

경제성분석시 통행시간절감편익 개선방안에 관한 연구

A Study on Ways to Improve Benefits of Travel-time in Analyzing the Economic Efficiency

이수일* · 이승재**
Lee, Sooil · Lee, Seungjae

Abstract

This research has reviewed the ways to improve the benefits of shortening of transit hours among the benefit items in analysis of economic efficiency. The existing way of calculating the benefits of shortening the transit hours in analysis of economic efficiency has been using O/D in peak to multiply by 365. This method has a problem of not considering the change of traffic according to the month and the day of the week. To improve such problem, the volume of traffics at 361 regular research branches of the chronological statistics of traffic volume was used to analyze the pattern change of traffic volume per day of the week and per month by t-test and cluster analysis. The results show a difference in traffic volume according to the day of the week and the month. In the research example, a supposed O/D and network were used to apply weight per day of the week and per month to see a slight difference with the existing method of calculating benefits of shortening the transit hours. This signifies the necessity to study about the weight to consider the change pattern of traffic volume.

Keywords : *benefits of shortening of transit hours, the change of traffic, cluster analysis, the weight*

요 지

본 연구는 경제분석기법에서 편익항목의 통행시간절감편익의 개선안을 살펴보았다. 기존의 경제성분석 시 통행시간절감편익의 계산방법은 피크시간대의 O/D를 이용하여 365를 곱하여 산정하고 있다. 이 계산방법의 문제점은 요일에 대한 교통량변화, 달에 대한 교통량변화를 고려하지 못하는 것이다. 이러한 분석점을 개선하기 위하여, 군집분석과 t-검증을 통하여 달별, 요일별 비슷한 교통량 패턴이 가지는 것끼리 묶었다. 이러한 결과값은 요일별과 월별로 교통량의 차이가 발생하는 것으로 나타났다. 본 연구에서는 이러한 요일별, 월별 가중치를 적용하여 pilot 예제를 통해 통행시간절감분을 계산하였더니 기존의 방법에 비해 다소 적게 도출되는 것을 알 수 있었다. 본 연구는 교통량의 변화패턴을 고려한 가중치 연구에 의의를 둘 수 있다.

핵심용어 : 통행시간절감분 편익, 교통량 변화량, 군집분석, 가중치

1. 서 론

도로건설사업의 예비타당성 평가는 교통수요 및 건설비용 등 많은 요소들이 고려된 경제성 분석을 통하여 결정된다. 그 중 편익항목의 80% 이상을 차지하고 있는 것은 도로통행시간 절감분 및 운행비용 절감분이며 이는 사업 미시행시에서 사업시행시의 영향권 내의 총 통행시간의 차이로 계산된다. 그러나 기존의 교통수요 4단계 추정방법의 마지막 단계인 통행배정 단계에서의 BPR함수를 이용한 통행시간 산정 결과를 직접 사용하기에는 다소 무리가 있다. 침두시 한 시간의 통행배정 결과는 하루의 시간대별, 월별 교통량의 변화 등을 고려하지 못하고 1년간의 편익을 계산하고 다시 목표연도 만큼 누적하여 계산함으로써 통행시간 절감편익이 다

소 과대하게 추정되고 있는 실정이다. 본 연구에서는 기존의 통행시간 예측방법을 살펴보고, 보다 현실성을 잘 반영할 수 있는 통행시간 예측방법의 개선방안을 도출하고자 한다.

2. 기존문헌 연구

기존문헌 연구에서는 통행시간절감편익을 계산하는 과정과 한계점을 도출하였다.

2.1 통행시간절감분의 편익비중

기존의 도로·철도부분 사업의 예비타당성 조사의 결과를 토대로 통행시간절감비용이 전체 편익에서 얼마 만큼의 비중을 차지하는 지를 살펴본 결과 전체 편익 중 84%를 차

*정회원 · 서울시립대학교 도시과학연구원 연구교수 (Email : sooillee@korea.com)
**교신저자 · 서울시립대학교 교통공학과 교수 (Email : sjlee@uos.ac.kr)

지하는 것으로 나타나 도로·철도사업의 예비타당성 분석시 통행시간절감편익이 차지하는 비중은 상당히 높은 비중을 차지하고 있다. 따라서, 통행시간절감편익의 계산은 경제성분석에 큰 영향을 미치므로 세분화된 연구분석이 필요하다.

2.2 기존 통행시간 편익 산정방법

도로·철도부본사업의 예비타당성 표준지침에서는 하루 교통량 O/D를 한 시간 교통량 O/D로 만들어서 교통량 지체함수(VDF¹⁾)를 이용하여 네트워크에 통행배정함으로써 통행시간을 산정하는 방법으로 제시하고 있다. 이중 최근에 바뀐 부분 중 통행시간예측과 직접적으로 관련이 있는 부분을 살펴보면 다음과 같다.

통행배정은 피크시간대와 비피크시간대로 구분하여 1시간 교통량을 기준으로 분석하는 것을 원칙으로 한다. KTDB의 O/D 자료는 1일 통행량 기준이므로, 피크 1시간 및 비피크 1시간 비중을 고려하여 통행량을 환산한다.

