

일반국도 도로유형별 설계시간계수 특성에 관한 연구

A Study on Characteristic Design Hourly Factor by Road Type for National Highways

하 정 아*
(Jung-Ah Ha)

요 약

설계시간계수는 계획목표연도의 연평균 일교통량에 대한 설계시간교통량의 비율로 정의되며 일반적으로 30번째 시간 순위 교통량이 이용되고 있다. 30번째 시간순위 교통량을 설계시간교통량으로 하는 경우 휴일교통량 및 명절교통량의 영향을 크게 받아 과다설계될 수 있다. 보다 객관적인 K계수 산정은 연간 8,760시간의 모든 시간 교통량이 관측되어야 가능하나 상시조사 지점 이외의 경우 사실상 불가능하다. 본 연구에서는 일반국도의 설계시간계수를 산출하기 위하여 30번째 시간순위 교통량을 적용하는 방법과 첨두시간교통량을 적용하는 방법, 그리고 내림차순으로 정렬된 시간순위 교통량의 곡선의 곡률을 이용하여 설계시간을 산출하는 방법으로 설계시간을 산출하고 산출된 설계시간계수를 비교분석하였다. 또한 일반국도의 설계시간계수 특성을 살펴보기 위하여 도로를 3가지 유형으로 분류하고, 도로유형별 설계시간계수의 특성을 알아보았다. 일반적으로 사용되고 있는 30번째 시간순위 교통량을 적용하는 방법과 비교하여 실제 시간순위 교통량의 곡선의 곡률이 어느 시간순위에서 변하는지를 알아보기 위하여 일반국도 상시조사 지점의 각 지점별 8,760시간 교통량 자료를 활용하여 분석하였다. 분석결과 30번째 시간순위 교통량으로 산출한 설계시간계수가 타 방법과 비교하여 설계시간계수를 높게 산출하는 것으로 나타났다. 또한 첨두시간 교통량으로 산출한 설계시간계수는 도로유형별 차이가 크지 않게 나타났다. 이는 첨두시간 교통량은 1년 교통량의 특성을 설명하기 어렵고, 30번째 시간순위 교통량은 휴일 및 명절교통량의 영향이 크기 때문에 분석된다. 시간순위 교통량의 곡선의 곡률을 이용한 방법으로 일반국도 설계시간계수를 산출한 결과 관광부를 제외하고 미국 도로용량편람과 다소 비슷한 수치를 나타내는 것으로 나타났지만 시간순위는 평균적으로 118번째 교통량이 적당한 것으로 분석되었으며 도로유형별로 차이가 크지 않은 것으로 분석되었다.

핵심어 : 도시부, 지방부, 관광부, 설계시간교통량, 설계시간계수,

Abstract

Design Hourly Factor(DHF) is defined as the ratio of design hourly volume(DHV) to Average Annual Daily Traffic(AADT). Generally DHV used the 30th rank hourly volume. But this case DHV is affected by holiday volumes so the road is at risk for overdesigning. Computing K factor is available for counting 8,760 hour traffic volume, but it is impossible except permanent traffic counts. This study applied three method to make DHF, using 30th rank hourly volume to make DHF(method 1), using peak hour volume to make DHF(method 2). Another way to make DHF, rank hourly volumes ordered descending connect a curve smoothly to find the point which changes drastic(method 3). That point is design hour, thus design hourly factor is able to be computed. In addition road classified 3 type for national highway using factor analysis and cluster analysis, so we can analyze the characteristic of DHF by road type.

DHF which was used method 1 is the largest at any other method. There is no difference in DHF by road type at method 2. This result shows for this reason because peak hour is hard to describe the characteristic of hourly volume change. DHF which was used method 3 is similar to HCM except recreation road but 118th rank hourly volume is appropriate.

Key words : urban road, provincial road, recreation road, design hourly volume, design hourly factor

* 하정아 : 한국건설기술연구원 첨단교통연구실 전임연구원

† 논문접수일 : 2013년 3월 13일
† 논문심사일 : 2013년 4월 1일
† 게재확정일 : 2013년 4월 4일

I. 서론

도로의 계획, 설계, 운영 등에 폭넓게 이용되고 있는 교통량 조사 자료는 사용목적에 따라 15분, 1시간, 일교통량으로 집계되어 사용되고 있다. 계획교통량은 그 노선의 계획목표연도에서 예측되는 일교통량으로서 일반적으로 연평균 일교통량(Annual Average Daily Traffic, AADT)이 이용되고 있지만 도로 설계의 기초가 되는 교통량 자료는 시간당으로 나타내는 설계시간교통량(design hourly volume, DHV)이다.

설계목적에 부합되는 적절한 설계시간계수 산정은 연간 모든 시간에 대해 적절한 서비스수준의 제공여부와 경제적 효율성을 고려하여 결정한다. 설계시간을 결정할 때에는 선택하고자하는 시간보다 더 많은 교통량이 통행하는 시간, 즉 서비스 교통량을 초과하는 시간의 영향을 고려하여야 한다.

일반적으로 K계수는 30순위가 가장 적절한 것으로 알려져 있다. 만약 이 값을 설계기준으로 한다면 1년동안 29시간은 설계값을 상회하므로 혼잡이 불가피하다. 하지만 이를 모두 만족시키고자 설계한다면 시설규모가 매우 커지기 때문에 경제적 측면에서 본다면 30순위의 교통량을 기준으로 하는 것이 타당하다고 알려져 있다. 이러한 설계시간교통량을 알기 위해서는 1년 8,760시간의 시간대별 교통량을 모두 알고 있어야 산출가능하지만 사실상 불가능하기 때문에 첨두시간 교통량이 널리 이용되고 있다.

