

일반국도의 도로 유형별 설계시간계수 산정 및 경제성 평가

Estimation of K-factor according to Road Type and Economic Evaluation on National Highway

김태운, 오주삼
한국건설기술연구원 ICT 융합연구소

Tae-woon Kim(climb@kict.re.kr), Ju-sam Oh(jusam@kict.re.kr)

요약

도로 유형 분류 및 설계시간계수는 도로의 차로수 설계 시 중요한 역할을 하고 있다. 본 연구에서는 도로의 유형분류 및 설계시간계수를 추정하였으며, 설계시간계수의 타당성 입증을 위해 경제성 평가를 시행하였다. 도로 유형의 분석 결과 관광부 도로는 일교통량 편차가 크고 주말 계수, 휴가철 계수가 높았다. 지방부 도로는 평일 교통 패턴과 주말 교통 패턴이 유사하고, 도시부 도로는 AADT가 높고 일교통량 편차가 작은 것으로 나타났다. 변곡점 탐색을 통하여 설계시간계수를 산출하였으며, 산출된 설계시간계수를 바탕으로 차로수를 산정하여 도로용량편람의 설계시간계수로 차로수를 산정하였을 경우와 경제성 분석을 통하여 비교하였다. 경제성 분석결과 본 연구의 설계시간계수로 도로 설계 시 4,708억 원 절감할 수 있는 것으로 나타났다. 이는 본 연구 결과의 지방부 4차로 도로에 대한 설계시간계수가 경제적으로 타당하다는 것을 의미한다.

■ 중심어 : | 도로 유형 | 도시부 도로 | 관광부 도로 | 지방부 도로 | 설계시간계수 | 경제성 분석 |

Abstract

Road type classification and K-factors are important role when design of number of lane. In this study not only classifies road type and estimating of K-factor but also economic evaluation tries for feasibility verification. Road type analysis results, time of day traffic volume variation, weekend-factor and vacation-factor are large in recreation roads. Weekday traffic volume and weekend traffic volume are similar patterns in provincial roads. AADT is high and time of day traffic volume variation is small in urban roads. In this study compares with economic analysis that designing of number of lane between KHCM's K-factor and this study K-factor. Economic analysis results, designed roads by this study's K-factor reduce cost about 4,708 hundred million won. So this study's K-factor is economical on provincial 4 lane roads.

■ keyword : | Road Type | Urban Road | Recreation Road | Provincial Road | K-factor | Economic Analysis |

I. 서론

최근 개인이 이용하는 승용차 보유대수 증가, 삶의

질 개선, 주 5일제 근무로 인한 관광 등의 통행이 증가하였고 특히 고속국도 및 일반국도를 중심으로 교통량이 증가하고 있는 추세이다. 이에 따라 도로의 신설 및

접수일자 : 2015년 06월 05일
수정일자 : 2015년 06월 22일

심사완료일 : 2015년 06월 22일
교신저자 : 김태운, e-mail : climb@kict.re.kr

확장사업이 추진되고 있으며, 도로 설계에 있어서 도로 유형 분류 및 설계시간계수는 도로의 차로수 설계 시 중요한 역할을 하고 있다.

매년 발간되는 도로교통량 통계연보에서는 도로등급별로 연평균 일교통량(AADT: Annual Average Daily Traffic), 차종별 교통량, 주야율, 요일보정계수, 월보정계수 등의 다양한 교통 자료를 제공하고 있지만 도로 유형에 대한 언급이 없고 차로수 설계 시 필요한 설계시간계수는 일괄적으로 30번째 값을 제공하고 있어 도로 설계자가 자료를 사용하기에 한계가 있다[1]. 도로용량편람에서는 도로의 유형별로 설계시간계수, 중방향계수 등에 대해 도로 유형별로 분석사례를 제시하고 있으며, 이를 적용하고자 할 때에는 도로 유형 구분의 필요성에 대해서 명시하고 있다[3].

도로의 유형 분류는 미국 FHWA의 Traffic Monitoring Guide에서 도로 유형 분류 방법론을 제시하고 있으며[20]. 국내의 경우도 도로 유형 분류에 대한 다양한 방법론이 제시되었다[6][10][13]. 또한 국내·외 연구에서는 도로 유형별로 설계시간계수를 제시하였으나, 그 값에 대한 경제성 분석 사례는 전무한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 정확한 설계시간계수의 산출을 위해 다양한 교통특성 변수를 고려하여 정확한 도로 유형구분을 하였으며, 새로운 방법론을 통하여 번곡점의 정의를 최대한 만족하도록 하는 설계시간계수를 산출하였다. 또한 직접 산출한 설계시간계수를 활용하여 차로수를 설계한 경우와 도로용량편람의 설계시간계수를 활용하여 차로수를 설계한 경우에 대해 각각 경제성 분석을 시행하여 직접 산출한 설계시간계수의 경제적 타당성을 입증하고자 한다.

