

# TCS 자료를 이용한 강설과 고속도로 통행특성 관계 연구

## Analysis of Snowing Impacts on Freeway Trip Characteristics Using TCS Data

백 승 곁\*  
(Seung-Kirl Baek)

정 소 영\*\*  
(So-Young Jeong)

이 태 경\*\*\*  
(Tea-Kyung Lee)

원 제 무\*\*\*\*  
(Jai-Mu Won)

### 요 약

기상조건은 도로 및 운전조건을 열악하게 함으로써 교통사고와 정체의 원인이 되며, 운전자의 통행선택에 영향을 미쳐 기종점통행특성도 변화시킨다. 기종점 통행량은 교통계획에 있어 필수적으로 요구되는 자료이지만, 기상조건과 통행량과의 관련성을 검토한 연구는 거의 없는 실정이다. 본 연구는 강설조건이 기종점간 통행특성에 미치는 영향을 분석한 연구로, 1998년-2008년 기상자료와 TCS 통행량 자료를 이용하여 강설일과 비강설일의 차종별 일통행량, 평균통행거리를 비교 분석하였으며, 강설수준별 통행량 관계를 제시하였다. 분석결과 강설일 대비 비강설일의 통행량은 감소하며, 통행거리도 감소한다는 것을 확인하였으며, 강설시 주말/평일별 차종별로 통행특성의 차이가 있고, 강설수준에 따른 통행량의 차이도 있으나 그 정도는 크지 않다는 것을 제시하였다.

### Abstract

Weather like rain, strong wind or snowfall may make the road condition deteriorated and sometimes induce traffic accidents, which lead to severe traffic congestion, thereby travelers may change their destinations elsewhere. Although origin-destination trip information is required to analyze transportation planning in urban area, there are little researches on the relationship between weather condition and travel patterns. This paper investigates the characteristics of travel patterns on expressway in snowing days of 1998-2008. We compare the normal travel patterns with those of snowing days by the travel distance for each vehicle type. Results show that traffic volume and travel distance have been reduced in snowing days as we expect, and also show different travel patterns for weekday and weekend.

**Key words:** Freeway, trip characteristics, travel pattern, TCS data, snowfall

---

\* 주저자 : 한국도로공사 도로교통연구원 수석연구원  
\*\* 공저자 및 교신저자 : 한국도로공사 도로교통연구원 연구원  
\*\*\* 공저자 : 서울특별시 도로교통시설담당관 교통개선기획실장  
\*\*\*\* 공저자 : 한양대학교 도시대학원 교수  
† 논문접수일 : 2010년 6월 15일  
† 논문심사일 : 2010년 7월 16일  
† 게재확정일 : 2010년 7월 20일

## I. 서 론

우리나라는 4계절의 기후 변화가 뚜렷하여 계절별로 다양한 기상 상황이 발생된다. 기상상황 중 폭우, 강설, 동결 및 안개 등은 운전자의 행동을 위축시키고, 도로조건을 열악하게 함으로써 교통사고와 정체의 원인이 되고 있다. 이러한 교통조건 변화 외에도 기상은 운전자의 통행선택에 영향을 미쳐 기종점통행특성도 변화된다.

기종점 통행량은 공간간의 활동을 대표하는 지표이며, 교통계획에 있어 네트워크의 교통수요를 파악하기 위해 필수적으로 요구되는 자료이다. 4계절 기후를 가지고 있는 우리나라의 특성상 계절별 특성을 고려한 도로운영이 필요하며, 고속도로의 사고발생을 줄이고 첨단화된 ITS 운영을 위해서는 안개 등 국지적 기후특성과 수요특성을 고려한 사고예방, 정보제공 등이 필요하다.

기종점통행특성 자료는 많은 요인에 의해 영향을 받는데, 네트워크 신설 등 장기적인 변화가 아닌 단기적인 실시간 교통상황의 경우에는 기상에 의한 영향이 가장 클 것으로 판단된다. 기상에 의한 영향은 출퇴근, 업무, 가족행사 등 필수적인 통행보다는 여가, 방문, 관광 등 비필수적인 통행이 영향을 더 크게 받을 것이다.

이러한 중요성에도 불구하고 기상조건과 통행량과의 관련성을 검토한 연구는 미흡한 실정이다. 기존의 기상관련 교통분야의 연구는 기상조건과 도로의 구간 성능이나 교통사고와의 관계에만 초점을 두어 왔다. 도로성능의 경우 기상상황에 따른 서비스 교통량이나 속도의 변화가 주 분석대상이었으며, 교통사고의 경우 기상상황 변화에 따른 시거의 제약 등 운전자 판단성능의 변화가 주 분석대상이었다.

강우나 강설시에는 차종별, 평일/주말 등 요일특성에 따라 운전자의 통행선택이 달라질 것이다. 통행선택은 출발시간 선택, 목적지선택, 수단선택, 경로선택 등 다양한 선택이 있을 수 있으며, 이에 따라 최종적으로 구간교통특성이 영향을 받을 것이다. 기존 연구에서는 이러한 기상조건 변화시 통행특성의 변화를 무시하고 최종결과인 구간교통특성만 분

석한 것이라 할 수 있다.

본 연구는 강설이 교통량(traffic volume)에 주는 영향보다 기종점 간 통행량(trip/travel)이나 평균통행거리와 같은 통행특성에 미치는 영향에 초점을 둔 연구이다. 이를 위해 1998년-2008년 기상자료를 이용하여 강설일과 비강설일의 일평균통행량 및 평균통행거리를 비교하였으며, 평일/주말에 따른 통행특성을 검토하였다.

