

■ 論 文 ■

고속도로 우회교통량 추정방법론에 관한 연구

A Methodology for Estimating Diversion Flows on Expressways

최 윤 혁

(한국도로공사 도로교통연구원 교통연구팀 연구원)

최 기 주

(아주대학교 환경건설교통공학부 교통공학전공 교수)

목 차

- | | |
|--|---|
| <p>I. 서론</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 연구의 목적 및 필요성 2. 연구의 내용 및 방법 <p>II. 기존 연구 검토</p> <p>III. 본론</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 우회율 추정 방법론 2. 영업소 출구차량 우회 설문조사 | <ol style="list-style-type: none"> 3. 영업소 우회교통량 추정결과 4. 고속도로 본선 우회율 추정결과 5. 시간대별 우회율 변화분석 6. 영업소별 평균 우회율 <p>IV. 결론 및 향후연구과제</p> <p>참고문헌</p> |
|--|---|

Key Words : 우회교통량, 우회율, VMS, 교통정보, ITS, 운전자 행태
 Diversion Flow, Diversion Rate, VMS, Traffic Information, ITS, Driver Behavior

요 약

VMS에 의한 혼잡구간에서의 교통량 분산은 지체감소 및 혼잡완화효과가 크다. 이에 효율적인 교통정보제공 및 VMS 운영전략 수립에 대한 관심이 높아지고 있다. 효율적인 VMS 운영전략 수립의 기초는 제공메시지에 대한 운전자의 반응, 즉 우회율을 기반으로 하나, 실제 조사가 어려워 SP 혹은 컴퓨터를 이용한 간접적인 조사가 시행되어져 왔다. 그러나, 간접적인 방법을 통해 조사된 우회율이 실제 우회율과 같은지, 만약 다르다면 보다 쉽게 우회율을 추정하는 방법은 없는지에 대한 연구가 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 기존 방법의 문제점을 살펴보고, 새로운 대안으로서 고속도로에서 영업소 출구차량 우회설문조사를 통해 조사된 출구차량 우회교통량을 FTMS 교통량과 비교하여 본선 우회율을 추정하는 방법을 제시하였다. 제시한 방법론의 검증에 위해 총 8개 지점을 조사하였으며, 그 결과 기존 문헌의 SP 조사결과와 같이 21%~87%의 높은 우회율이 아닌, 평균 약 7%의 우회율을 보여 상당한 차이가 있는 것으로 밝혀졌다. 이러한 연구결과로 볼 때 향후 교통정보제공시 이를 충분히 반영한 정보제공전략이 검토/적용되어야 할 것이다.

VMS based dispersion of traffic flows enables to decrease delay and congestion. Such being the case, there has been growing interests in VMS operation strategy. The strategy is based on driver's behavior or diversion rate. However, it was not easy to obtain each in practice. The diversion rate, thus far, was investigated by stated preference analysis or simulators. As an alternative, in this paper, a new method to obtain diversion flow rate was suggested using the toll collection system and freeway traffic management system data. A large gap of diversion rate between stated preference analysis and field survey was observed. Out of surveyed 8 tollgate data, the diversion rate was about 7% and was quite lower compared with that of 21%~87% from stated preference analysis or simulators. With this at hand, a more careful information provision strategy should be devised and employed to correctly account this kind of differences.

1. 서론

1. 연구의 목적 및 필요성

교통정보는 도로를 이용하는 운전자측면에서 통행계획 수립과 통행경로 변경, 그리고 돌발상황 대처능력 향상에 도움을 줄 수 있고, 도로를 운영하는 관리자 측면에서 도로에 집중된 교통수요를 간접적으로 제어하는 효과를 가지고 있어, 교통정보제공을 통해 보다 효율적으로 도로를 운영할 수 있는 장점을 가지고 있다. 이러한 장점 때문에 기존의 도로시설 및 교통운영에 첨단정보통신기술이 융합된, 지능형교통체계 (ITS: Intelligent Transport Systems, 이하 ITS)가 도입된 이래로 VMS (도로전광표지, Variable Message Sign, 이하 VMS)에 대한 관심 및 이를 활용한 교통정보 서비스 제공이 늘어나고 있다. 특히 VMS를 통한 교통정보제공은 집중된 교통량의 효과를 기대할 수 있어, 효율적인 교통정보제공전략 수립에 대한 많은 연구들이 진행되고 있다.

VMS 운영전략을 수립하기 위해 필수적인 요소는 VMS 메시지에 대한 운전자의 반응, 즉 우회율¹⁾을 기반으로 하나, 실제적으로 우회율을 조사하는 것은 많은 시간과 노력이 필요하다. 이 때문에 많은 연구에서 빠른 시간에 간단히 우회율을 조사하기 위해 SP 혹은 컴퓨터를 이용한 조사를 실시하였다. 그러나, 과연 간접적인 방법을 통해 조사된 우회율이 실제적인 우회율과 같은지, 만약 다르다면 보다 쉽게 우회율을 추정하는 방법은 없는지에 대한 관심 및 연구가 부족한 실정이다.

따라서 본 연구는 기존의 간접적으로 우회율을 조사하는 방법의 문제점을 살펴보고, 보다 간단하게 우회율을 추정하는 방법을 제시하며, 아울러 실제로 조사된 우회율과 간접적으로 조사된 우회율 값을 비교하는 것이 목적이다.

2. 연구의 내용 및 방법

본 연구에서는 우회와 관련된 기존의 수많은 연구에서 실제 우회교통량을 조사하는 방법을 찾지 못해 SP 및 시뮬레이터 조사를 통해 우회율을 추정하는 것에 대한 대안으로, 우회교통량을 추정하는 방법론을 제시하고자 한다.

