**한국ITS학회논문지**
제11권, 제3호 (2012년 6월)
pp.13~22

# 일반국도의 중방향 설계시간 교통량 추정 모형

## Directional Design Hourly Volume Estimation Model for National Highways

**임 성 한*** (Sunghan Lim) **류 승 기**** (Seungki Ryu) **변 상 철***** (Sangcheol Byun) **문 학 룡****** (Hakyong Moon)

### 요 약

도로 설계를 위한 기본 교통량으로 이용되는 중방향 설계시간 교통량(directional design hourly volume, DDHV)은 교통 및 도로 부문에서 매우 중요한 요소이다. DDHV는 연평균 일교통량(annual average daily traffic, AADT)에 설계시간계수(K계수)와 중방향계수(D계수)를 고려하여 산정된다. 그러나 K계수와 D계수는 연간 모든 시간 교통량을 관측해야 가능하기 때문에 사실상 불가능하며, 도로용량편람(KHCM)에서 제시하는 K계수와 D계수를 그대로 적용하는 경우가 일반적이다. 본 연구에서는 일반국도를 대상으로 신뢰성 높고 현실적으로 적용 가능한 DDHV 추정 모형을 개발하고자 하였다. 일반국도 상에 설치된 상시 교통량 조사장비에서 수집된 교통자료를 이용하여 DDHV 특성을 분석한 결과, DDHV와 AADT 간 강한 상관관계가 존재함을 확인하였다. 따라서 AADT를 이용한 DDHV 추정 모형을 개발하였으며, 기존 KHCM 방법에 비해 성능이 우수한 것으로 분석되었다.

### Abstract

Estimating directional design hourly volume (DDHV) is an important aspect of traffic or road engineering practice. DDHV on highway without permanent traffic counters (PTCs) is usually determined by the annual average daily traffic (AADT) being multiplied by the ratio of DHV to AADT (K factor) and the directional split ratio (D factor) recommended by Korea highway capacity manual (KHCM). However, about the validity of this method has not been clearly proven. The main intent of this study is to develop more accurate and efficient DDHV estimation models for national highway in Korea. DDHV characteristics are investigated using the data from permanent traffic counters (PTCs) on national highways in Korea. A linear relationship between DDHV and AADT was identified. So DDHV estimation models using AADT were developed. The results show that the proposed models outperform the KHCM method with the mean absolute percentage errors (MAPE).

**Key words** : directional design hourly volume (DDHV), annual average daily traffic (AADT), K factor, D factor.

* 주저자 및 교신저자 : 한국건설기술연구원 첨단교통연구실 수석연구원
** 공저자 : 한국건설기술연구원 첨단교통연구실 연구위원
*** 공저자 : 한국건설기술연구원 첨단교통연구실 수석연구원
**** 공저자 : 한국건설기술연구원 첨단교통연구실 연구위원
† 논문접수일 : 2012년 4월 13일
† 논문심사일 : 2012년 5월 9일
† 게재확정일 : 2012년 5월 16일

# Ⅰ. 서 론

도로는 예측된 장래의 교통수요에 부응할 수 있도록 계획되어야 한다. 계획 교통량을 기초로 해당 도로의 장래 서비스수준을 예측하며, 신설될 도로의 기하구조를 결정하게 된다. 이때 계획 교통량은 도로 계획의 기본이 되는 교통량으로서 목표년도의 연평균 일교통량(annual average daily traffic, AADT)이 이용된다. 반면, 도로설계를 위한 교통량은 첨두시간대의 교통수요를 반영하기 위하여 설계시간 교통량(design hourly volume, DHV)이 이용된다. 여기에 교통량의 방향별 분포 차이를 고려한 중방향 설계시간 교통량(directional DHV, DDHV)이 도로 설계를 위한 기본 교통량으로 이용된다.

DDHV는 AADT에 설계시간계수(K계수)와 중방향계수(D계수)를 고려하여 산정된다. K계수는 AADT에 대한 설계시간 교통량의 비를 의미하는데, 일반적으로 AADT에 대한 30번째 순위 시간 교통량의 비가 사용된다. K계수는 해당 지역의 교통 수요 패턴에 따라 변하기 때문에 연간 8,760시간의 시간 교통량을 관측해야만 정확한 값을 얻을 수 있다. D계수는 양방향 교통량에 대한 중방향 교통량의 비를 의미한다.

DDHV가 과다 추정될 경우 비경제적으로 도로가 건설되고, 반대로 과소 추정될 경우 잦은 교통혼잡이 발생된다. 따라서, 도로의 계획이나 설계에 있어 정확한 DDHV 산정이 중요하다. 한국 도로용량편람(Korea highway capacity manual, KHCM)에서는 도로등급별로 도시부와 지방부로 구분한 후, 일정 범위의 값으로 K계수와 D계수를 제시하고 있다. 이때 적용되는 값에 따라 DDHV가 크게 달라질 수 있기 때문에, 적정 값을 구할 수 없을 경우에 사용할 것을 권장하고 있다[1].