피크 지속시간은 10시간으로 피크 1시간 교통량 비중은 7.5%로 가정하고 비피크 지속시간은 9시간으로 교통량 비중은 2.5%로 가정하여 통행시간 편익을 산정한다. 이렇게 하루 편익을 산정한 값에 365를 곱하여 일년치의 편익을 계산하는 방법이다.

통행배정은 교통량지체함수(VDF)에 의해 이루어지기 때문에 통행시간절감편익에 직접적으로 영향을 주는 요인이라고 볼 수 있다. 따라서 KTDB, 수도권자료, 5대광역시자료에 대한 각각이 교통량지체함수를 제공하고 있는 실정이다.

표 1. 사업별 편익분포비율

구분	통행시간	운행비용	교통사고	환경비용	운영자수입	총편익	
전체평균	0.76	0.22	0.04	-0.01	-0.01	1.0	
지하철	0.695	0.24	0.0	0.065	0	1.0	
도시철도	광주	0.775	0.21	0.01	0.005	0	1.0
	대구	0.65	0.27	0.08	0.01	0	1.0
철도	0.66	0.30	0.04	0.03	-0.03	1.0	
도로	0.84	0.16	0.04	-0.04	0	1.0	

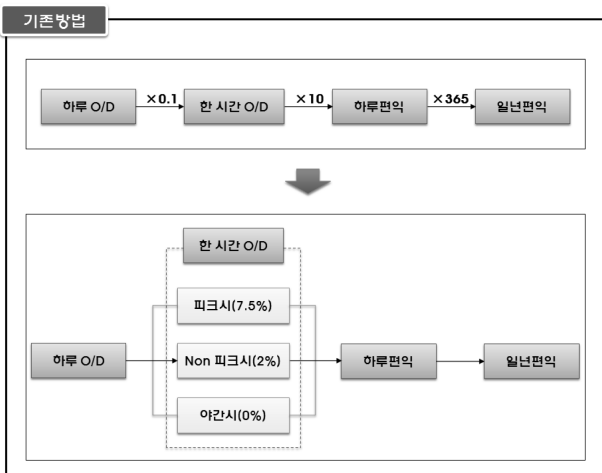


그림 1. 기존 연구의 통행시간 편익산정과정

1) VDF는 Volume-Delay Function으로 교통량에 따라 통행지향을 생성하는 함수임.

표 2. 피크시간대의 지속시간과 비중

구분	지속시간	비중
피크 시간	10	7%
비피크 시간	9	2.5%
심야 시간	5	0

KTDB에서는 O/D 및 Network에 상응하는 VDF 함수의 파라미터 값을 도로유형별로 제시하고 있으며, 이는 전국, 수도권, 5대 광역시의 자료로 구분되며, 이 3가지 DB에서 제시하고 있는 도로유형별 VDF 함수값을 서로 상이한 실정이다.

전국 자료의 VDF 함수값과 도로 유형별 파라미터 값은 KTDB에서 제시하고 있으며, 그 내용은 다음과 같다.

$$T = T_0[1 + \alpha(v/c)^\beta] + \text{구간거리} \times \text{가중치} \quad (1)$$

여기서, T : 링크 통행시간(일반화 비용, 분)

T_0 : 링크 자유통행시간(시간비용, 분)

v : 링크 교통량(pcu/시)

c : 링크 용량(pcu)

α, β : 파라미터

가중치: (통행요금/Km)/[차종별 시간가치]

수도권 자료의 VDF 함수값과 도로 유형별 파라미터 값은 서울시정개발연구원에서 제시하고 있으며, 그 내용은 다음과 같다.

$$T = [60 \times (L/S_M) + D] \cdot [1 + \alpha(v/c)^\beta] + \text{구간거리} \times \text{가중치} \quad (2)$$

여기서, T : 링크 통행시간(일반화 비용, 분)

L : 링크거리(Km)

S_M : 자유속도(Km/h)

D : 교차로 지체시간(분)

표 3. 전국 도로 유형별 VDF 파라미터 값

VDF	도로유형	자유속도	α	β	1차로당 용량	가중치 (분/km)
1	1차로 고속도로	80	0.58	2.4	1,600	0.094
2	2차로 고속도로	117	0.645	2.047	2,200	0.188
3	3차로 이상 고속도로	119	0.601	2.378	2,200	0.226
4	1차로 국도	70	0.15	4.0	750	
5	2차로 국도	80	0.15	4.0	1,000	
6	3차로 이상 국도	90	0.15	4.0	1,000	
7	편도 1차로 지방도, 국지도	60	0.15	4.0	750	
8	편도 2차로 지방도, 국지도	70	0.15	4.0	1,000	
9	편도 3차로 이상 지방도, 국지도	80	0.15	4.0	1,000	
10	시군도	40	0.15	4.0	200	
11	존 중심 연결 링크	20	-	-	99,999	
12	편도 3차로 이상 도시고속국도	90	0.58	2.4	2,200	
13	편도 2차로 이하 도시고속국도	90	0.15	4.0	2,000	
14	고속도로 연결램프	50	0.15	4.0	1,600	

v : 링크 교통량(pcu/시)

c : 링크용량(pcu)

α, β : 파라미터

가중치 : (통행요금/Km)/[차종별 시간가치]

