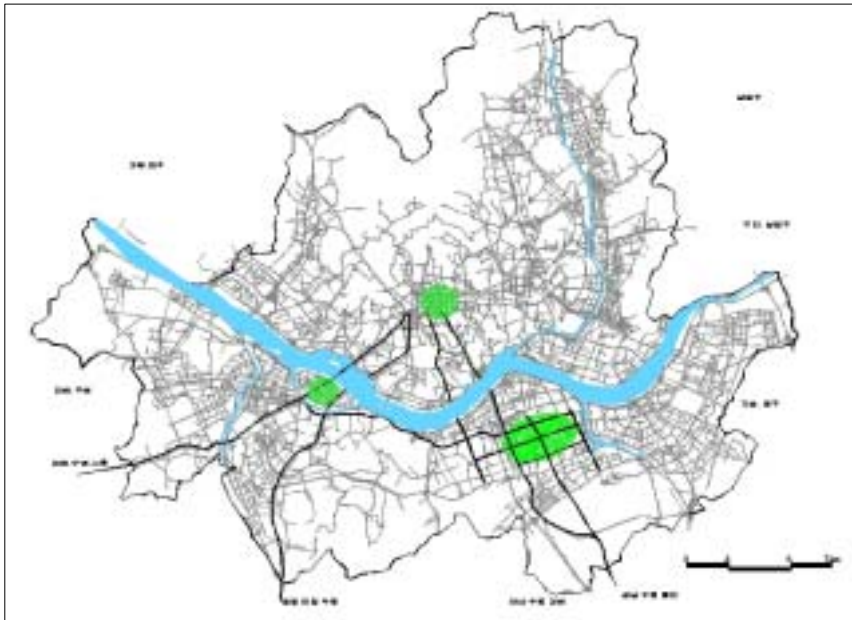
개선사업에 대한 모니터링 결과는 경인로축의 경우 교통량은 증가한 반면 속도가 저감되었고, 강남대로의 경우는 교통량 증가, 속도 감소라는 비교적 실망스러운 결과를 초래했다. 이러한 이유를 분석해본 결과 개선이 주로 버스를 제외한 승용차량을 대상으로 하였고 따라서 개선에 따른 잠재수요의 촉발을 통해 승용차량이용이 오히려 늘어난 것으로 판단된다. 따라서 향후 간선도로축 개선사업이 효과를 보기 위해서는 버스의 운행환경을 획기적으로 개선하는 것이 오히려 도로의 소통능력을 높이는데 도움이 될 것으로 판단된다.

제 2 절 대중교통우선가로축 선정의 기본원칙

제1절에서 논의한 대중교통우선가로제 도입의 필요성을 참조로 본 절에서는 대중교통 중심가로축을 선정하는데 있어 기본 원칙을 제시한다. 선정의 기본원칙으로는 ① 고밀도 개발지역, ② 부도심을 경유하는 가로, ③ 시 외곽에서 주요 CBD로 연결되는 가로, ④ 기존 지하철 노선이 없는 가로, ⑤ 버스 노선이 많거나 전용차로를 시행중인 가로, ⑥ 추가적으로 가로별 버스 이용 수요가 포함 될 수 있을 것이다.

1. 고밀도 개발지역

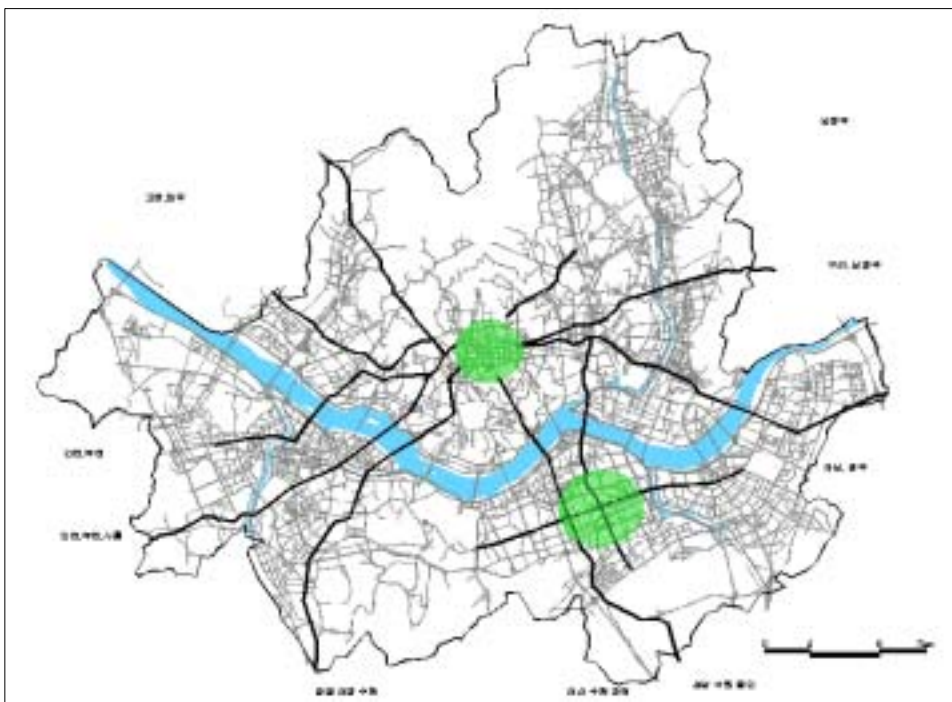
대중교통우선가로제를 시행하기 위해서는 가로 주변 토지이용 밀도가 높아서 승용차량으로 교통수요를 처리하는데 근본적인 한계가 있고 따라서 대중교통수단의 서비스 용량을 개선시킬 필요가 있어야 한다. 또한 보행밀도가 높아서 기존의 갓길 버스정류장을 설치할 경우 버스대기자와 보행자간의 혼재로 보행공간이 협소해지는 문제가 발생하고 보행자들에게 버스운행에 따른 배기가스에 쉽게 노출되는 문제가 많은 가로여야 한다.



[그림 3-2] 고밀도 개발지역

3. 시 외곽에서 주요 CBD로 연결되는 가로

[그림 3-4]는 서울시 외곽에서 시내의 주요 CBD로 직접 연결되는 대규모 가로들을 보이고 있다. 이러한 가로들에는 경인로, 시흥대로, 수색로, 의주로, 망우로, 강남대로, 천호대로 등이 있으며 주로 고양, 인천, 부천, 수원, 안양, 성남, 과천 등지에서 서울의 도심과 강남일대의 중심업무 지구를 연결하는 역할을 하고 있다. 가로의 노폭은 대부분 35m 이상의 광로이며 몇몇 가로를 제외하고는 대부분 버스 전용차로가 운영중이다.



[그림 3-4] 시 외곽에서 주요 CBD로 연결되는 가로

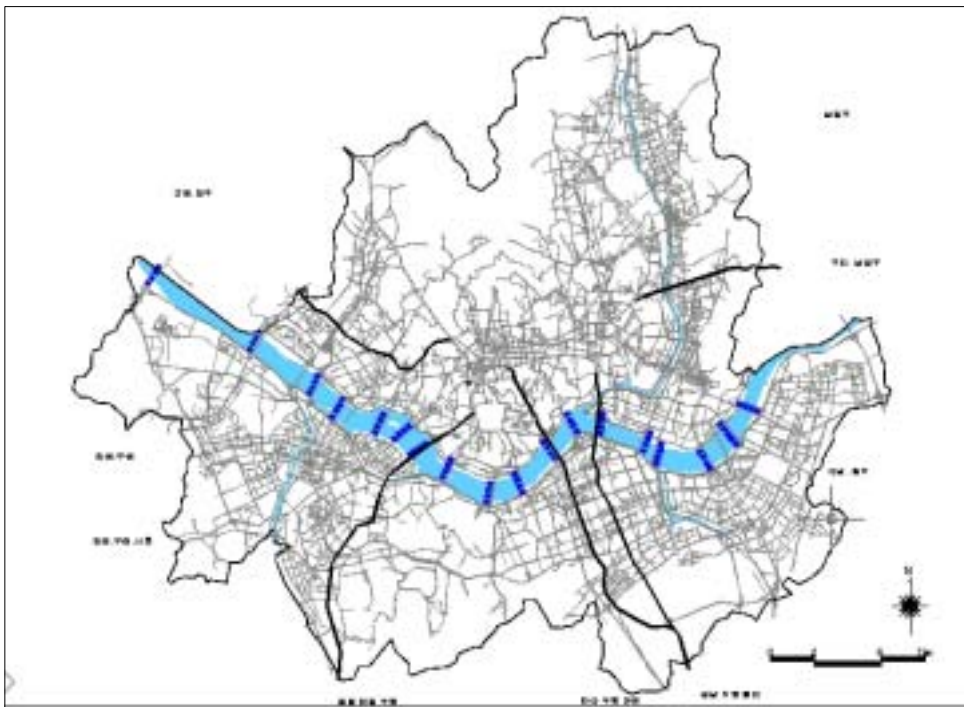
다음의 <표 3-4>는 이러한 가로들의 시점과 경유 CBD, 가로 연장, 폭원 등과 그 가로를 이용하는 노선수와 전일 전용차로구간의 연장 등이 정리되어 있다. 이 자료는 1999년 자료를 바탕으로 대상가로들의 대중교통 이용수요를 개략적으로 조사하여 정리하였다.

<표 3-4> 시 외곽에서 주요 CBD로 연결되는 가로들의 내용

가로명	시점	경유/중점	연장 (km)	폭원 (m)	버스 이용수요(인)	버스 노선 수	전용차로 연장(km)
의주로 통일로	고양	가양 도심	10	35-40	2,000-8,000	5-10	4.8
수색로 성산로	고양	가양 도심	9	30-40	3,000-10,000	3-6	5.4
경인로 마포로	인천 부천	가양 도심	17	28-35	2,000-7,000	10-20	9.3
시흥대로, 대방로	안양 광명	영등포 용산	15	25-50	2,000-7,000	5-10	8
강남대로, 한남로	성남 과천	영동 도심	12	30-50	5,000-10,000	10-20	8.7
언주로, 고산자로	성남 과천	영동	12	30-40	1,000-4,000	2-6	0
천호대로, 청계천로	하남 광주	청량리 도심	17	50	1,000-4,000	5-10	4.5
망우로 왕산로	구리 남양주	청량리 도심	10	35	3,000-10,000	15-30	10
도봉로 미아로	의정부	청량리 도심	15	25-35	2,000-8,000	5-20	14

4. 지하철 서비스 용량이 부족한 가로

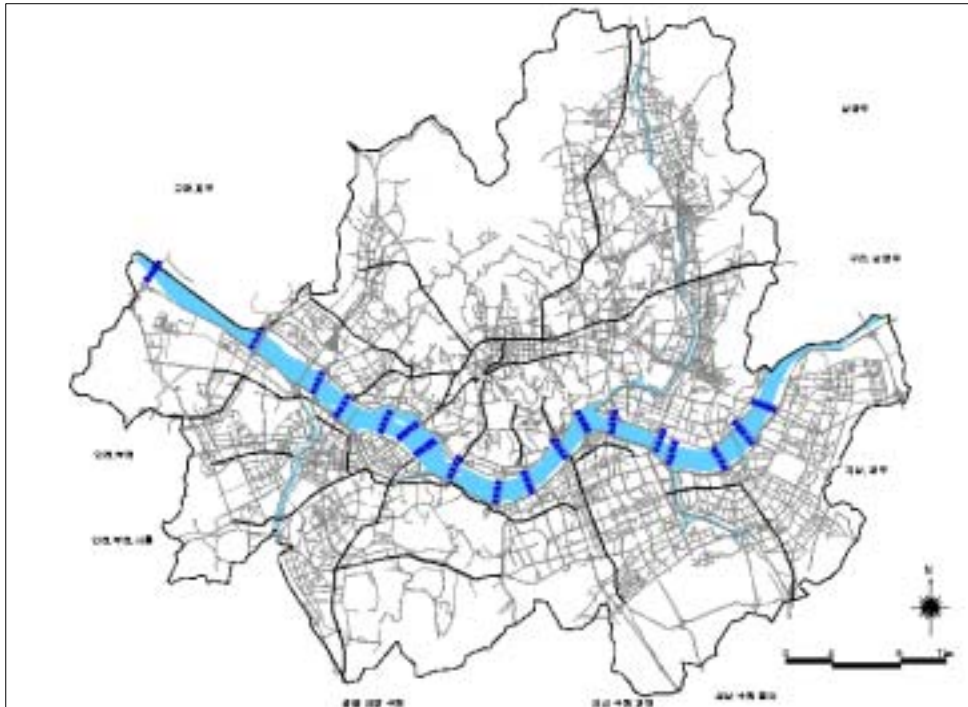
현재 서울시의 대부분의 가로는 지하철 노선과 상당부분 중복된다. 아래의 [그림 3-5]는 지하철과 중복되지 않는 대표적인 대규모 가로들을 나타내고 있으며 대중교통 우선가로의 선정 원칙중 하나인 지하철 서비스 용량이 부족한 가로들을 보이고 있는 예이다.



[그림 3-5] 기존 지하철 노선이 없는 가로

5. 버스 노선이 많거나 전용차로를 시행중인 가로

현재 서울시에서는 60개 구간 218.4km에 대하여 버스 전용차로를 운영중이다. 이중 37개구간 148.9km 구간에 대하여 전일제로 운영중에 있으며 [그림 3-6]은 전일 버스전용 차로 구간을 표시한 그림이다.



[그림 3-6] 버스 노선이 많거나 전용차로를 시행중인 가로

6. 버스이용수요

[그림 3-7]은 1999년을 기준으로 조사된 버스 이용수요를 도식화 한 그림이다. 그림에서도 알 수 있듯이 수색로, 경인로, 강남대로, 망우로, 도봉로 등의 가로가 타 가로들에 비하여 버스 이용수요가 매우 높음을 알 수 있다.

또한 [그림 3-8]은 오전 첨두시에 서울시의 주요 도심·부도심과 수도권외의 주요 도시들 간의 통행 희망도를 나타내는 그림이다. 그림에서 알 수 있듯이 수도권 대부분의 도시에서 서울의 도심으로 진입하는 통행이 매우 많음을 알 수 있으며 5개의 부도심중 영

등포와 영동에도 많은 양의 통행이 진입을 희망하고 있는 것으로 나타났다. 특히 부도심 중에는 성남, 수원, 과천 등지에서 영동쪽으로 진입하려는 통행이 두드러짐을 알 수 있다.



[그림 3-7] 주요가로의 버스 이용수요



[그림 3-8] 서울시 주변 도시의 통행 희망선도

제 3 절 선정된 가로의 특성분석

2절의 선정원칙들에 기초하여 본 분석에서는 다음과 같은 가로 구간을 설정하였다.



[그림 3-9] 대중교통 우선가로망

선정된 가로축은 모두 13개(<표 3-5>)로 고양, 김포 인천, 부천, 성남, 수원, 안양, 과천 등과 같은 서울의 외곽도시에서 시내의 주요 부도심들과 도심을 잇는 가로들로 구성되어 있다. 전체 가로의 총 연장은 약 270km로 이중 약 34%인 91km가 전일 버스 전용차로 구간으로 운영되고 있으며 이 구간을 운영하는 장거리 노선만도 도시형이 50개 노선과 좌석형 22개 노선으로 구성되어 있다. 또한 지하철 중복율에 대해서도 대부분의 가로들이 20% 미만이며 전혀 중복이 없는 가로축도 3개축인 것으로 분석되었다. <표 3-6>, <표3-7>은 각 가로의 구간별 차로수와 2001년 조사된 속도를 나타내고 있다.

<표 3-5> 선정된 가로들의 특성

가로 번호	시점	주요 경유지	종점	연장 (Km)	중복 버스전용차로 연장	중복 지하철 구간 연장	경유 버스(장거리) 노선수	
							좌석형	도시형
1	고양	가양	도심	16	5.4km(33.8%)	0	5	7
2	김포	강서	도심	23	11km(47.8%)	3.4km(14.8%)	2	6
3	인천	영등포	도심	19	9.3km(48.9%)	10.8km(56.9%)	3	9
4	안양	여의도	도심	18	8km(44.4%)	2km(11.1%)	0	11
5	과천	용산	도심	16	2.3km(14.3%)	0	1	0
6	성남	강남	도심	15	8.7km(58.0%)	0	6	6
7	성남	강남 강북	의정부	21	0	0	0	1
8	강남	청량리	노원	18	0	4km(22.2%)	0	3
9	하남	송파	도심	17	0	3km(17.6%)	0	0
10	하남	강북	도심	16	4.6(28.8)	9(56.3%)	3	3
11	구리	청량리	도심	15	10.4km(73.1%)	1km(6.7%)	2	9
12	남양주	망우	도심	20	3.8km(19%)	4km(20.0%)	0	1
13	가양	영등포 강남	영동	28	12.9km(57.86%)	8.2km(29.3%)	3	0
계				269	91.2km(33.9%)	50.5km(18.8%)	22	50

<표 3-6> 선정된 가로들의 구간별 속도(1)

가로 번호	구간	연장 (km)	차로수	2001년 속도(km/h)			
				오전	낮	오후	전일
1	수색시계-독립문	8.5	8	23.6	29.2	24.4	26.6
	소계	8.5	8	23.6	29.2	24.4	26.6
2	김포공항-양화교	6.8	8	28.3	26.6	22.8	26.1
	양화교-양화대교	2.6	6	41.4	63.1	58.9	56.0
	양화대교-신촌로터리	4.3	8	24.3	22.0	18.4	21.6
	신촌로터리-충정로	2.3	8	20.0	21.0	18.5	19.4
	충정로-서대문로터리	0.8	8	24.2	23.9	22.3	24.2
	소계	16.8	7.6	27.6	31.3	28.2	29.5
3	경인시계-영등포로터리	9.4	8	18.4	21.5	16.9	19.2
	영등포로터리-마포대교남단	2.0	8	21.3	29.15	17.6	21.0
	마포대교남단-공덕로터리	2.5	8	30.0	35.1	29.0	30.1
	공덕로터리-서부역	2.1	6	25.1	24.3	19.3	22.8
	소계	16.0	7.5	23.7	27.5	20.7	23.3
4	기아대교-대림삼거리	6.3	10	19.3	19.7	14.8	17.8
	대림삼거리-여의교 남단	3.1	6	16.1	22.8	20.3	21.3
	여의교 남단-현대서비스	3.2	6	28.1	32.7	30.0	31.1
	현대서비스-남영역	1.9	4	17.0	15.9	14.1	15.8
	남영역-서부역	1.6	6	24.7	20.3	21.8	22.9
	소계	16.1	6.4	21.0	22.3	20.2	21.8
5	회현-예술의 전당	9.4	8	28.3	26.0	19.6	25.0
	소계	9.4	8	28.3	26.0	19.6	25.0
6	성남-내곡 IC	5.3	8	46.0	77.8	75.9	66.1
	내곡 IC-염곡 IC	3.3	6	32.7	47.1	42.4	44.9
	염곡IC-한남대교	6.7	10	20.0	17.4	14.4	16.6
	한남대교-북한남3거리	2.7	8	35.2	31.1	27.2	30.0
	북한남3거리-명동입구	2.4	4	61.2	45.0	40.5	45.5
	소계	20.4	7.2	39.0	43.7	40.1	40.6
7	성남-성수대교	14.8	8	26.4	25.5	20.7	23.6
	성수대교-성동경찰서	3.2	6	16.7	24.1	18.0	21.1
	성동경찰서-고대앞	6.5	6	16.2	13.2	12.4	14.5
	고대앞-미아사거리	2.2	6	22.1	20.8	18.4	20.6
	소계	26.7	6.5	20.35	20.9	17.4	20.0
8	일원터널-영동대교남단	4.9	10	18.1	20.3	16.9	18.9
	영동대교남단-상봉사거리	8.0	6	16.0	23.0	18.9	20.1
	상봉사거리-하계역	4.7	6	23.4	23.1	21.4	21.7
	소계	17.6	7.3	19.2	22.1	19.1	20.2

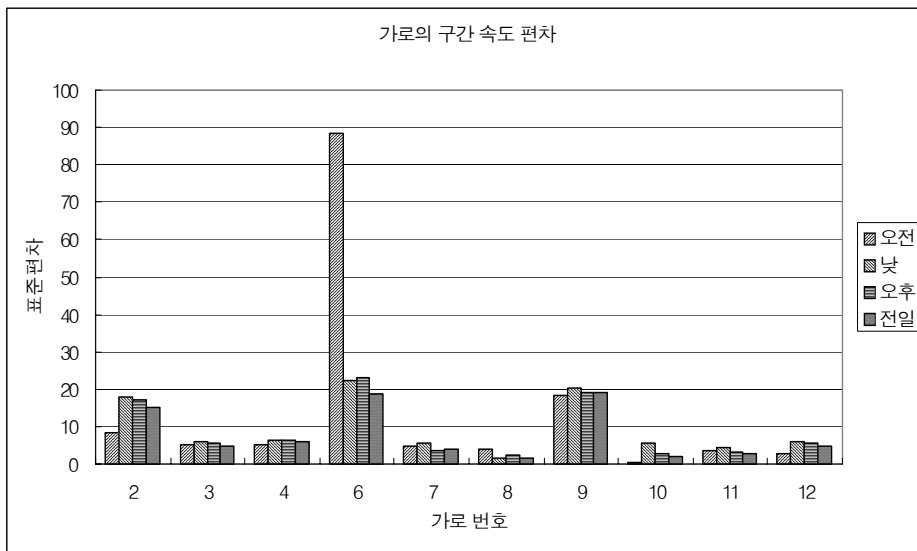
* 소계에서 차로수와 속도는 평균치임.

