

AADT 추정시 강설량에 따른 날씨보정계수 개발에 관한 연구

박 창 수* · 장 진 환**

A Study on Developing Weather Adjustment Factor Due to Snowfall in Estimating AADT

Changsu Park* · Jin Hwan Jang**

요약 : 단기간 조사한 교통량 자료를 이용하여 연평균 일교통량(AADT)을 추정할 경우 조사일자에 비나 눈이 내리는 기상악화에 대하여 적용할 수 있는 보정계수가 없다. 결국 기상악화 시 조사된 일교통량으로 연평균 일교통량을 추정할 경우 과소 추정되는 결과가 발생한다. 따라서 본 연구는 기상상황에 따른 교통 보정 계수의 변화를 분석하여 부득이하게 눈이 내리는 날에 조사된 교통량 자료를 이용해 AADT를 추정할 경우 적용할 수 있는 날씨보정계수(Weather Adjustment Factor)를 산출하고자 했다. 분석에서는 눈이 내린 날과 눈이 내리지 않았고, 교통량 패턴이 안정적이라고 판단되는 동월, 동요일의 평균 교통량을 이용하여 이들의 비율로써 보정계수를 산출하였고, 이러한 보정계수와 적설량과의 관계에 대한 회귀식을 도출했다. 그 결과 회귀계수는 k값에 따라 주중은 0.04, 주말은 0.041~0.051로 비슷하게 나왔으나, R^2 는 k값에 따라 주중은 0.53~0.75로 나왔고, 주말은 0.25~0.39로 나와 주중에는 강설량과 보정계수와의 상관관계가 양호한 값을 보이지만, 주말의 경우 다소 낮은 것으로 분석되었다.

주제어 : 날씨보정계수, 연평균일교통량, 회귀분석

ABSTRACT : Although traffic volume is the most basic and widely used parameter in the traffic engineering, agencies employ various definitions and methods in collection, analysis and description of traffic volume data including AADT(Annual Average Daily Traffic). In order to get a perfect AADT, we have to survey traffic volume for entire one year. But, due to budget constraint and inefficiency, we can't conduct permanent traffic volume study at every station. So, most countries usually estimate AADT based upon the short-term traffic volume using estimated varying factors from the permanent traffic volume study of station. But if we study traffic volume on an adversary weather condition like snow, there is no definitive factor to use up to now. Therefore, this study aims to develop a factor(weather adjustment factor) related with snowfall and analyses the weather adjustment factor using simple regression analysis. The study finds that regression coefficients(α) are 0.04 on a weekday, 0.041~0.051 on a weekend and R^2 s are 0.53~0.75 on a weekday, 0.25~0.39 on a weekend. The results show that there are some big differences between weekday and weekend based upon traffic volume reduction due to snowfall. Especially R^2 , explanatory power of a regression model, is much higher on urban highway($k \leq 0.11$) during weekday than weekend.

Key Words : weather adjustment factor, AADT, linear regression

* 경주대학교 도시공학과 교수(Professor, Department of Urban Engineering, Gyeongju University)

** 건설기술연구원 연구원(Researcher, Korea Institute of Construction Technology)

I. 서론

1. 연구배경 및 목적

교통량 조사는 일정 기간 동안 도로 시설상의 특정 지점을 통과하는 차량의 대수나 보행자 수에 관한 자료를 수집하기 위해 실시된다. 이러한 목적을 달성하기 위해서 1년 365일 지속적으로 조사해서 연평균 일교통량(AADT)을 산출하는 상시조사와 일년중 임의의 날짜를 선정하여 조사하고 월별·요일별 보정계수를 적용하여 AADT를 추정하는 수시조사가 있다.

우리나라에서는 이러한 도로 교통량 조사의 중요성을 인식하여 1955년부터 전국 규모의 조사가 시행되었으며, 1985년 이후부터는 현행 방법과 같이 인력식에 의한 수시조사와 기계식에 의한 상시조사를 병행하여 자료를 축적하여 왔다. 여기에서 얻어진 교통량 자료는 도로계획, 도로설계 및 용량산정, 도로관리, 도로공사, 환경계획, 명절 및 연휴기간의 교통 소통대책 마련 등 다방면으로 활용되고 있다.