구체적인 연구내용으로는 크게 세 가지로 구분할 수

있으며 그 내용은 다음과 같다.

첫째, 고속도로 영업소의 출구차량 설문조사를 통한 출구차량 영업소 우회율 산출.

둘째, 산출된 출구차량 영업소 우회율과 상/하행으로 구분된 고속도로 본선 교통량을 이용하여 실제 고속도로 본선의 우회율 추정.

최종적으로 본 연구에서 제안된 기법으로 추정된 우회율과 기존 문헌 결과를 비교 분석하였다.

II. 기존 연구 검토

교통정보를 제공할 수 있는 여러 가지 제공매체 중에서 VMS는 경로변경이 가능한 주요 지점에 설치되어 운전자의 의사결정을 도울 수 있으며, 교통 흐름을 제어하는 효과를 가지고 있다(Khattak, 1993; Wardman, 1997; Karran, 1999; 강정규 1999; 김해란, 2004).

특히 VMS는 혼잡정보 및 우회정보를 제공하는 매체로서 매우 중요한데, 이를 통해 집중된 교통량을 분산하여 도로망 전체의 효율을 높일 수 있기 때문이다. 이러한 중요성 때문에 VMS 정보제공전략에 대한 많은 연구가 이루어졌다(Bernard-Gely, 1998; 임용택, 2003; 이상훈, 2003; 최기주, 2004; 이준, 2004; 장정아, 2005; 정영근, 2005; 이준, 2007).

이와 더불어, 효율적인 VMS 운영을 위해 다양한 알고리즘을 통한 VMS 제어전략을 개발하려는 연구도 이루어졌다(박은미, 2002; 조준한, 2003; 권혁, 2004; 박은미, 2004; 최기주, 2004; 백남철, 2006). VMS 운영전략 수립의 기초연구로서 VMS에 대한 운전자의 행동 및 반응에 대한 연구도 진행되었다(최병국, 2004; 장정아, 2005; 이창우, 2006; 김숙희, 2006, 최윤혁, 2007).

효율적인 VMS 운영전략 수립의 기초는 제공메시지에 대한 운전자의 반응, 즉 우회율을 기반으로 하나, 실제적인 조사가 어려워 SP조사 혹은 시뮬레이터를 이용한 방법들이 사용되었다. 그러나, 이러한 방법들은 현실을 묘사할 수 있다는 장점이 있는 반면, 현실적인 반응 및 결과가 아니라는 단점이 있다. SP조사의 경우 연구자가 실험상황을 통제할 수 있고, 분석 자료간의 독립성을 유지할 수 있는 등의 장점이 있으나, 가상적인 상황에서 표현된 선호가 과연 실제 행동으로 이어지는가에 대한

1) 본 논문에서 사용한 우회율은 고속도로에서 우회도로로 경로를 전환한 비율을 말함

문제점이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 인터넷 기반의 경로 선택 시뮬레이터가 활용되기 시작했으며, 이를 통해 운전자들이 실제 운전하는 것과 유사한 환경을 구현하여 좀 더 현실감 있는 반응을 조사할 수 있게 되었다. 그러나, 간접조사를 통해 얻어진 운전자의 반응 및 우회율이 실제 현장에서도 동일한가에 대한 의문은 아직도 남아있다.

우회율은 메시지의 내용 및 강도, 우회도로에 대한 인지도 등 우회를 결정하는 다양한 변수에 따라 운전자의 반응도 당연히 달라지겠지만, 최기주(2004) 등에 의하면 지체라는 정보를 주었을 경우 SP를 통해 조사된 우회율은 36%, VMS 순응도를 고려한 최종 우회율은 21%로 분석되었다. 인터넷 기반의 경로선택 시뮬레이터를 이용한 최병국(2004) 등의 연구에 의하면 지체정보를 제공하였을 경우, 경로를 이용하고 있는 운전자의 87.6%가 우회하고, 경로를 이용하지 않는 운전자는 42.0%가 우회하는 것으로 조사되었다. 그러나 과연 이 값이 정확한 값이며, 실제 도로에서 이러한 우회가 발생하고 있는가를 점검할 필요가 있다.

특히 도시고속도로 교통류 관리를 위한 VMS 정보제공 방안을 평가한 강정규(1999) 등의 연구에서는 올림픽대로 등에서 비디오키메라로 촬영하여 차량번호판 매칭으로 우회율을 분석한 결과, 지체 등의 혼잡정보를 제공하였을 경우 우회율은 2.2%, 우회정보를 제공하였을 경우 3.9%로 나타났다. 또한 파리 수도권(Ile-de-France) 도로망을 대상으로 VMS에 관한 연구를 수행한 Bernard(1998)의 논문에서도 혼잡정보를 제공한 결과, 2~6%의 교통량이 우회한 것으로 나타났다. 모두를 고려하여도 이처럼 6%이하의 실제 조사된 우회율은 SP조사 및 시뮬레이터를 활용한 21%~87%의 우회율과는 큰 차이를 보이고 있다.

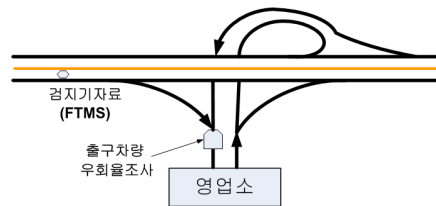
이는 설문조사 및 시뮬레이터를 활용해서 조사된 우회율이 운전자가 우회를 결정하는 메커니즘을 제대로 반영하지 못하는 오차(bias)를 지녔기 때문이다. 특히 우회율은 향후 VMS 정보제공을 통한 우회전략 수립과 혼잡 및 우회정보 제공에 영향을 미치기 때문에 정확한 우회율을 조사하는 것은 매우 중요하다.