<표 3-7> 선정된 가로들의 구간별 속도(2)

가로 번호	구간	연장 (km)	차로수	2001년 속도(km/h)			
				오전	낮	오후	전일
9	서하남 입구-올림픽대교남단	2.7	10	26.0	26.5	23.1	26.7
	올림픽 대교	1.5	6	57.9	59.5	54.2	57.2
	올림픽대교북단-성동교	4.9	6	21.4	21.5	17.2	20.1
	성동교-을지로 6가	4.1	6	17.9	13.8	11.0	14.2
	소계	13.2	7	30.8	30.3	26.4	29.6
10	상일IC입구-태양삼거리	13.5	10	30.4	31.7	24.5	28.8
	태양삼거리-신설동역	2.0	6	19.9	15.5	14.9	16.7
	소계	15.5	8	25.2	23.6	19.7	22.8
11	교문리-청량리	8.2	6	18.8	21.0	17.1	18.9
	청량리-동대문	3.3	6	18.0	13.4	13.3	15.4
	동대문-광화문사거리	2.9	8	26.2	14.2	15.8	18.0
	소계	14.4	6.7	21.0	16.2	15.4	17.3
12	화랑대사거리-대진교	2.3	6	19.3	28.1	23.1	24.6
	대진교-미아사거리	5.1	4	14.6	18.3	15.8	17.4
	미아사거리-미아리고개	1.6	6	24.6	27.8	16.6	22.7
	미아리고개-혜화동 로터리	2.3	4	18.4	25.6	22.3	22.6
	혜화동 로터리-창경궁	1.8	6	20.5	21.5	21.3	21.3
	소계	13.1	5.2	19.5	24.3	19.8	21.7
13	증산교-월드컵경기장 입구	1.3	6	22.1	25.0	25.5	22.9
	월드컵경기장 입구-양평교	2.8	8	27.0	30.4	25.4	27.3
	양평교-영등포 로터리	3.4	6	19.6	16.2	15.5	16.8
	영등포 로터리-한강대교남단	4.3	6	19.8	23.1	21.8	22.5
	한강대교남단-이수교차로	3.1	8	19.0	27.8	23.0	25.1
	이수교차로-역삼우체국	3.8	8	23.6	19.2	12.8	18.5
	역삼우체국-강남병원입구	3.9	6	19.3	15.1	11.0	14.3
	소계	29.6		21.1	22.3	18.5	20.9

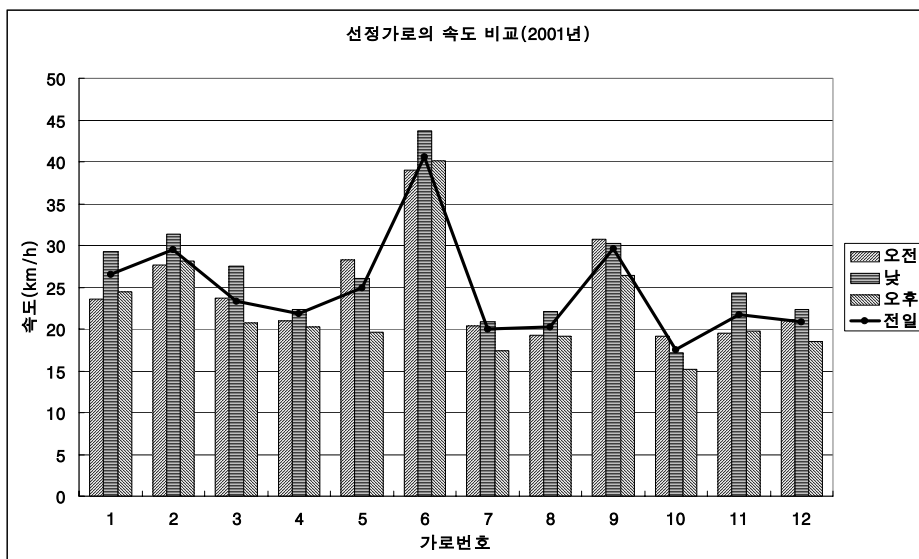
* 소계에서 차로수와 속도는 평균치임.

여기서 한가지 특이한 사항은 각 가로의 구간별 속도 편차이다. [그림 3-10]은 1번 가로와 5번 가로를 제외한 가로들의 구간별 속도의 편차를 보여주고 있는 그림이다. 전체 가로들의 구간별 속도의 표준 편차의 평균은 10.1인데 2번, 6번, 9번은 가로평균을 상회하고 있는 것으로 나타났다.

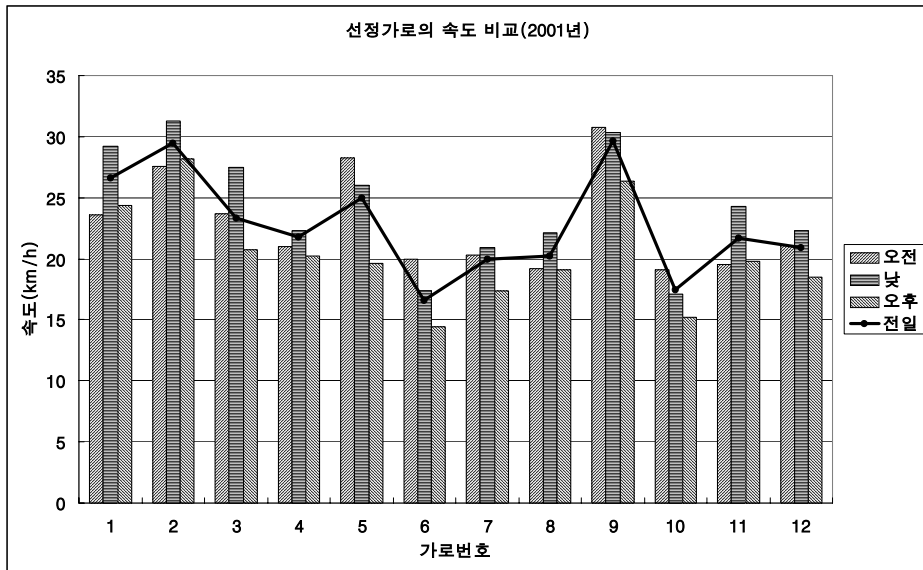


[그림 3-10] 선정된 가로들의 구간별 속도 편차

특히 6번 가로의 오전 첨두시 편차는 약 88정도로 다른 가로와 매우 큰 차이를 보이고 있는데 이는 6번 가로에서 강남대로 구간의 속도가 다른 구간의 속도보다 현저하게 낮고 남산 1호터널 주변의 속도가 매우 높았기 때문이다.



[그림 3-11] 선정된 가로간의 평균 속도 비교



[그림 3-12] 선정된 가로간의 평균 속도 비교-강남대로 구간 제외

[그림 3-11]은 각 가로의 평균속도를 비교한 그림인데 6번 가로의 속도가 매우 높은 것으로 분석되었다. 그러나 분당-내곡간 고속도로의 일부와 강남대로, 한남대교 및 남산1호 터널로 구성되어 있는 6번 가로의 경우 강남대로를 제외한 다른 가로들의 속도가 강남대로 구간에 비하여 상대적으로 높은 속도를 보였기 때문에 다른 선정 가로들에 비하여 높은 속도를 보이고 있다. 반면에 주 이용 노선이라고 할 수 있는 강남대로의 경우만을 놓고 본다면 위의 [그림 3-12]과 같은 상황을 보이고 있다.

이러한 사실은 선정된 가로들 간의 우선순위를 결정하는데 있어 중요한 정보를 제공할 수 있을 것으로 판단된다.

제 4 절 대중교통우선가로의 사업 우선순위 결정

선정된 대중교통우선가로들 중 시행우선 순위를 결정하기 위하여 5가지 선정지표의 가능성 여부와 선정지표들 중 계량화가 가능한 항목들에 대하여 가로별로 그 값의 범위에 따라 일정한 점수를 부여하는 방식을 서로 조합하여 우선순위를 결정하였다. 그러나 점수를 부여하기 위한 각 항목 값들의 범위에 대해서는 기존의 어떤 연구에서도 제안된 경우가 없었던 것으로 판단되는바 본 연구의 연구진에 의하여 설정된 범위를 이용하였다.

1. 5가지 평가 지표에 의한 우선순위 결정

아래의 표는 13개의 선정된 가로가 5가지 선정지표를 만족하는지의 여부를 나타내고 있다. 이 표에서 알 수 있듯이 6번가로는 5가지 지표를 모두 만족하고 있었으며 다음으로 4번 가로와 7번가로는 각각 고밀도 개발 항목과 CBD연결 항목을 제외한 4가지 지표를 만족하고 있는 것으로 나타나 높은 우선순위를 가질 가능성이 높았다.

<표 3-8> 13개의 선정된 가로가 5가지 선정지표

선정지표 \ 가로번호	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
고밀도 개발						○	○	○					○
부도심을 경유하는 가로			○	○		○	○			○			○
시 외곽에서 주요 CBD로 연결되는 가로	○	○	○	○	○	○			○	○	○	○	
기존 지하철 노선이 없는 가로				○		○	○	○	○				
버스 노선이 많거나 전용차로를 시행중인 가로	○	○	○	○	○	○	○			○	○	○	○

나머지 가로들의 경우 계량화가 가능한 항목들을 이용하여 각 가로에 대하여 항목별 점수의 합을 이용하여 우선순위를 결정하였다. 아래의 표는 가로별로 정리한 항목별 배점상황이다. 11번 가로가 가장 높았으며 1번,2번의 우선순위가 그 다음이었다.

<표 3-9> 가로의 계량화 지표에 의한 배점상황

가로 번호	중복 버스전용차로 연장	중복 지하철 구간 연장	버스(장거리) 노선수	합계
1	2	5	3	10
2	3	5	2	10
3	3	3	3	9
4	2	5	3	10
5	1	5	1	7
7	1	5	1	7
8	1	4	1	6
9	1	5	1	7
10	1	3	2	6
11	4	5	3	12
12	1	5	1	7
13	3	4	1	8

<표 3-10> 계량화 지표의 배점 범위

배점	전용차로 중복비율	지하철 노선 중복비율	버스 노선수
1	~20%	100%~	5
2	~40%	80%~	10
3	~60%	60%~	15
4	~80%	40%~	20
5	~100%	20%~	25이상

2. 각 가로별 우선순위

이러한 일련의 선정 과정에 의하여 <표 3-11>과 같이 각 가로의 우선순위를 결정하였다. 성남에서 강남을 경유하여 도심으로 진입하는 6번 가로가 5가지 평가 지표를 모두 만족하였으므로 가장 우선순위가 높았으며 4가지 평가 항목을 만족하는 4번 및 7번 가로가 그 다음의 우선순위를 가졌다. 3번, 13번, 10번과 같이 3개의 항목을 만족하는 가로들의 경우 계량화 지표에 의한 배점에 준하여 순위를 정하였으며 그 외 2개 이하의 평가 항목을 만족하는 가로 또한 이러한 계량화 지표를 이용하여 순위를 정하였다.

<표 3-11> 각 가로별 우선순위

우선순위	가로번호	기점	경유지	종점
1	6	성남	강남	도심
2	4	안양	여의도	도심
3	7	성남	강남,강북	의정부
4	3	인천	영등포	도심
5	13	가양	영등포, 강남	영동
6	10	하남	강북	도심
7	11	구리	청량리	도심
8	2	김포	강서	도심
9	1	고양	가양	도심
10	5	과천	용산	도심
11	9	하남	송파	도심
12	10	하남	강북	도심
13	8	강남	청량리	노원

제 IV 장 시범가로축 사례연구

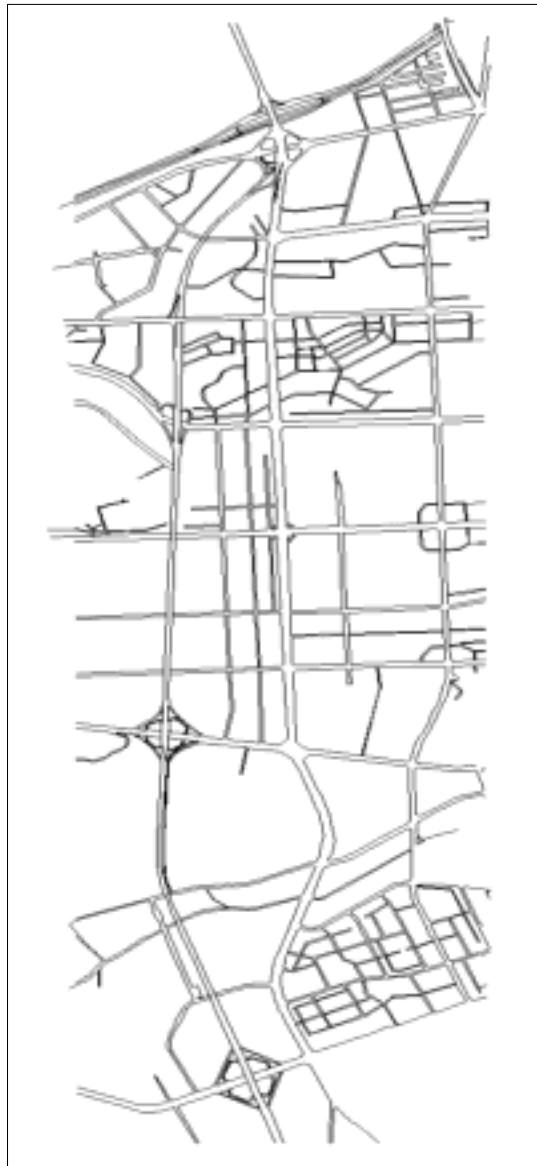
제 1 절 대상가로의 선정 및 시간적 공간적 범위

본 연구의 시간적 범위는 간선도로 축 개선사업 전후인 2000년과 2001년으로 정했다. 본 연구를 위한 대상가로는 강남대로를 중점적으로 시행하고 시행효과 분석은 본 연구에서 선정한 12개 대중교통우선가로를 함께 포함하였다.

12개의 대상 가로중에 강남대रो에 대하여 비교적 상세한 사례연구의 대상 축으로 결정한 이유는 이 축이 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 이용률도 매우 높다. 또한 성남, 수원, 용인 등과 같은 서울 주변의 도시들이 영동이라는 부도심을 관통하여 도심으로 진입하게 할 수 있도록 하는 가로이기 때문이다. 또한 [그림 4-1]의 통행 희망선도가 보여주듯이 가장 많은 통행량을 처리해야 하는 축들 중 중추적인 역할을 하고 있기 때문이다.



[그림 4-1] 서울시 주변 도시의 통행 희망선도



[그림 4-2] 사례연구 대상지역

제 2 절 강남대로 구간의 현황 및 문제점 고찰

1. 현황

강남대로는 한남대교 남단에서 염곡교차로사이의 총 6.9Km 구간으로 버스전용차로를 포함하여 편도 5~6차로로 운영되고 있다. 이중 5.7Km 구간이 버스전용차로로 운영되고 있다. 강남대로의 현황을 파악하기 위하여 속도, 교통량, 가로 서비스 수준 및 보행 서비스 수준에 대하여 조사하였다. 속도의 경우 강남대로 상에는 일반차로와 버스전용차로가 공존하여 이에 대하여 각각 별도의 분석을 실시 하였으며 현재 갓길로 운영되고 있는 강남대로의 버스 전용차로의 속도를 가늠하기 위하여 중앙차로로 운영중인 천호대로의 버스전용차로의 속도를 비교하였다. 또한 강남역 교차로에서 양재역 교차로 구간에 대하여 가로 서비스 수준을 조사하였으며 강남역 일대의 보행서비스 수준을 분석하였다.

1) 속도현황

<표 4-1> 강남대로 속도 현황 (Km/h)

구분		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

자료:2000년 서울시 속도조사 자료

<표 4-1>은 강남대로 각 링크의 속도를 보여 주고 있다. 신사역-논현역 구간의 속도가 다른 링크에 비하여 현저하게 낮은 이유는 이 당시 진행중이던 지하철 공사 때문인 것으로 보인다. 그러나 특이할 만한 사항은 버스 전용차로의 속도가 일반 차로의 속도보다 특별히 높지 않다는 점이다. 이는 대상 구간에서 시행중인 버스 전용차로의 효과가 그리 크지 않음을 보여주는 예라고 할 수 있을 것이다.

2) 버스 전용차로 속도 비교

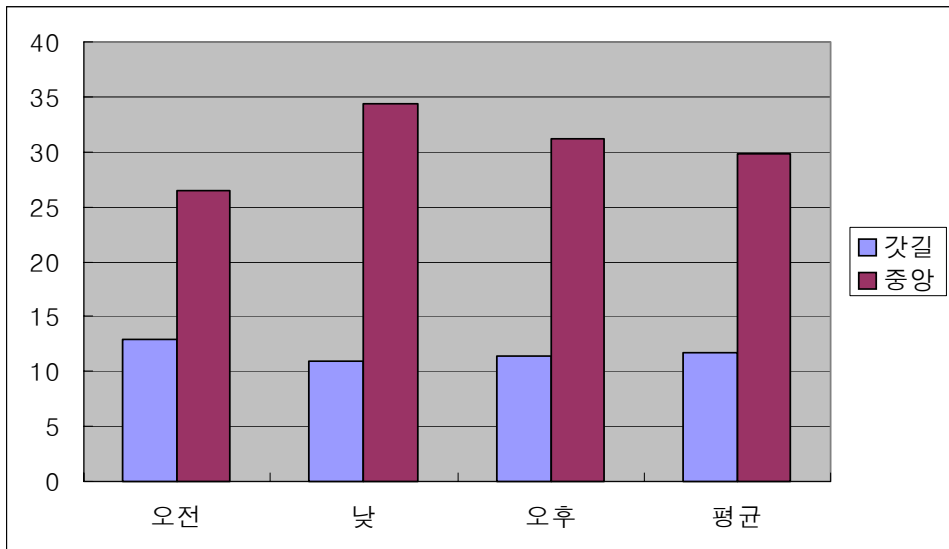
강남대로에서 운영중인 버스 전용차로의 속도는 그 수치가 주는 의미에서 볼 때 전용차로의 시행효과가 매우 미미함을 보여주는 단적인 예라고 할 수 있다. 본 연구에서는 이러한 점에 비추어 통행우선권이 높은 중앙버스전용차로의 속도 비교를 통하여 현재 강남대로 상에서 시행중인 갓길 버스전용차로를 보완하는 방안을 제시한다.

<표 4-2> 버스전용차로의 속도 비교

(Km/h)

구분		오전	낮	오후	전일
갓길전용차로 (강남대로)	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
중앙전용차로 (천호대로)	신답-답십리3	16.65	28.10	27.56	22.74
	답십리3-장한평	32.60	41.64	30.05	34.11
	장한평-군자교	26.79	32.73	39.45	32.18
	군자교-아차산역	29.76	34.86	27.65	30.47
	평균	26.45	34.33	31.18	29.88
	표준편차	6.95	5.63	5.63	4.98

자료:2000년 서울시 속도조사 자료



[그림 4-3] 버스전용차로의 속도 비교

3) 교통량 현황

<표 4-3>은 강남대로 한남 IC에서 양재 교차로 구간에 대하여 각 링크의 양방향 교통량들을 평균하여 나타낸 표이다. 이러한 교통량 및 속도를 바탕으로 강남대로의 가로 서비스 수준을 산출하였다. 오전시간대의 교통량이 하루 중 가장 많은 것으로 나타났는데 이는 오전시간대가 하루 중 소통이 원활하기 때문이다.

