

■ 論 文 ■

차량검지기자료를 이용한 고속도로 설계시간계수 산정 연구

Design Hourly Factor Estimation with Vehicle Detection System

백 승 걸

(한국도로공사 도로교통연구원 책임연구원)

김 범 진

(한국도로공사 도로교통연구원 연구원)

이 정 희

(한국도로공사 도로처 대리)

손 영 태

(명지대학교 교통공학과 교수)

목 차

- | | |
|--------------------|------------------------|
| I. 서론 | 1. 이용자료 |
| II. 이론 및 기존 연구 고찰 | 2. 변곡점 산정방법 |
| III. 고속도로 지역별 유형구분 | 3. 고속도로 유형별 설계시간계수 산정 |
| 1. 요인분석 | 4. 기존 설계시간계수 산정방법과의 비교 |
| 2. 군집분석 | V. 결론 및 향후연구과제 |
| IV. 고속도로 설계시간계수 산정 | 참고문헌 |

Key Words : 설계시간계수, 설계시간교통량, 차량검지기, 연평균일교통량, 정기교통량조사자료
DHF, DHV, VDS, AADT, Traffic Counting Data

요 약

설계시간교통량(DHV: Design Hourly Volume)은 도로설계의 기본이 되는 장래시간 교통량으로, 계획목표년도에 대상 도로구간을 통과할 것으로 예상되는 한 시간 교통량을 말한다. 설계시간계수(K)는 "계획목표년도의 연평균 일교통량에 대한 설계시간 교통량의 비율(DHV/AADT)"로 정의되며, 30번째 시간 교통량을 이용할 경우 설계시간계수는 K_{30} 으로 나타낸다. 적정규모의 도로를 설계하기 위해서는 합리적인 교통량의 예측 및 도로의 지역특성과 교통특성을 반영한 설계시간계수(DHF: Design Hour Factor)를 산출하는 것이 중요하다. 본 연구에서는 고속도로를 지역적 특성별로 유형분류한 후, 서해안 고속도로 차량검지기자료의 연간 시간대별 교통량자료를 이용하여 고속도로 설계시간계수를 구하였다. 분석결과 정기교통량조사 자료와 차량검지기자료에서 연평균일교통량은 유사한 반면, 첨두시간교통량은 특히 관광부에서 상당한 차이를 나타냈다. 정기교통량조사 자료는 실제 시간교통량 특성을 반영하기가 어려워 정기교통량조사 자료를 이용한 평균설계시간계수는 기존 지침이나 연구에서 제시되었던 결과와 다르게 산출되었으며, 기존 지침과 상반되게 도시부가 지방부와 관광부보다 더 높게 나타났다. 반면 차량검지기자료를 이용하여 구한 설계시간계수는 기존 지침에서 제시되고 있는 설계시간계수와 비교하여 도시부는 유사하게, 지방부는 약간 높게 산출되었다. 따라서 서해안고속도로에 대한 분석결과만을 이용하여 해석할 때 정기교통량 자료를 이용하는 것보다 차량검지기 자료를 이용하여 산정한 설계시간계수가 기존 관련지침에 제시된 값들과 비교적 유사하며, 합리적인 결과를 도출하여 신뢰성을 갖는 것으로 분석되었다.

Design Hourly Volume (DHV) is the hourly volume used for designing a section of road. DHV is also used to estimate the expected number of vehicles to pass or traverse the relevant section of road in a future target year. The Design Hour Factor (DHF) is defined as the ratio of DHV to Average Annual Daily Traffic (AADT). In addition to high precision of predicted traffic volume, in order to design a roadway to be the proper scale, applying appropriate DHFs considering traffic flow characteristics and type of area which surrounds the relevant roadway is important. This study categorizes sections of expressway (Suh Hae An Expressway) according to their area type and estimates DHFs utilizing traffic data obtained from a vehicle detection system (VDS). This study shows that DHFs calculated using VDS data are different from those using traffic data acquired from a coverage survey. While AADTs from both data show similar values, peak hour volumes from both data show significant differences especially for recreational areas. DHFs from the coverage survey are quite different from the values provided by the Korean design guide or previous research results and DHFs for urban areas are higher than recreational areas. However, DHFs from VDS shows similar values to previous research results. The result of this study suggests that using VDS for estimating DHFs is more reliable than using a coverage survey.

