

경부고속도로 버스전용차로 전일제의 시행방안 및 효과

김시곤

I. 고속도로 버스전용차로 전일제의 필요성



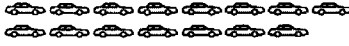


현재 한국도로공사는 교통수요가 집중되는 주말 및 공휴일에 고속도로 버스전용차로제를 실시해오고 있다. 시행구간은 경부고속도로 서초 IC~신탄진 IC (137.4km)이다. 토요일과 일요일/국경일의 시행 시간이 다소 차이가 난다. 일요일과 국경일의 경우 서울방향으로만 버스이용을 위한 귀가를 위해 2시간을 연장하고 있다.

요일	통행방향	시간대
토요일	서울, 부산방향	09:00 ~ 21:00 (12시간)
일요일 및 국경일/공휴일	서울방향	09:00 ~ 23:00 (14시간)
	부산방향	09:00 ~ 21:00 (12시간)

최근 들어 수도권 남부 택지개발에 따라 인구유입이 지속적으로 증가하여 경부고속도로 수도권 구간은 평일에도 상시적으로 정체가 발생하고 있다. 이로 인해 버스와 같은 대중교통의 서비스는 저하되어 승용차인 개인수단으로 전환하는 악순환 고리가 형성되어 막대한 사회적 비용을 초래하고 있다.

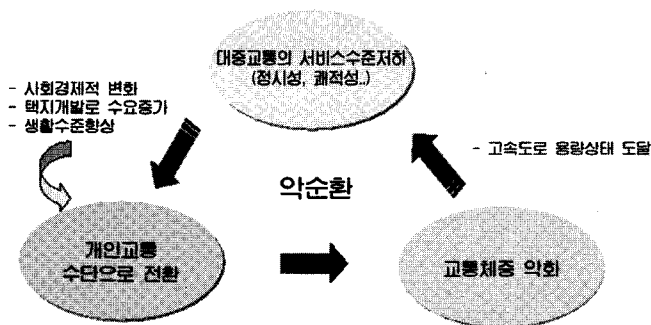
II. 버스전용차로제의 의의

버스전용차로제는 이러한 악순환의 고리를 끊자는 것이다. 수송용량이 제한된 고속도로의 수송효율성을 제고하기 위하여 승용차 수요를 수송효율

Bus		1
Vanpool (8 people per van)		8
Carpool (3 persons per carpool)		15
Carpool (2 persons per carpool)		22
Single Occupant Automobile (1 person per automobile)		45

이 높은 버스수단으로 유도하자는 것이다. 이를 위해서는 버스속도가 승용차속도보다 높아야 한다. 버스가 승용차보다 빨라야 한다는 것이다. 버스통행 속도를 높이기 위해 버스전용차로제가 필요한 것이다. 그러면 버스가 승용차보다 얼마나 빨라야 할까? 승용차 통행시간과 버스통행시간이 비슷할 경우 대중교통수단이 야기하는 접근/대기시간 (도시교통 : 20분, 광역교통 : 30분)으로 인하여 대중교통을 기피하는 것이다. 여기서 대중교통수단으로 접근/대기 시간은 20~30분으로 분석된 바 있다. 이를 위해선 버스통행시간이 승용차통행시간보다 20~30분 짧아야 한다.

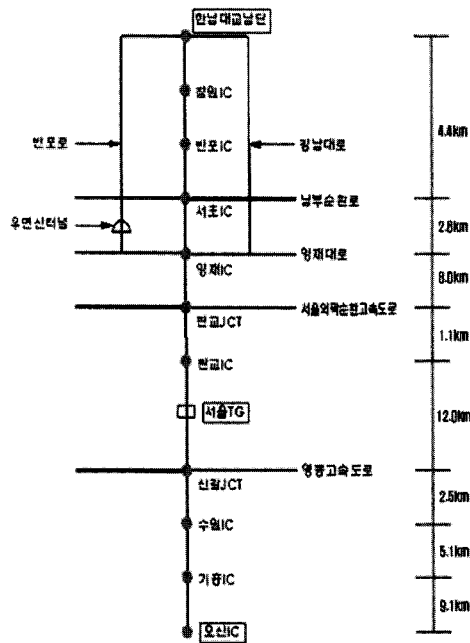
시행초기에는 승용차 수요의 교통이 필수적이다. 하지만, 버스전용차로제가 성공적으로 정착되면 승용차 수요가 버스로 전이되어 버스이용자와 승용차 이용자 모두가 win-win 할 수 있다.



