

■ 論 文 ■

고속도로 소통상황과 우회율과의 상관분석

Relationships between Diversion Rates and Traffic Conditions on Expressways

최 윤 혁

(한국도로공사 도로교통연구원
선임연구원)

최 기 주

(아주대학교 환경건설교통공학부
교통공학전공 교수)

고 한 검

(아주대학교 건설교통공학과
박사과정)

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 고찰</p> <p>III. 우회율 조사</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 조사 개요 2. 우회율 추정방법론 3. 조사지점별 우회율 및 소통상황 | <p>IV. 우회율 상관분석</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 교통량-속도 변화분석 2. 개별 상관분석 3. 군집별 상관분석 4. 회귀분석 <p>V. 결론 및 향후 연구과제
참고문헌</p> |
|---|--|

Key Words : 우회율, 교통정보, ITS, VMS, 상관분석

Diversion Rate, Traffic information, ITS, VMS, Correlation Analysis

요 약

교통정보제공을 통한 교통량 분산효과에 대한 관심이 높아짐에 따라, 효율적인 교통정보제공을 위한 기초 연구로서 운전자의 반응행태 및 우회효과에 대한 연구가 지속되고 있다. 본 연구는 실제 조사를 통해 추정된 우회율과 소통상황과의 상관분석을 통해, 우회가 어떻게 결정되며, 그 효과가 어떤지를 알아보고자 하였다. 속도-교통량 분석결과, 고속도로의 속도가 떨어짐에 따라 우회교통량이 증가하고, 우회교통량의 증가로 고속도로 교통량이 줄어 소통상황이 원활해지면서 다시 우회교통량이 줄어드는, 우회 메커니즘을 확인하였다. 또한 상관분석을 통해 우회율과 통행속도는 음(-)의 관계를, 통행시간과는 양(+)의 관계를 갖는다는 것을 밝혀냈으며, 혼잡상황별로, 통행방향별로 우회율과 소통상황과의 관계가 다양함을 밝혀냈다. 마지막으로 본선교통량과 통행속도, 통행시간을 변수로 하는 우회율 회귀식을 제시하였으며, 이 때 결정계수는 38.5%로 나타났다. 이 값은 고속도로 소통상황이 운전자의 우회결정시 영향을 미치는 다양한 변수 중에서 약 40%를 차지한다는 것을 의미한다.

Due to increasing interest in dispersion of traffic flows through providing traffic information, there has been much research of driver behavior and effectiveness of diversion. In this paper the authors intend to analyze how a diversion was determined and its effects through correlation analysis between diversion rates estimated by actual surveys and the traffic conditions. Through speed - flow analysis, the diversion mechanism was found. When travel speed decreased, detour volume increased. Then when the traffic volume was decreased through an increase of diversion and traffic conditions got better, the detour volume decreased again. In addition, the authors found negative correlation between the diversion rate and travel speed through correlation analysis. It shows that there were various relationships between diversion rates and traffic conditions according to congestion level and direction of traffic. Finally, it is suggested that the regression equation for calculating the diversion rate with the traffic flows, travel speed, and travel time as variables has a coefficient of determination of 38.5%. It means that traffic conditions on expressways take about 40% of driver's decision-making for diversion.

I. 서론

1. 연구의 목적 및 필요성

교통정보는 운전자의 통행계획 수립과 통행경로 변경, 그리고 돌발상황 대처에 도움을 줄 수 있고, 도로에 집중된 교통수요를 분산시키는 효과를 가지고 있어, 교통정보제공을 통한 효율적인 도로운영에 대한 관심이 높아지고 있다. 특히 VMS (도로전광표지, Variable Message Sign, 이하 VMS)는 경로변경이 가능한 주요 지점에 설치되어, 운전자에게 필요한 정보를 실시간으로 제공함으로써, 지체완화 및 혼잡감소를 목표로 하는 ITS (지능형교통체계, Intelligent Transport Systems, 이하 ITS)의 주요한 서비스 역할을 담당하고 있다.

이와 같이 VMS 교통정보제공을 통한 교통량 분산에 대한 관심이 높아짐에 따라, 효율적인 운영전략 수립을 위한 기초 연구로 VMS 메시지에 대한 운전자의 반응 및 효과에 대한 연구가 지속되고 있다. VMS 메시지에 대한 운전자의 반응은 실제적인 조사가 어렵기 때문에 SP조사 및 시뮬레이터를 이용한 조사방법이 주로 사용되고 있으나, 실제 조사를 통해 우회율을 찾고자 하는 연구 역시 이루어지고 있다. (최윤혁, 2008)

본 연구는 기존 최윤혁 등(2008)의 후속연구로써 실제 조사된 우회율과 우회에 영향을 미치는 주요한 요인으로 여겨지는 도로의 소통상황 변수(교통량, 통행속도, 통행시간 등)와의 상관분석을 통해 우회가 어떠한 교통상황에서 발생하며, 그 효과가 어떠한지 우회행태측면에서 접근하고자 한다.

2. 연구의 내용 및 방법

본 연구는 실제 조사를 통해 추정된 우회율과 도로 소통상황과의 관계를 찾는 것이 주요한 목적이며, 고속도로의 교통량과 속도, 그리고 우회교통량과 우회도로의 속도에 대한 분석을 실시하였다. 그리고 통계적으로 관련성을 찾기 위해 우회율과 본선교통량, 통행속도, 통행시간, v/c 와의 상관분석을 실시하였다. 세부적으로는 개별조사지점별로 분석을 실시하였으며, 이를 조사일, 혼잡상황, 통행방향 등으로 그룹핑하여 군집별 상관분석을 실시하였다.

II. 기존 연구 고찰

교통정보제공을 통한 교통량 분산효과에 대한 관심이 높아짐에 따라, 효율적인 교통정보제공을 위한 다양한 측면의 연구가 지속되고 있다.

특히, VMS는 경로변경이 가능한 주요 지점에 설치되어 혼잡 및 우회정보를 제공, 집중된 교통량을 분산시키는 중요한 역할을 담당하고 있다. 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; 조준환, 2003; 권혁, 2004; 박은미, 2004; 최기주, 2004; 백남철, 2006)

VMS 운영 및 교통정보제공전략 수립의 기초연구로서 정보제공에 따른 운전자의 행태 및 반응에 대한 연구가 진행되고 있다.

Wardman 등(1997)은 Warrington에서 Manchester로 가는 중간지점에서 SP조사를 통해 메시지 내용에 따른 운전자의 경로 전환율을 로짓모형으로 분석하였다. 조사 결과, 지체가 길어지면 길어질수록 경로 전환율이 높게 나타났다.

Srinivas와 Ramos(2000)는 VMS에 표출되는 메시지 내용에 따라 운전자의 경로 전환율이 어떻게 변하는지에 대한 연구를 수행하였다. 이 연구에서는 Northwestern Indiana주의 Borman Expressway를 통행하는 운전자를 대상으로 인터넷을 통한 가상 선호도(Stated Preference) 조사를 실시하였다. 조사 결과를 중심으로 VMS 메시지에 따른 개인별 경로전환 확률을 예측하는 운전자 행태모형을 개발하였다.

이영인 등(1998)은 교통정보가 운전자 노선전환 행태에 미치는 영향에 관하여 SP 조사기법을 이용하여 연구하였으며, 교통정보시스템을 개발함에 있어 운전자의 요구를 정확히 반영할 필요성을 강조하였다.

김숙희 등(2000)은 가변정보판 실시간 운영 전략 구축을 위한 운전자 경로선택모형에 관하여 SP조사를 바탕으로 연구하였다. 가변정보판 설치 전·후 도로망의 총 통행시간을 분석한 결과, 가변정보판을 설치함으로써 도로망의 총 통행시간을 줄일 수 있음을 보였다.

