

도심지역 가로변 버스전용차로의 설치기준 설정방안 연구

A Study on setting-up a methodology and criterion of Exclusive Bus Lane in Urban Area Using NETSIM Models

서영욱

(서울시립대, 석사과정)

이영인

(서울시립대, 교수)

목 차

- I. 서론
 - 1. 연구의 배경 및 목적
 - 2. 연구의 범위 및 방법
- II. 이론적 고찰
 - 1. 버스전용차로의 설치기준 고찰
 - 2. 버스교통량과 차두시간과의 관계식 고찰
- 3. 전용차로의 설치타당성 판단기준
- III. 연구수행흐름 및 분석 시나리오 구성
- IV. NETSIM 시뮬레이션 모형을 이용한 분석
 - 1. 버스전용차로 설치전후의 분석과정 및 결과
 - 2. 다인승전용차로 운영시 결과분석
- V. 결론 및 향후 연구과제

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

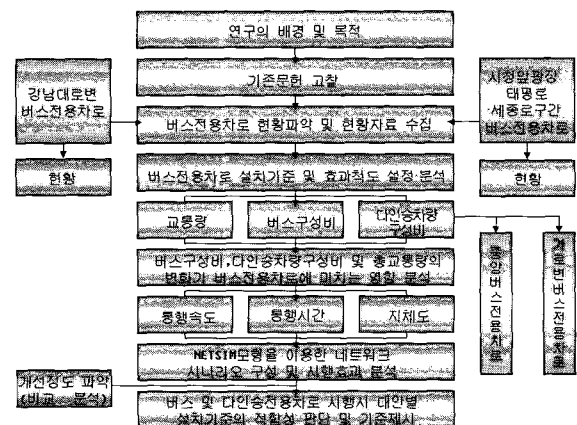
기존 버스교통량을 고려한 버스전용차로 설치기준의 효과평가 및 설치기준의 설정방법의 연구가 필요하며, 다인승전용차로 도입시 전용차로의 적정 설치기준의 미비로 인해 설치기준 및 방법 연구가 필요하다. 본 연구의 목적은 기존 NETSIM 시뮬레이션모형을 이용한 도심부 가로변 버스전용차로 설치전후 효과적도분석 및 설치기준의 설정기준 및 방법도출과 다인승전용차로 운영시 효과타당성 제시 및 설치기준을 도출하는데 있다.

2. 연구의 범위 및 방법

본 연구는 서울시 현장데이터를 적용한 편도4차로 이상의 도심부 가로변의 다차선도로(4차로이상)의 버스전용차로 현황분석 및 효과평가(강남대로, 시청앞광장)대상으로 하였다. 연구에 필요한 원시자료를 얻기 위해 선정된 사례지역을 대상으로 버스 및 일반차량의 평가지표를 설정하고, 현장조사(교통량, 신호체계, 차량속도) 및 NETSIM 모형을 통해 네트워크를 구축한다. 분석을 위한 대안으로는 버스교통량 및 다인승차량 구성비를 변화시켜 이에 따른 버스전용차로의 타당성 검토 및 설치기준안을 도출하였다.

이를 위해서, 제2장에서는 기존 버스전용차로의 현황 및 버스우선처리기법 및 전용차로 설치기준에대한

이론적 고찰을 실시하고, 제3장에서는 현황자료분석에 사용된 수집자료 및 네트워크 구성에 대해 간단히 기술한다. 제4장에서는 분석을 위한 효과적도로서 통행속도를 설정하여 버스교통량에 따른 전용차로 설치전·후의 효과를 분석하였다. 또한 다인승전용차로 분석을 위해서 다인승차량의 구성비를 변화시켜 일정시점에서의 통행속도가 개선되는 구간을 설정하였다. 마지막으로 제5장에서는 연구결과를 요약하고 향후 과제에 대하여 논의한다.



〈그림 1〉 연구수행 흐름도

〈표 1〉 대안 시나리오별 분석 대상 및 기준

구분 대상구간	교통량	버스 구성비	다인승차량 비율	개선정도		
				통행 시간	통행 속도	지체도 제안
강남대로	-	-	-	-	-	-
시청앞광장	-	-	-	-	-	-

II. 이론적 고찰

1. 버스전용차로의 설치기준 고찰

1) 우리나라 버스전용차로의 설치기준

〈표 2〉 우리나라 버스전용차로의 설치기준

구분	미설치 (폐지)	시간제 또는 전일제	전일제	비고
버스교통량	60대/h 미만	60대/h ~120대/h	120대/h 이상	편도3차로이상의 도로에 설치
기타여건	수송실적비, 도로의 서비스 수준 등을 고려하며, 아침, 낮, 저녁시간대 기준중축 여부에 따라 전일제, 시간제로 구분된다.			