## II. 이론 및 기존 연구 고찰

박창수·장진환[2]은 기상상황에 따른 교통보정계수의 변화를 분석하여 눈이 내리는 날에 조사된 교통량자료를 이용해 AADT를 추정할 경우 적용할 수 있는 날씨보정계수(Weather Adjustment Factor)를 산출하였다. 이를 위해 강설일과 비강설일에 대하여 교통량 패턴이 안정적이라고 판단되는 동월, 동요일의 평균 교통량을 이용하여 이들의 비율로서 보정계수를 산출하였고, 이러한 보정계수와 적설량과의 관계에 대한 회귀식을 도출했다. 회귀계수는 k값에 따라 주중은 0.04, 주말은 0.041-0.051로 비슷하게 나왔으나,  $R^2$ 은 k값에 따라 주중은 0.53-0.75로 나왔고, 주말은 0.25-0.39로 나와 주중에는 강설량과 보정계수와의 상관관계가 큰 것으로 나타나지만, 주말의 경우 다소 낮은 것으로 분석되었다.

기상악화가 교통량 변화에 미치는 영향에 대해서는 다양한 주장이 있다. 최정순 등[4]은 고속국도에서 비가 올 경우 비강우일에 비해 서비스 교통량이 약 16% 정도 감소한다고 했다. TRRL (1998)은 강우일에는 교통량이 2% 정도, 눈이 오거나 얼음이 있는 조건에서는 16% 정도, 안개가 있는 조건에서는 20% 정도 감소한다고 하였다. 그리고 Nietal과 Edwards(1992)는 교통량의 경우 강우일에는 대략 3% 정도 감소하고, 안개는 9% 정도 교통량을 감소시킨다고 했다. Sheppard(1975)는 기상악화가 통행패턴에 미치는 영향은 없다고 주장했다. 또한 Hassan & Barker(1988)는 이상기온이나 폭우시 교통량이 평일에는 3%, 주말에는 4% 감소한다고 하였고, 강설시 평일에는 10%, 주말에는 15% 감소한다고 하였다[2].

이와 반대로 Brodsky & Hakkert[5]는 비가 내릴 경우 도보나 대중교통을 이용하는 통행자들이 승용차로 교통수단을 바꾸기 때문에 교통량이 늘어난다고 주장했다. Smith(1982)는 기상악화에 의해 통행을 포기하는 통행자들이 많다고 하였고, 이와 비슷하게 Khattack(1991)은 눈보라 등과 같은 악천후 기상은 통행시간을 증가시키고, 출발시간과 목적지를 변화시키며 상당한 통행 수단의 변경이 일어난다고 하였다[2].

이승재[3]는 교통량 패턴(추세치, 계절변동, 주기변동, 불규칙변동)을 시계열 분석을 사용하여 교통량 패턴중 하나인 불규칙변동을 기상요인으로 설명하였으며, 시계열 분석의 값을 이용하여 AADT를 추정하였다. 추정시 불규칙변동요인을 그대로 사용했을 때 보다, 기상요인을 결합한 불규칙변동요인을 사용했을 때 더 추정력이 좋음을 증명하였다.

백승걸 등[1]은 기상조건이 기종점간 통행특성에 미치는 영향을 분석하기 위해 전국을 대상으로 2006년 1년간 강우일과 비강우일의 고속도로 통행특성(차종별 통행량, 총 통행거리, 평균통행거리)을 분석하고, 강우 수준별 통행량 모형을 제시하였다. 분석결과 강우일의 통행량 및 통행거리는 비강우일보다 감소하며, 강우시 주말/평일별 차종별로 통행특성의 차이가 있다는 것을 제시하였다.

기존 연구는 기상조건과 도로의 구간성능, 즉 기상조건과 서비스교통량, 속도 등과의 관계에 주로 초점을 두어왔다. 국내의 경우 기상조건과 통행량과의 관련성을 검토한 연구는 미흡한 실정이다. 유사 연구로 강우와 고속도로 통행특성의 관계 연구가 수행되었으나, 분석 자료나 분석기간이 본 연구와 상이하며, 강우에 비하여 강설이 공간적인 제약이 크다는 점을 고려하여, 강설과 고속도로 통행특성과의 관계에 반영하였다. 특히 강설 시 차종별로 통행량뿐만 아니라 총 통행거리, 평균통행거리 등의 통행특성을 분석한 연구는 아직 제시되지 않은 실정이다.

### III. 강설시 통행특성 분석

본 연구는 기존 연구에서 제시한 기상과 교통량

(traffic volume) 간 관계가 아닌 기상(강설)과 통행특성, 즉 기종점 간 통행량(trip, travel) 및 평균통행거리 간 관계를 검토한 연구로 강설이 통행특성에 미치는 영향을 차종, 요일에 따라 분류하여 세부적으로 비교·검토하였다.

#### 1. 분석사항

본 연구에서는 기존연구 검토 등을 통해 다음과 같은 분석사항을 설정하였다.

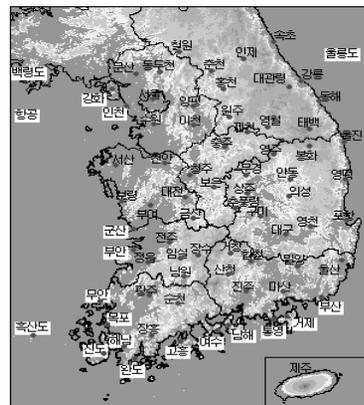
- 강설시 고속도로 통행량은 증가하는가? 감소하는가? 이러한 특성은 차종별로 다른가?
- 강설시 통행거리의 차이가 있는가?
- 강설시 통행특성은 평일/주말에 따라 다른가?
- 강설수준별로 통행량 차이가 있는가?

#### 2. 분석자료

본 연구에서는 1998년 12월부터 2008년 2월까지 10개년도의 강설량 자료와 고속도로 통행량 자료를 이용하였다.

##### 1) 기상자료

전국적으로 강설자료가 수집되는 관측소 71개 관측소를 대상으로 하되(<그림 1> 참조), 통행이 단절



<그림 1> 전국의 기상 관측 지점  
<Fig. 1> National meteorological observation points

자료 : 기상청, <http://www.kma.go.kr>

되는 울릉도와 제주도는 기상 데이터 분석 대상에서 제외하였다.