따라서 본 연구에서는 보다 정확하고 간단하게 우회율을 추정하기 위해서, 영업소 출구차량 우회율조사를 통한 고속도로 본선 우회교통량 추정방법론을 제시하고자 한다.

III. 본론

1. 우회율 추정방법론

본 연구에서 제시한 고속도로 본선의 우회율을 추정하는 방법은 영업소 출구차량 우회조사를 통해 출구차량의 우회율을 조사한 뒤, 고속도로 본선의 FTMS 자료를 이용하여 우회율을 추정하는 방법이다.

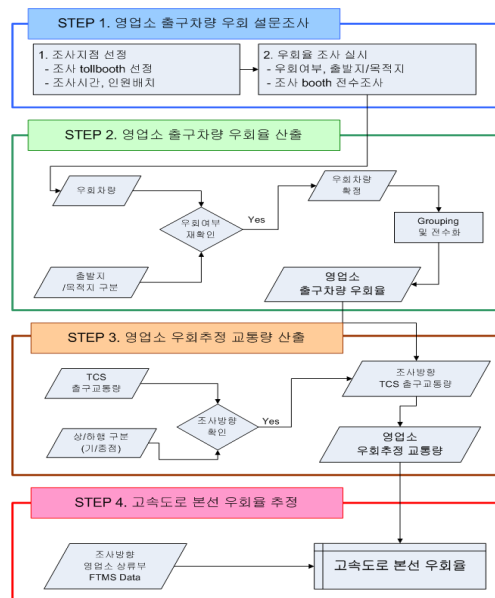


〈그림 55〉 우회율 조사 지점도

1) 우회를 추정 단계

세부적인 우회율 추정단계는 다음과 같다.

- Step 1. 영업소 출구차량 우회 설문조사 실시
- Step 2. 영업소 출구차량 우회율 산출
- Step 3. 영업소 우회추정 교통량 산출
- Step 4. 고속도로 본선 우회율 추정



〈그림 2〉 고속도로 우회율 추정 흐름도

2) 예

(1) Step 1. 영업소 출구차량 우회 설문조사

먼저 영업소 출구측에서, 영업소를 빠져나가는 차량들을 대상으로 우회여부, 출발지와 목적지를 물어본다. 운전자에게 출발지와 목적지를 질문한 이유는 두 가지로, 첫 번째는 설문자의 통행방향(기/종점)을 구분하고, 두 번째는 목적지를 확인하여 실제 우회가 맞는지를 확인하기 위해서이며, 이를 통해 보다 정확한 우회교통량을 산출할 수 있다.

가령, 서해안선 비봉IC에서 기점방향(목포방향)의 우회율을 조사한다고 가정했을 때, <표 1>의 첫 번째 차량은 우회한다고 답하였으나 조사방향이 달라 최종적으로 우회차량이 아니며, 세 번째 차량 역시 우회한다고 답하였으나 목적지가 비봉이므로 역시 최종적으로 우회차량이 아니고, 군산을 목적지로한 두 번째 차량이 실제 우회한 차량이 맞다.

<표 1> 영업소 출구차량 우회 설문조사 예시

시간	우회여부	출발지	목적지	방향확인	우회확인
09:10	○	목포	서울	×	×
09:15	○	서울	군산	○	○
09:20	○	서울	비봉	○	×
09:25	×	-	-	-	×
...

(2) Step 2. 영업소 출구차량 우회율 산출

<표 1>에서 확인된 우회 교통량을 조사된 전체 출구교통량(총샘플수)으로 나누면 <표 2>와 같이 영업소 출구차량 우회율을 구할 수 있다.

<표 2> 영업소 출구차량 우회율 산출 예시

구분	우회교통량 (우회확인대수/시)	출구차량 (총샘플수/시)	출구차량 우회율(%)
9시	30(대/시)	100(대/시)	30%
10시	40(대/시)	200(대/시)	20%
11시	50(대/시)	200(대/시)	25%
...

(3) Step 3. 영업소 우회추정 교통량 산출

<표 2>에서 구한 영업소 출구차량 우회율을 우회추정 교통량으로 환산하기 위해서 상/하행(혹은 기/종점)으로 구분된 TCS 출구교통량을 곱해주면, <표 3>과 같이 조사방향의 우회추정 교통량을 산출할 수 있다. 이 때, 상/하행(혹은 기/종점)으로 구분된 TCS 출구교통량을 이

용한 이유는 상행과 하행을 포함한 출구교통량을 조사방향으로 구분하기 위해서이다.

<표 3> 영업소 우회추정 교통량 산출 예시

구분	출구차량 우회율(%)	조사방향 TCS 출구교통량(대/시)	우회추정 교통량(대/시)
9시	30%	500(대/시)	150(대/시)
10시	20%	600(대/시)	120(대/시)
11시	25%	600(대/시)	150(대/시)
...

(4) Step 4. 고속도로 본선 우회율 추정

이제 <표 3>에서 산출된 영업소에서의 우회추정 교통량을 고속도로 본선 우회율로 바꾸기 위해 고속도로 본선 영업소 상류부 검지기자료(FTMS)으로 나누어주며, 이를 통해 <표 4>와 같이 최종적으로 고속도로 본선 우회율을 구할 수 있다.

<표 4> 고속도로 본선 우회율 추정 예시

구분	우회추정 교통량(대/시)	고속도로 본선 교통량(대/시)	고속도로 본선 우회율(%)
9시	150(대/시)	1500(대/시)	10%
10시	120(대/시)	2000(대/시)	6%
11시	150(대/시)	2000(대/시)	7.5%
...