<표 4-3> 강남대로 교통량 현황

(대/시)

시간대	소계	승용차	택시	소형버스	대형버스	소형트럭	대형트럭
08:00~09:00	2416	1238	472	264	315	109	19
09:00~10:00	2518	1336	516	238	308	110	11
12:00~13:00	2097	899	457	292	281	155	15
13:00~14:00	2236	910	512	405	241	160	10
17:00~18:00	2212	1300	354	231	216	103	9
18:00~19:00	2297	1315	492	162	257	70	2

자료 : 강남대로 모니터링 사업, 2001

4) 가로 서비스 수준

강남대로의 강남역 교차로에서 양재역 교차로 구간 각 가로의 서비스 수준은 D~F 수준인 것으로 분석되었다, 특히 우성 아파트에서 뱅뱅사거리 방향과 우성 아파트에서 강남역 교차로 부근의 서비스 수준은 F인 것으로 나타났으며 전구간의 양방향 서비스 수준은 E인 것으로 분석되었다.

<표 4-4> 강남대로 가로 서비스 수준 현황

구간	순행시간 (초)	접근지체 (초/대)	평균 통행속도 (Km/h)	LOS
강남역 교차로→ 우성APT	75	36.8	26.21	D
우성APT→ 뱅뱅사거리	75	91.7	12.06	F
뱅뱅사거리→ 양재역 교차로	75	59.2	20.74	E
구간 전체	75	187.6	18.73	E
양재역 교차로→ 뱅뱅사거리	75	40.0	25.40	D
뱅뱅사거리→ 우성APT	75	50.3	18.21	E
우성APT→ 강남역 교차로	75	108.6	13.90	F
구간 전체	75	198.9	18.06	E

자료 : 서초동 1337 서천빌딩 신축공사 교통영향평가, 2002

5) 보행 서비스 수준 현황

<표 4-5>는 강남대로 구간에서 보행밀도가 가장 높은 강남역 교차로 부근의 보행 서비스 수준을 조사한 결과이다. 상가와 노점상 및 각종 노상적치물이 혼재한 A 지점과 B지점의 서비스 수준은 E로 조사되었다. 그러나 이는 비첨두 시간에 조사한 값으로 첨두시에는 이보다 더 낮을 것으로 예상된다.

<표 4-5> 보행 서비스수준 현황

	A	B	C
보도폭	7.8	5.4	4.6
유효보도폭	5.5	3.4	3.6
유동량(인/분)	287	233	133
유동계수	52.2	68.5	36.9
서비스 수준	E	E	D



[그림 4-4] 보행서비스 수준 조사지점

6) 노선버스 현황

(1) 노선버스 운행 현황

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 마을버스 노선으로 구성되어 있다. <표 4-6>, <표 4-7>에서 강남대로를 이용하는 버스 노선을 정리하였다.

<표 4-6> 강남대로를 이용하는 버스 노선(1)

노선 연번	노선번호	유형	기점	종점	배차간격 (분)
1	78-3	도시형	개포동	남대문 시장	10
2	66	도시형	성남	신사역	6.5
3	917	좌석형	성남시	혜화동로터리	10
4	239-1	도시형	성남	압구정 현대APT	5
5	909	좌석형	분당	압구정동	11.5
6	1(상문고교)	도시형	정릉	방배동	4
7	28-1	도시형	우이동	서초동	14.5
8	28	도시형	우이동	서초동	3
9	716	도시형	번동	강남역	7.5
10	29	도시형	번동	방배동	5.5
11	567 (상봉역)	도시형	사당동	신내동	5
12	567(상봉TR)	도시형	사당동	신내동	8.5
13	567-1	도시형	사당동	신내동	10.5
14	17	도시형	개포동	신내동	3.5
15	78-1	도시형	가락시장	신원동	3.5
16	83-1	도시형	수서동	광화문	3
17	414	순환형	형촌	신사역	7.5
18	45	좌석형	광화문	성남	7
19	6006	직행좌석	신갈	논현역	9
20	916	좌석형	성남	영등포	6.5
21	910	좌석형	분당	논현역	9
22	960	좌석형	상계동	논현역	7.5
23	731	좌석형	상계동	고속 TR	5.5
24	97-2	도시형	고천	논현역	9
25	405	순환형	신원동	논현역	16
26	68	도시형	거여동	고속 TR	7
27	289-1	도시형	삼막사 사거리	강남역	8.5
28	1005	좌석형	분당	광화문	6
29	92-2	도시형	문래동	양재	7.5
30	36	도시형	성남	고속 TR	8
31	555-2	도시형	마천동	강남역	6.5
32	760	좌석형	김포공항	강남 TR	8
33	서초-3	마을버스	교대역	논현역	-

<표 4-7> 강남대로를 이용하는 버스 노선(2)

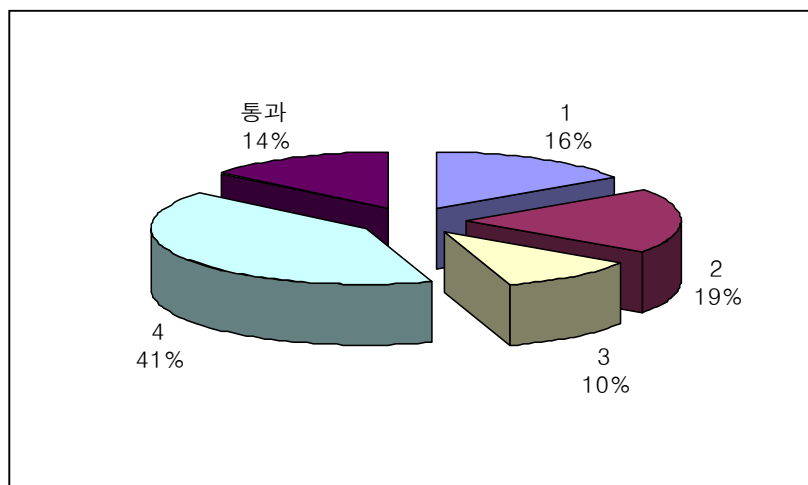
노선 연번	노선번호	유형	기점	종점	배차간격 (분)
34	서초-8	마을버스	화물 터미널	양재역	-
35	서초-9	마을버스	현인마을	강남역	-
36	서초-13	마을버스	잠원역	강남역	-
37	서초-20	마을버스	식유촌	언남고	-
38	서초-21	마을버스	선바위역	교대역	-
39	서초-22	마을버스	화물터미널	논현역	-
40	5500	직행좌석	광화문	수지2지구	15
41	1005-1	직행좌석	광화문	오리역 (경기)	5
42	1005-1	직행좌석	광화문	죽전 (대원)	5
43	2002	직행좌석	강남대	강남역	-
44	5000	직행좌석	서초동	용인	-
45	5001	직행좌석	명지대	강남역	10
46	5002	직행좌석	용인대	강남역	10
47	5200	직행좌석	용인대	강남역	-
48	2002-1	직행좌석	강남대	양재역	25
49	5100	직행좌석	강남역	경희대	-
50	5100-1	직행좌석	서초동(남부TR)	경희대	-
51	1500	직행좌석	남부TR	에버랜드	15
52	1550	직행좌석	강남역	수지2지구	15
53	1560	직행좌석	강남역	병점	20
54	1500-1	직행좌석	남부TR	에버랜드	30
55	1500-3	직행좌석	민속촌	사당역	15
56	1550-1	직행좌석	강남역	삼성전자	10
57	11-3	도시형	창박골	잠실체육관	10
58	11-6	도시형	군포 산본동	잠실체육관	-
59	880	도시형	영통회차장	양재역	-
60	888	도시형	영통회차장	양재역	-
61	3000	좌석형	고색동차고	양재역	60
62	3001	좌석형	영통회차지	강남역	60
63	736-1	좌석형	분당	영등포	-
64	917-1	좌석형	성남시	혜화동R	-
65	731	좌석형	상계동	고속터미널	-
66	16	도시형	정릉	개포동	-

(2) 노선버스의 강남대로 이용현황

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. 여기서 차량 대수는 버스의 배차간격(분)을 이용하여 한시간 단위의 대수로 환산한 값이다. <표 4-8>과 [그림 4-5]에 노선버스의 강남대로 이용현황을 정리하였다.

<표 4-8> 노선 버스의 강남대로 이용현황

이용링크수	노선수	차량대수(%)
1	10	73(16)
2	15	89(19)
3	10	48(10)
4	23	190(41)
통과	8	66(14)
합계	66	466



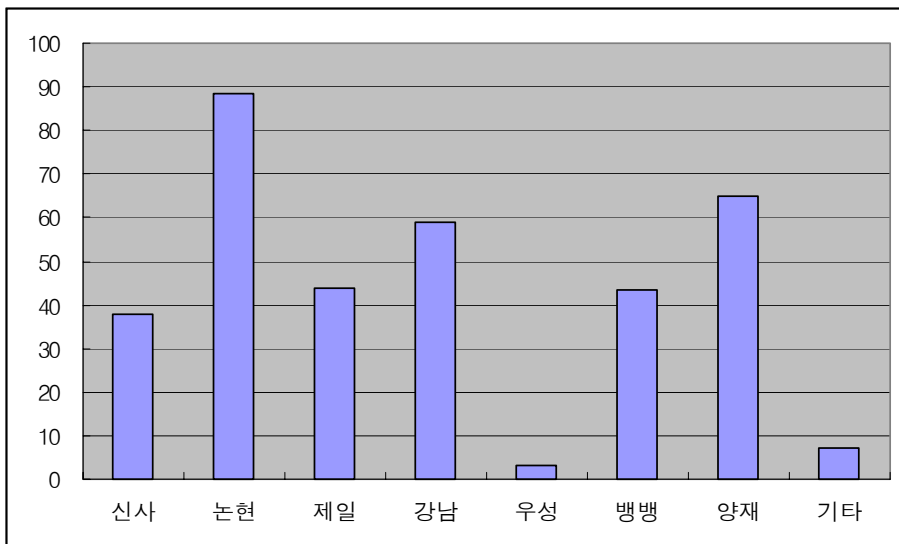
[그림 4-5] 노선 버스의 강남대로 링크 이용분포

(3) 노선버스의 교차로 회전 현황

강남대로를 이용하는 버스들의 회전이 주로 일어나는 교차로에 대하여 조사하였다. 이는 후에 실시할 중앙버스전용차로의 교차로 회전 처리, 정류소 간격 및 위치 선정등과 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 대수는 배차간격을 이용하여 한시간 단위로 환산하여 얻은 값이다.

<표 4-9> 노선버스의 교차로 회전 현황

교차로	신사역 사거리	논현역 사거리	제일 생명	강남역 교차로	우성 APT	뱅뱅 사거리	양재역 교차로	기타
노선수	4	12	4	12	1	5	11	5
차량대수 (대/시간)	38 11.0	88 25.4	44 12.6	59 17.0	3 0.9	43 12.5	65 18.8	7 2.0



[그림 4-6] 교차로별 버스 회전 분포

2. 문제점 고찰

대상지역의 교통상황을 파악하는 것은 실행 조치를 결정하기 위해 매우 중요한 과정이다. 본 연구에서 밝힌 강남대로 구간의 문제점은 <표 4-10>과 같다.

<표 4-10> 대상지역의 문제점

문제점	세부항목
보행 및 자전거 도로 침해	<ul style="list-style-type: none"> • 주정차로 인한 보행로 침해 • 노상적치물에 의한 보행방해 • 주차로 인한 자전거 도로 침해
접근로 처리	<ul style="list-style-type: none"> • 버스와 주도로 접근교통과의 상충 • 버스와 승객 및 접근교통과 상충 • 직접 접근으로 인한 주도로 용량 감소
버스 전용차로 운영	<ul style="list-style-type: none"> • 주정차로 인한 버스전용차로 침해 • 조업주차로 인한 버스전용차로 침해 • 접근교통에 의한 버스전용차로 침해

1) 보행로 및 자전거도로 침해

강남대로의 보행밀도는 매우 높다. 특히 고층빌딩들과 지하상가가 밀집되어 있는 강남역 주변은 주변 상가의 조업으로 인한 노상 적치물이나 노점들로 인하여 보행로는 매우 혼잡한 실정이다. 또한 대로 주변 상점을 이용하는 차량들을 보행로에 주차시키는 경우가 많아서 원활한 보행을 방해하여 보행안전을 저해하고 심지어는 자전거 도로에 주차시키는 경우도 많이 볼 수 있다.



[그림 4-7] 강남역 주변 보도의 보행현황(1)



[그림 4-8] 강남역 주변 보도의 보행현황(2)



[그림 4-9] 주차에 의한 보행로 침해



[그림 4-10] 주차 차량의 자전거 도로 침해

2) 접근로 문제

강남대로 신사역 4거리에서 양재IC 구간에는 약 50여개의 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 이러

한 접근 교통으로 인하여 보행자의 안전보행에 심각한 영향을 주고 있는 실정이다.



[그림 4-11] 접근 교통에 의한 버스의 진행 방해 (1)



[그림 4-12] 접근 교통에 의한 버스의 진행 방해 (2)



[그림 4-13] 버스, 승객 및 접근교통과의 상충 사례 (1)



[그림 4-14] 버스, 승객 및 접근교통과의 상충 사례 (2)



[그림 4-15] 주도로인접 주차장으로의 직접접근 사례 (1)



[그림 4-16] 주도로인접 주차장으로의 직접접근 사례 (2)

3) 버스전용차로 운영문제

일반적으로 갓길로 운영하는 버스전용차로는 그 설치와 유지가 용이한 반면 불법 주정차 및 조업차량, 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.



[그림 4-17] 조업 주차로 인한 전용차로 점용사례 (1)



[그림 4-18] 조업 주차로 인한 전용차로 점용사례 (2)



[그림 4-19] 주정차로 인한 전용차로 점용사례 (1)



[그림 4-20] 주정차로 인한 전용차로 점용사례 (2)



[그림 4-21] 갓길 조업주차로 인한 버스의 회전 방해



[그림 4-22] 버스의 회전 지체로 인한 진행 방해

4) 기존 간선도로축 패키지사업의 한계-강남대로

간선도로축 개선사업은 서울시 중기교통종합계획의 일환으로 서울시 도로중 주요 간선도로를 선정하여 교차로의 입체화, 신호개선등을 종합적으로 패키지화하여 개선사업수행을 통하여 이동성이 높은 주간선도로로 정비하여 교통소통기능을 향상시키고자 수립된 계획이다. 이 사업의 추진 내용은 간선도로 24개 교통축 402.25km를 대상으로 우선순위에 따라 연차별 시행예정에 있으며 대상도로는 관련계획과 병목구간, 상습정체지점, 교통사고 많은 지점 등을 종합적으로 감안하여 자치구, 건설국, 서울지방경찰청과 협의하여 선정하였다.

본 연구에서는 이와 같은 대규모 승용차 위주의 교통개선 사업에 대하여 그 효과를 확인하기 위한 하나의 절차로서 한남로~현릉로축에 대한 개선사업중 강남대로 구간에 대하여 사전사후 분석을 수행하였다. 사전사후 분석은 개선사업이 시작되기 전인 2000년과 개선사업이 완료된 2001에 대하여 교통량, 속도 및 교통량과 속도에 대하여 비교 분석을 수행하였다.

(1) 사전사후 교통량 변화

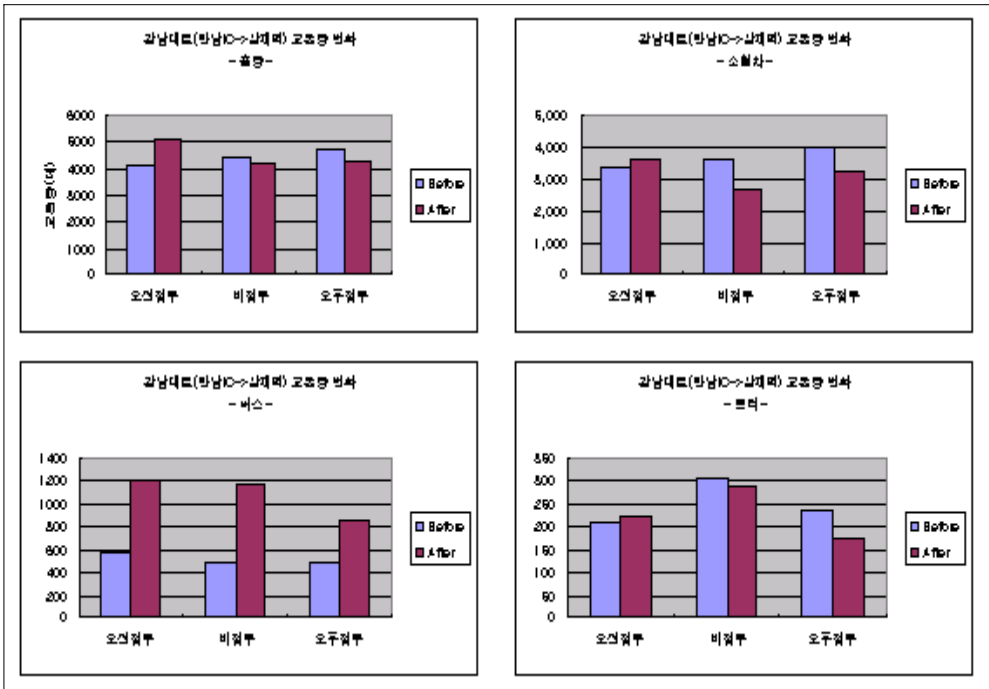
교통량 변화는 2000년과 2001년에 조사된 가로교통량을 이용하여 비교하였다. 이중 시간대별 및 차종별 교통량을 양재역 교차로에서 한남IC구간에 대해 각 방향별로 비교하였다.

가. 한남IC → 양재교차로 방향

총량으로 볼 때 오전첨두시에는 교통량이 증가한 반면 비첨두와 오후첨두시에는 교통량이 감소하고 있음을 보였다. 특히 버스의 경우 개선사업이후 두 배 이상 증가하고 있음을 보이고 있다. 분석결과 강남대로 구간은 시간대의 구분 없이 꾸준한 교통량을 보이는 것으로 나타났다. 이는 비단 강남대로 구간뿐만이 아니라 서울시의 대부분의 간선도로에서 나타나는 현상이라고 할 수 있을 것이다.