본 연구에서는 강설일과 비강설일의 통행량은 12월, 1~2월을 대상으로 산정하였다. 이는 강설이 주로 12월, 1-2월에 발생하며, 겨울철 통행량이 연평균 일평균통행량보다 전반적으로 낮게 산정되기 때문이다.

강설은 지역적 편차가 크기 때문에 강설일 설정을 위한 공간적 제약이 존재한다. 경상도의 평균 관측일은 2.3일/년으로 다른 권역보다 낮으며, 관측일이 1일 이하인 관측소도 다수 존재한다. 따라서 경상도를 제외한 4개 권역(서울/경기, 강원, 충청, 호남)만을 분석 지역으로 설정하였다.

본 연구에서는 다음과 같은 기준에 의해 강설일을 설정하였으며, 그에 따른 연도별 강설일자는 <표 1>과 같다.

- 강설 수준 : 미반영, 1cm 이상으로 분류
- 각 권역별(서울/경기, 강원, 충청, 전라) 관측지점 중 1개소 이상 강설

<표 1> 연도별 강설일자(일)  
<Table 1> Annual snowing days

연도	강설수준 미반영			1cm 이상 강설일		
	강설 관측일	권역 조건	권역 조건 &30%	강설 관측일	권역 조건	권역 조건 &30%
1998 1~2월	39	11	10	32	7	6
1999	43	2	2	31	2	1
2000	53	10	10	43	2	2
2001	58	13	12	45	7	7
2002	41	10	9	30	7	6
2003	54	10	9	46	5	5
2004	41	12	11	34	7	7
2005	44	4	4	35	1	1
2006	52	8	7	41	6	6
2007	34	6	5	27	3	2
2008	39	6	6	26	4	3
2008 12월	11	2	2	10	1	-

- 주1) 1999-2008년은 전년도 12월-2월 자료를 집계하였으며, 1998년은 1-2월, 2008년은 12월 자료를 집계함
- 주2) 권역조건이란 경상도를 제외한 4개 권역 중 1개 권역 이상 강설이 관측됨을 의미함
- 주3) 30%란 경상도 관측소를 제외한 45개 관측소 중 30% (약 14개소) 이상 강설이 관측됨을 의미함

<표 2> 고속도로 TCS 차종 구분  
<Table 2> TCS Vehicle categories on freeway

차종	변 경
1종 일반	○ 2축, 율폭 279.4mm이하 - 승용차, 소형승합차, 소형화물차
1종 경차	○ 2축, 율폭 175mm 하, 윤거 1,315mm이하 - 1,000cc 미만 경자동차
2종	○ 2축, 율폭 279.4mm초과, 윤거 1,800mm이하 - 중형승합차, 중형화물차
3종	○ 2축, 율폭 279.4mm초과, 윤거 1,800mm초과 - 대형승합차, 2축 대형화물차
4종	○ 3축 대형화물차
5종	○ 4축 이상 특수화물차

자료 : 한국도로공사(2007), 고속도로 교통량 통계

- 분석 대상 45개소(경상도 제외)의 약 30%(약 14개소) 이상 강설

<표 1>의 강설일자에서 공휴일 및 명절은 통행특성이 상이하므로 분석에서 제외하였다. 또한 강설일과의 비교를 위한 비강설일은 요일을 동일하게 설정하기 위해 강설일 -1주를 기준으로 하되, 다음 기준에 의해 예외일을 선정하였다.

- -1주가 공휴일, 명절 또는 강설일인 경우 +1주 동일 요일
- ±1주가 공휴일, 명절 또는 강설일인 경우 -2주 동일 요일
- ±1주와 -2주가 공휴일, 명절 또는 강설일인 경우 +2주 동일 요일

## 2) 고속도로 통행특성 자료

본 연구에서는 고속도로 폐쇄식 구간의 1998년 12월-2008년 2월까지 10개년간의 영업소간 TCS 통행량 자료를 이용하였다. TCS에서의 차종은 <표 2>와 같이 1종(일반, 경차)부터 5종으로 구분된다.

## 3. 강설일과 비강설일의 통행특성 비교

### 1) 일평균통행량 비교

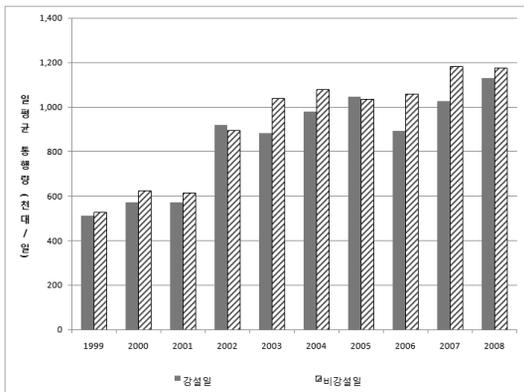
<표 3>은 강설일과 비강설일의 일평균통행량을 나타낸 것으로, 강설일의 통행량이 비강설일에 비해

평균 7.3% 적었다. 2006년에 강설일과 비강설일의 통행량 차이가 가장 크게 나타났으며(-15.4%), 2005년은 통행량 차이가 1.1%로 가장 낮았다.

대체로 강설일의 일평균통행량이 낮게 나타나나, 강설일과 비강설일의 동일 요일을 비교하였기 때문에 연도별로 분석 요일이 상이하며, 이로 인해 강설일과 비강설일의 일평균통행량 차이도 연도별로 다소 상이하게 나타나 일부 연도에서는 강설일의 통행량이 비강설일의 통행량보다 많았다.