2. 영업소 출구차량 우회 설문조사

1) 조사개요

고속도로 본선 우회율을 추정하기 위해 먼저 영업소 출구차량 우회 설문조사를 실시하였다. 조사일의 경우, 우회가 가장 많이 일어날 것으로 판단되는 2005년 추석 연휴를 선택하였으며, 귀향일(D-1)인 9월 17일과 귀경일(D+1)인 9월 19일, 이틀에 걸쳐 조사를 실시하였다.

구체적으로 조사지점은 고속도로의 혼잡이 많이 발생하고, 우회도로의 여건이 좋거나, 우회도로가 잘 알려져 있는 등 우회가 많이 발생되리라고 판단되는 지점으로 귀향일(D-1), 귀경일(D+1) 각 4곳을 선정하였다.

그 결과, 귀향일에는 국도1호선 및 국도 23호선과 연결되는 천안논산선 남천안IC, 국도39선과 연결되는 서해안선 비봉IC, 영동선과 중부선을 우회할 수 있는 영동선 양지IC, 자동차전용도로인 국도42호선과 연결되는 영동선 이천IC 등이 조사지점으로 선정되었다. 귀경일에는

〈표 5〉 추석 출구차량 우회율 조사 결과

귀향 (9월 17일) 조사지점	조사된 전체출구 교통량(대)	출구차량 우회율 (%)	귀경 (9월 19일) 조사지점	조사된 전체출구 교통량(대)	출구차량 우회율 (%)
천안논산선 남천안IC	480	74%	경부선 천안IC	520	75%
서해안선 비봉IC	481	20%	서해안선 발안IC	715	32%
영동선 양지IC	500	53%	중부선 일죽IC	606	27%
영동선 이천IC	424	36%	영동선 문막IC	401	79%
계	1,879	46%	계	2,242	53%

는 국도1호선과 연결되는 경부선 천안IC, 국도39호선과 연결되는 서해안선 발안IC, 중부선에서 영동선으로 우회할 수 있는 일죽IC, 그리고 국도42호선과 연결되는 문막IC에서 조사를 실시하였다.

데이터 수집을 위해 영업소 출구측에서 통행요금을 내기 위해 대기하는 차량의 운전자에게 출발지와 목적지, 그리고 우회여부를 질문하였다. 조사는 9시에서 16시까지 수행되었으며, 지점당 2명의 조사인원을 배치하여 전체 tollbooth중에서 2개 tollbooth를 통과하는 차량의 우회율을 전수 조사하였고, 이를 영업소 전체 출구차량 우회율로 환산하였다.

조사원은 사전교육을 통해 영업소 차량흐름에 방해가 되지 않도록 교육되었으며, 우회라는 단어가 생소한 운전자에게 우회를 설명할 수 있도록 교육되었다.

2) 조사 결과

전술한 것과 같이, 영업소 출구차량 우회 설문조사는 영업소 출구에서 고속도로에서 국도로 우회하는 차량을 조사한 것이며, 이는 고속도로 본선을 통행하는 전체 차량 중의 우회율과는 달라, 이를 이용하여 고속도로 본선 우회율을 구해야한다.

영업소 출구차량 우회조사 결과, 〈표 5〉와 같이 D-1일(17일)에는 총 1,879개의 샘플이 수집되었고, 영업소를 통과한 차량의 약 46%가 우회차량으로 조사되었다. D+1일(19일)에는 총 2,242개의 샘플이 수집되었고, 영업소 통과차량의 약 53%가 우회차량으로 조사되었다.

조사일별로는 귀향일인 17일은, 경부선 남천안IC의 영업소 출구차량 우회율이 74%로 가장 높게 나타났으며, 귀경일인 19일의 경우 영동선 문막IC와 경부선 천안IC가 각각 79%, 75%로 높은 영업소 출구차량 우회율을 보였다.

3. 영업소 우회교통량 추정결과

조사지점별 영업소 우회교통량 추정식은 다음과 같다.

• $F_{dq} = q_o \times d_o, \quad d_o = \frac{f_s}{q_s}$

여기에서, F_{dq} : 영업소 우회추정 교통량
 q_o : TCS 출구 교통량(상, 하행 구분)
 d_o : 출구차량 우회율(%)
 f_s : 조사된 우회 교통량
 q_s : 조사된 전체 출구 교통량

1) D-1일(17일) 우회추정 교통량

D-1일(17일)의 조사지점별 우회교통량을 추정한 결과, 중부-영동선의 우회지점인 양지IC가 우회교통량 1,383대로 가장 많은 것으로 나타났으며, 남천안IC가 1,206대, 이천IC가 1,298대, 비봉IC가 394대로 나타났다.

〈표 6〉 D-1일(17일) 서해안 비봉IC 우회추정교통량

시간대	서해안선 비봉IC (대/시)				
	f_s	q_s	d_o	q_o	F_{dq}
9	35	87	40%	207	83
10	15	30	50%	252	126
11	30	72	42%	304	127
13	10	80	13%	357	45
14	2	71	3%	314	9
15	2	113	2%	244	4
16	0	28	0%	282	0
계	94	481	20%*	1,960	394

* 주: 이 값은 평균임

단, 비봉IC의 우회추정교통량이 다른 IC에 비해 낮은 것은, 연휴가 3일에 불과했던 일정상의 이유로 귀향차량이 상대적으로 이른 시간에 출발하여, 수도권에 위치한 비봉IC의 경우 조사일인 D-1일(17일) 오후에는 사실상 귀향이 끝났기 때문이다.

