

■ 論 文 ■

도시부 고속도로 설계시간계수(K) 추정방법의 문제점 및 개선방향 제시

Estimation Problem of Design Hour Factor (K) on Urban Expressways and its Improved Direction

김 상 구

(전남대학교 물류교통학전공 교수)

강 선 옥

(전남대학교 교통물류학과 석사과정)

김 영 춘

(전 전남대학교 교통물류연구소 연구원)

고 승 영

(서울대학교 건설환경공학부 교수)

목 차

- | | |
|---|--|
| <p>I. 서론</p> <p>II. 관련 문헌 검토</p> <p style="padding-left: 20px;">1. 국내외 설계시간계수</p> <p style="padding-left: 20px;">2. 국내 관련 연구 사례</p> <p>III. 자료수집 및 분석</p> <p style="padding-left: 20px;">1. 자료수집</p> <p style="padding-left: 20px;">2. 자료분석</p> <p>IV. 기존 설계시간계수(K) 추정</p> <p style="padding-left: 20px;">1. 기존 방법론</p> | <p style="padding-left: 20px;">2. 문제점 제시</p> <p style="padding-left: 20px;">3. 개선방향</p> <p>V. 새로운 설계시간계수 추정</p> <p style="padding-left: 20px;">1. 교통수요 산정</p> <p style="padding-left: 20px;">2. 교통수요를 고려한 순위도 곡선</p> <p style="padding-left: 20px;">3. 설계시간계수(K) 추정 및 비교</p> <p>VI. 결론</p> <p>참고문헌</p> |
|---|--|

Key Words : 도시부 고속도로, 교통수요, 설계시간계수, 설계시간교통량, 임계속도
Urban Expressway, Traffic Demand, Design Hour Factor, Design-Hour Volume, Critical Speed

요 약

도로계획 과정에서 차로수 설계에 필요한 장래 설계시간교통량은 설계시간계수 K를 사용하여 결정하고 있다. 30번째 순위교통량(V_{30})과 년평균일교통량(AADT)의 상대적 비율인 K_{30} 은 일년 8,760개의 시간교통량 중에서 30번째 시간교통량을 기준으로 도로계획의 수준을 결정하는 것을 의미한다. 대도시 주변의 고속도로를 대상으로 혼잡한 명절기간(설날, 추석 등)과 주말을 대상으로 시간교통량 순위를 살펴보면 실제적으로 교통혼잡을 보인 명절기간 시간교통량이 의외로 낮은 순위에 위치에 있음을 밝혀내어 기존의 설계시간교통량 추정방법에 문제가 있음을 밝혀내었다. 이를 개선하기 위하여 본 연구에서는 정제시간교통량을 통행수요로 전환하여 교통수요 개념을 가지고 설계시간계수(K)를 추정하는 방법을 새롭게 제시하고, 기존 방법에 의한 설계시간계수 K값과 비교, 평가하였다.

DHV (Design-Hour Volume) for the estimation of number of lanes is determined by design-hour factor (K). The design-hour factor is defined as the proportion between the 30th highest hourly volume and AADT and determines the level of road planning. However, the K-factor estimated by an existing method has a problem because the hourly volumes on holiday and weekend appear in the relatively low rank in real world in spite of expected high volumes. To improve this problem, this study make use of the concept of traffic demand in estimating the design-hour factor. After the congested hourly volumes transfer to traffic hourly demand, the K-factors are estimated on urban expressways and are compared to the existing K-factors. It is perceived that the new K-factors have more realistic values due to utilizing the traffic demand. reflecting the congested flow.

I. 서론

최근 개인교통 욕구증대로 인한 자동차 증가와 주 5 일제 근무로 인한 관광 및 위락통행의 증가로 인하여 고속도로를 이용하고자 하는 교통수요는 매년 급증하고 있다. 이러한 폭발적인 교통수요 증가는 고속도로의 통행량을 증가시키고 특히, 수도권을 중심으로 하는 대도시권 고속도로의 통행량이 급증하고 있는 실정이다.

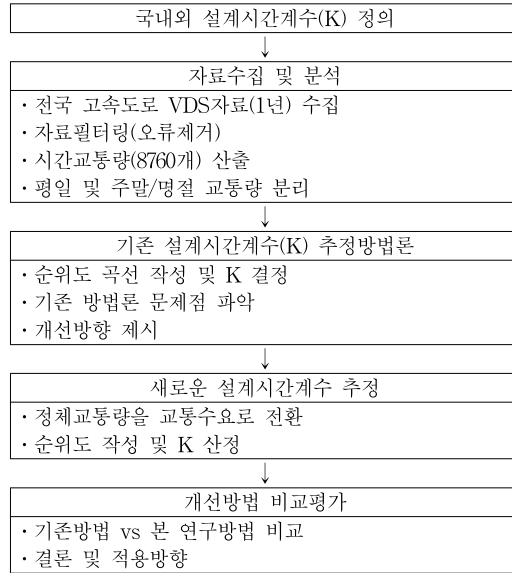
이러한 급증하는 교통수요에 대응하기 위하여 고속도로의 신설 및 확장사업을 추진하게 되는데, 고속도로 사업에 대한 적정 차로수를 결정하는 과정에서 설계시간계수는 매우 중요한 변수이다. 설계시간계수를 결정하는 기존 방법들은 편람이나 지침서에서 제시하고 있는 값들을 적용하거나 통행특성이 유사한 도로시설에서 설계시간계수를 직접 산정하여 적용하도록 하고 있다.

직접 설계시간계수를 산정하는 경우, 1년간 조사된 8,760시간(365일×24시간)의 교통량 관측자료를 교통량이 많은 것부터 순서대로 배열한 후 이들을 부드럽게 연결한 곡선이 급격하게 변화하는 변곡지점의 교통량을 기준으로 정하는데, 우리나라에서는 충분한 교통량 자료 및 관련 연구 부족으로 인하여 1950년 미국 도로청(Bureau of Public Roads)에서 최초로 제시한 K_{30} 값을 그대로 적용하여 30번째 교통량을 차로수 산정 시 표준으로 사용하고 있다.

30번째 설계시간계수(K_{30}) 적용개념은 1년 8,760시간 중 교통량이 많은 상위 30시간은 용량상태나 정체상태와 같은 매우 열악한 교통흐름 상태를 보이고 나머지 시간대는 적정 서비스수준(일반적으로 LOS C, D)을 만족하는 도로를 설계, 공급하는 것을 의미한다고 할 수 있다. 그러나, 현재 도시부에 건설되어 운영되고 있는 도로들은 지·정체를 겪고, 특히 대도시권 주변의 도로들은 상시 지·정체를 경험하고 있는 실정이다. 이는 도로계획 시 서비스수준 C 또는 D로 설계되어 개통된 도로들이 공용기간중에 적정 서비스수준을 유지하여야 함에도 불구하고 현재 도시부 도로에서 잦은 지·정체를 겪는다는 것은 문제점으로 대두된다.