<표 3> 강설일과 비강설일 일평균통행량(대/일)  
<Table 3> Average daily traffic volume of snowing days and Non-snowing days

연도	강설일 평균	비강설일 평균	비강설일 대비
1999	512,110	525,146	-2.5%
2000	570,587	6521,364	-8.2%
2001	572,202	611,941	-6.5%
2002	918,824	892,481	3.0%
2003	883,640	1,036,524	-14.7%
2004	980,568	1,077,773	-9.0%
2005	1,045,635	1,034,606	1.1%
2006	894,555	1,057,754	-15.4%
2007	1,027,949	1,180,696	-12.9%
2008	1,132,006	1,174,840	-3.6%
평균	853,807	921,313	-7.3%



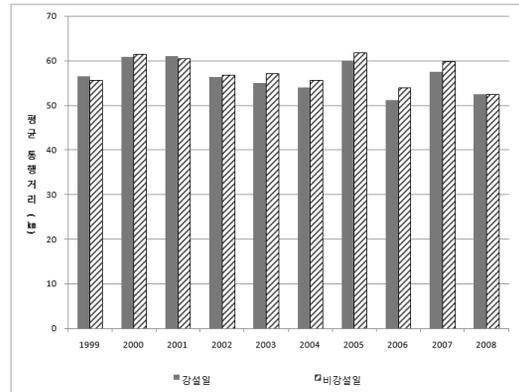
<그림 2> 강설일과 비강설일 일평균통행량  
<Fig. 2> Average daily traffic volume of snowing days and Non-snowing days

## 2) 평균통행거리 비교

<표 4>는 강설일과 비강설일의 평균통행거리를 나타낸 것으로, 비강설일보다 강설일의 통행거리가 평균 1.6% 짧게 나타났다. 강설일이 비강설일보다 통행량이 7.3% 작음에도 불구하고 통행거리 상대적으로 낮은 1.6% 감소하였다는 점을 고려하면, 강설로 인해 감소하는 통행량들이 주로 단거리 위주의 통행이거나, 강설 시 도로 상황이 좋지 않은 국도 등 일반도로로부터 고속도로로 장거리 통행 위주로 전

<표 4> 강설일과 비강설일 평균통행거리(km)  
<Table 4> Average travel distance of snowing days and Non-snowing days

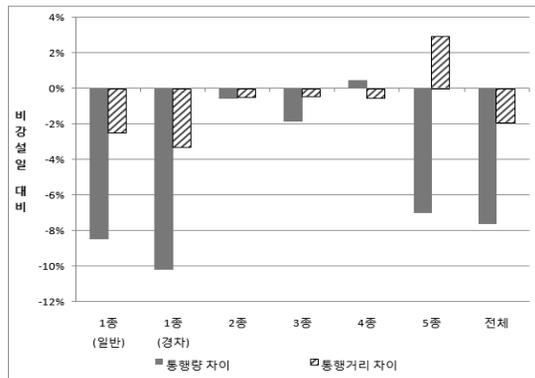
연도	강설일 평균	비강설일 평균	비강설일 대비
1999	56.6	55.6	1.8%
2000	60.9	61.4	-0.8%
2001	61.1	60.5	1.0%
2002	56.3	56.7	-0.6%
2003	55.1	57.0	-3.3%
2004	54.0	55.6	-2.9%
2005	60.0	61.7	-2.7%
2006	51.1	53.8	-5.1%
2007	57.6	59.7	-3.6%
2008	52.5	52.3	0.4%
평균	56.5	57.4	-1.6%



<그림 3> 강설일과 비강설일 평균통행거리  
<Fig. 3> Average travel distance of snowing days and Non-snowing days

<표 5> 차종별 일평균통행량과 평균통행거리  
 <Table 5> Average daily traffic volume and average travel distance for each vehicle type

차종	일평균통행량(대/일)			평균통행거리(km)		
	강설	비강설	비강설 대비	강설	비강설	비강설 대비
1종 일반 경차	726,849	794,426	-8.5%	55.4	56.9	-2.5%
	27,678	30,828	-10.2%	45.8	47.3	-3.3%
2종	60,882	61,231	-0.6%	55.3	55.6	-0.5%
3종	34,622	35,282	-1.9%	76.1	76.4	-0.5%
4종	16,616	16,538	0.5%	61.2	61.5	-0.5%
5종	25,126	27,026	-7.0%	66.7	64.8	2.9%
전체	891,774	965,331	-7.6%	56.5	57.6	-1.9%



<그림 4> 차종별 비강설일 대비 일평균통행량과 평균 통행거리의 차이

<Fig. 4> Average daily traffic volume gap and average travel distance gap against Non-snowing days for each vehicle type

환되었다고 판단할 수 있다.

요일이나 강설일 일수의 연도별 차이로 비강설일 대비 강설일의 통행거리 차이는 일평균통행량과 유사하게 연도에 따라 상이하였으며, 강설일과 비강설일의 통행거리 차이는 2006년이 가장 컸다.

### 3) 차종별 일평균통행량 및 통행거리

1999년 5월 이후부터 1종 경차에 대한 분류가 시행되었기 때문에 차종별 비교는 2000~2008년을 대상으로 하며, 차종별 통행량 및 통행거리 비교를 용이하게 하기 위해 2000~2008년의 평균값을 검토하였다.

<표 5>와 <그림 4>는 1999~2008년의 차종별 일평균통행량과 평균통행거리를 나타낸 것으로 통행량과 통행거리 모두 대체로 감소하였다. 그러나 4종 차량의 통행량은 비강설일보다 강설일이 다소 많았고, 5종 차량의 통행거리는 비강설일보다 강설일이 길게 나타났다. 그러나 차종별 구성비는 강설일과 비강설일에 큰 차이가 없는 것으로 판단된다.

비강설일과 강설일의 통행량, 통행거리 차이는 1종 차량이 가장 크게 나타났다. 특히 1종 경차는 강설일 통행량이 비강설일보다 10.2%나 작았으며, 이는 다른 차종에 비하여 1종 경차의 강설일 교통사고 발생 위험이 높기 때문인 것으로 판단된다.

1종 차량 다음으로 강설일과 비강설일의 통행량 및 통행거리 차이가 크게 나타난 차종은 5종 차량으로 강설일의 통행량이 비강설일보다 평균 7.0% 작게 나타났으며, 다른 차종과는 다르게 강설일의 통행거리가 비강설일의 통행거리보다 길었다. 일평균통행량의 변화가 가장 작게 나타난 차종은 4종 차량이었으며, 통행거리 변화가 가장 작게 나타난 차종은 2~4종 차량으로 나타났다.