<표 4-11> 한남IC→양재역 교차로 구간 시간대별 교통량 비교

차종	시간대	Before	After
총량	오전첨두	4,158	5,076
	비첨두	4,425	4,179
	오후첨두	4,715	4,295
소형차	오전첨두	3,374	3,653
	비첨두	3,632	2,717
	오후첨두	3,991	3,262
버스	오전첨두	574	1,199
	비첨두	486	1,172
	오후첨두	488	857
트럭	오전첨두	211	224
	비첨두	307	290
	오후첨두	236	176



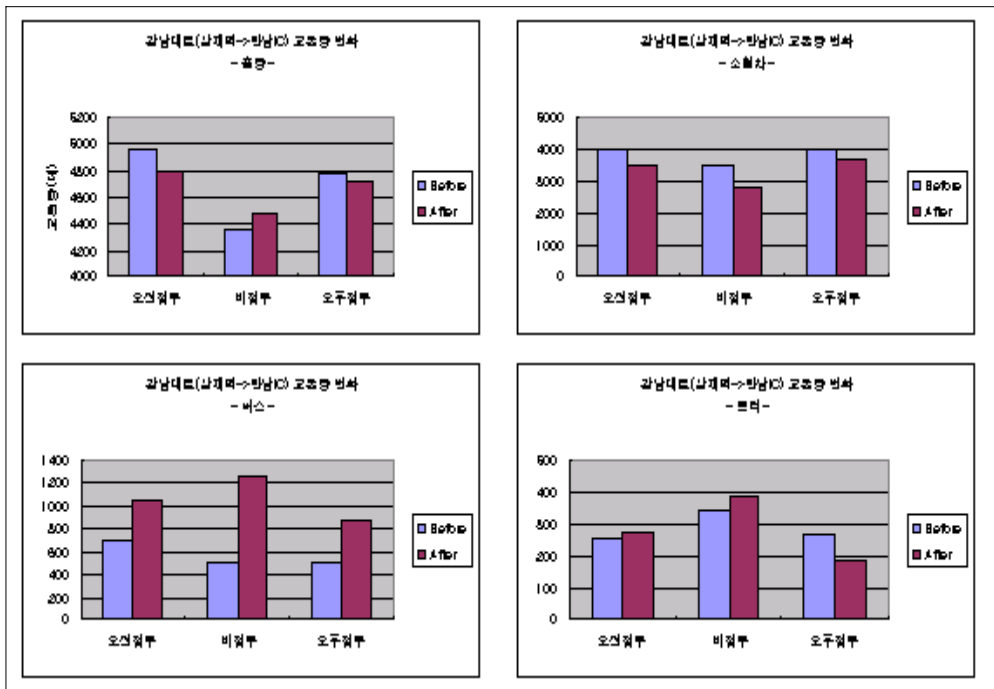
[그림 4-23] 한남IC→양재교차로 구간 시간대별 교통량

나. 양재교차로 → 한남IC 방향

양재 교차로에서 한남IC 구간은 반대방향과 달리 오전 첨두시가 오후 첨두시보다 교통량이 감소한 것으로 나타났다. 그러나 버스의 경우 반대방향과 마찬가지로 두 배 가까이 증가한 상황을 나타냈었다. 또한 반대 방향의 경우 하루중 교통량 패턴의 변화가 그리 크지 않았던 반면 이 방향은 비첨두시와 오전 및 오후첨두시와의 교통량은 큰 폭의 차이를 보이는 것으로 나타났다.

<표 4-12> 양재교차로→한남IC 구간 시간대별 교통량 비교

차종	시간대	Before	After
총량	오전첨두	4,957	4,791
	비첨두	4,354	4,487
	오후첨두	4,779	4,722
소형차	오전첨두	4,006	3,471
	비첨두	3,498	2,837
	오후첨두	4,002	3,659
버스	오전첨두	693	1,048
	비첨두	511	1,262
	오후첨두	508	873
트럭	오전첨두	259	272
	비첨두	346	388
	오후첨두	270	190



[그림 4-24] 양재교차로→한남IC 구간 시간대별 교통량

(2) 사전사후 속도 비교

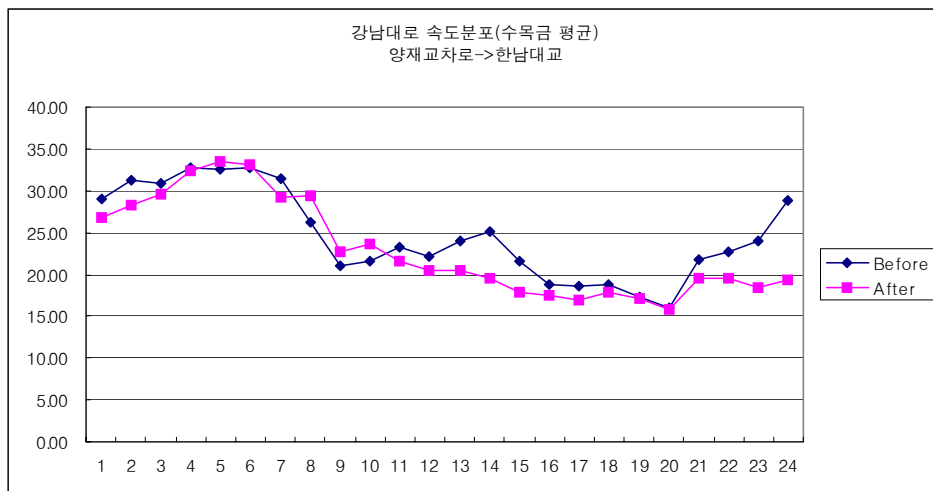
이번 분석은 개선사업 이전과 이후의 속도 변화에 관한 분석이다. 교통량의 증감도 효과를 알 수 있는 주요 지표중에 하나이지만 속도의 경우 사업의 효과에 대하여 그 규모를 분명하게 알 수 있는 지표인 것이다.

가. 양재교차로 → 한남IC 방향

<표 4-13>은 양재 교차로에서 한남 IC간 2000년과 2001년의 3일간(수목금) 조사한 시간대별 속도를 나타내고 있다. 속도는 각 링크들의 속도를 평균한 것이며 자료는 ROTIS에서 구축한 속도데이터를 이용하였다. 가장 마지막 두 열은 3일간의 평균을 나타내고 있다.

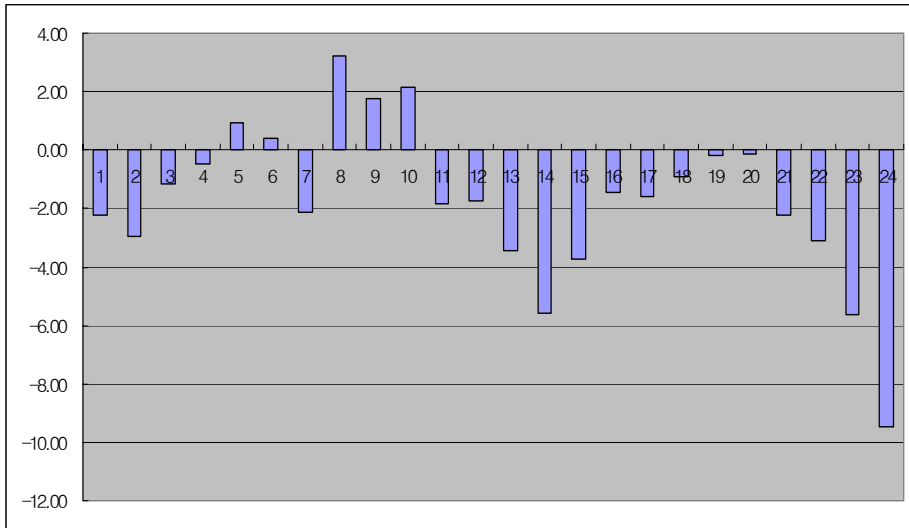
<표 4-13> 양재 교차로→한남IC구간 요일별(수목금) 및 전일 속도 분포

	Before	After	Before	After	Before	After	Before	After
~01:00	29,11	28,73	29,20	25,57	28,80	26,13	29,04	26,81
~02:00	30,36	30,91	31,13	25,55	32,17	26,34	31,22	26,27
~03:00	30,95	31,58	31,70	29,23	29,81	28,15	30,82	29,65
~04:00	30,80	33,49	33,66	30,81	33,88	32,54	32,78	32,28
~05:00	33,44	35,56	30,83	30,22	33,28	34,53	32,52	33,44
~06:00	33,62	35,57	31,26	30,14	33,50	33,91	32,79	33,20
~07:00	30,42	31,71	31,78	27,68	32,11	26,52	31,43	29,30
~08:00	27,32	27,32	25,33	33,22	25,94	27,72	26,20	29,42
~09:00	19,69	21,51	22,07	22,53	21,26	24,30	21,01	22,78
~10:00	20,37	24,12	24,35	23,83	19,81	23,05	21,51	23,67
~11:00	24,48	21,51	21,74	22,75	23,76	20,22	23,33	21,49
~12:00	23,06	21,22	23,11	21,74	20,46	18,50	22,21	20,49
~13:00	24,51	18,14	23,81	23,04	23,67	20,46	23,99	20,54
~14:00	24,27	19,01	24,71	20,84	26,33	18,70	25,10	19,52
~15:00	21,13	15,63	20,96	21,68	22,76	16,37	21,62	17,90
~16:00	14,01	15,80	18,99	20,50	23,53	15,91	18,84	17,40
~17:00	14,65	16,79	16,38	18,42	24,57	15,67	18,54	16,96
~18:00	15,16	16,68	21,82	17,99	19,40	18,97	18,79	17,88
~19:00	13,34	17,40	18,24	19,16	20,28	14,73	17,29	17,09
~20:00	13,55	14,43	18,31	19,02	16,26	14,23	16,04	15,89
~21:00	21,77	18,95	20,89	21,86	22,41	17,52	21,69	19,45
~22:00	23,14	18,93	18,93	20,96	25,90	18,80	22,66	19,56
~23:00	27,38	18,10	17,54	18,63	27,19	18,43	24,04	18,39
~24:00	30,84	20,38	29,62	17,87	26,27	20,04	26,91	19,43

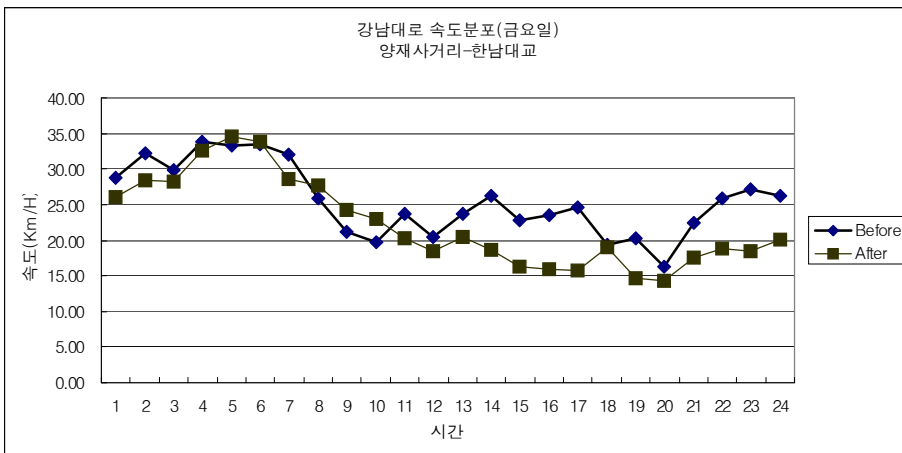
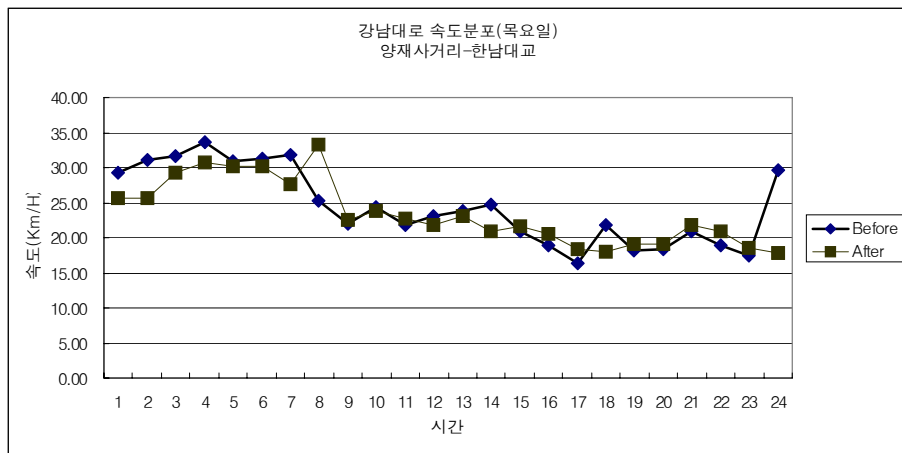
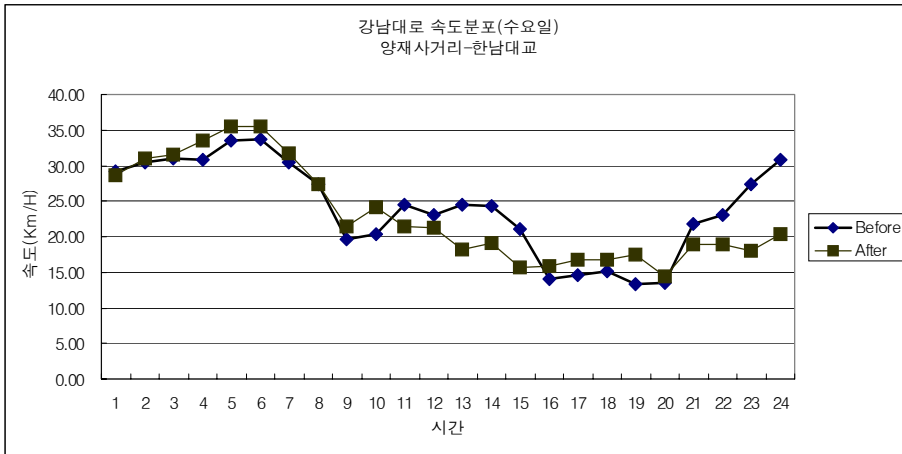


[그림 4-25] 양재교차로→한남IC 구간 전일 속도분포 비교(수목금평균)

[그림 4-25]는 양재 교차로에서 한남IC구간의 3일간(수목금) 속도를 평균하여 나타낸 그래프이다. 오전 침두시에 속도가 증가하였으며 그 외 시간대에서는 모두 감소한 것으로 나타났다. 특히 비 침두시간인 12시에서 16시 사이에는 오전이나 오후 침두시보다 오히려 속도가 큰 폭으로 감소한 것으로 나타났다. [그림 4-26]의 속도차 분포는 이러한 사실을 잘 설명하고 있는데 거의 전 시간대에 걸쳐 속도가 감소하고 있음을 알 수 있다.



[그림 4-26] 양재 교차로→한남IC구간 전일 속도차(수목금 평균) 분포



[그림 4-27] 요일별 속도 분포

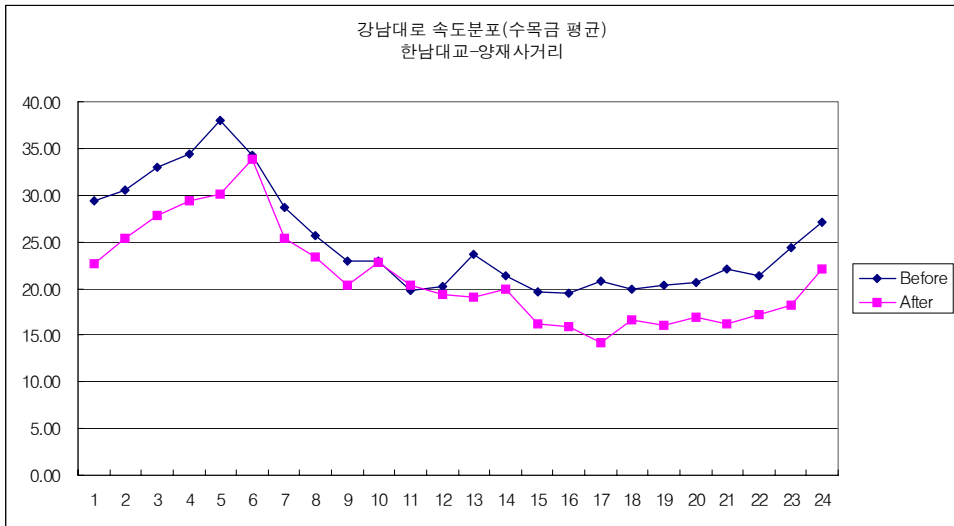
나. 한남IC → 양재교차로 방향

<표 4-14>는 한남 IC에서 양재 교차로 사이의 구간에 대하여 ROTIS가 구축한 2000년과 2001년의 3일간(수목금) 조사한 시간대별 속도이다. 가장 마지막 두 열은 3일간의 평균을 나타내고 있다.

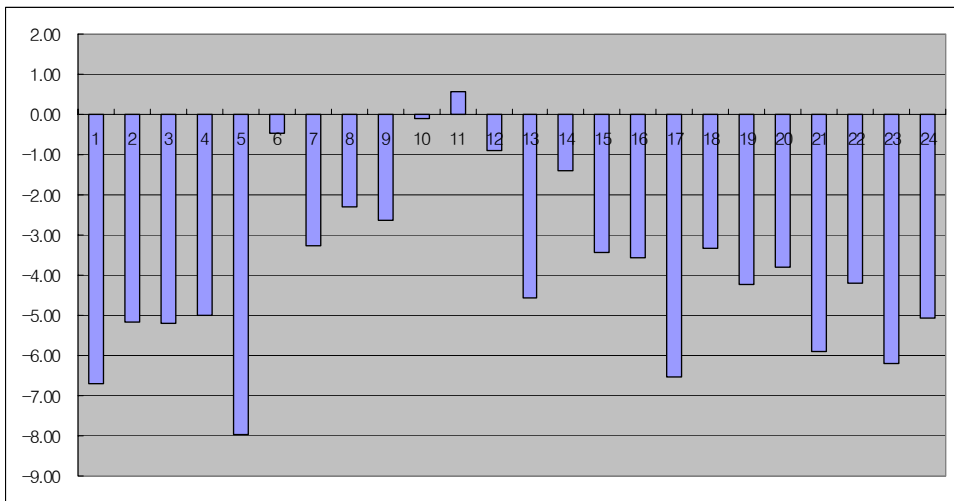
<표 4-14> 한남IC→양재 교차로구간 요일별(수목금) 및 전일 속도 분포

	Before	After	Before	After	Before	After	Before	After
~01:00	29.50	23.15	29.12	20.69	29.47	24.19	29.96	22.67
~02:00	29.83	25.11	30.96	25.89	30.95	25.20	30.58	25.40
~03:00	33.32	27.49	32.35	28.33	33.47	27.73	33.05	27.85
~04:00	33.63	28.25	36.25	28.85	33.35	31.10	34.41	29.40
~05:00	36.33	30.29	38.62	31.57	39.18	28.43	38.05	30.09
~06:00	33.74	27.52	31.34	39.73	37.64	34.09	34.24	33.78
~07:00	32.34	27.50	25.91	23.43	27.80	25.36	28.69	25.43
~08:00	26.06	23.01	23.88	23.96	26.91	22.99	25.62	23.32
~09:00	20.76	20.38	22.17	20.43	25.97	20.24	22.97	20.35
~10:00	22.40	29.33	22.41	18.91	23.89	20.16	22.90	22.80
~11:00	18.88	19.67	20.71	17.93	19.88	23.61	19.62	20.40
~12:00	20.57	18.07	20.27	20.30	19.88	19.66	20.24	19.35
~13:00	22.03	19.15	22.76	20.44	26.31	17.78	23.70	19.12
~14:00	20.77	18.52	21.42	22.17	21.77	19.06	21.32	19.92
~15:00	18.84	16.02	20.26	18.48	19.81	14.10	19.64	16.20
~16:00	19.17	15.37	17.89	16.37	21.59	16.18	19.53	15.97
~17:00	18.80	12.60	23.90	14.83	19.68	15.32	20.79	14.25
~18:00	18.74	14.11	20.77	17.54	20.48	18.36	20.00	16.67
~19:00	18.78	15.68	21.14	16.54	20.98	15.94	20.30	16.05
~20:00	19.84	16.70	20.60	17.78	21.70	16.23	20.71	16.90
~21:00	20.66	16.09	22.40	18.15	23.20	14.28	22.09	16.17
~22:00	21.44	18.42	22.67	17.21	20.04	15.88	21.38	17.17
~23:00	24.34	20.85	23.89	15.72	24.80	17.86	24.34	18.14
~24:00	25.53	23.00	28.02	21.09	27.62	22.09	27.12	22.06