그러나 정확한 K계수와 D계수 산정은 연간 8,760시간의 모든 시간 교통량을 관측해야만 하기 때문에 사실상 불가능하다. 그렇기 때문에 실무에서는 KHCM에서 제시하는 K계수와 D계수를 그대로 적용하는 경우가 일반적이다. 그럼에도 불구하고 KHCM에서 제시하는 K계수와 D계수를 적용하여 산정된 DDHV가 어느 정도의 오차를 갖는지에 대한 연구는 이루어진 바가 없는 것으로 파악된다. 또한 장래 건설될 도로에 대한 정확한 K계수와 D계수 산정이 사실상 불가능한 점을 고려할 때, 현실적으로 적용 가능한 DDHV 추정 방법론 개발은 매우 중요하다.

본 연구에서는 일반국도를 대상으로 DDHV 추정 모형 개발에 대해 다루고자 한다. AADT 예측을 위한 교통수요 예측 방법론에 대한 연구는 많이 진행되어져 왔으며, 실제 일반화된 교통수요 예측 방법들이 도로 계획 시 적용되고 있다. 이에 본 연구에서는 AADT 예측 과정은 연구 범위에서 제외한다. AADT를 알고 있다는 가정 하에 DDHV 추정 모형을 개발하고자 한다.

# Ⅱ. 이론적 고찰

KHCM에 따르면, DDHV는 AADT에 K계수와 D계수를 고려하여 식 (1)에 의해 산정된다[1].

$$DDHV = AADT \times K \times D \quad (1)$$

여기서, AADT는 한 해 동안 도로의 한 지점 또는 일정 도로 구간을 지나는 양방향 교통량을 365일로 나눈 교통량, K계수는 AADT에 대한 DHV의 비, D계수는 양방향 교통량에 대한 중방향 교통량의 비를 의미한다.

KHCM에서는 교통량 상시조사 자료(국토해양부, 도로교통량 통계 연보, 각 연도)를 활용하여 해당 사업에 맞게 K계수와 D계수를 산정하되, 적정값을 구할 수 없는 경우 <표 1>의 값을 사용할 수 있다고 제시하고 있다[1].

〈표 1〉 K계수와 D계수(KHCM, 2001)
〈Table 1〉 K factor and D factor(KHCM, 2001)

| 구 분 | 도시지역 | 지방지역 |
|---|---|---|
| K계수 | 0.09(0.07~0.11) | 0.15(0.12~0.18) |
| D계수 | 0.60(0.55~0.65) | 0.65(0.60~0.70) |

미국 도로용량편람(Highway capacity manual, HCM)에서는 K계수의 일반적인 특성을 다음과 같이 기술하고 있다[2].

① AADT가 커질수록 K계수는 낮아진다.

② 상위 시간 순위에서 K계수의 감소율이 하위 시간 순위에서의 K계수 감소율보다 높다.

③ 지방부 도로의 K계수가 도시부 도로보다 높으며, 도로 주변의 개발 밀도가 증가할수록 K계수는 낮아진다.

④ 일반적으로 K계수는 관광부 도로에서 가장 높으며, 지방부 도로, 대도시 주변 도로, 도시부 도로로 갈수록 낮아진다.

HCM의 K계수는 도시지역 0.09, 지방지역 0.10이며, D계수는 1번째, 30번째, 50번째, 100번째 순위 시간 교통량에 대해 도시지역은 0.50～0.66, 지방지역은 0.52～0.57로 제시하고 있다[2].

〈표 2〉 K계수와 D계수(HCM, 2000)
〈Table 2〉 K factor and D factor(HCM, 2000)

| 구 분 | 도시지역 | 지방지역 |
|---|---|---|
| K계수 | 0.09 | 0.10 |
| D계수 | 0.50～0.66 | 0.52～0.57 |

DDHV와 관련한 연구로 설계시간 교통량 산정에 관한 연구[3-8], K계수 산정에 관한 연구[3, 9], D계수 산정에 관한 연구[9, 10] 등이 이루어져 왔다. 이 중 K계수와 D계수를 종합적으로 고려한 주요 연구를 살펴보면 다음과 같다.

Sharma et al.(1995)은 양방향 교통량에 D계수를 적용하여 DDHV를 산정하는 전통적인 방식에 대한 문제점을 지적하고, 방향별 교통량 자료를 이용한 DDHV 산정 방법을 제안하였다. D계수의 변동성이 크기 때문에 D계수를 이용하여 DDHV를 산정할 경우 오차가 크게 발생할 수 있다고 지적하고, D계수를 필요로 하지 않는 방법을 제안하였다[3].

Liu and Sharma(2006)는 DDHV를 결정하는 시간순위 교통량이 일반적으로 휴일에 나타난다는 점에 착안하여 휴일 교통량을 이용한 DDHV 예측 모형을 개발하였다. 캐나다 앨버타(Alberta) 주에 설치된 상시 교통량 조사장비에서 수집된 20년간의 교통자료를 이용하여 휴일 교통특성을 분석하였다. 유전자 알고리즘을 이용하여 휴일과 도로 유형에 적합한 DDHV 예측 알고리즘을 개발하였으며, 기존 모형에 비해 성능이 우수한 것으로 분석되었다[6].

