

■ 論 文 ■

# 국도 기능 분류를 위한 그룹핑 방법론에 관한 연구

Grouping method on functional classification for national highway

**김 주 현**

(안양대학교  
도시정보공학과 부교수)

**도 명 식**

(한밭대학교  
토목환경도시공학부 전임강사)

**정 재 은**

(경기개발연구원  
연구원)

## 목 차

- I. 서론
- II. 그룹핑에 관한 기존 연구 고찰
- III. 국도의 기능 분류를 위한 그룹핑 방법론
  - 1. 그룹핑을 위한 군집분석과 그룹 수 결정 방법
  - 2. 그룹핑 변수 선정에 위한 요인분석
  - 3. 그룹핑 방법론의 제시
- IV. 그룹핑 방법론의 적용
  - 1. 그룹핑을 위한 변수 정의
  - 2. 월별·요일별 교통패턴 분류를 위한 그룹핑
  - 3. 기타 교통지표의 요인분석과 그룹핑 적용 결과
  - 4. 월별·요일별 교통패턴 그룹과 기타 교통지표 그룹의 조합 결과 분석
- V. 결론
- 참고문헌

Key Words : 국도의 기능분류, 그룹핑, 교통지표, 군집분석,  $\Sigma$ K1000

## 요 약

도로의 그룹핑(Grouping)이란 도로 계획, 설계, 관리, 조사 계획 및 정비 방침 등을 세우기 위해 유사한 성격의 도로 구간을 군집화하는 방법이다. 기존에 일반적으로 적용되고 있는 도로 그룹핑 방법은 그룹 수를 미리 지정함으로써 분석가의 주관적 판단이 개입되었고, 그룹핑 변수 선정에 대한 근거가 부족하였다. 이에 본 연구에서는 기존에 일반적으로 적용되고 있는 도로 그룹핑 방법을 개선하여 새로운 방법론을 제시하였다. 또한 새로 제시된 방법론의 검증에 위해 도로 교통량 통계연보에서 제공하고 있는 일반국도의 2000년 294개 상시조사 지점의 교통량 자료를 이용하여 분석하였다.

연구 결과 기존의 월, 요일 변동계수만을 적용한 그룹핑 방법보다는 기타 교통지표(AADT,  $\Sigma$ K1000(K값의 상위 1000번 순위까지의 누적 값), 중차량 비율, 주야율)를 동시에 적용할 때 좀 더 효율적이면서 세부적으로 분류됨을 알 수 있었다. 또한 기타 교통지표를 적용한 그룹핑 결과로는 5그룹의 국도 기능 분류가 가능함을 알 수 있었다. 그 결과 기존의 소재지역과 기능에 따른 국도의 구분을 지방 산업도로 그룹, 지역 간선도로 그룹, 대도시 주변형 도로 그룹, 중소도시 주변형 및 관광도로 그룹, 관광도로 그룹으로 분류할 수 있었다.

본 연구에서의 도로 그룹핑 결과에 각 지역특성을 추가하여 분석한다면 도로의 계획, 설계, 관리 등에 매우 유용한 자료로 활용되리라 예상된다. 또한 본 연구의 결과를 이용하면 좀 더 효율적으로 설계시간계수 선정, 전역 조사 지점의 AADT추정, 상시 교통량 조사 자료의 누락 데이터 보정 및 교통량 조사의 스케줄링에 많이 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

## I. 서론

도로는 물자나 사람을 수송하는데 있어서 가장 기본적인 공공 교통시설이라 할 수 있다. 우리나라는 1960년대 이후 본격적으로 도로 건설 사업에 투자하게 되었고 그후로 효율적인 도로 투자를 위한 종합적인 계획을 수립하게 되었다. 하지만 이 같은 도로 투자에 앞서 각 도로의 교통특성을 파악하여 각기 분담해야 할 기능을 분류하는 것이 무엇보다도 중요하다고 할 수 있다. 왜냐하면 적절한 도로 기능 분류는 체계적인 도로 설계, 운영, 정비 등이 가능하기 때문이다.

현재 우리나라는 도로가 제공하는 기능과 도로가 소재하는 지역 상황 및 계획교통량에 따라 도로의 기능을 구분하고 있다. 특히 지방지역에 소재하는 도로 기능 구분에 있어 국도의 경우 주간선도로와 보조간선도로로 구분하고 있다(건설교통부, 2000). 하지만 국도의 기능 구분에 있어 각 도로의 특성이 다양함에도 불구하고 세분화된 기능 구분의 부재로 도로의 계획, 설계, 운영, 관리에 있어 비효율성을 초래하기도 한다. 또한 전국의 도로 등급별 교통량 조사 지점의 위치와 수의 산정에 객관적인 기준과 효율성이 결여되어 있어 도로의 기능 분류에 대한 그룹핑 연구는 아직 초기단계에 있다고 할 수 있다.

이에 본 연구에서는 기존에 일반적으로 적용되고 있는 도로 그룹핑 방법의 문제점을 보완할 수 있는 새로운 방법론을 제시하고자 한다. 또한 새로 제시된 방법론의 검증을 위해 실제 교통량 조사자료를 이용하여 분석하였다.

본 연구를 수행함에 있어 그룹핑 방법론의 적용을 위한 공간적 범위는 우리나라 일반국도로 설정한다. 그룹핑 방법론에 적용하기 위해서는 시간대별과 일별 교통량 자료가 필수적이므로 일반국도의 상시조사(Permanent or Continuous survey)<sup>1)</sup> 자료를 이용하였다. 따라서 본 연구에서는 도로 교통량 통계연보에서 제공하고 있는 일반국도 2000년 294개 상시조사 지점의 교통량 자료에 그룹핑 방법론을 적용하여 국도의 기능을 분류하였다.

## II. 그룹핑에 관한 기존 연구 고찰

도로의 그룹핑(Grouping)이란 도로 계획, 설계,

관리, 조사 계획 및 정비 방침 등을 세우기 위해 유사한 성격의 도로 구간을 군집화하는 교통용어이다. 국내외에서 도로의 그룹핑 연구에 관해서는 여러 번 시도된 적이 있었다.

국외 사례 중 미국의 경우, 교통 특성별 그룹핑은 FHWA(1965)에서 처음으로 소개되었다. Albright(1987)와 Flaherty(1993)는 FHWA(1985)에서 제시한 군집분석을 바탕으로 상시조사지점을 그룹핑하였다. 하지만 이러한 기존의 연구들에서는 그룹핑 결과에 대한 검증이 없이 기준 도로의 기능 분류와 비교를 하거나, 그룹 수를 초기에 지정함으로써 주관적 판단이 개입되기도 하였다.

일본의 경우 建設省(1983)에서는 교통량 상시관측 조사 자료를 활용하여 교통 상황 지표간의 기본적인 관계를 파악하여, 이를 바탕으로 도로 교통 상황 지표와 도로 기능 지표와의 대응 관계를 제시하여 통행목적과 간선성에 따라 그룹을 분류하였다. 그러나 이 연구에서도 그룹핑 작업에 있어 주관적 판단이 개입되는 경험적 그룹핑 방법론을 적용함으로써 연구의 객관성에 의문이 제기되었다.

우리나라에서는 1979년 건설부의 "도로 교통량 조사 제도 및 전산화 방안 연구보고서"를 필두로 그룹핑에 관한 연구가 진행되었지만, 대부분의 경우 그룹을 나누는데 있어 그룹 수를 미리 정하고 그룹핑을 하였기 때문에 주관적 판단을 배제하지 못하였다. 한편, 건설교통부(1999)에서는 일반국도의 적정 설계기준을 제시하기 위하여 그룹핑을 하였다. 하지만 설명변수의 선정에 있어 변수 선정의 근거가 부족하였고, 국도 기능 분류에 대해 너무 포괄적인 분류로 인해 세부적인 계획 수립에 있어서는 어려움이 따르리라 예상하였다(강원의, 2001). 그리고 한국건설기술연구원(2001)에서는 전역조사 지점의 AADT 추정을 위하여 기존 연구들에서 활용한 2가지 변수인 월, 요일 변동계수를 이용하여 그룹핑을 시도하였다.

