

■ 論 文 ■

불규칙변동 분해 시계열분석 기법을 사용한 AADT 추정

The AADT estimation through time series analysis
using irregular factor decomposition method

이 승 재

(서울시립대학교 교통공학과 조교수)

백 남 철

(한국건설기술연구원 연구원)

권 희 정

(서울시립대학교 교통공학과 석사)

최 대 순

(한국건설기술연구원 수석연구원)

도 명 식

(한국건설기술연구원 선임연구원)

목 차

I. 서론

- 1. 연구의 목적
- 2. 연구의 범위

II. 지점별 교통패턴 산출

- 1. 주기적 변동요인
- 2. 불규칙 변동요인

III. 시계열 분석에 의한 AADT 추정

- 1. AADT 추정식
- 2. 추정식의 평가
- 3. 잔차의 정규성 검정

VI. 결론

참고문헌

Key Words : AADT 추정, 시계열분석, 추세변동, 순환변동, 계절변동, 불규칙변동, 기상요인

요 약

교통량이 시간의 흐름과 관련이 있는 시계열 데이터라는 개념을 기초로 교통량 패턴을 시계열 분석을 사용하여 분해해 보고자 하였다. 교통량 패턴은 추세치(T)와 계절변동(S), 주기변동(C), 그리고 불규칙변동(I)으로 구분할 수 있었는데, 본 연구에서는 불규칙변동을 기상요인을 통해 설명하려는 시도를 하였다. 왜냐하면 교통의 주체인 사람들 행태의 특성상 기상의 변화와 관련이 깊다고 판단을 내렸기 때문이었다. 기상요인으로는 일우량, 일조량, 풍속, 주야율, 강설량, 기온 등 여러 가지가 있지만 교통량의 변화와 가장 관련이 깊다고 여겨지는 일우량과 최저기온을 이용하였다. 일단 시계열 성분을 분해하고 나면 이를 이용하여 AADT를 추정하게 되는데, 추정의 결과를 비교하기 위해 AADT 추정방법을 두 가지로 구분하였다. 즉, 기상요인을 사용했을 경우와 그렇지 않을 경우로 나누어 결과를 살펴보았다. 추정 결과를 비교하는 척도로는 RMSE와 U-test를 사용하였다. 결과를 보면 불규칙변동요인을 그대로 사용했을 때보다, 기상요인을 결합한 불규칙변동요인을 사용했을 때 더 추정력이 좋았다. 이것은 각 조사지점의 RMSE와 U-test값을 구한 후 그 지점의 AADT로 나누어 준 결과를 보고 알 수 있었다. 이 연구를 통해 우리는 불규칙변동요인 이용방법의 중요성에 대해 한번 더 생각해 보게 된다. 즉 그것을 설명하는 방법에 의해 기존보다 더 나은 모형을 얻을 수도 있다는 결론에 이르게 된다는 것이다.

1. 서론

1. 연구의 목적

도로의 설계나 계획에서 연평균 일 교통량(Annual Average Daily Traffic: AADT)은 중요한 지표로 사용되는 값이다. 이 값은 교통량 조사지점의 365일 조사자료를 365로 나누어서 구할 수 있다.

항시 교통량이 조사되는 상시조사지점의 경우는 그러한 방법으로 구할 수 있지만, 예산상의 제약으로 일년 중 몇 일만 교통량 조사가 행해지는 전역조사지점의 경우에는 얻을 수 없다. 하지만 이러한 지점에서 AADT를 알아야 할 필요가 있다.

기존에 사용된 방법에는 조사된 교통량의 일 평균을 사용하는 방법과 10월 셋째 주 목요일의 일 교통량을 AADT로 사용하는 방법이 있었다. AADT 추정기법이 점점 진보함에 따라 상시조사지점의 교통량 패턴을 분석하여 미리 몇 개의 그룹으로 나누고, 해당 그룹의 교통량 조정계수를 이용하여 보정하는 방법을 사용하는 단계에까지 이르게 되었다.

본 연구에서는 교통량이 시간에 영향을 받는 시계열이라는 개념을 이용하여 교통량 패턴을 시계열분석을 통해 분해해 내고자 하였다. 그리고 AADT 추정시에 시계열분석에 의해 얻어진 변동요인을 적용하는 보정방법을 시도해 보고자 하였다.

그런데 이러한 보정에 문제가 되는 것은 기상상태나 이벤트, 사고 등에 의한 불규칙 변동부분은 보정하지 못한다는 것이다.