최병국 등(2004)은 인터넷 기반의 경로선택 시뮬레이터를 이용하여 운전자의 행태를 분석하였고, 최기주 등(2005)은 우회국도의 ITS의 효과분석을 위해, VMS 교통정보제공에 따른 우회율을 분석하기 위해 SP조사를 수행하였다. 로짓모형을 활용하여 이용자의 성별과 연령, 통행목적, 그리고 주변도로에 대한 친숙도, VMS문안 등을 설명변수로 하여 국도와 대체도로와의 선택행태를 분석하였다.

장정아 등(2005)은 고속도로에서의 우회(국도) 교통정보제공에 따른 경로전환효과를 분석하였으며, 김숙희 등(2006)은 VMS 실시간 운영전략 구축을 위해 운전자 경로선택모형을 제시하였다.

이창우 등(2006)은 운전자 행태를 고려하여 VMS의 실시간 경로안내 정보제공에 대한 연구를 수행하였으며, 최윤혁 등(2007)은 운전자 경로전환 의사결정에 작용하는 정보이용매체에 관한 연구에서 혼잡이 심각할수록 운전자는 자신의 경험보다 교통정보를 더 의지하는 것을 밝혔다.

최윤혁 등(2008)은 실제 조사를 통해서 고속도로 우회교통량을 추정하는 방법론을 제시하였으며, 제시한 방법론을 통해 추정된 우회율이 SP조사를 통한 우회율과 큰 차이가 있음을 밝혔다. 본 연구는 기존 연구의 후속연구로서 조사된 우회율과 도로의 소통상황과의 상관분석을 실시하고자 한다.

III. 우회율 조사

1. 조사 개요

고속도로 본선 우회교통량 및 우회율을 추정하기 위해 먼저 영업소 출구차량 우회율조사를 실시하였다. 조사일의 경우, 우회가 가장 많이 일어날 것으로 판단되는 추석을 선택하였으며, 귀향일(D-1)인 2005년 9월 17일과 귀경일(D+1)인 9월 19일, 이틀에 걸쳐 조사를 실시하였다. 또한 평상시 주말의 우회율을 알아보기 위하여 2005년 11월 19일(토)과 20일(일)에 대한 조사를 추가 실시하였다.

조사지점은 고속도로의 혼잡이 많이 발생하고, 우회도로의 여건이 좋거나, 우회도로가 잘 알려져 있는 등의 우회가 많이 발생되리라고 판단되는 지점으로 각 4곳을 선정하였다. 그 결과, 귀향일(D-1)에는 국도1호선 및

〈표 1〉 조사일시 및 지점

추석		주말	
9월 17일 (지방방향)	9월 19일 (서울방향)	11월 19일 (지방방향)	11월 20일 (서울방향)
서해안선 비봉 IC	경부선 천안 IC	서해안선 비봉 IC	경부선 천안 IC
영동선 양지 IC	서해안선 발안 IC	영동선 양지IC	서해안선 발안 IC
영동선 이천 IC	중부선 일죽 IC	영동선 이천 IC	중부선 일죽 IC
	영동선 문막 IC		영동선 문막 IC

국도 23호선과 연결되는 천안논산선 남천안IC, 국도39선과 연결되는 서해안선 비봉IC, 영동선과 중부선을 우회할 수 있는 영동선 양지IC, 자동차전용도로인 국도42호선과 연결되는 영동선 이천IC 등이 조사지점으로 선정되었다. 귀경일(D+1)에는 국도1호선과 연결되는 경부선 천안IC, 국도39호선과 연결되는 서해안선 발안IC, 중부선에서 영동선으로 우회할 수 있는 일죽IC, 그리고 국도42호선과 연결되는 문막IC에서 조사를 실시하였다.

데이터 수집방법은 영업소 출구측에서 통행요금을 내기 위해 대기하는 차량의 운전자에게 출발지와 목적지, 그리고 우회여부를 질문하였다. 조사원은 사전교육을 통해 영업소 차량흐름에 방해가 되지 않도록 교육되었으며, 우회라는 단어가 생소한 운전자에게 우회를 설명할 수 있도록 교육되었다.

2. 우회율 추정 방법론

영업소 우회추정 교통량을 구하는 방법은 식(1), 고속도로 본선 우회율은 식(2)와 같다.¹⁾

$$F_{dq} = q_o \times d_o, \quad d_o = \frac{f_s}{q_s} \tag{1}$$

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) 자세한 내용은 최윤혁 등(2008)을 참고.

고속도로 본선 우회율은 영업소 출구차량 우회율분석을 통해 산출된 우회(추정)교통량을 본선 교통량으로 나눈 값이다.

$$D_m = \frac{F_{dq}}{Q_m} \quad (2)$$

여기에서,

D_m : 고속도로 본선 우회율(%)

F_{dq} : 영업소 우회추정 교통량(대/시)

Q_m : 고속도로 본선 교통량(대/시)

3. 조사지점별 우회율 및 소통상황

조사지점별로 시간대별 우회율 및 도로 소통상황은 다음과 같이 정리하였다.

- 본선교통량과 우회교통량의 합계는 9시~16시 동안의 총 합계 표현

안의 총 합계 표현

- 통행속도, 통행시간의 합계의 경우 9시~16시 동안의 평균 표현
- v/c와 본선우회율(%)의 합계의 경우 본선교통량과 우회교통량의 합계를 이용하여 계산
- 우회교통량 항목의 “-”의 경우 조사시간동안 우회교통량이 없는 상황으로 분석에서 제외

1) 추석 (D-1)일 : 9월 17일 분석

추석 전날인 9월 17일의 평균 우회율을 살펴보면, 서해안선 비봉IC의 평균 우회율은 1.6%, 영동선 이천IC는 3.8%, 영동선 양지IC는 8.9%로 나타났다.

2) 추석 (D+1)일 : 9월 19일 분석

추석 다음날인 9월 19일의 평균 우회율은 서해안선 발안IC는 4.4%, 영동선 문막IC는 13.6%, 중부선 일죽IC는 3.0%, 경부선 천안IC는 5.4%로 나타났다.

〈표 2〉 9월 17일 조사지점별 우회율 및 소통상황

구분	시간대	본선교통량 (대/시)	우회교통량 (대/시)	통행속도 (km/h)	통행시간 (분)	v/c	본선우회율 (%)
서해안선 비봉IC (3차로)	9	2,655	83	20	12	0.40	3.1%
	10	2,970	126	25	10	0.45	4.2%
	11	2,490	127	20	12	0.38	5.1%
	12	3,285	-	31	8	0.50	-
	13	3,255	45	88	3	0.49	1.4%
	14	3,300	9	99	2	0.50	0.3%
	15	3,375	4	103	2	0.51	0.1%
	16	3,105	-	102	2	0.47	-
	계/평균	24,435	394	61.00	6.38	0.46	1.6%
영동선 이천IC (4차로)	9	4,408	146	90	4	0.50	3.3%
	10	4,189	165	83	5	0.48	3.9%
	11	4,358	277	75	5	0.50	6.4%
	12	3,732	311	77	5	0.42	8.3%
	13	4,533	35	80	5	0.52	0.8%
	14	4,605	116	90	4	0.52	2.5%
	15	4,312	135	93	4	0.49	3.1%
	16	3,748	113	103	4	0.43	3.0%
	계/평균	33,885	1,298	86.38	4.50	0.48	3.8%
영동선 양지IC (2차로)	9	1,566	157	20	24	0.36	10.0%
	10	1,445	216	20	24	0.33	14.9%
	11	1,980	169	20	24	0.45	8.5%
	12	1,860	301	21	23	0.42	16.2%
	13	2,115	224	33	15	0.48	10.6%
	14	2,235	196	27	18	0.51	8.8%
	15	2,220	86	39	12	0.50	3.9%
	16	2,070	34	78	6	0.47	1.6%
	계/평균	15,491	1,383	32.25	18.25	0.44	8.9%