이상의 국내외의 그룹핑 관련 연구의 고찰을 통해서 주관적 판단을 최소화할 수 있는 통계적 그룹핑 방법의 적용이 필요하다고 판단되었으며, 효율적이고 객관적으로 도로 기능의 분류를 위해 기존 대부분의 연구들에서 활용된 월, 요일 변동계수 이외의 새로운 그룹핑 변수의 적용이 요구되었다.

1) 특정 지점에 Loop-Piezo 조항의 고정식 교통량 조사 장비를 설치하여, 1년 이상의 장기간에 걸쳐 특정 지점을 통과하는 차량 수를 연속적으로 측정하고 기록하는 조사.

### III. 국도의 기능 분류를 위한 그룹핑 방법론

그룹핑 방법은 크게 경험적인 방법과 통계적인 방법으로 나누어진다. 경험적인 방법은 조사 지점의 교통 특성을 바탕으로 유사한 특성을 지니는 지점들을 하나의 그룹으로 묶는 방법으로 통계적 수단을 이용하지 않는 방법이다. 반면, 통계적인 방법은 그 과정에서 인위적 판단을 배제하고 통계적으로 교통 특성이 가장 비슷한 지점들을 취합하는 방법이다. 통계적 그룹핑 방법을 적용하기 위해서는 차원(dimension)을 줄이고자 하는 통계 분석 체계인 다변량 분석이 필수적이다.

본 연구에서는 다수의 도로 구간을 몇 개의 집단으로 묶어주기 위한 케이스의 차원을 줄이는 분석기법과 그룹핑 적용 변수의 선정을 위해 변수의 차원을 줄이는 분석기법을 모두 적용하였다.

#### 1. 그룹핑을 위한 군집분석과 그룹 수 결정 방법

다변량 통계분석에서 케이스의 차원을 줄이는 분석은 군집분석(Cluster Analysis), 판별분석(Discriminant Analysis), 다차원 척도법(Multi-Dimensional Scaling)이 대표적이라 할 수 있다. 이 중 군집분석은 대상들이 지니고 있는 다양한 속성의 유사성을 바탕으로 동질적인 그룹으로 묶어주는 방법으로, 동일 그룹 내에 속해 있는 공통된 특성들을 조사하기 위한 목적으로 이용된다.

본 연구에서는 분석 전에 그룹 수를 정하지 않아 분석자의 주관적 판단이 최소화되는 계층적 군집방법을 적용하였다. 이 중 군집분석의 각 단계에서 객체들을 하나의 그룹으로 묶음으로써 생기는 정보 손실의 증가량을 두 그룹 사이의 거리로 정의하여 가장 유사성이 큰 그룹을 묶어 나가는 방법인 Ward법을 적용하였다.

군집분석에 있어 그룹 수의 결정은 매우 중요한 과정이다. 하지만 기존의 많은 연구들에 있어서 그룹 수는 분석자의 주관적 판단에 의해서 결정되었다. 이에 본 연구에서는 군집분석 결과 얻어지는 여러 가지 통계량을 고려하여 그룹의 수를 결정하였다. 통계량을 이용한 그룹 수 결정에는 크게 다음과 같은 세 가지 방법이 있다.

첫 번째 방법은 그룹 수에 따라 주어진 자료를 어느 정도로 잘 설명하여 주는가를 측정하는 통계량인  $R^2$ 의 변화를 보고 그룹 수를 결정하는 방법인데,  $R^2$ 의

변화량이 갑자기 줄어드는 바로 전 그룹 수를 최적 그룹 수로 결정하는 방법이다. 두 번째 방법은 그룹 수의 변화에 따라 Cubic Clustering Criterion(CCC)의 변화를 보고 그룹 수를 결정하는 방법이다. 이 때 적정한 그룹의 수는 CCC값이 급격한 상승을 보이다가 완만한 감소를 보이는 국부적 최고점(local peak)이 최적의 그룹 수이며 2이상의 값을 나타내야 한다. 세 번째 방법은 Pseudo F Statistics와 Pseudo  $t^2$  Statistics의 변화를 보고 최적의 그룹 수를 판정하는 방법이다. Pseudo F Statistics(이하, Pseudo F)는 Calinski and Harabasz(1974)가 제시한 통계량으로 일원 분산분석(One-Way ANOVA) 통계량이며 식(1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$Pseudo F = \frac{\text{그룹 간 평균분산}}{\text{그룹 내 평균분산}} \quad (1)$$

Pseudo F는 그룹 내 평균분산에 비해 그룹 간 평균분산이 커질수록 그룹 간의 구분은 더 잘 되었음을 의미하므로 그 값이 국부적 극대값을 나타낼 때 최적의 그룹 수이다. 한편, Pseudo  $t^2$  Statistics(이하, Pseudo  $t^2$ )는 식(2)와 같이 나타낼 수 있다.

$$Pseudo t^2 = \frac{W_m - W_p - W_q}{(W_p + W_q)/(n_p + n_q - 2)} \quad (2)$$

여기서,

$$W_k = \sum_{i=1}^{n(k)} \sum_{p=1}^P (X_{kip} - X_{k \cdot p})$$

$X_{kip}$  :  $k$ 군집내  $i$ 지점의  $p$ 변수

$X_{k \cdot p}$  :  $k$ 군집내  $p$ 변수의 군집평균

Pseudo  $t^2$ 는 2개의 그룹을 묶을 때 2개 그룹의 평균과 새로 생성된 그룹의 평균의 차이를 나타내는 통계량을 말하는 것이다. 따라서 Pseudo  $t^2$ 의 급격한 감소는 전혀 다른 두 개의 그룹이 결합되는 것을 의미하므로 급격히 감소하기 바로 전의 그룹 수가 최적 그룹 수라고 할 수 있다.

#### 2. 그룹핑 변수 선정을 위한 요인분석

기존 대부분의 연구에서는 월, 요일 변동계수를 중

심으로 그룹핑을 하였다. 본 연구에서는 월, 요일 변동계수이외에 상시 교통량 조사 자료로부터 얻을 수 있는 교통지표들의 상관관계를 분석하여 그룹핑을 위한 새로운 변수를 선정하여 이를 바탕으로 그룹핑 방법론을 적용하였다. 이 때 각 변수들의 상관관계 파악과 변수의 선정을 위해서 다변량 통계기법 중의 하나인 요인분석(Factor Analysis)을 이용하였다.

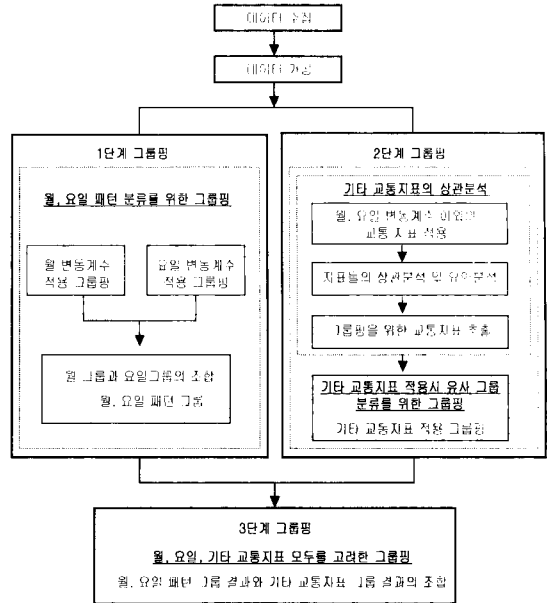
요인분석은 여러가지 변수들간의 상관관계를 기초로 변수들 속에 내재하는 체계적인 구조를 발견하려는 기법으로, 연구에 있어서 빈번히 발생하는 과도한 정보의 문제를 해결해 주고, 전체적인 자료의 성격을 파악할 수 있는 장점이 있어 많이 이용되고 있다. 또한 많은 수의 변수들로부터 회귀분석, 상관분석, 판별분석 등의 통계분석에 사용할 적절한 변수 선정을 위하여 일반적으로 적용되는 분석 기법이다.