5대 광역시 자료의 VDF 함수값과 도로 유형별 파라미터 값은 KTDB에서 제시하고 있으며, 그 내용은 다음과 같다.

$$T = T_0 [1 + \alpha(v/c)^\beta] + \text{구간거리} \times \text{가중치} \quad (3)$$

여기서, T : 링크 통행시간(일반화 비용, 분)

T_0 : 링크 자유통행시간(시간비용, 분)

v : 링크 교통량(pcu/시)

c : 링크 용량(pcu)

α, β : 파라미터

가중치 : (통행요금/Km)/[차종별 시간가치]

2.3 통행저항함수 관련연구

통행저항함수와 관련된 연구는 국내·외에서 활발하게 진행되고 있으며, 현재까지 진행된 연구들의 내용 및 문제점을 살펴보았다.

장덕형(1993)은 1971년부터 1991년까지 21년간의 고속도로 O/D자료를 이용하여 고속도로통행의 지체함수 산출을 시도하였다. 1992년 우리나라에서 제정된 도로용량편람에 근거

하여 도로용량을 산출하고 고속도로에서 관측된 속도 등의 자료를 활용하여 서비스 수준에 따라 BPR식의 파라미터를 검증하였다.

강호익(1996)은 고속도로 교통관리 시스템의 차량검지 시스템에서 수집된 자료와 전국 국도에 설치된 상시 교통량 조사 장비에서 수집된 자료를 이용하여 BPR식의 파라미터를 산정하였다. 연구결과들은 첫째, 기존 제시된 함수의 적합도 검증과 둘째, 주로 BPR 식의 파라미터 도출에 그 초점을 맞추고 있는데 우리나라의 도로 및 교통여건에 맞는 통행저항함수 모형의 연구 개발이 이루어지지 않았음을 알 수 있다.

이연화(2003)은 통행비용함수인 BPR함수는 실제 교통류에 비해 속도가 교통량에 민감하게 반응하며, 지체를 과소 추정하는 약점을 가지고 있어서 단속류 도로망의 배정에 있어서 신뢰성이 떨어짐을 제시하였다. 그리고 통행시간을 도로구간의 통행시간을 의미하는 링크지체와 교차로에서의 지체를 의미하는 노드지체로 구분되어 질 수 있는데, 일반적으로 서울과 같은 도시부에서의 통행시간은 신호시간 등의 영향을 많이 받기 때문에 노드 지체가 크기 때문에 고려하지 않을 수 없다. 그래서 통행비용함수의 문제점을 개선하기 위해 신호현시를 입력하는 방법이 있으나, 통행배정의 네트워크 상의 모든 교차로의 신호현시를 입력하는 것은 현실적으로 불가능한 문제점을 제시하였다.

김병기(2003)의 연구는 외국의 교통체계를 기초로 정립된 통행저항함수 모형을 우리 실정에 그대로 적용하기에는 무리가 있다고 보았으나, 우리나라에서는 주로 외국에서 개발한 통행저항함수를 사용해 왔다. 따라서 주어진 도로와 교통의 환경여건에서 통행비용의 변화를 반영할 수 있는 정확한 통행저항함수의 필요성을 제시하였으며, 국도상에 설치되어 있는 교통량 조사장비를 통하여 교통량, 속도, 점유율 등의 자료를 통하여 통행저항함수를 BPR모형, 직선모형, 지수모형을 통하여 추정하였다.

Horowitz는 기존의 BPR공식이 1965년 HCM을 개발할 때 사용된 자료에 근거하여 만들어져 있다는 점에 착안하여 1985년 HCM에 근거한 일련의 속도-교통량 관계식을 개발하였고, 교차로에서의 지체를 차량의 속도에 반영할 수 있는 방법을 개발하였다. BPR공식의 계수 α 와 β 값을 도로의 특성별로 달리 제시하였으며, 교차로가 있는 시설에 대해서는 교차로 용량을 추정하는 공식을 다음과 같이 제시하였다.

표 4. 수도권 자료의 도로 유형별 VDF 함수 파라미터 값과 차로용량

VDF	도로유형	자유속도 (km/h)	α	β	1차로당 용량	링크당 교차로 지체시간(D)
1	고속도로	90	0.5	2	1,100	0.33분
2	도시 고속도로	80	0.5	2	1,000	0.33분
3	간선도로	60	0.5	2	800	0.33분
4	보조간선도로	50	0.5	2	700	0.33분
5	집·분산도로	50	0.5	2	550	0.33분
6	국도	70	0.5	2	800	0.33분
7	지방도	70	0.5	2	700	0.33분
8	교량/터널	70	0.5	2	1,000	0.33분
9	램프	40	0.5	2	500	0.33분
10	고가	70	0.5	2	900	0.33분