II. 기존연구 고찰

본 연구에서는 도로의 유형별로 설계시간계수의 산정 및 경제성 평가를 위해 다음과 같이 기존연구에 대해 고찰하였다.

1. 국내연구 사례

문미경(2003) 등은 중방향 시간 교통량을 이용하여 설계시간계수의 순위를 결정하였으며, 설계시간계수와 중방향계수를 분리하지 않고 동시에 적용하는 방법을 제시하였다. 그 결과 기존의 방법에 비해 평균적으로 설계시간계수는 50순위에서 나타났으며, 중방향 설계 시간 교통량(DDHV: Directional Design Hour Volume)은 8.4%의 오차 개선 효과가 있는 것으로 분석되었다[5].

임성한(2005) 등은 도로의 교통 특성을 나타내는 교통지표의 요인분석을 활용하여 군집분석을 시행하였으며, 이를 통해 일반국도의 유형을 세 가지로 분류하고 유형별로 월별 교통량 패턴, 요일별 교통량 패턴, 시간대별 교통량 패턴, 설계시간계수를 분석하였다. 그 결과 도로의 유형을 도시부, 관광부, 지방부로 구분하였으며, 유형별 교통 특성을 제시하였다[10].

조준한(2009) 등은 중방향 교통량에 따른 링크통행시간의 확률분포개념을 도입하여 차로수별로 확률적인 중방향 설계시간 교통량 산정 모형에 대한 실험적 해석을 수행하였다. 그 결과 2차로 도로는 Beta General분포, 4차로 도로는 Weibull분포가 가장 적합한 것으로 나타났으며, 차로수별 적정 확률분포모형에 대한 적정 설계순위를 산정한 결과, 2차로 도로는 190순위, 4차로 도로는 164순위로 도출되었다. 또한, PDDHV 산정에서 새롭게 제시한 계수는 2차로 도로의 경우 PK계수는 0.119, PD계수는 0.568이며, 4차로 도로의 경우 PK계수는 0.106, PD계수는 0.571로 나타났다[11].

김상구(2010) 등은 기존의 설계시간계수 산정방식의 문제점을 파악하고 새로운 설계시간계수 산정방법론을 이용하여 도시부 고속도로의 설계시간계수를 산출하였다. 그 결과 기존 방법의 설계시간계수에 비해 새로이 산출한 설계시간계수는 도시부 고속도로 기준 2차로 9.88%, 3차로 17.14%, 4차로 8.24% 증가한 것으로 나타났다[7].

임성한(2012) 등은 일반국도의 교통량 자료인 AADT를 활용하여 DDHV 추정 모형을 개발하였다. K-평균 군집방법을 이용하여 일반국도의 유형을 구분하고 유형별 AADT를 활용한 DDHV 특성을 분석한 결과 DDHV와 AADT 간 강한 상관관계가 있는 것으로 나

타났다[9].

하정아(2013)는 일반국도의 2011년도 상시 교통량 조사지점의 365일×24시간 교통량 자료와 교통지표의 요인분석 군집방법을 통하여 도로의 유형을 도시부, 관광부, 지방부로 구분하였으며, 도로 유형별 설계시간계수를 비교 분석하였다. 분석결과 관광부를 제외하고 HCM에서 제시한 값과 비슷한 수치를 보였다. 설계시간계수는 118번째 교통량을 이용하여 산출하는 것이 적합하다고 분석되었으며, 도로 유형별로는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다[13].

2. 국외연구 사례

FHWA의 Traffic Monitoring Guide(2013)에서는 교통 관리를 위한 도로 유형 분류 시 월별 교통량 패턴 분석에 의한 분류, 군집분석에 의한 분류, 교통량 등급에 따른 분류 방식을 제시하였다. 도로의 유형 분류는 분류 방식별로 차이는 있으나 크게 도시부, 지방부, 관광부로 제시하였다[20].

Don R. Crownover(2006)은 오래전주에 설치된 150개의 ATR(Automatic Traffic Recorder)을 이용하여 수시 교통량 자료를 바탕으로 설계시간계수를 추정하였다. 조사는 48시간 조사, 72시간 조사, 7일 조사로 나누어 실시하였으며, 조사 결과 교통량 수집기간이 길수록 가장 양호한 설계시간계수 산출이 가능한 것으로 나타났다[17].