### 3. 그룹핑 방법론의 제시

본 연구에서는 도로 특성이 유사한 구간들을 그룹화하기 위하여 우리나라 일반국도 상에 설치되어 실시간 교통자료를 관측할 수 있는 상시조사지점의 자료를 활용하였다. 그룹핑을 위한 변수로는 월 변동계수, 요일 변동계수, 기타 교통지표인 AADT,  $\Sigma K1000$ , 중차량 비율, 주야율, 첨두율, 휴일 변동계수, 휴가철 변동계수를 적용하였다.

그룹핑 방법론은 크게 3가지로 나눌 수 있으며, 방법론 I에서는 월 변동계수와 요일 변동계수를 각각 그룹핑하여 두 결과를 조합하여 월별, 요일별 교통패턴 그룹을 도출하였다. 그리고 방법론 II에서는 월, 요일 변동계수 이외에 상시 교통량 자료로부터 얻을 수 있는 기타 교통지표의 요인분석을 통해 그룹핑 적용 변수를 선정하여 그룹핑하였다. 방법론 III에서는 방법론 I의 그룹핑 결과와 방법론 II의 그룹핑 결과를 조합하여 월, 요일 변동계수와 기타 교통지표들을 모두 고려한 그룹핑 결과를 제시하였다.

<그림 1>은 본 연구에서 적용할 그룹핑 방법론에 대한 관계도와 각 단계에서의 분석내용을 나타내고 있다.



<그림 1> 그룹핑 방법론

## IV. 그룹핑 방법론의 적용

본 장에서는 일반국도의 교통량 자료 중 가장 최근의 교통량 패턴을 파악할 수 있는 2000년 교통량 자료를 적용하여, 앞서 제시한 그룹핑 방법론을 적용하였다. 우선 그룹핑 방법론을 적용하기 전에 그룹핑을 위한 적용 변수들의 개념을 살펴보고자 한다.

### 1. 그룹핑을 위한 변수 정의

그룹핑 방법론 I에서는 월 변동계수와 요일 변동계수를 각각 적용하여 그룹핑한 결과를 조합하여 월별, 요일별 교통패턴 그룹을 도출하게 된다. 여기서 적용되는 월, 요일 변동계수는 우리나라에 있어 특별 수송기간에 해당되는 구정과 추석기간의 특이치 교통량 자료를 제외시킨 값이다. 여기서, 월 변동계수는 12개월의 각 월별 평균 일교통량을 연평균 일교통량(Annual Average Daily Traffic: AADT)<sup>2)</sup>으로 나누어 구하였다. 또한 요일 변동계수는 7개 요일의 각 요일별 평균 일교통량을 구하여 연평균 일교통량으로 나눈 값이다.

방법론 II에서는 일반국도의 상시 교통량 조사 결과

2) 한 해 동안 도로의 한 지점 또는 일정 도로 구간을 지나는 양방향 교통량을 365일로 나눈 교통량.

로부터 얻어질 수 있는 월, 요일 변동계수를 제외한 기타 교통 지표간의 상관분석을 통해 그룹핑을 위한 새로운 변수를 적용하였다. 상시조사 결과로부터 얻어지는 교통 지표들은 연평균 일교통량, 설계시간계수, 중차량 비율<sup>3)</sup>, 주야율<sup>4)</sup>, 침투율<sup>5)</sup> 등이다.

본 연구에서는 도로의 특성을 좀 더 용이하게 분석하기 위해 그룹핑 변수로 휴일 변동계수와 휴가철 변동계수를 도입하였다. 여기서, 휴일 변동계수는 토요일과 일요일, 명절을 제외한 법정 공휴일<sup>6)</sup>에 해당하는 일 교통량의 평균을 AADT로 나눈 값이며, 휴가철 변동계수는 건설교통부에서 해당 년의 보편적인 여름 휴가 기간으로 파악된 기간에서의 평균 일교통량을 AADT로 나눈 값이다. 휴일 변동계수와 휴가철 변동계수가 파악된다면 관광 특성을 보이는 도로 구간의 파악이 좀 더 용이하리라 판단되어 본 지표를 도입하게 되었다.

본 연구에서 도입한 새로운 교통지표 가운데 가장 주목할 만한 지표는 K1000 Summation Value(이하,  $\Sigma K1000$ )라 할 수 있다. 이 지표는 도로 설계의 기본적 지표로 적용되는 설계시간 교통량을 활용한 새로운 교통지표이다. 이 지표는 종축에 AADT에 대한 백분율(설계시간계수)을, 횡축에 시간교통량을 순위대로 나타낸 연간 시간교통량 순위도의 형태가 도로가 가지는 기능에 따라 차이가 난다는 것에 착안한 것이다(도명식, 2001).

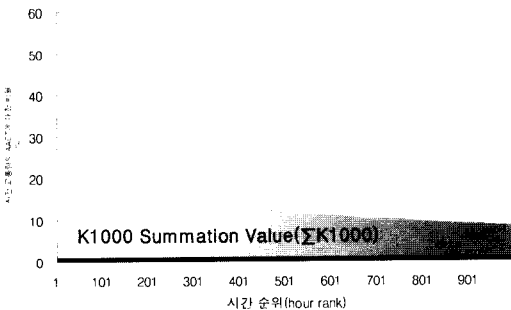
$\Sigma K1000$ 는 설계시간 교통량 곡선에서 상위 1000번째 순위까지의 값을 누적한 값이다. 연구결과 1000

순위 곡선은 100순위이나 연중 순위 곡선에 비하여 변곡점의 범위가 뚜렷하고 설계시간 교통량의 과대·과소 추정을 피할 수 있었다. 따라서 본 연구에서는 설계시간 교통량 상위 1000번째 순위까지의 값을 누적인 값인  $\Sigma K1000$ 를 이용하여 도로의 기능 분류에 적용하였다.

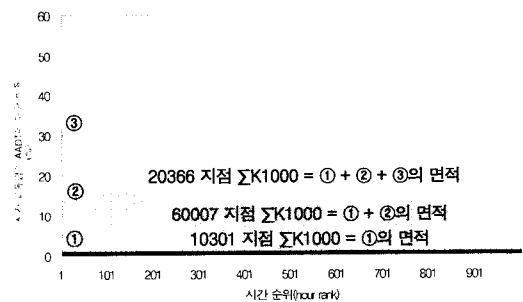
〈그림 2〉는  $\Sigma K1000$ 에 대한 개념을 보여주고 있으며, 〈그림 3〉은 일반국도 세 곳의 상시조사 지점으로부터 구한  $\Sigma K1000$ 의 차이를 보여주고 있다. 10301 지점은 ①의 면적, 60007지점은 ①의 면적과 ②의 면적을 합산한 값이  $\Sigma K1000$ 이다. 또한 20366지점의  $\Sigma K1000$ 은 ①, ②, ③의 면적을 모두 합산한 값이다. 이 그림에서 각 도로의 특성에 따라  $\Sigma K1000$ 가 상이하게 나타나는 것을 알 수 있으며, 본 연구에서는 도로의 기능을 평가할 수 있는 중요 지표로 이용하였다.

### 2. 월별·요일별 교통패턴 분류를 위한 그룹핑

월 변동계수는 각 도로에 있어 월별 교통패턴을 알 수 있기 때문에 일반적인 교통패턴을 파악하기 위한 기초 자료로 활용되고 있다. 본 연구에서는 분석을 위해 294개 일반국도 상시조사 지점으로부터 구한 교통량 자료의 월 변동계수를 구하였으며, 그룹 수를 결정하기 위한 통계량으로 Pseudo F, Pseudo  $t^2$ , CCC,  $R^2$ 을 이용하였다. 월 변동계수를 적용시 그룹 수 선정을 위한 통계량은 〈그림 4〉와 같다.