Ⅲ. 수도권 지역 경부고속도로 주변 Network체계 현황

경부고속도로는 판교JCT와 신갈JCT에서 서울외곽순환고속도로와 영동고속도로와 연결이 된다.

구간	주요지점	접속교통시설
한남대교 남단 ~ 판교JCT	한남대교남단	한남대교, 올림픽대로
	잠원 IC	강남, 반포지역
	반포 IC	고속버스 주요진출입 IC
	서초 IC	남부순환로
	양재 IC	양재대로
	판교 JCT	서울외곽순환고속도로
판교 JCT ~ 신갈 JCT	판교 IC	분당 진·출입로
	신갈 JCT	영동고속도로
신갈 JCT ~ 오산 IC	수원 IC	42번 국도
	기흥 IC	23번 국도
	오산 IC	오산시 진출입 IC

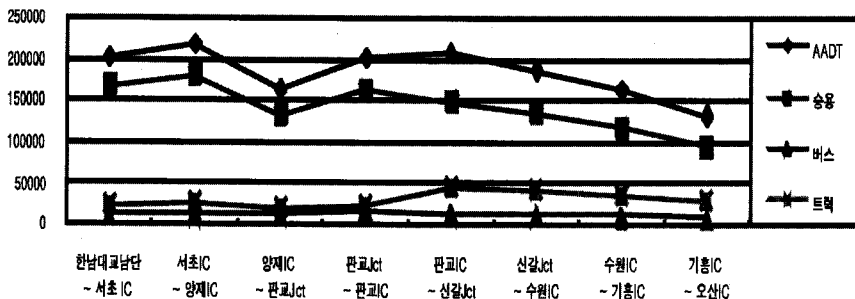


IV. 경부고속도로 평일 소통현황

현재 평일에도 정체가 발생하는 구간은 한남대교 남단~오산 IC 구간이다. 동 구간에는 판교 JCT와 신갈 JCT라는 2개 JCT로 형성되는 3개 구간에서 뚜렷한 교통량 차이가 존재한다. 이중 한남대교 남단~판교 JCT 구간이 가장 교통량이 많으며 최대교통량도 서초 IC~양재 IC 구간에서 218,397 대/일 수준이다. 양방향 8차선 용량인 180,000대/일을 초과하여 만성적인 교통체증 현상을 보이고 있다. 교통수단으로는 승용차가 80%를 상회하며 트럭이 약 11%, 버스는 6%에 불과한 실정이다. 승용차 중 나홀로 탑승승용차가 80% 이다.

구간별로 살펴보면 오전 첨두시에는 상행은 양재 IC~반포 IC, 판교IC ~판교Jct 까지 대기행렬이 발생하고 있다. 하행은 한남대교 남단~양재 IC, 판교 IC~판교Jct 까지 극심한 정체로 대기행렬이 발생하고 있다. 오후 첨두시에는 상행은 양재 IC~반포 IC, 수원IC~서울TG까지 하행은 한남대교 남단~양재

구간	연장 (km)	AADT (대/일)	서비스 수 준	대형버스 대 수 (대/일)	차량비율(%)		
					승용	버스	트럭
계	44.8	-	-	-	-	-	-
한남대교 남단 ~ 서초 IC	4.4	201,924	F	11,793	83.1	5.4	11.4
서초IC ~ 양재IC	2.6	218,397	F	11,793	83.1	5.4	11.4
양재IC ~ 판교Jct	8.0	163,161	E	11,748	81.1	7.2	11.7
판교Jct ~ 판교IC	1.1	201,944	E	14,742	81.0	7.3	11.7
판교IC ~ 신갈Jct	12.0	207,354	F	12,234	72.1	5.9	22.0
신갈Jct ~ 수원IC	2.5	187,126	E	11,040	72.0	5.9	22.0
수원IC ~ 기흥IC	5.1	162,416	E	9,583	72.0	5.9	22.1
기흥IC ~ 오산IC	9.1	131,312	D	7,747	72.1	5.9	22.0



시간	오산 IC	기흥 IC	수원 IC	판교 IC	
	좌회전 진입	좌회전 진입	우회전 진입	좌회전 진입	직진 진입
07:00~08:00	300	144	1000	500	400
08:00~09:00	300	104	1000	300	250
09:00~10:00	140	40	650	50	100
12:00~13:00	150	80	100	600	350
13:00~14:00	130	176	100	600	650
14:00~15:00	180	88	100	750	700
17:00~18:00	150	96	110	700	40
18:00~19:00	180	48	430	1000	30
19:00~20:00	150	40	300	750	
20:00~21:00	140	40	50	450	

