

고속도로 영업소 미터링 효과에 관한 연구

A Study of Expressway Tollbooth Metering Effect

임진원*
(Jin-Won Im)

윤재용**
(Jae-Yong Yoon)

이의은***
(Eui-Eun Lee)

김관민****
(Kwan-Min Kim)

요약

기후변화에 따른 전 세계적인 온실가스 감축 노력에 따라 교통 분야도 온실가스 배출량을 줄이는데 다양한 노력을 시도하고 있다. 그 중 온실가스의 주범인 차량의 배출가스는 차량의 지정체가 발생할수록 더 많이 발생하기 마련이다. 따라서 지정체를 줄이기 위한 방안으로 새로운 시설에 대한 공급과 기존 시설에 대한 관리를 들 수 있는데 최근에는 막대한 건설비용으로 인해 기존 시설에 대한 관리에 더 초점을 두고 있다. 그 중 교통수요관리정책에 대한 관심이 증대되고 있는 가운데 국내외적으로 연구가 전무한 고속도로 영업소 미터링에 대한 연구가 필요한 시점이다. 한국이나 일본처럼 고속도로를 유료로 운영하는 경우에 발생하게 되는 교통수요관리 정책으로, 본 연구에서는 영업소 미터링의 내용과 그 효과 및 이에따른 편익을 분석하였다. 특히 효과분석 도구로는 미시적 시뮬레이션 툴인 VISSIM을 이용하여 분석하였다. 녹색 교통 추진전략의 일환으로 추진되는 영업소 미터링은 주말 고속도로의 상습 정체 완화를 통한 교통소통 개선 및 탄소배출 저감 등에 기여할 것으로 전망됨에 따라 향후에도 효과를 극대화 할 수 있는 운영 방안 및 활성화 방안에 대한 지속적인 연구가 필요할 것으로 보인다.

Abstract

According to the worldwide efforts to reduce greenhouse gases consequent upon climatic change, the field of road traffic is also making diverse efforts to reduce the emissions of greenhouse gases. Among these, the exhaust gases from vehicles, the so-called main culprit of the greenhouse gases will take place the more as delay and tie-up of vehicles ever take place. Accordingly, as a scheme for reducing the delay & tie-up of vehicles, it's possible to bring up the idea of supply of new facilities and management of the existing facilities; recently, a lot more focus is being put on the management of the existing facilities due to enormous amounts of construction cost.

In the midst of growing concern for traffic demand management policy, it's about the time we should do research on the tollbooth metering on the expressway whose research is almost non-existent home and abroad. As a traffic demand management policy coming to happen in case of the management of pay expressway like Japan and Korea, this research analyzed the contents of tollbooth metering, its effect and its subsequent convenience. Especially as a tool for effect analysis, this research made an analysis using VISSIM-a micro-simulation tool. As the tollbooth metering promoted, as a part of green traffic promotion strategy, is expected to contribute to improvement in traffic flow and reduction in carbon emissions, etc. It seems that there needs to be continuous research work on the management plan & revitalization plan for maximization of its effect later as well.

Key words : Green house gas, tollbooth metering, transportation demand management, effect analysis, VISSIM

* 주저자 및 교신저자 : 명지대학교 교통공학과 석사과정

** 공저자 : 명지대학교 교통공학과 박사과정

*** 공저자 : 명지대학교 교통공학과 교수

**** 공저자 : 한국도로공사 교통처 교통관리팀장

† 논문접수일 : 2011년 2월 24일

† 논문심사일 : 2011년 4월 12일

† 게재확정일 : 2011년 4월 13일

I. 서 론

기후변화는 금세기 가장 심각하게 대두되는 문제 중 하나이다. OECD보고서에 따르면 1970년대 초반 이후로 전 세계 온실가스 배출량은 두 배나 늘었고, 2005년에 배출은 향후 반세기 동안 50% 이상 증가하게 되고, 2050년까지 전 세계 기온은 산업사회 이전 수준을 넘어 1.7°C에서 2.4°C까지 높아질 뿐만 아니라, 장기적으로는 4°C에서 6°C까지도 높아질 수 있다고 밝히고 있다[1].

이러한 상황 속에서 전 세계적으로 온실가스 배출을 줄이려는 노력을 하고 있는 가운데 온실가스 배출의 20%를 점유하고 있는 교통부문이 최우선 감축대상으로 논의되고 있다.