〈표 3〉 9월 19일 조사지점별 우회율 및 소통상황

구분	시간대	본선교통량 (대/시)	우회교통량 (대/시)	통행속도 (km/h)	통행시간 (분)	v/c	본선우회율 (%)
서해안선 발안IC (3차로)	9	4,180	9	92	5	0.63	0.2%
	10	4,328	44	87	6	0.66	1.0%
	11	4,162	-	81	6	0.63	-
	12	3,397	293	58	8	0.51	8.6%
	13	3,079	205	91	5	0.47	6.7%
	14	3,355	312	83	6	0.51	9.3%
	15	3,176	415	80	6	0.48	13.1%
	16	3,479	-	81	6	0.53	-
	계/평균	29,156	1,278	81.63	6.00	0.55	4.4%
영동선 문막IC (2차로)	9	2,199	79	102	5	0.50	3.6%
	10	2,130	331	88	6	0.48	15.5%
	11	2,620	563	73	8	0.60	21.5%
	12	2,970	399	71	8	0.68	13.4%
	13	2,534	388	101	5	0.58	15.3%
	14	2,422	292	96	6	0.55	12.1%
	15	2,523	251	74	7	0.57	9.9%
	16	2,275	381	50	11	0.52	16.7%
	계/평균	19,673	2,684	81.88	7.00	0.56	13.6%
중부선 일죽IC (2차로)	9	1,513	15	59	14	0.34	1.0%
	10	1,589	27	32	25	0.36	1.7%
	11	1,858	41	27	30	0.42	2.2%
	12	1,663	57	25	92	0.38	3.4%
	13	1,504	53	14	117	0.34	3.5%
	14	1,580	94	17	107	0.36	5.9%
	15	1,314	81	35	23	0.30	6.2%
	16	1,360	-	39	21	0.31	-
	계/평균	12,381	368	31.00	53.63	0.35	3.0%
경부선 천안IC (4차로)	9	3,671	153	32	14	0.42	4.2%
	10	3,775	205	20	23	0.43	5.4%
	11	3,540	284	14	93	0.40	8.0%
	12	3,639	275	16	29	0.41	7.6%
	13	3,745	261	17	27	0.43	7.0%
	14	3,632	215	15	91	0.41	5.9%
	15	3,510	181	14	93	0.40	5.2%
	16	3,749	-	16	29	0.43	-
	계/평균	29,261	1,574	18.00	49.88	0.42	5.4%

3) 주말 토요일 : 11월 19일 분석

주말 토요일인 11월 19일의 평균 우회율을 살펴보면, 서해안선 비봉IC의 우회율은 1.4%, 영동선 이천IC는 1.3%, 영동선 양지IC는 3.8%로 나타났다.

4) 주말 일요일 : 11월 20일 분석

주말의 일요일인 11월 20일의 평균 우회율은 서해안선 발안IC는 2.6%, 영동선 문막IC는 2.9%, 중부선 일죽IC는 2.7%, 경부선 천안IC는 4.0%로 나타났다.

10시~11시 사이에는 우회조사가 전구간에 걸쳐 이루어지지 않은 경우로 본 분석에서 제외하였다.

Ⅵ. 우회율 상관분석

1. 교통량-속도 변화분석

1) 분석 개요

본 연구에서는 우회율과 도로 소통상황의 상관관계를

〈표 4〉 11월 19일 조사지점별 우회율 및 소통상황

구분	시간대	본선교통량 (대/시)	우회교통량 (대/시)	통행속도 (km/h)	통행시간 (분)	v/c	본선우회율 (%)
서해안선 비봉IC (3차로)	9	4,830	29	74	3	0.73	0.6%
	10	4,590	97	74	3	0.70	2.1%
	11	4,560	47	78	3	0.69	1.0%
	12	4,410	-	77	3	0.67	-
	13	4,500	29	75	3	0.68	0.6%
	14	3,720	67	23	11	0.56	1.8%
	15	4,140	121	30	8	0.63	2.9%
	16	4,200	85	31	8	0.64	2.0%
	계/평균	34,950	475	57.75	5.25	0.66	1.4%
영동선 이천IC (4차로)	9	5,242	-	95	4	0.60	-
	10	5,400	-	95	4	0.61	-
	11	5,663	173	94	4	0.64	3.1%
	12	5,383	-	94	4	0.61	-
	13	5,085	30	95	4	0.58	0.6%
	14	5,581	168	95	4	0.63	3.0%
	15	5,313	26	95	4	0.60	0.5%
	16	5,361	171	93	4	0.61	3.2%
	계/평균	43,028	568	94.50	4.00	0.61	1.3%
영동선 양지IC (2차로)	9	2,123	-	36	13	0.48	-
	10	2,026	103	32	15	0.46	5.1%
	11	2,015	167	31	15	0.46	8.3%
	12	1,986	-	30	16	0.45	-
	13	2,041	32	33	15	0.46	1.6%
	14	2,139	129	40	12	0.49	6.0%
	15	2,112	200	35	14	0.48	9.5%
	16	2,012	-	32	15	0.46	-
	계/평균	16,454	631	33.63	14.38	0.47	3.8%

찾기 위해 먼저 교통량-속도 변화분석을 시행하였는데, 이는 교통량-속도 변화와 속도 변화분석이다.

교통량-속도 변화분석은 우회교통량의 증감에 따라 고속도로의 교통량 및 속도가 어떻게 변화하는지를 알아 보는 것이다. 이는 우회교통량이 고속도로의 속도 및 교통량과 매우 밀접하게 연관되어 있을 것이라는 가정 하에 고속도로의 소통상황에 따른 우회교통량의 변화를 파악하는 것으로, 분석을 위해 조사 영업소를 기준으로 하여 직전 영업소에서 조사 영업소까지의 시간대별 고속도로 본선 교통량 및 속도변화와 시간대별 우회교통량 변화를 분석하였다.

속도 변화분석은 우회교통량이 빠져 나간 뒤의 고속도로 본선의 속도와 우회도로의 속도가 어떻게 변화하였는지를 파악하는 것으로, 고속도로 본선에서 일부 교통량이 우회한 뒤의 속도변화를 확인하고자 하였다. 분석을 위해 조사 영업소를 기준으로 하여 조사 영업소에서

직후 영업소까지의 시간대별 고속도로 본선 속도와 우회도로 속도변화를 분석하였다.

2) 분석 결과

조사일과 조사지점에 따른 다양한 교통량-속도변화 분석결과²⁾, 고속도로의 속도가 떨어짐에 따라 우회교통량이 증가하였으며, 우회교통량의 증가로 고속도로의 교통량이 줄어들어 고속도로의 소통상황이 원활해지면서, 다시 우회교통량이 줄어드는 우회 메커니즘을 확인하였다.