상위 30순위 교통량을 설계시간교통량으로 활용할 경우 설, 추석 등의 연휴에 집중적으로 몰리는 등 외국과 그 특성이 상이함에도 불구하고 미국과 동일한 기준을 적용하고 있다. 이 경우 상위 30순위 교통량 중 휴일 또는 명절 교통량의 영향을 크게 받아 도로가 과다설계될 수 있다.

보다 객관적인 K계수 산정은 연간 8,760시간의 모든 시간 교통량이 관측되어야 가능하나 상시조사지점 이외의 경우 사실상 불가능하다. 이에 실무에서는 한국도로용량편람(Korea highway capacity manual, KHCM)에서 제시하는 K계수를 그대로 적용하는 경

우가 일반적이며 도시지역은 0.09(0.07~0.11), 지방지역은 0.15(0.12~0.18)으로 제시하고 있다.

미국 HCM(Highway Capacity Manual)에서는 AADT가 커질수록 K계수는 낮아지며, 지방부 도로의 K계수가 도시부 도로보다 높으며 관광부 도로에서 가장 높게 나타난다고 분석한 바 있다. 미국의 K계수는 도시지역 0.09, 지방지역 0.10으로 제시하고 있어 우리나라의 기준과 차이가 있다.

본 연구에서는 일반국도를 대상으로 설계시간계수의 특성을 분석하여 기존 설계시간계수의 문제점을 파악하고, 적정 설계시간계수에 대하여 분석하였다. 또한 일반적으로 적용되고 있는 30순위 시간교통량 대신 실제 곡선의 기울기가 급격히 변하는 지점을 산출하여 보다 합리적인 설계시간계수를 산출하고자 한다. 본 연구에서 산출된 설계시간계수와 K30, 그리고 첨두시간교통량을 활용하여 산출한 설계시간계수를 비교 분석하여 설계시간계수의 특성을 살펴보았다. 또한 설계시간순위의 특성을 분석하여 30순위 교통량과 첨두시간교통량을 적용하여 산출한 설계시간계수의 문제점을 분석하였다. 또한 실제 곡선의 기울기가 급격히 변하는 지점을 산출하여 일반국도 설계시간계수를 도로유형별로 계산하고, 설계시간계수의 특성을 살펴보았다.

II. 이론적 고찰

설계시간계수(이하 K계수)는 일반적으로 다음과 같은 절차를 통하여 산출한다.

- ① 지점의 1년 365일 8,760시간의 시간대별 교통량을 높은 교통량에서 낮은 교통량 순으로 배열한다.
- ② 각 시간당 교통량을 나타내는 점들을 매끄러운 곡선으로 연결한다.
- ③ 곡선의 기울기가 급격히 변하는 지점을 결정 한 후 그 지점에 해당하는 교통량의 연평균 일교통량에 대한 백분율을 산출한다.

윤혁렬(1991)은 1990년 도로교통량 통계연보의 상시조사지점을 대상으로 설계시간교통량 추정모형을 회귀분석의 파워모형으로 제시하였으며, 곡선의 기울기가 급변하는 지점을 구하기 위하여 곡선

의 곡률을 구하여 곡률이 최대가 되는 지점을 산출하는 방법을 제시하였다.

Sharma et al(1995)은 기존 DDHV의 산정방식이 양방향 교통량을 그대로 적용하여 방향별 교통량 특성을 반영하지 못하는 것을 문제점으로 판단하고, D계수를 적용하지 않고 방향별 교통량 자료를 이용한 DDHV산정방법을 제안하였다.

문미경(2003) 등은 설계시간교통량 산정을 위하여 K계수와 D계수를 분리하는 방법의 문제점을 분석하고, 중방향 교통량을 설계순위 결정에 활용하는 방법을 제안하였으며 분석결과 DDHV의 오차가 개선되는 것으로 나타났다.

문미경(2004) 등은 AASHTO에서 미국의 교통특성을 반영하여 제시한 상위 30순위를 국내에서도 설계시간순위로 그대로 적용하는 것은 우리나라의 교통특성을 반영하지 못하며 하향 조정할 필요가 있다고 하여 설계시간순위를 재조정하였다. 도로의 교통혼잡과 경제성을 고려하여 계획목표년도에서 혼잡이 발생하지 않는 최소교통량을 설계시간교통량으로 하여 이 때의 순위를 설계시간순위로 하는 것으로 제안하였으며, 분석결과 상위 150순위 시간교통량을 설계시간교통량으로 할 경우 교통혼잡과 경제성을 모두 만족시키는 것으로 분석하였다.

김범진(2006)은 일반국도의 설계시간계수를 산출하기 위하여 도로를 유형으로 나누고 각 유형별 설계시간계수를 산출하였다. 설계시간계수 산출을 위해 곡선의 기울기가 완만해지는 구간에서 Y축에 연장선을 그린 후 Y축과 만나는 곳에서 다시 X축으로 평행한 선을 찾아 기울기가 급변하는 지점을 찾았으며, 분석결과 20번째 시간순위 교통량이 적정하다고 주장하였다. 이어 김범진(2006) 등은 고속국도의 설계시간계수를 산출하기 위하여 차량검지기자료를 활용하였으며, 설계시간산출은 김범진(2006)의 이전 연구 방법과 동일한 방법을 적용하였다. 분석결과 일반국도와 마찬가지로 30번째 시간순위 교통량보다 낮은 시간순위 교통량을 선택하는 것이 적절하다고 분석하였다.