1. 서론

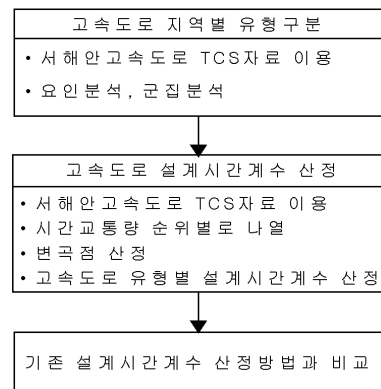
도로계획은 장래 지역사회의 개발, 산업경제의 발전, 적정한 인구배치, 합리적인 유통체계의 확립 등을 목표로 한다. 따라서 도로는 이러한 목표를 고려하면서 추정된 장래의 교통수요에 부응할 수 있도록 계획되어야 한다.

이러한 계획 교통량을 기초로 해당 도로의 장래 서비스수준을 예측하며, 신설 및 확장될 도로의 기하구조를 결정하게 된다. 한편, 계획교통량으로는 장래 목표년도에서 예측되는 일 교통량을 이용하지만, 도로설계를 위한 교통량으로는 시간당으로 나타내어지는 설계시간교통량을 이용한다. 그 이유는 일 교통량이 하루 중의 교통량 패턴, 특히 첨두 시간대의 교통수요를 반영하지 못하기 때문이다(도철용, 1998).

설계시간교통량(DHV: Design Hourly Volume)은 도로설계의 기본이 되는 장래시간 교통량으로서, 계획목표년도에 대상 도로구간을 통과할 것으로 예상되는 한 시간 교통량을 말한다. 설계시간계수(K)는 “계획 목표연도의 연평균 일교통량에 대한 설계시간 교통량의 비율(DHV/AADT)”로 정의되며, 30번째 시간 교통량을 이용할 경우 설계시간계수는 K_{30} 으로 나타낸다. 일반적으로 설계시간계수는 지방지역이 도시지역보다 크며, 이 값이 클수록 교통량 변화가 심하고, 연평균 일교통량이 증가할수록 해당 도로구간의 설계시간계수는 감소한다.

설계시간계수가 너무 높게 산출될 경우 설계시간 교통량이 너무 크게 계산되어 비경제적으로 도로가 건설될 염려가 있고, 너무 낮게 산출될 경우 설계시간 교통량보다 많은 시간대가 자주 발생하여 잦은 교통혼잡을 일으킬 수 있다. 이러한 측면에서 볼 때, 도로계획 시에는 합리적인 연 평균 일 교통량의 예측과 정확한 설계시간계수를 산출하는 것이 중요하다(건설교통부, 2001).

설계시간계수 산정시 영향권내 도로의 연평균 일교통량에 대한 첨두시 교통량 비율을 설계시간계수로 가정한 후 적용하거나 유사지역 도로구간에서 기초사된 설계시간계수를 적용하는 등 정확성 측면에서 한계를 가지고 있다. 이러한 문제를 극복하기 위한 방안의 하나로 고속도로의 차량검지기(VDS: Vehicle Detection System) 자료를 이용할 수 있다. 과거에는 전국의 일부 지역간에만 고속도로가 건설되었으나, 최근에는 전국의 모든 지역에 고속도로가 건설되어 있고, 대부분의 고속도로 구간에 설치되어 있는 차량검지기자료를 이용하여 해당구간의 연간시간대별 교통량을 파악하여 이를 설계시간계수 산



(그림 1) 연구흐름도

정에 이용할 수 있다. 그러나 이러한 대규모의 차량검지기자료가 있음에도 불구하고 지금까지는 자료 수집 및 저장관리의 한계, 자료의 결측 오류 문제 등으로 인해 설계시간계수 산정에 이용되지 않고 있다.

본 연구에서는 고속도로를 도시부, 지방부, 관광부로 구분한 후 차량검지기를 이용하여 설계시간계수를 산정하였다. 또한 현재 고속도로 설계시 주로 사용되고 있는 정기교통량조사 자료를 이용한 설계시간계수 산정방법 대신 차량검지기 자료를 이용하여 설계시간계수를 산정하고 이를 기존의 방법과 비교분석하는 것을 연구의 목표로 설정하였다.

