

# 일반국도 그룹핑과 시간 교통량 추이를 이용한 연평균 일교통량 추정

## Estimating Annual Average Daily Traffic Using Hourly Traffic Pattern and Grouping in National Highway

하 정 아\*  
(Jung-Ah Ha)

오 세 창\*\*  
(Sci-Chang Oh)

### 요 약

본 연구에서는 일반국도 수시조사 지점의 AADT 추정값의 정확도를 높이기 위하여 새로운 그룹핑방법을 제시하였다. 일반적으로 수시조사 자료의 AADT 추정을 위해 월보정계수, 요일보정계수, 조사된 24시간 교통량을 이용하여 AADT를 추정하므로 상시조사 지점을 그룹핑할 때 상기 세 가지 요인(43개 변수)을 모두 적용하여 그룹핑하였다. 이 방법은 기존의 월보정계수와 요일보정계수만을 이용하여 그룹핑한것과 비교하여 시간대별 교통량을 적용한 것에 있어서 차이가 있다.

그룹핑 결과 5개의 군집이 가장 적당한 것으로 분석되었다. 5개의 군집 중 2개의 군집은 해당되는 지점이 몇 지점 없어 설명하기 어려웠고, 나머지 3개의 군집에서 각각 출퇴근로, 관광부도로, 지방부도로의 특성을 가지는 것으로 나타났다. 각 그룹의 월보정계수 평균과 요일보정계수 평균, 시간대별 교통량 비율의 평균으로 각 그룹의 대표 보정계수를 산출하고, 분석대상지점의 평일 교통량을 해당 그룹의 대표 보정계수를 적용하여 AADT를 추정한 결과 평균적으로 오차가 8.7%인 것으로 나타났다. 이는 기존 연구에서 우수하다고 분석된 동일 대구간 내의 상시조사 보정계수를 적용한 것보다 1.5%오차가 더 적은 것으로 나타났다. 이러한 AADT 산출방법은 전체 수시조사 지점에 적용 가능하므로 실무에서의 활용도가 매우 크다고 판단된다.

### Abstract

This study shows how to estimate AADT(Annual Average Daily Traffic) on temporary count data using new grouping method. This study deals with clustering permanent traffic counts using monthly adjustment factor, daily adjustment factor and a percentage of hourly volume. This study uses a percentage of hourly volume comparing with other studies.

Cluster analysis is used and 5 groups is suitable. First, make average of monthly adjustment factor, average of daily adjustment factor, a percentage of hourly volume for each group. Next estimate AADT using 24 hour volume(not holiday) and two adjustment factors. Goodness of fit test is used to find what groups are applicable. MAPE(Mean Absolute Percentage Error) is 8.7% in this method. It is under 1.5% comparing with other method(using adjustment factors in same section). This method is better than other studies because it can apply all temporary counts data.

**Key words** : temporary traffic data, AADT, monthly adjustment factor, daily adjustment factor, hourly volume

\* 주저자 : 한국건설기술연구원 첨단교통연구실 전임연구원

\*\* 공저자 : 아주대학교 건설교통공학부 교수

† 논문접수일 : 2011년 12월 13일

† 논문심사일 : 2012년 3월 6일

† 게재확정일 : 2012년 3월 13일

## I. 서론

연평균 일교통량(Annual Average Daily Traffic : AADT)은 도로를 계획하고 설계하는데 있어 매우 중요한 기초자료로 활용된다. AADT를 기준으로 해당 도로의 장래 서비스 수준을 예측하며, 신설 및 확장될 도로의 기하구조가 결정되기 때문이다. 따라서 AADT가 정확히 산출되어야 도로를 경제적으로 건설할 수 있으며, 또한 적절한 서비스 수준을 유지하면서 교통소통을 원활히 할 수 있다.

국토해양부에서 시행하고 있는 교통량조사는 크게 일반국도의 상시조사, 수시조사와 고속국도 지방도의 10월 셋째 주 목요일에 시행되는 수시조사로 나누어진다. 상시조사란 특정 지점에 교통량 조사장비를 설치하여 장기간의 교통량을 조사함으로써, 해당 지점의 교통 변동에 대해 월별, 계절별 특성을 포함하여 시계열적으로 파악하는데 목적이 있다. 수시조사는 기본 교통량 자료가 필요하다고 판단되는 모든 구간에 대하여 광범위하게 실시하는 조사로서, 전체적인 도로 이용 상황을 파악하기 위한 조사이다. 이 조사의 목적은 지점 또는 도로 구간의 연평균 일교통량(AADT)의 산출을 위한 기본 교통량을 구하는 것이다[1].

정확한 AADT 산출을 위해서 모든 조사지점에 고정식 조사장비를 설치하는 것이 이상적이나 예산 등의 문제로 주요 지점에만 고정식 조사장비로 교통량을 조사하고, 나머지 지점에 대해서는 이동식 조사 장비를 이용하여 수시조사를 시행하고 있다. 수시조사는 매년 같은 날짜나 같은 요일의 교통량을 조사하는 것이 아니라 365일 중 주말과 공휴일, 휴가철을 제외한 평일 교통량을 연 1회~5회 걸쳐 조사하므로 정확한 AADT 산출이 불가능하다.

수시조사 지점의 교통량 조사자료를 이용해 AADT를 추정하는 방법에는 여러 가지가 있다. 이 중 가장 널리 알려진 방법은 조사된 24시간 교통량에 교통패턴이 유사한 상시조사 지점의 보정계수를 적용해 AADT를 추정하는 방법이다. 이 방법을 적용하려면 수시조사 지점과 유사한 교통패턴을 갖는 상시조사 지점을 찾아내는 것이 매우 중요하다. 보편적으로 월보정계수(Monthly adjustment Factor)와 요일보정계수(Daily adjustment Factor)를

이용해 전체 상시조사 지점을 그룹핑하고, 수시조사 지점을 적절한 그룹에 배정하여 해당 그룹을 대표하는 상시조사 지점의 보정계수를 적용하여 AADT를 추정한다[2].