Lindsay Liggett(2009) 등은 미국의 5개 국립공원(Memorial Parkway, Acadia National Park, Yellowstone National Park, Yosemite National Park, Big Bend National Park)에 대하여 5년간 교통량 패턴의 형태를 비교 분석하였다. 분석결과 5개 국립공원의 30번째 설계시간계수는 관련 지침에서 제시한 값(지방부 도로의 경우 HCM: 10%, AASHTO: 15%, Traffic Engineering: 15~25%)과 크거나 유사했으며, 시간대별 교통량 역시 전형적인 곡선 형태를 보였다. 교통량이 가장 많은 Yellowstone National Park의 경우 AASHTO(American Association of State Highway and Transportation Officials)에서 제시한 30번째 설계시간계수보다 높은 수치(30번째 이상의 교통량)를 보였

지만 다른 문헌자료와 비교해볼 때 전형적인 지방부 도로의 성격을 보이는 것으로 나타났다[19].

Lisa Dykstra(2011) 등은 미국의 플로리다 교통국(FDOT: Florida Department of Transportation)에서 제공하는 30번째 설계시간계수를 실제 조사된 30번째 설계시간계수와 비교 분석하였다. 지역의 특성별(시내 고속도로, 시내 간선도로, 시계 고속도로, 시계 간선도로, 지방 고속도로, 지방 간선도로)로 플로리다 주에 설치된 고정식 교통량 수집 장치와 이동식 교통량 수집 장치를 이용한 30번째 설계시간계수 측정결과 이동식 교통량 수집 장치를 이용했을 경우 설계시간교통량이 고속도로의 경우 약 7% 낮은 것으로 나타났다. 고정식 수집 장치(300여개)보다 이동식 수집 장치(5,000~6,000여개) 지점이 더 많기 때문에 이동식 교통량 수집 장치의 30번째 설계시간계수가 신뢰성이 높다고 판단하였다. 또한 30번째 설계시간계수 값의 대안으로 100번째 설계시간계수 값을 제시하였다[18].

3. 기존연구 고찰 결과 및 연구방향의 결정

기존연구 고찰 결과 도로의 유형 분류는 국내의 경우 주로 요인분석을 활용한 K-평균 군집분석으로 도로의 유형을 구분하였으며, 국외의 Traffic Monitoring Guide에서 월별 교통량 패턴 분석에 의한 분류, 군집분석에 의한 분류, 교통량 등급에 따른 분류 방식을 활용하여 도로 유형 분류 및 특성을 제시하였다.

설계시간계수와 관련된 연구는 국내의 모두 활발한 연구가 진행되었으며, 주로 적정 설계시간계수를 찾는 방법론이 주를 이루었다. 국내·외 연구 모두 변곡점 탐색 결과 일반적으로 알려진 30번째 시간교통량은 설계시간계수로는 다소 무리가 있으며, 100번째 내외의 시간교통량이 적합하다는 결과를 제시하였다.

그러나 기존 국내·외의 도로 유형 분류 및 설계시간계수와 관련된 연구는 5개 국립공원과 같이 지나치게 한정적인 경우가 있었으며[7][17][19], 설계시간계수가 실제로 활용되는 차로수 설계에 적용, 경제성 분석을 실시한 사례는 그 사례를 찾아보기 힘들 정도로 전무하였다.

이에 따라 본 연구에서는 적정 설계시간계수의 산정

및 경제성 평가를 위해 기존의 연구와는 다른 교통변수를 활용하여 도로의 유형을 구분하였으며, 도로 유형별로 새로운 변곡점 탐색 방법론을 통한 설계시간계수 제시하였다. 또한 기존 연구의 차별성을 위해 설계시간계수를 활용하여 차로수를 산정하고 기존의 도로용량편람의 설계시간계수로 차로수를 산정하였을 경우와 경제성 분석을 통해 본 연구 결과의 설계시간계수가 경제적으로 타당하다는 것을 입증하고자 한다.

III. 분석 방법론

1. 분석 범위

본 연구에서는 한국건설기술연구원에서 발행하는 도로교통량 통계연보의 일반국도 중에서 2012년 365×24시간 교통량 자료가 있는 433개 상시 교통량 조사지점의 교통량자료를 분석대상으로 선정하였다. 2012년은 366일이므로 다른 연도와와의 일관성을 위해 2월 29일의 자료는 제외하고 분석하였다.

2. 도로 유형 분류 방법론

본 연구에서는 2012년 일반국도 상시 교통량 조사지점 433개의 교통량자료를 활용하여 도로 유형 분류 방법론을 제시하고자 한다.

일반국도 상시 교통량 조사장비의 설치 목적은 특정 지점의 교통량을 장기간 연속 조사하여 요일별·계절별 교통량 변동 특성을 분석하기 위함이다[4]. 따라서 상시 교통량 조사 장비에서 수집된 교통량 자료는 조사지점의 교통량 변동 특성을 반영하며, 이를 활용하여 도로 유형의 구분이 가능하다.

2012년 일반국도 상시교통량 조사지점 433개 중 본 연구에서는 기존 문헌의 K-평균 군집분석 방법론을 활

용하여 도시부, 관광부, 지방부로 구분하였다[10][13]. 요인추출을 위한 교통지표로는 도로의 유형을 최대한 설명 가능하도록 하는 지표로 구성하였으며, AADT, 승용차 비율, 주간 교통량 비율, 일요일 계수, 휴가철 계수, WADT/AADT를 선정하였다.