II. 이론 및 기존 연구 고찰

본 절에서는 설계시간교통량 및 설계시간계수에 대한 지침 및 기존연구에 대해 살펴보았다. 우리나라의 경우 설계시간교통량을 “도로의 계획목표년도에 그 도로를 통행할 시간당 자동차 대수”라고 정의하고 있으며, 미국의 경우 “도로의 설계에 사용되는 장래 시간교통량”이라고 설명하고 있다(건설교통부, 2000).

건설교통부(2000)의 “도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙 해설 및 지침”에 의하면 설계시간 교통량(DHV: Design Hourly Volume)은 도로설계의 기본이 되는 장래시간 교통량으로서, 계획목표년도에 대상 도로구간을 통과할 것으로 예상되는 한 시간 교통량을 말한다. 설계시간 교통량은 연중 조사된 8,760(=365일×24시간)의 시간교통량을 교통량의 크기 순서대로 배열한 후 이들 교통량을 부드럽게 곡선으로 연결한 뒤 급격히 변하는 지점의 교통량을 결정하여 그 값을 설계시간 교통량

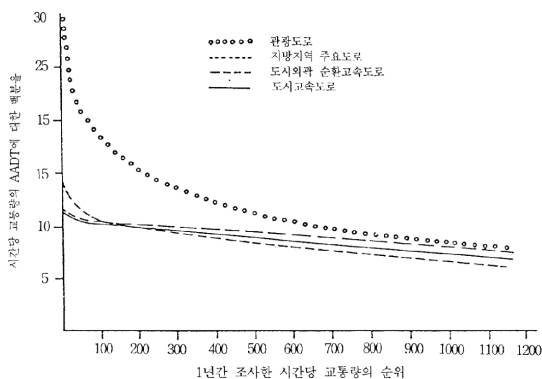
으로 이용하도록 하고 있다.

건설교통부(2000)에 따르면 설계시간교통량의 산출 방법은 다음과 같다.

- ① 대상도로 구간의 상시교통량조사에 나타난 1년 365일(8,760시간)의 매 시간 교통량을 높은 교통량에서부터 시작하여 가장 낮은 교통량까지 순서대로 배열한다.
- ② 각 시간당 교통량을 나타내는 점들을 연결하는 매끄러운 곡선을 그린다.
- ③ 곡선의 기울기가 급격히 변화하는 지점을 결정 한 후 그 지점에 해당하는 교통량의 연평균 일교통량에 대한 백분율을 산출한다.
- ④ ③에서 선택한 30번째 시간교통량의 연평균 일교통량에 대한 백분율을 결정한다. 이 백분율을 K_{30} 이라 나타낸다.

설계시간계수는 일반적으로 도시지역 도로보다는 지방지역 도로의 백분율이 높다. 그 이유는 지방지역 도로가 도시지역 도로에 비해 계절적인 교통량 변화가 심할 뿐 아니라 전체적인 통과 교통량, 즉 연평균 일교통량 수치도 도시지역 도로에 비해 낮은 값을 나타내어 시간 교통량을 백분율로 표시하는 경우 교통량의 변화에 비교적 민감하게 반응하기 때문이다.

〈그림 2〉는 도로 기능에 따른 연평균 일교통량에 대한 시간교통량의 변화를 나타낸 것이다. 설계시간계수는 〈그림 2〉에서 나타난 바와 같이 일반적으로 관광도로에서 가장 높은 값을 나타내며, 지방지역도로, 대도시주변도로, 도시지역 도로순으로 낮은 값을 나타낸다.



〈그림 2〉 도로기능에 따른 연평균 일교통량에 대한 시간교통량의 변화

자료 : 건설교통부(2000)

설계시간계수는 시간교통량을 1년 365일간에 걸쳐 크기순서로 배열한 후, 각각의 시간교통량의 연평균 일교통량(AADT)에 대한 백분율로 표현된다. 일반적으로 지방부 도로에서의 K값은 12~18% 사이에 있으며, 도시부 도로에서는 5~12% 사이에 있다. 설계시간계수의 일반적인 특성은 다음과 같다(건설교통부, 2000).