V. 경부고속도로 평일 버스전용차로제 시행방안

평일 버스전용차로 시행방안은 시행구간, 시행시간, 통행가능차량의 3가지 관점에서 검토할 수 있다. 시행구간은 오산IC에서 한남대교 남단까지 또는 서초IC까지 검토해 볼 수 있다. 현재 한남대교구간에도 버스전용차로가 있기 때문에 버스전용차로의 연속성 확보 차원에서 오산IC에서 한남대교남단까지가 적절하다고 판단된다. 시행시간은 출퇴근시간만 정제되는 것이 아니기 때문에 전일제(06:00-23:00)가 타당하다. 통행가능차량은 주말 버스전용차로에 적용되고 있는 차량대상과 동일하게 하는 것이 좋다. 불필요하게 국민들에게 혼돈을 줄 필요가 없기 때문이다. 결국 “오산 IC~한남대교남단” 구간, 전일제, “9인 이상”을 시행하는 것이 바람직하다.

시행구간		시행시간		통행가능차량	
대안1	대안2	대안1	대안2	대안1	대안2
오산 IC ~ 한남대교남단	오산 IC ~ 서초 IC	출퇴근] 시간	전일 (06:00~23:00)	9인승 이상	15인승 이상
◎			◎	◎	

VI. 경부고속도로 평일 버스전용차로제의 시행효과

평일 버스전용차로제의 효과분석은 HOV와 LOV 선택모형을 활용하였

다. 기본적인 가정은 교통수단 선택이용자와 비선택이용자의 비율을 미리 정했다는 것이다. 비선택이용자는 고속도로 소통상태에 관계없이 승용차나 버스수단을 선택하는 사람이다. 무조건 버스수단을 이용하는 사람과 승용차를 이용하는 사람의 비율을 각각 경부고속도로 통행인구의 35%로 가정하였다. 즉, 승용차에서 버스로 전이할 수 있는 최대값을 총 통행인구의 30%로 가정하였다. 이를 수식으로 나타내면 다음과 같다.

$$P_{hov} = P_{minhov} + \frac{0.3}{1 + e^{\Delta z}}$$

P_{hov} : 버스전용차선을 선택할 확률
 P_{minhov} : 최소 버스전용차선 선택확률 (35% 가정)

$$\Delta Z = Z_{lov} - Z_{hov}$$

$$Z_{hov} = -U \cdot \frac{T_{hov} \text{원}}{1000} - \frac{C_{hov} \text{원}}{1000}, \quad Z_{lov} = -U \cdot \frac{T_{lov} \text{원}}{1000} - \frac{C_{lov} \text{원}}{1000}$$

U : 시간가치 (8000원/시간)
 Z_{hov} : 버스전용차로의 효용함수 Z_{lov} : 일반차로의 효용함수
 T_{hov} : 버스전용차로 통행시간 T_{lov} : 일반차로 통행시간
 C_{hov} : 버스전용차로 통행비용 C_{lov} : 일반차로 통행비용

평일 버스전용차로제의 효과분석 중 효용함수를 결정하는 통행시간 산정 모형은 다음과 같다.

$T =$ 총 통행시간

$T : T_N + T_D$
 T : 총 통행시간
 T_N : 교통량이 교통용량을 초과하지 않을 경우 통행시간
 T_D : 교통량이 교통용량을 초과할 경우 평균지체시간

<p style="text-align: center;">$T_N =$ 통행시간</p>	$V = V_f \frac{1 + \sqrt{(1 - q/q_{max})}}{2}$ $T_N = (\text{통행거리} / V) \times 60(\text{분})$
<p style="text-align: center;">$T_D =$ 평균지체시간</p> $D_{T_s} = \int_0^{T_s} (pq - Q) dt = (pq - Q) T_s$ $TD = \frac{1}{2} \cdot D_{T_s} \cdot T_o$ <p> pq : 첨두시 교통량 (vph) Q : 교통용량 (vph) D_{T_s} : T_s 시간동안 지체 (veh) TD : 총지체 (veh · hr) </p>	
$T_D = \frac{TD}{QT_o} = \frac{1/2(pq - Q) T_s \cdot T_o}{QT_o}$ $= \frac{(pq - Q)}{2Q} T_s$	

버스전용차로 도입 후 시행초기(수단미전환시)와 시행 6개월후 (수단전환시) 교통영향 분석 결과는 다음과 같다.