따라서, 본 연구에서는 기존 도시부 도로에서 잦은 지·정체를 겪는 원인을 기존 전통적인 설계시간계수의 추정방법이나 과정에 대한 연구를 통하여 문제점을 찾아 보고 개선방향을 제시하는 것을 목적으로 한다.

본 연구의 주요내용은 기존 설계시간계수 추정방법의 문제점을 찾아내고 이에 대한 개선방향을 제시하고자 정



<그림 1> 연구수행 과정

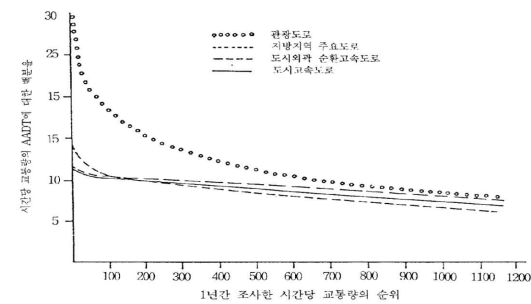
제교통량을 교통수요로 전환하는 방법과 이를 고려한 새로운 설계시간계수를 제시하여 기존 방법에 의한 설계시간계수와 비교하는 것을 포함한다.

II. 관련 문헌 검토

1. 국내외 설계시간계수

1) 도로용량편람(건설교통부, 2001)

설계시간계수 값은 해당 지역의 교통수요 패턴에 따라 변하는데, 매년 발간되는 교통량 상시조사 자료(건설교통부, 도로교통량 통계연보)를 활용하여 해당 사업에 맞게 도출하여 적용하는 것을 권장하고, 적정값을 구할 수 없는 경우 <표 1>의 값을 사용하여 적용하고 있다.



자료 : 건설교통부(2001), 도로용량편람

<그림 2> 도로기능별 시간교통량의 변화

<표 1> 지역에 따른 설계시간계수

도로구분	설계시간계수(K)
도시지역	0.09 (0.07 ~ 0.11)
지방지역	0.15 (0.12 ~ 0.18)

자료 : 건설교통부(2001), 도로용량편람

2) 한국도로공사

『고속도로 타당성조사 및 기본설계 실무지침서』에서는 고속도로 교통량조사 자료를 우선적으로 활용하며 과업노선의 성격 및 지역적 특성이 유사한 기존 도로의 자료를 이용하도록 하고, 1997년도 고속도로 교통량조사 자료의 설계시간계수를 적용할 것을 제시하고 있다.

<표 2> 한국도로공사의 설계시간계수 범위

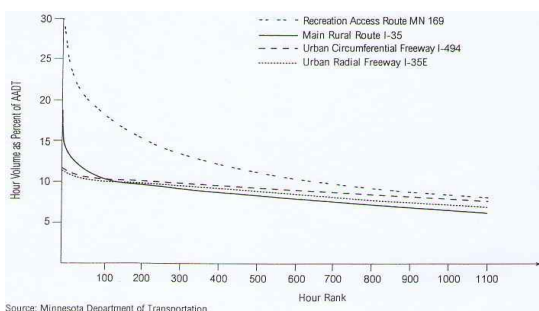
도로구분	설계시간계수(K)
고속도로	0.06 ~ 0.08
일반도로	0.091 ~ 0.157

3) US HCM 2000

US HCM에서는 일반적으로 실무에서 사용되는 설계 시간교통량을 30~100번째 사이의 교통량으로 제시하고 있지만 반드시 선정해야하는 것은 아니며 도로설계구간의 교통특성에 맞는 자료로 설계시간교통량을 산정해야할 필요가 있음을 제시하고 있다.

<표 3> 토지이용특성에 따른 설계시간계수

지역특성	설계시간계수(K)
도시화된 지역	0.091
도시	0.093
전이 지역	0.093
개발된 교외지역	0.095
미개발 교외지역	0.1

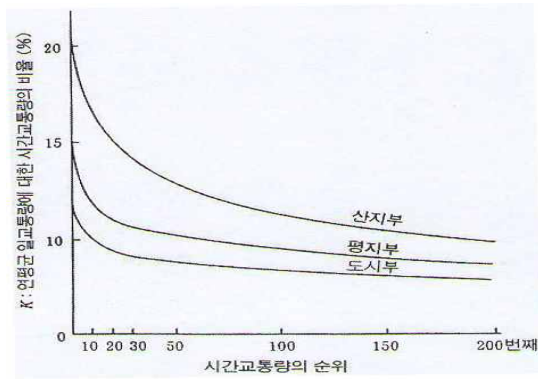


Source: Minnesota Department of Transportation.

<그림 3> Minnesota 주의 설계시간계수

4) 일본 도로구조령의 해설과 운용

일본도로협회에서 발간한 도로구조령의 해설과 운용



<그림 4> 도로구조령에 제시된 순위도곡선

에서는 구체적인 수치는 제시되어있지 않으나, 설계시간 교통량은 계획교통량에서 그 노선교통량의 변동특성을 고려하여 구하는 것을 제시하며 도로계획 목표연도의 30번째 시간교통량을 적용하도록 명시하고 있다.

2. 국내 관련 연구사례

1) 문미경 등 (2003)

기존 중방향설계시간교통량(DDHV) 추정방법에서 문제점으로 나타난 설계순위와 실제순위의 차이, DDHV 산정값의 오차, DDHV의 불규칙한 변동 등을 제시하고 서로 독립적인 두 방향(상행, 하행)의 교통량 중 중방향 시간교통량에서 설계대상 순위를 결정하여, K계수와 D 계수를 분리하지 않고 동시에 적용하는 방법(비분리방안)을 제시하였다.

2) 백승걸 등 (2007)

고속도로를 지역적 특성별로 유형분류한 후, 서해안 고속도로 차량검지기자료의 연간 시간대별 교통량자료를 이용해 지역적 특성별로 1군집(도시부) 0.092, 2군집(지방부) 0.175, 3군집(관광부) 0.163으로 제시하였다.