불규칙변동은 알 수 있는 요인에 의한 불규칙 변동과 알 수 없는 요인에 의한 불규칙 변동으로 나눌 수 있는데, 본 연구에서는 알 수 있는 요인에 의한 불규칙 변동을 지속적인 자료를 얻을 수 있는 기상상태에 의한 부분으로 보았다. 이에 기상자료에 의한 불규칙 변동이 얼마나 되는지를 파악하고 이러한 변동부분을 고려하여 추정하는 방법을 사용하고자 하였다.

그리고 불규칙 변동 전체 중에서 기상변동에 의해 설명할 수 있는 부분 외에 기타 알 수 없는 불규칙 변동은 본 연구에서는 잔차라고 말한다.

2. 연구의 범위

현재 우리나라에서는 365일 조사가 이뤄지는 상시

조사(Permanent count)와 일년에 한번 24~48시간 동안 조사가 이뤄지는 전역조사(Temporary count)로 나누어 도로교통량 조사가 이뤄지고 있다. 여기서 대상이 된 것은 국도 상에 있는 상시조사지점의 자료 중 건설기술연구원의 DATABASE에 저장된 1999년도의 1시간 단위 교통량으로, 총 200여 개의 조사지점이 대상이 되는데, 실제 시계열 분석을 이용해 교통량 패턴분석을 적용한 지점은 11개 지점이다. 11개의 지점 중 9곳이 경기도 이천, 용인 광주 등이고 나머지 두 곳이 각각 경북 상주와 경남 밀양이다.

기상자료는 기상청에서 전국에 걸쳐 조사한 것으로 1999년도의 자료를 사용하되 교통량 조사지점과 일치하거나 가장 가까운 기상조사지점의 자료를 사용하였다.

II. 지점별 교통 패턴 산출

1. 주기적 변동요인

일반적으로 교통량 패턴을 언급할 때 사용하는 변동요인이다. 월변동은 매월마다 30일, 혹은 31일의 교통량의 일 평균을 구하여 그 지점의 AADT로 나누어 준 값으로 각 지점마다 12개 존재하고, 요일변동은 일년 중 해당요일 교통량의 일 평균을 구하여 AADT로 나누어 준 값으로 지점마다 7개씩 산출된다. 시간 변동요인은 주말을 제외하고 월~금까지 평일의 시간 교통량에 대해 매 시간마다 연평균을 구하는 것으로써 각 지점은 24개의 시간변동요인을 갖는다. 구하는 방법은 식(1)~(5)와 같다.

i, j : 각각, 월, 요일

FM_{ni} : n지점 i월의 월변동요인

FD_{nj} : n지점 j요일의 요일변동요인

FH_{ni} : n지점 1시간대의 시간변동요인

$$FM_{ni} = \frac{MADT_{ni}}{AADT_n} \quad (1)$$

$$FD_{nj} = \frac{\sum_{k=1}^{n(j)} DT_{nki}}{AADT_n} \quad (2)$$

DT_{nki} : n지점 k 번째 j 요일의 교통량

$$FH_{ni} = \frac{\sum_{j(=평일)} HT_{n \cdot j}}{\text{연중 평일의 일수}} \cdot AADT_n \quad (3)$$

HT_{ni} : n지점 j번째날 1시간대의 시간교통량

여기서,

$$MADT_{ni} = \frac{\sum_{j=1}^{n(i)} DT_{nj}}{n(i)} \quad (4)$$

$n(i)$: i월의 일수

$$AADT_n = \frac{\sum_{j=1}^{365} DT_{nj}}{365} \quad (5)$$

DT_{nj} : n지점 j 번째 날의 일교통량

2. 시계열적 변동요인

본 연구에서 사용할 변동요인을 구하기 위해 시계열분석을 적용하여 교통량패턴을 분석하였다. 시계열 자료를 분석하는 방법에는 ARIMA등이 일반적으로 활용되고 있으나, 자기회귀(AR)에 의한 경우로 볼 경우 5-10년 정도 축적된 자료가 있어야 한다.

현재 도로교통량조사체계는 구축 중이며 본 연구는 AADT에 관한 연구로서 1년을 단위로 하고 또한 이 구축되는 조사체계가 AADT추정에 활용성이 있는지를 평가하는데 의미가 있다고 볼 수 있다. 따라서, 본 연구의 범위에서 본다면 이동평균법(MA)을 이용한 분해법을 쓰는 것이 타당할 것으로 여겨진다.

시계열자료의 안에는 추세변동(T), 계절변동(S), 주기변동(C), 불규칙변동(I)이 속해있다. 여기서는 순차적으로 변동을 분해한 후, 기상자료를 이용하여 또 하나의 불규칙변동을 만들어 내었다.