## 4. 강설일과 비강설일의 평일/주말 통행특성

통행은 필수통행(mandatory trip)과 비필수통행이 있다. 필수통행은 출퇴근, 업무, 가족행사 등이 포함되며, 비필수통행은 여가, 위락 등이 포함된다. 기상 상황에 따라 영향을 더 크게 받는 통행은 비필수통행일 것으로 예상된다.

평일/주말에 따른 분류는 필수통행과 비필수통행의 특성을 검토하기에 가장 용이한 분류법으로 평일/주말에 따른 강설일과 비강설일의 일평균통행량 및 평균통행거리를 검토하였다. 또 차종에 따라 주요 통행목적이 상이하므로 차종별로 세분화하여 평일/주말에 따른 강설일과 비강설일의 통행패턴을 비교하였다.

### 1) 평일/주말 일평균통행량

기상 상황에 따른 영향은 평일의 강설/비강설 일평균통행량과 주말의 강설/비강설 일평균통행량을

비교해야 하며, <표 6>과 <그림 5>에 검토 결과를 제시하였다.

주말의 일평균통행량은 평일에 비하여 전반적으로 높게 나타났으나, 비강설일의 경우 이러한 특성이 일반적인데 반하여 강설일은 일관적인 특성이 나타나지 않았다. 또 비강설일의 일평균통행량이 강설일보다 대체로 많으나, 2002년 평일과 2005년 주말은 강설일 일평균통행량이 비강설일보다 많았다. 이는 평일/주말로 데이터를 재분류할 경우 주말/강설일의 데이터가 부족함에 따라 나타나는 한계로 강설일

과 비강설일의 평일/주말 일평균통행량 변화는 연도별 비교보다 1999~2008년의 평균을 기준하여 비교함이 바람직할 것으로 판단된다.

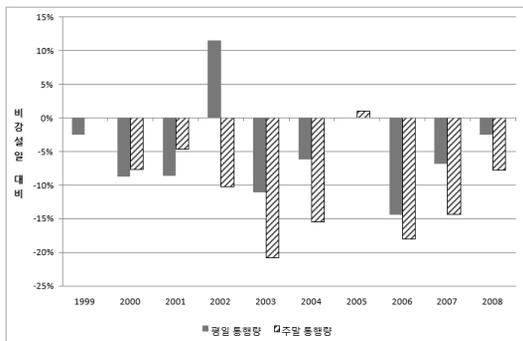
1999~2008년의 연평균 데이터를 검토한 결과 평일의 경우 비강설일에 비해 일평균통행량이 5.8% 감소하였으며, 주말의 경우 비강설일에 비해 일평균통행량이 11.3% 감소하여 평일보다 더 크게 통행량이 감소하는 것으로 나타났다. 이는 앞서 기술한 바와 같이 평일에 비하여 주말에 비필수통행이 많으며, 이로 인해 강설로 인한 통행량 감소도 주말이 평일

<표 6> 강설일과 비강설일 일평균통행량 (평일/주말)  
<Table 6> Average daily traffic volume of snowing days and Non-snowing days (Weekday/Weekend)

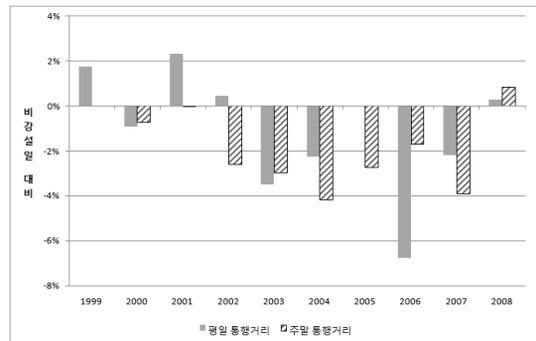
연도	평일 (대/일)			주말 (대/일)		
	강설	비강설	비강설 대비	강설	비강설	비강설 대비
1999	512,110	525,146	-2.5%	-	-	-
2000	547,513	600,028	-8.8%	593,661	642,700	-7.6%
2001	567,041	620,727	-8.6%	576,503	604,619	-4.7%
2002	904,367	811,007	11.5%	947,736	1,055,429	-10.2%
2003	915,000	1,028,513	-11.0%	831,373	1,049,875	-20.8%
2004	1,001,118	1,066,930	-6.2%	932,617	1,103,075	-15.5%
2005	-	-	-	1,045,635	1,034,606	1.1%
2006	919,729	1,074,909	-14.4%	831,620	1,014,868	-18.1%
2007	1,049,890	1,126,283	-6.8%	1,022,464	1,194,300	-14.4%
2008	1,118,956	1,147,478	-2.5%	1,184,204	1,284,288	-7.8%
평균	837,303	889,002	-5.8%	885,090	998,196	-11.3%

<표 7> 강설일과 비강설일 평균통행거리 (평일/주말)  
<Table 7> Average travel distance of snowing days and Non-snowing days (Weekday/Weekend)

연도	평일 (km)			주말 (km)		
	강설	비강설	비강설 대비	강설	비강설	비강설 대비
1999	56.6	55.6	1.8%	-	-	-
2000	57.9	58.4	-0.9%	64.0	64.5	-0.7%
2001	58.1	56.7	2.3%	63.6	63.6	0.0%
2002	54.8	54.5	0.5%	59.4	61.0	-2.6%
2003	51.6	53.4	-3.5%	61.0	62.9	-3.0%
2004	52.3	53.5	-2.3%	57.9	60.5	-4.2%
2005	-	-	-	60.0	61.7	-2.7%
2006	47.1	50.5	-6.8%	61.2	62.3	-1.7%
2007	50.1	51.2	-2.2%	59.4	61.9	-3.9%
2008	50.7	50.6	0.3%	59.9	59.4	0.9%
연평균	53.2	53.8	-1.1%	60.7	61.9	-2.0%



<그림 5> 비강설일 대비 일평균통행량 차이 (평일/주말)  
<Fig. 5> Average daily traffic volume gap against Non-snowing days (Weekday/Weekend)



<그림 6> 비강설일 대비 평균통행거리 차이 (평일/주말)  
<Fig. 6> Average travel distance gap against Non-snowing days (Weekday/Weekend)

보다 크게 나타났다.