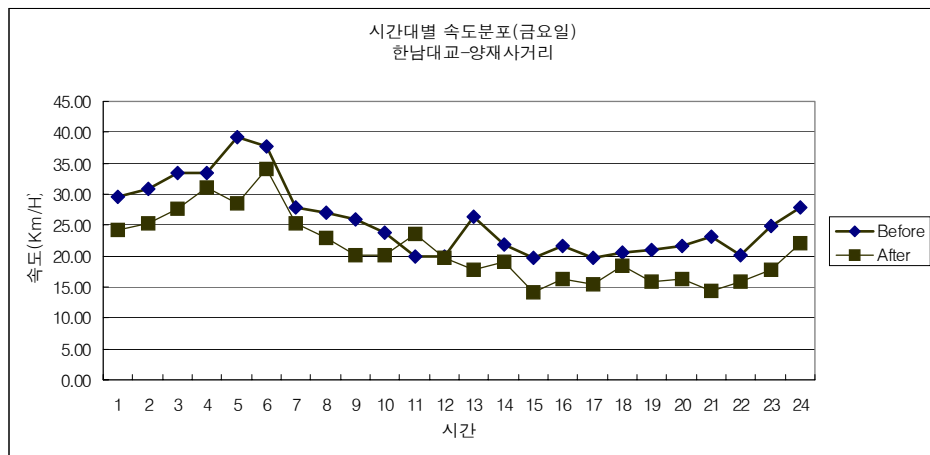
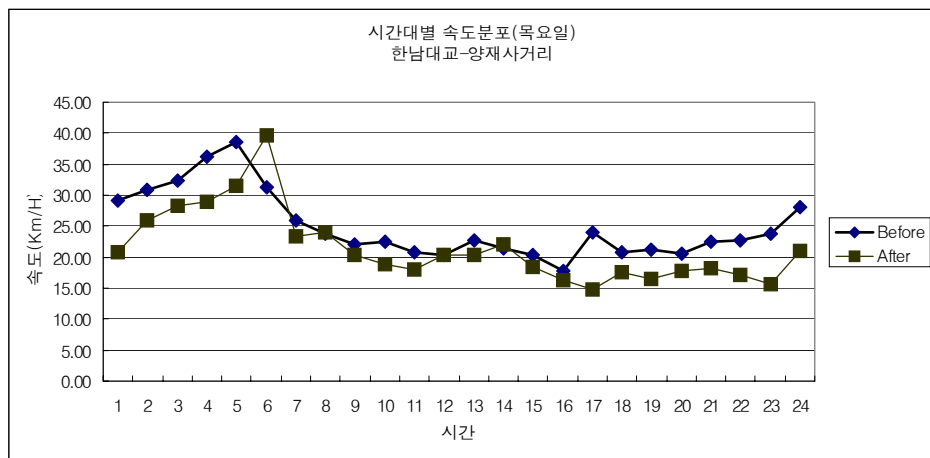
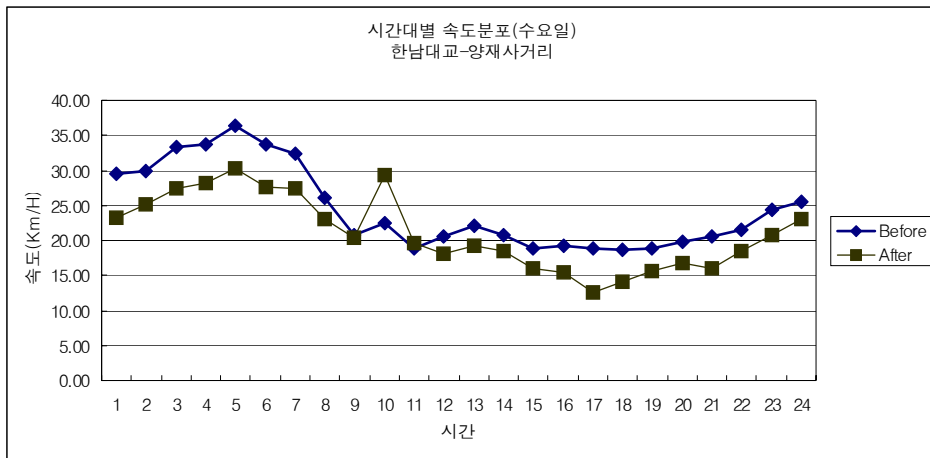
한남IC에서 양재 교차로 구간의 3일간 속도 변화의 평균치 역시 반대 방향인 양재교차로에서 한남IC 구간과 크게 다를 것이 없었다. 오히려 [그림 4-29]처럼 거의 대부분의 시간대에서 전년도에 비하여 감소하였다. 특히 축 개선사업 이후의 속도 변화 패턴이 축개선사업 이전과 유사한 형태를 띄고 있었다.



[그림 4-28] 한남IC→양재교차로 구간 전일 속도분포 비교(수목급 평균)



[그림 4-29] 한남IC→양재교차로 구간 전일 속도차(수목급 평균) 분포



[그림 4-30] 요일별 속도 분포

(3) 교통량 변화와 속도변화의 관련성

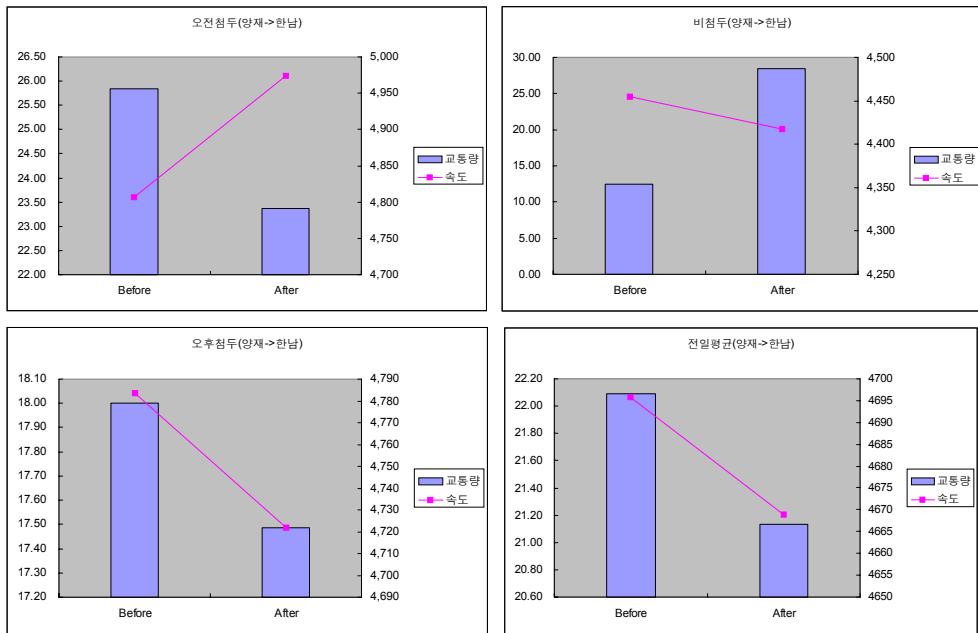
속도를 결정하는 요인은 도로의 등급이나 기하구조 및 신호등과 같은 공급측면의 요소 외에도 교통량과 같은 수요측면의 요소 역시 통행속도를 결정하는데 매우 큰 요인으로 작용한다고 알려져 있다. 일반적으로 교통량과 속도의 관계를 볼 때 교통량이 증가할수록 속도는 감소한다. 물론 속도가 사업의 효과를 판단함에 있어 절대적인 지표는 아니지만 이번 분석은 기존 사업의 효과 분석의 일환으로서 교통량과 속도를 평가 지표로 사용하는 것이다. 이는 속도나 교통량만으로는 그 효과를 단정하기 어려울 경우도 존재하기 때문인 것이다. 즉, 속도가 비록 약간 감소했다고 하더라도 교통량이 현저하게 늘었다면 그것은 소통 측면에서 오히려 효과가 있었다고 볼 수 있을 것이다. 그러나 교통량도 감소하고 속도도 감소하였다면 이는 그 사업의 효과에 대하여 의문을 가질 수 있는 결과라고 생각할 수 있는 것이다.

가. 양재 교차로 → 한남IC 방향

<표 4-15> 시간대별 속도 및 교통량 변화(양재→한남IC 구간)

구분	속도(Km/h)		교통량(대/시)	
	Before	After	Before	After
오전첨두	23.60	26.10	4,957	4,791
비첨두	24.55	20.03	4,354	4,487
오후첨두	18.04	17.49	4,779	4,722
전일평균	22.06	21.21	4,697	4,667

위의 표는 양재교차로에서 한남IC구간의 속도와 교통량을 개선사업 이전과 이후로 비교한 표이다. 여기서 속도와 교통량 모두 링크의 평균값이다.



[그림 4-31] 시간대별 속도 및 교통량 변화(양재→한남IC 구간)

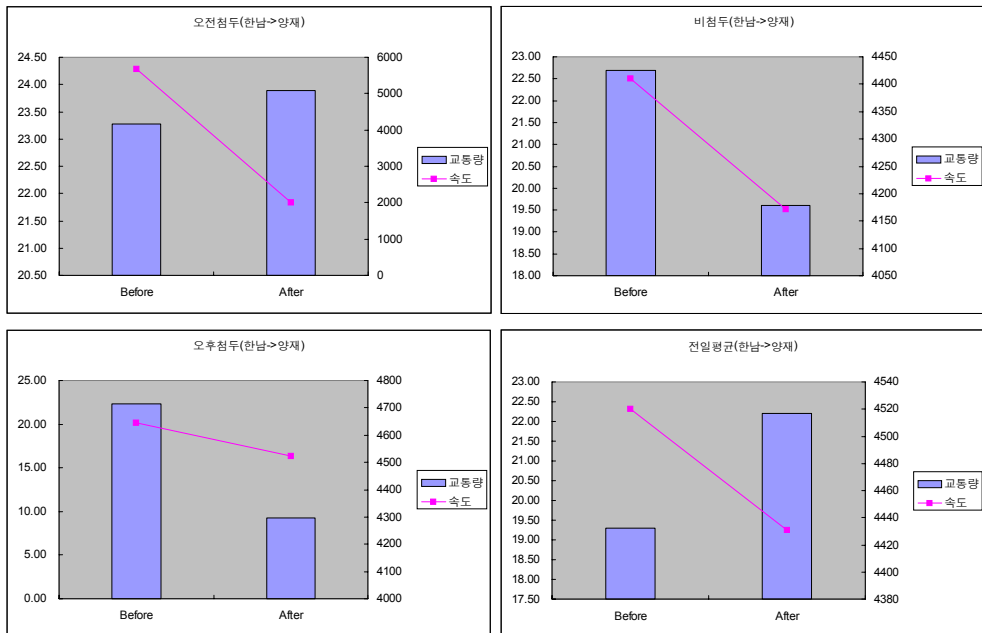
<표 4-15>와 [그림 4-31]을 통하여 알 수 있듯이 개선사업이 진행된 후 교통량은 전일 평균 4,697대에서 4,667대로 다소 감소하였고 속도 또한 22.06km/h에서 21.21km/h로 소폭 감소하였다. 시간대별로는 오전 첨두시에 교통량이 감소와 속도의 증가가 나타났으며 비 첨두시에는 교통량은 증가하고 속도는 감소하였다. 그러나 오후 첨두시에는 교통량과 속도 모두 소폭 감소하고 있음을 보이고 있다.

나. 한남IC → 양재 교차로 방향

<표 4-16> 시간대별 속도 및 교통량 변화(양재→한남IC 구간)

구분	속도(Km/h)		교통량(대/시)	
	Before	After	Before	After
오전첨두	24.29	21.84	4158	5076
비첨두	22.51	19.52	4425	4179
오후첨두	20.15	16.36	4715	4295
전일평균	22.32	19.24	4433	4517

<표 4-16>과 [그림 4-32]는 한남IC에서 양재 교차로 방향의 속도와 교통량을 나타내고 있는 자료이다.



[그림 4-32] 시간대별 속도 및 교통량 변화(양재→한남IC 구간)

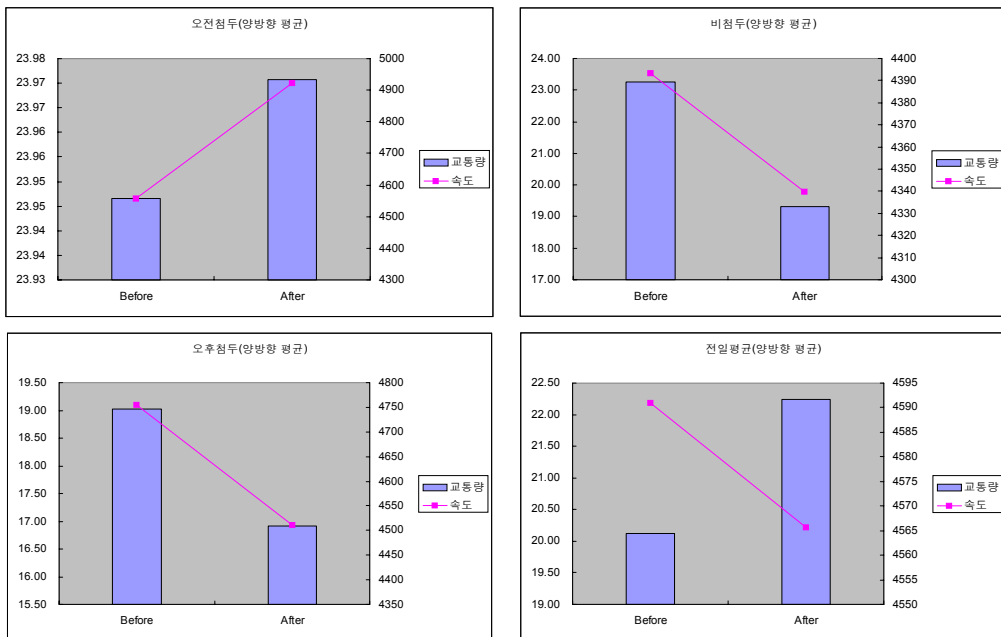
먼저 전일 평균 교통량은 사업시행전 4,433대에서 사업시행후 4517대로 증가하였으며 속도 역시 22.32km/h에서 19.24km/h로 감소하였다. 오전 첨두 역시 이와 비슷한 양상을 보여 교통량이 약 20%정도 증가하였고 속도 또한 24.29km/h에서 21.84km/h로 감소하였음을 보여주었다. 속도의 경우는 대부분의 시간대에서 감소하였으며 교통량은 오전 첨두를 제외하고는 모두 감소하고 있었다.

다. 양방향 평균

가로 전체의 효과를 보이기 위하여 양방향에 대하여 산술평균값을 비교하였다.

<표 4-17> 시간대별 속도 및 교통량 변화(양재↔한남IC 구간)

구분	속도(Km/h)		교통량(대/시)	
	Before	After	Before	After
오전첨두	23.95	23.97	4,557	4,934
비첨두	23.53	19.78	4,390	4,333
오후첨두	19.09	16.92	4,747	4,509
전일평균	22.19	20.22	4,565	4,592



[그림 4-33] 시간대별 속도 및 교통량 변화(양재↔한남IC 구간)

전일 평균 교통량은 소폭 증가하였고 전일 평균 속도 또한 감소하였다. 그러나 오전 첨두시와 오후 첨두시는 전혀 다른 양상을 보였는데 오전 첨두시 교통량도 증가하고 속도도 증가하였으나 속도의 경우 그 증가량은 매우 미비하고 교통량과 속도 모두 감소한 오후 첨두의 경우 약 11%정도의 속도 감소를 보이고 있었다.

제 3 절 중앙버스전용차로 시행을 위한 사전 검토

1. 법·제도적 검토

1) 전용차로의 법적 정의

전용차로는 차의 종류 또는 승차인원에 따라 지정된 차만 통행할 수 있는 차로를 말하며 버스전용차로란 가로변차선(Curb Lane)과 중앙차선(Median Lane)을 버스에게 제공해 주는 버스우선처리 기법을 말한다. 이러한 전용차로의 설치에 대하여 도로교통법에서는 다음과 같이 명시하고 있다.

- ① 시장 등은 원활한 교통을 확보하기 위하여 특히 필요한 때에는 지방경찰청장 또는 경찰서장과 협의하여 도로에 전용차로를 설치할 수 있다.
- ② 전용차로의 종류 · 통행할 수 있는 차 그밖에 전용차로의 운영에 관하여 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.
- ③ 제2항의 규정에 의하여 전용차로로 통행할 수 있는 차가 아닌 차는 당해 전용차로로 통행하여서는 아니되며 다만, 대통령령이 정하는 경우에는 그러하지 아니하다.

2) 서울시 전용차로 설치현황 및 운영시간

버스전용차로는 1985년 TSM 사업의 일환으로 한강대교~서울역간 4Km 구간에 대하여 시범적으로 도입된 이래로 근거법령의 개정 이후 1993년 현재 4개구간 19.5km에 대하여 본격적으로 시행되기 시작하였다. 시행 초기에는 오전과 오후로 나누어 도심 혹은 외곽방향에 대하여 한 방향만 실시하여 오다가 1996년 천호대로에 중앙버스전용차로를 설치 운영함과 동시에 버스전용차로를 대대적으로 확대하고 운영방법도 대부분 양방향 전일제로 변경 운영하게 되었다. 2001년 현재 서울시는 약 218km, 60개 구간에 대하여 전일제와 시간제로 나누어 버스전용차로를 운영하고 있으며 그 내용은 <표-17>과 같다.

<표 4-18> 서울시 전용차로 설치현황 및 운영시간

구분	설치현황		운영시간	
	설치구간 수	설치길이	평일	토요일
전일제	37	148.4km	07:00~21:00	07:00~15:00
시간제	23	70km	07:00~10:00 17:00~21:00	07:00~10:00
전체	60	218.4km	-	-

3) 전용차로 설치기준

현재 버스전용차로 설치기준을 보면 버스교통량과 수송실적비, 도로의 서비스 수준 등을 고려하여 아침, 낮, 저녁시간대의 기준 충족 여부에 따라 전일 및 시간제를 구분하는 것으로 되어 있다.

<표 4-19> 전용차로 설치기준

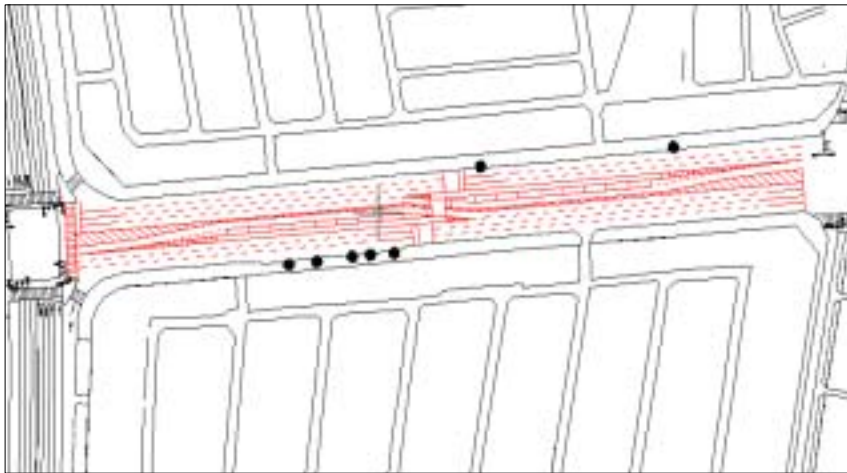
구분	미설치(폐지)	시간제(전일제)	전일제	비고
버스교통량	60대/h미만	60대/h~120대/h	120대/h이상	편도3차로 이상의 도로에 설치
기타여건	- 수송실적비, 도로의 서비스 수준 등 고려 ※ 아침, 낮, 저녁시간대 기준 충족 여부에 따라 전일, 시간제 구분			

또한 정류장에서의 버스 정차나 승객의 안전등을 고려할 때 편도 1,2차로의 도로 구간에서는 버스를 제외한 다른 차량의 이동에 심각한 방해를 줄 수도 있으므로 현재 기준은 편도 3차로 이상의 도로에 대해서 전용차로를 설치하도록 하며 갓길 전용차로의 경우 차로 주변에서 일반차량의 조업이나 회전등을 고려하여 진출입이 가능하도록 파선으로 처리할 수 있도록 규정이 마련되어 있다.

2. 공학적 검토

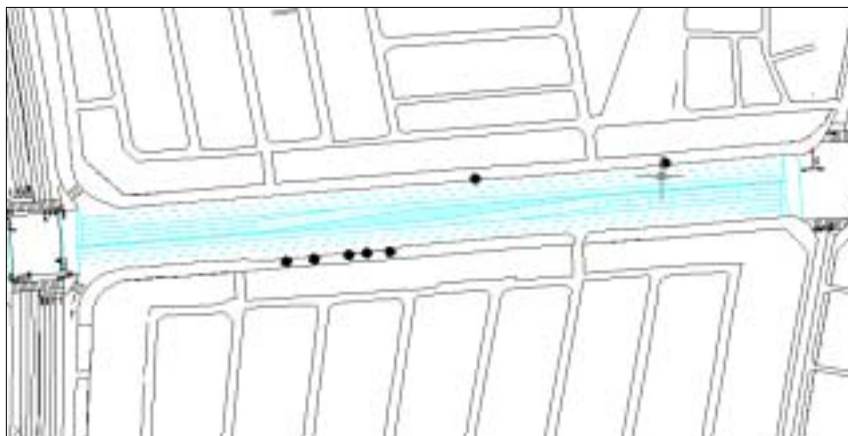
1) 중앙 버스정류장의 위치 검토

중앙버스전용차로를 시행할 경우 정류장의 위치문제가 매우 중요해진다. 일반적으로 중앙버스전용차로 설계시 적용 가능한 형태는 두 종류로서 정류장이 가로 중앙에 위치하는 경우와 교차로에 위치하는 경우로 나눌 수 있다.