상시조사는 정확한 AADT의 산출이 가능하지만, 막대한 예산이 투입되는 만큼 전 지역을 조사하는데 무리가 따른다. 따라서 상시조사를 실시할 수 없는 지점의 교통량에 대해서는 1년 중 임의의 날짜를 선정하여 수시조사를 실시하고, 상시조사를 통해 얻을 수 있는 월별·요일별 보정계수를 이용하여 연평균 일교통량을 추정하고 있다. 또한 이러한 수시조사지점 이외에 사업의 특성에 따라 국지적으로 조사한 교통량 자료를 이용해 연평균 일교통량을 추

정하는 경우에도 이러한 보정계수를 적용하고 있다.

그러나, 기상조건에 따라 교통패턴이 변화하고 있음에도 불구하고 기상악화시 조사한 교통량 자료에 대한 보정계수를 제시하기보다는 맑은 날을 선택하여 조사하여야 한다는 기준만을 제시하고 있을 뿐이다. 그러나 건설교통부에서 실시하는 수시조사의 경우 그 일정이 미리 결정되어 시행되는 경우가 많고, 그 시기의 변경 또한 어려운 실정이다.

따라서 현재의 방법대로 기상악화시 조사한 일교통량을 이용해 AADT를 추정할 경우 단순히 월별·요일별 보정계수만을 이용하는 것은 AADT를 과소 추정할 우려가 있다.

이러한 이유로 본 연구에서는 눈이 내리는 날에 대한 교통량 변동을 분석하여 부득이하게 눈이 내리는 날에 조사한 교통량 자료를 이용해 AADT를 추정할 경우에 대해 적용할 수 있는 보정계수를 제시하고자 한다.

II. 본론

1. 기존 연구 사례

기상악화가 교통량 변화에 미치는 영향에 대해서는 다양한 주장이 있다. 최정순 외(1999)에 논문에 의하면 고속국도에서 비가 올 경우 맑은 날에 비해 서비스 교통량이 약 16%정도 감소한다고 했다.

TRRL(Transport Road Research Laboratory)(1998)의 연구결과에 의하면, 비가 내리는 날에는 교통량이 2%정도, 눈이 오거나 얼음이

있는 조건에서는 16%정도, 안개가 있는 조건에서는 20%정도 교통량이 감소하였다고 하였다. 그리고 Nietal & Edwards(1992)는 교통량의 경우 비 내리는 날씨에는 대략 3%정도 감소하고, 안개는 9%정도 교통량을 감소시킨다고 했다. Sheppard(1975)는 기상악화가 통행 패턴에 미치는 영향은 없다고 주장했다. 일찍이 교통량이 많지 않았던 시기에 Road Research Laboratory (1965)는 연 평균 강수량보다 강수량이 많은 달은 교통량이 감소한다고 했다. 또한 Hassan & Barker(1988)은 이상기온이나 폭우시 교통량이 평일에는 3%, 주말에는 4% 감소한다고 하였고, 강설시 평일에는 10%, 주말에는 15% 감소한다고 하였다.

이와 반대로 Brodsky & Hakkert(1988)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)는 눈보라 등과 같은 악천후 기상은 통행시간을 증가시키고, 출발시간과 목적지를 변화시키며 상당한 통행 수단의 전이가 일어난다고 하였다.

2. 강설량에 따른 날씨보정계수(Weather Adjustment Factor, WF) 산출

1) 강설량에 따른 날씨보정계수의 산출 방법

눈오는 날과 동월, 동요일의 날씨가 정상인 날(맑은 날)의 교통량에 월 보정계수(Monthly Factor)와 요일 보정계수(Daily Factor)를 적

용하여 눈오는 날에 대한 AADT 추정치가 실제 AADT의 $\pm 5\%$ 범위 안에 포함되는지 확인한다. 월 보정계수(MF)와 요일 보정계수(DF)를 구하는 방법은 식 (1) 및 식 (2)와 같다.

월 보정계수(MF_i)

$$= \frac{\text{연 평균 일교통량}(AADT)}{i \text{ 월의 평균 일교통량}(ADT_i)} \\ (i=1,2,3,\dots,12) \\ \dots\dots\dots (1)$$

요일 보정계수(DF_{ij})

$$= \frac{i \text{ 월의 평균 일교통량}(ADT_i)}{i \text{ 월 } j \text{ 요일의 평균 일교통량}(ADT_{ij})} \\ (j=1,2,3,\dots,7) \\ \dots\dots\dots (2)$$

따라서, k 지점의 추정 AADT는 식 (3)과 같이 구할 수 있다.

$$\text{추정 } AADT_k = V_k \times MF_i \times DF_{ij} \\ \dots\dots\dots (3)$$

여기서,

$V_k = k$ 지점에서 조사된 24시간 교통량
 $MF_i = i$ 월의 월 보정계수
 $DF_{ij} = i$ 월 j 요일의 요일 보정계수

만약 식 (1)과 식 (2)에 의하여 산출한 보정계수를 적용한 날씨가 정상인 날의 AADT 추정치가 실제 AADT의 $\pm 5\%$ 범위에 포함되면 해당 동월·동요일의 교통량 패턴은 안정적인다고 가정한다.