3) 임성한 (2008)

상시 교통량 조사 자료를 이용하여 연평균 일교통량에 대한 시간교통량의 비율을 종속변수로 하고, 시간교통량 순위를 독립변수로하는 회귀식을 추정하여 도로유형별 적정 설계시간계수 모형을 도출하였고, 모형식을 이용하여 추정된 K_{30} 값은 도시부 도로 0.10, 지방부도로 0.13, 관광부 도로 0.18로 제시하였다.

4) 조준한 등 (2008)

기존의 전통적인 중방향설계시간교통량(DDHV) 산정의 문제점을 제시하고 새로운 확률적인 중방향 설계시간 교통량 모형을 이론적으로 정립하였다. 확률적인 설계시간교통량 모형은 설계속도, 구간길이, 교통량, 차로수, 중차량계수 등을 고려하여 산정하고 도로용량에 따른 교통혼잡과 경제성 측면을 유동적으로 고려할 수 있기 때문에 도로계획 및 설계단계에서 객관적으로 반영할 수 있다고 제시하였다.

III. 자료수집 및 분석

1. 자료수집

본 연구에서는 한국도로공사에서 관리하는 고속도로에 설치된 차량검지기시스템(VDS : Vehicle Detection System)에서 생산하는 교통자료를 사용하였다. 수집기간은 설계시간계수 산정시 필요한 1년 365일 자료를 (2006.4.1~2007.3.31) 15분 단위로 수집하였고 수집내용은 방향별, 지점별 교통량, 지점속도, 검지기 종류이다.

15분 단위로 추출된 VDS 자료의 오류자료는 지점별 교통량, 지점속도 자료에서 -999로 표시된 자료이고 본 연구에서는 자료의 정확성과 신뢰성을 위하여 데이터 중 -999값을 가진 자료와 속도는 존재하지만 교통량에서 "0" 값을 가진 검지기자료는 분석에서 제외하는 오류자료 Filtering 과정을 수행하였다. 또한, 시간의 연속적 자료 확보를 위한 자료보정은 분석단위(1시간)내 오류자료를 포함하지 않은 15분 단위의 유효교통량을 가지고 비례식을 이용하였고, 속도보정은 유효속도를 해당 분석시간대의 대표 값으로 인정하여 평균처리하였다.

설계시간계수의 추정을 위해 구간별 분석시간 단위를 1시간으로 하고 평일과 휴일(명절, 주말) 교통량으로 구분하여 자료를 정리하였다.

<표 4> 교통량 및 속도자료 보정방법

오류 갯수	교통량	속도
1개	(\sum 유효3개) \times (4/3)	(\sum 유효3개) \div 3
2개	(\sum 유효2개) \times (4/2)	(\sum 유효2개) \div 2
3개	(\sum 유효1개) \times (4/1)	(\sum 유효1개) \div 1

2. 자료분석

본 연구에서는 가공된 자료를 가지고 차로별(2, 3,

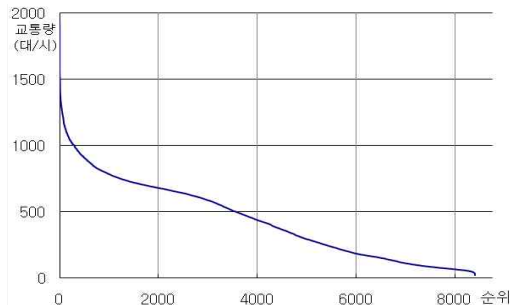
4차로) 행정구역이 서울을 포함한 수도권과 광역권은 도시부 설정하고, 나머지 지역은 지방부로 구분하여 시간교통량을 순위도곡선으로 나타내어 설계시간계수(K)를 추정할 수 있는 설계시간교통량(DHV)의 순위도 분석을 수행하였다.

순위도 분석에 사용된 각 차로별 도시부와 지방부의 분석구간은 <표 5>와 같고, 분석에 사용된 총 시간수는 원칙적으로 8,760개의 시간자료로 구성되어야 하나 오류자료를 보정할 수 없는 시간교통량을 제외하고 나머지 시간교통량으로 순위도 곡선을 작성하였다.

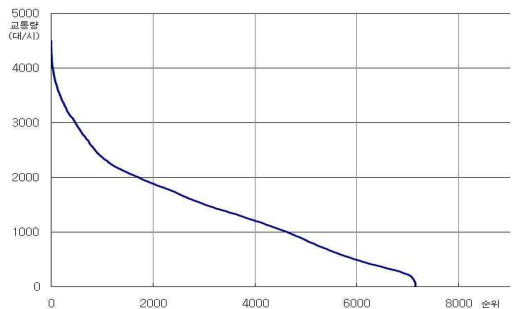
순위도 곡선의 형태를 살펴보면 지방부는 기존 문헌에서 살펴본 순위도 곡선형태와 비슷한 형태를 보이나

<표 5> 본 연구에 사용한 분석구간

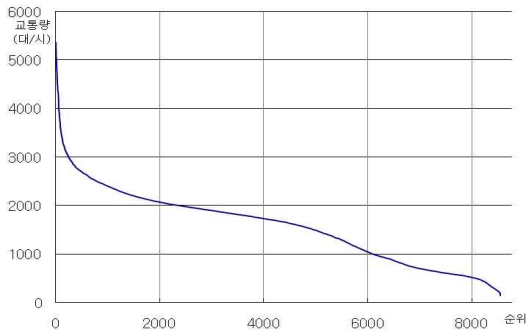
구분	도시부	지방부
2차로	남해제2지선 (가락IC~서부산IC)	남해선 (옥곡IC~진월IC)
총시간수	8,434시간	8,411시간
3차로	영동선1 (북수원IC~동수원IC)	서해안선 (당진IC~송악IC)
총시간수	8,012시간	7,150시간
4차로	영동선2 (동수원IC~신갈JC)	경부선 (구미IC~김천JC)
총시간수	8,361시간	8,545시간



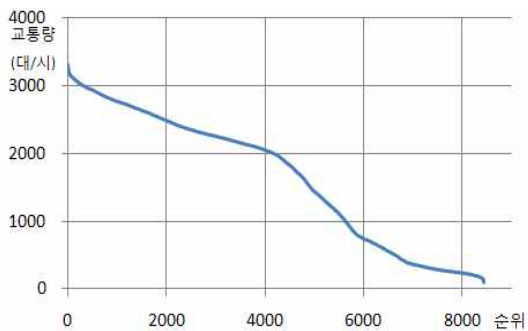
<그림 5> 지방부 2차로 순위도곡선(남해선)