그러나 교통은 개인의 활동뿐만 아니라 국가 경제에도 큰 영향을 미치므로, 이러한 새 패러다임에 대응하기 위해 국가적으로 교통수요관리정책, 편리한 대중교통 체계 구축, 녹색교통 기술 개발 및 보급 등의 다양한 정책이 시도되고 있다. 그 중 도로 여객수송의 39%를 차지하는 고속도로에 대한 관리는 중요한 부분 중 하나이다. 특히 대도시권의 경우 고속도로 지정체 구간의 증가 추이가 연평균 7.4% 이르며, 그로 인한 온실가스 배출량도 매년 증가하고 있다.

고속도로 지정체의 원인으로는 도로 스톱의 부족과 기존 도로의 운영 불합리화를 들 수 있다. 그러나 최근 도로에 대한 예산이 감소하고 있으며, 건설에도 막대한 비용이 들기 때문에 기존 도로의 운영 효율화에 대한 다양한 노력이 시도되고 있으며, 그 중 수요를 관리하는 미터링 시스템이 있다. 미터링 시스템에는 램프미터링과 톨 부스로의 진입을 조절하는 영업소 미터링이 있으며, 램프미터링 시스템은 이미 국외에서는 그 효과를 인정받아 널리 시행되고 있으나 [2], 영업소 미터링은 일본(램프폐쇄)을 제외하면 아직 미미한 실정이다.

최근 도로공사에서는 2010년 설 연휴에 영업소 미터링을 실시하여[3] 정체 지속시간을 8시간 단축하였으며, 2009년 추석의 경우 통행시간 및 차량운행비용이 약 13억원 절감되는 효과를 가져왔다. 그



〈그림 1〉 연구의 배경
(Fig. 1) Background of study

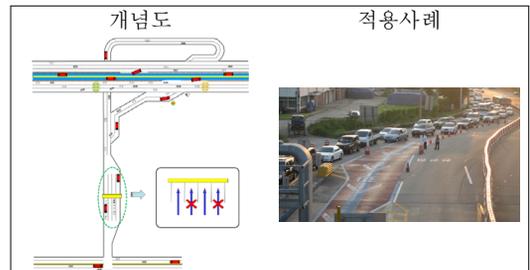
러나 아직까지 국내외 적으로 그 효과가 검증되지 않아 앞으로 많은 연구가 필요할 것으로 보이며, 이에 따라 본 연구에서는 영업소 미터링에 대한 효과를 분석하고자 한다.

II. 본 론

이 장에서는 영업소 미터링의 정의 및 시스템 구성의 형태 및 운영의 일반적인 절차를 살펴봄으로써 조절 기준을 두가지로 나누어 제시하고 사례분석을 통해 영업소 미터링의 효과에 대해서 살펴본다.

1. 영업소 미터링의 정의

영업소 미터링은 고속도로 폐쇄식 구간의 진입 영업소의 개방차로수를 조절하여(수동운영) 고속도로로 진입하는 교통량을 감소시켜 본선소통 및 안전을 극대화시키는 교통관리기법이다. 이는 해외에서 시행되고 있는 램프미터링과 유사한 것으로, 기존 시설을 활용한다는 측면에서 비용투입이 적다는 것이 가장 큰 장점이고 바로 시행할 수 있다는 장



〈그림 2〉 영업소 미터링의 개념도
(Fig. 2) Conceptual diagram for tollbooth metering

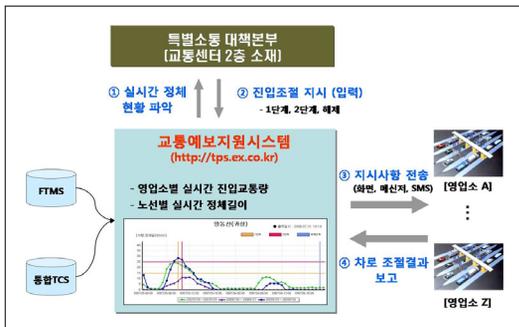
점과 함께 교통 혼잡이 악화되기 이전에 유입 교통 수요를 적절히 조절함으로써 본선 정체를 완화하는 효과가 있으나, 방향별 제어가 불가능하여 소통이 원활한 구간으로 진행되는 차량도 통제될 수 있다는 단점을 지니고 있다[4].

2. 영업소 미터링의 시스템 구성

영업소 미터링은 영업소 진입조절 자동화 시스템에 의하여 의사결정 정보를 지원하고, 명절 등 연휴 기간에 운영하는 특별대책본부의 지시에 따라 해당 영업소의 진입 차로수(1단계, 2단계)를 조절하게 된다. 이후, 지속적으로 교통량과 정체 길이 등을 모니터링 하여 변경사유가 발생할 경우 즉시 진입 조절 단계를 상향하거나 해제함으로써 최적의 본선 교통흐름을 유지하도록 한다. 이와 같은 시스템의 운영 절차는 <표 1>과 같다. 또한 시스템의 흐름은 <그림 3>과 같고[5], 미터링의 방법은 <그림 4>와 같다.