- ① 연평균 일교통량이 증가할수록 K_{30} 은 일반적으로 감소한다.
- ② K_{30} 이 높을수록 교통량의 변화가 심하다.
- ③ 대상도로 구간 인접지역의 개발이 많이 이루어질수록 K_{30} 은 감소한다.
- ④ K_{30} 은 일반적으로 관광도로에서 가장 높은 값을 나타내며 지방지역도로, 도시외곽도로, 도시내 도로 순으로 낮은 값을 갖는다.
- ⑤ 인구밀도가 낮은 지방부도로 및 교통량의 계절적 변동이 큰 도로 등에서는 K값이 매우 커진다. 한편, 도시부 도로나 간선도로의 성격이 강한 도로일수록 K값은 작아진다.

건설교통부(2000)에서는 설계시간계수 산정시 대상 도로의 지역적 특성이 충분히 검토 분석된 후 결정되어야 하지만, 이에 대한 충분한 교통량자료가 부족한 경우 외국의 경우처럼 30번째 시간교통량을 설계시간교통량으로 하되 고속도로와 같이 연중 교통량의 변화가 심한 경우 특별한 고려가 필요하다고 언급하고 있다. 그러나 현실적으로는 설계시간계수 산정시 영향권내 도로의 연평균 일교통량에 대한 침두시 교통량 비율을 설계시간계수로 가정한 후 적용하거나 유사지역 도로구간에서 기초사된 설계시간계수를 적용하는 등 정확성 측면에서 한계를 가지고 있다.

건설교통부(2000)에서는 지방지역과 도시지역으로 구분하여 설계시간계수를 제시하였으며, 지방지역 도로의 K_{30} 은 0.12~0.18, 도시지역 도로의 K_{30} 은 0.08~0.12로 제시하였다. 반면 건설교통부(2001) “도로용량편람”에서는 2차선도로를 고속국도와 일반국도로 구분하여 고속국도의 K_{30} 은 0.09(0.07~0.10), 일반국도의 K_{30} 은 0.15(0.12~0.18)로 제시하였으며, 고속도로는 다시 지방지역과 도시지역으로 구분하여 지방지역의 K_{30} 은 0.15(0.12~0.18), 도시지역의 K_{30} 은 0.09(0.07~0.11) 설계시간계수를 제시하였다. 또한 건설교통부(2004)에서는 고속국도의 K_{30} 을 0.070~0.085, 일반

국도의 K_{30} 을 0.080~0.015로 제시하고 있다.

윤혁렬(1999)은 1990년 건설부 도로교통량 통계연보에 나와 있는 상시조사지점 51개중 34개 지점의 조사 자료를 이용하여, 식 (1)의 설계시간교통량 추정 모형을 제시하였다. 이 값을 토대로 34개 지점에 대해 모형을 만들어 그 도로의 특성치가 결정되면 어떤 순위의 교통량도 구할 수 있다고 하였다.

$$F = a \cdot N^b \quad (1)$$

여기서 F : 시간교통량/연평균일교통량
 N : 교통량순위
 a, b : 상수

이장희(2000)는 AADT에서 첨두시간교통량이 차지하는 비율인 K값 및 D값(중방향 교통량: 양방향 교통량에 대한 교통량이 많은 방향의 교통량 비율(%))은 지방부와 도시부에 따라 차이가 있다고 주장하였다. 그는 권역별로 용량증가와 도로의 교통 혼잡을 예방하고 경제적 측면을 고려하기 위하여 권역별로 다른 K_{150} 값을 제시하였다. K_{30} 값은 전라도권역, 강원도권역, 경상도권역, 경기·수도권역순으로, K_{150} 값은 강원도권역, 전라도권역, 경상도권역, 경기·수도권역순으로 제시하였다. 결론적으로 같은 도시부라 하더라도 교통특성에 따라 K값이 상이하므로 해당지역의 교통특성을 고려하여 K값과 그에 해당하는 D값을 적용해야한다고 주장하였다. 이장희(2000)의 연구는 소수의 고속도로 본선영업소 자료를 이용하여 설계시간계수의 대표성에 상당한 한계를 가지고 있다.

임성한 등(2003)은 차로수와 서비스수준별로 일반국도를 구분한 후 연평균일교통량을 이용하여 설계시간계수를 산정하였다. 적정설계시간계수로 2차로 0.135(0.12~0.15), 4차로 0.090(0.08~0.10)를 제시하였다. 그러나 도로의 연평균 일교통량에 대한 30번째 시간교통량 비율을 설계시간계수로 가정한 후 적용하여 설계시간계수 설정기준에 한계를 가지고 있다.