본 연구에서는 수시조사 지점의 AADT 추정을 위하여 보정계수들을 그룹핑하여 연평균 일교통량을 산출하는 방법에 대해 다루고자 한다. 현재 수시조사 지점에서 수집되는 자료는 1년 1~5회의 시간대별 교통량 자료와 차종비율 자료이다. 기존 연구들은 상시조사 지점의 보정계수들을 그룹핑하여 수시조사 지점을 적절한 그룹에 배정하여 적용하도록 하였으나, 적정 그룹에 배정하는 객관적인 방법이 없는 한계점을 가지고 있다. 이러한 한계점을 극복하기 위해 본 연구에서는 수시조사 자료를 적용 가능하도록 보정계수 그룹핑에 시간대별 교통량 자료를 활용하였다. 시간대별 교통량 자료를 활용하여 그룹핑한 방법과 기존 방법을 비교·분석하여 AADT추정 정확도와 적용가능성에 대하여 검토하고자 한다.

## II. 이론적 고찰

수시조사 지점의 AADT 추정을 위해 일반적으로 패턴이 유사한 상시조사 지점의 월보정계수와 요일보정계수를 적용하는 방법을 활용해왔다. 이러한 보정계수를 이용한 AADT 추정방법은 Traffic Monitoring Guide(FHWA, 2001)에 근간을 두고 있으며 월보정계수 및 요일보정계수는 다음 식에 의해 산출된다[3].

$$MF_i = \frac{\text{연평균 일교통량}(AADT)}{i\text{월의 평균 일교통량}(ADT_i)}$$

$$DF_j = \frac{\text{연평균 일교통량}(AADT)}{j\text{요일의 평균 일교통량}(ADT_j)}$$

여기서,  $i = 1, 2, \dots, 12$ 월

$j = \text{월, 화, } \dots, \text{일}$

Joe Flaherty(1993)은 수시조사 자료를 이용해 AADT를 추정하기 위한 목적으로 상시조사 지점에서 수집된 5년간의 월보정계수 자료를 이용해 군집분석을 실시하였다[4]. 군집분석을 이용하여 미국 Arizona 주의 28개 상시조사 지점을 유형분류

하였으나 그룹분류 결과에 대한 검증부족으로 적용에 한계점이 있었다. 김주현 등(2002)은 기존 도로 그룹핑 방법을 개선하여 우리나라 일반국도를 24개의 그룹으로 분류하였다[5]. 임성한 등(2005)은 요인분석을 활용하여 우리나라 일반국도를 도시부, 지방부, 관광부로 분류하였다[6]. 이승재 등(2002)은 월 보정계수만을 활용하여 군집분석한 후, 각 그룹에서 월별로 요인변동을 구해 적용하여 AADT를 추정하는 방안을 제시하였다[7]. 대체적으로 기존 연구들은 상시조사 지점을 기준으로 도로를 분류하였으며, 수시조사 지점을 분류된 그룹에 할당하는 방법을 제시하지 못하고 있어 적용에 한계점이 있었다. 이러한 한계점을 극복하기 위해 임성한 등(2004)은 수시조사 지점에서 보정계수를 적용하는 방법을 3가지 제시하였다[8]. 적용방법은 보정계수 그룹핑에 기초한 방법과 동일 대구간에 기초한 방법, 최단거리에 기초한 방법이다. 3가지 방법 중 동일 대구간에 기초한 방법이 오차가 가장 적은 것으로 분석되었다. 하지만 현재 상시조사 지점이 설치된 대구간은 전체 대구간의 60%이며 수시조사 지점의 40%가 적용할 수 있는 상시조사 지점이 없어 AADT를 추정하기에 어려움이 있다. 이러한 현실적인 문제점을 개선하기 위해 본 연구에서는 새로운 방법의 보정계수 그룹핑방법을 모색하여 기존 연구와 오차를 비교·분석, 적용가능한 그룹핑방법을 제시하고자 한다.

### Ⅲ. 대상자료 및 분석방법

#### 1. 대상자료

본 연구에서는 일반국도 상의 2010년도 상시조사 지점 중 365일 자료가 모두 수집된 300개 지점의 교통량 자료를 활용하여 분석하였다. 기존 연구에서 동일 대구간에 기초한 방법이 오차가 적은 것으로 분석되어, 본 연구에서 제시한 방법과 동일 대구간에 기초한 방법을 비교·분석하였다.

일반국도의 교통량 조사지점은 소구간별로 1개 소를 원칙으로 하고 있고, 유사한 소구간을 합쳐 대구간을 선정하고 있으며 대구간에는 상시조사 장비를 1개 설치하는 것을 원칙으로 하고 있다. 하

지만 현재 40%의 대구간에 상시조사 장비가 설치되어 있지 않다. 국토해양부 예규 제101호 도로교통량 조사지침에 제시된 대구간 및 소구간 설정원칙은 다음과 같다[1].