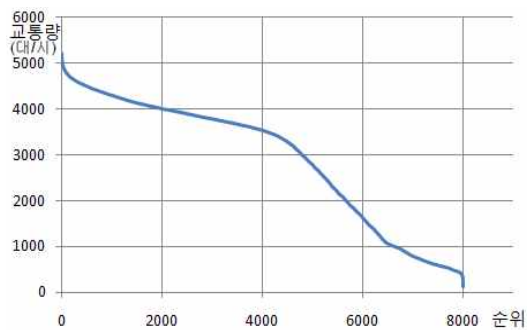
<그림 6> 지방부 3차로 순위도곡선(서해안선)



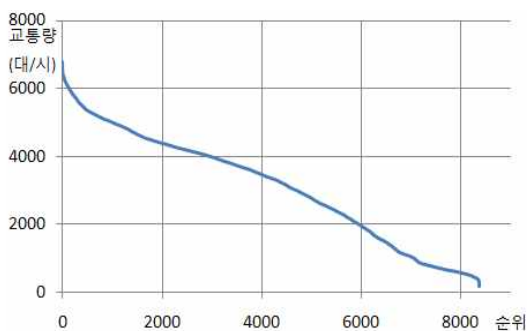
<그림 7> 지방부 4차로순위도곡선(경부선)



<그림 8> 도시부 2차로 순위도곡선(남해제2지선)



<그림 9> 도시부 3차로 순위도곡선(영동선1)



<그림 10> 도시부 4차로 순위도곡선(영동선2)

도시부의 순위도 곡선형태는 4,000번째 순위 근처에서 볼록한 변곡점이 형성되는 것을 알 수 있다. 이는 기존 순위도 곡선에서 보이는 30번째, 50번째, 100번째 순위까지 급격하게 감소하다가 일정하게 감소하는 형태와는 완전히 다르다고 할 수 있다.

IV. 설계시간계수(K) 추정

1. 기존 방법론

현재 우리나라에서는 도로 설계기준으로서 설계시간 교통량(DHV)과 중방향설계시간교통량(DDHV)을 이용하고 있는데 설계시간교통량은 연평균일교통량(AADT)에 설계시간계수(K)를 곱해서 산출하고 중방향설계시간 교통량은 설계시간교통량(DHV)에 다시 중방향계수(D)를 곱하여 산정한다.

설계시간교통량(DHV)은 연중 조사된 8,760 (365일×24)시간의 교통량 조사자료를 교통량이 많은 것부터 순서대로 배열한 후 이들을 부드럽게 연결한 곡선이 급격하게 변화하는 변곡점의 교통량으로 정의되고, 통상적으로 설계시간교통량(DHV)을 이용해 설계시간계수(K)를 구한다.

이러한 전통적인 설계시간계수 추정방법을 사용하여 본 연구의 분석구간을 대상으로 200번째 순위도를 작성하고 30번째, 50번째, 100번째 순위에 해당되는 설계시간계수(K)를 결정하였다.

전반적으로 지방부의 설계시간계수가 도시부보다 크게 분석되었고 차로수별 설계시간계수 차이는 특별한 특징을 찾을 수가 없다. 또한 30번째 설계시간계수(K₃₀)가 가장 크고 50번째와 100번째 순위로 가면서 설계시간계수는 작아지고 감소비율은 도시부는 적은 반면에 지방부의 경우는 30번째, 50번째, 100번째로 가면서 설계시간계수가 상대적으로 크게 감소하는 경향을 보인다.

<표 6> 도시부와 지방부의 설계시간계수(K)

구분		2차로	3차로	4차로
도시부	K ₃₀	0.081	0.070	0.085
	K ₅₀	0.080	0.069	0.084
	K ₁₀₀	0.079	0.068	0.081
지방부	K ₃₀	0.124	0.140	0.119
	K ₅₀	0.119	0.135	0.112
	K ₁₀₀	0.109	0.130	0.093

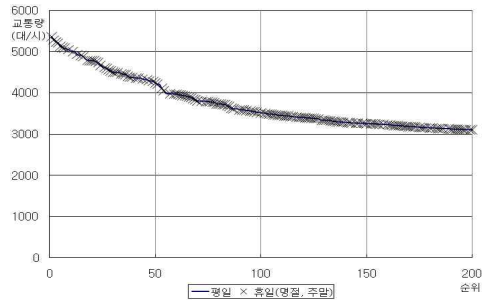
2. 문제점 제기

기존 설계시간계수는 교통량이 많은 순서대로 배열하는 순위도 곡선에서 급격하게 감소하는 변곡점을 구하여 결정하거나 국내의 편람이나 지침에서 제시하고 있는 30번째, 50번째, 100번째 순위에 해당되는 DHV(설계 시간교통량)와 AADT(연평균일교통량)의 비율로서 추정하고 있다. 그러나, 앞에서 분석한 바와 같이 도시부 순위도 곡선에서 변곡점을 찾기가 어렵고 도시부와 지방부의 순위도 곡선형태가 다르다는 것을 알 수 있다. 이러한 도시부의 완만한 곡선형태는 정체가 발생되어 속도가 낮아지면서 교통수요보다 낮은 정체된 교통량이 많이 발생하여 교통량의 감소폭이 적어지고 이를 반영한 설계시간계수로 인해 차로수 산정시 문제점이 발생된다.

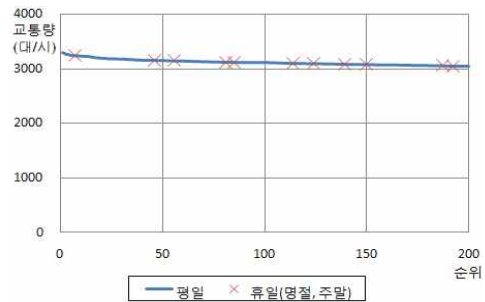
따라서, 본 연구에서는 1년 중 차량통행이 가장 활발하게 일어나고 있는 명절기간(설, 추석)과 주말 교통량을 교통량 순위가 매우 높다고 인정되는 200번째 순위도 곡선에 표시하여 기존 설계시간교통량 추정방법에 대한 적절성을 평가하고자 한다.

분석방법으로는 도시부와 지방부에 위치한 고속도로를 대상으로 1년 중 가장 혼잡할 것으로 예상되는 명절

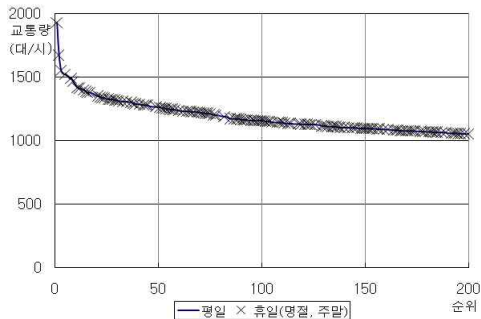
기간과 주말의 시간교통량 순위가 200번째 순위도 곡선에 어느 정도 포함되는지를 <그림 11>~<그림 16>에 제시하였다.