다음으로 눈오는 날의 교통량과 교통량 패턴이 안정적이라고 판단되는 동월·동요일의 교통량을 이용하여 날씨 보정계수를 산출한다. 이를 식으로 표현하면 식 (4)와 같다.

$$WF = \frac{\text{날씨가 정상인 } i \text{ 월 } j \text{ 요일의 평균 일교통량}(ADT_{ij})}{\text{날씨가 비정상인 } i \text{ 월 } j \text{ 요일의 일교통량}} \dots\dots\dots (4)$$

이렇게 해서 산출한 날씨 보정계수(WF)와 적설량과의 관계에 대한 회귀식을 도출한다. 이렇게 해서 만약 교통량을 조사하는 당일 a지점에 눈이 내렸다고 가정하면, 그 날의 교통량을 기반으로 한 AADT의 추정치는 식 (5)와 같다.

$$\text{추정 } AADT_a = V_a \times MF_i \times DF_{ij} \times WF_{ij} \dots\dots\dots (5)$$

2) 강설량에 따른 날씨보정계수 산출

본 연구에 필요한 기상자료는 기상청으로부터 수집한 2001년 1월 1일부터 2001년 12월 31일까지 1년 동안의 적설량 자료를 이용하였으며, 수집된 지역으로는 속초, 철원을 비롯한 전국 31개 지점이다. 수집된 지점수를 도별로 정리하면 <표 1>과 같다.

<표 1> 도별 기상자료 수집 지점수

도	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남
지점수	6	9	2	1	2	4	2	5

분석에 사용된 교통량 자료는 전국 일반국도에 설치되어 있는 64개 상시조사 지점으로

부터 수집한 자료를 이용하였다. 64개 상시조사 지점은 기상청이 기상관측을 한 도시로부터 반경 10km 이내에 위치한 지점으로 반경 10km 이내의 적설량은 동일하다고 가정했다.

날씨 보정계수 산출과정은 다음과 같다. 먼저, 눈이 내린 날의 일 교통량 자료를 수집하고 그 다음으로 동월, 동요일, 날씨가 맑은 날의 교통량 자료를 수집한다. 동월, 동요일의 맑은 날이라고 하더라도 명절이나 공휴일 등의 특정일이 포함되어 있으면 제외한다. 이렇게 해서 특정일과 눈이 내린 날을 제외한 날의 일 교통량을 이용하여 식 (1)과 식 (2)의 방법으로 월 보정계수(MF)와 요일 보정계수(DF)를 산출한다. 산출한 보정계수를 날씨가 맑은 날과 눈이 내린 날의 일교통량에 동일하게 적용한다. 보정계수를 적용한 맑은 날의 AADT 추정치가 동일 지점의 실제 AADT의 ±5%안에 포함되는지 확인한다. 만약, 날씨가 맑은 날의 일교통량을 이용한 AADT 추정치가 실제 AADT의 ±5%안에 포함되지 않는다면, 그 지점의 교통량 패턴은 불안정하여 날씨의 영향 외에 또 다른 변수의 영향이 있다고 판단하여 분석에서 제외시킨다. 그러나 맑은 날의 교통량을 이용한 AADT 추정치가 실제 AADT의 ±5% 범위 안에 포함되면 식 (4)의 방법으로 날씨보정계수(WF)를 산출한다. 이렇게 하여 산출한 날씨보정계수와 적설량과의 관계를 단순회귀분석(simple regression analysis)에 의한 직선 회귀식으로 도출한다. 위와 같은 방법으로 전국 64개 지점으로부터 수집한 분석에 적합한 자료는 모두 129개였으며, 이를 도별로 살펴보면 <표 2>와 같다.