문미경 등(2003)은 양방향 시간교통량의 합으로부터 K계수와 D계수를 도출하여 DDHV를 산정하는 기존 방법의 문제점을 지적하고, 서로 독립적인 두 방향(상행, 하행)의 교통량 중 중방향 시간교통량에서 설계대상 순위를 결정하여, K계수와 D계수를 분리하지 않고 동시에 적용하는 방법(비분리방안)을 제시하였다. DDHV 추정시 8.4%의 오차 개선효과가 있는 것으로 분석되었다[5].

오주삼(2007)은 고속국도에서 운영 중인 34 지점의 상시 교통량 자료를 기초로, AADT를 이용한 30번째/100번째 시간교통량 추정모형을 개발하였다. 도로의 구분 없이 대상지점 전체의 평균 K계수를 적용한 경우와 비교한 결과, 30번째/100번째 시간교통량 추정 오차가 8.16～22.17% 감소하는 것으로 분석되었다[7].

조준한 등(2009)은 교통량에 따른 링크통행시간의 확률분포개념을 도입하여 확률적인 중방향 설계시간 교통량(Probabilistic Directional Design Hour Volume, PDDHV) 산정 모형에 대한 실험적 해석을 수행하였다. 통행시간 산정을 위해 BPR 함수식을 이용하였으며, 신뢰수준을 85%로 설정하여 총 통행량의 15%에 해당하는 통행의 지체시간(delay time)은 허용하는 것을 가정하였다. 이 연구에서는 BPR 함수식 자체가 갖는 문제점(과포화 상태일 때 과대 평가되는 점)과 실무 적용 상의 어려움을 한계로 지적하였으며, 회귀분석 등을 통한 별도의 모형식 개발 필요성을 언급하였다[8].

선행연구를 종합적으로 검토해 보면, 다음과 같은 한계점이 있는 것으로 파악된다. 첫째, 국내 실무에서는 대부분 KHCM 기준을 적용하여 DDHV를 산정하고 있음에도 불구하고, KHCM 기준에 대한 명확한 분석 없이 새로운 방법론을 제안한 연구가 주를 이루고 있다. 둘째, 실무에서 적용할 수 있는 일반국도 DDHV 산정 방법론에 관한 연구가 부족하다. 고속국도의 경우 전 구간에 약 1km 간격으로 설치된 차량검지기를 통해 상시 교통량 자료를 수집하므로 K계수 및 D계수 특성 파악이 상대적으로 쉽다. 반면 일반국도의 경우 상시 교통량 조사장비가 약 30km 간격으로 설치되어 있어 K계

수 및 D계수 특성 파악이 상대적으로 어렵다. 따라서 실무에서 일반국도 DDHV 산정 시 적용할 수 있는 신뢰성 높은 방법론 개발이 요구된다. 이에, 본 연구에서는 일반국도를 대상으로 KHCM의 DDHV 산정 기준에 대해 분석하고, 실무에서 적용 가능한 신뢰성 높은 DDHV 추정 모형을 개발하고자 한다.

## Ⅲ. 일반국도 DDHV 추정 모형

### 1. 일반국도 DDHV 특성 분석

현장에서 수집된 교통자료를 이용하여 일반국도의 DDHV 특성을 실증적으로 분석함으로써 모형 개발 시 반영해야 할 DDHV 특성을 도출하고자 한다. 이를 위해 전국 일반국도에 설치된 상시 교통량 조사장비(Automatic Vehicle Classification, AVC)에서 수집된 교통자료를 이용하도록 한다. 수집자료 중 일요일계수는 주말 교통특성을 파악하기 위한 지표로서, AADT에 대한 일요일 평균 교통량의 비($AADT/ADT_{Sun}$)로 산정된다. 8월계수는 휴가철 교통특성을 파악하기 위한 지표로서, AADT에 대한 8월 평균 교통량으로 산정된다($AADT/ADT_{Aug}$). K계수는 AADT에 대한 30번째 순위 시간 교통량의 비, D계수는 30번째 순위 시간 교통량에 대한 중방향 교통량의 비이다.

〈표 3〉 DDHV 특성 분석에 이용된 자료 개요
〈Table 3〉 The data used to analyze DDHV

| 구 분 | 내 용 |
|---|---|
| 대상구간 | 전국 일반국도 303지점<br>- 2차로 107지점, 4차로 196지점 |
| 검지기 | AVC |
| 수집기간 | 2010년 1월 1일~12월 31일 |
| 수집자료 | AADT, K계수, D계수,<br>일요일계수, 8월계수 |

일반국도 303지점의 평균 DDHV는 796대/시이며, 이 중 2차로가 332대/시, 4차로가 1,050대/시이다. DDHV의 최소 값은 77대/시이며, 최대 값은 2,808대/시이다.