〈표 7〉 D-1일(17일) 영동선 이천 IC 우회추정교통량

시간대	영동선 이천IC (대/시)				
	f_s	q_s	d_o	q_o	F_{dq}
9	17	50	34%	428	146
10	44	146	30%	549	165
11	24	47	51%	542	277
12	29	52	56%	557	311
13	1	12	8%	415	35
14	9	31	29%	399	116
15	19	52	37%	369	135
16	11	34	32%	348	113
계	154	424	36%*	3,607	1,298

* 주) 이 값은 평균임

〈표 8〉 D-1일(17일) 영동선 양지IC 우회추정교통량

시간대	영동선 양지IC (대/시)				
	f_s	q_s	d_o	q_o	F_{dq}
9	74	132	56%	280	157
10	78	118	66%	327	216
11	35	65	54%	313	169
12	15	20	75%	401	301
13	35	59	59%	377	224
14	12	23	52%	376	196
15	14	45	31%	275	86
16	4	38	11%	324	34
계	267	500	53%*	2,673	1,383

* 주) 이 값은 평균임

〈표 9〉 D-1일(17일) 천안논산선 남천안IC 우회추정교통량

시간대	천안논산선 남천안IC (대/시)				
	f_s	q_s	d_o	q_o	F_{dq}
9	74	90	82%	339	279
10	75	105	71%	376	269
11	108	152	71%	363	258
12	77	104	74%	362	268
13	21	29	72%	182	132
계	355	480	74%*	1,622	1,206

주: 천안논산선 남천안IC의 경우, 조사지점의 여건상 오후 1시가까지만 조사됨

* 이 값은 평균임

2) D+1일(19일) 우회추정 교통량

귀경일(D+1)인 19일의 영업소 출구차량 우회율은 문막IC가 79%로 가장 높았으며 우회추정교통량은 2,684대로 조사되었다.

그 다음은 경부선 천안IC로 총 1,574대가 우회한 것으로 추정되었으며, 영업소 출구차량 우회율은 약 75%로 나타났다.

서해안선 발안IC는 총 1,278대가 우회하여 약 33%의 출구차량 우회율을 보였으며, 일죽IC의 경우 약

〈표 10〉 D+1일(19일) 서해안선 발안 IC 우회추정교통량

시간대	서해안선 발안IC (대/시)				
	f_s	q_s	d_o	q_o	F_{dq}
9	4	98	4%	223	9
10	25	206	12%	362	44
11	104	222	47%	625	293
13	23	60	38%	536	205
14	47	88	53%	585	312
15	28	37	76%	548	415
계	231	715	33%*	2,879	1,278

* 주) 이 값은 평균임

〈표 11〉 D+1일(19일) 영동선 문막IC 우회추정교통량

시간대	영동선 문막IC (대/시)				
	f_s	q_s	d_o	q_o	F_{dq}
9	7	14	50%	157	79
10	61	76	80%	412	331
11	68	78	87%	646	563
12	13	16	81%	491	399
13	22	26	85%	459	388
14	27	36	75%	389	292
15	54	83	65%	386	251
16	63	72	88%	435	381
계	315	401	79%*	3,375	2,684

* 주) 이 값은 평균임

〈표 12〉 D+1일(19일) 중부선 일죽IC 우회추정교통량

시간대	중부선 일죽IC (대/시)				
	f_s	q_s	d_o	q_o	F_{dq}
9	9	72	13%	120	15
10	19	125	15%	176	27
11	18	92	20%	211	41
12	4	15	27%	213	57
13	28	110	25%	207	53
14	59	132	45%	211	94
15	24	60	40%	202	81
계	161	606	27%*	1,340	368

* 주) 이 값은 평균임

〈표 13〉 D+1일(19일) 경부선 천안IC 우회추정교통량

시간대	경부선 천안IC (대/시)				
	f_s	q_s	d_o	q_o	F_{dq}
9	36	46	78%	196	153
10	76	91	84%	246	205
11	52	66	79%	361	284
12	46	62	74%	371	275
13	78	97	80%	324	261
14	90	133	68%	318	215
15	13	25	52%	348	181
계	391	520	75%*	2,164	1,574

* 주) 이 값은 평균임

27%의 출구차량 우회율을 보였다.

전체적으로는 귀향일(D-1)보다 귀경일(D+1)의 경우, 목적지가 서울 및 수도권으로 집중되어 있고 귀경일이 하루로 짧아, 혼잡이 더 많이 발생하여 영업소 출구차량 우회율 및 우회교통량이 많은 것으로 나타났다.

4. 고속도로 본선 우회율 추정결과

고속도로 본선 우회율은 영업소 출구차량 우회율분석을 통해 나온 우회(추정)교통량을 본선 교통량으로 나눈 값으로 추정식은 다음과 같다.

$$D_m = \frac{F_{dq}}{Q_m}$$

여기에서, D_m : 고속도로 본선 우회율(%)
 F_{dq} : 영업소 우회추정 교통량(대/시)
 Q_m : 고속도로 본선 교통량(대/시)

1) D-1일(17일)

D-1일을 분석한 결과, 평균적으로 서해안선 비봉IC의 본선 우회율은 2.0%, 천안논산선 남천안IC는 11.7%, 영동선 이천IC는 3.9%, 영동선 양지IC는 9.3%로 나타났다.

시간대별로는 양지IC가 12시에 16.2%의 높은 우회율을 보였다.