2) 차로별 버스전용차로 설치기준

버스교통량과 승객수를 기준으로 한 차로별 버스전용차로 설치기준은 다음과 같다.

〈표 3〉 차로별 버스전용차로 설치기준

구분	버스교통량	승객수	비고
편도3차선도로	60대/시 이상	1,800명/시 이상	가로변 전용차로 고려
	100대/시 이상	3,000명/시 이상	가로변 전용차로 고려 역류전용차로제공가능
	150대/시 이상	4,500명/시 이상	중앙차로 제공가능 정류장 추월차선 제공
편도4차선도로	100대/시 이상	3,000명/시 이상	가로변 전용차로 고려 정류장 추월차선 제공
	150대/시 이상	4,500명/시 이상	중앙차로 설치 가능 정류장 추월차선 제공

3) 다차선도로의 서비스 수준

① 3차선 이상의 다차선도로

3차선 이상의 다차선도로의 경우, 서비스 수준이 E(0.82~1.00), F(1.00이상)인 경우로 서비스 수준이 0.81이상이 되어야 버스 전용차로 설치에 타당성이 있는 것으로 판단된다.

〈표 4〉 다차선도로의 서비스 수준

서비스수준	V/C	비고
A	0~0.3	-
B	0.31~0.45	-
C	0.46~0.62	-
D	0.63~0.81	-
E	0.82~1.00	전용차로설치 타당
F	1.00이상	"

- 자료 : 건설부, 도로용량편람, 1992

② 간선도로 및 도심부 도로의 서비스 수준

간선도로 및 도심부 도로의 서비스 수준은 아래 표와 같다. 편도4차로 이상의 도심부 도로의 경우 자유속도 75km/h~79km/h로 서비스 수준 E의 경우 18km/h~25km/h이며, F는 18km/h미만이다.

〈표 5〉 간선도로 및 도심부 도로의 서비스 수준 기준

도로기능	주간선기능 (편도4차선 이상)		보조간선기능 (편도 3차선 이하)	
	도심외	도심	도심외	도심
간선도로유형	I	II	III	IV
자유속도(kph)	80이상	75~79	70~74	69이하
서비스수준	평균통행속도(kph)			
A	≥ 65	≥ 60	≥ 55	≥ 48
B	≥ 49	≥ 45	≥ 42	≥ 38
C	≥ 36	≥ 33	≥ 31	≥ 29
D	≥ 27	≥ 25	≥ 23	≥ 20
E	≥ 20	≥ 18	≥ 16	≥ 12
F	< 20	< 18	< 16	< 12

· 도심 특성 : 버스정류장 2개소 이상,
km당 신호교차로 2개 이상

2. 버스교통량과 차두시간과의 관계식

$$h = \frac{3600}{q} \quad g = h - \frac{l}{v}$$

- g = 평균 차간시간(초)
- h = 평균 차두시간(초)
- l = 평균 차량길이(m)
- q = 평균 교통류율(vph)
- v = 평균 차량속도(m/sec)

본 연구에서는 현행 버스교통량을 기준으로 버스교통량을 증감시키는 경우 버스교통량 산정을 위해 버스의 헤드웨이(headway)분포를 이용하였다.

〈표 6〉 헤드웨이(headway)를 통한 버스교통량 산정

headway (sec)	9	12	18	24	25	27	30	33	36	40	45	51	60
버스교통량 (대/시)	400	300	200	150	140	130	120	110	100	90	80	70	60

3. 버스전용차로의 타당성 여부

1) 버스와 일반차량의 효과적도 비율

- 버스통행속도/일반차량통행속도 비율 < 1.0
(버스통행속도 < 일반차량통행속도)
- 버스통행시간/일반차량통행시간 비율 > 1.0
(버스통행시간 > 일반차량통행시간)
- 버스지체도/일반차량지체도 비율 > 1.0
(버스지체도 > 일반차량지체도)