1) 시계열분석

경제 경영분야에서 중요한 변수중의 하나는 시간인데 일정 기간에 걸쳐 어떤 변수를 관측한 결과를 숫자로 기록한 것을 시계열이라 한다. 이것은 자연적 요인은 물론 경제, 경영, 정치 및 사회적 영향들과 같은 여러

변화요인들의 상호작용에 의한 결과이다. 일반적으로 시계열 변동요인은 4개의 부분으로 분류할 수 있다.

(1) 추세변동(T)

GNP의 증가, 인구의 증가 등과 같이 오랜 기간에 걸친 시계열변동의 방향을 나타내는 것으로 변동의 방향은 상승추세에 있는 것과 하강추세에 있는 것이 된다. 이를 그래프로 작성하면 보통 직선이나 유연한 곡선으로 나타난다.

(2) 계절변동(S)

시계열의 반복적인 주기변동을 나타내는 것으로 주기의 단위는 일년 미만인 분기, 월등이 될 수 있다. 계절변동을 초래하는 요인으로는 기후와 전통적인 활동(추석, 설날) 등이다.

(3) 주기변동(C)

순환변동이라고도 하며 경기동향, 실업률 등과 같이 일정한 주기를 가지고 상하로 움직이는 변동을 말한다.

(4) 불규칙변동(I)

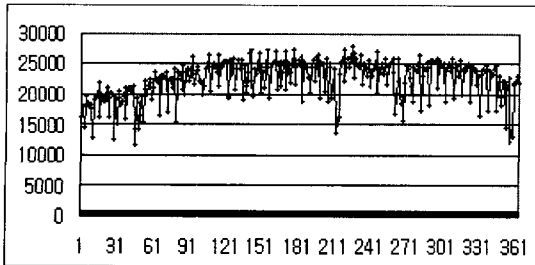
추세변동, 계절변동, 및 주기변동에 의하여 설명되지 않는 시계열의 그 밖의 다른 변동을 말한다. 불규칙변동을 초래하는 요인들에는 여러 가지가 있으며 이들은 본질상 확률적이다.

2) 시계열적 성분분해

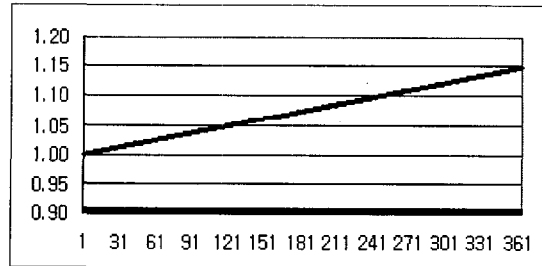
시계열 자료를 설명하는 식은 $Y = T \cdot S \cdot C \cdot I$ 이다.

추세변동은 선형추세를 이용하였고, 계절변동을 구할 때는 이동 평균법을 이용하였다. 교통량 변화의 주기가 하루, 일주일, 월, 그리고 1년을 단위로 하여 나타나게 되는데, 여기서는 일주일 단위의 변화를 기준으로 하여 7일 이동평균을 이용하였다. 그때의 이동평균부분(MA)은 TC와 같으므로 Y/MA 하면 SI를 구할 수 있다.

SI를 달별로 평균을 낸 것이 S 즉, 계절변동이 되고 앞에서 구한 T와 함께 이용하여 Y/TS 하면 CI를 구할 수 있다. 일년의 교통량의 분포를 살펴보면 주기변동이 요일변동요인과 같으므로 CI를 요일별로 평균한다. 이렇게 하면 I부분을 제거한 C를 구할 수 있다. 마지막으로 Y/TSC 하면 I를 구해낼 수 있다.



〈그림 1〉 원자료



〈그림 2〉 TREND

이렇게 I를 추출한 후에는 이를 기상요인과 결합하는 작업이 필요하다. 이는 교통패턴의 불규칙한 부분을 기상요소로써 표현하려는 것이다. 이 때는 회귀분석을 사용한다.

기후요소인 온도, 습도, 일우량, 풍향, 풍속, 이슬점온도, 일조량들 중 가장 교통량과 밀접한 관련이 있는 변수 몇 개를 선정하여 x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 라 놓고 위에서 구한 불규칙변동요인과의 회귀식을 만든다.

이렇게 만들어진 회귀식

$y = ax_1 + bx_2 + cx_3 + dx_4 + ex_5 + \varepsilon$ 을 이용하면 기상요소만으로도 불규칙변동요인을 찾아낼 수 있게 된다.