<표 1> 시스템 운영절차
<Table 1> System operating procedures

절 차	내 용
실시간 정체 현황 파악	- 고속도로 본선의 서행/정체 길이를 실시간으로 수집, 분석
진입조절 지시	- 조절 시간/단계/대상영업소 입력
지시사항 전송	- 교통예보지원시스템/도로공사 메신저/휴대폰SMS 전송
차로 조절 결과 보고	- 해당 영업소 조절내용 입력 및 보고



<그림 3> 시스템 흐름도
<Fig. 3> System flowchart



<그림 4> 영업소 미터링의 방법
<Fig. 4> Method of tollbooth metering

3. 영업소 미터링 조절기준

조절기준은 크게 두가지로 나눌 수 있는데, 본선의 서행길이에 따른 조절, 본선 속도에 따른 기준으로 분류된다.

◦ 정체 길이에 따른 조절 : 정체 길이와 진입 교통량은 명절 및 휴가와 요일 특성에 따라 일정한 패턴을 나타내게 되는데, 특히 명절의 경우 명절 당일 기준 D-1일과 D+1에 정체 길이 및 교통량 증가가 두드러지게 나타나며, 그 중에서도 특정 시간대에 집중되는 패턴을 보이고 있다.

이러한 과거의 정체 길이와 교통량 증가 패턴을 이용하여 당일 발생한 정체 길이와 교통량의 증감 흐름을 추정할 수 있으며, 이를 바탕으로 진입교통량 조절 시점을 판단할 수 있다.

◦ 본선 속도에 따른 기준 : 차량 주행 속도는 고속도로에 설치된 VDS(Vehicle Detection System, 차량검지 시스템)를 통해 수집하며, 그 속도를 기준으로 정체 현황을 파악하게 된다.

현재 국내의 많은 교통관리센터에서는 평균 통행속도 기준으로 정체, 서행, 소통원활의 3단계로 실시간 교통소통 상태를 구분하고 있다. 한국도로공사의 경우 30~70km/h일 경우는 서행으로, 30km/h 미만일 경우는 정체로 규정하고 있다[6]. 따라서 이를 바탕으로 본선이 서행일 경우와 본선이 정체일 때를 1단계(서행)와 2단계(정체)로 구분하여 영업소 개방 차로수를 조절한다. 다만 VDS는 지점속도 정

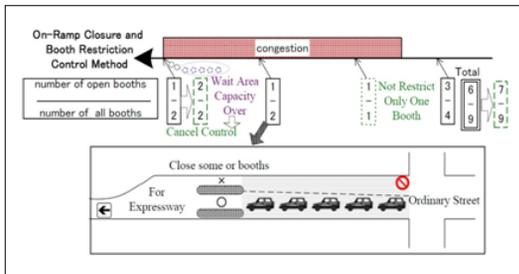
보이기 때문에 정체 길이 산정을 위해서는 지점정보를 구간정보로 변환하여야 하며, 일반적으로 앞, 뒤 VDS와의 중간 지점을 해당 VDS의 구간 길이로 활용하게 된다. 이러한 속도 기준으로 미터링 운영 시 이용자들의 이해가 용이하고 정체발생 이전단계에서 선제 대응이 가능하게 된다.

4. 적용 사례 연구

1) 일본

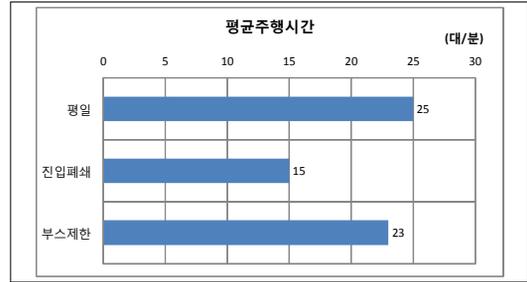
일본의 램프제어의 개념은 미국이나 유럽의 램프미터링 시스템과 비교할 때 목적은 동일하나 형식적인 면에서는 다소 차이가 있다. 일본에서의 램프제어는 크게 진입램프를 폐쇄하는 것과 영업소의 부스를 제한하는 방식으로 나누어진다.

특히 한신고속도로에서 이 두가지 방식으로 운영중에 있으며, 정체길이에 따라 5단계로 나누어 정체등급을 구분하며, 각 등급에 따라 영업소 가장 끝 부스를 열거나 폐쇄하여 진입 교통량을 제한한다<그림 5>[7].