〈표 14〉 D-1일(17일) 비봉IC, 남천안IC 본선 우회율 추정

시간대	서해안선 비봉IC			천안논산선 남천안IC		
	Q_m	F_{dq}	D_m	Q_m	F_{dq}	D_m
9	2,655	83	3.1%	2191	279	13%
10	2,970	126	4.2%	2073	269	13%
11	2,490	127	5.1%	2179	258	12%
12	3,285	45	1.4%	2089	268	13%
13	3,255	9	0.3%	1592	132	8%
14	3,300	4	0.1%			
15	3,375	0	0.0%			
계	21,330	394	2.0%*	10,124	1206	11.7%*

* 주) 이 값은 평균임

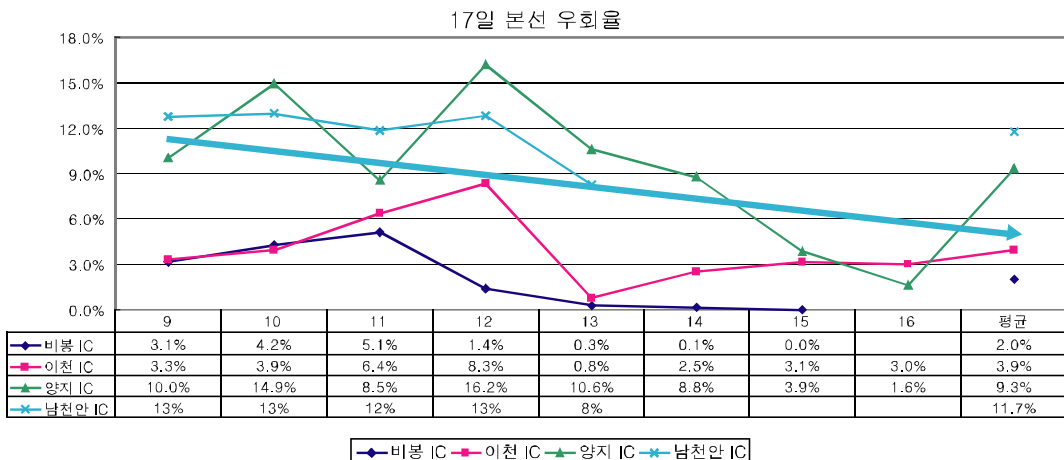
〈표 15〉 D-1일(17일) 이천IC, 양지IC 본선 우회율 추정

시간대	영동선 이천IC			영동선 양지IC		
	Q_m	F_{dq}	D_m	Q_m	F_{dq}	D_m
9	4,408	146	3.3%	1,566	157	10.0%
10	4,189	165	3.9%	1,445	216	14.9%
11	4,358	277	6.4%	1,980	169	8.5%
12	3,732	311	8.3%	1,860	301	16.2%
13	4,533	35	0.8%	2,115	224	10.6%
14	4,605	116	2.5%	2,235	196	8.8%
15	4,312	135	3.1%	2,220	86	3.9%
16	3,748	113	3.0%	2,070	34	1.6%
계	33,885	1,298	3.9%*	15,491	1383	9.3%*

* 주) 이 값은 평균임

2) D+1일(19일)

서해안선 발안IC의 우회율은 5.6%, 영동선 문막IC는 13.1%, 중부선 일죽IC는 3.4%, 경부선 천안IC는 6.2%로 나타났다.



〈그림 4〉 D+1일(17일) 시간대별 본선 우회율 변화 현황

〈표 16〉 D+1일(19일) 발안IC, 문막IC 본선 우회율 추정

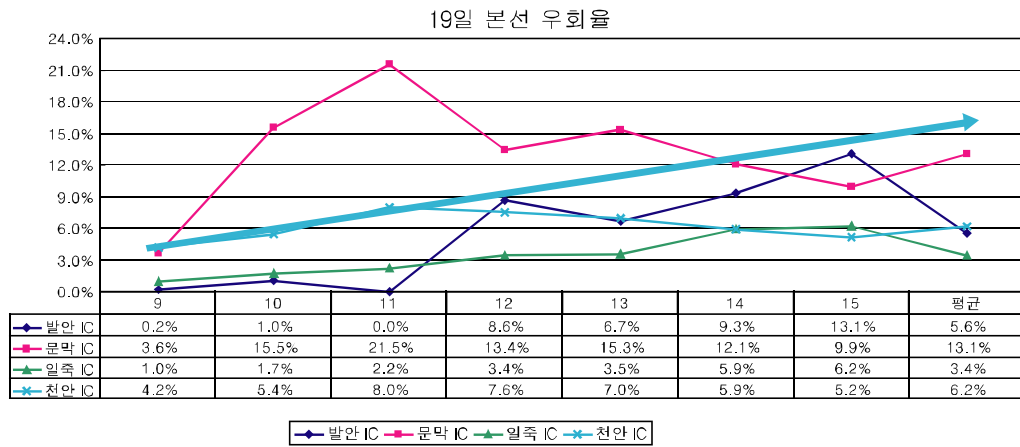
시간대	서해안선 발안IC			영동선 문막IC		
	Q_m	F_{dq}	D_m	Q_m	F_{dq}	D_m
9	4,180	9	0.2%	2,199	79	3.6%
10	4,328	44	1.0%	2,130	331	15.5%
11				2,620	563	21.5%
12	3,397	293	8.6%	2,970	399	13.4%
13	3,079	205	6.7%	2,534	388	15.3%
14	3,355	312	9.3%	2,422	292	12.1%
15	3,176	415	13.1%	2,523	251	9.9%
16				2,275	381	16.7%
계	21,515	1278	5.6%*	19,673	2303	13.1%*