2) 평일/주말 평균통행거리

<표 7>과 <그림 6>은 평일과 주말의 비강설 대비 강설일의 평균통행거리 변화를 나타낸 것이다. 앞서 제시한 바와 같이 데이터 한계로 연도별로 변화가 상이하므로 연도별 평일/주말 비교는 제외하였다.

평일의 경우 강설일의 평균통행거리가 비강설일의 평균통행거리보다 1.1% 짧게 나타나며, 주말의 경우 강설일의 평균통행거리가 비강설일의 평균통행거리보다 2.0% 짧게 나타난다. 그러나 강설일과 비강설일

의 통행량 차이보다는 낮게 나타나므로 주로 단거리 위주로 통행량이 감소하거나, 장거리 통행량이 다른 교통수단이나 경로로부터 전환한 것으로 판단된다.

주말의 평균통행거리는 강설일과 비강설일 모두 평일보다 길었으나, 비강설일의 평일/주말 통행거리 차이가 상대적으로 크게 나타났다.

3) 평일/주말 차종별 일평균통행량

<표 8>과 <그림 7>은 차종별 평일/주말의 비강설 대비 일평균통행량을 비교한 것이다. 전체적으로 비강설일에 비하여 강설일의 통행량이 낮게 나타났으며, 주말의 비강설일 대비 강설일의 통행량 감소가 평일보다 크게 나타났다. 이는 평일보다 주말에 비필수통행이 집중되어 있음을 의미한다.

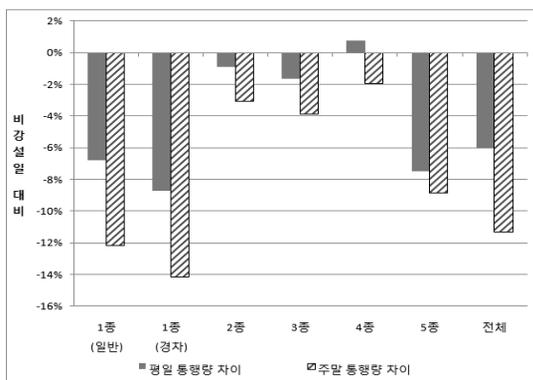
차종별로는 1종 차량의 구성비가 가장 크며, 강설일과 비강설일의 통행량 차이도 평일, 주말 모두 다른 차종보다 크게 나타났다. 이는 강설의 영향을 크게 받는 비필수통행이 대부분 1종 차량에 집중되어 있음을 의미한다. 강설의 영향을 가장 작게 받는 차종은 4종 차량으로 평일은 강설일의 통행량이 오히려 비강설일보다 다소 높았으며, 주말도 강설일과 비강설일의 통행량 차이가 가장 작았다.

4) 평일/주말 차종별 평균통행거리

비강설일 대비 강설일의 평균통행거리 변화를 평일

<표 8> 차종별 일평균통행량 (평일/주말)  
<Table 8> Average daily traffic volume for each vehicle type (Weekday/Weekend)

차종	평일 (대/일)			주말 (대/일)		
	강설	비강설	비강설 대비	강설	비강설	비강설 대비
1종 일반	688,469	738,756	-6.8%	749,022	852,801	-12.2%
1종 경차	27,354	29,964	-8.7%	27,325	31,823	-14.1%
2종	75,021	75,721	-0.9%	44,096	45,478	-3.0%
3종	35,827	36,423	-1.6%	33,108	34,448	-3.9%
4종	20,583	20,430	0.7%	12,439	12,684	-1.9%
5종	30,698	33,190	-7.5%	19,100	20,957	-8.9%
전체	877,952	934,484	-6.0%	885,090	998,196	-11.3%



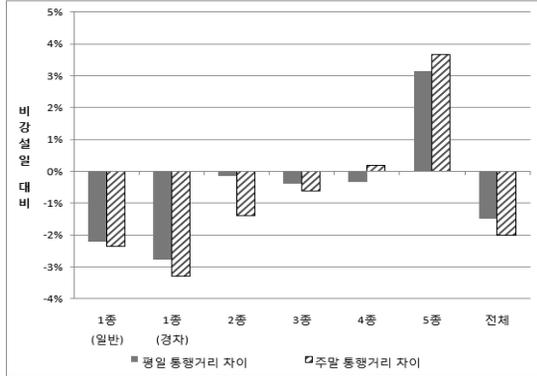
<그림 7> 차종별 비강설일 대비 일평균통행량 차이 (평일/주말)

<Fig. 7> Average daily traffic volume gap against Non-snowing days for each vehicle type (Weekday/Weekend)

<표 9> 차종별 평균통행거리 (평일/주말)

<Table 9> Average travel distance for each vehicle type (Weekday/Weekend)

차종	평일 (km)			주말 (km)		
	강설	비강설	비강설 대비	강설	비강설	비강설 대비
1종 일반	51.0	52.2	-2.2%	60.4	61.8	-2.3%
1종 경차	41.3	42.5	-2.8%	50.9	52.6	-3.3%
2종	54.6	54.7	-0.1%	56.2	57.0	-1.4%
3종	73.7	74.0	-0.4%	78.9	79.4	-0.6%
4종	61.5	61.7	-0.3%	61.3	61.2	0.2%
5종	66.4	64.4	3.1%	67.2	64.8	3.7%
전체	52.8	53.6	-1.5%	60.7	61.9	-2.0%



<그림 8> 차종별 비강설일 대비 평균통행거리 차이 (평일/주말)

<Fig. 8> Average travel distance gap against Non-snowing days for each vehicle type (Weekday/Weekend)

/주말로 분류하여 <표 9>와 <그림 8>에 제시하였다.