[그림 4-34] 정류장이 가로 중앙부에 위치한 경우

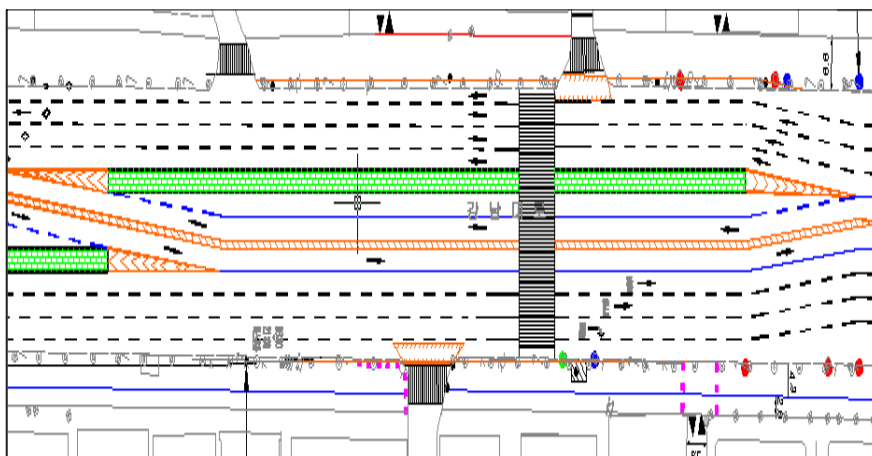
가로의 중앙부에 정류장이 위치한 경우는 현재 천호대로의 중앙버스전용차로에서 실시하고 있는 기법으로 가로의 양쪽 끝단에서 회전처리가 용이하나 정류장으로의 접근을 위하여 횡단보도나 육교의 추가적인 설치가 요구되는 형태이다. 반면 다음의 [그림 4-35]처럼 교차로에 정류장이 인접한 경우는 기존의 교차로 횡단보도를 이용할 수 있어 가로 중앙에 불필요한 접근용 횡단보도를 추가할 필요는 없으나 입체 처리되어 있는 교차로 부근에서는 적용하기가 어려운 설계기법이다.



[그림 4-35] 정류장이 교차로에 인접한 경우

2) 정류장내에서의 차로 배분

기존의 갓길전용차로의 경우 정류장을 통과하거나 승하차 행위가 끝난 버스들이 다시 진행을 하기 위하여 일반차로를 이용할 수 있으나 정류장이 중앙에 위치하는 경우 우리나라 버스의 출입구 위치를 비롯한 여러 제반사항들 때문에 주행로와 승하차 공간의 분리가 필수적이다.



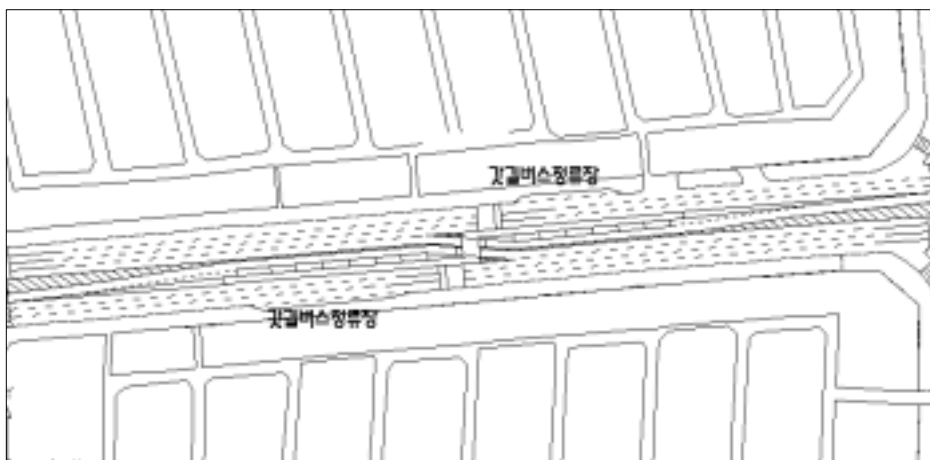
[그림 4-36] 중앙버스정류장의 차로배분

[그림 4-36]은 중앙버스정류장에서의 차로 배분에 관하여 나타내고 있다. 정류대에 인접한 차로는 승하차를 위한 차로로 이용하며 그 왼편의 차로는 승하차가 완료된 버스나 정류장을 통과하는 버스가 이용할 수 있도록 배분된 차로이다.

3) 단거리 운행노선을 위한 갓길 버스정류장 설치

중앙버스전용차로를 이용하는 버스는 주로 고속의 장거리 노선의 성격을 갖게 될 것이며 그것이 곧 중앙버스전용차로의 효과적인 운영을 위한 핵심 요소일 것이다. 그러나 이러한 경우 이동성 효과는 매우 높을 수 있으나 접근성 측면에서는 이용자들에게 불편을 줄 수 있으므로 원활한 접근성을 제공하기 위해서는 지선 개념의 버스노선의 운영이 불가피하다. 이러한 버스에는 기존의 마을버스나 대상가로를 매우 짧은 구간만 운행하는 일반 버스들이 대상이 될 수 있으며 이러한 버스들이 중앙버스정류장을 이용하게 하는 것은 매우 불합리할 것이다.

본 연구에서는 이러한 점에 착안하여 중앙버스전용차로를 이용하는 버스들에게 확실한 통행우선권을 부여하여 이동성을 확보하고 이용자에게 편리한 접근성을 제공하기 위하여 중앙버스 정류장의 위치에 따라 기존의 갓길 버스 정류장을 추가 설치하는 방안에 대하여 연구하였다.

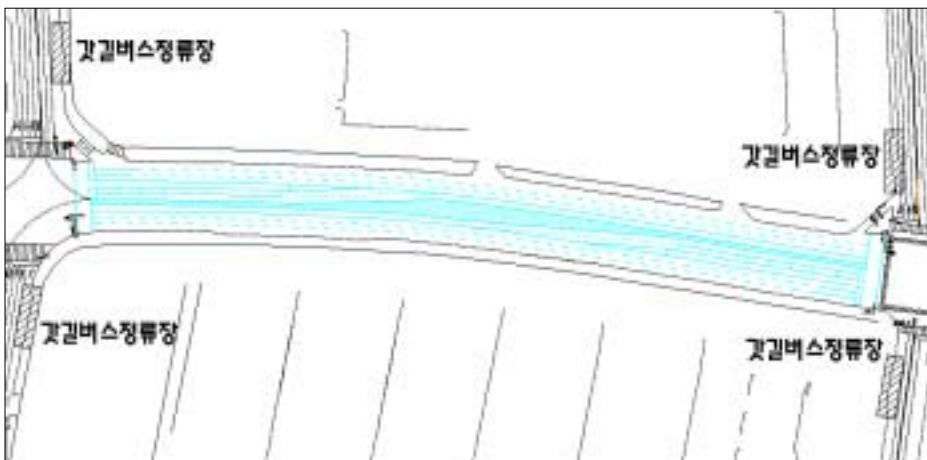


[그림 4-37] 정류장이 가로 중앙부에 위치한 경우

위의 [그림 4-37]은 가로 중앙부에 버스정류장이 있는 경우에 갓길 버스정류장의 위치를 나타내고 있다. 이 경우 갓길 버스정류장의 위치 역시 중앙버스정류장과 인접함으

로서 접근성을 높일 수 있으나 갓길 버스정류장을 이용하는 버스 노선이 많을 경우 본선에 영향을 주어 교통혼잡을 야기시킬 수 있는 단점이 있을 것으로 판단된다.

다음의 [그림 4-38]은 중앙버스정류장이 교차로에 인접한 경우 갓길 버스정류장의 위치를 나타내고 있다. 역시 갓길버스정류장이 중앙버스정류장에 인접하였기 때문에 접근성을 확보할 수 있으며 단거리 노선이 많은 경우에도 주도로에 직접적인 영향은 적으나 가로의 중앙에 위치한 경우보다 정류장의 수가 늘어날 수 있다.



[그림 4-38] 정류장이 교차로에 인접한 경우

4) 일반차량의 교차로 회전 처리 및 버스 우선 신호

중앙버스전용차로의 효과적인 운영을 위하여 고려하여야 할 요소 중 버스를 제외한 차량들의 교차로에서의 회전처리는 가장 중요한 문제일 것이다. 이것은 교차로에서의 회전이 차량의 이동 경로에도 영향을 줄뿐만 아니라 교통안전과도 직결이 되어 있기 때문이다. 본 연구에서는 이에 대한 해결방안으로 소블럭 P-Turn과 T-Turn (우회전후 U-Turn) 및 버스 우선신호에 대하여 검토하였다. 이것은 기본적으로 대중교통우선가로 내에서 버스를 제외한 일반차량의 좌회전 및 U-Turn을 제약하거나 금지시키고 우선가로로 진입하는 가로에서 좌회전을 통하여 진입하는 차량들에 대해서도 제약 및 금지함으로써 대중교통의 통행 우선권을 확보하고 교통안전성도 증대시키기 위함이다.

(1) P-Turn

P-Turn은 좌회전 규제시 대안으로 많이 사용하고 있는 회전방법으로 회전을 위한 운행거리를 증가시키고 운전자에게 혼란을 주며 이면도로를 이용할 경우 안전문제와 같은 이면도로 관리 문제 등이 발생할 소지가 있는 반면 특별한 조치 없이 좌회전을 처리할 수 있는 기법으로 대부분의 가로에 적용이 가능할 것으로 판단된다.



[그림 4-39] P-Turn

(2) T-Turn

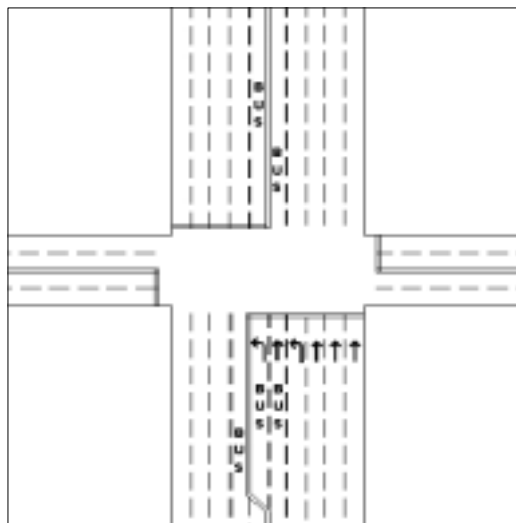
T-Turn은 좌회전할 교차로에서 우회전한 후 다시 U-Turn하는 방법으로 역시 특별한 조치 없이 좌회전을 처리할 수 있으나 보행 신호가 있을 경우 회전용량이 저하될 수 있으며 우회전후 U-Turn 차로까지 차로변경시 엇갈림(Weaving)으로 인하여 직진교통류와 상충이 발생할 수 있다. 그러나 대중교통과 보행이 우선인 대중교통우선가로는 대중교통이외의 수단이 받는 불이익에 대해서는 감수해야 한다는 것을 전제로 한다면 보행신호에 의한 회전용량의 저하는 크게 문제될 것이 없을 것으로 보이며 차로변경시 엇갈림은 동시신호 즉, 직진신호시 우회전 전용신호를 동시에 부여하여 해결할 수 있을 것으로 판단된다. 이 기법은 블록이 커서 P-Turn시 우회거리가 매우 증가하는 경우에 효과가 있을 것으로 보인다.



[그림 4-40] T-Turn

(3) 버스우선신호

버스우선신호는 교차로에 버스가 도착할 경우 이를 감지하여 녹색신호를 할당하거나 연장함으로써 버스의 지체를 감소시키는 기법으로 Queue Jumper등이 있다. 본 연구에서는 P-Turn이나 T-Turn이 어려운 교차로에 대하여 버스우선신호를 일부 수정하는 방법에 대하여 검토하였다. 다음의 [그림 4-41]과 같이 교차로에서 중앙버스전용차로의 좌측에 버스의 좌회전을 위한 별도의 버스전용 좌회전 차로와 우측에 일반차량을 위한 좌회전 차로를 두고 버스와 일반차량이 동시에 좌회전할 수 있도록 신호를 줌으로서 좌회전 시 버스와 일반차량의 통행권을 동시에 확보할 수 있도록 하였다.



[그림 4-41] 버스우선신호를 위한 차로운영

제 4 절 조치 내용의 결정

제 3절에서 논의된 것처럼 강남대로의 문제를 해소하기 위한 승용차 소통위주의 간선도로 축 개선사업은 한계가 있다. 이를 극복하기 위해 강남대로를 시범구간으로 하는 본 연구에서는 이 구간에 대하여 대중교통 우선처리 기법인 버스중앙차로의 도입과 효율적인 가로운영과 보행 및 주차차 처리를 위한 차로 감소를 골자로 하는 대안들에 대하여 조치내용을 결정하고 이를 평가하였다. 단, 버스중앙전용차로의 도입을 위한 기존 버스 노선의 변경은 없는 것으로 하고 분석을 수행하였다.

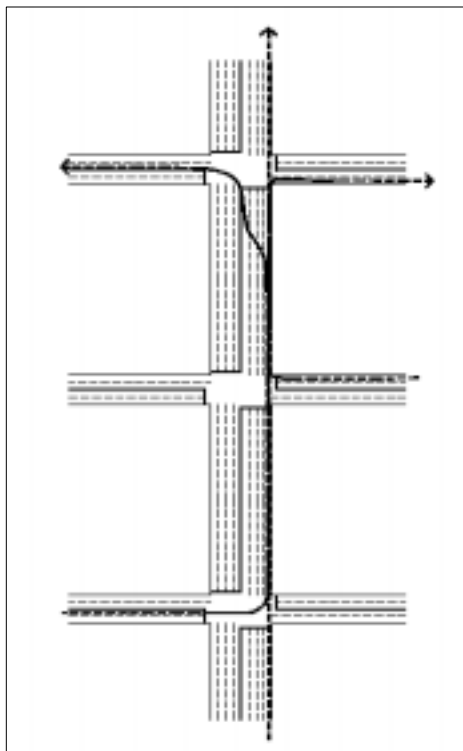
1. 중앙 버스전용차로의 도입

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

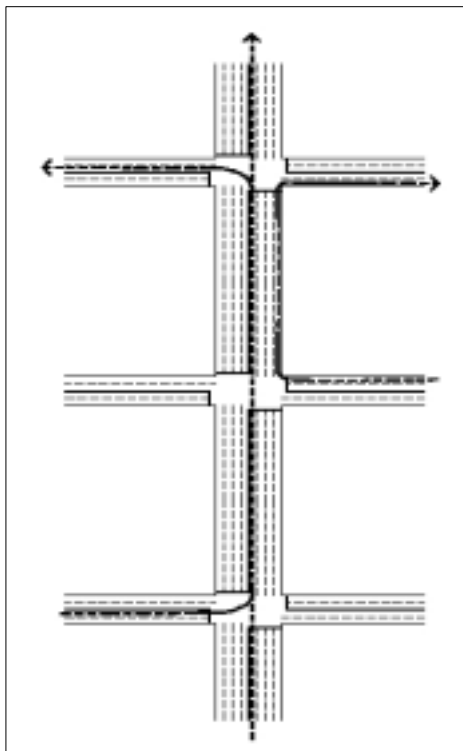
1) 차로 운영

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 낮은 노선에 한하여 기존의 정류소를 이용할 수 있도록 하는 것을 주요 골자로 한다. 이를 그림으로 도시하면 [그림 4-43]과 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 이용효율

을 높이는 한편 버스와 승용차와의 차로 변경으로 인한 상충을 최소화 할 수 있을 것으로 판단된다.



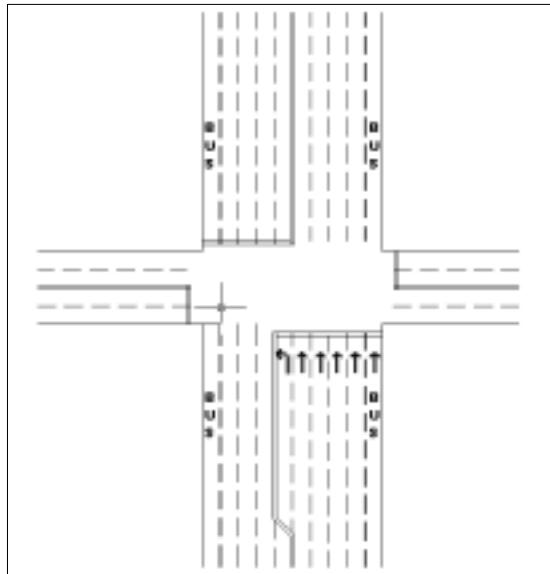
[그림 4-42] 기존 차로운영 방식



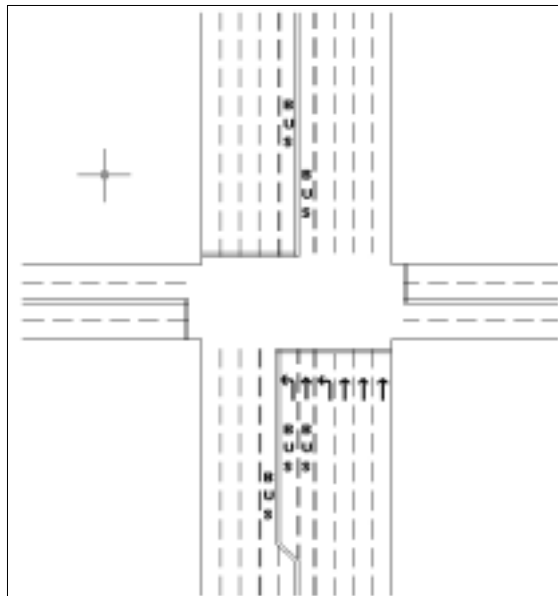
[그림 4-43] 개선후 차로운영 방식

2) 교차로 회전 처리

또한 교차로에서 좌회전 처리의 경우 대중교통우선신호와 같은 ITS기법과 Queue Jumper와 같은 교차로 운영기법을 도입할 수 있을 것이다. 본 연구에서는 ITS를 이용한 처리방식보다는 현실적으로 바로 적용이 가능한 기법으로서 버스전용 좌회전 차로를 신설하는 것을 검토하였다. 즉 버스의 좌회전 이용률이 높은 교차로에 대하여 중앙에 위치한 직진 버스전용 차로 외에 버스의 좌회전을 위한 차로를 추가로 설치하는 것이다. 이러한 경우 교차로 신호 운영은 동시신호보다 전용신호로 처리해야 할 것이다. 이를 그림으로 도식하면 [그림 4-45]와 같다.



[그림 4-44] 현행 교차로 회전처리



[그림 4-45] 전용차로 도입후 회전처리

2. 차로수 조정

차로수 조정은 보행환경의 개선을 도모하기 위한 방안이다. 본 연구에서는 보행환경 개선을 위하여 보행 서비스 수준의 향상과 함께 도로폭원구성의 쾌적성 평가 지표중 하나인 쾌적공간율의 향상을 위하여 기존의 차로수를 조정하는 방안을 채택하였다.

1) 쾌적공간율 향상

서울시정개발연구원의 연구(2001)에 따르면 도로폭원구성의 쾌적성 평가 지표중 하나인 쾌적공간율이 다른 나라에 비하여 낮게 나타나고 있음을 보였다. 쾌적공간율이란 전체 도로폭원과 보도 및 중앙분리대를 포함한 환경시설대를 합한 도로폭과의 비율로 정의한다.