* 주) 이 값은 평균임

〈표 17〉 D+1일(19일) 일죽IC, 천안IC 본선 우회율 추정

시간대	중부선 일죽IC			경부선 천안IC		
	Q_m	F_{dq}	D_m	Q_m	F_{dq}	D_m
9	1,513	15	1.0%	3,671	153	4.2%
10	1,589	27	1.7%	3,775	205	5.4%
11	1,858	41	2.2%	3,540	284	8.0%
12	1,663	57	3.4%	3,639	275	7.6%
13	1,504	53	3.5%	3,745	261	7.0%
14	1,580	94	5.9%	3,632	215	5.9%
15	1,314	81	6.2%	3,510	181	5.2%
계	11,021	368	3.4%*	25,512	1574	6.2%*

* 주) 이 값은 평균임



〈그림 5〉 조사지점별 시간대별 통행속도 변화

5. 시간대별 고속도로 본선 우회율 변화분석

귀경일(D-1)인 17일의 시간대별 본선 우회율 현황을 분석한 결과, 영업소별로 차이가 있으나 〈그림 5〉와 같이 전반적으로 혼잡이 발생하였던 오전의 우회율은 높았으나 시간이 지나 혼잡이 풀리면서 우회율도 낮아지는 추세를 보였다.

귀경일(D+1)인 19일의 경우, 귀경차량이 적은 오전의 우회율은 낮았지만, 차량이 늘어나 혼잡이 발생하였던 오후의 우회율은 점차적으로 높아지는 추세를 보였다. 다만 문막IC의 경우 10~11사이의 우회율이 15%~21%로 나타나, 오전보다 매우 높은 우회율을 보였다.

6. 영업소별 평균 우회율

영업소 출구차량 우회율조사에 따른 고속도로 본선 우회율의 추정결과 D-1일(17일)은 6.7%, D+1일(19

일)은 7.2%로 나타났으며, 전체적으로 대략 7%의 교통량이 고속도로에서 우회한 것으로 조사되었다.

〈표 18〉 영업소별 조사지점별 평균 우회율

귀경일 (D-1) 조사지점	평균 우회율	귀경일 (D+1) 조사지점	평균 우회율
천안논산선 남천안 IC	11.7%	경부선 천안 IC	6.2%
서해안선 비봉 IC	2.0%	서해안선 발안 IC	5.6%
영동선 양지 IC	9.3%	중부선 일죽 IC	3.4%
영동선 이천 IC	3.9%	영동선 문막 IC	13.1%
소 계	6.7%	소 계	7.2%
총 계	7%		

IV. 결론 및 향후연구과제

1. 결론

본 연구는 VMS를 이용한 교통정보 제공을 통해 교통

류 분산효과 등을 피하는 VMS 운영전략을 수립하는데 꼭 필요한, 우회율을 조사하기 위한 실제적인 방법론을 정립하였다.

이는 기존의 SP 및 시뮬레이터를 이용하여 조사된 높은 우회율이 과연 정확한 값인지에 대한 의문으로 시작되었으며, 분석결과 평균적으로 대략 7%의 교통량이 우회하는 것으로 나타났다. 영업소별로는 영동선 문막IC의 우회율이 13.1%로 가장 높았고, 시간당 21.5%의 높은 우회율을 보이기도 하였다. 그러나, SP 및 시뮬레이터를 이용한 기존의 조사결과와 같이 21%~87%의 높은 우회율을 보이지는 않았다. 특히 본 연구에서 조사된 우회율은 추석과 같이 극심하게 혼잡한 상황에서의 우회율로, 실제 평일 및 주말의 우회율은 이보다 더 낮을 것으로 판단되며, 이는 SP 및 시뮬레이터를 이용한 조사에 한계가 있음을 말해주고 있다.

따라서, 향후 부득이하게 SP조사 및 시뮬레이터를 이용하여 우회율을 파악할 경우, 영업소 출구차량 우회율 조사를 함께 실시하여 오차를 보정하는 것이 필요하다.

다만, 금번 조사의 우회율은 VMS에서 우회정보가 아닌 혼잡정도가 제공되었을 경우의 우회율로 추석연휴로 인한 교통량의 집중과 극심한 혼잡 때문으로 판단되며, 향후 우회정보를 제공할 경우 우회율은 더 높아질 것으로 판단된다²⁾.

2. 향후 연구과제

본 연구에서는 SP 및 시뮬레이터를 이용한 우회율과 실제 우회율의 차이를 파악하였으므로, 향후 이를 결합하여 우회율을 추정할 수 있는 방법론에 대한 연구가 필요하다.

또한 본 연구는 VMS를 이용한 우회전략 수립의 기초 연구로써, 본 연구의 결과물인 추정된 우회율과 우회에 영향을 미치는 다양한 요인, 즉, 도로의 소통상황, 우회도로의 소통상황, 목적지까지의 거리, 운전자의 피로도, 우회도로의 친숙도, 시간대별 지체수준, 등과의 관계를 밝히는 연구가 추가적으로 필요할 것이다.

한편 본 연구는 고속도로에서 우회도로로 우회하는 차량에 국한된 연구로, 향후 우회도로에서 고속도로 혹은 다른 우회도로로 우회하는 차량에 대한 실제적인 우회율을 추가로 조사하는 것이 필요할 것으로 보인다.

특히 세부적으로 우회율을 분석한 결과, 시간대별로 우회율이 차이가 있었음을 고려할 때, 교통량과 우회율과의 관계, 그리고 우회가 일어난 이후의 통행속도 변화에 대한 연구가 필요할 것으로 보인다.

또한 보다 넓은 지역에서 보다 많은 이용자들을 대상으로 한 조사를 실시하여 일반적으로 쓰일 수 있는 우회율을 도출하려는 노력이 필요할 것으로 보이며, 이를 보다 세부적으로 분석하여 우회에 영향을 미치는 개별 요소를 분석할 필요가 있을 것이다.

