

ITS 사업 효과 증진을 위한 교통수요관리방안 평가

Estimation of Transportation Demand Management Program for ITS

류승기

(한국건설기술연구원, 선임연구원)

변상철

(한국건설기술연구원, 선임연구원)

김창현

(한국건설기술연구원, 연구원)

김기수

(한국건설기술연구원, 연구원)

Key Words : ITS, 교통수요관리방안, 수단선택모형, 교통지표, 환경영향지표, 상호관계

목 차

I. 서 론

II. 교통수요 관리방안의 평가지표

1. 교통지표

2. 환경 영향지표

III. 사례적용 및 분석

1. 단일 방안별 효과 비교

2. 조합 방안별 효과비교

IV. 결론

I. 서 론

1980년대 후반부터 교통수요 관리에 대한 관심이 높아져, 서울의 경우 88년 서울올림픽 차량 2부제, 성수대교붕괴로 인한 차량 10부제, 남산의 1, 3호 터널 혼잡통행료 징수, 주행세, 기업체 교통수요 관리, 대중교통 환승의 편의 시설개선 등으로 시행되고 있다. 더욱이 최근 들어 대기환경 오염문제, 가용토지의 고갈, 경제위기 극복 후 급격한 차량의 증가로 인한 극심한 교통혼잡 등으로 인한 교통시설의 효율적인 활용 및 교통수요관리에 대한 의존도는 그 어느 때보다도 증폭되고 있는 현실이다. 이러한 사업은 전통적인 교통수요관리방안(TDM)과 최근의 ITS사업을 들 수 있다. 최근 구축되어 시행중인 ITS 사업의 경우 정체, 돌발상황, 기상상황 등을 이용자에게 알려줌으로써 도로의 효율을 극대화 하고자 하는 사업이다. 이러한 사업의 효과를 증진하기 위해서는 교통수요 관리방안의 병행 시행이 무엇보다도 중요하다. 하지만 이러한 교통수요 관리에 대한 관심과 적용 사례가 높아짐에도 불구하고 교통수요 관리의 다양한 방안들의 효과와 2개 방안의 동시 적용시 효과에 대한 불확실성으로 교통수요관리 정책 적용시 적절한 대안의 선정이 어려운 실정이다.

따라서 본 연구에서는 교통수요 관리방안의 효과를 평가할 수 있는 지표를 선정하여 청주시를 대상으로 방안별 효과를 비교하고 2개 방안의 조합시 나타나는 효과를 통하여 조합되는 방안간의 상호관계를 규명하고자 한다.

II. 교통수요 관리방안의 평가지표

교통수요 관리방안의 효과를 평가할 수 있는 지표로서 본 연구에서는 크게 교통의 여건, 즉 현 교통상황이 가지고 있는

문제점을 판단하고 평가하는 교통지표와 연료소비량과 이에 따른 대기오염물질 배출량을 비교하는 환경 영향지표의 두 가지로 구분한다.

1. 교통지표

본 연구에서 선정한 교통지표는 먼저 기존 연구에서 일반적으로 사용한 차량 주행거리, 차량 주행시간, 평균속도를 $EMME/2$ 의 노선배정 결과를 바탕으로 사용하는데, 평균속도는 각 도로의 길이에 따른 보정된 공간평균속도를 사용한다. 둘째로, 도시내 간선도로와 교차로가 있는 단속류를 분석하는데 사용되는 통행시간을 기반으로 하는 통행지체, 통행률, 지체율의 지표는 도시 전체나 도로 유형별로 구분한 그룹에 맞도록 각 링크별 속성의 합으로 산출하며, 통행지체는 교통량에 의한 영향이 크므로 본 연구에서는 링크교통량에 대한 가중치를 부여하여 차량당 통행지체를 산출하고 비교하며, 통행률과 지체율은 도로망 유형에 따른 허용속도의 차이를 고려하여 각 링크별 특성에 맞도록 산출하여 적용한다. 셋째로, 텍사스 교통연구소에서 개발하여 미국 도시별 교통여건을 판단하는 지표로 사용되어 온 혼잡지수(RCI)와 통행지수(TRI)를 사용하는데, 본 연구에서는 도로 유형별 구분 적용을 위하여 기존의 식에 링크별 서비스용량을 차등 적용하여 산출한다.