교통지표 중 AADT는 1년 동안 수집된 교통량을 365로 나눈 값으로 도로의 교통 특성을 가장 잘 설명하는 지표이다. 승용차 비율은 전체 교통량 중 버스 및 트럭 교통량을 제외한 승용차의 비율을 의미하며, 일반적으로 관광부 도로에서 승용차 비율이 상대적으로 높은 것이 특징이다. 주간 교통량 비율은 일교통량 중 주간 시간대(07시~19시) 동안의 교통량이 차지하는 비율이고, 첨두율은 24시간 교통량 중 첨두 2시간 교통량의 비율을 의미한다. 주간 교통량 비율과 첨두율은 교통량의 편차가 큰 지역에서 상대적으로 큰 값을 보인다. 주말 계수는 AADT에 대한 토요일, 일요일의 평균 교통량이며, 휴가철 계수는 AADT에 대한 휴가철(7월~8월) 평균 교통량의 비율이다. 주말 계수, 휴가철 계수는 관광부 지역 도로의 특성을 설명하는 변수로 관광부에서 큰 값을 보이는 것이 일반적이다. WADT/AADT는 평일 평균 일교통량(WADT: Weekdays Average Daily Traffic)을 AADT로 나눈 값으로 평균 일교통량 대비 평일의 교통량의 비율을 의미한다. 이 지표는 도시부와 관광부를 구분하는 변수로 평일의 교통량이 주말보다 적은 관광부에서는 상대적으로 작은 값이 분석되고 주중 교통량이 많은 도시부에서는 상대적으로 큰 값이 분석되는 것이 일반적이다.

요인분석을 통해 도출된 부하치를 기준으로 K-평균 군집분석을 통하여 3개의 그룹으로 구분하였으며, 군집 분석에 의한 그룹별 총 7개 교통지표의 평균치는 다음의 [표 1]과 같다.

요인추출에 의한 분석결과 유형 I은 AADT가 가장 낮고 주간 교통량 비율과 첨두율이 높은 것으로 분석되

표 1. 그룹별 교통지표의 분석결과

그룹명	구분	지점 수	AADT(대/일)	승용차 비율	주간 교통량 비율	첨두율	주말 계수	휴가철 계수	WADT/AADT
유형 I	관광부	48	8,057	0.77	0.823	0.193	1.282	1.194	0.860
유형 II	지방부	341	13,845	0.75	0.787	0.182	1.085	1.044	0.982
유형 III	도시부	44	24,320	0.73	0.755	0.187	0.970	1.000	1.065

어 교통량의 편차가 큰 것으로 판단된다. 또한 주말 계수, 휴가철 계수가 다른 유형에 비해 높고 WADT/AADT가 가장 낮은 것으로 분석되었다.

유형 III은 AADT가 가장 높고 주간 교통량 비율과 침투율이 낮은 것으로 분석되어 주야간 교통량 편차가 작고 하루 종일 교통량이 많은 지점으로 판단된다. 또한 주말 계수, 휴가철 계수가 다른 유형에 비해 낮은 것으로 나타났다.

일반적인 도로 유형 분류는 도시부, 관광부, 지방부로 나눌 수 있으며[3] 각 유형의 도로들은 서로 상이한 교통특성을 보인다. 따라서 교통지표를 이용한 분석결과를 토대로 일교통량 편차가 크고 주말 계수, 휴가철 계수가 높은 유형 I는 관광부 도로로 볼 수 있다. 평일 교통량과 주말 교통량이 비슷한 수준인 유형 II는 지방부로 볼 수 있으며, AADT가 높고 일교통량 편차가 작은 유형 III는 도시부로 볼 수 있다.

3. 도로 유형별 설계시간계수의 산정

3.1 설계시간계수 산정방법

설계시간계수란 해당 도로의 한 시간 교통량의 분포 중 어느 정도의 교통량을 계획목표년도의 설계시간 교통량(DHV: Design Hourly Volume)으로 선택할 것인가를 결정해주는 계수를 의미한다[3]. 설계시간계수는 도로 설계 및 차로수 산정 시 매우 중요한 자료로 활용되고 있으며, 적절한 설계시간계수 산출을 위한 많은 연구가 진행되어왔다[5-9][11][13].

설계시간계수는 1년 동안의 8,760개 시간 교통량을 내림차순으로 정렬하고 이것을 부드러운 선으로 연결한 후 곡선의 기울기가 급격히 변하는 변곡점을 설계시간계수로 산정한다. 본 연구에서는 이러한 변곡점을 찾기 위해 기존의 연구와는 다른 변곡점 탐색 방법론을 제시하고자 한다.