백승걸(2007) 등은 고속국도의 설계시간계수를 산출하기 위하여 차량검지기자료와 정기교통량조

사 자료를 이용하여 설계시간계수를 산출한 것과 곡선의 곡률을 이용하여 곡률이 급변하는 지점으로 산출한 설계시간계수와 비교분석하였다. 분석결과 차량검지기 자료를 이용하는 것이 관련 지침에서 제시된 값들과 비교적 유사하다는 결론을 얻었다.

조준환(2009) 등은 교통량에 따른 링크통행시간의 확률분포개념을 도입하여 확률적인 중방향 설계시간 교통량(Probabilistic Directional Design Hour Volume, PDDHV) 산정모형에 대하여 연구하였다. 분석결과 PDDHV 산정에서 새롭게 제시한 계수에 대한 적정값은 2차로 도로 경우 PK계수는 0.119(0.100~0.139), PD계수는 0.568(0.545~0.590)이며, 4차로도로 경우 PK계수는 0.106(0.097~0.114), PD계수는 0.571(0.544~0.598)로 도출되었다.

임성한(2012) 등은 일반국도 중방향 설계시간교통량을 추정하기 위하여 도로유형별 AADT와 DDHV의 상관관계를 분석하였으며, 상관관계가 높게 나타남에 따라 회귀식을 이용하여 DDHV를 추정하는 방법에 대하여 연구하였다.

선행연구 검토결과 도로 유형별 또는 차로별 K계수는 차이가 있는 것으로 분석되었으며, 현재 일반적으로 적용되고 있는 30순위 교통량은 우리나라에 적용하기에 다소 높은 것으로 분석되었다. 도철웅(1997)은 1년 365일의 매시간 교통량을 측정하여 30번째 시간순위 교통량을 얻는 일은 어렵기 때문에 지방부는 주말 최대시간 교통량을 구하여 평균한 값을 30번째 시간순위로 간주하고 도시부 도로에서는 평일 최대시간 교통량을 구하여 이를 평균한 것을 30번째 시간순위로 간주하여 설계시간계수를 산출할 수 있다고 하였다. 하지만 기존의 방법으로 설계시간계수를 산출하는 것은 주5일에 따라 여가 교통량이 늘어난 현 시점에서 휴일교통량의 영향은 기존보다 점점 커지고 있어 차이가 있을 수 있어 우리나라 KHCM에서 제시하고 있는 K계수를 재검토할 필요가 있다. 일반국도를 대상으로 설계시간계수에 대하여 분석한 연구는 많았지만, 도로 유형별 특성과 적정 설계시간, 그리고 실제 곡선의 곡률이 급격히 변하는 지점과 비교한 연구는 없었다. 일반국도는 연속류와 단속류가 교차하는 특

성을 가지고 있어 고속국도와 차이를 보이므로 일반국도의 설계시간계수에 대한 심도있는 연구가 필요하다. 이에 본 연구에서는 도로유형별 설계시간계수의 특성을 살펴보기 위하여 설계시간계수를 산출하기 위한 객관적인 시간순위를 도출하고, 기존에 제시된 침두시간교통량을 이용한 설계시간계수 산출과 K30을 실제 곡선의 곡률이 급변하는 지점으로 산출한 설계시간계수와 비교하였다.

Ⅲ. 분석방법

본 연구에서는 일반국도 도로유형별 설계시간계수의 특성을 살펴보기 위하여 2011년 일반국도 상시조사 지점 중 8,760시간 교통량이 모두 수집된 389개 지점 중 시간교통량의 곡선추정이 잘 된 354개 지점을 이용하여 분석하였다. 일반국도의 설계시간계수의 특성을 도로유형별로 살펴보기 위하여 먼저 도로를 유형별로 분류하고, 각 그룹별 설계시간계수의 특성을 알아보기 위해 다양한 방법으로 설계시간계수를 산출하여 그 결과를 비교하였다.

1. 도로유형 분류

우리나라 도로용량편람에서 설계시간계수는 도시부와 지방부로 나누어 제시하고 있다. 이는 설계시간계수가 도로유형별로 차이가 있기 때문이다. 이에 본 연구에서는 설계시간계수의 특성을 살펴보기에 앞서 일반국도를 유형별로 분류하였다.

도로를 특성에 따라 분류하기 위한 연구는 국내의 연구가 많으며 일반적으로 FHWA의 Traffic Monitoring Guide(2001)에서 제시한 군집분석을 이용한 분류가 주를 이루고 있다. 본 연구에서는 임성한(2005) 등의 연구에서 제안한 요인분석과 군집분석을 활용하여 도로유형을 분류하였다. 요인분석은 도로 유형에 필요한 여러 가지 교통지표들을 군집분석을 위하여 변수를 축약하기 위하여 적용하고, 도로의 특성을 나타내는 변수를 기준으로 도로유형을 분류하기 위하여 군집분석을 이용한다. 분류방법은 다음과 같다.

① AADT, 차로수, K계수(30순위), D계수, 중차량비율, 주간교통량비율, 침두율, 일요일계수, 휴가철계수, 변동계수(Coefficient of Variance)를 활용하여 요인분석으로 변수를 축약한다.

② 축약된 변수를 이용하여 K-평균 군집분석 방법을 적용한다. 이 때 TMG에서 권고하는 Ward방법을 적용하였으며, 각 대상간의 거리계산을 위한 지수는 제곱한 유클리디안 거리(Squared Euclidean Distance)를 사용하고, 군집결합은 집단간 평균결합방식(Average Linkage)를 적용하였다. 또한 K-평균 군집분석은 군집의 개수를 지정할 수 있으며 도로유형은 일반적으로 도시부, 지방부, 관광부로 분류되므로 본 연구에서는 군집을 3개로 분류하였다.