<표 4-19> 각국의 쾌적 공간율 비교

국가	쾌적공간율(%)
우리나라	24.7
일본	50.0
독일	52.0
프랑스	40~43

자료 : 서울시정개발연구원(2001)

<표 4-19>가 보여주듯이 우리나라 서울시의 쾌적공간율은 일본이나 유럽의 절반정도 수준에 그침을 알 수 있으며 이는 서울시의 도로에서 차도가 차지하는 비율이 매우 높는데 그 원인이 있다고 할 수 있을 것이다. 또한 이 연구에서는 도로 폭원별 쾌적공간율의 비율을 조사하기 위하여 조사대상 22개축상의 총 346.1km구간중 공사구간 21km를 제외한 나머지 구간에 대하여 조사한 결과 폭원이 40m이상인 도로가 전체의 31%인 것으로 나타났다. 이것은 우리나라 도로구조령에서 제시된 주간선도로의 최소폭이 35m이상이라고 규정한 것을 볼 때, 서울시 도로가 광폭원임을 나타낸다. 또한 도로폭이 넓을수록 차로폭의 편차가 커지는 것으로 조사되었는데 이는 광로일수록 도로공간의 이용효율이 떨어짐을 의미하는 것이다.

이러한 연구결과를 바탕으로 본 연구에서는 차로의 이용효율을 높이고 보행자에게

쾌적한 보행환경을 제공하기 위한 방안으로서 차로를 감소시키는 대안에 대하여 시행효과를 검토하였다. 강남대로 구간의 전체 폭원은 대략 45m~50m로서 보도 및 중앙분리대의 총 폭원은 10m~14m로 쾌적공간율은 약 22%~28%수준이며 대부분의 차도의 경우 5~6차로로 운영되고 있다.

2) 보행 서비스 수준의 향상

본 연구에서 제시한 차로수 조정을 통하여 보행 서비스 수준을 높일 수 있을 것으로 사료된다.

<표 4-20> 강남역 교차로 부근 보행서비스 수준

구분	A	B	C
보도폭	7.8	5.4	4.6
유효보도폭	5.5	3.4	3.6
유동량(인/분)	287	233	133
유동계수	52.2	68.5	36.9
서비스 수준	E	E	D

<표 4-21> 보행 서비스수준 범위

서비스 수준	유동계수
A	≤ 6.7
B	≤23.3
C	≤33.3
D	≤50
E	≤83
F	가변적 변수

$$N = V \times d = V \times \frac{1}{M} = P \times \frac{1}{W}$$

N	유동계수(인/분) - 단위시간에 단위폭을 통과하는 보행인수
N_p	보행자군 통행량(인/분) - 평균 보행량의 보행군 교통량 보정
V	보행속도(m/분) - 1인당 보행속도
d	보행밀도(인/㎡) - 1㎡ 당 보행인수
M	유효면적(Module · m/인) - 1/보행밀도
P	유동량(인/분) - 단위시간동안의 보행자수
W	유효보도폭(m) - 보행자가 이용할 수 있는 보도폭

3. 기타 검토 대안

현재까지 진행된 연구의 내용은 중앙버스전용차로의 도입과 차로수 조정을 골자로 하고 있으나 현재 준비중이거나 향후 진행될 검토 대안 가운데는 기존 버스의 노선조정, 경부고속도로 시내램프의 유출입 조정, 대중교통간 환승 할인, 접근관리 등이 포함되어 있다.

1) 기존 버스 노선의 조정

현재까지의 연구단계에서는 기존의 버스 노선에 대한 조정은 없다는 가정 하에 분석이 진행되어 왔으나 중앙버스전용차로의 효과를 극대화하기 위해서는 일부 버스 노선의 조정이 불가피하다. 본 연구에서는 강남대로 구간에 대하여 일부 버스의 노선 조정으로 인한 효과를 검토한다.

2) 경부고속도로 시내램프의 유출입 조정

중앙버스전용차로 도입과 차로수 조정으로 인한 승용차 교통이 받는 영향을 처리하기 위한 대안으로서 경부고속도로 시내구간(양재IC, 반포IC, 서초IC, 잠원IC) 램프의 유출입을 조정하는 방안에 대하여 검토한다.

3) 대중교통간 환승 할인

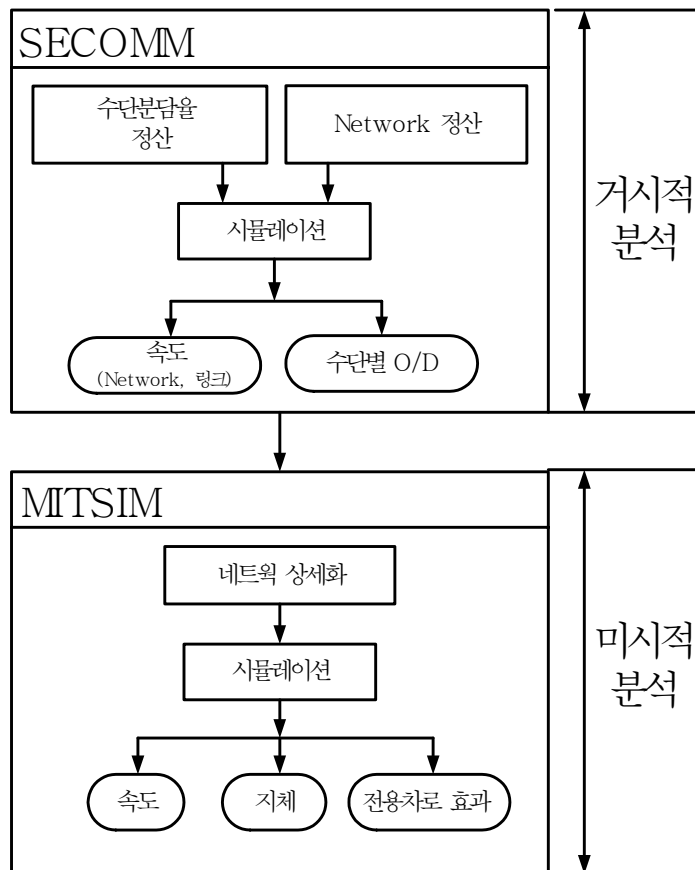
대중교통간 환승 할인은 승용차 교통에 대하여 대중교통의 경쟁력을 강화시켜 대중교통 이용율을 높임으로서 결국 중앙버스전용차로의 도입과 차로수 조정이라는 두가지 핵심 대안의 효과를 극대화하기 위한 조치이다. 본 연구에서는 기존의 연구(황기연, 2000)를 바탕으로 대중교통간 환승 할인의 효과에 대하여 검토한다.

4) 접근관리

접근관리는 대중교통우선가로의 핵심요소로서 건물의 진출입로 관리, 주간선도로 주변의 세가로 진출입 처리 및 보행의 연속성 및 안정성 확보를 위한 조치 등이 이에 해당한다. 본 연구에서 이미 지적하였듯이 현재 강남대로 구간의 접근관리 상태는 이러한 3가지 사항에 대하여 대부분 미흡한 것으로 조사되었으므로 이 부분에 대한 면밀한 검토가 요구된다고 하겠다.

제 V 장 시행 효과 예측

본 연구의 분석은 크게 거시적 분석과 미시적 분석으로 나누어 진행되었다. 거시적 분석에서는 SECOMM모형을 이용하여 여러 대안들에 따라 전체 네트워크 관점에서의 평균 통행시간, 속도, 분담율 등을 산정하고 이를 토대로 수단별 O/D를 얻는다. MITSIM(Microscopic Traffic SIMulator)을 이용한 미시적 분석에서는 분석 대상지역을 상세 코딩하고 거시적 분석에서 구한 수단별 O/D를 이용하여 시뮬레이션을 수행한다. 이러한 미시적 시뮬레이션을 이용하여 교차로 지체, 전용차로 시행시 미시적 효과 및 전용차로의 위치에 따른 미시적 시행 효과 등 거시적 분석을 통하여 파악하기 어려운 사항들에 대하여 분석을 시도한다.



[그림 5-1] 전반적인 분석과정도

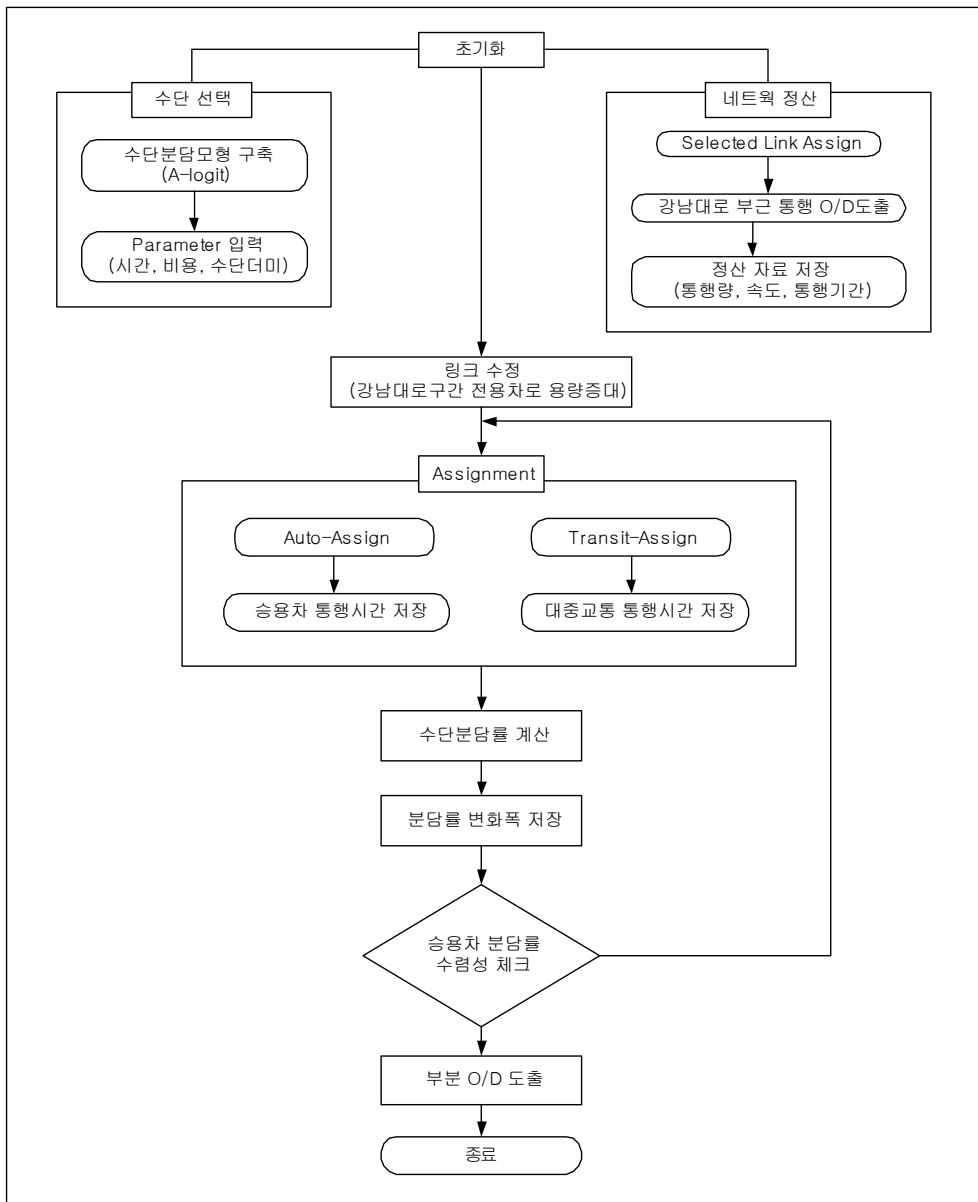
제 1절 효과분석 방법론

1. 거시적 시뮬레이션 분석과정

앞에서 언급하였듯이 거시적 분석에는 SECOMM모형이 사용되었다. 이 분석의 기본 틀은 남산 2호 터널의 폐쇄에 다른 영향을 분석하기 위해 사용되었던 분석 절차와 매우 유사하다.

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

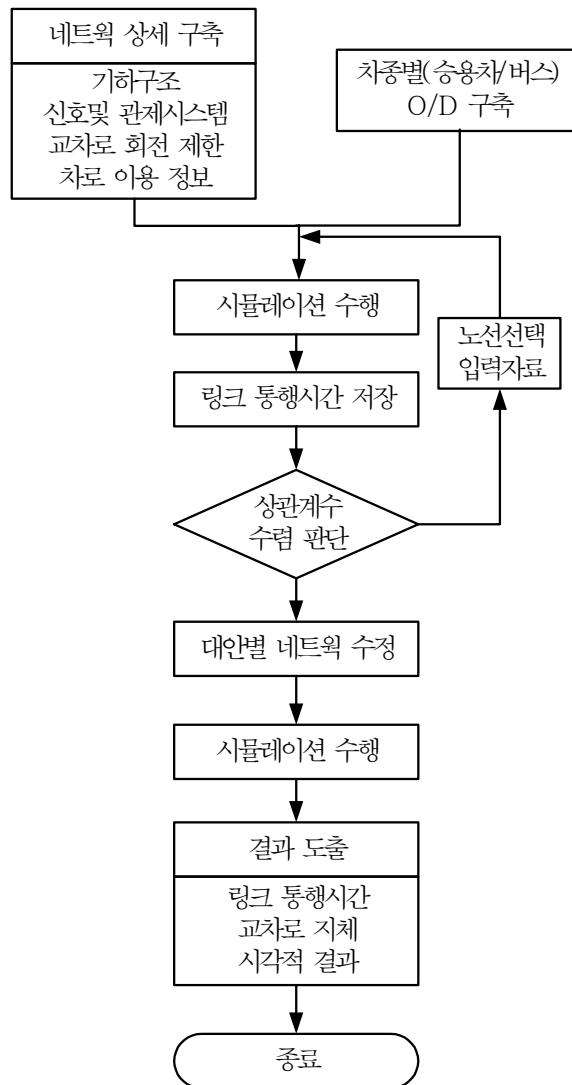
다음 단계 1에서는 강남대로 구간에 대하여 대안별로 네트워크를 수정하고 단계 2에서는 수정된 네트워크에서 수단별 노선배정을 수행한다. 다음 3단계에서는 노선배정을 통해 얻은 수단별 통행시간을 계산한 후 추정된 새로운 통행시간을 이용하여 이 구간을 통과하는 수단 O/D에 대하여 수단분담율을 계산하게 되며 단계4에서는 새로운 승용차의 수단 분담율과 이전단계에서 구한 승용차 수단분담율과의 차이를 이용하여 수렴여부를 체크하고 조건에 만족하지 않으면 다시 단계 2로 돌아가 과정을 반복한다. 수렴조건이 맞을 경우 수단별 O/D와 분담율 및 대상링크의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



[그림 5-2] 거시적 분석과정

2. 미시적 시뮬레이션 분석과정

본 연구의 미시적 분석 과정에 사용된 도구인 MITSIM은 교차로에서의 회전비율을 이용하는 NETSIM과는 달리 각 기종점 통행량을 이용하기 때문에 거시적 분석을 통하여 얻은 O/D를 바탕으로 수행하게 된다. 또한 매우 미시적인 분석을 수행하여야 하므로 네트워크 또한 매우 상세하게 코딩되어 있다. 다음의 [그림 4-37]은 MITSIM을 이용한 미시적 분석과정을 나타내고 있다. 먼저 대상 지역의 기하구조, 신호 및 관제 시스템, 교차로에서의 회전 제한 및 차로 이용정보와 같은 상세 정보를 기반으로 네트워크를 구축한 후 거시적 분석으로부터 얻은 수단별 O/D를 이용하여 시뮬레이션을 수행한다. 또한 네트워크의 정산정도를 파악하기 위하여 링크별 관측 통행속도와 시뮬레이션에 의한 통행속도와의 상관계수를 계산하고 이 값의 수렴여부를 이용하여 네트워크의 정산여부를 결정하였다. 이때 시뮬레이션 상의 운전자로 하여금 전일의 통행시간을 이용하여 당일의 노선을 선택할 수 있도록 하였다. 이 과정을 마친후 대안별로 네트워크를 수정하여 시뮬레이션을 수행한후 시간대별 링크통행시간 및 지체여부와 시각적인 결과 등을 파악하였다.



[그림 5-3] 미시적 분석과정

MTSIM의 네트워크 구성요소에는 노드와 링크뿐만 아니라 세그먼트나 차로수와 같은 기하구조적인 요소 외에도 표지, 신호, 차로 이용권 등과 같은 관제요소가 포함되어 있어 매우 방대한 양의 네트워크 관련 자료들이 요구된다. 본 분석에서는 MITSIM에서 제공하는 네트워크 에디터인 RNE를 이용하여 네트워크의 기하구조적인 요소를 구축하였고 신호 및 관제와 같은 제반 요소들은 간선도로 축개선 사업(2000) 보고서를 이용하였다.



[그림 5-4] 미시적 분석에 사용되는 네트워크

MITSIM은 기본적으로 Dynamic O/D를 사용하지만 현재까지 공신력 있는 동적O/D를 얻기가 어려운 것으로 판단된다. 본 분석에서는 오전 첨두 O/D를 이용하여 임의의 시간간격에 따라 구분하여 이를 동적 O/D라 가정하고 O/D를 구축하였다. Yang(1997)은 이러한 시간간격(Time Slice)에 대하여 첨두시에는 짧고 비첨두시에는 길게 하도록 권하였다. 본 연구에서는 이러한 시간 간격에 대하여 여러 값을 이용하여 민감도 분석을 수행하였고 이중 5분 단위 시간 간격이 도시부 네트워크에서 가장 잘 맞는다고 판단하여 분석을 수행하였다.

승용차 O/D의 경우 서울시와 주변의 수도권을 대상으로 한 대규모 네트워크를 대상으로 상세 코딩된 분석지역의 유출입 링크를 지정하여 Selected link Analysis 이용하여 승용차로 환산된 O/D(vph)를 얻었다. 그러나 버스의 경우 승용차와는 달리 정해진 노선을 정해진 배차 간격으로 운행하기 때문에 승용차와 같은 방법으로 구할 수 없으므로 각 노선의 운행 스케줄을 이용하여 승용차가 아닌 버스차량단위(vph)의 O/D를 구하였다.

3. 분석 MOE 선정

교통사업에 대하여 평가지표(MOE : Measure Of Effectiveness)는 여러 가지 요소가 있을 수 있으나 본 분석에서는 링크의 통행속도 및 수단분담율을 이용하기로 하였다. 물론 교통량과 지체도 등을 이용 할 수도 있겠으나 거시적 분석과 미시적 분석을 병행하는 이러한 분석에서는 다른 평가 지표보다는 교통량과 지체등의 요소를 동시에 고려할 수 있는 운행속도가 가장 적당할 것으로 판단되었기 때문이다. 즉, 거시적인 관점에서 볼 때 교통량은 속도에 비례하며 또한 운행 속도에는 교차로에서의 지체로 인한 대기 시간이 포함되어 있기 때문이다. 또한 네트워크 전체적인 관점에서 볼 때 교통수단 분담율의 변화정도는 대중교통개선 사업에 대하여 전체적인 관점에서의 시행효과를 보여줄 수 있는 척도이므로 평가지표에 포함하였다.

제 2 절 효과분석결과

1. 강남대로

1) 대안별 조치내용

1절에서 분석한 조치내용을 이용하여 강남대로에 대하여 3가지 대안을 선정한 후 거시적 분석과 미시적 분석을 수행하였다. 대안 1은 전용차로의 위치를 갓길에서 중앙으로 이전하는 경우이고 대안 2는 양재IC~신사역 교차로까지 구간에 대하여 1차로 감소시키는 방안이며 대안 3은 이 두 대안을 조합한 경우이다. 각 대안들에 대하여 SECOMM을 이용한 거시적 분석을 통해 대안별 부분 O/D와 분담율 및 대상 구간 링크의 통행시간, 속도 및 대상지역을 통과하는 수단의 분담률 등을 도출하였다. 이를 기초로 미시적 분석에서는 시간대별로 통행시간 및 속도의 변화 추이와 이를 통한 Queue의 발생시점, 발생 원인 및 버스전용차로의 위치 이전에 따른 여러 가지 행태 등에 대하여 수치적인 분석은 물론 시각적인 분석을 시도하였다. 각 대안별 조치 내용은 <표 5-1>과 같다.

<표 5-1> 대안별 조치내용

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

2) 분석 결과

(1) 강남대로 속도변화

각 대안을 시행했을 때 대안에 따른 강남대로 구간의 속도를 예측한 결과는 다음의 <표 5-2>와 같다. 대안 2와 대안 3은 한 차로 감소로 인한 일반차로 처리용량의 저하로 인하여 일반차로의 속도 증가폭은 매우 작았지만 대안 3의 경우 전용차로의 속도가 매우 높아져 전차로의 평균 속도가 증가하는 것으로 분석되었다.