〈표 4〉 일반국도 DDHV 기초 통계 값
〈Table 4〉 DDHV statistics of national highways

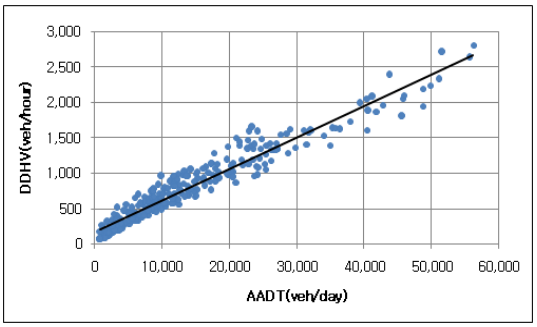
| 구분 | 지점 수 | 평균 | 표준 편차 | 최소 | 최대 |
|---|---|---|---|---|---|
| 2차로 | 107 | 332 | 180 | 77 | 831 |
| 4차로 | 196 | 1,050 | 509 | 167 | 2,808 |
| 전체 | 303 | 796 | 545 | 77 | 2,808 |

DDHV와 교통변수 간 상관성을 분석한 결과, AADT와 DDHV 간 상관계수가 0.997로 나타나 상관성이 가장 큰 것으로 분석된다. 이는 DDHV 산정 과정에 AADT가 반영되기 때문인 것으로 판단된다. 기타 변수들은 상관성이 적게 분석된다.

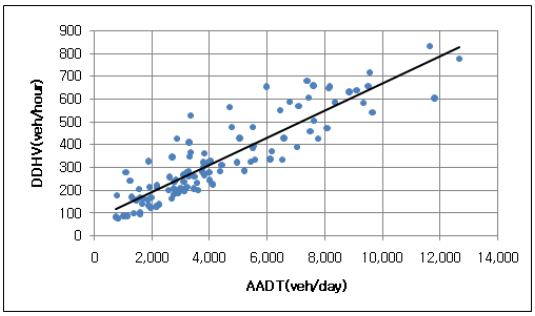
〈표 5〉 DDHV와 교통변수 간 상관계수
〈Table 5〉 The correlation coefficient between DDHV and traffic variable

| 구 분 | DDHV |
|---|---|
| AADT | 0.967 |
| K계수 | -0.439 |
| D계수 | -0.009 |
| 일요일계수 | -0.136 |
| 8월계수 | -0.332 |

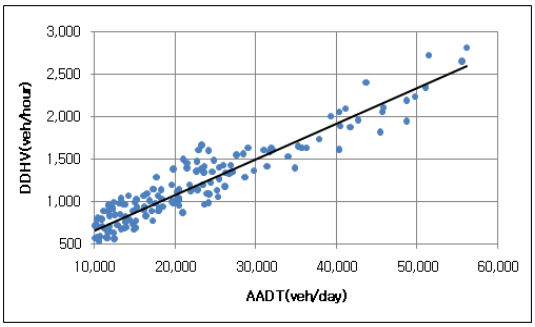
AADT와 DDHV간의 관계는 상관분석 결과에서 확인한 바와 같이 강한 선형관계가 존재하는 것으로 분석된다. 4차로 지점이 2차로 지점보다 선형관계가 상대적으로 크게 나타난다. AADT를 알고 있을 경우 신뢰성 높은 DDHV 추정이 가능하다는 것을 알 수 있다.




〈그림 1〉 AADT-DDHV 관계(전체 도로)
〈Fig. 1〉 The relationship between AADT and DDHV (all roads)




〈그림 2〉 AADT-DDHV 관계(2차로 도로)
〈Fig. 2〉 The relationship between AADT and DDHV (2 lane roads)




〈그림 3〉 AADT-DDHV 관계(4차로 도로)
〈Fig. 3〉 The relationship between AADT and DDHV (4 lane roads)

## 2. KHCM 기준의 DDHV 추정 오차 분석

KHCM에서는 도시지역과 지방지역으로 구분하여 적정 K계수와 D계수를 제시하고 있다. 따라서 KHCM 기준 적용 시 DDHV 추정 오차를 분석하기 위해서는 분석 대상 도로를 도시지역과 지방지역으로 구분할 필요가 있다. 그러나 KHCM에서는 도시지역과 지방지역을 구분하는 기준을 제시하지 못하고 있다. 도로의 구조·시설기준에 관한 규칙 해설 및 지침(건설교통부, 2000)에서 도시지역과 지방지역에 대하여 정의하고 있는데, 이 중 도시지역을 “현재 시가지를 형성하고 있는 지역 또는 그 지역의 발전추세로 보아 도로의 설계 목표년도인 20년 후에 시가지로 형성될 가능성이 있는 지역”으로 정의하고 있다[11]. 그러나 기준이 모호한 측면이 있어 실무에서 적용하기에는 한계가 있다.

도로를 도시지역, 지방지역 등으로 분류하기 위한 연구는 국내외에서 지속적으로 이루어져 왔다. 이 중 미연방도로청(Federal Highway Administration, FHWA)의 Traffic Monitoring Guide(2001)에서 제시하는 군집분석(cluster analysis) 방법을 기초로 한 연구가 주를 이루었다[12-19]. 본 연구에서도 FHWA의 Traffic Monitoring Guide(2001)에서 제시하는 군집분석을 기초로 분석 대상 도로를 도시지역과 지방지역으로 구분하고자 한다.