- 대구간 설정원칙 : 일반국도 이상의 교차로구간(단, 교통량이 매우 많은 지방도와의 교차구간 포함. 도시부를 통과할 경우 도시부 내의 구간은 제외함)
- 소구간 설정원칙 : 지방도 이상의 교차로간의 구간(단, 교통량이 많은 시군도 포함), 위락시설 및 휴양지를 통과하는 일반국도로 교통 흐름의 변화가 매우 심한 지점의 구간

동일 대구간에 기초한 방법으로 AADT를 추정하고 오차를 비교·분석하기 위해서는 하나의 대구간에 상시조사 지점이 2개 이상 설치된 지점이어야 분석 가능하다. 만약 A라는 대구간에 a와 b의 상시조사 장비가 있다고 가정하면, a지점의 AADT를 모른다고 가정하고 b지점의 월보정계수와 요일보정계수를 a지점에 적용하여 a지점의 AADT를 추정한 뒤 실제 a지점의 AADT와 비교를 하여야 오차를 알 수 있다. 동일 대구간에 기초한 방법과 본 연구에서 제시한 방법을 비교하기 위해서는 동일 대구간 내에 상시조사 지점이 2개 이상 설치된 지점을 대상으로 분석하여야 하므로 본 연구에서 기존연구와 비교분석은 2010년 일반국도 상시조사 지점 중 대구간 내에 상시조사 지점이 2개 이상 설치된 74개 지점을 대상으로 분석하였다.

#### 2. 분석방법

일반적으로 수시조사 지점의 AADT를 추정할 때 수시조사 자료에 월보정계수와 요일보정계수를 곱하는 방법이 적용되고 있으며 다음 식과 같이 산출된다.

$$\widehat{AADT} = Vol \times MF_i \times DF_j$$

여기서,  $\widehat{AADT}$  : AADT 추정값

Vol : 수시조사 지점에서 조사된 24시간 교통량

$MF_i$  :  $i$ 월의 월보정계수

$DF_j$  :  $j$ 요일의 요일보정계수

일반국도 수시조사 지점에서 수집되는 자료는 평일의 시간대별 교통량과 차종비율이므로 조사된 자료를 적용하려면 그룹핑된 각 그룹에서 시간대별 교통량의 특성이나 차종 특성이 가미되어 있어야 한다. 정확한 AADT추정을 위해서는 차종의 비율보다는 교통량 자료이므로 본 연구에서는 차종 비율은 감안하지 않고 시간대별 교통량의 특성을 그룹핑에 적용시키고자 한다. 위 식에 의하면 AADT를 추정하기 위해서는 월보정계수와 요일보정계수, 일교통량이 필요하며, 수시조사 자료로 수집되는 교통량의 특성은 평일의 시간대별 교통량 뿐이므로 본 연구에서는 상시조사 지점을 그룹핑하기 위해 월보정계수와 요일보정계수, 평일의 시간대별 교통량 비율을 활용하였다.

### 1) 그룹핑

본 연구에서 일반국도 상시조사 지점을 그룹핑하기 위하여 월보정계수와 요일보정계수, 시간대별 교통량 비율을 이용하여 요인분석을 실시하여 변수를 축소하고, 해당 변수로 군집분석을 실시하였다. 요인분석은 변수들의 내재된 상관관계를 이용하여 요인(공통개념)을 구하고 이를 이용하여 변수들을 분류하고 그룹에 적절한 의미를 부여하는 방법이다. 요인분석에서 요인추출은 여러 가지 방법 중 관측된 요인의 선형결합인 주성분분석이 주로 이용된다. 본 연구에서는 요인추출을 위해 주성분분석을 이용하고 요인추출을 통해 얻어진 요인행렬을 해석하기 쉬운 형태로 변환하기 위하여 직교회전방법 중 배리맥스법을 이용하였다. 요인회전 과정을 거친 후 케이스별 요인 점수를 산출하고, 산출된 요인점수를 기초로 계층적 군집분석을 수행하였다. 각 대상간의 거리계산은 제공한 유클리디안거리를 사용하였으며 군집결합은 집단간 평균결합방식을 적용하였다. 집단간 평균결합방식은 한 군집 내에 속해 있는 모든 관측대상과 다른 군집 내에 속해 있는 모든 관측대상의 쌍집합에 대한 거리를 평균적으로 계산하며 다음 식에 의하여 계산된다.

$$d_{(AB)K} = \sum_i \sum_j \frac{d_{ij}}{N_{(AB)}N_K}$$

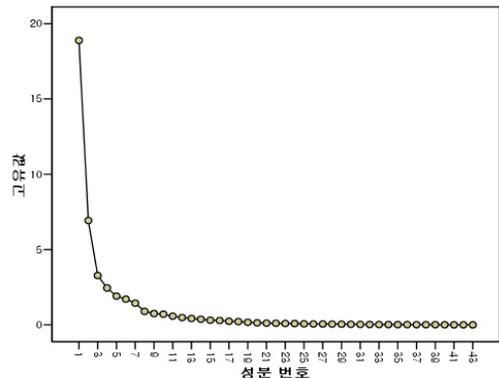
$d_{ij}$  : 군집 AB의 관측대상  $i$ 와 군집 K의 관측대상  $j$  사이의 거리

$N_{(AB)}$  : 군집 AB에 포함된 관측대상들의 수

$N_K$  : 군집 K에 포함된 관측대상들의 수

그룹핑을 위해 활용된 변수는 각 지점별로 월보정계수 12개와 요일보정계수 7개, 시간대별 교통량의 비율 24개로 총 43개의 변수이다. 이러한 많은 변수들간의 상관계수 값으로 분류하자면 상관관계가 복잡하게 얽혀있어 분석이 복잡하며 결과 해석도 어렵다. 일반적으로 다변량 분석에서는 해당 변수를 축약하여 분석하며 요인분석이 주로 이용된다.