마지막으로, 본 연구에서 개발한 지표로서 시간을 기반으로 한 속도와 교통량을 모두 고려한 속도-교통량지수(η)를 적용한다. 이는 일반적인 서비스수준을 판정하는 V/C비에 속도요소를 추가하여, 교통량과 통행시간을 모두 고려하며 교통류가 가지는 특성인 교통량, 속도, 밀도 사이의 관계를 포함한다.

2. 환경 영향지표

먼저 연료 소비량은 침두시 도시내에서 소비한 연료 또는 기능적으로 구분된 도로 유형에 따라 소비한 연료를 구할 수 있는데, 본 연구에서는 승용차와 버스의 운행 비율을 기준으로 한국개발연구원에서 고속도로 시험운행을 통해 얻은 연료 소모량과 속도와의 관계식을 이용하여 승용차의 휘발유와 버스의 경유 소비량을 다음의 식과 같이 산출한다.

$$\text{대형버스 } Lb = 1.061 \times (0.02476 + 3.492/V + 0.00001277 \times V^2) \dots (1)$$

$$\text{승용차 } Lc = 1.224(0.02882 + 0.910/V + 0.000003828 \times V^2) \dots (2)$$

여기서, 단위 : l/km

V : 속도

위의 식은 고속도로를 기준으로 한 관계식으로서 일반국도에 대한 고속도로의 연비 향상률을 고려하는데, 본 연구에서 적용한 차종에 따라 승용차와 버스로 구분하며 소형, 중형, 대형으로 구분된 승용차의 연비 향상률을 평균하여 다음의 표와 같이 적용한다.

<표 1> 일반국도에 대한 고속도로의 연비 향상률

구 분	승용차	버스
평균 연비 향상률 (%)	22.4	6.1

다음으로 연료 소비량에 따른 오염물질 배출량은 총 차량의 배기가스 배출량을 기준으로 산출하며, 본 연구에서는 다음의 <표 2>와 같이 국립환경연구원에서 연구한 배출계수를 바탕으로 구분된 오염원별 배출량을 산출한다.

<표 2> 오염물질 배출량 산정식 (단위 : g/km)

구 분	승용차	버스
일산화탄소(CO)	$4.63973v^{-0.455248}$	9.97
탄화수소(HC)	$1.890441v^{-0.863331}$	1.34
질소산화물(NOx)	$-4.75824E^{-5}v^3 + 0.0043217v^2 - 0.120921v + 1.26126$	11.90
미세먼지(PM10)	-	1.93

III. 사례적용 및 분석

본 연구에서는 청주시 2002년 가로망 체계를 토대로 EMME/2를 이용하여 네트워크를 구축하며, 적용한 교통량은 2000년 청주시 교통정비 중기계획에서 조사된 사람통행실태 조사를 바탕으로 예측한 2002년 O/D를 반영하여 현재 청주시 교통여건을 분석하고, 선호의식 조사를 통한 교통수요 관리방안의 적용에 따라 조정되는 O/D를 산출하여 분석한다.

수많은 교통수요 관리방안 중에서 적용시 고려하는 선정 기준은 방안의 효과성, 수단집행의 부담성, 집행의 용이성, 정치적 수용성의 4가지로 삼고 있으나, 본 연구에서는 방안의

적용시 변화하는 교통수요를 예측할 수 있는 통행시간 및 통행비용과 같이 계량화된 결정변수의 적용이 가능한 5부제 운행, 150대/시 이상 노선의 버스전용차로 시행, 승차요금 300원의 버스보조금 지원, 도심의 구간별 1,000원의 혼잡통행료 징수, 리터당 400원의 환경주행세 징수, 출근통행자 200원/시 및 비출근 통행자 2,000원/시의 주차요금 징수, 침두시 교통량의 50% 분산을 통한 침두시간 조정의 7가지 방안에 대하여 적용하여 선호의식조사를 통한 수단분담률을 예측하여 교통수요를 예측한다.