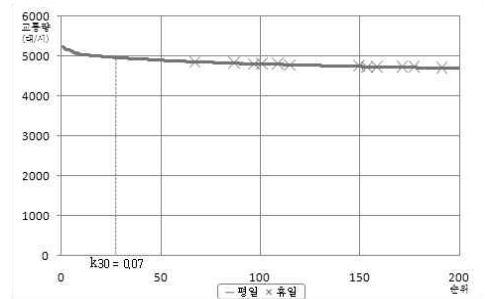
<그림 13> 지방부 4차로 설계시간계수



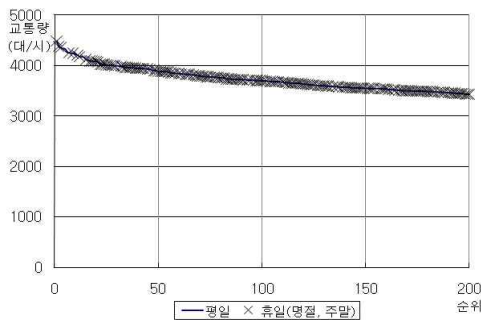
<그림 14> 도시부 2차로 설계시간계수



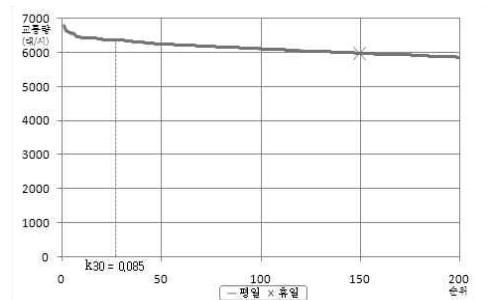
<그림 11> 지방부 2차로 설계시간계수



<그림 15> 도시부 3차로 설계시간계수



<그림 12> 지방부 3차로 설계시간계수



<그림 16> 도시부 4차로 설계시간계수

<표 7> 200번째 순위도 곡선내 명절 및 주말의 시간수

구분	2차로	3차로	4차로
지방부	140시간	169시간	164시간
도시부	11시간	12시간	1시간

그림에서 보는 바와 같이, 지방부의 경우 명절기간 및 주말 동안 시간교통량이 200번째 순위도 곡선에 상당부분 포함되어 표시되어 있으나 도시부의 순위도 곡선에는 지방부에 비해 상대적으로 매우 적은 시간교통량만이 포함되는 것을 알 수 있다. 200번째 시간 안에 포함된 명절기간과 주말의 시간은 <표 7>에 제시하였다.

실제적으로 도시부의 경우, 교통혼잡을 보인 주말 및 명절기간의 시간교통량이 200번째 시간안에 주로 포함되지 않고 의외로 낮은 순위 위치에 있음이 밝혀짐에 따라 기존 설계시간계수(K) 추정시 사용되었던 30번째 순위방법(DHV/AADT)에 의한 설계시간계수 방법론은 지·정체를 겪을 때의 시간교통량을 그대로 사용하고 있어 혼잡교통량을 반영하지 못하는 것으로 나타났다.

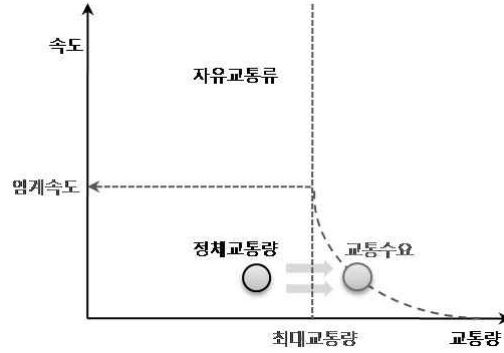
이러한 현상은 교통수요가 교통용량을 초과하는 경우 정체가 발생하여 후방으로 대기행렬이 형성되고 교통량은 오히려 정체로 인한 속도감소로 교통량이 줄어드는 교통류현상 때문이다. 따라서, 정체가 발생하는 기간동안의 시간교통량은 교통수요를 충분히 반영할 수 있는 변수가 되지 못하고 이러한 자료를 사용한 설계시간계수 추정은 실제 설계시간계수보다 과소 추정되는 오류를 범할 수 있다.

기존 설계시간계수 추정방법이 관측된 시간교통량으로 사용되기 때문에 자유교통류 상태의 교통량과 정체교통류 상태의 교통량을 구분하지 못하여 정체교통류 상태에서 관측된 시간교통량이 교통수요보다 적은 수준을 보이기 때문이다.

3. 개선 방향

본 연구에서는 위에서 제기된 도시부 고속도로의 설계시간계수 추정방법론의 문제점을 개선하고자 교통수요가 도로용량을 초과하여 잦은 지정체를 보일때 발생하는 정체교통량을 교통수요로 전환한 후 이를 설계시간계수 추정시 포함하는 방안을 개선방향으로 제시하고자 한다.

이를 위해 도시부 고속도로에서 관측되는 시간교통량을 자유교통류와 정체교통류로 구분하는 것이 우선 필요하다. 즉, 시간교통량의 관측뿐만 아니라 속도개념을 도입하여 정체상태에서의 시간교통량을 구분하는 과정이



<그림 17> 교통수요 전환 예시

필요하고 이러한 정체교통류 상태에서 관측된 시간교통량을 충분한 용량상태에서의 교통수요로 전환하는 과정이 필요함을 알 수 있다.

정체교통류를 구분하기위한 기준을 결정하고자 교통류모형에서 일반적으로 사용되고 있는 속도-교통량 관계를 작성하여 자유교통류와 정체교통류를 구분시키는 최대교통량(용량)과 임계속도를 결정하였다.

최대교통량은 가장 많은 시간교통량으로 설정하였고, 임계속도는 일반적으로 최대교통량을 나타내는 속도인 70km/h로 설정하였다.

정체교통류에서 교통수요로의 전환방법은 교통량은 점점 증가하고 속도는 감소하면서 교통수요는 계속적으로 증가할 것이라는 일반적인 개념을 바탕으로 결정된 최대 시간교통량과 임계속도를 이용하여 임계속도보다 낮은 교통량 자료를 최대 시간교통량을 기준으로 대칭이동(symmetrical change)하여 교통수요로 전환하였다.