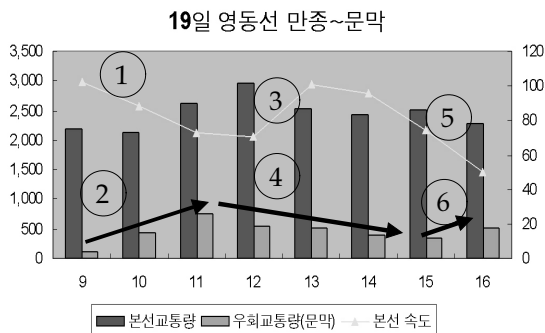
우회 메커니즘을 정확하게 보여주는 영동선 만종JC~문막IC구간을 〈그림 1〉에서 살펴보면,

- ① 혼잡으로 고속도로의 속도가 감소되고,
- ② 고속도로 속도 저하로 우회교통량이 증가하고,
- ③ 우회교통량이 증가하여 다시 고속도로의 속도가 회복되고

2) 조사일과 조사지점에 따른 세부내용은 생략하였음

〈표 5〉 11월 20일의 조사지점별 우회율 및 소통상황

구분	시간대	본선교통량 (대/시)	우회교통량 (대/시)	통행속도 (km/h)	통행시간 (분)	v/c	본선우회율 (%)
서해안선 발안IC (3차로)	9	2,177	-	76	6	0.33	-
	10	-	-	-	-	-	-
	11	2,955	-	77	6	0.45	-
	12	3,246	-	78	6	0.49	-
	13	3,567	-	69	7	0.54	-
	14	3,316	52	42	12	0.50	1.6%
	15	2,767	283	31	16	0.42	10.2%
	16	2,843	198	28	18	0.43	7.0%
계/평균	20,871	533	50.13	8.88	0.40	2.6%	
영동선 문막IC (2차로)	9	1,883	-	94	6	0.43	-
	10	-	-	-	-	-	-
	11	2,430	52	95	6	0.55	2.1%
	12	2,719	-	76	7	0.62	-
	13	2,825	35	80	7	0.64	1.2%
	14	2,400	98	26	21	0.55	4.1%
	15	2,502	169	20	28	0.57	6.8%
	16	2,390	136	28	20	0.54	5.7%
계/평균	17,149	490	55.38	13.57	0.49	2.9%	
중부선 일죽IC (2차로)	9	1,485	15	107	8	0.34	1.0%
	10	-	-	-	-	-	-
	11	1,650	80	105	8	0.38	4.8%
	12	1,650	-	105	8	0.38	-
	13	2,220	39	103	8	0.50	1.8%
	14	2,880	60	91	9	0.65	2.1%
	15	2,040	43	21	98	0.46	2.1%
	16	2,760	166	39	21	0.63	6.0%
계/평균	14,685	403	83.75	22.86	0.42	2.7%	
경부선 천안IC (4차로)	9	2,988	-	94	5	0.34	-
	10	-	-	-	-	-	-
	11	3,503	165	92	5	0.40	4.7%
	12	3,314	-	95	5	0.38	-
	13	3,263	13	94	5	0.37	0.4%
	14	3,540	67	20	23	0.40	1.9%
	15	2,623	364	11	102	0.30	13.9%
	16	2,779	271	12	99	0.32	9.8%
계/평균	22,010	880	52.25	30.50	0.31	4.0%	



〈그림 1〉 우회 메커니즘의 예

- ④ 고속도로 속도가 회복되어 우회교통량이 줄어들고
- ⑤ 우회교통량이 줄어들어 따라 다시 고속도로 속도는 줄어들고,
- ⑥ 고속도로 속도 저하로 다시 우회교통량은 증가하게 된다.

위와 같은 ①~⑥에 해당하는 일련의 우회 메커니즘은 실제로 운전자들이 고속도로의 혼잡 및 교통상황에 매우 민감하게 반응하고 있다는 것을 보여주며, 아울러 우회도로를 통해 본선의 교통량이 분산되는 효과가 발생함을 보여주는 것이다.

2. 개별 상관분석

교통량-속도 변화분석결과, 우회교통량이 고속도로 통행속도와 음의 관계를 갖는다는 것과 우회메커니즘을 확인할 수 있었으며, 통계적 분석을 실시하였다. 상관분석은 각 지점별 분석에서부터, 조사일, 혼잡상황, 통행방향 군집별 상관분석까지 다양한 분석을 실시하였다.

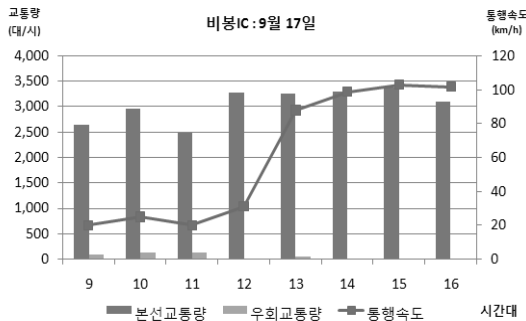
1) 개별지점 분석³⁾

(1) 예 - 서해안선 비봉IC

추석기간인 9월 17일 비봉IC의 우회율과 본선교통량, 통행속도, 통행시간, v/c의 상관분석 결과, 모든 변수가 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 본선교통량의 경우 Pearson 상관계수가 음(-)의 값을 가지고 있어, 본선교통량이 적을수록 우회율이 높아지는 것으로 분석되었고, 통행속도는 음(-)의 상관계수를 가지고 있어 통행속도가 감소할수록 우회율이 증가하는 것으로 분석되었다. 반면, 통행시간의 경우에는 양(+의 상관계수를

〈표 6〉 우회율과의 상관분석_비봉IC_9월 17일

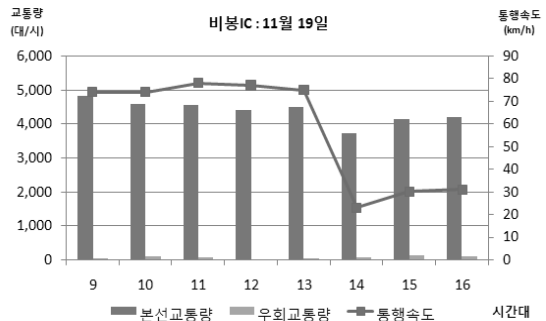
상관분석	우회율 (%)	본선 교통량 (대/시)	통행 속도 (km/h)	통행 시간 (분)	v/c
비봉IC 구간평균	1.6	24,435	61.0	6.4	0.46
Pearson 상관계수	-	-0.863	-0.748	0.822	-0.862
P-값	-	0.006	0.033	0.012	0.006



〈그림 2〉 비봉 IC(9월 17일) 소통상황

〈표 7〉 우회율과의 상관분석_비봉IC_11월 19일

상관분석	우회율 (%)	본선 교통량 (대/시)	통행 속도 (km/h)	통행 시간 (분)	v/c
비봉IC 구간평균	1.4	34,950	57.8	5.3	0.66
Pearson 상관계수	-	-0.496	-0.722	0.640	-0.466
P-값	-	0.212	0.043	0.088	0.244



〈그림 3〉 비봉 IC(11월 19일) 소통상황

가지고 있어 통행시간이 증가할수록 우회교통량이 증가하는 것으로 분석되었다.

주말인 11월 19일 분석에서는 통행속도만이 우회율과 음(-)의 상관관계가 있는 것으로 분석되었다.

(2) 결과 종합⁴⁾

개별지점에 대한 우회율과 도로 소통상황과의 상관분석 결과, 각 지점별로 조사일별로 매우 다양한 결과가 나타났다. 일부 지점은 추석연휴에만 상관관계가 있었으며, 일부 지점은 주말에만, 일부 지점은 아예 상관관계가 없는 곳도 있었다.