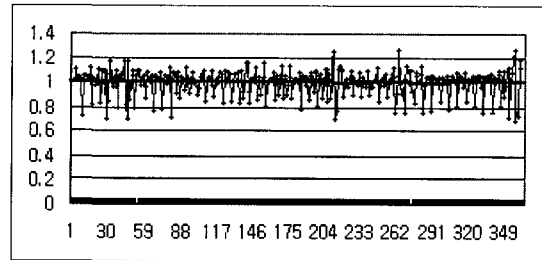
한 지점을 대상으로 시계열분석을 적용한 분석결과 중에서 시계열의 성분들이 제거되는 과정을 그래프로

살펴보면 〈그림 2〉와 같다.

〈그림 1〉은 365일 조사된 교통량을 나타낸 것이다.

〈그림 2〉는 1년 동안의 교통량 변화의 추이를 보여준다. 단순 회귀를 이용하여 구한 것으로 기울기가 (+)인 직선으로 나타난다.

다음으로 원자료 안에서 계절변동과 주기변동이 어떻게 나타나는가와 그 값을 제거했을 때 원자료의 성분이 어떻게 변하는가를 보도록 한다.



〈그림 3〉 SI와 계절변동(S)

〈그림 3〉에서 원자료처럼 위 아래로 변화 폭이 심한 것이 원자료를 MA(TC)로 나누어 구한 SI값이다. 그리고 직선의 형태를 갖는 것이 계절변동인데, 월별로 같은 값을 가지면서 1을 중심으로 위 아래로 변화하고 있다. 하지만 그 변화의 폭은 그다지 크지 않다.

앞에서 구한 S와 T로 원자료를 나누어 구한 값인 CI가 〈그림 4〉에 나타나 있다. 그리고 이 값을 일주일

시계열적 성분분해 순서

원자료 $Y = T \cdot S \cdot C \cdot I$

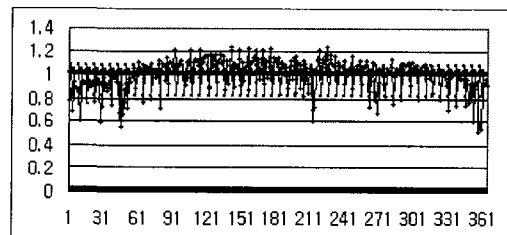
여기서,
 T : 추세변동, S : 계절변동
 C : 주기변동, I : 불규칙변동

▷ T구하기
 선형회귀를 통해 기울기 즉 T를 구함

▷ S구하기
 7일 이동평균(MA)을 구함
 $Y/MA = Y/TC = SI \because MA = TC$
 SI에서 불규칙변동은 월별로 평균을 내는 과정에서 소거됨

▷ C구하기
 앞에서 구한 T, S사용하여
 $Y/TS = CI$
 여기서도 I는 요일별로 평균을 내는 과정에서 소거됨

▷ I구하기
 마지막 과정으로 순차적으로 구한 T, S, C 모두를 이용함
 $Y/TSC = I$

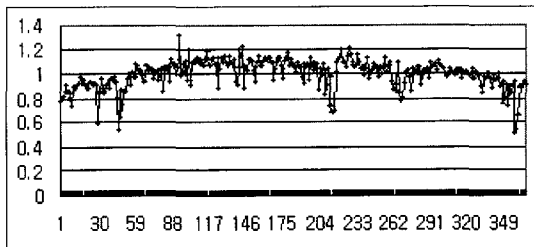


〈그림 4〉 CI와 주기변동(C)

단위로 나누어 평균을 구한 값인 C도 함께 표시되어 있다.

분석 대상이 된 자료가 1년 이내의 범위를 갖는 교통량이라는 특정 자료로써, 규칙적인 패턴을 보이는 주기를 여러 시간 단위별로 찾아볼 수 있다. 예를 들어, 하루, 일주일, 한 달을 단위로 비슷한 패턴을 보이고, 더 크게 여러 해를 대상으로 살펴보면 매년마다 같은 추세를 보인다. 그런데 이미 계절변동으로 월 단위를 썼으므로 이를 제외하면 하루, 일주일과 연 단위가 남는다. 분석 자료가 단 년도 자료이므로 연 단위는 주기변동기간으로 쓸 수 없다. 그리고 하루는 주기변동 기간으로 쓰기에 짧다. 즉 주기변동의 기간으로 쓰기에 일주일단위가 가장 적절하다. 그리고 연구결과에서도 일주일주기의 교통량 변동을 확인할 수 있었다. 그런 이유로 주기단위를 일주일로 설정하였다.

요일별로 CI값을 모아 평균을 구한 것이 C이다. 따라서 C는 요일마다 같은 값을 가지면서 일주일을 단위로 계속 반복된다.