<그림 5> 일본 한신고속도로 진입제어방식
(Fig. 5) Hanshin Expressway metering system

일본의 한신고속도로 공단의 발표에 의하면, 위의 진입제어 방식들을 수행한 결과 고속도로의 혼잡이 크게 감소한 효과를 가져왔다. 예를 들어 풍중 - 후쿠시마간 8.7km 구간에 진입폐쇄방식을 적용한 결과 <그림 6>에서 처럼 평균 통행시간은 25분에서 15분으로 10분 이 줄어서 통행시간이 40%가 감소하였다. 또한 이 구간에서 부스제한방식을 시행한 결과 진입폐쇄만큼의 효과는 없었지만 어느 정도 정체를 완화하는 것으로 나타났다[8].



<그림 6> 진입조절에 따른 평균주행시간
(Fig. 6) Comparison of average travel time for each entry control method

2) 한국

2008년 추석이후, 명절 연휴기간 중 집중되는 교통량을 원활히 처리하기 위해 영업소 진입교통량을 조절 시행중에 있다. 특히 최근에는 기존 명절에 운영했던 것을 주말까지 확대하여 시범운영을 실시하였다. 대상구간은 경부고속도로, 서해안고속도로, 영동고속도로, 중부고속도로 4개노선 320km구간이며, 대상구간은 혼잡구간내 혹은 혼잡구간의 상류부에 위치한 영업소로 최대 진입교통량이 시간당 1200대 이하인 영업소를 제외한 총 33개소 (상/하행)이다.

한국도로공사의 경우, 본선의 서행 및 정체길이에 따라 2단계로 구분하여 진입조절을 시행하였으며, 노선별 서행길이가 20km 이상일 경우 1단계, 서행길이가 40km 이상 및 정체길이가 12km이상 이고 정체구간 비율이 30% 이상인 경우 2단계로 구분하였다.

한국도로공사의 분석에 의하면, 진입조절을 통해 서행길이는 최대 150km 단축되고 통행시간은 1.1 시간 단축되어 40억원/일의 편익발생하며, 서행구간

<표 2> 노선별 총 편익 (억원/6개월)
(Table 2) Route Total Benefit (KRW million /6months)

구 분	통행시간 편익	운영비용 편익	환경비용 편익	총편익
경부선	62.27	25.04	11.08	98.39
영동선	21.76	10.19	3.20	35.15
중부선	4.20	2.52	4.48	11.21
서해안선	△0.58	△0.23	1.22	0.41

〈표 3〉 노선별 총 효과분석 (6개월)
 〈Table 3〉 Route Total Effects (6months)

구 분		시행전	시행후	증감 (증감율)
경부선	통행속도(km/h)	67.9	75.4	7.5 (11%)
	교통량(대/시)	4805	4608	△197 (△4%)
서해안선	통행속도(km/h)	80.4	85.7	5.3 (7%)
	교통량(대/시)	2379	2288	△91 (△4%)
영동선	통행속도(km/h)	74.3	80.3	5.9 (8%)
	교통량(대/시)	4059	3856	△20 (△5%)
중부선	통행속도(km/h)	78.8	81.9	3.1 (4%)
	교통량(대/시)	2831	2524	△307 (△11%)

의 통행속도 향상에 따라 CO2 배출량은 최대 1,782 2톤이 저감되고 환경적 편익은 2억원/일이 발생하는 것으로 나타났다[9].

시행 6개월 분석 결과는 <표 2>와 <표 3>과 같다.

진입교통량 조절 대상 노선인 경부, 영동, 중부, 서해안 4개 노선은 시행전과 비교할 때 (145.16억원 /6개월)의 편익을 보임에 따라 효과가 있는 것으로 나타났으며 가장 큰 효과를 보인 경부선의 경우 교통량은 4.1%(4,805 → 4,608대/시)감소, 통행속도는 11%(67.9 → 74.4km/h) 증가한 것으로 나타났다[10].

이 결과에 따라 교통량과 속도의 관계로 고속도로의 용량을 초과하여 차량이 유입하게 되면 속도가 급격히 감소하기 때문에[11] 영업소 진입 교통량을 제어함으로써 대체적으로 본선 속도 증가의 효과가 있는 것을 확인할 수 있다.

Ⅲ. 효과분석

이 장에서는 효과분석 대상 구간을 선정하여 시뮬레이션을 진행하였다. 분석 시뮬레이션 프로그램은 VISSIM을 이용하였고 분석 결과에 따른 효과 및 경제성 분석을 시행하였다.