교통수요를 산정하는 방법은 원칙적으로 정체교통류 상태에서 통과하는 교통량과 상류부로 형성되는 대기행렬대수를 합하여 구해야 하는 것이 맞을 것이다. 그러나, 이 방법은 시간에 따라 변화하는 대기행렬대수를 일일이 파악하여야 하므로 시간과 공간을 동시에 고려해야하는 문제로 인하여 관측도 어렵고 산정하기도 어려운 문제를 가지고 있다. 이러한 교통수요 산정의 대체방법으로 통상 최대교통량과 임계속도를 기준으로 좌우대칭이동 방법이 사용될 수 있다.

본 연구에서는 교통수요를 산정하는 대칭이동 방법의 타당성을 검증하고자 VISSIM으로 정산된 네트워크를 이용하여 생성된 시뮬레이션 데이터를 가지고 최대교통량과 임계속도를 기준으로 좌우대칭이동하여 산출된 정체교통수요와 대기행렬을 이용하여 산출된 정체교통수요가 동일한지를 판단하는 두 정체교통수요의 유의성 검증

을 먼저 수행하였다.

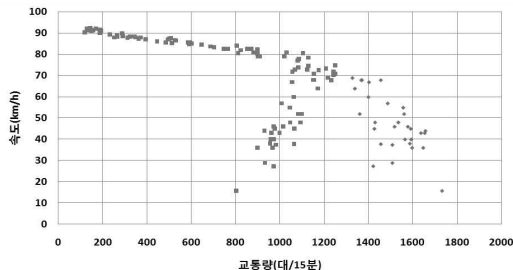
시뮬레이션의 대기행렬에 의한 교통수요와 대칭이동을 적용한 교통수요의 동일여부를 판단하기 위하여 교통량 데이터에 대한 t-test를 이용하여 유의성 검정을 실시하였다. 귀무가설(Ho)은 “시뮬레이션의 대기행렬에 의한 정체교통수요와 대칭이동을 적용한 정체교통수요는 같다”이며, 유의수준(α)은 0.05에서 검정을 수행하였다.

자유도(d.f)가 29일 때 유의수준 0.05의 t 기준값이 ± 2.0452 이고 정체교통수요의 t 값이 0.8746으로 t 기준 값의 범위 안에 포함되므로 귀무가설을 채택하여 통계적으로 유의하다는 결과를 도출하였다.

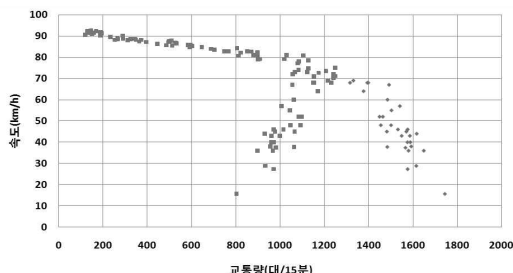
따라서, 대기행렬을 이용한 방법과 대칭이동을 이용

<표 8> 통계적 검증 교통자료 내역

지점	일자	입계속도	최대 교통량
영동선 (북수원IC~동수원IC)	2006년 4월 4일	70(km/h)	1,273 (대/15분)



<그림 18> 대기행렬차량수를 이용한 정체교통수요 산출



<그림 19> 좌우대칭이동을 이용한 정체교통수요 산출

<표 9> 정체교통수요, 속도의 t 통계량

구분	t 계산값	t 기준값($\alpha=0.05$)
귀무가설 (Ho)	시뮬레이션의 대기행렬에 의한 교통수요와 대칭이동을 적용한 교통수요는 같다	
정체 교통수요	0.8746	+2.0452 -2.0452

한 방법 모두 교통수요를 추정하는 방법으로 가능하다고 판단되지만, 대칭이동 방법이 편리성으로 인하여 좀 더 활용성이 높을 것으로 생각됨에 따라 본 연구에서는 대칭이동 방법을 이용하여 교통수요를 추정하고자 한다.

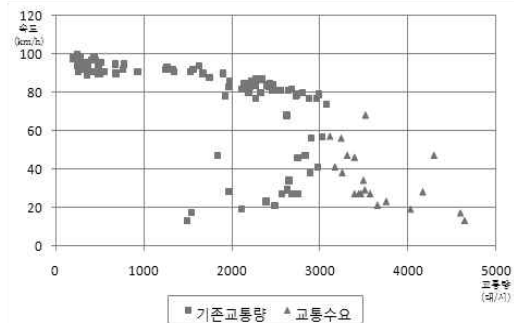
V. 새로운 도시부 설계시간계수 추정

1. 교통수요 추정

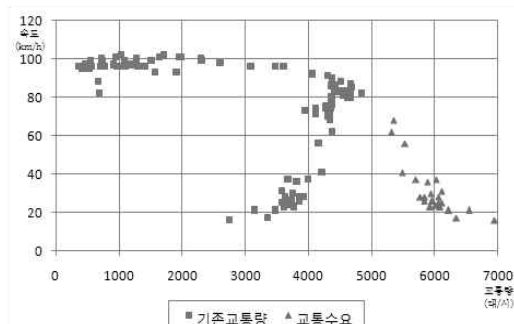
도시부 고속도로 설계시간계수 방법론의 개선방향으로 제시된 방법론을 적용하여 새로운 도시부 설계시간계수를 추정해보고 이를 기존 방법론에 의해 추정된 설계시간계수와 비교, 평가하고자 한다.

이를 위해서 우선, 차로별 도시부 시간교통량 자료를 가지고 정체상태의 교통수요를 산정하는 과정을 분석하였다.

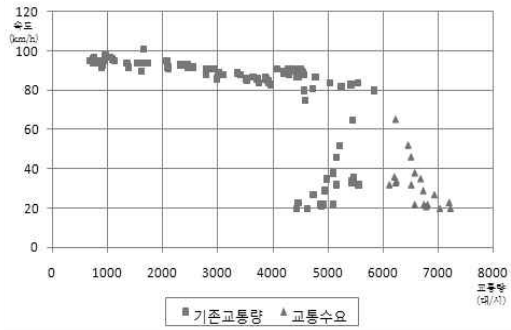
분석과정은 도시부도로의 차로별로 자유교통류와 정체교통류가 포함된 요일을 선정해 1일 15분교통량을 시간교통량($V_{15} \times 4$)으로 환산하여 96개의 교통류를 가지고 관계도를 작성하였다. 작성된 결과의 1일 최대교통량을 기준으로 입계속도 70km/h이하의 속도를 가진 교통량을



<그림 20> 도시부 2차로 교통수요 전환도



<그림 21> 도시부 3차로 교통수요 전환도



<그림 22> 도시부 4차로 교통수요 전환도

대칭이동하여 도출된 결과가 <그림 20> ~ <그림 22>와 같다.