[그림 1]과 같이 8,760개 시간순위 교통량은 곡선의 형태를 보이는 것이 일반적이며, 곡선의 앞 부분은 현(弦) 형태를 보인다. 현의 가장 오목한 부분은 곡선의 기울기가 급변하기 시작하는 지점으로 본 연구에서는 이를 변곡점으로 정의하였다. 곡선의 기울기 값이 일정하게 작아지는 점(A, 5.0×10^{-3} 이하)과 1순위 점(B)을

직선으로 연결했을 때 직선위의 각 점에서 곡선까지의 직선 거리(m)이 최대가 되는 곡선의 점(C)을 변곡점으로 선정하였으며, 각 지점별로 설계시간계수를 산정하였다.

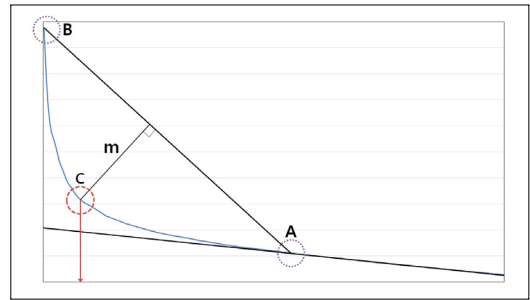


그림 1. 변곡점 탐색 방법론

설계시간계수 산출을 위해 내림차순으로 정렬된 시간순위 교통량은 300순위 이하에서 거의 일정하게 나타나므로[13] 도로 유형별 2, 4차로의 시간순위 교통량을 300순위까지 나타낸 결과는 [그림 2][그림 3]과 같다.

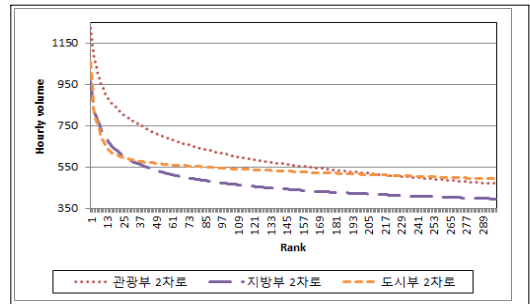


그림 2. 도로 유형별 2차로에서의 시간순위 교통량

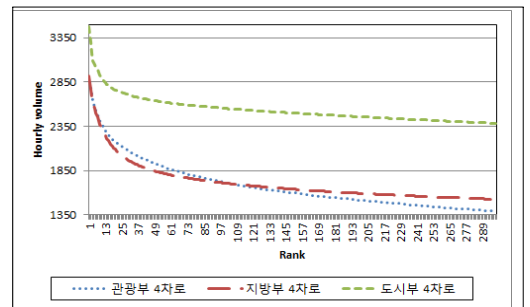


그림 3. 도로 유형별 4차로에서의 시간순위 교통량

변곡점 탐색 방법론을 통하여 도로 유형별 차로수별 변곡점 순위 및 설계시간계수는 [표 2]와 같으며, 변곡점의 순위는 유형별로 4차로 기준 관광부 80번째, 지방부 59번째, 도시부 47번째로 분석되었다.

표 2. 도로 유형별 변곡점 위치 및 설계시간계수 분석결과

구분		관광부	지방부	도시부
변곡점 위치	2차로	71	54	38
	4차로	80	59	47
설계시간계수	2차로	0.190	0.131	0.112
	4차로	0.149	0.108	0.099

3.2 도로 유형별 특성 분석결과

설계시간계수의 경우 서론에서도 언급했듯이 관광 등의 수요가 늘어남에 따라 변곡점의 위치가 뒤로 밀려났음을 의미하며, 이에 따라 [표 3]과 같이 도로용량편람에서 제시한 설계시간계수보다 전반적으로 작은 값이 분석되었다. 특히 도로용량편람과 비교하여 지방부의 설계시간계수 값의 차이가 가장 컸으며, 2차로, 4차로 설계시간계수가 각각 -22.14%, -11.11% 작게 분석되었다.

표 3. 도로 유형별 도로용량편람 및 연구결과의 설계시간계수

구분		관광부	지방부	도시부
도로용량편람	2차로	0.230	0.160	0.120
	4차로	0.140	0.120	0.100
연구 결과	2차로	0.190	0.131	0.112
	4차로	0.149	0.108	0.099
변화율(%)	2차로	-21.05	-22.14	-7.14
	4차로	6.04	-11.11	-1.01

4. 경제성 분석

본 연구에서는 도로 유형별 설계시간계수 산정에 대한 증명을 위해 경제성 분석을 시행하였다. [그림 4]와 같이 도로 유형별로 설계시간계수를 활용하여 차로수를 산정하였으며, 도로용량편람의 설계시간계수를 활용하여 차로수를 산정하였을 경우와 비교하였다. 두 방식에서 차로수 차이가 발생한 지점의 비용차이 분석을 통해 도로 유형 분류 및 적정 설계시간계수 선정의 중요성에 대하여 입증하고자한다.