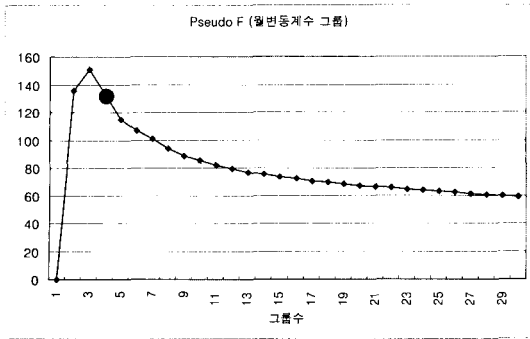


〈그림 2〉  $\Sigma K1000$  개념도

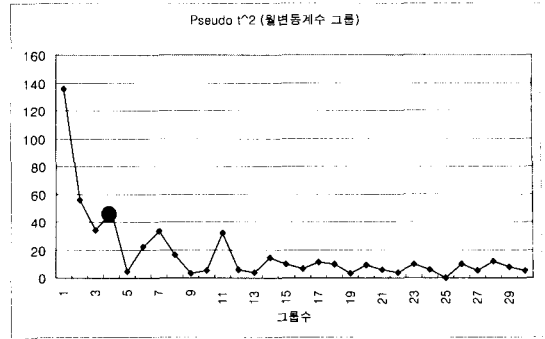


〈그림 3〉 각 지점별  $\Sigma K1000$ 의 차이

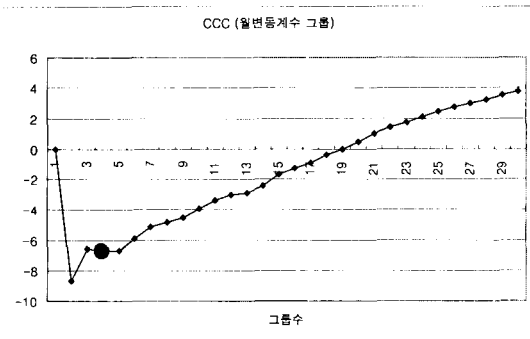
3) 교통량 중 버스, 트럭, 특수 차량 등이 차지하는 비율.  
 4) 24시간 교통량에 대한 주간 12시간 교통량의 비율.  
 5) 24시간 교통량에 대한 침투 시간 교통량의 비율.  
 6) 2000년의 경우 1/1, 3/1, 4/5, 5/5, 5/11, 6/6, 7/17, 8/15, 10/3, 12/25.



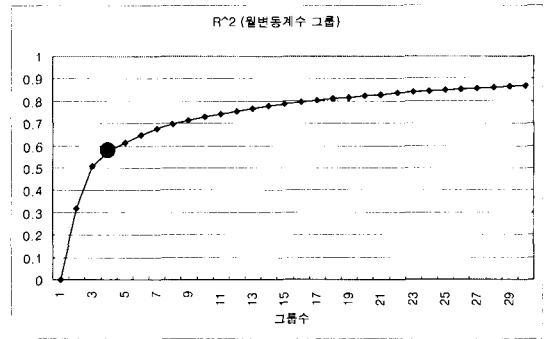
(a) Pseudo F 통계량



(b) Pseudo  $t^2$  통계량



(c) CCC 통계량



(d)  $R^2$  통계량

〈그림 4〉 월 변동계수 적용 시 그룹 수 선정에 위한 통계량

이를 살펴보면, Pseudo F는 그룹 수 3과 4에서 값이 급격히 감소하는 것을 알 수 있었으며, Pseudo  $t^2$ 는 그룹 수가 4 이후 단계에서 급격히 감소하였다. CCC는 그룹 수가 25개 이상일 때 2이상의 값을 보이며,  $R^2$ 는 그룹 수 4개부터 완만한 변화량을 보이기 시작하였다.

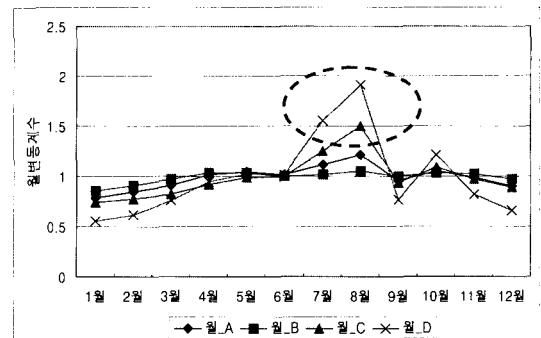
따라서 월 변동계수를 적용할 경우 4개의 그룹으로 나누는 것이 최적임을 알았다. 그 결과 〈표 1〉에서와 같이 294개의 상시조사 지점이 A그룹 68개, B그룹 204개, C그룹 16개, D그룹 6개에 속하는 것을 알 수 있었다.

월 변동계수 적용 시 4개 그룹의 월 변동특성은 〈그림 5〉와 같다. 〈그림 5〉를 살펴보면 총 4개의 그룹 중 A, B그룹의 월 변동계수는 1을 중심으로 크게 변하지 않는 것을 알 수 있었고, C, D그룹은 둘 다

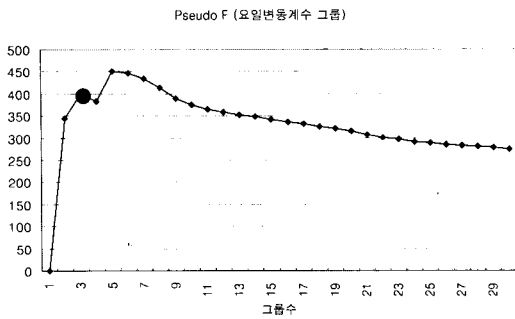
다른 월에 비해 7, 8월의 변동계수를 중심으로 변동이 증가하는 패턴을 보여주고 있다. 특히 D그룹은 월 변동계수의 변화 폭이 7, 8월에서 매우 크게 급증하며 그 이외의 월에서 변동계수는 다른 그룹의 변동계수보다 오히려 적은 수치를 보이는 것을 알 수 있었다. 이는 A, B그룹의 도로는 각 월의 교통량이 그리 큰 변화를 나타내지 않는 도로이며, C, D그룹의 도로는 특히 여름휴가철인 7, 8월에 교통량이 급증하는 현상을 보여 관광지 주변이나 관광도로로 볼 수 있을 것이다.

〈표 1〉 월 변동계수에 의한 그룹 분류

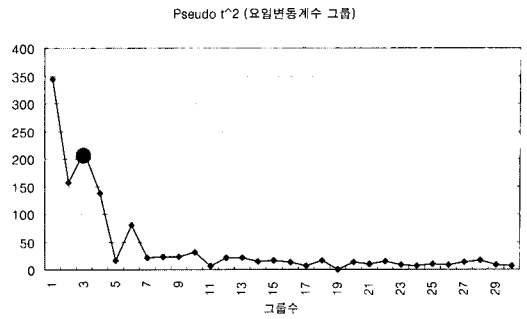
그룹 \ 지점수	A	B	C	D	합계
개	68	204	16	6	294



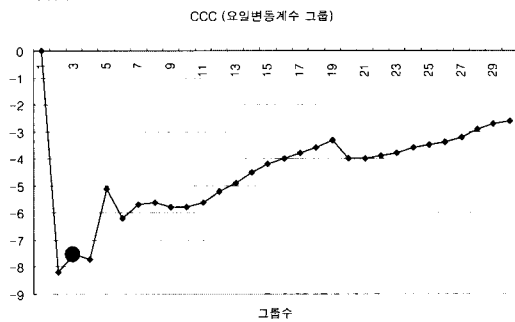
〈그림 5〉 각 그룹별 월 변동계수 패턴



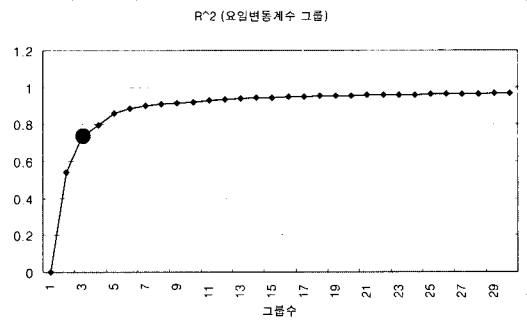
(a) Pseudo F 통계량



(b) Pseudo  $t^2$  통계량



(c) CCC 통계량



(d)  $R^2$  통계량

〈그림 6〉 요일 변동계수 적용 시 그룹 수 선정을 위한 통계량

요일 변동계수도 월 변동계수와 마찬가지로 각 도로의 일반적인 교통패턴을 파악하기 위한 기초 자료로 활용되고 있으며, 상시조사 지점의 요일 변동계수를 구하여 그룹핑 방법에 적용하였다. 〈그림 6〉은 군집분석 결과로 얻어진 통계치를 보여주고 있다.