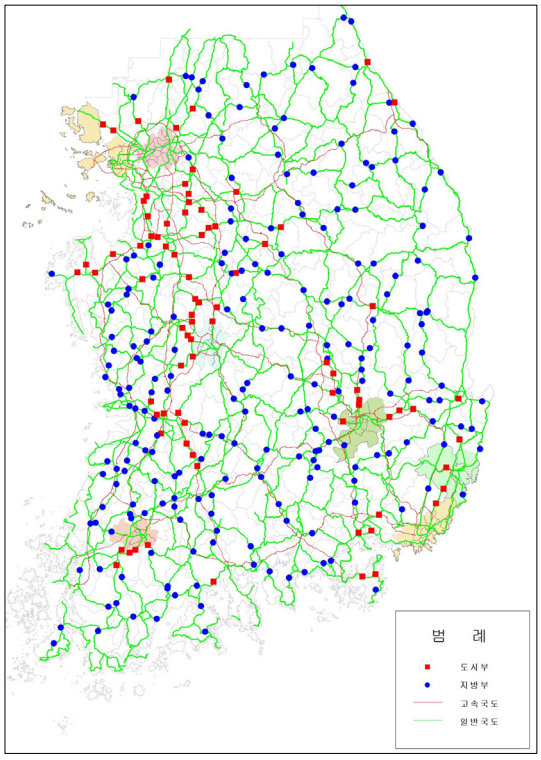
군집분석을 위해 적용된 변수는 <표 3>에서 제시된 바와 같이 AADT, K계수, D계수, 일요일계수, 8월계수이다. AADT는 해당도로의 교통수요를 가장 잘 나타내는 교통지표라 할 수 있다. 일반적으로 해당 도로의 교통특성 및 지역특성에 따라 시간교통량 변동패턴이 다르기 때문에 K계수도 달리 나타난다. D계수는 도로의 방향별 교통량 분포 특성을 나타내는 교통지표이다. 일요일계수는 주말 휴일 교통특성을 파악할 수 있는 지표이다. 일반적으로 도시부 도로의 일요일 교통량은 평일과 유사한 수준이나, 지방부 및 관광부의 일요일 교통량은 평일에 비해 많다. 8월계수는 휴가철의 교통특성을 파악할 수 있는 지표이다. 지방부 및 관광부 도로는 휴가철에 교통량이 증가하는 것이 일반적이다.

군집분석 방법으로는 K-평균 군집분석 방법을 적용하였다. K-평균 군집분석은 앞서 설정된 교통변수를 기준으로 상대적으로 동질적인 케이스 집단을 구별할 수 있다. 이 방법을 적용하기 위해서는 군집의 수를 지정해 주어야 하는데 본 연구에서는 KHCM의 기준에 따라 도시지역과 지방지역으로 구분하는 것이 목적이므로 군집의 수를 2개로 지정하였다.

군집분석 결과는 <그림 4> 및 <표 6>과 같다. 전체 303지점이 83지점(그룹 1)과 220지점(그룹 2)으로 분류된다. 그룹 1은 평균 AADT가 30,000대 수준으로 높게 나타나 대용량의 교통수요를 처리하는 도로이다. K계수, D계수, 일요일계수 및 8월계수가 낮아 교통량 변동이 적고 일상 교통이 대부분을 차지하는 도로이다. 그룹 2는 평균 AADT가 8,000대 수준으로 그룹 1에 비해 매우 낮고, K계수, 일요일계수, 8월계수가 높아 교통량이 주말 휴일 및 휴가철에 집중되는 도로이다. 두 그룹에 대한 교통특성을 비교 분석한 결과 그룹 1은 도시

부도로, 그룹 2는 지방부도로로 판단된다. 도로분류 결과를 전국 도로망에 표현한 결과 합리적인 것으로 판단된다.

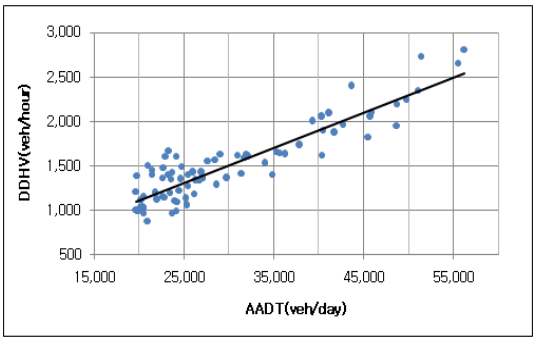
<표 6>에서 K계수는 도시부/지방부 도로가 0.10/0.15로서 KHCM에서 제시하는 0.09/0.10보다 상대적으로 크다. D계수는 도시부/지방부 모두 0.51로 차이가 없으며, 이는 KHCM에서 제시하는 값(도시부 0.50～0.66, 지방부 0.52～0.57)보다 작다.