그러나 전체적으로는 우회율과 통행속도는 음(-)의 상관관계를, 통행시간과는 양(+의 상관관계를 갖는 것을 알 수 있었다. 이는 도식화 분석결과와도 일치하는 것으로 통행속도가 낮고, 통행시간이 증가하면 우회교통량이 증가하는 것으로 나타났다. 다만 우회율과 본선교통량 및 v/c는 음의 관계를 나타냈는데, 이는 조사당시인 9월 17일이 추석으로 극심한 혼잡이 발생하여 속도가 증가하면 교통량이 증가하는 불안정한 교통상황이 발생하였기 때문으로 판단된다.

3) 고속도로 본선, 우회도로의 교통량 및 속도변화를 시공간적으로 표현하여 그림으로 나타내었으나, 지면의 한계상 서해안선 비봉IC를 예로 설명함
 4) 개별지점에 대한 세부 내용은 지면상 생략하였음

〈표 8〉 개별 지점별 상관계수 종합

구간	조사일	본선교통량 (대/시)	통행속도 (km/h)	통행시간 (분)	v/c
서해안선 비봉IC	9월 17일	-0.863	-0.748	0.822	-0.862
	11월 19일	-0.496	-0.722	0.640	-0.466
영동선 이천IC	9월 17일	-0.562	-0.500	0.425	-0.587
	11월 19일	0.637	-0.539	*	0.665
영동선 양지IC	9월 17일	-0.595	-0.775	0.805	-0.600
	11월 19일	0.304	0.227	-0.236	0.371
서해안선 발안IC	9월 19일	-0.771	-0.367	0.306	-0.781
	11월 20일	-0.230	-0.873	0.905	-0.229
영동선 문막IC	9월 19일	0.254	-0.474	0.492	0.268
	11월 20일	0.044	-0.093	0.939	0.040
중부선 일죽IC	9월 19일	-0.113	-0.532	0.499	-0.089
	11월 20일	0.419	-0.408	0.011	0.435
경부선 천안IC	9월 19일	-0.404	-0.218	0.313	-0.487
	11월 20일	-0.713	-0.753	0.930	-0.706

주) 음영부분은 통계적으로 유의
* : 열의 모든 값이 동일하여 분석값 없음

2) 조사일별 분석

개별 조사지점별 상관분석 결과, 우회율과 통행속도 및 통행시간과의 상관관계는 일부 확인하였으며, 보다 구체적인 분석을 위해 조사일별 분석을 실시하였다.

(1) 9월 17일 상관분석(추석, D-1)

추석 D-1일이었던 9월 17일의 우회율과 도로 소통상황과의 상관분석 결과, 본선교통량과 통행속도, 통행시간, v/c의 모든 변수에서 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 교통량의 경우 Pearson 상관계수가 음(-)의 값을 가지고 있어, 본선교통량이 적을수록 우회율이 높아지는 것으로 분석되었고, 통행속도는 음(-)의 상관계수

〈표 9〉 추석 D-1일인 9월 17일 상관분석

상관분석	우회율 (%)	본선교통량 (대/시)	통행속도 (km/h)	통행시간 (분)	v/c
카테고리 평균	4.17	3,075	59.9	9.7	0.46
Pearson 상관계수	-	-0.610	-0.687	0.837	-0.588
P-값	-	0.003	0.000	0.000	0.004

를 가지고 있어 통행속도가 감소할수록 우회율이 증가하는 것으로 분석되었다. 반면, 통행시간의 경우 (+)의 상관계수를 가지고 있어 통행시간이 증가할수록 우회교통량이 증가하는 것으로 나타났다.

(2) 9월 19일 상관분석(추석, D+1)

추석 D+1일이었던 9월 19일의 분석결과, 모든 변수가 우회율과는 상관관계가 없는 것으로 나타났다.

〈표 10〉 추석 D+1일인 9월 19일 상관분석

상관분석	우회율 (%)	본선교통량 (대/시)	통행속도 (km/h)	통행시간 (분)	v/c
카테고리 평균	6.53	2,827	53.1	29.1	0.47
Pearson 상관계수	-	-0.043	0.247	-0.197	0.324
P-값	-	0.829	0.206	0.316	0.092

(3) 11월 19일 상관분석(주말, 토요일)

주말, 토요일이었던 11월 19일의 경우 모든 변수에서 우회율과 상관관계가 있는 것으로 분석되었다. 교통량의 경우 Pearson 상관계수가 음(-)의 값을 가지고 있어, 본선교통량이 적을수록 우회율이 높아지는 것으로 분석되었고, 통행시간의 경우 양(+의 상관계수를 가지고 있어 통행시간이 증가할수록 우회교통량이 증가하는 것으로 분석되었다.

〈표 11〉 주말 토요일인 11월 19일 상관분석

상관분석	우회율 (%)	본선교통량 (대/시)	통행속도 (km/h)	통행시간 (분)	v/c
카테고리 평균	1.77	3,935	62.0	7.9	0.58
Pearson 상관계수	-	-0.670	-0.482	0.691	-0.677
P-값	-	0.003	0.050	0.002	0.003

(4) 11월 20일 상관분석(주말, 일요일)

주말, 일요일이었던 11월 20일의 경우 통행속도, 통행시간이 우회율과 상관관계가 있는 것으로 분석되었다. 통행속도의 경우 Pearson 상관계수가 음(-)의 값을 가지고 있어, 본선의 통행속도가 낮을수록 우회율이 높아지는 것으로 분석되었고, 통행시간의 경우 양(+의 상관계수를 가지고 있어 통행시간이 증가할수록 우회교통량이 증가하는 것으로 분석되었다.

〈표 12〉 주말 일요일인 11월 20일 상관분석

상관분석	우회율 (%)	본선교통량 (대/시)	통행속도 (km/h)	통행시간 (분)	v/c
카테고리 평균	3.37	2,668	64.6	20.4	0.40
Pearson 상관계수	-	0.011	-0.602	0.562	-0.355
P-값	-	0.964	0.006	0.012	0.136

3) 결과 종합

조사일별 우회율 상관분석 결과, 추석 D-1일이었던 9월 17일은 우회율과 통행속도, 본선교통량, 그리고 v/c가 음(-)의 상관관계를 갖고, 통행시간은 양(+)의 관계를 갖는 것으로 나타났다.

그러나, 개별지점에 대한 분석결과와 마찬가지로 조사일별로 다양한 특성을 보였는데, 이는 크게 추석이라는 시간적 특수성과 중방향의 변화⁵⁾에 의한 것으로 판단된다.

추석 전날의 경우, 귀성길의 특성상 귀경길에 비해 시공간적으로 교통량이 분산되므로 운전자들이 본선교통량과 통행속도 및 통행시간에 민감하게 우회를 결정하는 것으로 보이나, 추석 다음날인 귀경의 경우, 목적지가 수도권으로 집중되고, 시간의 경과에 따라 혼잡이 더욱 가중되어 극심해지므로, 해당 운전자들은 본선교통량, 통행속도와 통행시간에 민감하게 반응하지 않은 것으로 판단된다. 특히 우회율 조사지점은 수도권으로, 목적지까지 얼마 남지 않은 상황에서 우회는 매력적이지 않으며, 추석이라는 극심한 혼잡에서 연속류인 고속도로에서 단속류인 국도로의 우회는 더욱 비효율적으로 판단되어지는 것으로 보인다.

그에 비해 일반적인 주말의 경우, 운전자는 통행속도와 통행시간에 적절하게 반응하여 우회를 결정하는 것으로 판단되나, 토요일과 일요일의 상관계수(통행속도와 우회율과의 기울기)는 차이가 있었다.