요일 변동계수를 적용한 군집분석 결과, 통계량 Pseudo F는 그룹 수 3에서 국부적 극대값을 Pseudo  $t^2$ 는 그룹 수 3 이후에서 급격히 그 값이 감소하며, CCC는 모두 음수 값을 보이며 2이상의 값을 보이는 그룹의 수가 없어서 CCC 통계량을 고려하기에는 무리가 따랐다. 또한  $R^2$ 는 그룹의 수가 3개부터 완만한 증가를 보이고 있었다.

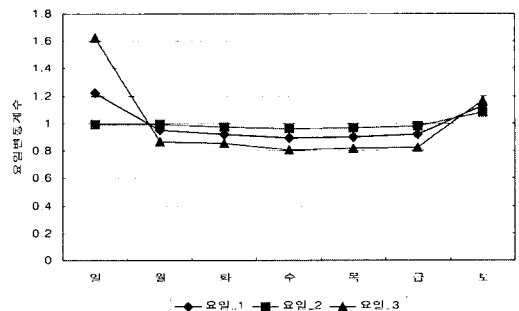
따라서 그룹의 수는 3개로 나누는 것이 타당하다고 판단하였고, 그룹 수를 3개로 나누었을 때 〈표 2〉에서와 같이 1그룹에 69개, 2그룹에 216개, 3그룹

〈표 2〉 요일 변동계수에 의한 그룹 분류

그룹 \ 지점수	1	2	3	합계
개	69	216	9	294

에 9개의 상시조사 지점이 해당됨을 알 수 있었다.

〈그림 7〉은 요일 변동계수를 이용하여 그룹핑한 결과, 각 그룹별 요일 변동계수 패턴을 보여주고 있다. 요일 2그룹의 경우 요일 변동계수가 1에서 큰 변화를 보이지 않는 것을 알 수 있었으며, 이것은 주중 교통량과 주말 교통량의 변화폭이 크지 않다는 것을 의미하고 있었다. 요일 1그룹과 3그룹은 주말의 요일 변동계수가 주중의 요일 변동계수보다 증가하는 경향을 보이는 U자 형태의 변동 패턴을 보이고 있으며,



〈그림 7〉 각 그룹별 요일 변동계수 패턴

특히 요일 3그룹은 그 변화폭이 매우 큰 것을 알 수 있으며 주중의 요일 변동계수는 다른 그룹의 변동계수보다 오히려 적은 수치를 나타내는 것을 알 수 있었다. 따라서 1그룹과 3그룹은 주중 교통량보다 주말 교통량이 증가하는 것을 알 수 있었으며, 특히 3그룹의 경우 일요일의 교통량이 주중 교통량보다 거의 2배정도 증가량을 보여 주말 레크리에이션을 위한 차량들의 통과도로로 예상할 수 있었다.

위에서 도출한 월 변동계수 적용 그룹과 요일 변동계수 적용 그룹을 동시에 고려하기 위하여, 4개의 그룹과 3개의 그룹을 조합하였다. 월 변동계수와 요일 변동계수를 동시에 적용하는 방법으로는 이 두 가지 변동계수를 각각 적용하여 그 결과를 조합하는 방법과 상시조사 한 지점 당 84개의 변동계수(월 변동계수 12개×요일 변동계수 7개)를 적용하는 방법이 있다. 기존의 그룹핑 방법에서는 전자의 방법을 적용하고 있으며, 본 연구에서는 기존의 방법과 본 연구에서 제시하는 그룹핑 방법과의 비교를 위해서 전자의 방법을 적용하였다. 그 결과, 월 변동계수 적용 그룹(월 그룹)과 요일 변동계수 적용 그룹(요일 그룹)을 조합하면 이론상으로는 12개의 그룹이 나오지만 실제 적용 결과 <표 3>과 같이 10개의 그룹이 나오는 것

을 알 수 있었다.

월 그룹과 요일 그룹의 조합 그룹(이하, 월별·요일별 교통패턴 그룹) 10개에 대한 교통지표의 평균을 요약하면 <표 4>와 같다.

<표 4>에 따르면 월B\_요일2 그룹은 AADT의 평균은 가장 높지만 ΣK1000은 가장 낮은 평균치를 보이고 있었다. 또한 월C\_요일3, 월D\_요일1, 월D\_요일3 그룹은 AADT는 3,000이하의 값을 보이며, ΣK1000은 11,000이상의 값을 보이고 있다. 그리고 월A\_요일1, 월B\_요일1, 월C\_요일1의 세 그룹은 모두 비슷한 패턴을 보였다. 10개의 월별·요일별 교통패턴 그룹을 분석해 본 결과, 각 그룹의 해당 지점들 중 대부분의 지점들은 서로 인접한 지역의 상시조사 지점임을 알 수 있었다. 하지만 동일한 그룹에 해당되는 지점들의 교통지표를 비교해 보았을 경우 월별·요일별 교통패턴은 유사하지만 각 교통지표의 수치는 매우 상이한 지점들이 동일한 그룹으로 묶인 것을 알 수 있었다. 특히 도로의 특성을 구분하는 가장 중요한 교통지표인 AADT의 경우 동일 그룹에서 30,000대 이상의 차이를 보이는 곳도 있었다. 따라서 월별·요일별 교통패턴 그룹만으로 도로의 특성을 분류하기에는 어려움이 따르는 것을 알 수 있었다.

<표 3> 월 그룹과 요일 그룹의 조합 결과

구분	월_A	월_B	월_C	월_D	지점수
요일_1	34	26	8	1	69
요일_2	31	178	7	-	216
요일_3	3	-	1	5	9
지점수	68	204	16	6	294

<표 4> 각 월별·요일별 교통패턴 그룹의 교통지표 평균

그룹	지표	AADT (대)	ΣK1000	증차량 비율(%)	휴일 변동계수	휴가철 변동계수	주야율 (%)	첨두율 (%)
월A_요일1		12,350	9340.12	30.07	1.23	1.29	75.41	11.52
월A_요일2		9,459	8736.39	33.24	1.10	1.26	77.06	10.28
월A_요일3		9,326	11542.13	29.50	1.59	1.32	79.22	15.60
월B_요일1		14,495	8923.26	33.47	1.19	1.13	75.04	10.73
월B_요일2		<b>23,175</b>	<b>7798.08</b>	31.97	1.03	1.06	73.58	8.72
월C_요일1		12,058	9839.08	27.78	1.23	1.72	76.44	12.82
월C_요일2		8,561	9496.36	26.17	1.15	1.59	78.27	12.05
월C_요일3		<b>1,975</b>	14442.29	26.00	1.81	1.50	83.36	22.41
월D_요일1		<b>1,548</b>	11742.35	31.20	1.38	1.80	80.98	17.02
월D_요일3		<b>3,231</b>	14627.67	28.44	1.70	2.24	81.93	24.67



### 3. 기타 교통지표의 요인분석과 그룹핑 적용 결과

앞 설에서 기존에 널리 사용된 월별·요일별 교통 패턴 그룹핑 방법을 적용하여 분석한 결과 각 그룹에 대한 도로의 특성분석에 대해 설명력이 부족하다는 것을 알았다. 따라서 월, 요일 변동계수를 제외한 기타 교통지표를 중심으로 그룹핑을 할 경우 기존의 그룹핑 결과와 어떤 차이가 있는지 알아보았다.

기타 교통지표로는 상시 조사 자료에서 얻을 수 있는 AADT, 중차량 비율, 주야율, 첨두율과 본 연구에서 처음으로 제시하는 교통지표인 휴일변동계수, 휴가철변동계수,  $\Sigma K1000$ 이 해당된다. 7가지 교통지표를 그룹핑 변수로 적용하기 전에 우선 각 변수들 간의 관계를 분석하고 이를 바탕으로 그룹핑을 위한 변수를 선정하였다. 이를 위해 여러 가지 변수들 간의 상관관계를 바탕으로 통계분석에 사용할 적절한 변수를 선정하는 대표적인 분석 기법인 요인분석을 적용하였다.