③ 군집의 특성으로 해당 그룹을 명명한다.

위 방법으로 군집분석한 결과 전체 354지점 중 101개 지점이 그룹 1에 분류되었고 115개 지점이 그룹2, 138개 지점이 그룹 3에 분류되었다. 각 그룹별 교통특성은 다음 표와 같다.

〈표 1〉 군집분석 결과 교통특성

〈Table 1〉 Characteristics of traffic by cluster analysis

variable	Group1	Group2	Group3
N ¹⁾	101	115	138
AADT	6,446	9,858	26,627
K factor	0.18	0.12	0.11
D factor	0.51	0.50	0.51
HT ²⁾	0.03	0.05	0.03
DT ³⁾	0.82	0.80	0.76
PH ⁴⁾	0.08	0.08	0.07
ST ⁵⁾	0.87	1.02	1.00
VT ⁶⁾	0.76	0.94	0.95
COV ⁷⁾	0.31	0.17	0.14

1) N : 지점수

2) rate of Heavy Traffic : 중차량계수

3) rate of day traffic : 주간교통량 비율

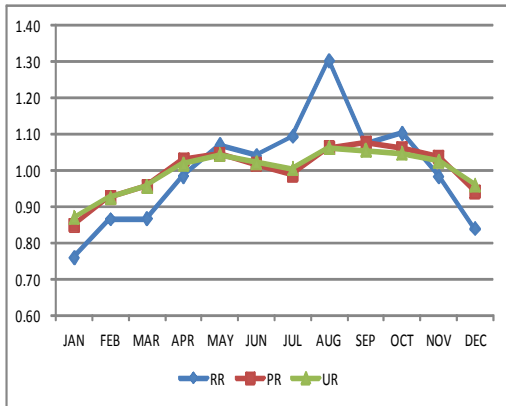
4) rate of Peak Hour : 침두율

5) factor of Sunday traffic : 일요일계수

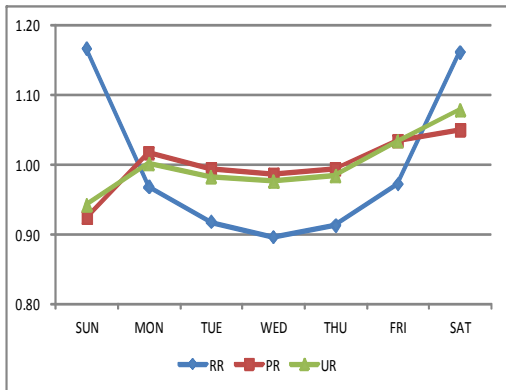
6) factor of vacation traffic : 휴가철계수

7) Coefficient of variance : 변동계수

각 그룹별 특성을 살펴본 결과 그룹 1은 7,8월의 교통량과 주말 교통량이 다른 월 또는 다른 요일보다 높게 나타나 관광부 특성을 띠는 것으로 판단할 수 있다. 그룹 2와 그룹 3은 월별 요일별 변동이 크게 다르지 않지만, AADT 수준과 침두율, 화물차 특성 등을 살펴보았을 때 그룹 2는 지방부, 그룹 3은 도시부로 판단된다. 각 그룹별 월별 특성과 요일별 특성은 다음과 같다.



〈그림 1〉 군집별 월 변동
〈Fig. 1〉 Monthly variation for each group



〈그림 2〉 군집별 요일 변동
〈Fig. 2〉 daily variation for each group

2. 적정 시간순위 산출

설계시간계수는 설계시간교통량을 AADT로 나눈

값을 말하며, 어느 시간순위 교통량을 적용하는지에 따라 그 값이 달라진다. 시간순위를 도출하는 방법은 연중 조사된 8,760시간의 각 시간별 교통량을 높은 값부터 크기 순서대로 나열한 후 이들을 부드럽게 곡선으로 연결한 뒤 급격히 변하는 지점의 시간순위로 정하며, 일반적으로 30순위 교통량이 활용되고 있다. 윤혁렬(1991)의 연구에서는 부드러운 곡선으로 회귀분석의 파워모형이 가장 적합하다고 하였으며 회귀식은 다음과 같다.

$$F = a \times N^{-b}$$

여기서, F : 시간교통량/연평균일교통량

N : 교통량순위

a, b : 상수

위 식에서 각 곡선의 기울기가 급변하는 지점을 결정하기 위해서 곡선의 곡률을 구하여 곡률이 최대가 되는 지점을 구하였으며 곡률을 구하는 공식은 다음과 같다.

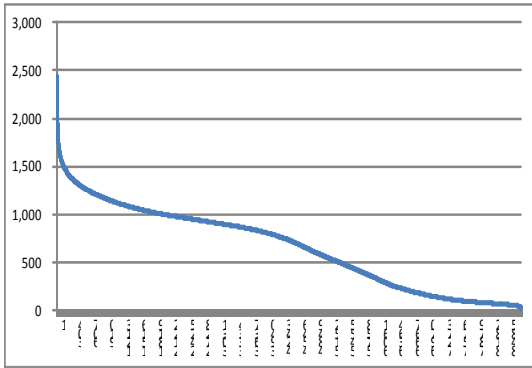
$$k = \frac{f''(x)}{(1 + f'(x)^2)^{\frac{3}{2}}}$$

파워모형의 곡률 k 가 최대가 되는 지점을 찾기 위하여 곡률을 구하는 공식에 파워모형을 대입시키면 다음과 같이 표현된다.