토요일보다 일요일의 상관계수가 커, 지방으로의 통

〈표 13〉 조사일별 상관계수 종합

조사일	본선교통량 (대/시)	통행속도 (km/h)	통행시간 (분)	v/c
9월 17일	-0.610	-0.687	0.837	-0.588
9월 19일				
11월 19일	-0.670	-0.482	0.691	-0.677
11월 20일		-0.602	0.562	

주) 음영부분은 통계적으로 유의

행이 중방향인 토요일보다 서울방향이 중방향인 일요일의 경우 더욱 민감하게 반응하는 것으로 보인다.

전체적으로는 우회율과 통행속도는 음(-)의 상관관계를, 통행시간과는 양(+)의 상관관계를 가졌으며, 본선교통량 및 v/c는 불안정한 교통상황 때문에 음(-)의 관계를 나타냈다.

3. 군집별 상관분석

조사일별 우회율 상관분석 결과, 추석과 주말이라는 혼잡상황별로, 그리고 서울방향과 지방방향의 중방향별로 우회율과 소통상황의 관계에 차이가 있다는 특징을 발견하였다. 따라서 혼잡상황 군집별, 중방향 군집별 상관분석을 실시하였다.

1) 혼잡상황 군집별 상관분석

(1) 추석기간 분석

추석기간인 9월 17일과 9월 19일의 상관관계 분석 결과, 우회율과 본선교통량이 상관관계가 있는 것으로 분석되었는데, pearson 상관계수가 음(-)의 값을 가지고 있어, 본선교통량이 적을수록 우회율이 높아지는 것으로 나타났다. 이는 〈표 14〉에서 보는 바와 같이 추석당시의 평균통행속도가 56km/h 인데 반해, v/c는 0.47에 불과한 불안정한 교통상황이 발생했기 때문이다.

〈표 14〉 추석기간 전체 상관분석 결과

상관분석	우회율 (%)	본선교통량 (대/시)	통행속도 (km/h)	통행시간 (분)	v/c
카테고리 평균	5.47	2,934	56.0	20.8	0.47
Pearson 상관계수	-	-0.283	-0.122	-0.021	0.126
P-값	-	0.046	0.400	0.886	0.384

(2) 주말 분석

주말의 경우 본선교통량, 통행속도, 통행시간, v/c와 우회율과의 상관분석 결과, 모든 변수들이 상관관계가 있는 것으로 분석되었다. 본선교통량의 경우, pearson 상관계수가 음(-)의 값을 가지고 있어, 본선교통량이 적을수록 우회율이 높아지는 것으로 나타났고, 통행속도의 경우 Pearson 상관계수가 음(-)의 상관계수를, 통행시간은 양(+)의 상관계수를 가지고 있어, 통행속도가 감

5) 추석의 경우, D-1일은 지방방향, D+1일은 서울방향이 중방향이고, 주말의 경우 토요일은 지방방향, 일요일은 서울방향이 중방향임

소하거나 통행시간이 증가할수록 우회율이 증가하는 것으로 나타났다. 반면, v/c 비율의 경우 음(-)의 상관계수를 가지고 있었는데, 이는 추석보다는 약하지만, 주말에도 통행속도가 증가하면 교통량이 증가하는 불안정한 교통상황이 발생했기 때문이다.

〈표 15〉 주말 상관분석 결과

상관분석	우회율 (%)	본선교통량 (대/시)	통행속도 (km/h)	통행시간 (분)	v/c
카테고리 평균	2.48	3.253	63.4	14.6	0.48
Pearson 상관계수	-	-0.411	-0.563	0.550	-0.510
P-값	-	0.013	0.000	0.001	0.001

(3) 결과 종합

추석과 주말에 대한 혼잡상황 군집별 상관분석 결과, 추석은 우회율과 본선교통량이 음(-)의 상관관계를, 주말의 경우, 본선교통량이 음(-)의, 통행속도와 음(-)의, 통행시간과는 양(+)의 관계를, v/c는 음(-)의 관계를 갖는 것으로 나타났다.

추석기간의 우회가 통행속도나 통행시간에 영향을 받지 않은 것은, 추석이라는 특수한 상황 때문에 우회도로의 소통상황도 좋지 못할 것이라는 운전자의 일반적인 심리가 크게 작용했을 것으로 보인다. 이에 비해 추석보다 혼잡이 극심하지 않은 주말의 경우 운전자는 통행속도와 통행시간에 의해 합리적으로 최단 경로를 선택하는 것으로 보인다.

다만, 추석과 주말 모두, 본선교통량과 우회율이 음(-)의 상관관계를 갖는 것은, 혼잡할 경우 우회가 시작되는 특성에 의한 것으로 보인다. 즉, 혼잡한 경우는 속도가 증가하면 교통량이 증가하는 불안정한 교통상황으로, 이 때 우회가 발생하게 된다.

〈표 16〉 혼잡상황 군집별 상관계수

구분	본선교통량 (대/시)	통행속도 (km/h)	통행시간 (분)	v/c
추석기간	-0.283			
주말	-0.411	-0.563	0.550	-0.510

주 음영부분은 통계적으로 유의

2) 중방향 군집별 분석

서울과 지방으로의 중방향별에 따른 우회율과 도로 소통상황과의 관계를 알아보기 위해 상관분석을 실시하였다.

(1) 지방방향 상관분석

먼저 지방방향의 통행에 대하여 우회율과 본선교통량, 통행속도, 통행시간, v/c에 대한 상관분석 결과, 모든 변수와 상관관계가 있는 것으로 분석되었다. 교통량과 통행속도는 Pearson 상관계수가 음(-)의 값을 가지고 있어, 본선교통량이 적고 통행속도가 감소할수록 우회율이 높아지는 반면, 통행시간이 증가할수록 우회교통량이 증가하는 것으로 분석되었다.

〈표 17〉 지방방향 군집별 상관분석 결과

상관분석	우회율 (%)	본선교통량 (대/시)	통행속도 (km/h)	통행시간 (분)	v/c
카테고리 평균	2.82	3.505	60.9	8.8	0.52
Pearson 상관계수	-	-0.634	-0.597	0.809	-0.594
P-값	-	0.000	0.000	0.000	0.000

(2) 서울방향 분석

서울방향의 통행에 대한 상관분석 결과, 지방방향과는 달리 모든 변수가 우회율과의 관계가 없는 것으로 나타났다.

〈표 18〉 서울방향 군집별 상관분석 결과

상관분석	우회율 (%)	본선교통량 (대/시)	통행속도 (km/h)	통행시간 (분)	v/c
카테고리 평균	5.10	2.753	58.5	25.0	0.44
Pearson 상관계수	-	-0.022	-0.023	0.016	0.124
P-값	-	0.883	0.876	0.916	0.406

(3) 결과 종합

서울과 지방으로의 중방향별 상관분석 결과, 지방방향은 본선교통량과 통행속도가 우회율과 음(-)의 상관관계를, 통행시간과는 양(-)의 관계를 가졌으나, 서울방향은 통계적으로 유의한 결과가 없었다.

이는 지방방향으로의 통행의 경우 운전자의 목적지가 다양하고, 각 목적지에 따라 다양한 우회경로가 존재하므로 운전자가 통행속도 및 통행시간에 민감하게 반응하

〈표 19〉 중방향 군집별 상관분석 결과 종합

구분	본선교통량 (대/시)	통행속도 (km/h)	통행시간 (분)	v/c
지방방향	-0.634	-0.597	0.809	-0.594
서울방향				

여 우회를 결정하는 것으로 판단된다. 반면 서울방향의 경우 목적지가 서울로 집중되어 혼잡이 가중되며, 우회 경로 역시 혼잡하므로 운전자가 우회에 민감하지 반응하지 않는 것으로 판단된다.