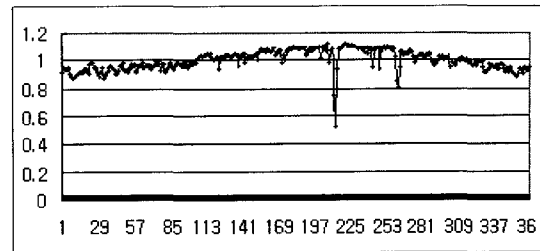


〈그림 5〉 불규칙변동 I

〈그림 5〉는 불규칙변동패턴을 보여준다. 불규칙변동은 앞에서 순차적으로 구한 T와 S, C값을 원자료에 나누어서 구한다.

이렇게 불규칙변동을 구하고 나면 기상요인과의 관계식을 구할 수 있다. 즉, 앞에서 구한 불규칙변동요인과 현재 조사되고 있는 기상요인 중에서 교통량에 영향을 미칠 것이라 여겨지는 최저기온과 강우량과의 관계를 구하는 것이다.

방법은 I와 강우량, 최저기온을 사용한 다중회귀를 이용하였다. I가 거의 1미만의 값을 감안하여 강우량과 최저기온에 0.1을 곱해 단위를 조정 후 관계식을 구하였다. 식(6)이 결과로 구한 I와 강우량, 최저기온의 관계식이다.



〈그림 6〉 기상요인에 의한 불규칙변동

$$I = 0.9539 - 0.00212 \times (\text{강우량}) + 0.0062 \times (\text{최저기온}) \quad (6)$$

〈그림 6〉은 식(6)에 의해 구한 기상요인에 의한 불규칙변동요인을 그래프로 나타낸 것이다. 이 값은 원래 불규칙 변동요인이 보여주던 패턴과 비교할 때, 그 큰 흐름은 비슷하지만 세부적으로 다른 형태를 보임을 알 수 있다. 즉, 여러 가지 복합적인 요인이 포함된 변동요인 중, 앞에서 선정된 기상요인에 의해서만 설명되는 부분을 나타내주는 그래프이다.

III. 시계열 분석에 의한 AADT 추정

시계열분석의 분해법에 의해 만들어진 변동요인을 이용하여 AADT를 추정한다. 여기서는 지점별로 교통량 패턴의 성분을 각각 분해하여 적용하게 된다.

1. AADT 추정식

추정에 사용되는 식은 미국의 FHWA(1995)에서 AADT를 추정하는데 사용했던 식(7)처럼 단기간 조사된 일교통량을 보정하여 연평균 일교통량을 만들어 내는 방식을 사용한다.

$$AADT_{hi} = \frac{1}{2} \sum (Vol_{hi} \times M_h \times D_h \times A_h \times G_h) \quad (7)$$

$AADT_{hi}$: 기능별분류h의 i지점에서의 연평균 일교통량

Vol_{hi} : 기능별분류h의 i지점에서의 24시간속 교통량

M_h : 기능별분류h의 적합한 월변동계수

D_h : 기능별분류h의 적합한 요일변동계수(만약 필요하다면)

C_h : 기능별분류h의 적합한 축 보정계수(만약 필요하다면)

G_h : 기능별분류h의 적합한 성장계수(만약 필요하다면)

식(7)에서는 보정계수로 월변동계수와 요일변동계수 그리고 축보정계수, 성장계수를 적용했지만 본 연구에서는 시계열 분석에 의한 보정계수를 사용한다.

1) 시계열 분석에 의한 방법 I

원래 시계열분해방법대로하면 추세치(T)가 추세에 의한 교통량을 가리키지만 여기서의 T는 1을 전후로 하는 값을 가지면서 기울기를 반영하는 계수이다. 대신에 지점의 실제 조사된 교통량을 곱해주게 되는데, 이는 AADT 추정시 조사된 시기의 계절변동요인과 주기변동요인을 찾아서 적용시켜주는 것처럼 조사된 시기의 교통량의 특성을 실제적으로 반영하기 위해서이다.

$$\widehat{AADT}_{imd} = ADT_{imd} \times T_i \times S_{im} \times C_{id} \times I_{imd} \quad (8)$$

\widehat{AADT}_{imd} : 조사지점(i)의 m월 d요일 추정 AADT

ADT_{imd} : 조사지점(i)의 m월 d요일에 조사된 교통량

T_i : 조사지점(i)의 교통량 추세치

S_{im} : 조사지점(i)의 평균 m월 계절변동요인

C_{id} : 조사지점(i)의 평균 d요일 주기변동요인

I_{imd} : 조사지점(i)의 m월, d요일의 불규칙변동요인

2) 시계열 분석에 의한 방법 II

$$\widehat{AADT}_{imd} = ADT_{imd} \times T_i \times S_{im} \times C_{id} \times I_{imd}^w \quad (9)$$

I_{imd}^w : 조사지점(i)의 m월, d요일의 기상에 의한 불규칙변동요인

시계열 분석에 의한 방법 I과 비교했을 때 차이점은, T, C, S는 그대로 쓰되 불규칙변동요인은 기상에 의한 불규칙변동요인을 가져다 쓴다는 점이다.