표 5. 5대 광역시 자료의 도로 유형별 VDF 함수 파라미터 값과 차로용량

VDF	도로유형	자유속도 (km/h)	α	β	1차로당 용량	
1	고속도로	100	0.645	2.047	2,200	
2		도시고속도로	90	0.58	2.4	2,000
3	주간선	국도	60, 80	0.15	4.0	750, 1000
4		시도	70	0.15	4.0	800
5		국지도·지방도	80	0.15	4.0	1,000
6,7	보조간선	국지도·지방도	60	0.15	4.0	750
8	집분산	시도	40	0.15	4.0	500
9	기타	교량, 램프	60	0.15	4.0	1,000
10		터널, 고가				

$$c = s \left[\frac{Y}{(Y+Y'')} \right] \frac{[C-L]}{C} \quad (4)$$

여기서, c : 주접근의 용량

s : 주접근로의 모든 현시에 걸친 평균포화유율

Y : 주접근로나 대향 접근로의 최대 V/S비

Y'' : 주접근와 그 대향 접근로를 제외한 모든 상층 접근로의 최대 V/S비

C : 주기

L : 주기당 손실시간

Alcelik 공식은 대기행렬이론에 근거한 공식으로서, 입력자료로서 자유여행시간을, 분석기간의 길이, 링크의 용량, 그리

고 시설이 용량에 있을 경우의 여행시간을 이용하여 통행 시간을 예측할 수 있으며, 도시부에 적용도가 높다.

$$t = t_0 + \left[0.25T(x-1) + \sqrt{(x-1)^2 + \frac{8J_A}{QT}x} \right] \quad (5)$$

여기서, t : 단위 거리당 평균통행시간
 t_0 : 단위 거리당 자유속도 통행시간
 x : 포화도(V/C비)
 Q : 용량
 J_A : 지체변수

영국 교통부에서는 1985년 도시부, 교외부 및 도시간 도로 등 지역구분에 따라 여러 형태의 링크에 대하여 교통량-속도 관계의 함수를 제시하였다. 또한 교통량 수준에 따라 다음과 같이 3단계로 교통량-통행시간 관계식을 제시하였다.

$$T = d/S_0, \quad V < F_1$$

$$T = (d/S)(V) = \frac{d}{S_0 + SS_{01}F_1 - SS_{01}V}, \quad F_1 \leq V \leq F_2 \quad (6)$$

$$T = d/S_1 + (V/F_2 - 1)/8, \quad V > F_2$$

여기서, t : 단위 거리당 평균통행시간
 t_0 : 단위 거리당 자유속도 통행시간
 x : 포화도(V/C비)
 Q : 용량
 J_A : 지체변수

2.4 기존의 통행시간편의 산정의 한계점

에비타당성조사의 경제성분석 중 가장 큰부분을 차지하는 편익이 통행시간절감편익이다. 앞서 살펴보았지만 기존의 통행시간편의 산정시 한계점으로 대두 되고 있는 점을 간략히 정리하면 다음과 같다.

첫째. 한시간 O/D의 분류 및 조사

교통수요 예측에서 도출되는 최종 O/D는 단위가 하루 통행량 기준이다. 그러나 통행배정시 이것을 제어하는 교통량 지체함수인 BPR함수는 시간당 용량에 따른 교통량의 비에 따라 통행시간을 산정하기 때문에 하루 O/D가 아닌 침두, 비침두시간대의 O/D구축이 필요하다.

기존의 기준은 침두시(7.5%), 비침두시(2%)로 지속시간은 각각 10시간, 9시간으로 보고 야간 5시간은 편의의 계산에서 제외하고 있다. 현재의 분류로는 통행량의 구분이며, 방향성을 가지지 못하는 문제점이 있다.

둘째. 자유속도 예측식 개발

BPR함수에서 자유속도는 아주 큰 의미를 가지고 있다. 왜냐하면 O/D의 처음 50%가 통행배정 될 때 자유속도에 영향을 받은 다음 V/C에 따라 통행시간이 조정되어 통행배정되기 때문이다. 따라서, 자유속도를 기준과 같이 고정된 값으로 주기보다는 도로의 특성을 반영한 속도 산정이 가능하도록 만들어야 한다.

셋째. 요일별, 계절별 교통량 변화 반영

기존의 통행시간 절감편익의 계산과정에는 하루 O/D를 하

루시간대별 특성과 지속시간으로 고려할 뿐이지 요일별, 계절별 교통량 변화는 반영하지 못하고 있는 실정이다. 주중과 주말의 교통량 변화패턴과 월별 교통량 변화패턴을 도시부와 지방부, 도로의 유형별로 나누어 특성이 같은 구간을 묶고 분류하여 가중치를 부여하는 방식의 연구접근이 필요하다. 특히 관광도로의 성격이 강하게 나타나는 도로의 통행시간 절감편의 산정 시 보다 현실적인 접근이 가능할 것으로 판단된다.

3. 통행시간절감편의 개선방안

본 연구에서는 앞서 도출한 한계점 중 자료부분과 교통량 지체함수를 제외한 요일별, 월별 교통량변화를 반영하여 개선안을 제시하였다.

기존의 통행시간 절감편의의 계산과정에서는 하루 O/D를 시간대별 특성과 지속시간으로 고려할 뿐 월, 요일별 교통량 변화는 반영하지 못하고 있다. 따라서 2006년 도로교통량 통계연보에서 제시하고 있는 일반국도 361개 상지조사지점에 대한 월, 요일별교통량 현황분석을 통하여 교통량 패턴의 특성을 살펴보았다.