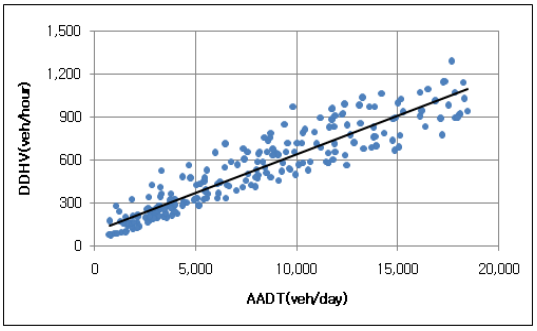

〈그림 4〉 군집분석에 의한 도로분류 결과
〈Fig. 4〉 Road classification by cluster analysis

〈표 6〉 군집분석에 의한 도로 분류 결과
〈Table 6〉 Road classification by cluster analysis

| 구 분 | 그룹 1 | 그룹 2 | 전체 |
|---|---|---|---|
| 지점 수 | 83 | 220 | 303 |
| AADT(대/일) | 29,804 | 7,973 | 13,953 |
| K계수 | 0.10 | 0.15 | 0.14 |
| D계수 | 0.51 | 0.51 | 0.51 |
| 일요일계수 | 1.07 | 1.11 | 1.10 |
| 8월계수 | 1.03 | 1.17 | 1.13 |




〈그림 5〉 AADT-DDHV 관계(도시부 도로)
〈Fig. 5〉 The relationship between AADT and DDHV (urban roads)



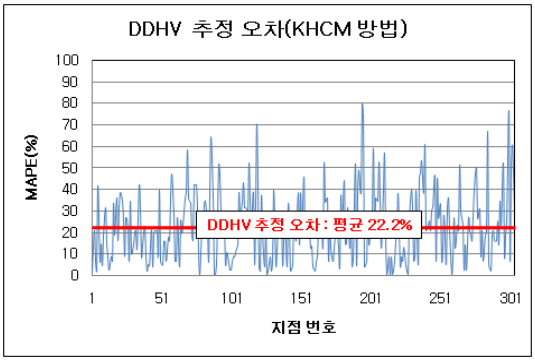

〈그림 6〉 AADT-DDHV 관계(지방부 도로)
〈Fig. 6〉 The relationship between AADT and DDHV (rural roads)

도시부 도로와 지방부 도로로 구분하여 AADT와 DDHV와의 관계를 그래프로 나타내면 <그림 5>～<그림 6>과 같다. 차로별 분석에서와 마찬가지로 AADT와 DDHV 간 강한 선형관계가 존재하는 것으로 분석된다.

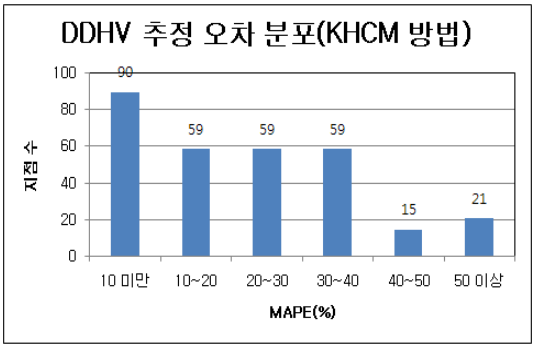
군집분석에 의해 도시부 도로로 판명된 83지점과 지방부 도로로 판명된 220지점에 대해 KHCM에서 제시하는 K계수 및 D계수를 적용하여 DDHV를 추정한 후 오차를 분석하고자 한다. 이 때 D계수는 KHCM에서 제시하는 범위 값의 중간 값(도시부 0.58, 지방부 0.545)을 적용한다.

KHCM 방법을 적용한 경우 DDHV 추정 오차는 <그림 7>, <그림 8> 및 <표 7>과 같다. DDHV 추정 오차는 평균 22.2%이다. 오차 수준별로 분석하면, 오차가 10% 미만인 지점 수는 전체 지점의 29.7%에 불과하며, 20% 미만인 지점 수도 전체의 49%에 불과하다. 이는 KHCM 방법을 적용할 경

우, DDHV가 과다 또는 과소 추정되어 도로가 비경제적으로 건설되거나, 잦은 교통혼잡이 발생될 수 있음을 의미한다.




〈그림 7〉 DDHV 추정 오차(KHCM 방법)
〈Fig. 7〉 DDHV estimation error (KHCM method)




〈그림 8〉 오차 수준별 빈도 수(KHCM 방법)
〈Fig. 8〉 Frequency by the level of errors (KHCM method)

〈표 7〉 DDHV 추정 오차(KHCM 방법)
〈Table 7〉 DDHV estimation error(KHCM method)

| MAPE[1] (%) | 지점 수 | 백분율 (%) | 누적 백분율(%) |
|---|---|---|---|
| 10 미만 | 90 | 29.7 | 29.7 |
| 10~20 | 59 | 19.5 | 49.2 |
| 20~30 | 59 | 19.5 | 68.6 |
| 30~40 | 59 | 19.5 | 88.1 |
| 40~50 | 15 | 5.0 | 93.1 |
| 50 이상 | 21 | 6.9 | 100.0 |

1) Mean absolute percentage errors

## 3. DDHV 추정 모형 개발

지점별 적정 K계수와 D계수는 일반적으로 적용되고 있는 AADT에 대한 30번째 순위 시간 교통량을 기초로 계산된 K계수와 D계수로 가정한다.