1. 단일 방안별 효과 비교

교통지표를 통한 각 방안별 효과를 다음의 <표 3>에서 살펴보면 전반적인 지표에서 버스전용차로의 시행이 가장 높은 개선효과를 보이고 있다. 하지만 구간선도로의 경우는 침두시간 조정의 효과가 가장 크게 나타나는데, 이는 연구에 사용된 교통량이 침두시를 기준으로 하여 침두시 출근 통행자의 구간선도로 이용률이 높는데 기인한다. 또한 각 방안별 효과가 버스전용차로 시행, 침두시간 조정, 주차요금 징수, 부제운행의 순으로 나타나, 일인승용차 이용자의 다른 수단으로의 전환에 속하는 방안(대체수단 이용 장려, 법적·제도적 승용차 이용억제, 경제적인 방법을 이용한 승용차 이용의 감소)이 가장 효과적임을 알 수 있다.

적용된 지표별 분석을 살펴보면, 기존의 평가지표로서 많이 사용해 온 차량주행거리(VKT)나 차량주행시간(VHT)의 경우 구간선도로에서만 높은 수치를 보이고 있는데, 이는 VKT나 VHT가 교통량에 직접적인 영향을 받기 때문으로 교통여건을 분석할 때 적합하지 않은 것으로 보여진다. 평균속도의 경우는 VKT와 VHT를 제외한 다른 지표와 비슷한 결과를 보이고 있어 평가지표로서 적합하다고 할 수도 있으나, 구간선도로가 다른 도로보다 통행속도가 높은 것이 일반적이기 때문에 다른 지표와 같이 구간선도로가 다른 도로에 비하여 좋은 결과를 보이는 것만으로는 판단할 수가 없다.

또한 총 통행지체의 경우 구간선도로부터 국지도로까지 비슷한 지체를 보이고 있으나, 차량당 지체에서는 구간선도로에서 11초/대 전·후의 지체를 보이고, 국지도로에서는 22~26초/대의 지체를 보여 교통여건을 판단하는 기준으로서, 총 통행지체보다는 차량당 지체가 적당하다고 볼 수 있다. 다음으로 혼잡지수는 버스전용차로 시행시 구간선도로에서 주목할 만한 개선효과를 보이는데, 이는 버스전용차로가 구간선도로에 적용되어 승용차 이용 가능도로의 감소로 인한 용량대비 교통량 감소에 따른 것이다.

마지막으로 본 연구에서 개발한 속도-교통량지수(η)를 살펴보면, η 의 산정식에 V/C비와 같은 교통량과 용량의 비가 이용되지만, V/C비와는 다르게 값이 클수록 좋은 값을 보인다. η 에서 나타나는 큰 값은 이용 가능한 교통시설(도로)을 최대한 이용한다는 것이며, 속도도 최대속도에 근접하여 교통효율이 커진다는 결과로서, η 가 교통여건을 반영하는 평가지표로서 적합하다고 판단된다.

<표 3> 단일 방안의 효과비교

VKT (대·km)	도시전체	주간선도로	보조간선도로	집산도로	국지도로
현재	501,589	296,226	88,573	59,000	57,79
부제은행	414,071	244,836	73,411	49,165	46,659
버스전용차로	363,051	211,923	67,416	43,130	40,583
버스보조금	481,071	284,485	84,898	56,141	55,546
VKT (대·km)	도시전체	주간선도로	보조간선도로	집산도로	국지도로
혼잡통행료	433,389	250,665	81,552	51,460	49,712
환경주행세	478,435	283,140	84,477	55,485	55,332
주차료징수	409,000	241,811	72,524	48,628	46,037
침투시간조	404,101	238,899	71,722	48,024	45,456
VHT (대·hr)	도시전체	주간선도로	보조간선도로	집산도로	국지도로
현재	11,941	5,919	2,479	1,727	1,816
부제은행	9,669	4,851	2,031	1,422	1,365
버스전용차로	8,477	4,232	1,841	1,224	1,180
버스보조금	11,393	5,669	2,369	1,631	1,725
혼잡통행료	10,125	4,941	2,227	1,494	1,462
환경주행세	11,323	5,641	2,357	1,610	1,715
주차료징수	9,534	4,785	2,002	1,404	1,343
침투시간조	9,411	4,725	1,979	1,383	1,324
평균속도 (kph)	도시전체	주간선도로	보조간선도로	집산도로	국지도로
현재	37.96	47.27	36.23	34.93	34.84
부제은행	38.25	47.53	36.46	35.19	35.22
버스전용차로	38.34	47.40	36.61	35.39	35.27
버스보조금	38.04	47.32	36.28	35.04	34.91
혼잡통행료	38.14	47.10	36.46	35.12	35.18
환경주행세	38.05	47.33	36.28	35.07	34.92
주차료징수	38.28	47.56	36.49	35.21	35.24
침투시간조	38.29	47.59	36.50	35.24	35.25
통행지체 (초)	도시전체	주간선도로	보조간선도로	집산도로	국지도로
현재	15,221	3,615	4,094	3,668	3,844
부제은행	14,623	3,567	4,018	3,456	3,583
버스전용차로	14,525	3,606	3,969	3,408	3,542
버스보조금	15,099	3,603	4,071	3,641	3,784
혼잡통행료	14,863	3,639	4,103	3,517	3,604
환경주행세	15,085	3,602	4,069	3,634	3,779
주차료징수	14,592	3,560	4,007	3,451	3,575
침투시간조	14,574	3,555	4,002	3,445	3,571