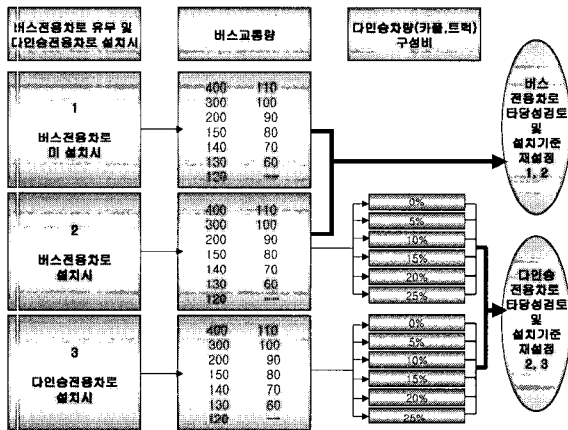
2) 간선도로 및 도심부 도로의 서비스 수준

4차로 이상의 도심부 도로의 서비스 수준전용차로 설치가 가능한 서비스 수준 E이상을 만족해야 함으로 볼 때 버스전용차로구간 평균통행속도는 18km/h이상이어야 한다.

III. 연구수행흐름 및 분석 시나리오 구성

본 연구의 연구수행흐름 및 분석을 위한 시나리오는 다음과 같이 버스전용차로를 설치하는 경우와 설치하지 않는 경우, 다인승전용차로로 운영했을 경우의 세가지의 범주로 분류된다. 각 범주별로 교통량은 고정시키고 버스 및 다인승차량구성비를 각각 변화시켰을 때의 도심부 가로의 통행시간 및 통행속도, 지체도의 변화를 살펴, 버스전용차로 설치의 타당성을 입증함과 동시에 적합한 전용차로 설치기준을 재설정하여 제시하고자 한다. 이 때 각각의 대안에 대해 현황자료에 근거한 자료를 입력하여, 대안이 타당한가를 분석한다. 현황자료는 서울시의 현황을 토대로 하며 이에 필요한 교통량은 사례지역(4차로 이상 다차선 도로)의 현황자료를 토대로 하여 적용하였다. 버스구성비는 현황자료인 250대/시를 기준으로 버스구성비를 증감시켜 대안을 설정하였으며, 현재 서울시 버스교통량인 80대/시~300대/시를 기준으로 대안을 결정하였으며, 버스전용차로 설치기준 60대/시~150대/시 이상의 범위조건을 감안하여 구성하였다.

1. 연구수행흐름 및 분석 시나리오



〈그림 2〉 연구수행 시나리오

- 버스전용차로 타당성검토 및 설치기준재설정
 - 시나리오 1, 2연계
- 다인승전용차로 타당성검토 및 기준 재설정
 - 시나리오 2, 3연계

2. 교통현황 분석 및 네트워크 구성

1) 서울시 및 대상지역 교통현황

서울시 내부자료에서 시간당 버스교통량은 80대/시~300대/시로 버스·승용차 통행비가 버스 10%,

트럭 12%, 승합 9.87%, 택시 10.1%로 구성된다. 일 반차량 교통량은 2,000대/시, 버스교통량 300대/시로 조사되었다. 평균 통행속도는 승용차 22.92km/h, 시내버스 18.99km/h(2000년 정기차량 통행속도조사 결과)를 보였다.

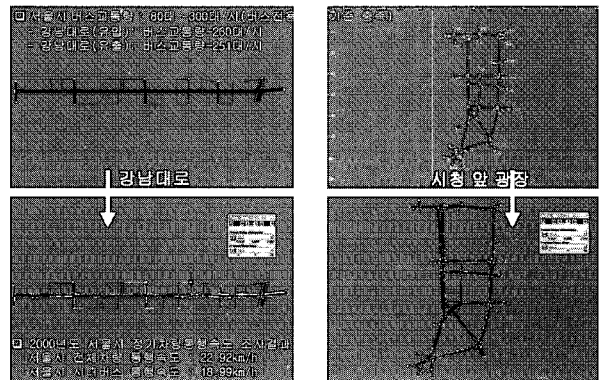
2) 강남대로 시간당 교통량(vph)