검토결과 기존 지침은 대부분 우리나라 도로에 대한 상세한 조사분석이 미흡한 상황에서 설계시간계수를 제시하고 있으며, 관련 규정에 제시된 설계시간계수의 수치에 차이가 있을 뿐만 아니라 도로의 구분도 일관성이 결여되어 있는 것으로 나타났다. 기존 연구의 경우 이용된 자료가 소규모지점의 자료를 대상으로 하여 대표성

에 한계를 가지고 있거나 설계시간계수 산정기준에 한계를 나타내고 있다.

III. 고속도로 지역별 유형 구분

설계시간계수는 도시부, 지방부, 관광부 등 도로를 지역 유형별로 구분한 후 적용된다. 따라서 설계시간계수를 산정하기 위해서는 고속도로를 지역 유형별로 구분하는 작업이 선행되어야 한다.

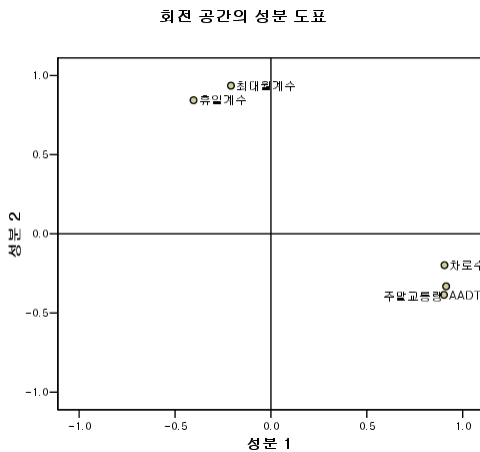
고속도로의 지역 유형을 구분하기 위해 고속도로 23개 노선 중 정기교통량조사가 시행된 335개 지점을 대상으로 2005년도 차량검지기자료를 활용하였으며, 지역유형을 판별하기 위하여 요인분석과 군집분석을 사용하여 교통특성을 분석하였다. 요인분석은 여러 가지 방법 중 관측된 요인의 선형결합인 주성분 분석을 사용하였다. 요인 추출을 통해 얻어진 요인행렬을 해석하기 쉬운 형태로 변환하기 위해 직교회전방법(Orthogonal Rotation Method)중 베리맥스(Varimax)법을 이용해 회전시킨 후 케이스별 요인점수를 산출하고 산출된 요인점수를 가지고 군집분석에 사용하였다. 군집분석의 방법으로는 K-평균 군집분석을 실시하였으며, 이렇게 요인분석과 군집분석을 통해 지역유형을 판별하고, 이에 대한 교통 특성을 분석하였다.

1. 요인 분석

요인추출을 위해 선정된 변수는 총 5개 변수로 차로수, AADT, 최대월계수, 주말교통량, 그리고 휴일 계수를 사용하였다.

AADT(연평균일교통량: Annual Average Daily Traffic)는 계획목표년도에 당해 도로를 통과할 것으로 예상되는 자동차의 연평균 일교통량으로, 도로인근지역의 인구가 밀집해 있거나 산업이 발달한 도시형지역의 도로일수록 AADT가 높게 나타난다.

휴일계수는 연간 도로를 통과하는 차량의 휴일평균교통량을 AADT로 나눈 값으로, 휴일계수가 높다는 것은 휴일의 교통량이 많다는 것이며, 도로인근에 관광지나 위락시설이 발달한 지역에서 높게 나타나는 경향이 있다. 휴일은 공휴일을 포함하여야 하나, 분석의 용이성을 위해 주말(토요일, 일요일)만을 대상으로 분석하였다. 최대월계수는 최대월 일평균 교통량을 AADT로 나눈



〈그림 3〉 회전공간의 성분도표

값으로, 휴일계수와 같이 관광지나 위락시설이 있는 도로구간에서 높게 나타난다.