지체 (초·대)	도시전체	주간선도로	보조간선도로	집산도로	국지도로
현재	14.82	11.15	18.05	16.98	26.23
부제은행	14.09	10.88	17.49	16.49	22.62
버스전용차로	14.03	11.09	17.09	15.69	22.35
버스보조금	14.64	11.08	17.90	16.70	25.71
지체 (초·대)	도시전체	주간선도로	보조간선도로	집산도로	국지도로
현재	14.82	11.15	18.05	16.98	26.23
부제은행	14.09	10.88	17.49	16.49	22.62
버스전용차로	14.03	11.09	17.09	15.69	22.35
버스보조금	14.64	11.08	17.90	16.70	25.71
혼잡통행료	14.19	10.89	17.28	16.54	22.93
환경주행세	14.61	11.07	17.88	16.63	25.60
주차료징수	14.03	10.84	17.39	16.42	22.48
침투시간조	13.99	10.82	17.36	16.34	22.42
통행량 (초·km)	도시전체	주간선도로	보조간선도로	집산도로	국지도로
혼잡통행료	76.51	73.09	84.01	80.38	69.86
환경주행세	77.16	72.82	82.68	82.95	71.89
주차료징수	75.56	72.52	82.15	79.11	69.63
침투시간조	75.52	72.49	82.12	79.06	69.59
지체량 (초·km)	도시전체	주간선도로	보조간선도로	집산도로	국지도로
현재	31.45	25.64	34.65	35.45	31.68
부제은행	30.22	25.30	34.00	33.40	29.52
버스전용차로	30.01	25.58	33.59	32.94	29.18
버스보조금	31.20	25.56	34.46	35.19	31.18
혼잡통행료	30.71	25.82	34.72	34.00	29.70
환경주행세	31.17	25.55	34.44	35.13	31.14
주차료징수	30.15	25.25	33.91	33.35	29.46
침투시간조	30.11	25.22	33.87	33.30	29.42
혼잡률 지수	도시전체	주간선도로	보조간선도로	집산도로	국지도로
현재	1.04	0.89	0.88	0.92	1.48
부제은행	0.85	0.74	0.73	0.77	1.17
버스전용차로	0.99	0.86	0.84	0.87	1.39
버스보조금	0.88	0.70	0.79	0.81	1.24
혼잡통행료	0.99	0.85	0.84	0.86	1.39
환경주행세	0.99	0.85	0.84	0.86	1.39
주차료징수	0.84	0.73	0.72	0.76	1.15
침투시간조	0.83	0.72	0.71	0.75	1.14

통행률 지수	도시전체	주간선도로	보조간선도로	집산도로	국지도로
현 재	1.68	1.54	1.72	1.74	1.77
부제은행	1.67	1.54	1.70	1.73	1.74
버스전용차로	1.66	1.54	1.70	1.72	1.73
통행률 지수	도시전체	주간선도로	보조간선도로	집산도로	국지도로
버스보조금	1.68	1.54	1.71	1.74	1.77
혼잡통행료	1.67	1.55	1.70	1.73	1.74
환경주행세	1.68	1.54	1.71	1.73	1.76
주차료징수	1.66	1.53	1.70	1.73	1.73
침두시간조정	1.66	1.53	1.70	1.73	1.73
속도·교통량지수	도시전체	주간선도로	보조간선도로	집산도로	국지도로
현 재	1.13	1.33	1.05	1.08	0.96
부제은행	0.96	1.11	0.89	0.94	0.82
버스전용차로	0.88	1.07	0.82	0.84	0.71
버스보조금	1.08	1.27	1.01	1.03	0.93
혼잡통행료	0.99	1.11	0.95	0.98	0.86
환경주행세	1.08	1.27	1.01	1.02	0.93
주차료징수	0.95	1.10	0.88	0.93	0.81
침두시간조정	0.94	1.08	0.87	0.92	0.80