1. 분석방법론

VISSIM 프로그램은 형태기반 미시적 모의실험 모형으로써 교통류를 표현하는 Traffic Simulator(차량추종모형, 차로변경모형)와 Signal State Generator

로 구성되어 있으며 교통공학에서 널리 쓰이고 있다. 기하구조, 교통량, 차중구성 등 각종 입력 자료가 요구되며 프로그램 사용자들이 통행속도, 링크 평가 등 다양한 결과를 도출할 수 있다[12].

2. 대상 네트워크 설정

평소 교통수요가 많아 상습적인 정체가 발생하는 경부고속도로에 대해서 분석을 실시하였으며, 원활한 분석을 수행하기 위해 오산~안성구간을 선정했으며 네트워크 구성은 <그림 7>과 같이 현재의 기하구조를 그대로 반영하였고, 현재 시행중인 버스전용차로도 구현하였다.

3. 자료의 수집 및 정리

대상구간에 대한 시뮬레이션 분석을 실시하기 위한 기초자료로는 본선의 기하구조와 교통량이 있다. 오산~안성 구간에서 오산영업소의 미터링 시행에 따른 효과를 확인하기 위해 오산영업소의 기하구조를 기준으로 네트워크를 작성하였다. 구간 거리는 13.5km로 구성하였고 램프 교차 형태는 세갈래 교차의 트럼펫 형태이다. 지도의 항공사진을 이용하여 구축하였으며, 본선교통량은 한국도로공사의 검지기 자료를 기반으로 하였고 추가적으로 영업소 진입 교통량은 TCS(Toll Collection System) 자료를 기반으로 구축하였다. 영업소로 진입하는 차량 분포 형태는 오산영업소 앞 교차로 (원동 고가차도 사거리)의 신호 주기 및 현시에 따른 진입형



〈그림 7〉 VISSIM 네트워크의 설계
 〈Fig. 7〉 Design of VISSIM network

태로 구성하였으며 이를 바탕으로 TCS교통량을 정산하였다. 또한 영업소의 하이패스 차로 용량 1200대/시와 일반차로 용량 600대/시를 적용하여 톨부스에서 각각 3초와 6초가 지체되도록 구성하였다. 상하행 진입 비율은 한국도로공사의 영업소간 OD자료를 이용하여 입력하였다.

4. 분석방법

분석 대상구간인 오산 영업소에 대해 효과분석을 실시하였다. 분석 대상일자는 2010년 5월 15일(토)로 선정하였으며, 경부고속도로의 통행 특성상 토요일의 경우 하행(부산방향)이 상행(서울방향)보다 정체가 많이 발생하므로 하행(부산방향)에 대한 분석을 실시하였다.

본 연구에서는 현재 시행되고 있는 정체 길이에 따른 단계별 조절 기준으로 영업소 개방 차로수에 따른 분석을 실시하였다. 분석 시나리오는 한국도로공사 영업소 진입교통량 조절 시행 기준에 따라 영업소 미터링을 실시하지 않은 미시행과 1단계 진입조절을 실시한 시나리오 1, 2단계 진입조절을 실시한 시나리오 2로 구성하였다. 각 시나리오별 운영차로수는 <표 4>와 같다.

입력 교통량은 영업소 미터링을 미시행 시간인 09:00~11:00의 데이터의 평균 교통량을 사용하였으며, 그 내용은 <표 5>, <표 6>과 같다.

<표 4> 운영 차로수
<Table 4> Operation lane possibility

시 간	운영 차로수			
	평시	1단계	2단계	비 고
오 산	4	3	2	하이패스 1차로

<표 5> 입력 본선교통량
<Table 5> Volume on main line

시 간	본선교통량(대/시)	본선속도(Km/h)
09:00~10:00	6056	64.75
10:00~11:00	5737	52.75
평 균	5896	58.75

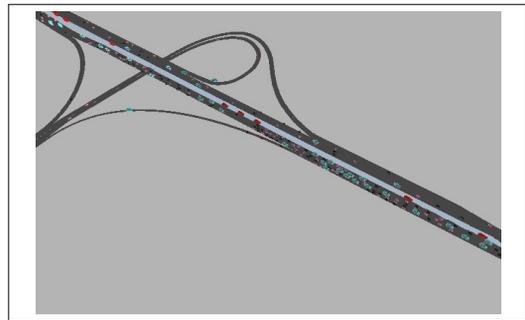
<표 6> 입력 TCS데이터
<Table 6> Input TCS data

시 간	TCS 교통량 (대/시)
09:00 ~ 10:00	1632
10:00 ~ 11:00	1674
평 균	1653

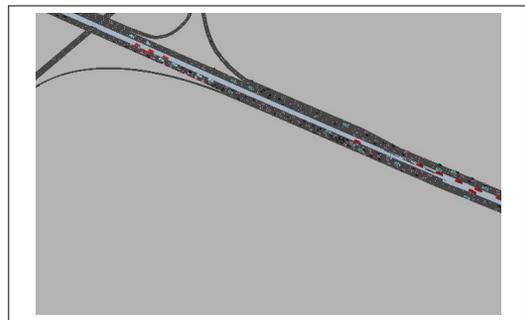
5. 분석결과

시뮬레이션 시간은 3600초로 분석하였고, <그림 8>, <그림 9>, <그림 10>과 같이 각 시나리오에 따라 시뮬레이터 상에 Random Seed를 5회씩 분석하였다.