2. 추정식 평가

자료는 1999년의 교통량 데이터를 사용하였다. 임의로 선정된 총 11개의 지점을 대상으로 365일 각각에 대한 AADT를 추정하였다. 그런 다음 AADT 추정치를 그 지점의 실측 AADT와 비교하였다. 실측치와의 차이는 RMSE와 U-test 값을 구함으로써 상대적인 평가를 할 수 있다.

1) RMSE

$$RMSE_n = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\widehat{AADT}_{ni} - AADT_n)^2}{N}} \quad (10)$$

2) U-TEST

$$U_n = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\widehat{AADT}_{ni} - AADT_n)^2}{N}}}{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\widehat{AADT}_{ni})^2}{N}} + \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (AADT_n)^2}{N}}} \quad (11)$$

3) 평가

AADT를 추정하는 방법은 시계열분석을 이용한 추정식 두 가지를 모두 이용한다.

평가의 기준이 되는 RMSE와 U-Test 결과는 <표 1>에 제시하였다.

<표 1> 그룹별 AADT추정의 RMSE와 U-test

	시계열 I		시계열 II	
	RMSE	U-test	RMSE	U-test
지점 1	7096	0.23136	6198	0.20589
2	11000	0.19896	10724	0.19350
3	6683	0.19172	2909	0.08754
4	8646	0.37389	5664	0.26200
5	4840	0.45040	4493	0.42748
6	15035	0.23150	6120	0.10220
7	6123	0.29738	2343	0.12835
8	3907	0.27050	2200	0.16724
9	2746	0.21380	1453	0.11823
10	3673	0.18690	1472	0.07957
11	3531	0.36064	2936	0.30458

〈표 1〉만을 보면 RMSE의 크기가 실측 AADT와 얼마나 차이가 나는 값인지 알 수 없다. 따라서 두 값의 비율을 상대적으로 비교해 보았다.

〈표 2〉는 $\frac{RMSE}{\text{실측}AADT}$ 를 구한 결과이다.

〈표 2〉 RMSE와 실측 AADT와의 비율

	실측 AADT	시계열 I (%)	시계열 II (%)
지점1	12020	59	52
2	22476	49	48
3	17057	39	17
4	8281	104	68
5	3043	159	148
6	30154	50	20
7	8935	69	26
8	6185	63	36
9	5840	47	25
10	9612	38	15
11	3384	104	87

교통량 조사 지점의 AADT가 클수록 오차도 커지므로 RMSE값이 절대적인 비교에 의해 작은 값을 갖는 것은 큰 의미가 없다. 그런 의미에서 위 표 2에서 구한 값이 더 중요성을 띠게 된다.

가장 오차를 크게 보이는 지점이 지점 5와 11이다. 즉, 지점 5가 실측 AADT의 1.5배 수준에서 RMSE 값을 보여주는가 하면, 지점 11은 실측 AADT와 거의 같은 수준에서 RMSE가 나타나고 있다. 이를 제외하고 보면 시계열분석에 의한 추정법 I은 40~70% 정도의 값을 보여준다. 이에 반해 시계열에 의한 추정법 II는 몇 지점을 제외하고 15~50%내외의 값을 나타

내어 추정법 I보다는 예측력이 우수함을 알 수 있다.

ADT를 보정하는 요인 중 불규칙변동요인에서만 차이가 나는 두 식의 결과로써 이러한 결과가 나왔으므로 다음과 같은 결론을 이끌어 낼 수 있다. 즉 불규칙변동을 어떻게 설명하느냐가 시계열분석에 의한 추정식의 정확도에 상당히 중요한 영향을 끼친다는 것이다. 다시 말해서 불규칙변동을 설명하는 변수를 선정할 때에 상관성 분석이나 요인분석 등을 사용해서 좀더 중요도가 큰 변수를 선정 후 이를 적용한다면 지금보다 더 나은 추정식의 정확도를 이끌어 낼 수 있음을 말해 준다.