<표 5-2> 강남대로 속도 변화

구분	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

(2) 강남대로 주변 속도 변화

각 대안에 따른 강남대로 주변의 속도 변화는 <표 5-3>과 같다. 남부순환로의 속도가 소폭 감소할 것으로 분석되었다.

<표 5-3> 강남대로 주변 속도 변화

구분	현황	대안1(kph)		대안2(kph)		대안3(kph)	
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

(3) 서울시 속도 변화

강남대로는 서울시 교통흐름에 미치는 영향이 매우 큰 도로이다. 따라서 강남대로 구간의 여건 변화는 서울시 가로망에 영향을 줄 수 있을 것이다. <표 5-4>는 각 대안별로 서울시의 가로별 속도 변화이다.

<표 5-4> 대안별 서울시 속도 변화

	현재 속도	대안1(kph)		대안2(kph)		대안3(kph)	
		속도	변화량	속도	변화량	속도	변화량
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

(4) 강남대로 분담율변화

강남대로를 이용하는 각 수단의 분담율 분포는 승용차와 버스가 각각 46.45%와 42.93%이며 택시가 10.62%를 차지하고 있는 것으로 분석되었다. 그러나 각 대안이 시행될 경우 그 효과에 의하여 분담율은 변하게 되는데 중앙버스전용차로를 도입하는 대안 1의 경우 승용차 분담율이 7.88%가 감소되는 반면 버스의 분담율은 7.91% 증가하는 것으로 분석되었다. 중앙버스전용차로와 함께 차로수를 줄이는 내용을 골자로 하는 대안3의 경우 승용차 분담율과 버스 분담율이 각각 약 5.8% 감소 및 증가할 것으로 예측되었다.

<표 5-5> 대안에 따른 강남대로 분담율 변화

차종	현황	대안1(%)		대안2(%)		대안3(%)	
		분담율	증감	분담율	증감	분담율	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.

(5) 강남대로 이용 수도권 분담율



[그림 5-5] 서울 주변 도시들의 통행 희망선도

[그림 5-5]는 서울시 주변 수도권 위성도시들에서 서울의 도심 및 부도심으로의 통행 희망도를 나타낸다. 이중 성남, 과천, 수원 등지에서 부도심인 영동과 도심으로의 통행이 매우 높은 것으로 분석되었다. 본 분석에서는 이러한 통행이 강남대로를 이용할 가능성이 매우 높다고 보고 성남, 수원, 과천, 용인 등지에서 강남대로를 이용하는 통행의 수단 분담율에 대하여 분석하였다. 분석 결과 <표 4-25>와 같이 이 구간에 대해서는 승용차 분담율이 매우 높았으나 각 대안이 시행 될 경우 매우 큰 폭의 승용차 분담율 감소가 예측되었다.

<표 5-6> 강남대로 이용 수도권 통행의 분담율 변화

	현황	대안1(%)		대안2(%)		대안3(%)	
		분담율	증감	분담율	증감	분담율	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

※ 버스는 지하철 환승 통행량 포함임.

(6) 강남대로 주변 분담율

각 대안을 시행 할 경우 강남대로 주변의 교통수단 분담율의 변화는 <표 5-7>과 같다.

<표 5-7> 강남대로 주변의 수단 분담율 변화

	현황	대안1(%)		대안2(%)		대안3(%)	
		분담율	증감	분담율	증감	분담율	증감
승용차	46.3	45.3	-1.0	46.2	-0.1	45.4	-0.9
택시	11.5	11.5	0	11.5	0	11.5	0
버스	21.0	21.9	+0.9	21.1	+0.1	21.8	+0.8
지하철	21.2	21.3	+0.1	21.2	0	21.3	+0.1

(7) 서울시 전체 분담율

위에서 언급했던 것처럼 강남대로가 서울시 도로에서 차지하는 비중이 매우 큰 편이기 때문에 강남대로의 구간의 여건 변화로 인하여 서울시 전체 분담율에도 영향을 줄 수 있을 것으로 판단되었으나 그 값은 그리 크지 않을 것으로 예측되었다. <표 5-8>는 각 대안별 시행후 서울시 전체 분담율의 변화를 나타내고 있는 표이다.

<표 5-8> 서울시 전체 분담율 변화

	현황(%)	대안1(%)		대안2(%)		대안3(%)	
		분담율	증감	분담율	증감	분담율	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

(8) 통행시간절감 편익

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

<표 5-9> 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

(9) 보행서비스 수준의 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.

<표 5-10> 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

<표 5-11> 보행 서비스 수준 현황

구분	현황		
	A	B	C
보도폭	7.8	5.4	4.6
유효보도폭	5.5	3.4	3.6
유동량(인/분)	287	233	133
유동계수	52.2	68.5	36.9
서비스 수준	E	E	D

2. 중앙버스전용차로의 대중교통우선가로망 적용시 효과분석

1) 조치내용

본 연구에서는 위의 시범가로축 사례연구를 바탕으로 본 연구에서 선정한 서울시 13개 대중교통우선가로축에 대하여 청계천 복원후, 중앙버스전용차로를 도입할 경우에 대하여 효과분석을 수행하였다. 본 분석 역시 거시적인 모형인 SECOMM을 이용하였으며 서울시 전역을 분석의 공간적 범위로 하였다. 이는 13개 대중교통우선가로망이 서울시 전역의 주요 가로에 대하여 고루 분포하고 있기 때문에 대중교통우선가로망의 파급 효과가 일부 지역에만 국한하여 나타나지 않을 것으로 판단되었기 때문이다. 따라서 분석 결과 역시 사업 시행후의 도심 및 대중교통우선가로망으로 선정된 주요가로와 서울시 전체의 승용차 속도 변화 및 수단 분담율의 변화에 초점을 맞추어 분석하였다. 또한 이를 바탕으로 서울시중앙전용차로망을 설치하였을 경우 시간절감 비용액을 추정하였다.



[그림 5-6] 대중교통 우선가로망

본 분석에 사용된 O/D 자료와 네트워크 자료의 기준 년도는 1999년이며 선정된 전용 가로망을 운행하는 버스 노선의 변경은 없는 것으로 가정하였으며 중앙버스전용차로가 설치됨에 따라 일반차로의 기하구조 변화나 차로수 조정은 없는 것으로 하였다. 이는 현재 선정된 대중교통우선가로망의 대부분 구간이 현재 버스전용차로로 이용되기 때문이다. 단, 현재 버스전용차로로 이용되지 않으나 전용가로로 선정된 일부 구간 중 3차로 이상인 구간에 대해서만 일부 차로수를 조정하였다.

2) 분석결과

서울시 대중교통우선가로망의 효과분석은 서울시의 도심과 주요간선도로 및 서울시 전체의 속도 변화와 서울을 포함한 수도권 분담율의 변화를 분석결과로 이용하였다.

(1) 속도변화

<표 5-12> 중앙버스전용차로망 도입시 승용차 속도 변화 (단위 : km/h)

구분	청계천 복원전 현재 속도	청계천 복원후 속도			
		중앙버스전용 차로 도입전	증감	중앙버스전용 차로 도입후	증감
도심	21.0	19.3	-1.7	19.1	-1.9
간선도로	21.0	20.9	-0.1	20.0	-1.0
도시고속도로	41.0	40.6	-0.4	40.5	-0.5
서울시전체	20.5	20.4	-0.1	19.9	-0.6

<표 5-12>는 청계천 복원후, 서울시 전체 및 주요 도로의 승용차 속도로서 서울시 대중교통우선가로망에 중앙버스전용차로를 도입할 경우 승용차 속도는 서울시 전체적으로 약 0.6km/h 감소할 것으로 예측되었다. 도심도로와 방사간선도로 및 도시고속도로의 속도 또한 1.0~0.5km/h 정도 감소할 것으로 예측되었다.

(2) 분담율 변화

먼저 중앙버스전용차로망의 도입이 도심의 수단 분담율에 어떠한 영향을 줄 것인지 분석 하였다. 분석 결과 <표 5-13>과 같이 도심의 버스 분담율은 11.5% 증가하며 승용차 분담율은 약 7.4% 감소할 것으로 예측되었다. 또한 지하철 분담율 역시 감소할 것으로 분석되었는데, 이는 버스의 서비스 개선으로 인하여 지하철에 비해 버스의 효용이 상승함으로써 오는 효과를 모형이 반영하였기 때문인 것으로 보이며, 현실적인 결과라고 판단된다.

<표 5-13> 중앙버스전용차로망 도입시 도심 분담율 변화 (단위 : %)

구분	청계천 복원전 현재분담율	청계천 복원후 분담율			
		중앙버스전용 차로 도입전	증감	중앙버스전용 차로 도입후	증감
승용차	33.44	33.41	-0.03	26.03	-7.41
버스	38.62	38.68	0.06	50.12	11.50
지하철	27.94	27.91	-0.03	23.81	-4.13

다음의 <표 5-14>는 중앙버스전용차로가 도입될 가로들의 수단 분담율 변화를 분석한 결과이다. 분석 결과 중앙버스전용차로가 설치되는 가로는 8.8%의 버스 분담율의 증가가 예측되었으며 현재 약 33.84%인 승용차 분담율은 약 27.96%로 5.88% 감소할 것으로 분석되었다.

<표 5-14> 중앙버스전용차로망 도입시 전용가로망 분담율 변화 (단위 : %)

구분	청계천 복원전 현재분담율	청계천 복원후 분담율			
		중앙버스전용 차로 도입전	증감	중앙버스전용 차로 도입후	증감
승용차	33.84	33.82	-0.02	27.96	-5.88
버스	38.48	38.55	0.07	47.33	8.85
지하철	27.67	27.63	-0.04	24.70	-2.97

또한 중앙버스전용차로망이 서울시 전체 수단분담율에 미치는 영향에 대해서는 <표

5-15>에 정리되어있다. 서울시 전체적으로 볼 때 버스는 약 0.4%의 분담율 증가효과가 있을 것으로 보이며 승용차는 약 0.2%의 분담율 감소가 예상되었다.

<표 5-15> 중앙버스전용차로망 도입시 서울시 분담율 변화 (단위 : %)

구분	청계천 복원전 현재분담율	청계천 복원후 분담율			
		중앙버스전용 차로 도입전	증감	중앙버스전용 차로 도입후	증감
승용차	44.90	44.89	-0.01	44.69	-0.21
버스	27.79	27.79	0.00	28.19	0.40
지하철	27.30	27.32	0.02	27.12	-0.18

(3) 통행시간절감 편익

서울시 대중교통우선가로망의 도입후 그 효과를 금액으로 환산한 경우, 승용차의 운행시간은 속도의 감소로 16,988시간/일로 증가하나, 버스의 총 통행시간 및 지하철 총 통행시간은 각각 332,521시간/일, 148,853시간/일이 감소하는 것으로 예측되어, 이를 승용차와 대중교통을 차등화한 시간가치로 환산할 경우 다음의 <표 5-16>과 같이 하루 1,170,842천원, 연간 421,503,248천원의 총통행시간절감 편익이 발생할 것으로 예측되었다.

<표 5-16> 서울시 중앙버스전용차로망 도입후 통행시간절감액 (단위: 천원)

비용	1일	1년
승용차 통행시간비용	142,390	51,260,555
버스 통행시간비용	-897,629	-323,146,439
지하철 통행시간비용	-401,824	-144,656,515
통행시간비용 합계	-1,157,062	-416,542,400
차량운행비용	-13,780	-4,960,808
총비용	-1,170,842	-421,503,208

제 VI 장 결론 및 향후연구 과제

제 1 절 결론

본 연구에서는 대중교통우선가로의 개념을 정립하고 외국의 시행사례 검토를 통하여 현재 외국에서 시행중인 다양한 대중교통 우선처리 기법에 대하여 분석하였다. 이를 토대로 서울시의 고밀도 개발지역, 부도심을 연결하는 가로, 시 외곽에서 주요 CBD를 연결하는 가로, 기존 지하철 노선이 없는 가로, 버스 노선이 많거나 전용차로가 시행중인 13개 주요 교통축을 대중교통우선가로망을 선정하고 이에 대한 사업의 우선순위를 결정하였다. 우선순위 결정 결과 서울의 대표 고밀도 개발지역인 강남과 도심을 연결하고 현재 지하철 노선과 중복하지 않으며 버스전용차로가 시행 중이고 약 70여개의 버스 노선이 운행중인 한남로, 강남대로, 현릉로 축의 순위가 가장 높았으며 다음으로 시흥대로, 경인로 순으로 우선순위가 정해졌다.

이에 따라 본 연구에서는 우선순위가 가장 높은 강남대로 구간에 대하여 사례연구를 수행하였다. 강남대로 구간의 중앙버스전용차로의 도입과 차로수 조정을 주요 골자로 하는 사례연구에서 중앙버스전용차로를 도입하고 차로수를 줄이는 대안을 시행했을 경우 효과가 있는 것으로 분석되었다. 시행했을 경우 가로의 경우 속도는 19.8km/h에서 30.1km/h로 약 34%의 속도 증가 효과를 보였으며 분담율의 경우 성남, 과천, 수원 등지와 같은 시 외곽에서 강남대로를 이용하는 버스의 분담율이 현재 약 30%에서 43%로 13% 증가하는 것으로 분석되었다. 또한 보행환경의 개선 측면에서 가로의 서비스 수준은 현재 강남역 3개 조사지점의 서비스 수준이 D~E인 것으로 조사되었으나 대안 시행 후 B~C 수준으로 상승하는 것으로 예측되었다. 이로 인한 총통행시간절약을 승용차통행자와 대중교통통행자와의 시간가치를 차등화하여 금액으로 환산한 결과 강남대로구간에서만 하루 140,170천원, 연간 50,461,305천원의 통행시간절약편익이 발생할 것으로 예측되었다.

또한 사례연구의 일환으로, 현재 추진되고 있는 청계천 복원사업과 관련하여 청계천 복원후 서울시 대중교통우선가로망에 중앙버스전용차로를 도입할 경우를 분석한 결과 도심의 경우 버스분담율은 11.5%증가, 승용차 분담율은 7.4%감소되고, 우선가로망상의

버스분담율은 8.8% 증가, 승용차분담율은 5.88% 감소할 것으로 분석되었으며, 서울시 전체적으로는 약 0.4%의 버스분담율 증가와 0.2%의 승용차분담율의 감소가 있을 것으로 예측되었으며 이 경우 승용차의 운행시간은 16,988시간/일로 증가하나 버스의 총 통행시간 및 지하철 총 통행시간은 각각 332,521 시간/일, 148,853 시간/일 감소하는 것으로 예측되어 이를 비용으로 환산할 경우 하루 1,170,842천원, 연간 421,503,248천원의 비용절감 효과가 있을 것으로 예측되었다.

제 2 절 정책건의

지금까지의 연구결과를 바탕으로 본 연구에서 구상한 정책건의사항은 다음과 같다.

첫째, 서울시의 13개 주요 간선도로축을 대중교통우선가로축으로 선정하여 통행체계를 승용차 중심에서 대중교통과 보행이 우선되는 체계로 획기적으로 전환시킬 필요가 있다. 즉, 버스중앙차로, 버스노선개편, 승용차좌회전 규제, 보행로 확대, 대중교통환승할인제도의 강화 등이 대중교통우선가로제의 주 내용이 되어야 한다.

둘째, 대중교통우선가로제의 효과를 정확하게 보여주기 위해서는 MOE를 승용차속도에서 교통수단이용자들의 총통행시간 변화와 보행서비스 수준 개선 등으로 대체하여 시민들로 하여금 올바른 통행지표에 대한 인식을 갖게 할 필요하다.

셋째, 승용차에 대한 규제없이 버스중심의 대중교통우선가로제를 시행할 경우 승용차 운행속도 저하, 지하철의 수송분담율 감소 등의 부작용이 있을 수 있을 것으로 판단된다. 지하철의 분담율이 하락하면 서울시 재정지원이 더욱 필요하기 때문에 이러한 현상을 억제할 수 있도록 승용차이용에 대한 합리적인 규제가 함께 시행될 필요가 있을 것이다.

마지막으로, 대중교통우선가로제의 시행은 청계천복원에 따른 도심교통체계 개편안의 일환으로 조속한 시일내에 철저한 준비를 거쳐 시행되어야 할 것이다.

제 3 절 향후 연구과제

지금까지의 연구 결과를 바탕으로 향후 진행될 연구의 내용은 다음과 같다.

1. 강남대로 시범사업을 위한 추가적 대안 개발

- 가. 기존 버스노선중 부득이한 노선의 조정
- 나. 경부고속도로 시내진출입 램프 조정
- 다. 구간내 대중교통요금 추가할인
- 라. 세가로 진출입 및 건축물 주차장 유출입로에 대한 접근관리

2. 다양한 조치내용에 대해 MITSIM을 활용한 미시적 기대효과 분석

- 가. 시간대를 분할하여 자세한 효과 분석
- 나. 공학적 조치에 따른 미세한 가로별 영향 변화 분석
- 다. 버스중앙전용차로제 효과에 대한 정밀 분석

참고문헌

[국내문헌]

1. 황기연 · 엄진기, 교통수요관리론, 청문각, 2000
2. 황기연 · 김익기, 교통수요관리 방안의 단기적 효과 분석모형의 구축, 대한교통학회지, 1999
3. 황기연 · 이우철, 대중교통 환승요금 적정 할인수준 측정, 대한교통학회지, 2000
4. 황기연 · 엄진기, 동대문 의류밀집상가 교통혼잡특별관리구역 사례연구, 대한교통학회지, 2000
5. 김익기 · 황기연, 교통수요관리 정책분석을 위한 교통체계분석 기법의 응용, 대한토목학회, 2001
6. 녹색교통운동, 천호대로 內 버스중앙차선제 실시 150일 중간점검, 1996
7. 서울시정개발연구원, 서울시 교통수요 예측모형 정립(I), 1998
8. 서울시정개발연구원, 대중교통물의 계획과 설계, 1999
9. 서울시정개발연구원, 서울시 교통분석체계 정립 및 광역통행분석, 1999
10. 교통개발연구원, 버스 육성 및 활성화 방안에 관한 연구, 1999
11. 서울시정개발연구원, 환경친화적 도로구현방안 연구, 2001
12. 서울시, 서울시 속도조사 자료, 1993~2001
13. 서울시, 간선도로 교통종합개선 기본 및 실시 설계(한남로~헌릉로), 1999
14. 경화엔지니어링. 서초동 1337 서천빌딩 신축공사, 서천상가 재건축 추진위원회, 2002
15. 한국종합기술개발공사, 동양화재 신사옥 신축 교통영향평가, 2002

[국외문헌]

1. Hervert S. Levinson and Paul J. Menker, A Proposed Transitway for 42d Street, ITE Journal, 1987
2. Tod A. Rosinbum et al., Bus Bay Street-Related Improvement in Phoenix and Tucson, ITE Journal, 1991
3. ITE Technical Council Committee, The Location and Design of Bus Transfer Facilities, ITE Journal, 1992
4. Moshe E. Ben-Akiva et al., Calibration and Evaluation of MITSIMLab in Stockholm, TRB Annual Meeting, 2002
5. Roderick B. Diaz and Donald C. Scheck, An Overview of Bus Rapid Transit Technologies in the Americas, 2000
6. Raphael Melzer, A Bus-lane Network as a Congestion Free Road Network, Public Transport International, 2001
7. David Whiteside, Harlow Express Bus – A Private/Public Partnership, Public Transport International, 2001
8. Lawrence L. Schulman, Innovative Transit Projects in the United States, ITE Journal, 1992
9. Mohammad Nisar and Ata M. Khan, Transitway : An Innovation in Public Transportation, ITE Journal, 1992
10. M.B. El-Hifnawi, Cross-town Bus Route as a Solution for Decentralized Travel : A Cost-Benefit Analysis For Monterrey, Mexico, Transportation Research, 2000
11. Qi Yang, A Simulation Laboratory for Evaluation of Dynamic Traffic Management System. MIT, 1997
12. Center for Transportation Research and Education, Access Management Handbook, 2000
13. FTA, Federal Transit Administration Bus Rapid Transit Demonstration

Program, 2002

[Internet Sites]

1. <http://www.fta.dot.gov/brt/guide>
2. <http://www.fta.dot.한국/brt/projects>
3. <http://www.ktdb.go.kr:8081>
4. http://bus.seoul.go.kr/bus_line/bus_subway_line.asp