- ① 시간당 총 교통량(35,600대/시)
 - 정방향 : 2,500대/시, 부방향 : 3,800대/시
- ② 시간당 버스교통량
 - 강남대로(유입) : 버스교통량-260대/시
 - 강남대로(유출) : 버스교통량-251대/시

3) 시청앞광장 시간당 교통량(vph)

- ① 시간당 총 교통량(31,298대/시)
 - 정방향 : 3,267대/시, 부방향 : 3312대/시
- ② 시간당 버스교통량
 - 시청앞광장(유입) : 버스교통량-150대/시
 - 시청앞광장(유출) : 버스교통량-150대/시

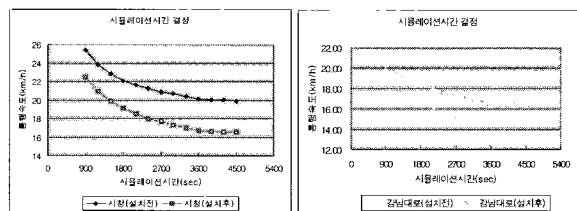
4) 네트워크 구성



〈그림 3〉 대상지역 네트워크 구성

5) 시뮬레이션(Simulation) 운영시간 결정

본 연구의 네트워크 구축을 통한 분석시, 분석의 오차를 감소시키기 위한 적절한 시뮬레이션시간을 결정하였다. 분석결과 NETSIM 모형의 경우 대상지역(강남대로, 시청앞광장)모두 3,600초를 기준으로 이상의 결과값이 추정치에 영향을 받지 않는 것으로 분석되었다.



IV. 결과 분석

1. 버스전용차로 설치후 분석과정 및 결과

버스교통량(60~400vph)을 변화시키는 경우, 대상지역 분석결과 모두, 버스교통량의 변화에 관계없이 버스전용차로 설치전보다 설치후의 통행속도가 개선되는 것으로 분석되었다.

1) 강남대로(통행속도, km/h)

버스 교통량	ROUTE1			ROUTE2			R1	R2
	버스	일반	버스/ 일반	버스	일반	버스/ 일반	버스	버스
400vph	16.44	15.00	1.10	16.63	9.51	1.75	F	F
300vph	16.64	15.23	1.09	18.69	9.21	2.03	F	E
200vph	17.44	16.15	1.08	19.50	9.11	2.14	F	E
150vph	17.54	14.53	1.21	19.57	9.01	2.17	F	E
140vph	18.89	15.12	1.25	19.75	9.44	2.09	E	E
130vph	19.19	15.91	1.21	20.08	9.05	2.22	E	E
120vph	18.84	16.39	1.15	19.82	9.31	2.13	E	E
110vph	18.60	15.83	1.18	20.30	9.09	2.23	E	E
100vph	18.18	15.39	1.18	20.61	9.45	2.18	E	E
90vph	19.30	14.98	1.29	19.74	9.31	2.12	E	E
80vph	19.48	15.59	1.25	20.18	9.22	2.19	E	E
70vph	19.65	16.37	1.20	20.25	9.40	2.15	E	E
60vph	20.11	16.10	1.25	19.95	9.07	2.20	E	E

2) 시청 앞 광장(통행속도, km/h)

버스교통량	ROUTE1			R1
	버스	일반	버스/일반	버스
400vph	15.35	17.26	0.89	F
300vph	15.08	18.93	0.80	F
200vph	15.92	19.03	0.84	F
150vph	15.20	17.45	0.87	F
140vph	15.59	16.92	0.92	F
130vph	15.45	18.77	0.82	F
120vph	15.40	17.32	0.89	F
110vph	15.65	18.07	0.87	F
100vph	16.46	17.28	0.95	F
90vph	16.07	19.11	0.84	F
80vph	16.20	19.99	0.81	F
70vph	15.46	18.41	0.84	F
60vph	15.46	18.17	0.85	F

2. 다인승전용차로(HOVL)운영시 결과분석

1) 강남대로(통행속도, km/h)

• 버스교통량 : 60, 100, 200vph 통행속도(km/h)