요인분석을 위한 변수는 7가지의 교통지표를 적용

하였고 요인 추출 방법은 데이터의 총 분산을 이용하는 주성분 분석법을 적용하였다. <표 5>는 각 교통지표의 상관 행렬도에서 알 수 있는 바와 같이,  $\Sigma K1000$ 은 첨두율과의 상관계수가 0.98로 7가지 지표 중 가장 큰 상관도를 보이고 있었다. 또한 중차량 비율과 주야율은 상관계수(-0.03)가 가장 낮아 두 변수 간의 상관도가 낮은 것을 알 수 있었다.

<표 6>에서 나타낸 공통성(Communality)은 변수에 포함된 요인<sup>7)</sup>들에 의해 설명되는 비율이라고 할 수 있는데, 분석 결과  $\Sigma K1000$ 의 공통성은 0.96으로 요인의 설명 비율이 가장 높아 7가지 교통 지표 중 매우 중요한 지표임을 확인할 수 있었다. 이 결과는 이후 기타 교통지표의 변수 선정에 있어 중요한 근거로 활용되었다.

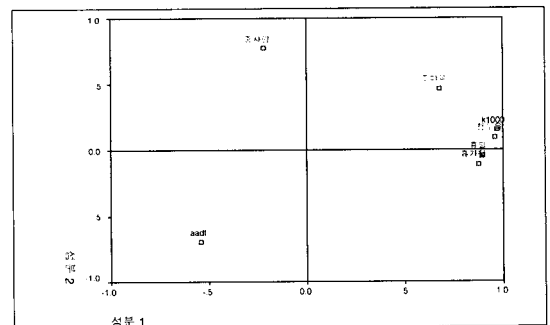
또한 <그림 8>의 성분 도표를 살펴보면 AADT, 중차량 비율, 주야율은 서로 다른 위상에 위치하고 있으며,  $\Sigma K1000$ , 첨두율, 휴일 변동계수, 휴가철 변동계수는 동일한 위상에 위치하고 있어 상관관계가 높은 것으로 나타났다. 따라서 기타 교통지표로 그룹

<표 5> 7가지 교통지표의 상관 행렬

구분	AADT	$\Sigma K1000$	중차량 비율	휴일 변동계수	휴가철 변동계수	주야율	첨두율
AADT	1.00	-0.60	-0.19	-0.38	-0.34	-0.73	-0.52
$\Sigma K1000$	-	1.00	-0.06	0.87	0.80	0.69	0.98
중차량 비율	-	-	1.00	-0.10	-0.15	-0.03	-0.04
휴일 변동계수	-	-	-	1.00	0.74	0.47	0.86
휴가철 변동계수	-	-	-	-	1.00	0.46	0.83
주야율	-	-	-	-	-	1.00	0.61
첨두율	-	-	-	-	-	-	1.00

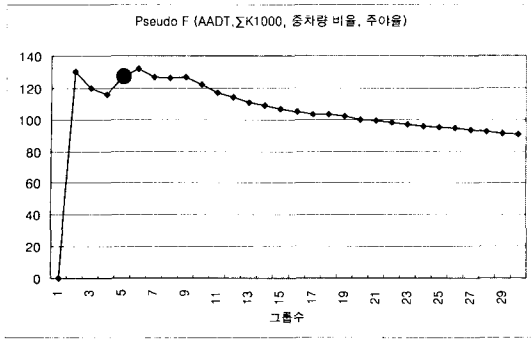
<표 6> 지표의 공통성과 회전된 요인 행렬

구분	공통성 추출	요인	
		1	2
AADT	0.77	-0.54	-0.69
$\Sigma K1000$	0.96	0.97	0.15
중차량 비율	0.64	-0.22	0.77
휴일 변동계수	0.80	0.89	-0.05
휴가철 변동계수	0.78	0.88	-0.11
주야율	0.68	0.68	0.46
첨두율	0.93	0.96	0.10

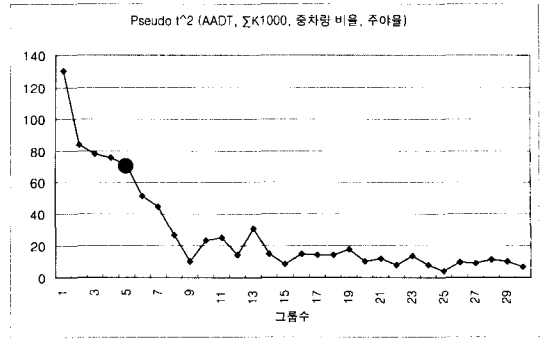


<그림 8> 회전 공간의 성분 도표

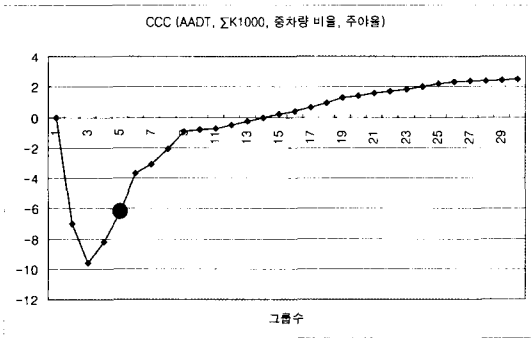
7) 요인(factor)은 서로 상관계수가 높은 변수들끼리 모여서 작은 수의 변수 집단으로 나눈 것을 의미



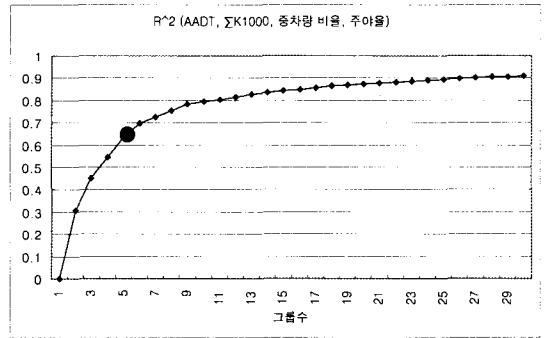
(a) Pseudo F 통계량



(b) Pseudo  $t^2$  통계량



(c) CCC 통계량



(d)  $R^2$  통계량

〈그림 9〉 기타 교통 지표 적용시 그룹 수 선정을 위한 통계량

평을 할 경우 7가지의 교통지표 중 우선 성분 도표 상 상이한 위상에 위치하고 있었던 AADT, 중차량 비율, 주야율을 대표치로 선정하였다. 그리고 성분 도표에서 같은 위상에 위치하는  $\Sigma K1000$ , 첨두율, 휴일 변동계수, 휴가철 변동계수 중에서는 하나의 지표를 선택하였다. 이는 상관도가 매우 높은 변수들을 모두 그룹핑 변수로 적용한다면 다중공선성<sup>8)</sup>의 문제가 발생하기 때문에 상관도가 높은 변수들의 경우 그 중 요인을 가장 잘 설명하는 하나의 변수를 선정하는 것이 타당하다. 따라서 네 가지의 변수 중 공통성의 값이 큰  $\Sigma K1000$ 을 대표 변수로 선정하였다. 이상의 7가지 교통지표를 요인분석한 결과, 그룹핑 적용 변수는 AADT, 중차량 비율, 주야율,  $\Sigma K1000$ 이 적당하다는 것을 알 수 있었다.

요인분석 결과 선정된 교통지표인 AADT,  $\Sigma K1000$ , 중차량 비율, 주야율을 적용하여 그룹핑을 한 결과 〈그림 9〉에서와 같이 최적 그룹 수의 선정을 위한 통

계량을 얻을 수 있었다.

이를 살펴보면 Pseudo F는 그룹 수가 5이거나 6일 때 증가를 보였고, Pseudo  $t^2$ 는 그룹 수가 5인 지점에서 급격히 감소 하는 것을 알 수 있었다. 또한 CCC가 2이상의 값을 나타낼 때는 그룹의 수가 25개 이상이며,  $R^2$ 는 그룹 수가 5개부터 완만한 증가를 보이는 것을 알 수 있었다. 따라서 기타 교통지표를 적용하여 그룹핑을 할 경우 5개의 그룹으로 나뉘는 것이 유효하다고 판단되었다. 그 결과 〈표 7〉과 같이 I 그룹에 29개, II 그룹에 143개, III 그룹에 42개, IV 그룹에 71개, V 그룹에 9개의 상시조사 지점이 분류 되는 것을 알 수 있었다.