스크리도표



〈그림 1〉 스크리도표  
(Fig. 1) Scres Plot

요인분석에서 요인의 개수는 원 변수의 개수만큼 존재하지만 Kaiser규칙에 의해 고유치가 1 이상인 요인만 선택하거나 스크리도표를 활용하여 고유치가 갑자기 줄어들기 바로 전까지의 개수로 적절한 인자 개수를 정한다. 스크리도표는 인자 개수 결정을 위해 이용하는 그림이며 총 변동에 연연하지 않고 주성분 분산 설명 변동 크기가 갑자기 줄어들기 전까지의 개수로 적절한 인자개수를 결정하기 위해 요인을 도식화한 그림이다. 그룹핑을 위해 활용된 변수 43개를 요인분석한 결과 고유치가 1 이상인 요인은 7개 선택되었지만 스크리도표에서는 고유치가 3번째 변수부터 갑자기 줄어들었

〈표 1〉 단계별 군집에 해당되는 상시조사 지점 수  
 〈Table 1〉 Spots in which group is included for each step

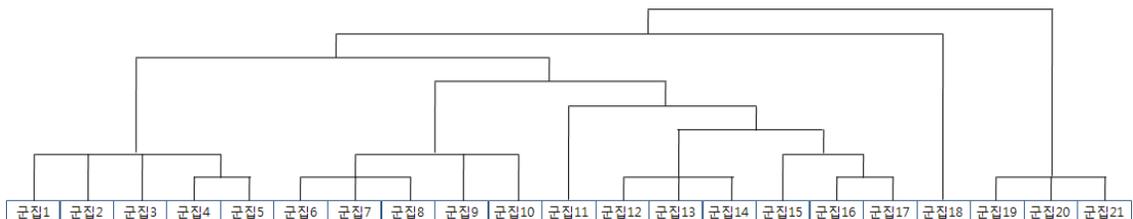
구 분	1단계	2단계	3단계	4단계	5단계	6단계	7단계	8단계
군집1	49	49	110	110	110	110	295	296
군집2	2	2	71	71	71	185	1	4
군집3	27	27	4	4	114	1	4	
군집4	15	32	88	110	1	4		
군집5	17	52	22	1	4			
군집6	32	3	1	4				
군집7	2	16	4					
군집8	18	4						
군집9	3	88						
군집10	16	10						
군집11	4	12						
군집12	59	1						
군집13	5	4						
군집14	24							
군집15	10							
군집16	3							
군집17	9							
군집18	1							
군집19	2							
군집20	1							
군집21	1							

므로 본 연구에서는 요인분석에서 2개의 변수만 활용하였다.

요인분석에서 축약된 2개의 변수를 활용하여 계층적 군집분석을 시행하여 덴드로그램을 그려본 결과는 <그림 2>와 같다. 군집분석은 사전 정보없이 의미있는 자료구조를 찾아낼 수 있지만 초기 군집수의 결정이나 군집 개수 결정이 쉽지 않다는 단점을 가지고 있다. 현재의 군집분석결과로는 군집의 수가 최소 2개부터 최대 21개로 나누어졌다. 군집의 수가 너무 많거나 너무 적으면 군집분석에 의미가 없어지므로 군집의 수는 분석하는 내용에 따라 해당 집단을 설명할 수 있는 정도의 군집의

개수로 나누어야 한다. <그림 2>는 군집분석결과를 나무그림으로 나타낸 덴드로그램이며, 덴드로그램을 통하여 분석한 결과, 군집의 개수와 해당 군집에 포함된 상시조사 지점수는 <표 1>과 같다.

<표 1>을 보면 1단계로 군집을 나누면 21개의 군집으로 나누어지고 8단계로 군집을 나누면 2개의 군집으로 나누어짐을 알 수 있다. 계층적 군집화방법은 유사성이 가까운 순서대로 개체들을 군집화하는 방법이다. 전체 대상 지점을 1단계로 군집화한 결과 군집이 21개로 나누어졌으며 단계적으로 군집화하여 최종적으로 1개 군집(전체 대상 지점이 1개의 군집으로 표현됨)으로 나누어지는



〈그림 2〉 덴드로그램  
 〈Fig. 2〉 Dendrogram

것이다. 계층적 군집분석을 그림화한 것이 덴드로 그래프이며 <그림 2>를 참고하면 된다. 적정 군집 개수를 판단하기 위하여 각 군집별로 요인점수의 그룹내 오차를 산출하여 비교하였다. 그룹내 오차의 산출법은 다음과 같다.

$$SSE = \sum_k \sum_j \sum_i (X_{ijk} - \overline{X_{jk}})^2$$

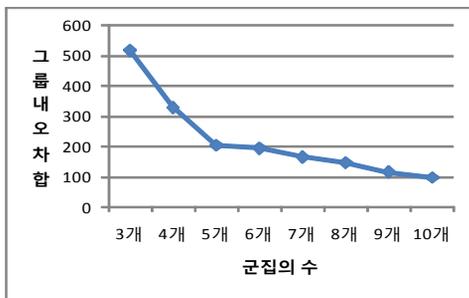
$i$  : 군집 내 개체(해당 군집의 지점수)

$j$  : 군집(해당 군집의 수)

$k$  : 요인

군집분석은 그룹 내 유사성(similarity), 그룹간 이질성(difference)를 기본으로 하며, 그룹 내 오차가 적은 것이 그룹 내 유사성이 높은 것으로 판단할 수 있다. 군집분석에서 그룹 수가 많아질수록 그룹 내 유사성이 높아지며, 그룹 내 오차가 작아진다. 하지만 군집 수가 많아지면 군집분석의 의미가 없어지므로 그룹 내 오차가 급격히 줄어드는 군집 수를 기준으로 군집의 수를 결정하기로 한다. <그림 3>은 군집 수에 따른 그룹 내 오차를 그래프로 나타낸 것이다.