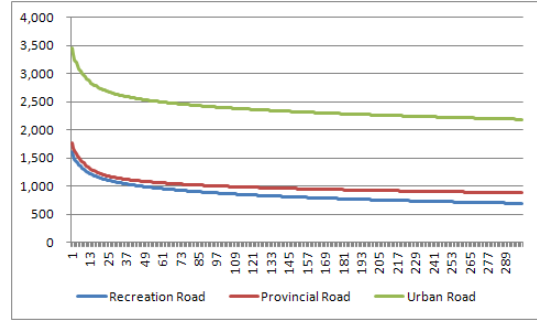
$$k = \frac{ab(b+1)}{(1 + a^2b^2 \frac{1}{x^{2b+2}})^{\frac{3}{2}} (x^{b+2})}$$

일반적으로 8,760개 시간 교통량을 순위로 정렬하여 그래프를 그리면 다음 그래프와 같으며 시간순위교통량이 2회 급변함을 알 수 있다. 이는 피크 시간대의 교통량과 주간교통량에서 1회 급변하고, 주간교통량과 야간교통량에서 1회 급변하기 때문으로 분석된다. 도로를 설계할 때 피크시간대의 교통량과 주간교통량 사이 급변하는 시간대를 기준으로 하므로 본 연구에서는 야간교통량은 제외하고, 일

반적으로 이용되는 300순위 시간교통량 자료를 분석에 활용하였다.



〈그림 3〉 내림차순으로 정렬된 시간대별 교통량 그래프
 〈Fig. 3〉 Hourly-volume graph sorted by descending order



〈그림 4〉 도로유형별 시간순위 교통량 그래프
 〈Fig. 4〉 Hourly-volume graph sorted by descending order by road type

IV. 분석결과

일반국도 차로 수 산정시 통상적으로 설계시간 교통량이 적용되고 있으나, 365일 8,760개 시간의 교통량 자료가 수집되지 않을 경우 적정 설계시간 교통량 산정이 어려워 일반적으로 설계시간계수(K30 기준) 또는 첨두시간교통량이 활용되고 있다. 이에 본 연구에서는 실제 시간순위교통량이 급변하는 시간대의 시간교통량을 설계시간교통량으로 하여 설계시간계수를 각 도로유형별로 산출하여 곡률이 급변하는 지점으로 산출한 설계시간계수의 특성을 분석하고, K30값과 첨두시간교통량으로 산출된 설계시간계수와 비교분석하였다.

아래 그림은 각 도로유형별 시간순위 교통량을 내림차순으로 정렬하여 그린 그림이다. 내림차순으로 정렬된 자료는 매끄러운 곡선으로 연결되며, 해당 곡선식을 회귀분석한 결과 파워모형이 가장 적합한 것으로 나타났다. 도로유형별 시간순위 교통량을 회귀식으로 나타낸 것은 다음 표와 같다.

〈표 2〉 도로유형별 시간순위교통량 회귀식

〈Table 2〉 Hourly-volume Regression equation sorted by descending order by road type

Type	Regression equation
PR ⁸⁾	$y = 1791 \times x^{-0.126}$
RR ⁹⁾	$y = 1933 \times x^{-0.177}$
UR ¹⁰⁾	$y = 3528 \times x^{-0.084}$

분석결과 관광부도로는 평균적으로 시간순위 113번째에서 곡률이 급변하는 것으로 나타났고, 지방부 도로는 94번째, 도시부도로는 142번째에서 곡률이 급변하는 것으로 나타났다. 하지만 도로유형별 적정 시간순위의 분포를 상자그림으로 그려본 결과 도로유형별로 차이가 크지 않은 것으로 나타났다. 다음 표는 각 도로 유형별 적정 시간순위에 대한 기초통계량 값이며, 해당 통계량을 상자 그림으로 표현하였다.

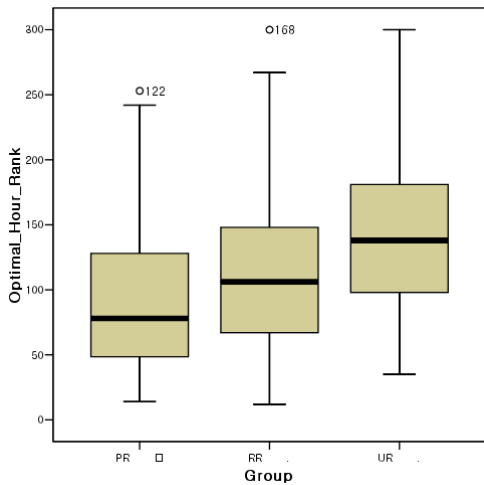
8) PR(Provincial Road) : 지방부도로

9) RR(Recreation Road) : 관광부도로

10) UR(Urban Road) : 도시부도로

〈표 3〉 도로유형별 적정 시간순위(곡률이 급변하는 시간대)
 〈Table 3〉 Optimal Hour-Rank by road type(Hour-Rank when curvature changes rapidly)

Statistics	PR	RR	UR	total
N ¹¹⁾	115	102	138	355
mean ¹²⁾	94	113	142	118
mode ¹³⁾	34	71	197	48
S.D ¹⁴⁾	55	61	56	61
min ¹⁵⁾	14	12	35	12
max ¹⁶⁾	253	300	300	300
Q1 ¹⁷⁾	48	67	98	70
Q2 ¹⁸⁾	78	106	138	113
Q3 ¹⁹⁾	130	148	182	157



〈그림 5〉 도로유형별 적정 시간순위 상자그림
 〈Fig. 5〉 Optimal Hour-Rank box plot by road type

시간순위 교통량 곡선에서 곡률이 급변하는 시간대를 도로유형별로 살펴본 결과 도시부가 시간순

위교통량이 큰 편으로 나타났고, 지방부와 관광부가 비슷하게 나타났다. 이는 곡률이 급변하기 이전의 교통량의 대부분이 평일 출퇴근시간인 것으로 분석되며, 관광부나 지방부는 주말이나 공휴일 교통량이 대부분이라 시간순위가 도시부와 비교하여 적은 것으로 분석되나 각 도로유형별로 뚜렷한 차이는 보이지 않는 것으로 판단된다.