전체적으로 강설일의 통행거리가 비강설일의 통행거리보다 짧게 나타나나, 5종 차량은 평일과 주말 모두 강설일의 통행거리가 비강설일보다 길었다. 4종 차량은 다른 차종과는 다르게 평일의 통행거리가 주말의 통행거리보다 길게 나타났으며, 평일은 비강설일의 통행거리가, 주말은 강설일의 통행거리가 각각 길게 나타났다.

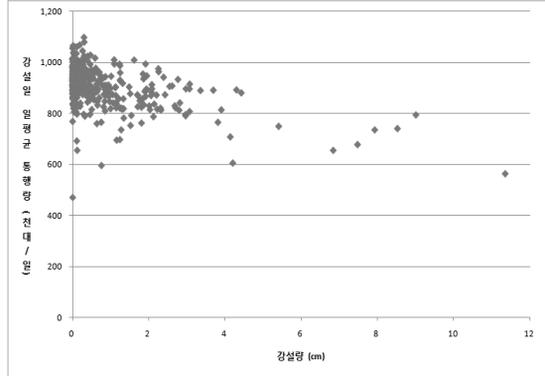
강설일과 비강설일의 통행거리 차이가 가장 크게 나타난 차종은 1종으로 1종 내에서도 1종 일반차량보다 1종 경차의 통행거리 차이가 컸다.

강설일과 비강설일의 통행거리 차이가 가장 작은 차종은 4종 차량으로 평균통행거리도 일평균통행량과 동일하게 다른 차종보다 강설에 따른 영향이 가장 낮은 것으로 판단된다. 그러나 평일만을 대상으로 할 경우 4종 차량보다 2종 차량의 강설일/비강설일 통행거리 차이가 작았다.

## 5. 강설 수준과 통행량 관계 검토

### 1) 전국 대상

경상도를 제외한 전국 45개 관측소에서 관측된 강설일을 대상으로 전국의 일평균통행량을 검토하였다. 주말이 아닌 공휴일, 명절을 제외하고 연도별, 월



<그림 9> 강설수준별 통행량 (전국)

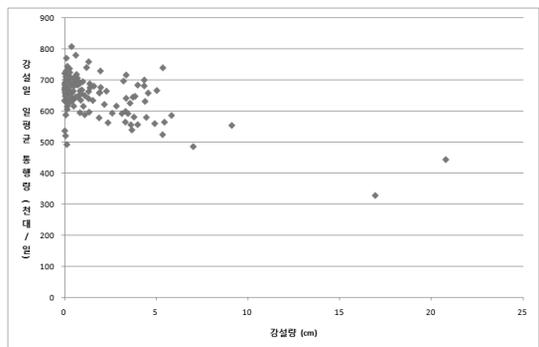
<Fig. 9> Relationship between snowfall and average daily traffic volume (Nationwide)

별, 요일별 변동계수를 산정하여 적용하였다.

분석결과 강설일은 전체 839일 중 430일(51.2%)이며, <그림 9>와 같이 강설량이 증가함에 따라 일평균통행량은 감소하는 추세이나, 데이터의 분산 정도가 커 선형, 지수, 로그, 2차식 등 다양한 회귀모형을 구성하였으나 결정계수는 0.25 미만으로 나타나 모형에 대한 설명력은 크지 않았다.

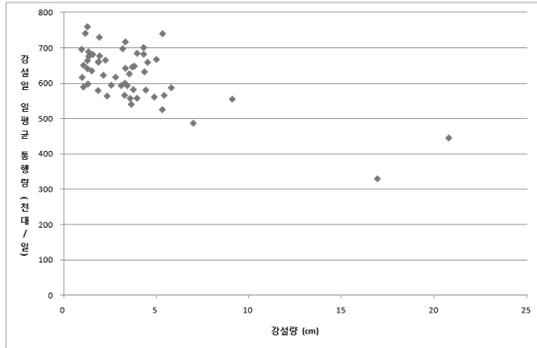
### 2) 경기도 대상

지역별로 통행목적이나 내부통행 비율 등 통행특성이 다르고, 이러한 영향이 강설시 통행량 변화에 다른 영향을 미칠 수 있으므로, 경기도 7개 관측소만을 대상으로 강설일자를 설정하였다. 일평균통행량



<그림 10> 강설수준별 통행량 (경기도)

<Fig. 10> Relationship between snowfall and average daily traffic volume (Gyeonggi-Do)



〈그림 11〉 강설수준별 통행량 (경기도 1cm이상)  
 〈Fig. 11〉 Relationship between snowfall and average daily traffic volume(Gyeonggi-Do, More than 1cm)

은 경기도 내부통행 및 유출입 통행량이며, 통행량에는 역시 변동계수를 적용하였다.

강설일은 839일 중 143일(17.0%)이었으며, 회귀모형의 결정계수는 0.45 미만으로 전국을 대상으로 할 때보다 결정계수가 다소 증가하였다.

### 3) 경기도 및 강설량 1cm 이상

강설량이 작은 경우 통행량이 분산되기 때문에 경기도 7개 관측소를 대상으로 강설량이 1cm 미만인 일자를 제외한 후, 경기도 내부통행 및 유출입 통행량에 변동계수를 적용하여 분석하였다.

강설일은 839일 중 53일(7.1%)이었으며, 회귀모형의 결정계수는 0.55 미만으로 도출되었다. 따라서 1999년 12월에서 2008년 2월까지 경기도를 대상으로 할 때, 강설수준에 따라 고속도로 통행량은 감소하나 그 정도는 크지 않다고 할 수 있다.

## IV. 결 론

우리나라는 4계절의 기후 변화가 뚜렷하여 계절별로 다양한 기상 상황이 발생된다. 이러한 기상조건은 운전자의 통행선택에 영향을 미쳐 기종점 통행특성도 변화될 것이다. 그러나 기존의 기상관련 교통 분야의 연구는 기상조건과 도로의 구간성능이나 교통사고와의 관계에만 초점을 두어 왔으며, 기상조

건과 통행량과의 관련성을 검토한 연구는 거의 전무한 실정이다.