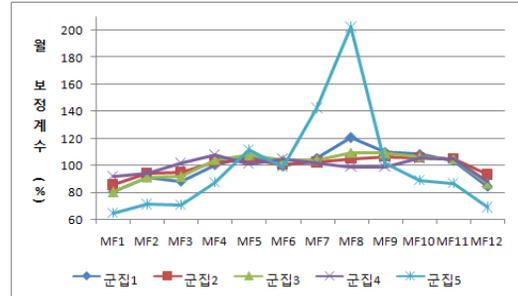
<그림 3>을 보면 알 수 있듯이 군집의 수가 5개를 기준으로 그룹 내 오차가 급격히 줄어드는 것을 알 수 있다. 이는 군집의 수가 5개 이상이 되어도 그룹내 오차가 크게 줄어들지 않는 것으로 분석할 수 있으며 군집의 수를 최소화하며 그룹내 오차가 적은 것을 기준으로 하였을 때 그룹의 개수는 5개로 하는 것이 적당한 것으로 판단된다.



<그림 3> 군집의 개수에 따른 그룹 내 오차  
(Fig. 3) Within group error between the number of group

## 2) 그룹의 교통특성 분석

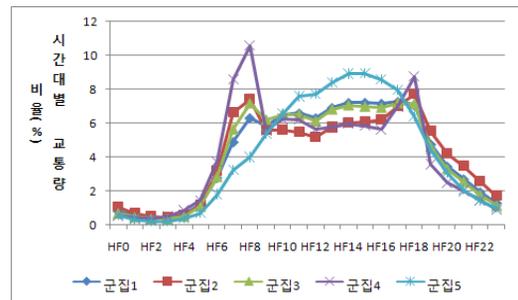
나누어진 5개의 군집을 기준으로 군집의 특성을 파악하기 위하여 각 군집의 월보정계수와 요일보정계수, 시간대별 교통량의 비율을 그래프로 나타낸 그림은 <그림 4>~<그림 6>과 같다.



<그림 4> 군집별 월보정계수  
(Fig 4) Monthly adjustment factor for each group



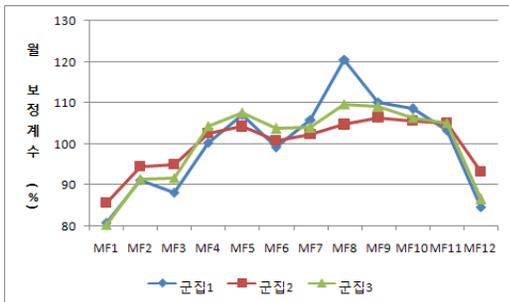
<그림 5> 군집별 요일보정계수  
(Fig 5) Daily adjustment factor for each group



<그림 6> 군집별 시간대별 교통량 비율  
(Fig 6) A percentage of hourly volume for each group

그래프를 살펴보면 각 그래프마다 군집 4와 군집5의 변동이 너무 커 주요 지점의 변동을 알아보기 힘든 것을 알 수 있다. 군집 5의 패턴을 살펴

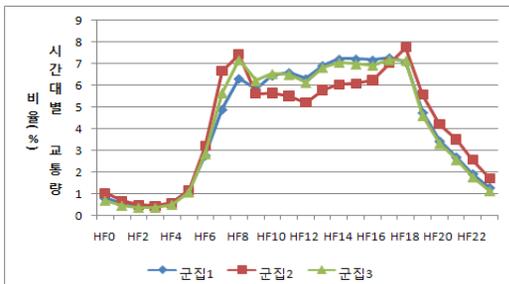
면 하계휴가철(7월, 8월)과 주말(토요일, 일요일)에 교통량이 평소와 비교하여 2배 가까이 차이 나는 것을 알 수 있다. 해당지점은 관광부 도로중 평소에 교통량이 극히 적은 지점들이므로 나타났다 (AADT 3000대 이하). 군집 4와 군집 5는 변동이 큰 지점으로 별도의 그룹으로 관리하여야 한다. 대부분의 지점이 군집1~3에 포함되므로 군집1~3의 특성을 알아보기 위하여 3개의 군집만으로 월보정계수와 요일보정계수, 시간대별 교통량의 비율을 <그림 7>~<그림 9>로 새로 표현하여 보았다.



<그림 7> 주요 군집별 월보정계수  
(Fig 7) Monthly adjustment factor for main group



<그림 8> 주요 군집별 요일보정계수  
(Fig 8) Daily adjustment factor for main group



<그림 9> 주요 군집별 시간대별 교통량 비율  
(Fig 9) A percentage of hourly volume for main group

그래프를 살펴보면 군집1은 평소보다 하계 휴가철(7월, 8월)과 주말(토요일, 일요일)에 교통량이 집중되며 시간대별 교통량 비율은 주간 시간대의 교통량 비율이 거의 일정한 특성을 가지고 있는 것으로 보아 관광·위락을 목적으로 통행하는 차량이 많은 것으로 판단된다. 군집2는 월변동과 요일변동이 크지 않으며 주말교통량보다 주중교통량이 더 많고, 출퇴근시간에 차량이 집중되는 특성을 가지고 있는 것으로 보아 출퇴근을 목적으로 통행하는 차량이 많은 것으로 판단된다. 군집3은 월변동과 요일변동이 군집2보다 크지만 패턴이 거의 유사하고 주간 시간대의 교통량 비율이 거의 일정한 특성을 가지고 있는 것으로 보아 지방부 도로의 특성을 보이는 것으로 판단된다.

### 3) 보정계수 적용

보정계수를 적용하는 방법은 일반적으로 다음과 같이 세 가지 방법이 이용되고 있으며 각각의 장단점은 <표 2>와 같다.