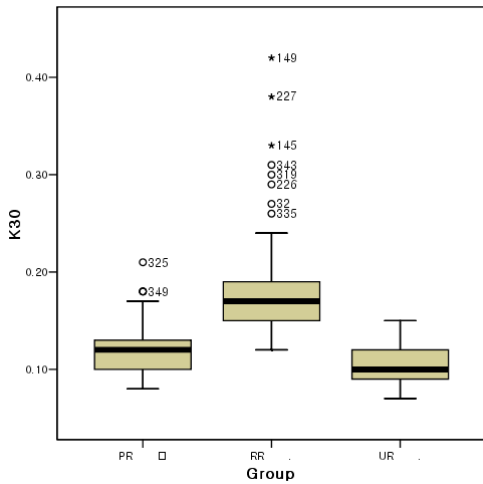
곡률이 급변하는 시간순위를 살펴본 결과 도로유형별로 미미하게 차이가 있는 것으로 분석되어 해당 시간순위의 설계시간계수를 살펴보았다. 설계시간계수는 일반적으로 K30이 주로 이용되고 있으며, 그 외 첨두시간교통량을 AADT로 나눈 값(이하 첨두시간 K값)이 이용되고 있다. 이에 K30과 첨두시간 K값, 그리고 곡률이 급변하는 시간순위로 산출한 설계시간계수(이하 곡률에 의한 K값)를 도로유형별로 분석하여 각 설계시간계수를 비교하였다.

다음 표는 분석대상지점의 K30값의 통계량을 도로유형별로 나타낸 것이다.

〈표 4〉 도로유형별 K30 통계량
 〈Table 4〉 Statistics of K30 by road type

Statistics	PR	RR	UR	total
N	115	102	138	355
mean	0.12	0.18	0.11	0.13
mode	0.10	0.16	0.10	0.10
S.D	0.02	0.05	0.02	0.04
min	0.08	0.12	0.07	0.07
max	0.21	0.42	0.15	0.42
Q1	0.10	0.15	0.09	0.10
Q2	0.12	0.17	0.10	0.12
Q3	0.13	0.19	0.12	0.15

- 11) N : 지점수
- 12) mean : 평균
- 13) mode : 최빈값
- 14) S.D(Standard deviation) : 표준편차
- 15) min : 최소값
- 16) max : 최대값
- 17) Q1(1-Quartile) : 제1사분위수
- 18) Q2(2-Quartile) : 제2사분위수
- 19) Q3(3-Quartile) : 제3사분위수



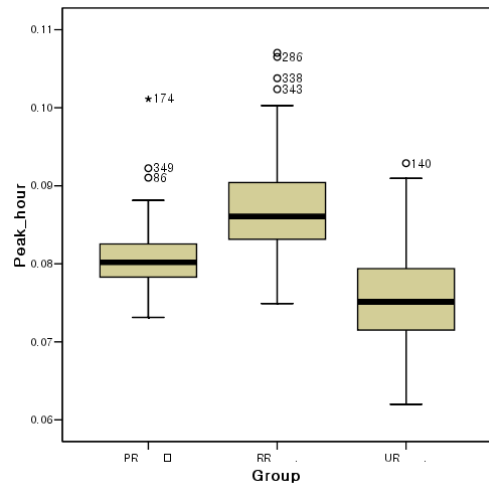
〈그림 6〉 도로유형별 K30 상자그림
 〈Fig. 6〉 K30 box plot by road type

도로유형별 K30값을 살펴본 결과 관광부는 평균 0.18(사분위수 기준²⁰⁾ 0.15~0.19), 지방부는 0.12(사분위수 기준 0.10~0.13), 도시부는 0.11(사분위수 기준 0.09~0.12)으로 나타났다.

다음 표는 첨두시간 K값으로 설계시간계수를 산출한 값의 통계량을 도로유형별로 분석한 것이다. 일반적으로 지방부 도로의 경우 주말 최대시간교통량을 구하여 이를 평균한 값을 시간순위 30번째 교통량과 유사하다고 간주하고, 도시부 도로는 평일 최대시간 교통량을 평균한 값을 시간순위 30번째 교통량과 유사하다고 간주하여 적용한다. 이에 첨두시간 K값을 산출할 때 각 도로유형별로 주말 또는 주중의 최대 시간교통량을 활용하여 산출하였다. 도로유형별 첨두시간 K값의 통계량은 다음 표와 같다.

〈표 5〉 도로유형별 첨두시간 K값 통계량
 〈Table 5〉 Statistics of K value made by peak hour by road type

Statistics	PR	RR	UR	total
N	115	102	138	355
mean	0.08	0.09	0.08	0.08
mode	0.07	0.09	0.06	0.09
S.D	0.00	0.01	0.01	0.01
min	0.07	0.07	0.06	0.06
max	0.10	0.11	0.09	0.11
Q1	0.08	0.08	0.07	0.08
Q2	0.08	0.09	0.08	0.08
Q3	0.08	0.09	0.08	0.08



〈그림 7〉 도로유형별 첨두시간 K값 상자그림
 〈Fig. 7〉 K value box plot made by peak hour by road type