참고문헌

1. 강정규·정철훈(1999), 도시고속도로 교통류 관리를 위한 가변전광판 정보 제공 방안 평가, 대한교통학회지, 제17권 제1호, 대한교통학회, pp.91~102.
2. 권혁·이승재·신성휘(2004), 베이지안 게임이론에 근거한 전략적 VMS 제공에 관한 연구, 대한교통학회지, 제22권 제7호, 대한교통학회, pp.71~78.
3. 김숙희·최기주·유정훈(2006), VMS 실시간 운영 전략 구축을 위한 운전자 경로선택모형, 대한토목학회 논문집, Vol.26 No.3D, 대한토목학회.
4. 김혜란·전경수·박창호(2004), 관측 교통정보를 이용한 통행중 경로선택행태 모형, 대한교통학회지, 제22권 제3호, 대한교통학회, pp.137~144.
5. 박은미(2002), VMS 자동제어 알고리즘 설계, 대한교통학회지, 제20권 제7호, 대한교통학회, pp.177~183.
6. 박은미(2004), VMS의 과도반응과 통행집중 문제를 고려한 예측적인 운영전략, 대한교통학회지, 제22권 제4호, 대한교통학회, pp.107~116.
7. 백남철·김병관·이상협(2006), Bi-Level 프로그래밍 기법을 이용한 최적의 VMS 통행시간 정보제공 전략, 대한토목학회 논문집, Vol.26 No.4D, 대한토목학회, pp.559~564..
8. 이상훈·김성환(2003), 퍼지 비가법 제어를 이용한 도시 교통망의 경로 탐색, 대한교통학회지, 제21권 제1호, 대한교통학회, pp.103~113.
9. 이준·정진혁(2007), 이용자 대안노선을 고려한 가변정보표지판(VMS)의 정보표출 방안에 관한 연구, 대한토목학회 논문집, Vol.27 No.6D, 대한토목학회

2) 2005년 추석당시, 우회율 조사가 실시되었던 17, 19일에는 VMS에서 우회정보가 제공되지 않았음

- 회, pp.691~696.
10. 이 준·임강원·이영인·임용택(2004), 동적 경로 안내전략수행을 위한 다계층 통행배정모형의 개발, 대한교통학회지, 제22권 제7호, 대한교통학회, pp.91~98.
 11. 이창우·정진혁(2006), 운전자 행태를 고려한 VMS의 실시간 경로안내 정보제공에 관한 연구, 대한교통학회지, 제24권 제7호, 대한교통학회, pp.65~79.
 12. 이청원·권병철·고승영(2002), ATIS 환경하에서 운전자경로선택 분석 시뮬레이터의 개발, 대한교통학회지, 제20권 제5호, 대한교통학회, pp.183~191.
 13. 임용택(2004), 일반가로망에서 교통정보제공을 위한 n-path 알고리즘의 개발, 대한교통학회지, 제22권 제4호, 대한교통학회, pp.135~146.
 14. 장정아·문병섭·최기주(2005), 고속도로에서의 우회(국도)교통정보 제공에 따른 경로전환효과분석, 대한토목학회 논문집, 제35권 2D호, 대한토목학회.
 15. 정영근·박창호(2005), 퍼지 추론을 이용한 최단 경로 탐색 알고리즘의 개발, 대한교통학회지, 제23권 제8호, 대한교통학회, pp.171~179.
 16. 조준한·김성호·최재원(2003), 도시고속도로 VMS 운영전략 및 알고리즘 개발, 대한토목학회 2003년도 정기학술대회 논문집, 대한토목학회.
 17. 최기주·장정아·김성현·김종식(2004), VMS 우회 정보 제공에 따른 우회율 분석(국도3호선을 중심으로), 대한토목학회 논문집, 제24권 6D호, 대한토목학회.
 18. 최기주·장정아(2004), 게임이론에 기반한 VMS 운영모형, 대한토목학회 논문집, Vol.24 No.2D, 대한토목학회, pp.155~165.
 19. 최병국·김갑수·석종수(2004), 인터넷 기반의 경로선택 시뮬레이터를 이용한 운전자 행태분석, 대한토목학회 논문집, 제24권 1D호, 대한토목학회.
 20. 최윤혁·최기주·오승훈(2007), 운전자 경로전환 의사결정에 작용하는 정보이용매체에 관한 연구, 대한토목학회 논문집, Vol.27 No.6D, 대한토목학회, pp.705~712.
 21. Chanyoung Lee, Keechoo Choi, Soobeom Lee(2004), Evaluation of Driver's Responses to ATIS: A Practical VMS based Analysis. KSCE Journal of Civil Engineering, Vol.8 No.2.
 22. Bernard-Gely(1998). A., Building on a data foundation, Traffic Technology International.
 23. Khattak, A. J., Koppelman, F. S., Schpfer, J. L.(1993), Stated preferences for investigating commuter's diversion propensity, Transportation Research A, Vol.20.
 24. Kraan Mariette, Zijpp Nanne van der, Tutert Bas Vonk, Tanja Megen Dorry van(1999), Evaluating Networkwide Effects of Variable Message Sign in the Netherlands, Transportation Research Record 1689.
 25. M. Wardman, P. W. Bonsall and J. D. Shires (1997), Driver response to Variable Message Sign: a stated preference investigation, Transportation Research C, Vol.5.

✉ 주 작성자 : 최윤혁

✉ 교신저자 : 최윤혁

✉ 논문투고일 : 2007. 10. 15

✉ 논문심사일 : 2008. 1. 14 (1차)

2008. 2. 3 (2차)

2008. 2. 19 (3차)

✉ 심사판정일 : 2008. 2. 19

✉ 반론접수기한 : 2008. 6. 30