〈표 7〉 기타 교통지표에 의한 그룹 분류

그룹 지점수	I	II	III	IV	V	합계
개	29	143	42	71	9	294

8) 한 독립변수의 값이 증가할 때 다른 독립변수의 값이 이에 관련하여 증가하거나 감소하는 현상으로, 두 설명변수간의 상관계수가  $\pm 1$ 이거나  $\pm 1$ 에 가까움. 변수들이 높은 상관관계가 존재하는 경우, 최소제곱추정량의 계산이 불가능할 수 있고, 추정량의 분산이 커지는 문제가 발생.

〈표 8〉 기타 교통지표 적용시 각 그룹의 교통지표 평균

지표 그룹	AADT (대)	ΣK1000	중차량 비율(%)	휴일 변동계수	휴가철 변동계수	주야율 (%)	첨두율 (%)
I	10,320	8530.38	45.57	1.09	1.13	74.32	10.16
II	20,132	8095.18	30.33	1.07	1.11	73.82	9.24
III	42,314	7273.06	28.00	1.02	1.07	70.71	7.90
IV	6,094	9199.05	31.14	1.15	1.27	78.26	11.15
V	3,463	13777.54	29.12	1.68	1.91	81.56	21.94

5개 그룹의 교통지표의 평균은 〈표 8〉과 같으며 월, 요일 변동계수로 그룹핑을 한 결과와는 상이한 결과를 보여주고 있었다.

각 그룹에 해당하는 지점들을 살펴 본 결과를 요약하여 그 기능을 정의하면 다음과 같다. I 그룹은 고속국도와 인접하여 고속도로의 유출입 지점과 일반국도를 이어주는 구간으로 중차량의 비율이 다른 그룹들에 비해 매우 높은 수치를 보이는 것을 알 수 있었다. 따라서 이 그룹은 지방산업도로의 기능을 가지는 그룹으로 볼 수 있을 것이다.

II, III 그룹은 모두 AADT가 다른 그룹들 보다 높고 ΣK1000은 낮은 수치를 보이고 있었다. 그 중 II 그룹에 해당하는 지점들은 지방 대도시와 중소도시를 연결하는 지점들로, AADT가 20,000대 이상이며 휴일과 휴가철 변동계수는 낮아 지역간선의 기능을 가지는 도로로 예상할 수 있었다. 반면, III 그룹의 지점들은 대도시 및 주요 도시들의 진출입 도로에 해당하였으며, 5개의 그룹 중에서 교통량이 가장 많았다. 또한 ΣK1000, 중차량 비율, 휴일 변동계수, 휴가철 변동계수, 주야율, 첨두율은 가장 낮은 도로로 첨두시간과 상관없이 교통량이 일정한 대도시 주변형 그룹임을 알 수 있었다.

IV 그룹은 AADT의 평균이 약 6,000대이며 ΣK1000, 휴일 변동계수, 휴가철 변동계수는 V 그룹을 제외한 나머지 그룹에 비해 월등히 큰 수치를 보이고 있었다. IV 그룹의 도로구간은 평상시에는 소규모 지역을 연결해주는 도로로 활용되며, 주말이나 휴일, 휴가철에는 레크리에이션을 위한 차량의 이용으로 교통량이 증가하는 도로로 중소도시 주변형 및 관광도로의 기능을 가지는 도로임을 알 수 있었다.

한편, V 그룹은 AADT가 다른 그룹들에 비해 매우 낮고, ΣK1000은 전체적인 평균보다 6,000정도 높

은 수치를 보이는 전형적인 관광도로의 기능을 가지는 도로임을 알 수 있었다.

#### 4. 월별·요일별 교통패턴 그룹과 기타 교통지표 그룹의 조합 결과 분석

지금까지 기존의 방법론과 본 연구에서 새로이 도입한 변수를 이용한 도로의 기능 분류를 살펴보았다. 앞에서 언급한 바와 같이 기존의 방법론으로는 거시적이거나 단편적인 수준의 도로 기능 분류는 가능하였다. 하지만 향후 생활패턴의 변화로 인하여 레크리에이션 및 관광을 위한 교통량이 증가하게 되면, 관광도로 정비 및 적절한 도로의 계획을 위해 보다 구체적이고 객관적인 도로 기능 분류에 대한 연구가 이루어져야 할 것이다.

따라서 본 연구에서는 월별·요일별 교통패턴 그룹과 기타 교통지표를 동시에 고려하여 보다 세부적으로 국도의 기능 분류를 시도해 보았다. 〈표 9〉에는 월별·요일별 교통패턴 그룹과 기타 교통지표 그룹의 조합으로 각 그룹으로 분류된 지점의 수도 나타내고 있다. 이를 살펴보면 월별·요일별 교통패턴 그룹과 기타 교통지표 그룹을 조합한 결과, 총 24개의 세부적인 그룹으로 분리할 수 있음을 알 수 있었다. 월별·요일별 교통패턴 그룹 중 월C\_요일3, 월D\_요일1, 월D\_요일3 그룹은 모두 기타 교통지표 그룹 V에 해당함을 알 수 있었다. 또한 그 외의 월별·요일별 교통패턴 그룹의 경우에는 월, 요일 변동계수만으로 그룹핑을 한 결과보다는 기타 교통지표를 도입하여 조합한 결과가 교통 특성에 대하여 더욱 세부적인 그룹으로 나눌 수 있다는 것을 알 수 있었다.

여기에 더해 〈표 10〉에서는 조합된 그룹의 교통지표들의 평균치를 요약하였다.

<표 9> 월별·요일별 교통패턴 그룹과 기타 교통지표 그룹의 조합

구분	I	II	III	IV	V	합계
월A_요일1	3	11	2	18	-	34
월A_요일2	6	4	1	20	-	31
월A_요일3	-	-	-	1	2	3
월B_요일1	5	15	-	6	-	26
월B_요일2	15	108	39	16	-	178
월C_요일1	-	4	-	4	-	8
월C_요일2	-	1	-	6	-	7
월C_요일3	-	-	-	-	1	1
월D_요일1	-	-	-	-	1	1
월D_요일3	-	-	-	-	5	5
합계	29	143	42	71	9	294

<표 10> 월별·요일별 교통패턴 그룹과 기타 교통지표 그룹의 조합 결과 각 그룹의 교통지표 평균치

지표 그룹	AADT (대)	ΣK1000	중차량 비율(%)	휴일 변동계수	휴가철 변동계수	주야율 (%)	첨두율 (%)
월A_요일1_I	7,611	9322.72	43.03	1.18	1.29	73.59	11.77
월A_요일1_II	18,215	9160.45	25.87	1.24	1.30	73.71	11.13
월A_요일1_III	34,413	8553.18	17.05	1.20	1.34	72.20	9.84
월A_요일1_IV	7,104	9540.27	31.92	1.24	1.28	77.12	11.90
월A_요일2_I	7,788	8542.33	45.87	1.10	1.21	73.51	10.20
월A_요일2_II	24,377	8267.59	27.68	1.12	1.33	74.30	9.57
월A_요일2_III	44,438	7478.42	19.70	1.06	1.18	68.90	8.31
월A_요일2_IV	5,228	8951.26	31.25	1.11	1.26	79.08	10.54
월A_요일3_IV	16,492	9951.46	25.80	1.33	1.24	77.54	12.15
월A_요일3_V	5,743	12337.47	31.35	1.73	1.37	80.06	17.33
월B_요일1_I	8,692	9140.67	42.98	1.19	1.14	74.76	11.17
월B_요일1_II	19,539	8640.27	30.51	1.18	1.12	73.93	10.23
월B_요일1_IV	6,723	9449.56	32.95	1.20	1.14	78.04	11.60
월B_요일2_I	12,416	8163.70	46.81	1.04	1.07	74.65	9.48
월B_요일2_II	20,186	7840.11	31.23	1.03	1.06	73.73	8.77
월B_요일2_III	42,665	7202.14	28.77	1.01	1.06	70.68	7.79
월B_요일2_IV	5,927	8624.16	30.89	1.05	1.09	78.63	9.87
월C_요일1_II	20,014	9642.37	22.28	1.18	1.67	75.08	12.38
월C_요일1_IV	4,103	10035.79	33.28	1.28	1.77	77.81	13.26
월C_요일2_II	27,768	8870.37	22.70	1.04	1.62	75.99	10.62
월C_요일2_IV	5,360	9600.70	26.75	1.17	1.59	78.65	12.29
월C_요일3_V	1,975	14442.29	26.00	1.81	1.50	83.36	22.41
월D_요일1_V	1,548	11742.35	31.20	1.38	1.80	80.98	17.02
월D_요일3_V	3,231	14627.67	28.44	1.70	2.24	81.93	24.67