3.1 요일별교통량 패턴변화

요일별교통량의 변화는 분석대상도로의 위치가 도시부, 지방부에 따라 교통량의 변화패턴이 나타나며, 크게 3가지 형태로 구분되어 진다. 첫째는 주말교통량이 주중교통량보다 많은 형태, 둘째는 주말교통량이 주중교통량보다 적은 형태, 셋째는 주말교통량과 주중교통량의 변화가 거의 없는 형태로 구분되어지며, 이러한 특성은 그림 3과 같이 나타난다.

요일별 교통량의 변화에 대한 통계적 검증을 위하여 t-test를 실시하였으며, 우선 전국교통량을 대상을 집단을 주중평균교통량과 주말평균교통량으로 구분하였으며, 이에 대한 가설설정내용은 다음과 같다.

- H_0 : 전국교통량의 주중평균과 주말평균에는 차이가 없다.
- H_1 : 전국교통량의 주중평균과 주말평균에는 차이가 있다.

전국 요일별 교통량에 대한 t-test결과 Sig. 값이 .000으로 유의수준 5%이내에서 유의한 것으로 나타나 전국교통량의 주중평균과 주말평균은 차이가 있는 것으로 분석되었다.

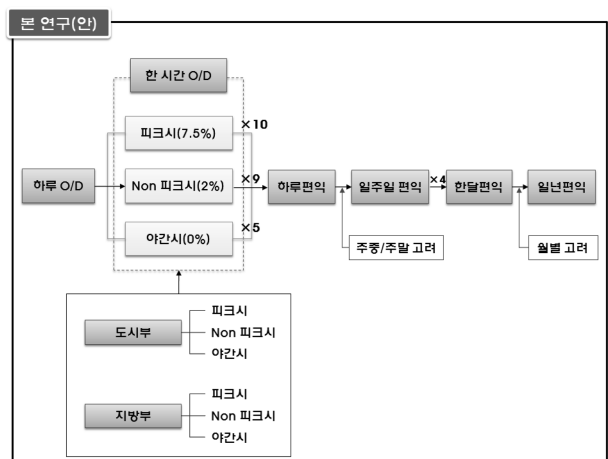


그림 2. 통행시간 절감편의산정 개선안

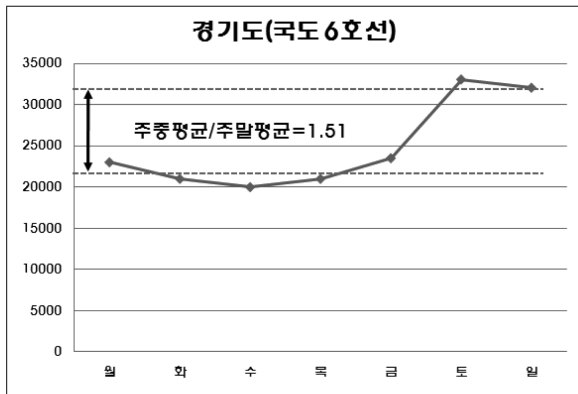
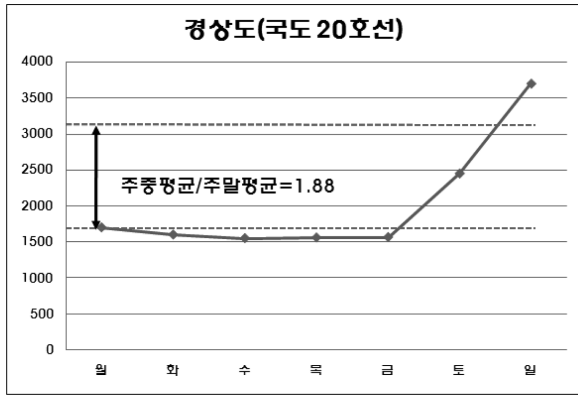


그림 3. 요일교통량의 변화패턴

Paired Samples Test								
	Paired Difference				t	df	Sig. (2-tailed)	
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower				Upper
Pair 1 주중평균- 주말평균	-787.249	2610.337	137.386	-1057.430	-517.069	-5.730	360	.000

다음으로 도시부에 해당하는 경기도의 주중평균교통량과 주말교통량에 대한 t-test를 실시하기 위하여 다음과 같이 가설을 설정하였다.

- H_0 : 경기도교통량의 주중평균과 주말평균에는 차이가 없다.
- H_1 : 경기도교통량의 주중평균과 주말평균에는 차이가 있다.

경기도 요일별 교통량에 대한 t-test결과 Sig. 값이 .734로 유의수준 5%이내에서 유의하지 않은 것으로 나타나 경기도 교통량의 주중평균과 주말평균은 차이가 없는 것으로 분석되었다. 이는 경기도의 특성상 비교적 도시의 규모가 큰 지역으로 차량의 통행행태가 주중과 주말의 차이가 없이 비교적 비슷한 교통량을 유지함을 의미한다. 따라서 통행시간 절감편익의 산정시 도시부와 지방부를 구분하여 적용할 필요성을 나타내는 부분이다.