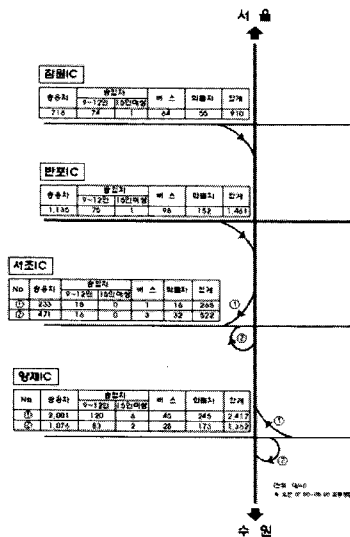
결론적으로 평일 경부고속도로 버스전용차로를 도입할 경우 총 통행인·시간은 줄어들어 1인당 평균통행시간이 줄어드는 효과가 있다. 이는 버스 통행인구가 승용차 통행인구보다 많은데 버스통행시간이 승용차 통행시간 증가에 비하여 대폭적으로 감소하기 때문이다. 경제적인 효과로는 시행초기에는 1일 9천만 원, 1년 330억 원의 편익이 발생하고 성공적으로 정착될 경우 1일 4억 8천만 원, 1년 1,750억 원의 편익이 발생할 것으로 분석되었다.

구분		미 시행시	시행시			
			시행초기		시행 6개월 후	
			전용차로 (버스)	일반차로 (승용차)	전용차로 (버스)	일반차로 (승용차)
상행 (서울 방향)	평균구간통행 속도 (km/h)	62.2	90.5	43.8	87.2	50.6
	평균구간 통행시간 (분)	43.2	29.7	61.3	30.6	53.1
	총 통행 인·시간	241,647	97,456 238,997 (▼2,650)	141,541	110,346 215,323 (▼26,324)	104,977
하행 (부산 방향)	평균구간통행 속도 (km/h)	58.8	89.9	41.7	85.3	42.7
	평균구간 통행시간 (분)	45.7	29.9	64.4	31.5	63.0
	총 통행 인·시간	262,970	101,138 253,968 (▼9,002)	152,830	114,726 228,409 (▼34,561)	113,683
총 통행인·시간		504,617	492,965 (▼11,652)		443,732 (▼60,885)	

Ⅶ. 시행에 따른 문제점 최소화 방안

1. 양재 IC를 위시한 서울구간 IC통제 방안검토

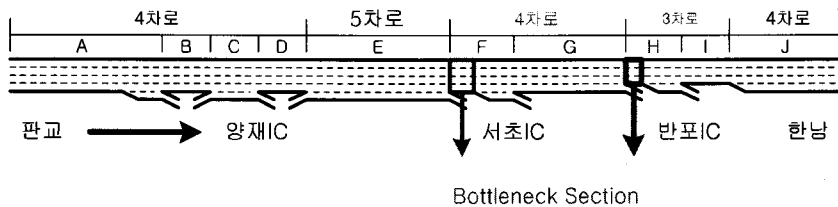
경부고속도로가 고속도로기능을 갖도록 도시내 교통진입 또는 진출을 제한할 필요가 있다. 상행방향으로 양재 IC진입통제를 검토할 필요가 있다.



양재 IC에서만 약 3,800대/시의 차량이 서울방향으로 진입하고 있다. 하행방향도 잠원IC 진입통제, 서초 IC 진출통제 등을 검토해 볼 필요가 있고, 이에 따른 주변도로에 미치는 교통영향을 분석할 필요가 있다.

2. 한남대교남단 ~ 판교Jct 구간 갓길 활용방안 검토

교통량이 최고조에 도달하는 출퇴근시에 국한하여 한남대교남단~판교 JCT 구간의 갓길을 활용하는 방안을 검토할 필요가 있다.