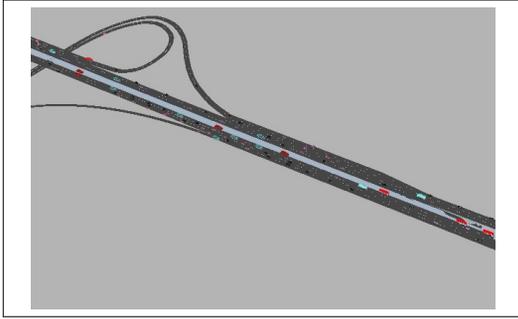
시뮬레이션을 통한 영업소 미터링 시행 전·후의 효과를 평가하기 위해 각 시나리오별로 산출된 통과교통량(veh/h) 및 공간평균속도(km/h)를 비교하여 효과를 제시하였으며 내용은 <표 7>, <표 8>과 같다.



<그림 8> 미시행시 분석화면
<Fig. 8> Non operation analysis picture



<그림 9> 시나리오1 분석화면
<Fig. 9> Scenario1 analysis picture



〈그림 10〉 시나리오2 분석화면
(Fig. 10) Scenario2 analysis picture

〈표 7〉 영업소 미터링 시행효과 - 본선
(Table 7) Tollbooth metering performance effect of main line

구 분	교통량 (대/시)	속도 (km/h)
미시행	6087	59
시나리오1	5931	61
시나리오2	5656	67

〈표 8〉 영업소 미터링 시행효과 - 영업소 진입부
(Table 8) Tollbooth metering performance effect of TCS

시 간	TCS 교통량 (대/시)
미시행	1557
시나리오1	1446
시나리오2	768

6. 경제성 분석

경제성 분석은 시나리오별 시뮬레이션 결과에 따라 변화한 본선 교통량 및 속도 데이터를 바탕으로 통행시간 절감 편익, 차량 운행비용 절감 편익, 환경비용 편익에 대해 분석하였다.

각 분석 원단위는 한국개발연구원(2007) 도로·철도 부문사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구[13]의 원단위를 시행날짜로 보정하여 사용하였다.

편익은 시행전 통행비용과 시행후 통행비용의 비교를 통하여 산출하였고 이때의 통행비용은 차량 운행비용과 시간가치비용, 환경비용을 토대로 산출하였으며 시간가치 및 비용 원단위는 차종별로 적

용하였다. 산출식은 <표 9>와 같다.

〈표 9〉 항목별 산정식
(Table 9) An itemized formula

구 분	산출식
차량운행비용	교통량(대) × 주행거리(km) × 운행비용원단위(원/km)
시간가치비용	교통량(대) × 주행시간(hr) × 시간가치원단위(원/대·hr)
환경비용	교통량(대) × 주행거리(km) × 환경비용원단위(원/km)

〈표 10〉 1단계 시행효과
(Table 10) 1st step performance effect

구 분	구간거리 (km)	통행속도 (km/h)	통행시간 (hr)	교통량 (대/시)
시행전	13.5	59	0.23	6087
시행후	13.5	61	0.22	5931
증 감	-	2	△0.01	△156

〈표 11〉 2단계 시행효과
(Table 11) 2nd step performance effect

구 분	구간거리 (km)	통행속도 (km/h)	통행시간 (hr)	교통량 (대/시)
시행전	13.5	59	0.23	6087
시행후	13.5	67	0.20	5656
증 감	-	8	△0.03	△431

〈표 12〉 1단계 시행 편익 (백만원/시)
(Table 12) 1st step performance benefit (KRW million/hr)

구 분	운행비용	통행비용	환경비용
시행전	54.24	26.46	13.48
시행후	50.41	24.94	12.08
편 익	3.83	1.52	1.40

〈표 13〉 2단계 시행 편익 (백만원/시)
(Table 13) 2nd step performance benefit (KRW million/hr)

구 분	운행비용	통행비용	환경비용
시행전	54.24	26.46	13.48
시행후	48.07	21.65	11.52
편 익	6.17	4.81	1.96

<표 10>과 <표 11>는 1단계 및 2단계 시행에 따른 통행속도 및 통행시간, 교통량의 증감 효과를 나타낸 것으로 두 시나리오 모두 통행속도 증가와 통행시간 및 교통량이 감소하는 시행 효과가 있었으며 2단계 시행시에는 미시행과 비교할 때 통행속도의 8km/h의 증가 및 교통량 431대/시가 감소하는 것으로 1단계 시행시와 비교할 때 더 확연한 효과가 나타났다.