Paired Samples Test								
	Paired Difference				t	df	Sig. (2-tailed)	
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower				Upper
Pair 1 주중평균- 주말평균	-190.587	4437.038	559.014	-1308.041	-926.866	-341	62	.734

3.2 월별교통량 패턴변화

월교통량의 변화는 분석대상도로의 지리적 특성에 따라 크게 2가지 형태로 구분된다. 첫째 유형은 7~9월 휴가철의 교통량이 다른 월에 비하여 많은 형태이고, 두 번째 유형은 봄, 여름, 가을철 교통량이 비슷하고 겨울철 교통량이 비교적 적은 형태로 구분되며, 이러한 교통량의 분포는 그림 4와 같이 나타난다.

이렇듯 분석대상도로가 경유하는 지역적 특성에 따라 월별 교통량변화의 패턴이 달리 나타나는데 여름철 관광객이 많이 몰리는 국도 7호선의 강릉~주문진 구간의 월별 교통량자료를 이용하여 군집분석을 실시한 결과 총 5개의 군집으로 구분되었으며, 그 결과는 다음과 같다.

따라서, 각 도로의 월별교통량 특성을 반영할 때 올바른 통행시간절감편익을 산정할 수 있을 것으로 판단된다.

4. 사례연구

사례연구에서는 가상의 O/D와 네트워크를 이용하여 Emme/2 교통패키지를 통해 통행량의 변화에 따른 통행시간 변화와 통행시간절감편익을 비교분석하였다.

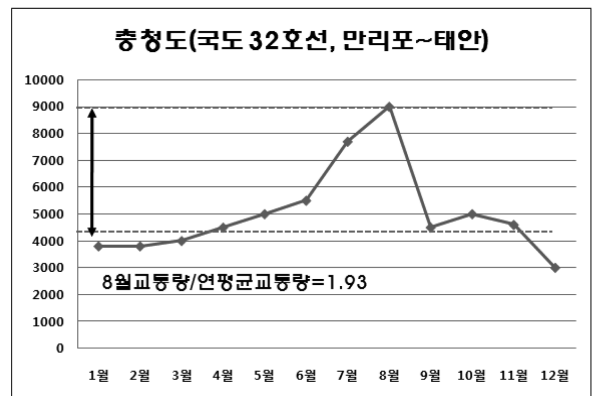
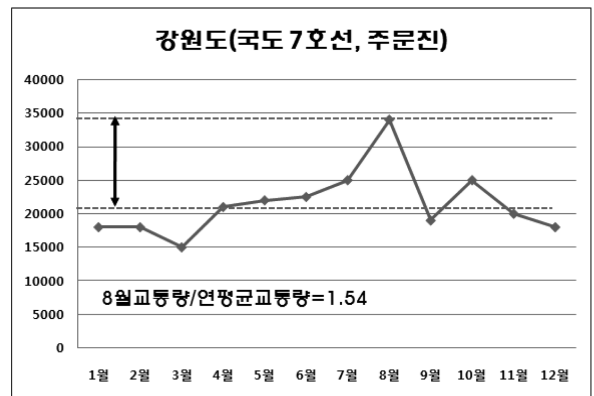


그림 4. 월교통량의 변화패턴

표 6. 월교통량 군집분석 결과

군집	월	특징
1군집	8월	휴가철
2군집	3월	비수기
3군집	1, 2, 12월	
4군집	6, 7, 10월	휴가철 전후
5군집	4, 5, 9, 11월	평균 교통량 유지

HIERCHICAL CLUSTER ANALYSIS

Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)
Rescaled Distance Cluster Combine

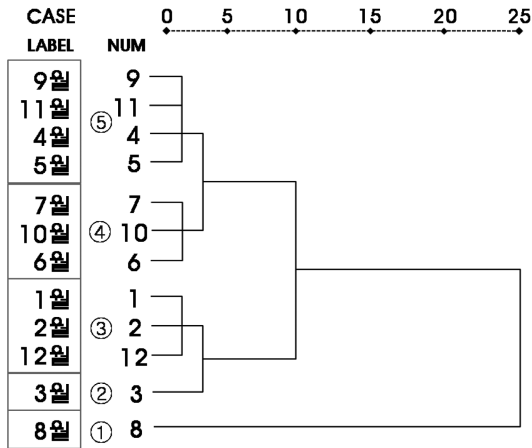


그림 5. 국도7호선(강릉~주문진) 군집분석 결과

4.1 Emme/2를 이용한 사례연구

4.1.1 O/D 및 시나리오 작성

연구의 분석을 위하여 3개의 존으로 이루어진 가상의 O/D를 구축하였으며, O/D의 시나리오는 총 4개로 구분하였으며, 각 O/D별 세부 시나리오는 다음과 같다. 가상의 기준 O/D를 바탕으로 20~60%까지 단계별로 증가시켜 3개의 O/D(No. 2~5)를 작성하였고 20%를 감소시켜 1개의 O/D(No. 6)를 구축하였다.

4.1.2 네트워크 작성

도로의 사업시행시 네트워크와 미시행시 네트워크 작성은 Emme/2 상에서 직접 작성하였으며 각각의 구간거리(Link)는 700m로 설정하였다.

사업미시행시 네트워크의 경우 외곽도로부분은 4차로 국도로 설정하였으며, 내부 도로는 2차로 국도로 설정하였다. 사업시행시 네트워크는 내부도로의 중앙로(Node 108~Node 105)를 4차로 국도로 확폭하는 대안으로 적용하였다.