본 연구에서는 <표 2>에 제시된 방법들의 한계점을 극복하기 위하여 보정계수를 그룹핑할 때 시간대별 교통량 패턴을 적용하여 그룹핑하였고, 각 그룹별 보정계수의 평균값을 수시조사 지점에 적용시켜 실제 AADT와의 오차를 비교하였다. 각 그룹별 보정계수는 <표 3>~<표 5>와 같다.

만약 A라는 수시조사 지점의 시간대별 교통량 패턴이 군집 1과 유사하다면, 군집 1의 월보정계수와 요일보정계수를 적용하여 AADT 추정값을 산출하면 된다. 시간대별 교통량 패턴이 어느 군집에 포함되는지 알아보기 위하여 카이스퀘어의 적합도 검정을 실시하면 된다. 적합도 검정이란 어떤 확률변수가 가정한 분포를 따르는지의 여부를 표본자료를 이용하여 검정하는 것을 말하며, 다음과 같은 표로 표현된다[9].

범주	1	2	3	j
관측빈도수	$O_1$	$O_2$	$O_3$	$O_j$
기대빈도수	$E_1$	$E_2$	$E_3$	$E_j$

위 검정에서 관측빈도수에 수시조사의 시간대별 교통량 24개의 비율을 입력하고, 기대빈도수에 각

〈표 2〉 보정계수 적용방법론  
 〈Table 2〉 A method of applying adjustment factor

구분	방법	장점	단점
보정계수 그룹핑에 기초한 방법	월보정계수 및 요일보정계수를 이용해 상시조사지점을 그룹핑하고 수시조사 지점을 적절한 그룹에 배정한 후 해당 그룹을 대표하는 보정계수 적용	보정계수가 유사한 상시조사지점끼리 그룹핑할 수 있음	수시조사 지점을 적절한 상시조사 지점 그룹에 배정하는데 어려움이 따름
동일 대구간에 기초한 방법	수시조사 지점과 동일한 대구간(유출입 시설을 기준으로 구분된 상시조사의 기본이 되는 구간)에 포함된 상시조사 지점의 보정계수 적용	적용이 용이하고, 유출입시설로 인한 교통영향의 고려가 가능함	동일 대구간 내 상시조사 지점이 없으면 적용 불가능
최단거리에 기초한 방법	수시조사 지점으로부터 가장 가까운 거리에 있는 상시조사 지점의 보정계수 적용	적용이 가장 용이함	수시조사 지점과 상시조사 지점 사이에 위치한 유출입 시설 등으로 인해 발생하는 교통영향을 고려하지 못함

〈표 3〉 군집별 월보정계수(단위 : %)  
 〈Table 3〉 Monthly adjustment factor for each group

그룹	N	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
군집1	114	80.9	91.1	88.1	100.2	107.1	99.2	105.8	120.5	110.2	108.5	103.3	84.6
군집2	110	85.6	94.5	95.0	102.6	104.2	100.9	102.3	104.7	106.3	105.6	105.0	93.1
군집3	71	80.4	91.5	91.6	104.3	107.6	103.7	104.0	109.7	109.0	106.4	105.2	86.5
군집4	1	92.3	94.4	101.6	108.1	101.2	104.7	101.7	98.9	99.1	105.4	104.7	87.9
군집5	4	65.0	71.2	70.6	87.6	111.6	98.7	142.5	202.4	102.1	89.2	86.8	69.0

〈표 4〉 군집별 요일보정계수(단위: %)  
 〈Table 4〉 Daily adjustment factor for each group

그룹	N	일	월	화	수	목	금	토
군집1	114	113.76	94.25	91.86	91.80	91.38	100.58	116.35
군집2	110	94.21	99.57	98.68	98.54	98.43	103.79	106.69
군집3	71	90.44	101.50	100.09	99.70	99.63	104.78	103.75
군집4	1	53.27	111.26	113.09	111.92	112.22	114.25	83.67
군집5	4	178.15	77.30	74.47	74.82	74.20	85.85	135.54

〈표 5〉 군집별 시간대별 교통량 비율(단위: %)  
 〈Table 5〉 A percentage of hourly volume for each group

그룹	N	0시	1시	2시	3시	4시	5시	6시	7시	8시	9시	10시	11시
		12시	13시	14시	15시	16시	17시	18시	19시	20시	21시	22시	23시
군집1	114	0.80	0.54	0.42	0.41	0.58	1.17	2.77	4.89	6.31	5.82	6.46	6.59
		6.31	6.91	7.21	7.22	7.17	7.27	7.07	4.75	3.43	2.69	1.92	1.28
군집2	110	1.03	0.66	0.49	0.45	0.57	1.17	3.20	6.66	7.43	5.61	5.63	5.51
		5.20	5.77	6.04	6.08	6.22	7.01	7.74	5.56	4.20	3.50	2.57	1.71
군집3	71	0.69	0.46	0.36	0.36	0.50	1.07	2.84	5.65	7.18	6.21	6.54	6.50
		6.13	6.82	7.06	6.99	6.93	7.18	7.15	4.61	3.30	2.57	1.77	1.13
군집4	1	0.56	0.40	0.36	0.50	0.86	1.44	3.75	8.56	10.56	5.58	6.24	6.21
		5.63	5.78	5.97	5.84	5.62	6.97	8.75	3.59	2.48	2.02	1.43	0.90
군집5	4	0.55	0.34	0.24	0.21	0.38	0.68	1.81	3.25	4.00	5.35	6.59	7.59
		7.74	8.41	8.92	8.94	8.58	8.00	6.42	4.46	3.04	2.08	1.45	0.99