환경영향 지표의 분석결과는 다음의 <표 4>, <표 5>와 같은데 먼저 연료 소비량을 살펴보면, 교통지표와 마찬가지로 버스전용차로 시행에서 개선효과가 가장 크게 나타나고 있음을 알 수 있다.

<표 4> 각 방안별 연료 소비량

휘발유 (ℓ/시)	도시전체	주간선도로	보조간선도로	집산도로	국지도로
현 재	32,218	18,478	5,753	3,870	3,793
부제은행	26,553	15,269	4,761	3,218	3,053
버스전용차로	23,269	13,218	4,367	2,819	2,655
버스보조금	30,887	17,745	5,512	3,679	3,644
혼잡통행료	27,809	15,638	5,289	3,370	3,254
환경주행세	30,716	17,661	5,485	3,635	3,630
주차료징수	26,224	15,080	4,702	3,183	3,012
침두시간조정	25,907	14,898	4,650	3,142	2,974
경유 (ℓ/시)	도시전체	주간선도로	보조간선도로	집산도로	국지도로
현 재	9,096	4,659	1,661	1,137	1,116
부제은행	7,469	3,839	1,371	942	894

버스전용차로	6,538	3,328	1,255	823	776
버스보조금	8,712	4,472	1,591	1,079	1,071
혼잡통행료	7,833	3,951	1,523	988	953
경유 (ℓ/시)	도시전체	주간선도로	보조간선도로	집산도로	국지도로
환경주행세	8,662	4,451	1,583	1,066	1,067
주차료징수	7,374	3,790	1,353	932	881
침두시간조정	7,283	3,743	1,338	919	870

하지만 교통지표에서 주간선도로의 경우 침두시간조정이 보다 좋은 속도향상을 보이고 있는 것과는 달리 모든 도로체계에서 버스전용차로의 시행이 가장 큰 개선효과를 보이고 있는데, 이는 연료소비량을 산출하는데 적용되는 변수가 속도 이기는 하지만 연료소비량이 교통량에 크게 영향을 받는 이유로 교통지표의 VKT와 VHT와 같은 형태의 결과를 보여주고 있는 것이다.

대기오염물질 배출량의 경우도 다음의 <표 5>에서 알 수 있듯이 연료소비량과 같은 결과를 보이고 있다.

<표 5> 각 방안별 대기오염물질 배출량

CO (g/시)	도시전체	주간선도로	보조간선도로	집산도로	국지도로
현 재	544,516	319,083	96,322	64,251	62,941
부제은행	449,382	263,679	79,814	53,526	50,796
버스전용차로	393,976	228,253	73,284	46,945	44,178
버스보조금	522,203	306,426	92,321	61,130	60,491
혼잡통행료	470,396	270,041	88,666	56,028	54,122
환경주행세	519,336	304,976	91,862	60,414	60,258
주차료징수	443,868	260,415	78,847	52,940	50,118
침두시간조정	438,543	257,274	77,974	52,281	49,485
HC (g/시)	도시전체	주간선도로	보조간선도로	집산도로	국지도로
현 재	104,087	57,711	18,648	12,567	12,320
부제은행	85,726	47,630	15,425	10,447	9,912
버스전용차로	75,110	41,256	14,147	9,148	8,617
버스보조금	99,768	55,409	17,866	11,945	11,833
혼잡통행료	89,804	48,884	17,136	10,942	10,564
환경주행세	99,213	55,145	17,778	11,803	11,786
주차료징수	84,660	47,032	15,235	10,331	9,778
침두시간조정	83,633	46,458	15,065	10,200	9,654