〈표 2〉 도별 분석 적합 자료수

도	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남
자료수	33	30	17	7	11	14	12	5

분석방법으로 크게 3가지의 경우로 나누어 분석하였다. 첫째, 모든 자료를 종합하여(주중+주말) 분석했고 둘째, 주중과 주말로 나누어 분석했으며 셋째, 지방부와 도시부로 나누어 분석하였다. 도로를 도시부와 지방부로 분류하는 방법에는 여러 가지가 있지만, 본 논문에서는 2001 한국도로용량 편람에서 제시한 k값을 이용했다. 2001 한국도로용량편람에서 제시한 k값을 살펴보면 〈표 3〉과 같다.

〈표 3〉 지역에 따른 설계시간 계수(k)

구 분	도시지역	지방지역
설계시간 계수(k)	0.09(0.07~0.11)	0.15(0.12~0.18)

적설량이 0, 다시 말해 눈이 내리지 않은 맑은 날의 보정계수는 1이 되므로 회귀분석시 상수항, 즉 y절편을 0으로 설정한 후 회귀계수 α 값을 도출했다. 각각의 경우에 대해서 단순회귀분석(simple regression analysis)을 실시한 후 산출된 α 값을 이용하여 날씨보정계수(WF)를 산출하는 방법은 식 (6)과 같다.

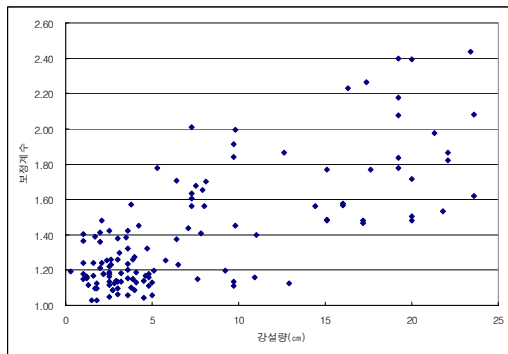
$$y = ax + 1 \quad \dots\dots\dots (6)$$

여기서, y = 날씨보정계수(WF)
 α = 회귀계수(기울기)
 x = 적설량(cm)

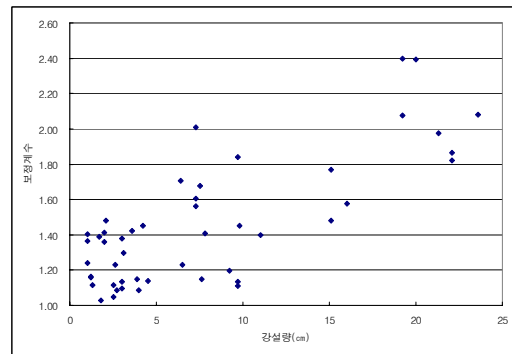
회귀분석시 도출된 회귀계수(α)값, F값, t값, R^2 값 등을 각각의 분석 경우에 따라 정리하면 〈표 4〉와 같고, 이를 도식화하면 〈그림 1〉에서 〈그림 9〉와 같다. 〈표 4〉에서 볼 수 있듯이 F 및 t값으로 볼 때 분석에 사용된 회귀모형은 모두 95% 신뢰수준에서 통계적 유의성을 가지고 있으며, 회귀계수의 범위는 0.041-0.051의 범위로 나타났다. 이는 주중과 주말에 별 차이를 보이지 않는 것으로 보아 주중과 주말 모두 적설량이 1cm 증가할 때마다 교통량은 약 4%~5%정도 감소함을 알 수 있다. 주중에는 회귀직선의 R^2 값이 0.71로 비교적 높은 값을 보이므로 적설량이 교통량 변동을 비교적 잘 설명하고 있는 반면, 주말에는 0.34로 설명력이 약한 것으로 분석되었다. 또한 k값에 의해 도로를 도시부와 지방부로 나누어 분석한 결과, 주중과 주말을 합한 경우에는 도시부와 지방부의 R^2 값이 각각 0.49과 0.51로 별 차이를 보이지 않았지만, 주중에는 0.78과 0.59로 도시부에서 R^2 값이 높게 나타났다. 따라서 현재 우리나라에서는 주중에만 전역조사를 실시함으로 인해 특히 도로 설계시 사용되는 설계시간 계수인 k값이 0.11이하인 도시부 도로에서는 식 (6)을 이용하여 날씨보정계수를 산출하는 것이 상당히 의미가 있음을 알 수 있다. 주말에는 각각 0.27, 0.42로 나와 지방부에서 조금 높은 R^2 값을 가지는 것으로 나타났으나, R^2 값이 모두 낮음으로 인해 식(6)을 이용해 날씨보정계수를 산출하는 것은 적절하지 않은 것으로 판단된다.