이상의 그룹핑 결과를 분석한 결과 기존 연구에서  
의 월 변동계수와 요일 변동계수만을 적용할 때보다

기타 교통지표들을 동시에 고려할 경우, 좀 더 유사  
한 패턴을 보이는 도로를 하나의 그룹으로 묶어줌과

동시에 세부적인 국도의 기능분류가 가능함을 알 수 있었다. 따라서 월별·요일별 교통패턴 그룹과 기타 교통지표 그룹을 동시에 고려하면 기존의 그룹핑을 이용한 기능분류에 대한 연구에서 안고 있었던 문제를 상당 부분 해결할 수 있을 것으로 기대된다.

## V. 결론

도로의 건설과 운영은 교통 분야에 있어 가장 기본적인 요소이며, 효율적인 도로 투자를 위한 종합적인 계획과 도로의 이용 효율을 높이기 위해서는 각 도로의 기능 구분이 필수적이다. 하지만 도로의 기능 구분에 대한 도로 그룹핑 연구는 아직 초기 단계에 있으며 기존 연구의 경우 객관성 결여와 함께 도로가 가지는 기능을 분류하는 근거 제시가 부족한 면이 있었다. 따라서 본 연구에서는 분석 전 그룹의 수를 미리 지정하는 기존의 연구방법을 개선하기 위하여 통계적 그룹핑 방법론을 통해 주관적 판단을 최소화하는 방법을 제시하였다.

또한 본 연구에서 제시한 그룹핑 방법론에 우리나라 국도의 상시조사 지점을 적용하여 분석하였다. 우리나라 국도의 경우 현재 간선도로와 보조간선도로로 소재지역에 따른 기능별 구분을 하고 있다. 그러나 대부분의 국도가 2차로로 운영되고 있기 때문에, 간선도로의 기능을 발휘하고 있다고 보기는 어려웠다. 오히려 신설되는 지방도 및 국가지원지방도가 기능적인 면에서는 간선도로의 기능을 나타내고 있었다. 그리고 일반적인 도로 기능 분류에 있어 이동성과 접근성에 따라 간선도로, 집산도로 및 국지도로로 분류하고 있지만, 우리나라 도로의 특성상 이를 명쾌하게 구분할 수 있는 곳은 거의 없는 형편이다. 따라서 도로법과 소재 지역에 따른 도로 기능 분류방식의 대안으로써 교통량 관련 자료를 이용한 객관적 도로 기능 분류가 필요하였으며, 교통량의 변동 특성에 따른 도로 분류와 특이치의 정도에 따른 기능 분류를 위해 새로운 교통지표를 변수로 도입한 그룹핑 방법을 제시하였다.

본 연구로 월별·요일별 교통패턴은 유사하지만 각 교통지표의 수치는 매우 상이한 지점들이 동일 그룹으로 분류되는 기존 그룹핑 방법의 단점을 극복할 수 있게 되었다. 또한 본 연구에서는 그룹핑 적용 변수를 선정하기 위해 요인분석을 시행하였으며 이를 통해 AADT,  $\Sigma K1000$ , 중차량 비율, 주야율을 적용

변수로 선정하였다. 그 결과, 5개의 그룹으로 도로 기능을 분류할 수 있었으며, 이는 각기 지방산업도로, 지역간선도로, 대도시 주변형도로, 중소도시 주변형 및 관광도로 그리고 관광도로로서의 기능을 가지는 것으로 분석되었다.

특히 본 연구에서는 K1000 Summation Value ( $\Sigma K1000$ )라는 새로운 교통지표를 제안하였는데, 이 지표는 향후 국도뿐만 아니라 도로의 기능 구분에 있어 매우 유용한 교통지표로 활용될 수 있으리라 예상된다. 또한 본 연구의 도로 그룹핑 결과를 이용하면 좀 더 효율적으로 설계시간계수 선정, 전역 조사 지점의 AADT추정, 상시 교통량 조사 자료의 누락 데이터 보정 및 교통량 조사의 스케줄링에 많이 활용할 수 있을 것이다. 그리고 더 나아가 도로 그룹핑 결과와 각 지역특성(인구, 토지이용현황 등)의 조사 자료를 종합하여 체계적인 분석을 한다면 도로 계획, 설계, 관리 등에 있어서 매우 중요한 기초 자료가 될 것이라 예상된다.

## 참고문헌

1. 강원의(2001), "일반국도의 수행 기능 분석에 의한 적정 설계기준 연구", 대한교통학회지, 제19권 제1호, 대한교통학회, pp.53~61.
2. 건설교통부(1999), "국도 기능 분류 및 효율적 투자방안 연구".
3. 건설교통부(2000), "도로의 구조·시설 기준에 의한 규칙 해설 및 지침", pp.17~31.
4. 건설교통부(2001), "2000 도로교통량 통계연보 제1·2권".
5. 국토연구원(1986), "도로 교통량 조사 체계 및 자료처리의 합리화 방안 연구".
6. 국토연구원(1993), "도로 교통량 조사 및 관리 제도 개선 연구".
7. 도명식(2001), "관광도로의 교통특성", 월간 교통 제43호, 교통개발연구원, pp.18~23.
8. 도철웅(2001), "교통공학원론(상)", 청문각, pp. 151~157.
9. 이승재·백남철·권희정·최대순·도명식(2001), "불규칙변동 분해 시계열분석 기법을 사용한 AADT 추정", 대한교통학회지, 제19권 제6호, 대한교통학회, pp.65~73.

10. 백남철(2002), "베이지안 샘플링과 신경망 판별 함수를 이용한 교통량 패턴그룹 기반의 AADT 추정", 서울대학교 대학원 박사학위논문.
11. 한국건설기술연구원(2001), "도로 교통량 조사 지점의 그룹핑 S/W 제작".
12. 한국교통문제연구원(1987), "도로 교통량 조사 분석 및 전국 O-D 조사 계획 수립에 관한 연구".
13. Albright, D.(1987), "A Quick Cluster Control Method : Permanent Control Station Cluster Analysis in Average Daily Traffic Calculations", Transportation Research Record 1134, TRB, pp.57~64.
14. Calinski, T. and Harabasz, J.(1974), "A Dendrite Method for Cluster Analysis", Communications in Statistics, 3, pp.1~27.
15. Federal Highway Administration(1965), "Guide for Traffic Volume Counting Manual". U.S. DOT.
16. Federal Highway Administration(1985, 2001), "Traffic Monitoring Guide", U.S. DOT.
17. Flaherty, J.(1993), "Cluster Analysis of Arizona Automatic Traffic Recorder Data", Transportation Research Record 1410, TRB, pp.93~99.
18. Spath, H.(1980), "Cluster analysis algorithms for data reduction and classification of objects", John Willy & Sons.
19. 建設省 土木研究所 道路部 道路研究室(1983), "道路の機能分類と交通特性に関する研究".

✉ 주 작 성 자 : 김주현

✉ 논문투고일 : 2002. 5. 9

논문심사일 : 2002. 9. 2 (1차)

2002. 10. 2 (2차)

심사판정일 : 2002. 10. 2

✉ 반론접수기간 : 2003. 2. 28