4.1.3 교통량지체함수(VDF) 설정

일반적으로 Emme/2의 통행배정단계에서는 이용자 균형모

표 7. 기준 O/D

구분	1	2	3	총합
1	0	1,500	1,500	3,000
2	1,500	0	1,600	3,100
3	1,500	1,600	0	3,100
총합	3,000	3,100	3,100	9,200

표 8. 각 시나리오별 O/D

No	시나리오	설명
1	기준 OD	-
2	20%증가	기준 OD×1.2
3	40%증가	기준 OD×1.4
4	60%증가	기준 OD×1.6
5	20%감소	기준 OD×0.8

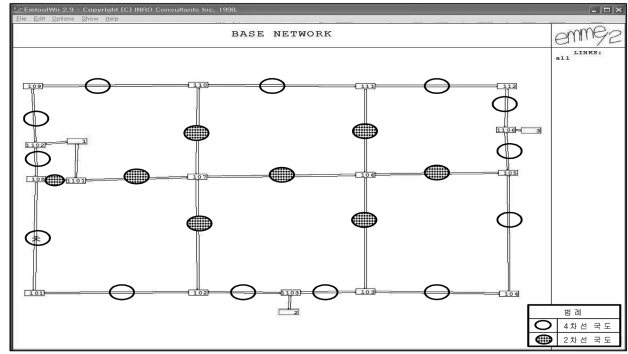


그림 6. 사업미시행시 Network

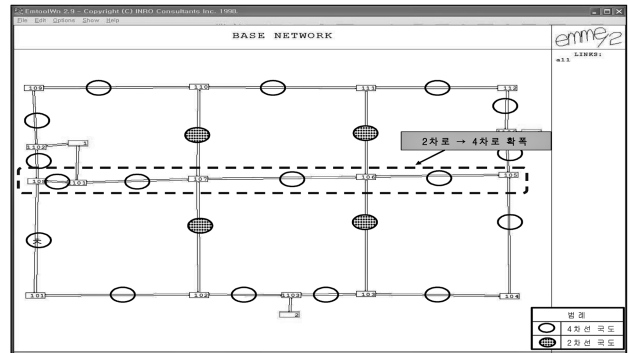


그림 7. 사업시행시 Network

형을 이용한다. 이는 개별 통행자들이 각자의 통행비용을 최소화하는 경로를 선택한다고 가정하고 네트워크 전체에서 발생하는 통행패턴의 변화를 분석하는 접근방법으로 각 링크를 통행하는데 소요되는 비용을 이용한다.

이때 이용되어지는 통행비용은 교통량-지체함수(VDF)로 표현되며 본 연구에서는 예비타당성 지침에서 제시한 “전국 기반 자료의 도로 유형별 VDF 함수 파라미터 값과 차로용량”을 적용하였으며, 각 링크별 VDF 적용사항은 다음과 같다.

4.1.4 결과도출

가상의 O/D, Network 및 VDF를 설정한 후 통행배정(Assignment) 실행시 반복횟수는 100회, 수렴오차를 0.1%로 설정하였으며, 분석 후 도출되어진 결과값은 다음과 같이 도출되었다.

표 9. Network 구간별 적용 함수식

구분	적용 함수식
2차로 도로	$60 * (\text{length}/60) * (1 + 15 * ((\text{volau} + \text{volad}) / (750 / 1 * \text{lanes}))^4)$
4차로 도로	$60 * (\text{length}/80) * (1 + 15 * ((\text{volau} + \text{volad}) / (1000 / 1 * \text{lanes}))^4)$
접속 구간	$60 * (\text{length} / 20)$

표 10. 통행배정(Assignment) 결과비교

구분	총 통행시간(veh-hrs)
사업 미시행시	296.3
사업 시행시	293.1

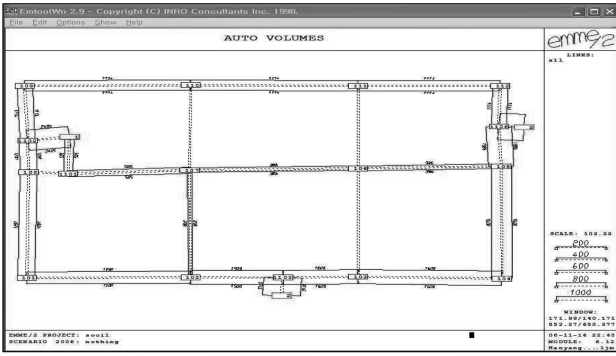


그림 8. 사업미시행시 Assignment 결과

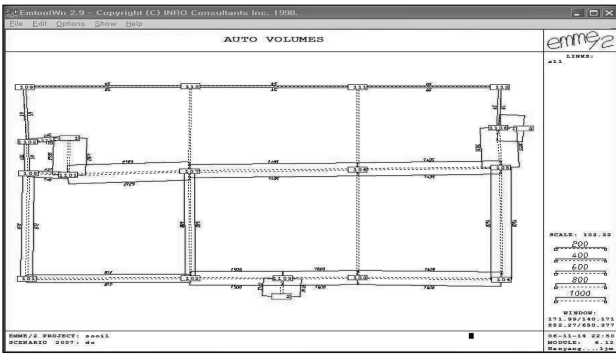


그림 9. 사업시행시 Assignment 결과

4.2 통행시간 절감편익 개선안 적용

Emme/2를 이용한 사례연구의 결과를 이용하여 통행시간 절감편익 산정의 현실성을 높이기 위한 본연구의 개선안을 적용하였을 때 도출되는 통행시간 절감편익의 결과를 살펴 보았다.