3. 잔차의 정규성 검정

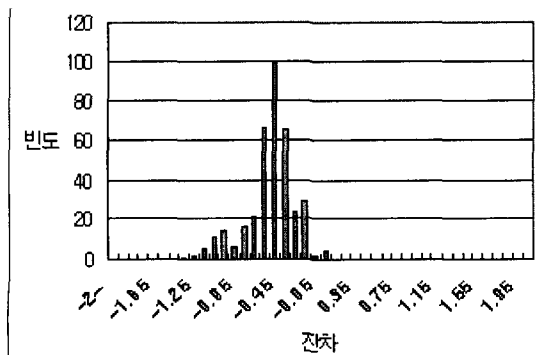
다음으로 시계열분석을 이용한 AADT 추정 결과의 잔차를 분석해 본다. 시계열분석에 의한 추정식은 두 가지이지만 여기서는 대표적으로 기상자료를 이용했을 때의 4개 지점에 대한 잔차 분포를 그래프로 그려 보았다.

여기서 잔차 즉 추정오차는 식(12)와 같이 표현된다.

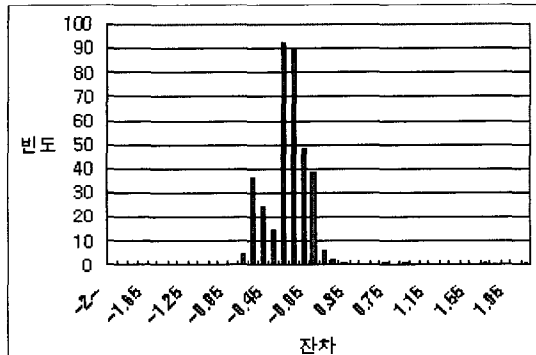
$$\text{추정오차} = \left| \frac{\text{추정 AADT} - \text{실측 AADT}}{\text{실측 AADT}} \right| \quad (12)$$

정확하게 정규성을 띤다고는 볼 수 없으나 대체적으로 종모양의 정규분포 형태를 나타냄을 알 수 있다.

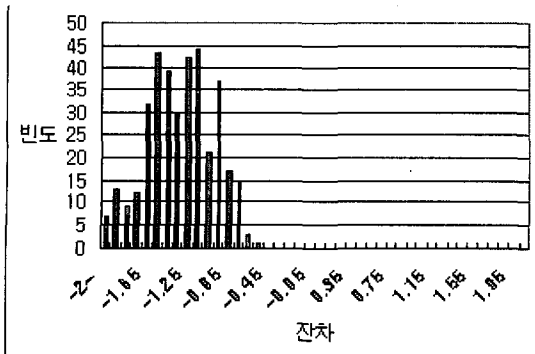
이제 SAS를 이용한 정규성 검정 결과를 살펴보자. 이때 사용하는 것이 샤피로-윌크스 검정인데 이것은 정규분포에 대한 귀무가설을 검정한다. 식(13)은 검정 통계량 W를 구하는 식이다.



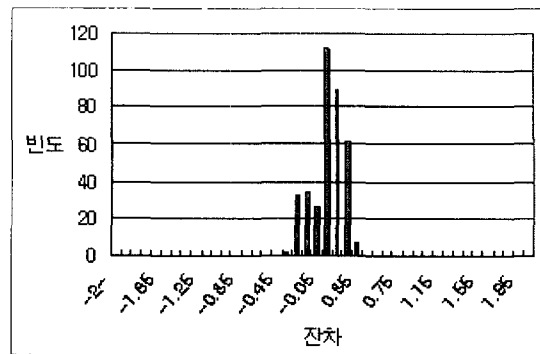
〈그림 7〉 지점1의 잔차분포



〈그림 8〉 지점3의 잔차분포



〈그림 9〉 지점5의 잔차분포



〈그림 10〉 지점6의 잔차분포

〈표 3〉 SAS를 이용한 정규성 검정 결과

	Mean	Std Dev	W:Normal	Skewness	Kurtosis	Pr<W
지점1	-5934	2816	0.9216	-0.9349	1.2971	0.0001
지점2	-10045	2909	0.9073	1.9392	12.5475	0.0001
지점3	-3412	3213	0.7543	4.1186	37.4991	0.0001
지점4	-3457	3180	0.9230	0.8700	4.4258	0.0001
지점5	-4022	990	0.9684	-0.1479	-0.5510	0.0001
지점6	1835	4650	0.9205	-0.6709	-0.2913	0.0001
지점7	-63	1942	0.9257	-0.7397	-0.0735	0.0001
지점8	-432	1646	0.9694	-0.0645	1.0749	0.0003
지점9	-106	1143	0.9666	0.1040	2.7066	0.0001
지점10	-2980	1344	0.8837	0.3622	2.7682	0.0001
지점11	-1933	2099	0.8551	0.7245	-0.8604	0.0001

$$W = \frac{\sum (X_{(i)} - \bar{X})(z_i - \bar{z})}{\sqrt{\sum (X_{(i)} - \bar{X})^2} \sqrt{\sum (z_i - \bar{z})^2}} \quad (13)$$