4. 회귀분석

본 연구에서는 상관분석결과를 바탕으로 회귀분석을 실시, 우회율에 영향을 미치는 변수와 각 변수의 영향 정도를 알아보고자 하였다. 최종적으로는 우회율에 영향을 미치는 각 변수들의 값을 가정할 경우, 우회율이 얼마나 되는지, 우회를 추정치를 제시하고자 하였다.

1) 분석 개요

회귀분석을 시행하기 전에 모든 조사에 대한 상관분석결과를 종합한 결과, 본선교통량과 통행속도가 통계적으로 유의한 것으로 나타났다.

그러나, <표 13>에서 보는 바와 같이, 추석 다음날인

<표 20> 전체 상관분석 결과

상관분석	우회율 (%)	본선교통량 (대/시)	통행속도 (km/h)	통행시간 (분)	v/c
카테고리 평균	5.5	3,061	56.5	20.2	0.49
Pearson 상관계수		-0.356	-0.235	0.129	-0.176
P-값		0.001	0.030	0.238	0.105

9월 19일의 경우 우회율과 소통상황변수는 상관관계가 없는 것으로 나타나, 9월 19일을 제외하는 것이 바람직하다고 판단되었으며, 그 결과는 <표 21>과 같다.

<표 21>에서 보는 바와 같이, 9월 19일을 제외할 경우, 우회율은 도로의 모든 소통상황변수인 본선교통량, 통행속도, 통행시간, v/c와 상관관계를 갖는 것으로 나타났다. 이 때 p값이 0.000으로 매우 상관성도 높은 것으로 나타났다.

그러나, v/c는 본선교통량에 의해 결정되는 종속변수로 다중공선성이 의심되어 회귀변수에서 제외하였다.

2) 우회율 추정 회귀식

각 조사일별 회귀분석을 실시한 결과, <표 22>에서 보는 바와 같이, 9월 19일을 제외하고는 약 30% 이상의 결정계수(R-Sq)를 갖는 것으로 나타났다. 특히, 추석 전날인 9월 17일의 경우, 우회율 추정식의 결정계수는 68.2%의 높은 예측력을 보였다. 따라서, 본 연구에서는 최종적으로 <표 23>과 같이 고속도로 우회율 추정

<표 21> 9월 19일 제외 상관분석 결과

상관분석	우회율 (%)	본선교통량 (대/시)	통행속도 (km/h)	통행시간 (분)	v/c
카테고리 평균	4.5	3,199	58.2	14.9	0.50
Pearson 상관계수		-0.487	-0.595	0.452	-0.506
P-값		0.000	0.000	0.000	0.000

<표 22> 조사일별 우회율 추정 회귀식

구분	조사일별 회귀분석 결과	통계 분석
9월 17일 (추석, D-1)	$D_m = -5.81 + 0.000914 Q_m + 0.0263 U_m + 0.681 T_m$	R-Sq = 72.7% R-Sq(adj) = 68.2%
9월 19일 (추석, D+1)	$D_m = 7.18 - 0.00088 Q_m + 0.0441 U_m - 0.0148 T_m$	R-Sq = 7.9% R-Sq(adj) = 0.0%
11월 19일 (주말, 토요일)	$D_m = 0.08 - 0.00061 Q_m + 0.0376 U_m + 0.408 T_m$	R-Sq = 52.7% R-Sq(adj) = 41.7%
11월 20일 (주말, 일요일)	$D_m = 7.24 - 0.00040 Q_m - 0.0439 U_m + 0.0305 T_m$	R-Sq = 41.8% R-Sq(adj) = 30.2%
결과 종합 (9월 19일 포함)	$D_m = 10.4 - 0.00130 Q_m - 0.0176 U_m - 0.0057 T_m$	R-Sq = 12.8% R-Sq(adj) = 9.7%

주) D_m : 고속도로 우회율(%), Q_m : 고속도로 교통량(대/시), U_m : 고속도로 통행속도(km/h), T_m : 고속도로 통행시간(min)

<표 23> 고속도로 우회율 추정식

고속도로 우회율 추정식	통계 분석	비고
$D_m = 9.25 - 0.000791 Q_m - 0.0458 U_m + 0.0275 T_m$	R-Sq = 41.8% R-Sq(adj) = 38.5%	9월 19일 제외

주) D_m : 고속도로 우회율(%), Q_m : 고속도로 교통량(대/시), U_m : 고속도로 통행속도(km/h), T_m : 고속도로 통행시간(min)

식을 제시하였다.

전체적으로 9월 19일을 제외할 경우 고속도로의 본선 우회율(%)은 본선 교통량과 고속도로 통행속도와는 음(-)의 관계를, 통행시간과는 양(+)의 관계를 가지며, 이 때 결정계수는 38.5%를 보였다.

이 때, 우회율 결정계수인 38.5%가 의미하는 것은 운전자로 하여금 우회를 결정하게 하는 다양한 변수 중 에서 고속도로 교통량과 통행속도, 그리고 통행시간이 약 40%를 차지한다는 것이다.

V. 결론 및 향후 연구과제

1. 결론

교통정보 제공을 통한 효율적 교통관리의 꿈은 아직도 이루어지지 않고 있다. 이에 대한 다양한 이유가 있겠지만, 그 중의 하나는 기존의 연구가 대부분 교통정보 제공전략의 수립에 치우쳐, 교통정보 제공에 대한 운전자의 반응에 대한 기초연구가 부족했기 때문이다.

본 연구는 효율적인 교통정보제공전략 수립을 위한 기초연구로 실제 조사를 통해 고속도로의 우회율을 추정 하였던 최윤희 등(2008)의 후속연구로써, 실제 조사된 우회율과 소통상황과의 상관관계를 찾고자 하였다.

먼저 교통량-속도 변화분석을 통해 고속도로의 속도가 떨어짐에 따라 우회교통량이 증가하고, 우회교통량의 증가로 고속도로의 교통량이 줄어들어 소통상황이 원활 해지고, 우회교통량이 줄어드는 일련의 우회 메커니즘을 확인하였다.

한편, 통계적 분석을 위해 개별지점에서부터 조사일, 혼잡상황, 통행방향 군집별 상관분석을 실시하였다. 개별지점에 대한 우회율과 도로 소통상황과의 상관분석 결과, 각 지점별로 조사일별로 매우 다양한 결과가 나타났 으나, 군집별 분석에서는 점점 일반화되는 패턴을 찾을 수 있었다.

주요한 분석 결과는 다음과 같다.

1. 전체적으로는 우회율과 통행속도는 음(-)의 상관 관계를, 통행시간과는 양(+)의 상관관계를 갖는 것으로 나타났다. 이는 도식화 분석결과와도 일치 하는 것으로 통행속도가 낮고, 통행시간이 증가하면 우회교통량이 증가하는 것으로 나타났다. 다만 우회율과 본선교통량 및 v/c 는 음(-)의 관계를 나

타냈는데, 이는 조사당시 혼잡이 발생하여 속도가 증가하면 교통량이 증가하는 불안정한 교통상황이 발생하였기 때문으로 판단된다.