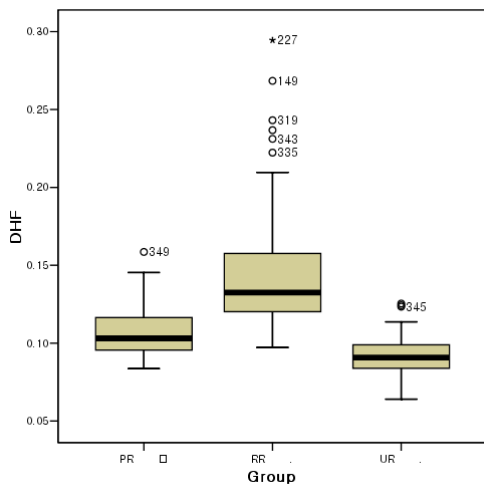
도로유형별 첨두시간 K값을 살펴본 결과 관광부는 평균 0.09(사분위수 기준 0.08~0.09), 지방부는 0.08, 도시부도 0.08(사분위수 기준 0.07~0.08)으로 나타나 도로유형별로 차이가 미미하게 나타났다.

다음 표는 곡률에 의한 K값으로 설계시간계수를 산출한 값의 통계량을 도로유형별로 분석한 것이다.

20) 사분위수란 데이터를 오름차순으로 정렬해서 4개의 구간으로 나누었을 때 그 중 몇 번째 위치한 데이터인지를 말하며, 제1사분위수에서 제3사분위수에 전체 자료의 50%가 분포되어 있다. 본 연구에서 언급한 사분위수 기준은 제1사분위수에서 제3사분위수까지로 설명하였다.

〈표 6〉 도로유형별 곡률에 의한 K값 통계량
 〈Table 6〉 Statistics of K value made by curvature by road type

Statistics	PR	RR	UR	total
N	115	102	138	355
mean	0.11	0.14	0.09	0.11
mode	0.08	0.10	0.06	0.06
S.D	0.01	0.04	0.01	0.03
min	0.08	0.10	0.06	0.06
max	0.16	0.29	0.13	0.29
Q1	0.10	0.12	0.08	0.09
Q2	0.10	0.13	0.09	0.10
Q3	0.12	0.16	0.10	0.12



〈그림 8〉 도로유형별 곡률에 의한 K값 상자그림
 〈Fig. 8〉 K value box plot made by curvature by road type

도로유형별 곡률에 의한 K값을 살펴본 결과 관광부는 평균 0.14(사분위수 기준 0.12~0.16), 지방부는 0.11(사분위수 기준 0.10~0.12), 도시부는 0.09(사분위수 기준 0.08~0.10)으로 나타나 관광부의 K값이 가장 크고 범위도 가장 넓은 것으로 분석되었다. 반면 도시부의 K값은 가장 적게 나타났으며 범위가 좁게 나타났다.

다음은 일반적으로 적용하는 K30과 첨두시간 K값, 곡률에 의한 K값과 도로용량편람 등에서 제시한 K값을 비교한 것이다.

〈표 7〉 도로유형별 설계시간계수
 〈Table 7〉 Design Hourly factor by road type

Type	method	mean	range ²¹⁾
PR	K30	0.12	0.09-0.18
	K by Peak hour	0.08	0.07-0.09
	K by curvature	0.11	0.09-0.14
	Korea HCM	0.15	0.12-0.18
	USA	0.10	2차로 0.10-0.15 다차로 0.15-0.2
RR ²²⁾	K30	0.18	0.13-0.35
	K by Peak hour	0.09	0.08-0.10
	K by curvature	0.14	0.10-0.25
	Korea HCM	0.15	0.12-0.18
	USA ²³⁾	0.10	2차로 0.10-0.15 다차로 0.15-0.2
UR	K30	0.11	0.07-0.15
	K by Peak hour	0.08	0.06-0.09
	K by curvature	0.09	0.07-0.12
	Korea HCM	0.09	0.07-0.11
	USA	0.09	0.08-0.12

도로유형별 설계시간계수를 각 산출방법별로 비교한 결과 시간순위 30번째 교통량을 적용할 경우 설계시간계수가 다소 높게 산출되었고, 첨두시간교통량을 이용하여 설계시간계수를 산출할 경우 도로유형과 상관없이 0.08~0.09로 나타났다. 또한 곡률에 의한 K값 산출시 도시부와 지방부의 차이보다 지방부와 관광부의 차이가 훨씬 크게 나타나 관광부 도로의 설계시간계수 산출은 지방부 도로와 별개로 분석이 필요할 것으로 판단된다.

VI. 결론 및 향후 연구과제

본 연구에서는 설계시간계수 산출방법에 따라 일반국도 설계시간계수의 특성을 분석하여 설계시간계수 산출방법의 문제점을 파악하고, 적정 설계시간계수에 대하여 알아보았다. 분석을 위해 2011

21) 전체 범위 중 95%의 자료가 포함되는 구간을 범위로 정하였다.

22) 관광부도로의 시간대별 교통량특성은 지방부도로와 차이가 있으나 도로용량편람에서는 관광부에 대한 언급이 없어 지방부의 자료를 그대로 작성하였다.

23) HCM, AASHITO 등에서 제시한 K값이다.

년 일반국도 상시조사 지점 중 8,760시간의 자료가 모두 수집된 354개 지점의 자료를 활용하였으며, 설계시간계수 분석에 앞서 일반국도를 유형별로 분류하여 유형별 설계시간계수로 기존 자료들과 비교하였다.