본 연구결과의 설계시간계수는 도로용량편람보다 작기 때문에 적은 차로수가 설계될 것으로 판단된다. 연구결과의 설계시간계수로 차로 설계 시 공사비 및 유지관리비는 다소 적지만 정체로 인한 사회적 비용은 클 것으로 예상된다. 따라서 공사비 및 유지관리비의 절감 효과(D-C)가 사회적 비용 증가분(F-E)보다 크다면 본 연구결과의 설계시간계수의 경제성이 높다고 볼 수 있다.

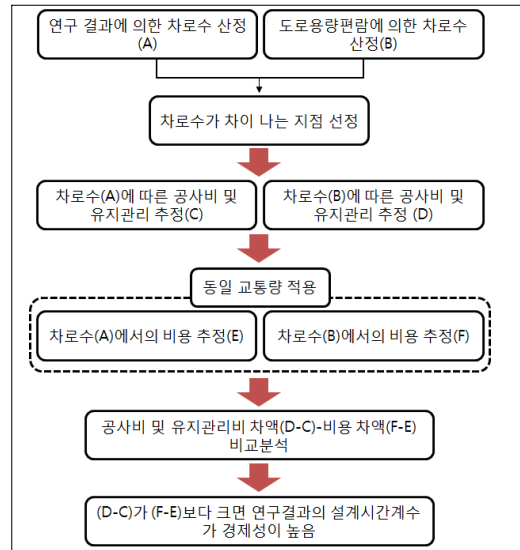


그림 4. 설계시간계수에 따른 경제성 분석 방안

지방부 도로 341 지점 중 8지점에서 차로수 차이가 나는 것으로 분석되었으며, 모두 4차로 이상인 것으로 분석되었다.

4.1 차로수 설계

차로수 설계는 식(1)과 같으며, 분석대상 지점의 침투시간계수(PHF), 서비스 교통량(SF)는 조사에 어려움이 있다. 따라서 침투시간계수는 0.90(도시부)~0.95(지방부)사이의 값을 적용하였으며, 서비스 교통량의 경우 도시부는 서비스 수준 D, 지방부는 서비스 수준 C를 적용하여 차로수를 설계하였다.

$$NL_k = \frac{AADT_k \times D_k \times K_k}{PHF \times SF} \quad (1)$$

여기에서,

- NL_k = k지점의 편도 차로수
- $AADI$ = k지점의 연평균 일교통량
- D_k = k지점의 중방향계수
- K_k = k지점의 설계시간계수
- PHF = 첨두시간계수
- SF = 서비스 교통량

4.2 비용산정

비용은 공사비, 유지관리비, 시간가치비, 차량운행비, 대기오염비로 구분하여 산정하였으며, 교통사고로 인한 비용은 대상에서 제외하였다.

일반적으로 경제성 분석 시 공사비 및 유지관리비는 비용(Cost)으로 그 외의 항목은 편익(Benefit)으로 적용하여 분석한다. 하지만 본 연구에서 경제성 분석은 편익이 비용보다 큰지 알기 위함이 아니라 상기의 [그림 4]에서 제시하였듯이 동일한 교통량에서 차로수 변동 시 공사비 및 유지관리비 차이(D-C)와 사회적 비용 차이(F-E)를 파악하여 연구결과의 설계시간계수가 경제적인가를 파악하기 위함이다.

본 연구결과의 설계시간계수는 도로용량편람보다 작기 때문에 적은 차로수가 설계될 것으로 판단된다. 따라서 차로수가 차이나는 지점에서 공사비 및 유지관리비 차액(D-C)과 비용 차액(F-E)을 분석하였으며, 각 항목별 산출과정은 다음과 같다.

4.2.1 공사비

공사비는 도로업무편람의 일반국도 평균 단가비를 사용하였으며, 6차로 이상의 경우 4차로 비용에 차로당 증가 공사비를 적용하였다[2].

4.2.2 유지관리비

유지관리비용은 예비타당성조사 수행을 위한 도로부문의 유지관리비 추정 연구의 내용을 토대로 30년 유지관리 기간에 맞추어 유지관리비를 산출하였다[15]. 관리운영비는 소비자물가지수를 적용하였으며, 수선유지비 및 재포장비는 건설업 디플레이터를 적용하여 비용을 산출하였다.

4.2.3 시간가치비

통행시간은 BPR함수를 활용하여 산정하였으며, 433개 상시 교통량 조사지점의 8,760개(=365×24) 시간 교통량을 활용하여 연도별, 지점별, 시간별 통행시간을 산출하였다. 이를 바탕으로 예비타당성조사 표준지침에 따라 통행시간에 대한 시간가치비를 산정하였다[12][14][15].