2. 혼잡상황 군집별 상관분석 결과, 추석과 같이 극심한 혼잡이 발생하는 경우, 운전자는 통행속도와 통행시간보다는 본선교통량에 더 민감하게 반응하였으며, 일반적으로 혼잡이 발생하는 주말의 경우 통행속도와 통행시간에 의해 우회를 결정하는 것으로 나타났다.
3. 통행방향 군집별 상관분석 결과, 지방방향과 서울 방향의 우회특성이 다른 것으로 나타났다. 이는 지방방향으로의 통행의 경우 목적지와 각 목적지에 따른 우회경로가 다양하므로 운전자가 통행속도 및 통행시간에 민감하게 반응하지만, 서울방향의 경우 목적지가 서울로 집중, 혼잡이 가중되며, 우회경로 역시 혼잡하므로 운전자가 우회에 민감하지 반응하지 않는 것으로 판단된다. 이는 교통정보의 제공전략 수립 시 혼잡상황과 통행방향별로 서로 다른 우회율을 적용하고, 그에 따른 다양한 교통정보제공전략을 수립해야함을 의미한다.
4. 회귀분석 결과, 전체적인 우회율은 다음과 같은 식을 통해 산정될 수 있었으며, 이 때 결정계수는 38.5%로 나타났다. 이 값은 고속도로 소통상황이 운전자의 우회결정시 영향을 미치는 다양한 변수 중에서 약 40%를 차지한다는 것을 의미한다.

$$D_m = 9.25 - 0.000791 Q_m - 0.0458 U_m + 0.0275 T_m \quad (3)$$

본 연구에서는 실제 조사된 우회율과 도로 소통상황과의 상관분석을 통해 운전자의 우회행태와 관련된 의미 있는 결과를 도출하였으며, 이를 이용하여 고속도로 우회율에 대한 회귀식을 도출하였다. 향후 이를 이용하여 보다 정확한 교통정보제공 및 교통관리가 이루어지길 기대한다.

다만 본고에서 제시하는 우회율 추정식은 혼잡이 극심하고 우회정보가 다양한 매체를 통해 제공되는 추석 및 주말에 대한 분석결과로, 일반적인 상황에서의 적용은 일부 곤란한 바가 있다. 일반적인 상황에 대한 분석을 위해 평일에도 우회율 조사를 실시하였으나, 평일에는 우회가 거의 발생하지 않아 결과를 비교할 수가 없었다. 따라서 본 연구결과를 이용하여 실제 교통정보제공전략

을 수립할 경우, 극심한 혼잡이 발생하는 추석은 제외하고, 주말 분석결과를 일반적인 상황으로 이해하여 적용하는 것이 타당할 것으로 보인다.

2. 향후 연구과제

본 연구에서는 조사의 한계로 1시간단위의 분석을 실시하였지만, 보다 세부적인 조사를 실시하여 5분 단위 혹은 15분 단위의 소통상황과 우회율과의 상관관계를 정립하는 연구가 필요할 것으로 보인다. 특히 우회는 혼잡을 경험한 운전자의 반응으로써, 혼잡을 경험하고 우회를 행동에 옮기는 데 까지 time lag가 존재하므로, 보다 세부적이고 정밀한 분석이 필요하다. 특히 우회율이 높은 특정 지점을 선택하여 높은 우회율을 이끌어내는 다양한 교통상황과 도로 및 기하구조 조건 등에 대한 심층연구 역시 필요하다.

또한 우회율과 소통상황과의 관계와 마찬가지로 소통상황과 정보제공매체와의 관계에 대한 연구도 교통정보 제공을 위한 기초연구로 이루어져야할 것으로 보인다.

정보제공 및 도로의 소통상황에 따른 우회율에 대한 보다 구체적이고 정확한 조사를 위해 Navigation, 휴대폰, RFID 등 보다 지능화된 IT 기술을 접목하는 방법에 대한 연구 역시 필요하다.

마지막으로 본 연구에서 수립된 우회율과 소통상황과의 관계를 실제 교통정보 제공전략에 적용하여 이를 평가하고 보완해가는 연구가 필요하며, 근본적으로는 교통정보라는 큰 틀에서 봤을 때, 수집되어 가공된 교통정보를 제공하는 전략과 제공된 정보의 효과(혹은 영향)를 평가하는 교통정보제공 모니터링 방안에 대한 연구가 필요하다. 아울러 이를 모두 결합하여 교통정보의 수집, 가공, 제공, 그리고 모니터링에 이르는 단계를 모두 아우를 수 있는 교통정보체계에 대한 연구가 필요하다.

알림 : 본 논문은 대한교통학회 제58회 학술발표회(2008. 2.23)에서 발표된 내용을 수정·보완하여 작성된 것입니다.

참고문헌

1. 강정규·정철훈(1999), 도시고속도로 교통류 관리를 위한 가변전광판 정보 제공 방안 평가, 대한교통학회지, 제17권 제1호, 대한교통학회, pp.91~102.
2. 권혁·이승재·신성희(2004), 베이지안 게임이론에 근거한 전략적 VMS 제공에 관한 연구, 대한교통학회지, 제22권 제7호, 대한교통학회, pp.71~78.
3. 김숙희·최기주·유정훈(2006), VMS 실시간 운영전략 구축을 위한 운전자 경로선택모형, 대한토목학회 논문집, 제26권 제3D호.
4. 김혜란·전경수·박창호(2004), 관측 교통정보를 이용한 통행중 경로전환행태 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.107~115.
7. 백남철·김병관·이상협(2006), Bi-Level 프로그래밍 기법을 이용한 최적의 VMS 통행시간 정보제공 전략, 대한토목학회 논문집, 제26권 제4D호, pp.559~564.
8. 이상훈·김성환(2003), 퍼지 비가법 제어를 이용한 도시 교통망의 경로 탐색, 대한교통학회지, 제21권제1호, 대한교통학회, pp.103~113.
9. 이준·정진혁(2007), 이용자 대안노선을 고려한 가변정보표지판(VMS)의 정보표출 방안에 관한 연구, 대한토목학회 논문집, 제27권 제6D호, pp.691~696.
10. 이준·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.135~145.
14. 장정아·문병섭·최기주(2005), 고속도로에서의 우회(국도)교통정보 제공에 따른 경로전환효과분석, 대한토목학회 논문집, 제35권 제2D호.

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.
17. 최기주·장정아·김성현·김종식(2004), VMS 우회정보 제공에 따른 우회율 분석(국도3호선을 중심으로), 대한토목학회 논문집, 제24권 제6D호.
18. 최기주·장정아(2004), 게임이론에 기반한 VMS 운영모형, 대한토목학회 논문집, 제24권 제2D호, pp.155~165.
19. 최병국·김갑수·석종수(2004), 인터넷 기반의 경로선택 시뮬레이터를 이용한 운전자 행태분석, 대한토목학회 논문집 제24권 제1D호.
20. 최윤희·최기주·오승훈(2007), 운전자 경로전환 의사결정에 작용하는 정보이용매체에 관한 연구, 대한토목학회 논문집, 제27권 제6D호, pp.705~712.
21. 최윤희·최기주(2008), 고속도로 우회교통량 추정방법론에 관한 연구, 대한교통학회지, 제26권 제1호, 대한교통학회, pp.79~88.
22. M. Wardman, P. W. Bonsall and J. D. Shires (1997), Driver response to Variable Message Sign; a stated preference investigation, Transportation Research part C, Vol. 5.
23. Srinivas Peeta, and Jorge L. Ramos(2000), Content of VMS and On-line Driver Behavior, 79th Annual meeting of the TRB, January 9-13.

✉ 주 작 성 자 : 최윤희
 ✉ 교 신 저 자 : 최윤희
 ✉ 논문투고일 : 2008. 12. 1
 ✉ 논문심사일 : 2009. 2. 16 (1차)
 2009. 3. 27 (2차)
 ✉ 심사판정일 : 2009. 3. 27
 ✉ 반론접수기한 : 2009. 8. 31
 ✉ 3인 익명 심사필
 ✉ 1인 abstract 교정필