앞선 상관분석 결과에서 DDHV와 상관성이 가장 큰 교통변수는 AADT로 나타났으며, AADT와 DDHV 간의 관계를 분석한 결과 강한 선형관계가 존재함을 확인한 바 있다. 따라서 AADT를 독립변수로 하고 DDHV를 종속변수로 하는 선형 회귀분석 방법으로 DDHV 추정 모형을 개발하도록 한다. 한편 장래 건설될 도로가 도시부 도로인지 지방부 도로인지를 파악하는 것은 사실상 어렵다. 본 연구에서는 차로별로 구분된 모형(2차로/4차로 도로 모형)을 개발하도록 한다.

선형 회귀모형의 파라메터 추정 결과는 <표 8>과 같다. 모형의 t값과 F값이 높아 95% 신뢰수준에서 통계적으로 유의한 것으로 분석된다. 모형의 설명력을 나타내는 R2는 0.80~0.91로 나타나 비교적 높은 설명력을 보이고 있다.

〈표 8〉 파라메터 추정 결과
〈Table 8〉 Estimation of parameters for regression models

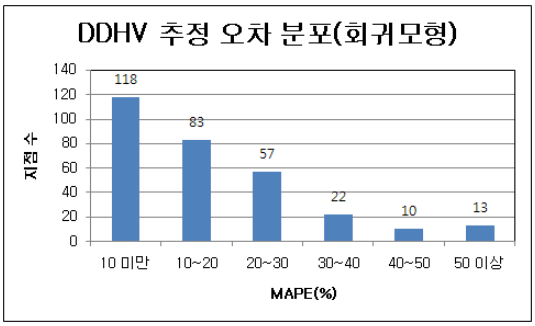
| 모형 | 모형식 | $R^2$ | t값 | | F값 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 상수 | x | |
| 2차로 | Y=0.059x+73.07 | 0.80 | 5.0 | 20.7 | 430 |
| 4차로 | Y=0.042x+243.9 | 0.91 | 11.5 | 44.3 | 1,965 |

## 4. 모형 검증

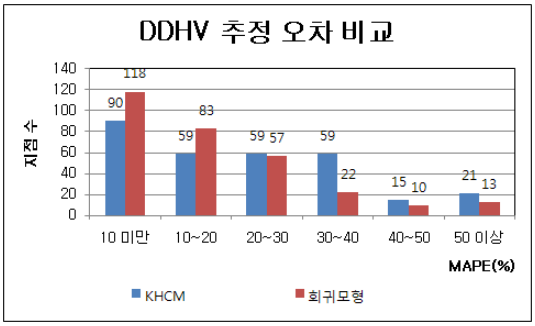
본 연구에서 개발된 회귀모형을 적용한 경우 DDHV 추정 오차는 <표 9>, <그림 9> 및 <그림 10>과 같다. 오차 수준별로 분석해 보면, 10% 미만이 118 지점으로 전체의 38.9%를 차지한다. 30% 미만의 오차를 갖는 지점 수는 전체 지점 수의 85.1%이다. 본 연구에서 제안한 DDHV 추정 모형의 평균 오차는 17.6%이다. KHCM 방법에 의한 오차(22.5%) 보다 4.9% 작은 값이며, 비율로는 21.8% 감소한 수치이다.

〈표 9〉 DDHV 추정 오차(회귀모형)
〈Table 9〉 DDHV estimation error(Regression models)

| MAPE (%) | 지점 수 | 백분율 (%) | 누적 백분율(%) |
|---|---|---|---|
| 10 미만 | 118 | 38.9 | 38.9 |
| 10~20 | 83 | 27.4 | 66.3 |
| 20~30 | 57 | 18.8 | 85.1 |
| 30~40 | 22 | 7.3 | 92.4 |
| 40~50 | 10 | 3.3 | 95.7 |
| 50 이상 | 13 | 4.3 | 100.0 |




〈그림 9〉 오차 수준별 빈도 수(회귀모형)
〈Fig. 9〉 Frequency by the level of errors(regression model)




〈그림 10〉 DDHV 추정 오차 비교
〈Fig. 10〉 Comparison of DDHV estimation error

## Ⅳ. 결 론

본 연구에서는 DDHV 산정 시 KHCM 기준을 적용하는 데에는 현실적 한계가 있음을 인식하고, 실무에서 적용 가능한 신뢰성 높은 DDHV 추정 모형을 개발하고자 하였다. KHCM 기준을 적용하기 위해서는 해당 도로가 도시부 도로인지, 지방부 도로인지를 알아야 적용이 가능하다. 그러나 향후 건설될 도로에 대해서는 해당 도로가 도시부 도로인지, 지방부 도로인지를 알기 어렵다. 또한 본 연구에서 통계적 분석기법을 통해 도시부 도로와 지방부 도로로 구분한 후 KHCM 기준을 적용한 결과, DDHV 추정 오차는 평균 22.5%로 분석되었다. 이와 같은 KHCM 기준의 한계를 극복하기 위해 AADT를 독립변수로 하고 DDHV를 종속변수로 하는 회귀모형을 개발하였다. 모형의 설명력은 80~91%로 나타나 높은 신뢰수준을 갖는 것으로 판단된다. 본 연구에서 제안한 회귀모형을 적용한 경우 DDHV 추정 오차는 평균 17.6%로서 KHCM 기준보다 4.9%(비율로는 21.8%) 감소하는 것으로 분석된다. 본 연구결과는 도로 계획 및 설계를 담당하는 실무자가 DDHV를 산정할 때 유용하게 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