이렇게 추정된 교통수요-속도 관계도를 이용하여 교통수요를 추정할 수 있는 모형식을 회귀분석하여 차로별로 개발하였고 결정된 모형식은 식(1), (2), (3)과 같다.

$$V_2 = -0.025x_i^3 + 3.630x_i^2 - 172.8x_i + 6169, R^2=0.89 \quad (1)$$

$$V_3 = -0.021x_i^3 + 2.812x_i^2 - 142.7x_i + 8219, R^2=0.79 \quad (2)$$

$$V_4 = -0.051x_i^3 + 7.289x_i^2 - 330.1x_i + 11196, R^2=0.84 \quad (3)$$

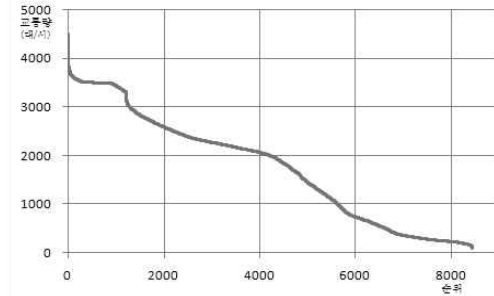
여기서,

- V_2 : 도시부 2차로 교통량
- V_3 : 도시부 3차로 교통량
- V_4 : 도시부 4차로 교통량
- x_i : 도시부 i차로 별 속도

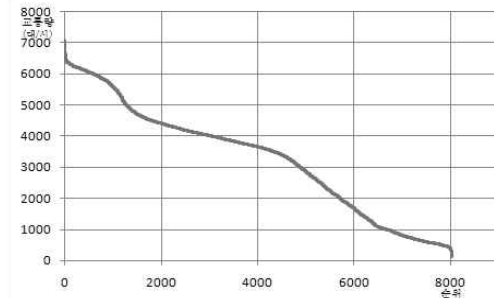
2. 교통수요를 고려한 순위도 곡선

앞에서 개발한 교통수요 전환 모형식을 바탕으로 정체 교통류 상태의 관측된 시간교통량을 새롭게 산정하였다. 그 결과 도시부 차로별로 정체가 발생한 70km/h이하의 시간교통량이 교통수요 개념으로 전환되어 교통량이 모두 증가하였으며, 교통수요의 개념을 반영해 새롭게 제시된 순위도곡선은 <그림 23> ~ <그림 25>와 같다.

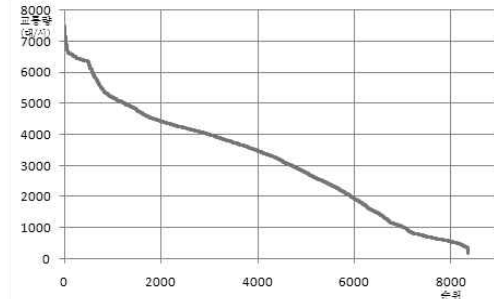
새롭게 제시된 도시부 순위도곡선은 기존 도시부 고속도로 순위도 곡선에 비해 수평으로 완만한 형태가 사라지고 일정하게 감소하는 형태에 더 가까워진 것을 알 수 있다. 또한, 순위가 높은 시간교통량의 순위가 기존 방법으로 추



<그림 23> 제안된 도시부 2차로 순위도곡선



<그림 24> 제안된 도시부 3차로 순위도곡선



<그림 25> 제안된 도시부 4차로 순위도곡선

정된 시간교통량 순위보다 높아진 것을 알 수 있어서 설계 시간계수가 좀 더 높은 값으로 추정될 것으로 예상된다.

3. 설계시간계수(K) 추정 및 비교

본 절에서는 도시부 고속도로를 대상으로 새롭게 제안된 교통수요를 반영한 설계시간교통량(DHV)를 산정하고 개선된 설계시간계수를 추정하고자 한다. 도시부 고속도로에서 정체교통류를 교통수요 개념으로 바꾸어 새롭게 시간교통량을 추정하였으며, 명절기간과 주말을 포함한 200번째 순위도 곡선은 <그림 26> ~ <그림 28>과 같다.

200번째 순위도 곡선에서 명절기간과 주말을 포함한

시간교통량 시간수는 <표 10>에서 보는 바와 같이 기존 방법과 비교하여 상당히 많이 증가하였고 휴일(명절, 주말) 교통량이 대부분 200번째 안에 포함되는 것을 확인할 수 있다.

또한, 기존 추정방법과 본 연구에서 제시한 추정방법의 K_{30} 번째의 증가 추이를 검토한 결과, 도시부 고속도로 차로별로 각각 2차로 9.88%, 3차로 17.14%, 4차로 8.24%로 증가하여 <표 11>과 같이 나타났다.

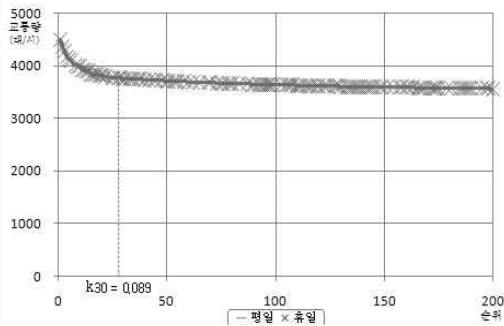
이러한 새로운 설계시간계수 추정방법은 도시부 고속도로의 정체 교통량을 반영함으로써 적절한 차로수 산정

<표 10> 도시부 200번째 휴일(명절, 주말)교통량 시간수 비교

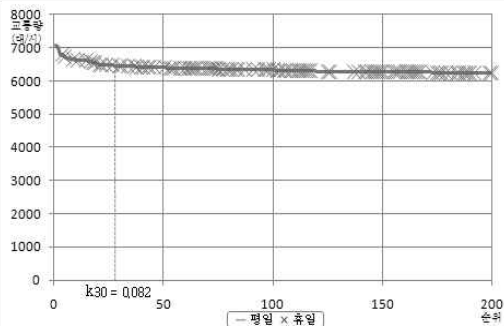
구분	2차로	3차로	4차로
기존 방법	11시간	12시간	1시간
본 연구방법	129시간	104시간	90시간