NO _x (g/시)	도시전체	주간선도로	보조간선도로	집산도로	국지도로
현 재	730,423	399,455	128,533	85,212	83,433
부제은행	603,104	328,359	106,602	71,086	67,470
NO _x (g/시)	도시전체	주간선도로	보조간선도로	집산도로	국지도로
버스전용차로	528,813	284,984	97,937	62,407	58,685
버스보조금	700,590	383,250	123,221	81,123	80,218
혼잡통행료	631,200	339,234	118,423	74,381	71,872
환경주행세	696,757	381,383	122,609	80,183	79,913
주차료징수	595,726	324,044	105,323	70,313	66,576
침두시간조정	588,595	319,940	104,162	69,449	65,737
PM10 (g/시)	도시전체	주간선도로	보조간선도로	집산도로	국지도로
현 재	96,807	57,172	17,095	11,387	11,154
부제은행	79,916	47,253	14,168	9,489	9,005
버스전용차로	70,069	40,901	13,011	8,324	7,832
버스보조금	92,847	54,906	16,385	10,835	10,720
혼잡통행료	83,644	48,378	15,740	9,932	9,594
환경주행세	92,338	54,646	16,304	10,709	10,679
주차료징수	78,937	46,670	13,997	9,385	8,885
침두시간조정	77,992	46,108	13,842	9,269	8,773

2. 조합 방안별 효과비교

방안들의 여러 환경에 따른 적용 가능성뿐만 아니라 교통 수요관리가 그 효과를 극대화하기 위해서는 방안들간의 상관관계를 철저히 분석하여 방안들의 조합을 구성할 필요가 있다. 여러 방안들을 최적으로 조합할 수 있을 때, 총체적인 효과를 극대화할 수 있는 것이다.

각각의 수요관리 방안들은 상승관계(synergic), 중립관계(neutral), 상충관계(non-complimentary)의 3가지 측면에서 서로간의 관계를 설정해 볼 수 있다. 따라서 적용한 7개 방안을 가능한 21개의 조합으로 작성하여 적용한다. 분석결과 버스전용차로 시행과 주차료징수의 조합에서 가장 큰 효과가 나타나고 있는데, 앞서 단일 방안별 효과분석에서는 버스전용차로 시행, 침두시간 조정, 주차료 징수의 순으로 적용효과가 나타나 버스전용차로 시행과 침두시간 조정의 조합이 가장 좋은 효과를 보이라는 일반적인 기대와는 다른 결과를 보이고 있다.

하지만 이러한 결과는 다음과 같이 해석이 가능하며, 합리적인 결과로 볼 수 있다. 버스전용차로의 시행은 해당 노선의 승용차가 이용할 수 있는 도로의 용량을 감소시켜 통행자의 승용차 이용을 포기하고 버스로의 전환을 유도하지만, 동시에 침두시간이 조정되면 침두시 통행수요 감소에 대한 상대적인

승용차 이용도로의 용량증가로 효과가 감소한다. 반면에 버스전용차로를 시행하는 가운데 주차료징의 징수는 버스의 서비스 개선과 승용차 이용자에 대한 비용부담 증가로 통행자로 하여금 더욱더 승용차 이용을 포기하도록 강요하는데 그 이유가 있다. 이와 같은 결과는 다음의 <표 6>에서 비교할 수 있다.

<표 6> 조합 방안의 효과순위

순 위	1	2	3	4	5	6
결과치	②+⑥	②+⑦	②+④	⑥+⑦	②+⑤	④+⑥
이론치	②+⑦	②+⑥	①+②	②+④	①+⑦	⑥+⑦
순 위	7	8	9	10	11	12
결과치	②+③	①+②	④+⑦	①+⑥	①+⑦	①+④
이론치	①+⑥	④+⑦	②+⑤	④+⑥	②+③	①+④
순 위	13	14	15	16	17	18
결과치	⑤+⑦	⑤+⑥	③+⑦	③+⑥	①+⑤	①+③
이론치	⑤+⑦	③+⑦	⑤+⑥	③+⑥	①+⑤	①+③
순 위	19	20	21			
결과치	④+⑤	③+④	③+⑤			
이론치	④+⑤	③+④	③+⑤			

주) ①은 부제은행, ②는 버스전용차로, ③은 버스보조금, ④는 혼잡통행료, ⑤는 환경주행세, ⑥은 주차료징, ⑦은 침두시간조정.