## 참 고 문 헌

[1] 건설교통부, “*도로용량편람*”, 1992·2001.
[2] TRB, “*Highway Capacity Manual*”, 2000.
[3] S. C. Sharma, Y. Wu and S. N. Rizak, “Determination of DDHV from Directional traffic flows”, *Journal of Transportation Engineering*, vol.121, Issue 4, ASCE, 1995.
[4] 임성한, 김윤섭, 변상철, 오주삼, “AADT를 이용한 설계시간계수 추정”, *대한토목학회논문집*, 대한토목학회, 제23권 제1D호, pp. 19-26, 2003.
[5] 문미경, 장명순, 강재수, “계시간 교통량 산정 방법 개선”, *대한교통학회지*, 대한교통학회, 제21권 제5호, pp.61-71, 2003.
[6] Z. Liu and S. Sharma, “Predicting Directional Design Hourly Volume from Statutory Holiday Traffic”, *Transportation Research Record 1968*, pp.30-39, 2006.
[7] 오주삼, “고속국도에서의 연평균일교통량에 따른 N번째 고순위 시간교통량 추정모형 개발에 관한 연구”, *대한토목학회논문집*, 대한토목학회, 제9권 제3호, pp.13-20, 2007.
[8] 조준한, 김성호, 노정현, “확률적인 중방향 설계시간교통량 산정 모형에 관한 실험적 해석”,

*대한교통학회지*, 대한교통학회, 제27권 제2호, pp.23-34, 2009. 4.

[9] 이장희, "*고속도로 설계에 있어 권역별 K값 및 D값의 적용 방안*", 석사학위논문, 한양대학교, 2005.

[10] 이상욱, "*고속도로 톨게이트의 D치 산정을 위한 중방향 시간 교통량 비순위도 곡선 산정*", 석사학위논문, 한양대학교, 2000.

[11] 건설교통부, "*도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙 해설 및 지침*", 2000.

[12] Federal Highway Administration, "*Traffic Monitoring Guide*", 2001.

[13] D. Albright, "A Quick Cluster Control Method : Permanent Control Station Cluster Analysis in Average Daily Traffic Calculations", *Transportation Research Record 1134*, pp.57-64, 1987.

[14] J. Flaherty, "Cluster Analysis of Arizona Automatic Traffic Recorder Data", *Transportation Research Record 1410*, pp.93-99, 1993.

[15] 강원의, "일반국도의 수행 기능 분석에 의한 적정 설계기준 연구", *대한교통학회지*, 대한교통학회, 제19권 제1호, pp.53-61, 2001.

[16] 김주현, 도명식, 정재은, "국도 기능 분류를 위한 그룹핑 방법론에 관한 연구", *대한교통학회지*, 대한교통학회, 제20권 제5호, pp.131-144, 2002.

[17] 임성한, "일반국도 유형분류 및 유형별 교통특성에 관한 연구", *대한토목학회논문집*, 대한토목학회 제25권 제4D호, pp.555-563, 2005.

[18] 최기주, 원창연, 정우현, "효율적 고속도로 계획을 위한 고속도로 시간교통량 변동특성 고찰 및 고속도로 유형분류", *대한토목학회논문집*, 대한토목학회 제27권 제6D호, pp.713-719, 2007.

[19] 고요한, "*고속도로 도시부 및 지방부 분류기준 수립에 관한 연구*", 석사학위논문, 경기대학교, 2001.

## 저자소개

**임 성 한 (Lim, Sunghan)**

2002년 3월 ~ 현 재 : 한국건설기술연구원 첨단교통연구실 수석연구원
2011년 : 서울시립대학교 대학원 교통공학과 졸업(공학 박사)

**류 승 기 (Ryu, Seungki)**

1994년 3월 ~ 현 재 : 한국건설기술연구원 첨단교통연구실 연구위원
1999년 : 충북대학교 대학원 전기공학과 졸업(공학 박사)

**변 상 철 (Byun, Sangcheol)**

1996년 3월 ~ 현 재 : 한국건설기술연구원 첨단교통연구실 수석연구원
2006년 : 서울시립대학교 대학원 교통공학과 졸업(공학 박사)

**문 학 룡 (Moon, Hakyong)**

1997년 2월 ~ 현 재 : 한국건설기술연구원 첨단교통연구실 연구위원
2001년 : 숭실대학교 대학원 전기공학과 졸업(공학 박사)