강남	ROUTE1								
	버스/일반			버스			일반차량		
다인승비율	60 vph	100 vph	200 vph	60 vph	100 vph	200 vph	60 vph	100 vph	200 vph
0%	1.06	1.10	1.02	18.56	18.32	18.08	17.48	16.65	17.66
5%	1.05	1.07	1.03	18.31	18.56	17.60	17.40	17.42	17.06
10%	1.04	1.01	1.03	18.33	18.43	17.19	17.62	17.29	16.72
15%	1.05	1.04	0.99	18.37	18.19	16.70	17.49	17.50	16.81
20%	1.02	1.01	0.99	18.73	17.66	16.98	18.35	17.53	17.12
25%	1.00	0.94	0.96	18.08	17.49	17.40	18.14	18.68	18.17

강남	ROUTE2								
	버스/일반			버스			일반		
다인승비율	60 vph	100 vph	200 vph	60 vph	100 vph	200 vph	60 vph	100 vph	200 vph
0%	1.44	1.39	1.33	18.51	18.07	16.36	12.82	12.99	12.30
5%	1.43	1.38	1.35	18.46	18.02	17.10	12.93	13.08	12.70
10%	1.43	1.39	1.31	18.45	17.58	16.64	12.87	12.61	12.65
15%	1.41	1.39	1.38	18.20	17.65	17.34	12.95	12.67	12.60
20%	1.49	1.43	1.36	19.10	17.80	17.20	12.79	12.47	12.65
25%	1.44	1.40	1.39	18.07	17.78	17.99	12.55	12.71	12.97

2) 시청 앞 광장(통행속도, km/h) 버스교통량 : 60, 100, 200vph

시청	ROUTE1								
	버스/일반			버스			일반		
다인승비율	60 vph	100 vph	200 vph	60 vph	100 vph	200 vph	60 vph	100 vph	200 vph
0%	0.90	0.84	0.45	14.59	13.76	15.08	16.15	16.39	17.00
5%	0.92	0.88	0.50	14.45	14.50	14.35	15.69	16.39	16.12
10%	1.00	0.85	0.45	15.73	14.04	13.35	15.80	16.56	17.91
15%	0.90	0.84	0.45	15.41	14.74	13.33	17.19	17.55	17.75
20%	0.95	0.82	0.45	15.18	14.60	13.54	15.99	17.81	17.99
25%	1.05	0.98	0.51	15.45	15.39	13.60	14.77	15.72	16.31

ROUTE1			ROUTE2			ROUTE1		
E	E	E	E	E	F	F	F	F
E	E	F	E	E	F	F	F	F
E	E	F	E	F	F	F	F	F
E	E	F	E	F	F	F	F	F
E	F	F	E	F	F	F	F	F
E	F	F	E	F	F	F	F	F

V. 결론 및 향후연구과제

1. 결론

버스전용차로를 설치한 후의 전용차로구간의 버스 및 일반차량의 통행속도를 분석한 결과, 강남대로 ROUTE1·ROUTE2의 경우 모두, 모든 대안에서 버스/일반차량 속도비가 1.0이상이며, 다차선도로로 서비스 수준 E이상(18km/h이상)인 대안 60vph~140vph 두 조건을 만족하는 대안으로 ROUTE1구간은 60vph~140vph인 경우 버스전용차로 설치의 타당성이 있는 것으로 분석된다. 또한 ROUTE2는 60vph~300vph인 경우 설치타당성이 있는 것으로 분석된다.

반면, 시청앞광장 구간은 모든 대안에서 버스/일반차량 속도비가 1.0미만이며, 다차선도로로 서비스 수준 E이상(18km/h이상)인 대안이 없는 것으로 분석되어, 모든 대안에서 버스전용차로 설치에 타당성이 없는 것으로 분석되었다.

다인승차량의 비율을 증감시키는 경우, 버스전용차로에서의 통행속도를 분석한 결과, 강남대로는 다인승전용차로 설치시 다인승차량의 구성비율이 버스교통량에 따라 15%~20%까지는 버스 및 다인승차량이 통행할 수 있도록 하는 경우가 일반차량보다 통행시간이 개선되는 것으로 나타났다. 버스교통량이 60vph인 경우 22%를 정점으로 100vph의 경우 18%, 200vph는 15%를 정점으로 다인승전용차로로서의 효과가 나타나지 않아 다인승전용차로로서의 기능을 다하지 못하는 것으로 분석되었다. 시청앞광장의 경우, 다인승전용차로 설치시 다인승비율에 관계없이 버스전용차로를 설치하는 경우보다 모든 경우 버스의 통행속도가 더 낮은 것으로 분석되었다.