4.2.4 차량운행비 및 대기오염비

차량운행비 및 대기오염비 산정을 위해 BPR함수를 통해 산출한 통행시간과 지점연장을 활용하여 지점별 시간별 통행속도를 산출하였으며, 이를 바탕으로 지점별, 시간대별, 연도별로 차량운행비 및 대기오염비를 산출하였다[12][15]. 본 연구에서는 속도별 승용차 운행비용 및 대기오염비용에 소비자 물가지수를 이용하여 2012년 자료로 보정하였다.

4.3 경제성 분석결과

4.3.1 지점별 분석결과

지점별 경제성 분석결과는 [표 4]와 같으며, 차로수가 차이나는 지방부 8개의 지점에서 본 연구의 차로수 산

표 4. 차로수 설계에 따른 비용차이 분석결과

도로 유형	차로수		비용 차액(억 원)						
	연구결과	도로용량편람	공사비 차액	유지관리비 차액	시간가치비 차액	차량운행비 차액	대기오염비 차액	총 비용	
지방부	4	6	566	399	-738	-162	-43	-23	
지방부	4	6	653	418	-457	-56	-22	-535	
지방부	8	10	1,562	377	-715	-199	-66	-960	
지방부	6	8	1,557	376	-559	-89	-36	-1,249	
지방부	4	6	1,455	351	-1,106	-164	-58	-479	
지방부	4	6	800	558	-802	-240	-60	-257	
지방부	4	6	721	525	-494	-82	-29	-641	
지방부	4	6	1,769	687	-1,565	-245	-81	-564	
총 비용			9,083	3,691	-6,436	-1,237	-395	-4,708	

정방식이 약 4,708 억 원 경제적인 것으로 분석되었다. 이는 지방부 4차로 이상의 도로에서 도로용량편람 설계시간계수가 상대적으로 높기 때문이다.

4.3.2 차로수가 차이나는 지점의 비용차이 분석결과 지방부 도로에서 차로수가 차이나는 지점의 비용차이 분석결과는 [표 5]와 같으며, 지방부 4차로 이상 건설 시 차로수 차이로 인한 비용의 차이가 발생하는 것으로 나타났다. 특히 연구 결과 기준 6차로 이상(도로용량편람 기준 8차로 이상)인 지점에서는 평균 -1,105억 원 차이가 발생하였다. 이는 지방부에 국한되어 있긴 하지만 정확한 도로 유형 분류와 설계시간계수의 적용 시 도로 부문에서 경제적으로 효율적인 차로수 산정이 가능함을 의미한다.

이를 바탕으로 현재의 도로용량편람의 설계시간계수를 활용하여 차로수를 설계할 경우 지방부의 4차로 이상 도로 건설 시 과도한 차로수 설계로 인하여 도로 건설비용이 과투자 될 수 있음을 의미한다. 따라서 본 연구와 같이 도로 유형 구분 및 설계시간계수를 산정을 통한 경제적으로 합리적인 차로수 설계가 필요하다.

표 5. 지방부 도로에서의 차로수 차이에 따른 비용 차액 분석결과

도로 유형	차로수		지점수	총 비용차이	평균 비용차이
	연구결과	도로용량편람			
지방부 도로	4	6	6	-2,499	-417
	6	8	2	-2,209	-1,105

IV. 결론

본 연구에서는 상시 교통량 조사지점의 교통량 자료를 활용하여 도로의 유형을 분류하고 도로 유형별 설계시간계수의 산정 및 경제성 평가를 시행하였다.

도로를 통행하는 교통의 특성을 나타내는 여러 교통지표를 활용하여 도로의 유형을 관광부, 지방부, 도시부 도로 총 3개로 분류하였다. 관광부 도로는 일교통량의 편차가 크고 주말 계수, 휴가철 계수가 높은 것으로 나

타났으며, 지방부 도로는 평일 교통량 수준과 주말 교통량 수준이 유사한 것으로 나타났다. 도시부 도로의 경우는 AADT가 가장 높고 일교통량 편차가 작은 것으로 나타났다.

도로 유형별로 변곡점 탐색을 통하여 설계시간계수를 산출하였으며, 변곡점의 순위는 도시부, 지방부, 관광부 순으로 분석되었다. 하지만 일반적으로 알려진 4차로 기준 30번째가 아닌 40번째 이상의 값으로 분석되었으며, 이는 여가 등으로 인한 교통량의 증가로 변곡점의 위치가 뒤로 밀려남에 따라 도로용량편람에서 제시한 설계시간계수보다 작은 값이 분석되었다.

산출된 유형별 설계시간계수의 평가를 위해 경제성 분석을 시행하였다. 분석결과 총 433지점 중 지방부 8 지점에서 차로수 차이가 났으며, 비용차이는 4,708억 원으로 나타나 본 연구 결과의 지방부 도로 설계시간계수가 경제적으로 타당한 것으로 분석되었다.