〈표 4〉 전체, 주중, 주말의 적설량과 날씨보정계수와의 회귀분석 결과

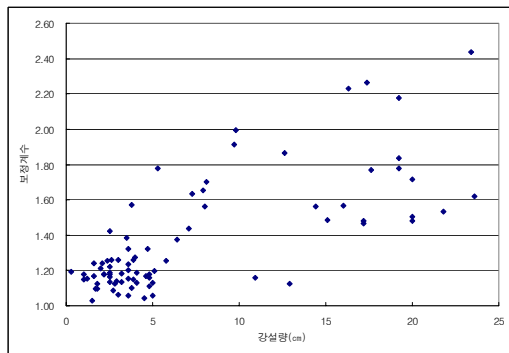
분 류	k값의 범위	표본 수	회귀계수(β)	R^2	F 값	t 값
주중+주말	전체	129	0.047	0.50	128.00	22.00
	$k \leq 0.11$	81	0.044	0.49	77.00	17.00
	$k > 0.11$	48	0.051	0.51	50.00	15.00
주 중	전체	49	0.049	0.71	116.00	17.00
	$k \leq 0.11$	31	0.049	0.78	109.00	16.00
	$k > 0.11$	18	0.050	0.59	25.00	8.00
주 말	전체	79	0.045	0.34	40.00	16.00
	$k \leq 0.11$	49	0.041	0.27	18.00	11.00
	$k > 0.11$	30	0.051	0.42	21.00	12.00



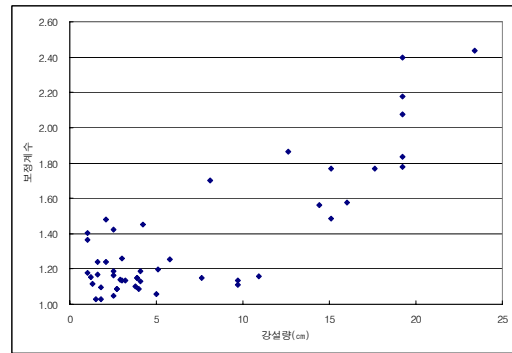
〈그림 1〉 강설량과 날씨보정계수와의 관계
(주중+주말, 전체)



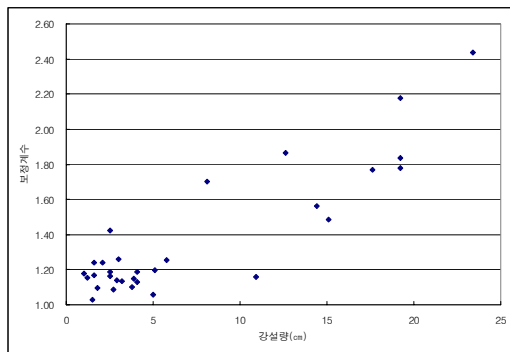
〈그림 3〉 강설량과 날씨보정계수와의 관계
(주중+주말, $k > 0.11$)



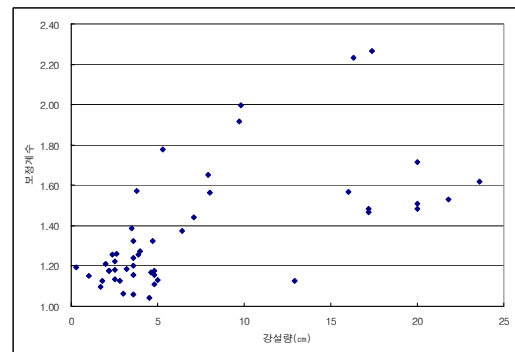
〈그림 2〉 강설량과 날씨보정계수와의 관계
(주말+주말, $k \leq 0.11$)



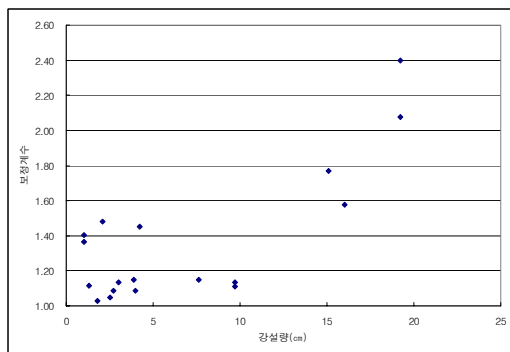
〈그림 4〉 강설량과 날씨보정계수와의 관계
(주중, 전체)