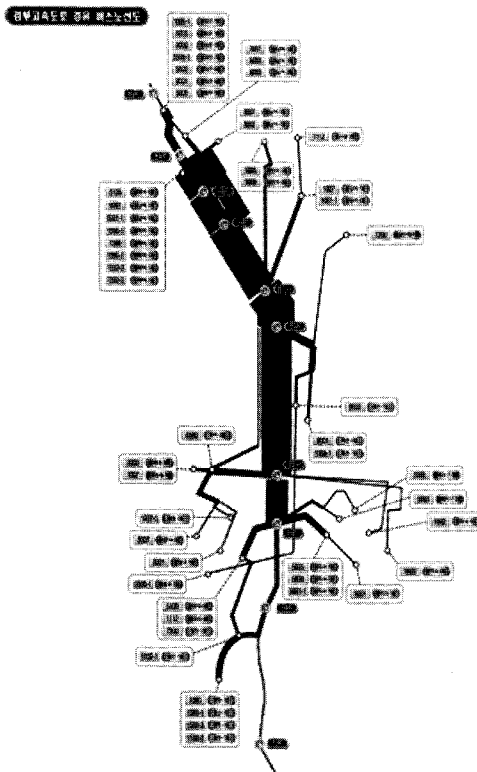


3. 경기도 ~ 서울간 버스노선 조정/HOT Lane 검토

현재 한남대교 남단~오산 IC 구간까지 한 차로를 버스전용차로로 할당할 경우 시간단축을 위해 승용차 수요가 버스로 전환하고자 하는 수요가 발생할 것이다. 현재 최대 버스교통량을 578대/시이며 용량을 900대/시라고 볼 때 322대/시의 여유가 있다. 승용차 수요에서 버스수단으로 전환하는 량도 최대 14.6%로 분석되었다. 따라서 경기도 광역버스 노선 조정 협의가 필요할 것이다. 버스노선 조정이 잘 안될 경우 HOT Lane으로 활용하는 방안도 장기적으로 검토할 필요가 있다.

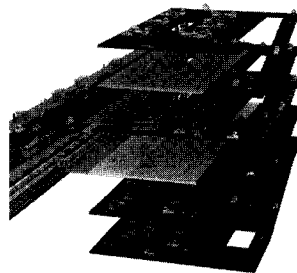
(단위: 대/시)

구분	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
7-8시	1,169	982	1,292	1,240	1,467	1,655	1,310	1,499	1,169	877
8-9시	1,246	1,058	1,321	1,244	1,484	1,651	1,268	1,485	1,173	880
9-10시	1,027	855	1,125	1,058	1,271	1,420	1,115	1,296	1,021	766
13-14시	1,357	1,211	1,518	1,464	1,523	1,743	1,442	1,758	1,498	1,124
14-15시	1,464	1,298	1,604	1,521	1,580	1,790	1,491	1,811	1,521	1,141
15-16시	1,381	1,200	1,506	1,409	1,480	1,679	1,367	1,693	1,390	1,043
16-17시	1,354	1,189	1,488	1,382	1,447	1,629	1,430	1,757	1,491	1,118
17-18시	1,316	1,139	1,417	1,344	1,444	1,656	1,394	1,723	1,469	1,102
18-19시	1,047	869	1,133	1,076	1,235	1,393	1,193	1,458	1,203	902



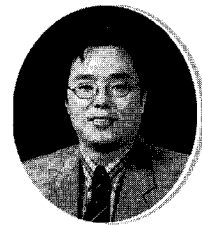
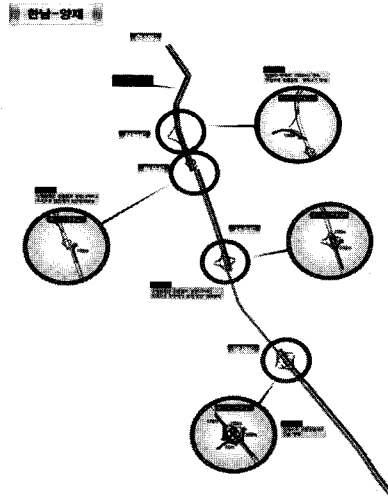
4. 광역교통 환승센터 건립 및 주요 IC진출 램프미터링 실시

광역교통수요밀집 지역인 분당·수지·죽전에 광역 교통환승센터 건립을 검토할 필요가 있다. 죽전환승센터는 신분당선 연장선의 전철역의 위치를 고려하여 가급적 동일한 지점에 설치해야 한다.



5. 주요 IC진출 램프미터링 실시

IC주변도로의 교통체증으로 고속도로 본선까지 대기행렬이 발생하는 IC 위주로 진출 램프미터링을 검토할 필요가 있다. 버스통행이 많은 반포 IC에는 고가 램프를 건설을 검토할 필요가 있고, 하행방향으로 서초IC 진출시 신호램프미터링을 검토해야 할 것이다. 하행방향으로 양재IC 진출시에는 하부도로와 접속되는 도로를 일방향 통행하는 방안도 검토할 필요가 있다.



김시곤