단일 방안을 조합할 경우 그 효과는 단일 방안의 적용시보다 증가하는 것은 분명하지만, 각 방안들을 조합하여 적용할 때 나타나는 효과는 개별 방안이 적용되었을 때의 우선순위는 다르게 나타남을 앞에서 확인할 수 있으며, 이를 통하여 각 방안간의 상호관계를 <표 7>과 같이 규명할 수 있다.

<표 7> 각 방안의 상호관계

구 분	①+②	①+③	①+④	①+⑤	①+⑥	①+⑦
상호관계	×	△	△	△	×	×
구 분	②+③	②+④	②+⑤	②+⑥	②+⑦	③+④
상호관계	○	○	○	○	×	△
구 분	③+⑤	③+⑥	③+⑦	④+⑤	④+⑥	④+⑦
상호관계	△	△	×	△	○	×
구 분	⑤+⑥	⑤+⑦	⑥+⑦			
상호관계	○	△	○			

주 : ○는 상승관계, △는 중립관계, ×는 상충관계

IV. 결 론

본 연구의 결과 및 기대 효과는 다음과 같이 요약할 수 있다.

1. 단일 방안별 효과를 평가한 결과 버스전용차로의 시행이 VKT가 138,539km·대/시 감소하고, 평균속도는 0.38km/시가 증가하여 가장 효과적인 교통수요관리방안임을 알 수 있었고, 일인승용차 이용자의 다른 수단으로의 전환에 속하는 버스전용차로 시행, 첨두시간 조정, 주차요금의 징수, 부계은행 등이 다른 유형의 방안보다 큰 효과를 보여 청주시에 적용할 경우 우선적으로 선정할 방안으로 삼을 수 있다.
2. 평가지표별 분석결과 VKT와 VHT의 경우는 도시전체의 평가에는 가능하나 도로유형별 평가에는 부적절한 것으로 판단되며, 본 연구에서 개발한 속도·교통량지수(n)는 다른 지표와 같은 증감유형을 보여 평가지표로 적합한 결과를 얻었다. 또한 환경지표의 분석결과 연료소비량과 대기오염물질 배출량은 속도보다는 교통량에 더 많은 영향을 받아 이와 관련된 VKT 및 VHT 지표와 유사한 결과를 나타내어 세부적인 지표의 개발이 요구된다.
3. 각 교통수요관리방안의 조합에 대한 효과분석과 단일 방안별 효과분석의 비교를 통하여 방안 상호간의 관계를 규명한 결과 총 21개의 조합 중 7개 조합의 상승관계, 8개 조합의 중립관계, 6개 조합의 상충관계를 도출하였다. 이러한 방안간의 상호관계는 방안의 적용시 권장하거나, 피해야 할 방안간의 조합을 찾는 기준으로 삼을 수 있다.

참고문헌

1. 박병호 외, 청주시 도시교통정비 중기계획 및 연차별 시행계획, 청주시, 2001.
2. 오재학·박지형, 교통수요관리방안의 효과측정모형 개발연구(2단계), 교통개발연구원, 2001.
3. 이병송 외, 교통수요관리정책의 소득계층별 효과분석, 대한교통학회지 제14권 제1호, 1996.
4. 이상용 외, 선호도 조사를 이용한 교통수요전환을 산정연구, 교통개발연구원, 2000.
5. 황기연 외, 교통수요관리론, 청문각, 2001.
6. 황상규, 도시교통혼잡지표의 개발 및 활용방안(1단계), 교통개발연구원, 2002.
7. Kenneth A. Small, Urban Transportation Economics, Harwood Academic Publishers, 1992
8. A. Evans, "Road Congestion Pricing: A Rejoinder", Journal of Transport Economics and Policy, January 1993.
9. Ben-Akiva, M. and S. R. Lerman, Discrete Choice Analysis - Theory and Application to Travel Demand, The MIT Press, Cambridge, Mass, 1987
10. Ryoichi Sakano and Julian Benjamin, Evaluating effects of travel demand management in a medium-sized urban area, 2001
11. David Schrank, Shank and Tim Lomax, The 2002 Urban Mobility Report, Texas Transportation Institute, 2002