군집별 시간대별 교통량의 비율 24개를 입력하여 5개 군집 중 해당 수시조사 지점이 어느 군집에 가장 패턴이 유사한지를 검정통계량으로 비교하면 된다. 검정통계량은 다음과 같다.

$$\chi^2 = \sum_{j=1}^J \frac{(O_j - E_j)^2}{E_j}$$

해당 식을 보면 알 수 있듯이 검정통계량이 적을수록 해당 군집에 가장 적합하다는 것을 알 수 있다. 적합도 검정을 통해 가설검정을 하면 해당 군집의 시간대별 교통량 비율과 적합한지 알 수 있지만, 만약 가설검정에서 2개 이상 군집이 적합하다고 분석되면 검정통계량이 더 작은 군집이 더 적합한 것으로 볼 수 있으므로 검정통계량으로 비교하는 것이 더 좋은 것으로 판단된다.

#### IV. 분석결과

수시조사로부터 수집되는 시간대별 교통량을 반영할 수 있도록 그룹핑하기 위해 월보정계수와 요일보정계수, 시간대별 교통량 패턴으로 군집분석을 시행한 결과 5개의 그룹으로 분류되었다. 기존 연구 중 오차가 적은 것으로 분석된 동일 대구간의 상시조사 지점 보정계수를 적용하는 방법과 본 연

구를 비교·분석하기 위하여 대구간 내 상시조사 지점이 2개 이상 설치된 74개 지점을 대상으로 두 가지 방법을 적용시켜 보았다. 두 가지 방법의 오차를 비교하기 위하여 본 연구에서는 오차평가지표로 널리 활용되는 평균절대오차백분율(Mean Absolute Percentage Error : MAPE)를 활용하였다. MAPE는 오차의 절대값의 평균을 의미하며 다음 식과 같이 계산된다.

$$MAPE(\%) = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N \left| \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \right| \times 100$$

위 식에서  $y_t$ 는 참값을 의미하고  $\hat{y}_t$ 는 추정값을 의미한다. 분석대상 상시조사 지점을 이용하여 정확한 AADT를 산출할 수 있으므로 해당 지점의 AADT를 참값으로 이용하고 각 분석방법을 통해 추정된 AADT값을 추정값으로 하여 오차를 계산하여 어떤 방법이 오차가 적은 지를 살펴보았다.

일반국도 수시조사는 휴가철, 휴일을 제외한 평일만 조사하므로 분석시 휴일은 제외하고 평일교통량만을 활용하였다. 분석대상지점 74개의 평일교통량을 기준으로 동일 대구간 내 상시조사 지점의 보정계수를 적용한 방법(방법 1)과 본 연구(방법 2)에서 그룹핑하여 제시한 군집으로 <표 3>~<표 4>의 보정계수를 적용한 방법을 비교하였다. 전체

〈표 6〉 분석방법별 지점의 오차(단위 : 지점수)  
(Table 6) MAPE for each analysis method

오 차	5%이하	5~10%	10~15%	15~20%	20~25%	25~30%	30%이상	계
방법 1	9	46	21	5	2	1	2	86
방법 2	10	52	20	1	2	1	0	86

〈표 7〉 분석방법별 월 보정계수 오차 평균  
(Table 7) MAPE of monthly adjustment factor for each analysis method

구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	평균
방법 1	5.79	5.48	5.69	4.37	3.98	3.96	5.83	7.66	6.43	6.18	6.47	5.81	5.64
방법 2	6.55	6.04	5.53	3.79	3.19	3.64	5.39	8.09	5.56	5.27	4.07	7.27	5.37

〈표 8〉 분석방법별 요일 보정계수 오차 평균  
(Table 8) MAPE of daily adjustment factor for each analysis method

구 분	일	월	화	수	목	금	토	평균
방법 1	10.90	3.59	4.28	4.17	3.91	2.35	5.24	4.92
방법 2	9.02	2.61	2.82	2.64	2.93	2.26	3.72	3.72

74개 지점 중 12개 지점이 동일 대구간 내 상시조사 지점이 3개가 있어 참고할 상시조사 지점은 2개인 것으로 나타나 해당지점과 참고할 지점을 한 쌍으로 보았을 때 상시조사 지점이 총 86개 쌍으로 이루어졌다. 분석대상지점의 평일교통량을 각각의 방법으로 산출된 월보정계수와 요일보정계수를 적용하여 각 지점별로 오차를 분석한 결과는 <표 6>과 같다.

본 연구에서 제시한 방법으로 오차범위에 따른 지점 수를 살펴본 결과 AADT 추정오차가 5%이하인 지점이 기존 연구보다 1개 지점 더 많게 나타났고 5~10%인 지점도 6개지점 더 많은 것으로 나타났다. 실제로 각 지점별 오차의 평균은 방법 1은 10.2%, 방법 2는 8.7%로 시간대별 패턴을 반영하여 보정계수를 그룹핑하여 새로운 보정계수를 산출하는 것이 오차가 더 적은 것으로 나타났다. 각 방법별로 보정계수를 산출한 값과 실제 보정계수 값을 비교하여 오차를 살펴본 것은 <표 7>과 <표 8>과 같다.

각 보정계수를 기준으로 오차분석한 결과 요일별로는 모두 방법 2가 방법 1보다 오차가 적은 것으로 나타났다. 월별로는 12월, 1월, 2월, 8월이 방법1보다 오차가 조금 더 큰 것으로 나타났지만, 평균적으로는 방법 2가 오차가 더 적은 것으로 나타났다. 일반국도 수시조사는 휴가철과 교통량이 적은 겨울철에는 조사가 되지 않기 때문에 방법 2로 수시조사 자료를 AADT 추정하는 데에는 크게 무리가 없을 것으로 판단된다.