<표 12>과 <표 13>은 1단계 및 2단계 시행에 따른 편익을 산출한 것으로 분석결과 1단계 시행시 6백만원/시의 절감효과가 나타났고, 2단계 시행시 12백만원/시의 절감효과가 나타났다.

두 시나리오 경제적 효과가 있는 것으로 나타났으며 시행효과와 마찬가지로 2단계 시행시에 더 많은 비용이 절감되는 것으로 나타나면서 경제성이 있는 것으로 분석되었다.

IV. 결론 및 향후 연구방안

교통시설 공급정책의 한계를 극복하기 위해 다양한 교통수요관리 정책이 연구·시행되고 있는 가운데 본 연구는 교통수요관리 정책 중의 하나인 영업소 미터링에 대해 효과분석을 실시하였다.

본 연구에서는 평소 교통수요가 많아 상습적인 정체가 발생하는 경부고속도로에 대해서 분석을 실시하였으며, 원활한 분석을 수행하기 위해 오산~안성구간에 대해 영업소 진입조절을 시행했을 경우와 미시행 했을 경우를 구분하여 시뮬레이션 프로그램(VISSIM)을 사용하여 각각의 본선 통과교통량과 통행속도를 비교하였다. 특히 영업소 진입조절을 시행했을 경우는 1단계와 2단계로 구분하여 각각의 단계에서 영업소 개방차로수에 따른 분석결과를 도출하였다.

분석결과, 영업소 진입조절을 시행하지 않았을 경우보다 영업소 진입조절을 시행했을 경우 교통량이 감소하였으며, 통행속도는 증가하였다. 특히, 통행속도의 경우 1단계를 시행했을 경우보다 2단계를 시행했을 경우 크게 증가하는 것으로 나타났다. 이것은 영업소 진입조절을 시행했을 경우 본선의 소

통에 도움을 주는 것으로 판단되며, 특히 2단계를 시행하게 될 경우 크게 개선될 가능성이 있음을 보여준다. 따라서 경우에 따라서는 주변 도로여건을 고려하여 현행 1단계→2단계의 진행이 아닌 곧바로 2단계로 시행하는 것도 필요할 것으로 판단된다.

또한, 영업소 미터링을 실시한 결과 진입램프로부터 형성된 차량군으로 인하여 생기는 본선상의 충돌을 줄이기 위해 사용되는 비제한적 미터링(Non-restrictive metering) 효과가 나타남이 확인되었다[14]. 이러한 비제한적 미터링의 효과는 첫째로 진입교통량을 줄여줌으로써 본선의 속도를 증대시키면서 교통량을 늘릴 수 있게 되는 것이고 두 번째 효과는 차량군 효과를 감소시키는 것으로 차량 무더기가 본선에 합류함으로써 발생하는 와해현상을 줄일 수 있다는 것이다. 이것은 고속도로상의 혼잡 징후를 가진 지체 상황에서 유용하고 전체적인 교통 흐름을 부드럽게 해소시킬 수 있다.

향후 운영 활성화 방안으로는 현재의 정체길이 기준에서 통행속도 기준으로의 변화가 요구되는데 이와 같은 기준 변화로 이용객 인지면에서 유리한 속도개념 도입을 통해 기준의 타당성을 강화하면서 명확한 기준을 확보할 수 있게 되고 기존방법보다 정체가 발생되기 전에 선제적 대응에 따른 효과가 우수할 것으로 사료되며 영업소 전,후방 상황을 동시에 고려한 대응이 가능해질 수 있다. 반면 기준 강화로 인하여 제어 시간이 늘어남에 따라 영업소 진입부에서 많은 정체가 발생될 수 있고, 검지기를 통한 정보 수집에 의존하기 때문에 문제 발생시 실시간 정보 습득에 한계가 발생할 수 있다.

본 연구는 고속도로가 유료도로로 운영되는 특성으로 인해 국내외 적으로 연구가 전무한 시점에서 교통수요관리 정책을 연구하는데 기초가 될 수 있는 자료로서의 의미가 있다고 할 수 있을 것이다. 또한 녹색 교통 추진전략의 일환으로 고속도로의 상습 정체 완화를 통한 교통소통 개선 및 탄소배출 저감 등에 기여할 것으로 전망됨에 따라 향후에도 효과를 극대화 할 수 있는 운영 방안 및 활성화 방안에 대한 지속적인 연구가 필요할 것으로 보인다.