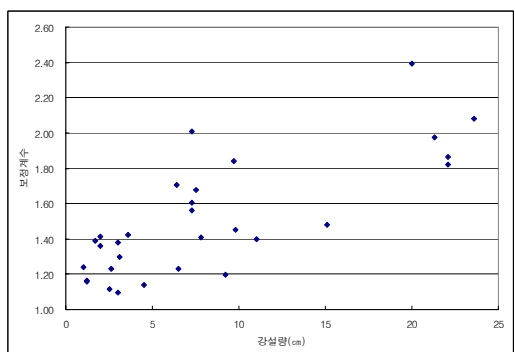
〈그림 5〉 강설량과 날씨보정계수와의 관계
(주중, $k > 0.11$)



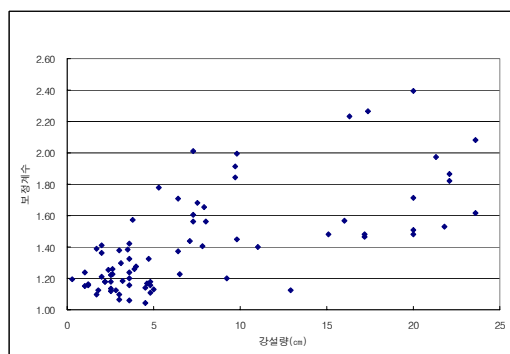
〈그림 8〉 강설량과 날씨보정계수와의 관계
(주말, $k \leq 0.11$)



〈그림 6〉 강설량과 날씨보정계수와의 관계
(주중, $k \leq 0.11$)



〈그림 9〉 강설량과 날씨보정계수와의 관계
(주말, $k > 0.11$)



〈그림 7〉 강설량과 날씨보정계수와의 관계
(주말)

III. 결론 및 향후과제

본 연구는 단기 교통량 조사 자료를 이용하여 AADT를 추정하는데 있어서 기존에는 월 보정계수와 요일 보정계수만을 이용하였는데 만약 교통량을 조사하는 날에 눈이 내릴 경우에 대비해 적설량에 따른 날씨 보정계수를 구할 수 있는 회귀식을 도출하였다.

그 결과 주중과 주말 모두 회귀계수 값이 0.041~0.051의 범위 내에 포함됨으로 인해 강설량이 1cm 증가할 때마다 교통량은 평균 4.1%~5.1%정도 감소하는 것으로 분석되었다. 또

한, 주말에 비해 주중에는 적설량에 따른 보정 계수의 변동을 비교적 잘 설명하는 것으로 분석되었으며, 특히 주중의 도시부($k \leq 0.11$)에서 가장 높은 설명력을($R^2=0.78$) 가지는 것으로 분석되었다. 이는 본 논문에서 제시한 회귀식을 이용해 적설량에 따른 날씨보정계수(WF)를 산출하는 것이 의미가 있음을 나타낸다.

본 연구에서는 날씨에 대한 교통량의 영향을 적설량에만 국한 시켰다. 그러나 안개나 강우, 풍속 등과 같은 기상 악조건에서도 교통량이 맑은 날에 비해 감소할 것으로 예상되며 이러한 다양한 기상조건에 대한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

건설교통부, 2001, 『도로용량편람』.
 건설교통부, 2001. 3, 『도로교통량조사지침』.
 박병호, 1995, 『교통공학』, 성지문화사.
 박창수, 2002, 『도시교통공학론』, 도서출판 꾸벅.
 최정순 외, 1999. 3, “기상조건에 따른 도시고속도로 교통

류 변화 분석”, 『대한교통학회지』.

Brodsky, Veinoglou and Bernard Hakkert, 1988, *The Effect of Weather on the Relationship between Flow and Occupancy on Freeways*.
 Nietal, Daiheng and Julia B Edwards, 1992, *Synthesis of Research Relating Weather and Traffic Operation*.
 Hassan, Y. Al and Barker, Derek J., 1987, *The Impact of Unseasonable or Extreme Weather on Traffic Activity with in Lothian Region, Scotland*.
 Khattack, George, 1991, *The Weather Influence of Roadway Capacity*.
 Road Reseach Laboratory, 1965, *Roadway Capacity Analysis*.
 Sheppard, Michel, 1975, *A Study on the Freeway Capacity Based upon Weather Condition*.
 Smith, Miller R., 1982, *Impact of Weather on Freeway Capacity*.
 TRRL, 1998, *The Environmental Influence of Rain on Roadway Capacity*.

원 고 접 수 일 : 2004년 3월 26일
 최종원고채택일 : 2004년 4월 22일