## V. 결 론

일반국도의 교통량 조사는 상시조사와 수시조사로 구분되어 조사되며 수시조사는 연평균 일교통량의 참값을 구할 수 없어 일반적으로 상시조사 지점의 보정계수로 AADT를 추정하여 사용되고 있다. 하지만 추정값이 과소 또는 과대 추정될 경우 예산낭비가 우려되어 정확한 AADT의 추정이 요구되고 있다. 기존에도 수시조사 지점의 AADT 추정을 위해 많은 연구가 있었으나, 실제 적용에는 다소 무리가 있어 현실적으로 적용 가능한 방법을 알아보았다.

본 연구에서는 상시조사 자료를 기준으로 그룹핑한 자료에 수시조사 지점을 각 그룹에 적용할 수 있도록 변수에 시간대별 교통량을 추가하여 군집분석을 시도하였다. 일반적으로 수시조사 자료의 AADT 추정을 위해 월보정계수, 요일보정계수, 조사된 24시간 교통량을 이용하여 AADT를 추정하므로 상시조사 지점을 그룹핑할 때 월보정계수와 요일보정계수, 시간대별 교통량의 패턴 세 가지 요인(43개 변수)을 모두 적용하여 그룹핑하였다.

그룹핑 결과 각 집단을 설명하기에 특성이 뚜렷하게 나타난 5개의 군집이 가장 적당한 것으로 분석되었다. 5개의 군집 중 2개의 군집은 해당되는 지점이 몇 지점 없어 설명하기 어려웠고, 나머지 3개의 군집에서 각각 출퇴근로, 관광부도로, 지방부도로의 특성을 가지는 것으로 나타났다. 각 그룹의 월보정계수 평균과 요일보정계수 평균, 시간대별 교통량 비율의 평균으로 각 그룹의 대표 보정계수를 산출하고, 분석대상지점의 평일 교통량을 해당 그룹의 대표 보정계수를 적용하여 AADT를 추정 한 결과 평균적으로 오차가 8.7%인 것으로 나타났다. 이는 기존 연구에서 우수하다고 분석된 동일 대구간 내의 상시조사 보정계수를 적용한 것보다 1.5%오차가 더 적은 것으로 나타나 본 연구에서 제시한 방법으로 AADT를 산출하는 방법이 더 좋은 것으로 분석되었다.

또한 기존 연구에서 동일 대구간 내에 상시조사 지점이 없을 경우 적용할 수 있는 보정계수가 없어 일반적으로 적용하기 어렵다는 한계점을 없애기 위해 수시조사 지점에서 수집되는 시간대별 교통량 패턴을 적용하였다. 본 연구에서 제시한 그룹핑 방법으로 얻을 수 있는 계수는 각 그룹별로 월보정계수, 요일보정계수, 시간대별 교통량 비율이다. 수시조사에서 수집된 시간대별 교통량 자료를 이용하여 시간대별 교통량 비율을 산출하고, 본 연구에서 제시된 각 그룹별 시간대별 교통량 비율과 적합도 검정을 하여 해당 수시조사 지점이 어느 그룹에 속하는지 판단한 후 해당 그룹의 월보정계수와 요일보정계수를 적용하여 AADT를 산출할 수 있다. 이러한 AADT 산출방법은 전체 수시조사 지점에 적용 가능하므로 실무에서의 활용도가 크다고 판단된다. 향후 실무로 활용하기 위하여 본

연구방법을 연도별로 적용하여 연구결과를 간략화하여 실제 적용할 수 있는 방안을 연구하고, 더 좋은 상시조사 지점의 그룹핑방법이 연구되었을 때, 시간대별 교통량의 비율을 고려하여 그룹핑한다면 수시조사 지점의 AADT 추정의 정확도는 더 향상될 것이라 예상된다.

### 참 고 문 헌

[1] 국토해양부 예규 제 101호, 도로교통량 조사지침, 2009.  
 [2] 도철웅, 교통공학원론, 청문각, 1998.  
 [3] FHWA, "Traffic Monitoring Guide", 2001.  
 [4] Flaherty, J. "Cluster Analysis of Arizona Automatic Traffic Recorder Data", *Transportation Research*

*Record* Vol.1410, pp.93-99, 1993.  
 [5] 김주현, 도명식, 정재은, "국도 기능 분류를 위한 그룹핑 방법론에 관한 연구", *대한교통학회지* 제 20권 제5호, pp.131-144, 2002년 10월  
 [6] 임성한, 하정아, 오주삼, "요인분석을 활용한 일반국도 유형분류", *대한도로학회논문집* 제7권 제3호, pp.43-52, 2005년 9월  
 [7] 이승재, 백남철, 권희정. "단기조사 교통량을 이용한 AADT 추정 연구", *대한교통학회지*, 제 20권 제6호, pp.59-68, 2002년 12월  
 [8] 임성한, 오주삼, "연평균 일교통량 추정을 위한 보정계수 적용 방안", *대한토목학회논문집* 제 24권 제1D호, pp.19~29, 2004년 1월  
 [9] 노부호, 민재형, 이근희, *통계학의 이해*, 법무사, 2009.

### 저자소개



하 정 아 (Ha, Jung-Ah)

2011년 : 아주대학교 박사과정 수료(교통공학 전공)  
 2001년 12월 ~ 현 재 : 한국건설기술연구원 첨단교통연구실 전임연구원



오 세 창 (Oh, Sei-Chang)

1996년 3월 ~ 현 재 : 아주대학교 환경건설교통공학부 교통시스템공학전공 교수