<표 11> 도시부 설계시간계수(K) 비교

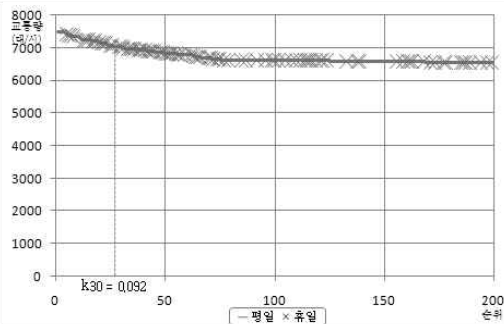
구분		K_{30}	K_{70}	K_{100}
2차로	기존 방법	0.081	0.080	0.079
	본 연구방법	0.089	0.088	0.086
3차로	기존 방법	0.070	0.069	0.068
	본 연구방법	0.082	0.082	0.081
4차로	기존 방법	0.085	0.084	0.081
	본 연구방법	0.092	0.089	0.086



<그림 26> 제안된 도시부 2차로 200번째 순위도곡선



<그림 27> 제안된 도시부 3차로 200번째 순위도곡선



<그림 28> 제안된 도시부 4차로 200번째 순위도곡선

이 가능하고 이로 인한 고속도로 교통혼잡을 예방하는 효과가 기대된다.

VI. 결론

도로계획 과정에서 차로수 설계에 필요한 장래 설계시간교통량(DHV)은 설계시간계수(K)를 사용하여 결정하고 있다. 우리나라 설계시간계수는 미국 도로청(Bureau of Public Roads)에서 1950년에 최초로 제안했던 K_{30} 값을 그대로 적용하여 30번째 시간당 순위교통량을 사용하고 있는 실정이다. 그러나, 현재 우리나라에서 사용하고 있는 설계시간계수의 산정방법이 미국과의 교통 및 통행 특성이 서로 다른 상황에서 과연 적절한 결정방법인지를 1년 동안의 시간교통량 자료를 가지고 분석하였고, 기존의 설계시간계수 결정방법이 우리나라 교통특성에 맞지 않음을 밝혀내었다.

기존 설계시간계수 추정방법의 문제점은 지방부 고속도로보다는 도시부 고속도로에서 설계시간계수를 추정할 때 주로 발생하는 것으로 발견되었다. 도시부 고속도로의 경우, 교통수요가 도로용량을 자주 초과하여 교통정체가 발생한 시간대가 많이 발생하고, 이러한 정체상태의 시간 교통량은 교통수요가 많음에도 불구하고 용량제약으로 인하여 낮은 교통량 수준을 보이고 결과적으로 낮은 설계시간계수 값으로 추정되는 문제점이 있는 것으로 나타났다.

이러한 도시부 고속도로에서의 낮은 설계시간계수 값 추정으로 인하여 결국 설계시간교통량(DHV)이 적게 추정되는 결과를 나타내고, 낮은 설계시간계수 값의 적용은 차로수 결정과정시 적은 차로수를 산정하게 되어 이를 반영하여 계획, 설계된 도로에서 당초 계획된 서비스 수준을 만족시키지 못하고 잦은 지·정체를 경험하게 되는 악순환을 반복시키게 되는 결과를 초래하게 되는 것

으로 파악된다.

따라서, 본 연구에서는 기존 설계시간계수 추정방법론의 개선방향으로 정체상태에 있는 관측교통량을 교통수요를 고려한 개념으로 전환시키고 이를 반영한 설계시간계수(K)를 추정하는 방법을 새롭게 제시하였고, 기존 방법에 의한 설계시간계수 값과 비교하여 더 증가되는 것으로 보여주었다.

본 연구 결과는 기존 설계시간계수 값이 정체상태를 적절히 표현하지 못하고 있는 문제점을 발견하였고 이에 대한 개선방향으로 시뮬레이션 방법을 이용하여 정체시 교통수요를 추정하는 방법을 제시하여 새로운 설계시간계수를 추정함으로써 기존 방법론의 오류를 제시하는데 논문의 의의가 있다.

본 연구에서 제시한 개선방향인 주어진 도로용량으로 인하여 교통수요가 정체교통량으로 표현되는 상태에서의 교통수요 추정방법에 대한 좀 더 정확하고 심도있는 연구수행이 필요하다고 생각되고, 향후 도시부 고속도로에서 교통수요를 고려한 설계시간계수 추정으로 적절한 차로수 산정이 이루어져 합리적인 도로계획 및 설계가 이루어졌으면 한다.

알림 : 본 논문은 대한교통학회 제59회 학술발표회(2008. 10.24)에서 발표된 내용을 수정·보완하여 작성된 것입니다.

참고문헌

1. 건설교통부(2001), “도로용량편람”.
2. 문미경·장영순·강재수(2003) “설계시간교통량 산정방법 개선”, 대한교통학회지, 제21권 제5호, 대한교통학회, pp.61~71
3. 백승걸·김법진·이정희·손영태(2007) “차량검지 기자료를 이용한 고속도로 설계시간계수 산정”, 대한교통학회지, 제25권 제6호, 대한교통학회, pp.79~88
4. 원제무(1999), “도시교통론”, 박영사.
5. 원제무(2000), “교통공학”, 박영사.
6. 일본도로협회(1999), “도로구조정의 해설과 운용”.
7. 임성한(2008) “일반국도 설계시간계수 특성 연구”, 교통 기술과 정책, 제5권 제3호, 2008년 9월, 대한교통학회, pp.83~97
8. 조준한·김성호·노정현(2008) “확률적인 중방향 설계시간 교통량 산정 모형에 관한 이론적 해석”, 대한교통학회지, 제26권 제3호, 대한교통학회, pp.199~209
9. 한국도로공사, “고속도로 타당성조사 및 기본설계 실무 지침서”.
10. 한국도로공사(2007), “적정차로수 산정을 위한 설계시간계수 연구”, pp.53~55
11. AASHTO(2004), “A Policy on Geometric Design of Highways and Streets.”
12. TRB(2000), “Highway Capacity Manual”, Transportation Research Board.

- ☞ 주 작 성 자 : 김상구
- ☞ 교 신 저 자 : 김상구
- ☞ 논문투고일 : 2009. 7. 8
- ☞ 논문심사일 : 2009. 8. 10 (1차)
2009. 11. 10 (2차)
2010. 2. 9 (3차)
2010. 3. 27 (4차)
2010. 4. 7 (5차)
- ☞ 심사판정일 : 2010. 4. 7
- ☞ 반론접수기한 : 2010. 8. 31
- ☞ 3인 익명 심사필
- ☞ 1인 abstract 교정필