이와 같이 본 연구의 결과는 학술적인 측면에서는 정확한 도로 유형 구분 및 설계시간계수 산정을 위해 기존과는 다른 방법론을 제시하였으며, 그 결과 기존의 설계시간계수보다는 작은 값을 도출할 수 있었다. 또한 실무적인 측면에서 볼 때, 차로수 설계 시 주중과 주말의 교통량 변동이 작은 지방부 도로 건설 시 기존의 값보다는 작은 설계시간계수를 적용하여 차로수를 설계 및 건설할 경우 보다 경제적이므로 판단된다.

본 연구는 도로의 유형을 3가지로 단정하고 분석을 진행하였고 차로수 산정 및 경제성 분석 시 여러 변수에 대하여 가정을 했다는 한계를 지니고 있다. 따라서 향후 연구에서는 도로 유형 분석의 다각화, 세밀한 경제성 분석 등을 통한 연구의 진행이 필요하다.

참고 문헌

- [1] 국토교통부, 도로교통량 통계연보, 국토교통부, 2013.
- [2] 국토교통부, 2013년 도로업무편람, 국토교통부 도로정책관실, 2013.
- [3] 국토해양부, 도로용량편람, 국토해양부, 2013.

[4] 국토해양부, 도로교통량 조사 지침, 국토해양부 예규 제 2012-252호, 2012.

[5] 문미경, 장명순, 강재수, “설계시간교통량 산정방법 개선,” 대한교통학회지, 제21권, 제5호, pp.61-71, 2003.

[6] 김법진, 손영태, “도로 설계시 도로의 군집별 K-factor에 관한 연구,” 도로교통, 제105호, pp.62-73, 2006.

[7] 김상구, 강선욱, 김영춘, 고승영, “도시부 고속도로 설계시간계수(K) 추정방법의 문제점 및 개선방향 제시,” 대한교통학회지, 제28권, 제2호, pp.111-121, 2010.

[8] 김정환, 설계시간교통량 순위곡선을 이용한 설계시간계수(K) 추정 : 경기도지역 일반국도를 대상으로, 한양대학교, 석사학위논문, 2000.

[9] 임성한, 류승기, 변상철, 문학룡, “일반국도의 중방향 설계시간 교통량 추정 모형,” 한국 ITS학회 논문지, 제11권, 제3호, pp.13-22, 2012.

[10] 임성한, 하정아, 오주삼, “요인분석을 활용한 일반국도 유형분류,” 한국 도로학회 논문집, 제7권, 제3호, pp.43-52, 2005.

[11] 조준한, 김성호, 노정현, “확률적인 중방향 설계시간 교통량 산정 모형에 관한 실험적 해석,” 대한교통학회지, 제27권, 제2호, pp.23-34, 2009.

[12] 조한선, 이동민, 김영춘, 전국 교통혼잡비용 추정과 추이 분석, 한국교통연구원, 2013.

[13] 하정아, “일반국도 도로유형별 설계시간계수 특성에 관한 연구,” 한국 ITS학회 논문지, 제12권, 제2호, pp.52-62, 2013.

[14] 한국개발연구원, 도로·철도 부문사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구 [제5판], 한국개발연구원, 2008.

[15] 한국개발연구원, 예비타당성조사 수행을 위한 도로부문의 유지관리비 추정 연구, 한국개발연구원, 2009.

[16] 한국도로공사, 적정차로수 산정을 위한 설계시간계수 연구, 한국도로공사, 2007.

[17] R. C. Don, *Use of Short-term interval counts*

to determine K Factors, Oregon Department of Transportation, 2006.

[18] L. Dykstra, D. McLeod, and A. Piszczatoski, “Standard K Factors for Transportation Planning and Design,” ITE journal, Vol.81, No.11, pp.20-25, 2011.

[19] L. Liggett, M. Burris, and S. Turner, “Analysis of Seasonal and Day-of-Week Traffic Patterns at National Parks,” Journal of the Transportation Research Board, No.2119, pp.74-82, 2009.

[20] U. S. Department of Transportation, *Traffic Monitoring Guide*, Federal Highway Administration. Washington, DC., 2013.

저 자 소 개

김 태 운(Tae-woon Kim)

정회원



- 2009년 2월 : 경기대학교 도시 및 교통공학과(공학사)
- 2011년 2월 : 서울시립대학교 교통공학과(공학석사)
- 2011년 2월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 ICT 융합연구소 연구원

구원

<관심분야> : 토목 & 건축, 토목&건축콘텐츠

오 주 삼(Ju-sam Oh)

정회원



- 1998년 2월 : 중앙대학교 공학박사(교통공학 전공)
- 1999년 11월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 ICT 융합연구소 연구원

<관심분야> : 토목 & 건축, 토목&건축콘텐츠