일반국도의 유형분류는 HCM에서 제시한 것보다 3가지로 분류하였다. 이는 기존 연구에서 국도 유형을 3가지로 분류하여 특성을 분석한 결과 도시부, 지방부, 관광부로 나누었고, 해당 도로들의 K30값이 차이가 있었기 때문이다. 도로유형을 분류하기 위해 임성한(2005) 등의 연구에서 제시한 교통변수들(AADT, K30, D30, 중차량비율, 주간교통량비율, 침두율, 일요일계수, 휴가철계수, COV 등)을 요인분석으로 변수를 축약하고 K평균 군집분석을 이용하였다.

설계시간계수 산정을 위해서는 기존 시간순위 30번째 교통량을 이용하는 방법과 침두시간 교통량을 이용하는 방법, 그리고 곡률이 급변하는 지점의 교통량을 설계시간교통량으로 간주하여 설계시간계수를 산출하는 방법을 비교분석하였다. 분석결과 K30으로 설계시간계수를 산출할 경우 설계시간계수가 다른 방법과 비교하여 높게 나타났으며, 침두시간 교통량으로 설계시간계수를 산출할 경우 도로유형과 상관없이 0.08~0.09로 다소 낮게 나타났다. 곡률이 급변하는 지점의 교통량을 설계시간교통량으로 하여 설계시간계수를 산출할 경우 도시부와 지방부의 설계시간계수의 차이가 크지 않았으며 관광부 도로의 설계시간계수는 다소 차이가 있는 것으로 분석되었다.

곡률이 급변하는 지점을 설계시간교통량으로 하여 산출할 경우 시간순위는 관광부도로는 113번째, 지방부 도로는 94번째, 도시부 도로는 113번째 정도가 적당한 것으로 분석되었으며, 도로의 성격과 상관없이 평균적으로 118번째 순위인 것으로 나타나 30순위로 도로를 설계할 경우 도로가 과다설계될 수 있다. 문미경(2004) 등의 연구에서도 상위 150 순위가 교통혼잡과 도로의 경제성을 모두 고려할 수 있는 설계시간순위라고 분석한 바 있고, 이러한 결과는 김범진(2006)과 백승걸(2007) 등의 연구

결과와는 상이한 것으로 분석되었다. 본 연구결과 곡률이 급변하는 지점의 교통량을 설계시간교통량의 참값이라고 가정할 경우 K30보다 사분위수를 기준으로 K70~K157의 결과를 적용하는 것이 적절할 것으로 판단되며, 설계시간계수는 우리나라 교통특성과 부합하게 재분석한 뒤 적용되어야 할 것으로 판단된다.

본 연구에서 제시한 설계시간계수는 2011년 일반국도 전체 지점에 대하여 분석한 결과로 일반국도 설계시간계수의 특성을 파악하는 데 의미가 있는 것으로 판단된다. 하지만 설계시간계수는 여가통행 증가, 도로의 지역적 교통특성에 따라 달라질 수 있으므로 이에 대한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

- [1] Doh Tcheol Woong, "Traffic Engineering Theory(1)", ChungMunGak, 1997
- [2] MLTM, "Korean Highway Capacity Manual", 2001
- [3] TRB, "Highway Capacity Manual", 2000
- [4] Yoon Hyuk-Yeol, "A Study on Modeling Design Hourly Volume", A dissertation submitted for the degree of Master of Philosophy, Seoul National University, 1991
- [5] Z. Liu and S. Sharma, "Predicting Directional Design Hourly Volume from Statutory Holiday Traffic", *Transportation Research Record* 1968, pp.30-39, 2006
- [6] Moon Mi-Kyung, Jang Myung-Soon, Kang Jae-Soo, "A Study on Improvement of the DDHV Estimating Method", *Journal of Korean Society of Transportation*, vol. 21, no. 5, pp.61-71, 2003
- [7] Moon Mi-Kyung, Jang Myung-Soon, Kang Jae-Soo, "Determination of Design Hour Rank Considering Design Level of Service", *Journal of Korean Society of Transportation*, vol. 22, no. 2, pp.55-63, 2004
- [8] Kim Bum-Jin, "A study on the Value of Roads

- Grade K-Factor in Roadways Design”, A dissertation submitted for the degree of Master of Philosophy, MyungJi University, 2006
- [9] Kim Bum-Jin, Baek Seung-Kirl, Lee Jeong-Hee, “Design Hourly Factor Estimation Using with Vehicle Detection System”, 5th Annual Conference of *Korean Society of Intelligent Transportation System*, pp.1-6, Oct 2006
- [10] Baek Seung-Kirl, Kim Bum-Jin, Lee Jeong-Hee, Son Young-Tae, “Design Hourly Factor Estimation with Vehicle Detection System”, *Journal of Korean Society of Transportation*, vol. 25, no. 6, pp.79-88, 2007
- [11] Cho Jun-Han, Kim Sung-Ho, No Jung-Hyun, “An Experimental Analysis of a Probabilistic DDHV Estimation Model”, *Journal of Korean Society of Transportation*, vol. 27, no. 2, pp23-34. ,2009
- [12] Lim Sung-Han, Ryu Seung-Ki, Byun Sang-Cheol, Moon Hak-Yong, “Directional Design Hourly Volume Estimation Model for National Highways”, *Journal of Korea ITS society*, vol. 11, no. 3, pp.13-22, 2012
- [13] FHWA, Traffic Monitoring Guide, 2001
- [14] Lim Sung-han, Ha Jung-Ah, Oh Ju-Sam, “Classification of National Highway by Factor Analysis”, *Journal of the Korean Society of Road Engineers*, vol. 7, no. 3, pp.43-52, 2005

저자소개



하 정 아 (Ha, Jung-Ah)

2013년 2월 : 아주대학교 건설교통공학과 졸업(공학박사)

2001년 12월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 첨단교통연구실 전임연구원

e-mail : yally36@kict.re.kr