여기서 요일교통량의 주중, 주말가중치와, 월별교통량의 성수기, 비성수기의 가중치는 임의로 적용하였으며, 그 결과 도로의 유형과 시간에 따른 교통량 변화패턴을 반영하면 기존의 일률적인 값을 적용한 결과값 보다 지역여건을 반영한 정확한 통행시간 절감분을 도출 할 수 있을 것으로 판단된다.

5. 결론 및 향후연구

도로사업의 경제성 분석 시 도로의 통행시간 절감편익은 전체 편익의 약 80% 이상을 차지할 만큼 중요한 부분이다. 하지만 기존의 통행배정 방법 중 BPR 함수를 이용할 경우 통행시간 절감편익이 다소 과대하게 도출되고 각 도로 유형별 시간대별 교통량 변화 패턴을 고려하지 못하는 한계점들이 대두되었다.

본 연구에서는 기존의 연구를 토대로 기존의 통행시간 예측 기법을 보완할 수 있는 방안을 강구하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

첫째, 기존의 통행배정방법의 핵심적인 역할을 하고 있는 BPR함수의 자유속도 예측식의 개발인데 이는 도로의 기하구조, 도로의 상태, 설계속도 등을 반영할 수 있도록 해야 할 필요성이 있다.

둘째, 1일 O/D를 한 시간 O/D로 전환 할 때 도시부와 지방부를 분류하여 침두시, 비침두시의 교통량 분포 비율과 비속시간의 산정이 필요하다. 지역간 통행을 목적으로 하는 경우 지역간 연결도로의 침두시, 비침두시 교통량분포 비율과 지속시간은 통행시간 절감편익에 절대적인 영향을 미친다.

셋째, 시간대별 교통량의 변화 패턴을 고려할 수 있는 가중치에 대한 연구가 필요하다. 이는 도로의 특성과 유형에 따른 교통량의 변화를 적용함으로써 보다 현실에 가까운 통행시간 절감편익을 산정할 수 있다.

교통수요 예측과 같은 거시적인 접근 방법을 위주로 접근해서 통행시간 절감분을 비롯한 경제성 분석을 하여 왔으나 편익 산정의 정확성을 높이고자 미시적인 접근방법의 단계가 높아지고 있는 추세이다. 따라서 통행시간 예측 방법에서도 도로의 유형별, 기하구조, 설계속도 등을 반영하여 시간대별 교통량 변화 패턴을 고려할 수 있는 방법이 지속적으로 개발되어야 한다. 향후 연구과제에서는 BPR함수를 사용하지 않고 통행배정을 할 수 있는 연구가 필요하고 또한 도로의 기하구조, 교통량, 시설물 등을 고려 할 수 있는 통행속도 예측모형의 개발이 필요하다.

감사의 글

이 논문은 2009년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행한 연구임(NRF-2009-413-D00001)

참고문헌

강호의 외 1인(1998) 도로유형별 지체함수 정립에 관한 연구, 대한교통학회지, 대한교통학회.
 건설교통부(2004) 공공교통시설개발사업에 관한 투자 평가지침.
 건설교통부(2006) 2005 도로교통량 통계연보.
 김은정 외(2001) SPSS 통계분석 10, 21세기사.
 김형진, 이연화(2004) 통행배정의 신뢰서 제고를 위한 도로용량 산출방법, 대한토목학회논문집, 대한토목학회, 제24권 제4D호, pp. 555-562.
 장덕형(1993) 고속도로 통행의 지체함수와 통행저항 파라미터의 민감도 분석에 관한 연구, 박사학위논문, 서울대학교.

표 11. 개선안을 적용한 통행시간 절감편익 산정결과

기존편익산정	항목	침두시간 편익	하루 편익	일년편익		
	계산과정	296.3-293.1	3.2×10	32×365		
값	3.2	32	11,680			
본 연구 편익산정	항목	침두시간 편익	하루4 편익	일주일편익	한달편익	일년편익
	계산과정	296.3-293.1	3.2×10	주중(1.0)×5일 주말(0.9)×2일	217.6×4주	성수기(1.1)×3개월 비수기(1.0)×9개월
	값	3.2	32	217.6	870.4	10,705.92

한국개발연구원(2004) 도로·철도 부문 사업의 예비타당성조사
표준 지침 수정보완 연구(제4판).
Agras and Champman (1999) The Kyoto Protocol, CAFE Standards,
and Gasoline Taxes. Contemporary Economic Policy.
Hansen, M. and Y. Huang (1997) Road supply and traffic in Cali-

fornia urban areas, Transportation Research 31A.
Standard & Poors (2004) Traffic Forecasting Risk, Study Update.

(접수일: 2010.3.31/심사일: 2010.4.6/심사완료일: 2010.4.16)