그러나 본 연구가 체계적인 연구가 되기 위해서

는 추가적인 연구가 선행되어야 하는데 첫 번째로 실제로 현재 상황에서는 진입교통량에 대한 방향구분이 불가능하므로 방향 구분에 대한 연구가 필요할 것이고 두번째로 우회경로인 국도로의 전환을 고려한 네트워크 교통량도 포함된 영업소 미터링 효과에 대한 분석이 필요할 것이다. 마지막으로 앞선 분석 결과에서 볼 수 있듯이 영업소 미터링에 대한 효과는 어느정도 입증되었다고 볼 수 있지만 이러한 효과는 영업소 미터링 시행에 따른 고속도로 본선에 대한 효과로 볼 수 있다. 따라서 각 차량들이 목적지까지의 총 통행시간 관점으로 볼 때 고속도로에 진입하기 위해서 겪게되는 영업소 밖 하부도로의 지체에 대한 분석이 필요할 것이다. 이와 함께 영업소 미터링에 따른 톨부스 용량 감소로 인하여 고속도로 본선 정체가 영업소 인근 하부도로로 전이되는 현상을 최소화 하는 방안이 필요할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] OECD, "OECD ENVIRONMENTAL OUTLOOK TO 2030," pp.3-5, 2008.
- [2] Centrico Supported by the European Commission DG TREN - TEN-T, "Ramp metering synthesis," 2001.11.
- [3] 한국도로공사, "2010년 설 연휴기간 영업소 진입교통량 조절 계획," pp.1-4, 2010. 2.
- [4] 국토연구원 도로정책연구센터, "도로정책 Brief 제27호," pp.10-11, 2010. 1.
- [5] 한국도로공사 교통처, "영업소 진입조절 시스템 매뉴얼," pp.4-13, 2010. 1.
- [6] 한국도로공사 도로교통기술원, "고속도로 교통소통진단기법 개발," pp.45, 2006. 12.
- [7] YUKIMOTO 외 3, "Evaluation of On Ramp Metering on Hanshin Expressway Using Traffic Simulator," 9th ITSWorldCongress
- [8] 한국도로공사, "고속도로 RAMP METERING 도입 적용에 관한 조사 연구," pp.5-8, 1997. 12.
- [9] 국토해양부 보도자료, "주말 주요 고속도로 지체 완화된다," pp.1-3, 2009. 12. 7
- [10] 한국도로공사, "고속도로 영업소 시행효과 분석," pp.4, 211, 2010. 10.
- [11] 김정훈, 김태곤, "고속도로 진출입램프 접속 부상의 지체예측 모형 구축에 관한 연구," 한국항공학회지, 제14권, 제2호, pp.175-185, 2000. 6.
- [12] 최기주 외 2, "HOT 차로 운영에 대한 효과분석 및 국내 활용방안," 대한토목학회논문집 제29권, pp.25-32, 2009. 1.
- [13] 한국개발연구원, "도로철도 부문사업의 예비타당성조사 표준지침 수정.보완연구(4판)," pp. 171-220, 2004. 9.
- [14] U.S Department of Transportation Federal Highway Administration, "Ramp Management and Control Handbook," pp.5-14, 5-17, 2006. 1.

저자소개



임진원 (Im, Jin-Won)

2010년 3월 ~ 현재 : 명지대학교 교통공학과 석사과정
2004년 3월 ~ 2010년 2월 : 명지대학교 교통공학과 학사



윤재용 (Yoon, Jae-Yong)

2010년 3월 ~ 현재 : 명지대학교 교통공학과 박사과정
2008년 3월 ~ 2010년 2월 : 명지대학교 교통공학과 석사
2000년 3월 ~ 2008년 2월 : 명지대학교 교통공학과 학사



이의은 (Lee, Eui-Eun)

1996년 9월 ~ 현재 : 명지대학교 교통공학과 교수
1986년 3월 ~ 1995년 8월 : 서울대학교 토목공학과 공학박사
1984년 3월 ~ 1986년 2월 : 서울대학교 토목공학과 공학석사
1980년 3월 ~ 1984년 2월 : 서울대학교 토목공학과 공학사



김관민 (Kim, Kwan-Min)

2009년 3월 ~ 현재 : 한국도로공사 교통처 교통관리팀장
1989년 3월 ~ 1992년 3월 : 한양대학교 토목공학과 석사 수료
1979년 3월 ~ 1983년 8월 : 한양대학교 토목공학과 학사