강설시 차종, 평일/주말 등 요일특성에 따라 운전자들은 출발시각, 목적지, 수단, 경로선택 등 다양한 선택을 할 것이다. 기존 연구에서는 통행특성의 변화에 따라 산정되는 최종 결과물인 교통량이나 속도 변화만을 분석하였으나, 본 연구에서는 기종점 간 통행량(trip, travel)이나 평균통행거리 변화에 기상(강설)이 미치는 영향을 검토하였기 때문에 다양한 교통정책의 기초 데이터로 활용 가능할 것으로 예상된다. 향후 하이패스 교통정보와 같이 고속도로 기종점 간 통행특성과 경로를 결합할 수 있는 검지기 체계가 구축될 경우 실시간 교통정보를 활용한 교통관리·운영의 기초 데이터로도 활용될 수 있을 것이다.

### 1) 비강설일 대비 강설일의 통행량 감소

강설일의 일평균통행량이 비강설일에 비해 평균 7.3% 적었으며, 통행량은 대부분의 차종에서(4종 제외) 감소하였다.

### 2) 비강설일 대비 강설일의 평균통행거리 감소

비강설일보다 강설일의 통행거리가 일반적으로 짧게 나타났으며, 강설일과 비강설일의 통행거리 차이는 1종 경차가 가장 컸다.

### 3) 강설시 주말/평일의 통행특성 차이 있음

주말 일평균통행량이 평일 일평균통행량보다 많으며, 강설일과 비강설일의 통행량 차이도 주말이 평일보다 컸다. 평균통행거리도 평일보다 주말이 길게 나타나며, 강설일과 비강설일의 통행거리 차이도 주말이 더 컸다. 그러나 강설일/비강설일의 평일/주말 통행량 차이보다 통행거리 차이가 작아 단거리 위주로 통행량이 감소함을 알 수 있었다.

### 4) 강설시 평일/주말의 차종별 통행특성 차이 있음

다른 차종에 비하여 1종 차량의 강설/비강설 통행량 및 통행거리 차이가 크게 나타났으며, 이러한 차

이는 평일보다 주말에서 두드러지게 나타났다. 이는 강설의 영향을 크게 받을 것으로 예상되는 비필수통행이 1종 차량에 집중되어 있음을 의미한다.

#### 5) 강설수준별 통행량 차이 있음

강설수준별 고속도로로 통행량을 분석한 결과 전체 통행량(전국 및 모든 강설일)보다 경기도만을 대상으로 한 통행량에 대한 설명력이 높았으며, 특히 1cm 이하의 강설일을 제외한 강설일의 통행량에 대한 설명력이 높게 나타났다.

향후 연구로 출퇴근시간과 비침두시 시간대 등으로 구분하여 기상조건이 통행선택에 미치는 영향을 좀 더 명확히 파악할 필요가 있다. 본 연구에서는 고속도로 전 구간 통행량에 대하여 분석하였지만, 향후 특정지역별로 기상조건과 통행특성의 관계에 대한 연구도 필요한 것으로 판단된다. 또한 강설뿐만 아니라 기온, 안개 등으로 기상조건을 다양화하여 분석할 필요가 있다.

## 참 고 문 헌

- [1] 백승걸, 김범진, 임용택, “강우와 고속도로 통행 특성의 관계 연구,” *대한교통학회지*, 제26권, 제3호, pp. 119-128, 2008. 6.
- [2] 박창수, 장진환, “AADT 추정시 강설량에 따른 날씨보정계수 개발에 관한 연구,” *서울도시연구*, 제5권, 제2호, pp.19-26, 2004. 1.
- [3] 이승재, 백남철, 권희정, 최대순, 도명식, “불규칙 변동 분해 시계열 분석 기법을 사용한 AADT 추정,” *대한교통학회지*, 제19권, 6호, pp. 65-73, 2001. 12.
- [4] 최정순, 손봉수, 최재성, “기상조건에 따른 도시 고속도로 교통류 변화분석,” *대한교통학회지*, 제17권, 1호, pp.29-39, 1999. 3.
- [5] B. Veinoglou and B. Hakkert, “The effect of weather on the relationship between flow and occupancy on freeways,” *Transportation Research Record*, vol.1194, pp.55-63, 1998.
- [6] 기상청, <http://www.kma.go.kr>

저자소개



백 승 결 (Baek, Seung-Kirl)

2001년 : 서울대학교 환경계획학과 박사졸  
1995년 : 서울대학교 환경계획학과 석사졸  
2010년 ~ 현재 : 한국도로공사 도로교통연구원 수석연구원  
2002년 ~ 2009년 : 한국도로공사 도로교통연구원 책임연구원  
2001년 ~ 2002년 : 인천발전연구원 초빙연구위원



정 소 영 (Jeong, So-Young)

2005년 2월 : 서울시립대학교 교통공학과 석사졸  
2010년 ~ 현재 : 한국도로공사 도로교통연구원 연구원



이 태 경 (Lee, Tea-Kyung)

2005년 2월 ~ 현재 : 한양대학교 도시대학원 SOC교통학과 박사과정  
1997년 8월 : 한양대학교 환경대학원 교통학전공 석사졸  
2007년 7월 ~ 현재 : 서울특별시 도로교통시설담당관 교통개선기획실장



원 제 무 (Won, Jai-Mu)

1983년 12월 : 미국 MIT공대 도시 및 지역계획 박사졸  
1979년 6월 : 미국 UCLA대학 도시계획 석사졸  
1976년 2월 : 서울대학교 환경대학원 도시 및 지역계획 석사졸  
2007년 ~ 현재 : 한양대학교 도시대학원 교수 및 원장  
2008년 ~ 현재 : 미국 미시간주립대(MSU) 도시·건설·디자인 대학 Adjunct Professor  
2005년 ~ 현재 : 녹색교통운동 공동대표  
2002년 ~ 2004년 : 대한국토·도시계획학회 회장  
1994년 ~ 1995년 : 서울시정개발연구원 도시교통연구부장