여기서 X_i 는 i 번째 순서통계량이며, z_i 는 i 번째 표준정규점수이다. 이 값은 0과 1사이의 값을 갖고, p 값은 W 통계량이 제시된 값보다 작을 확률을 의미한다. W 값은 1에 가까울수록 정규분포에 가깝다는 것을 의미한다.

결과는 〈표 3〉에 나타나 있다.

W 값이 전체적으로 0.7이상으로 나타났고 0.9가 넘는 그룹이 9개로서 잔차들이 정규성을 갖는다고 말할 수 있다. 즉 시계열분석을 이용한 방법은 AADT를 추정하는데 무리가 없는 것으로 결론을 짓는다.

VI. 결론

교통량은 시간의 흐름에 영향을 받는 자료로써 시

계열이라고 볼 수 있다. 이점에 착안하여 각 지점의 교통량을 시계열분석의 분해법으로 성분분해 하였다. 그 다음 분해된 결과를 이용하여 AADT를 추정하였다.

또, 시계열의 성분 중에 불규칙변동이 있는데 이를 기상자료와 연결하여 설명해 보고자 하였다. 그러한 시도로 기상자료 중 교통량과 가장 관련이 있을 것이라 여겨지는 최저기온과 일우량을 선정한 후 불규칙변동요인과의 관계식을 구했다. 그리고 그것에 의해 만들어진 불규칙변동요인을 AADT 추정에 사용하였다.

모형의 AADT 추정능력 평가방법으로 RMSE와 U-test를 사용하였고, 추정방법 두 가지에 대해 적용하여 구한 후 비교하였다. AADT 추정능력은 기상과 연결된 불규칙변동요인을 사용했을 경우가 훨씬 좋았다.

마지막으로 잔차의 분포도와 SAS에서의 샤피로-윌크스 검정을 사용하여 잔차의 정규성 검정을 해 보았다. 두 방법모두 정규성을 나타내는 것으로 결론을

지을 수 있었는데 그 중에서도 기상자료를 연결하였을 경우가 더 좋았다.

본 연구를 통해 시계열분석을 이용한 AADT 추정법의 타당성을 알 수 있었다. 비록 추정 오차의 실측 AADT에 대한 비율이 다소 높아 보이기 는 하지만 추정식 두 가지를 비교함으로써 중요한 점을 발견할 수 있었다. 즉 불규칙변동을 어떻게 설명하느냐가 추정식의 가치를 결정짓는다는 것이다. 본 연구에서 사용한 방법으로도 기상요인 두 가지를 연결했을 때 추정식의 오차가 훨씬 줄어들었다.

따라서 교통량 패턴 중 불규칙변동요인을 가장 잘 설명할 수 있는 요인을 찾아내기 위한 차후 연구가 필요해 보인다.

참고문헌

1. 윤여환 외 4인(2000), "연평균 일 교통량 추정을 위한 도로교통량 조사지점의 그룹핑 연구", 한국건설기술연구원.
 2. 국토개발연구원(1993), "도로교통량 조사 및 관리제도 개선연구- 최종 보고서".
 3. 유지성(1997), 현대통계학, 박영사.
 4. 노형주(1999), 다변량 데이터의 통계분석, 석정출판사.
 5. FHWA(1995), Traffic Monitoring Guide.
 6. Y. Al Hassan, Derek J.Baeker(1999), "The impact of unseasonable or extreme weather on traffic activity within Lothian region, Scotland", Journal of Transport Geography 7, pp.209~213.
 7. Satish C. Sharma Brij M. Gulati Samantha N. Rizak(1996), "Statewide traffic volume studies and precision of AADT estimates", Journal of Transportation engineering.
 8. Patricia S. Hu Tommy Wright Tony Esteve (1998), "Traffic count estimates for short-term traffic monitoring sites", TRR1625, pp.26~34.
- ♣ 주 작 성 자 : 권희정
 ♣ 논문투고일 : 2001. 6. 6
 논문심사일 : 2001. 9. 24 (1차)
 2001. 11. 19 (2차)
 심사판정일 : 2001. 11. 19