요인분석 방법은 서로 상관성이 높은 여러 변수들을 하나의 요인으로 묶어 주는 방법으로서, 하나 이상의 다른 변수와 높은 상관관계를 가질 때 의미를 갖게 되지만, 일반적으로 고유치(Eigen value)가 1.0 이상인 경우 요인으로서 의미가 있다고 본다. 성분 1은 2개의 변수로 구성되며 포함된 변수는 최대월계수, 휴일계수이다. 이들 요인들은 시간적 변동과 관련된 교통량 변동 특성 요인으로 AADT에 대한 상대적 비율이며, 성분 2는 3개의 변수로 구성되며 차로수, AADT, 주말교통량이다.

2. 군집분석

군집분석에서는 요인분석에서 획득한 요인별 부하치 (Factor Loading)를 기준으로 상시조사 지점을 군집화 하였다. 군집분석방법 중 비계층적 방법인 K-평균군집방법(nonhierarchical or K-menas)을 사용하였고, 각 대상간 거리계산은 제공한 유클리디안 거리(Squared Euclidean Distance)를 사용하였으며, 군집 결합은 일원배치 분산분석을 이용하여 분산의 동질성에 대한 검증을 함으로써 고속도로의 군집을 분류할 수 있었다.

군집은 3개로 나뉘었으며, 군집별 지점수는 1군집이 86개, 2군집이 184개, 그리고 3군집이 65개 지점으로 나뉘었다.

- 1군집은 평균차로수가 7.49이며, 평균 AADT가 약 124,330대, 주말교통량이 123,509대 수준으로 매우 높아 대용량의 교통수요를 처리하는 도시

부 인근의 도로로 분석된다. 최대월계수, 휴일계수가 가장 낮아 교통량 변동이 적고 일상적인 교통이 대부분을 차지하는 도시부 도로로 판단되었다.

- 2군집은 개체수는 가장 많으나 차로수, AADT, 최대월계수 등 5개 변수가 모두 타 그룹에 비해 중간값을 나타낸다.
- 3군집은 개체수가 가장 적으며, 차로수 및 AADT, 주말교통량이 가장 낮고, 최대월계수 및 휴일계수가 가장 높게 나타나 교통량 변동이 매우 큰 도로임을 알 수 있다. 따라서 3군집은 휴일에 교통량이 집중되는 관광부 도로로 판단된다.

〈표 1〉 고속도로 군집별 평균변수값(2005년)

구분	개체수	차로	AADT	최대 월계수	주말 교통량	휴일 계수
1 군집	86	7.49	124,330	1.07	123,509	1.00
2 군집	184	4.12	44,797	1.11	47,624	1.09
3 군집	65	3.97	23,386	1.33	30,385	1.29
전체	335	4.96	64,171	1.15	63,760	1.11

요인분석 및 군집분석을 통해 고속도로 교통량조사지점은 3개의 군집으로 분류되며, 군집간 특성 차이가 뚜렷하게 나타났다. 군집특성을 분석한 결과 1군집은 도시부, 2군집은 지방부, 3군집은 관광부의 특성을 갖는 것으로 판단된다.

IV. 고속도로 설계시간계수 산정

1. 이용자료

한국도로공사가 관리하는 고속도로에는 2005년 현재 전국에 2,667대의 차량감지기가 설치되어 있으며, 루프식은 1,265대, 영상식은 653대, 자석식은 149대이다. 국내 ITS 시스템의 경우 방대한 규모의 교통자료를 수집·저장하고 있으나, 이용자의 자료 활용도는 낮은 실정이며, 이력자료의 저장, 표준화 및 통합관리가 미흡하여 자료의 이용이 매우 제한적이다.

본 연구에서는 2005년도 1년 365일 동안 2,667개의 차량감지기에서 30초 단위로 수집되는 교통량, 속도, 점유율 자료 중 K값에 영향을 주는 교통량 자료를 15분 단위로 집계

하였다. 추출된 15분 교통량 자료를 1시간 교통량 자료로 다시 집계하였으며, IC구간내 모든 차량검지기자료들의 순위를 구하였다. 이 과정에서 결측이나 오류가 발생한 검지기, 신설되어 1년 전체의 자료가 수집되지 않은 검지기 등 본 연구에서 사용할 수 없다고 판단된 검지기자료를 제외하였다.

2. 변곡점 산정방법

일반적으로 외국의 경우 곡선의 기울기가 급변하는 지점은 교통량을 높은 순서대로 배열했을 때 30번째 시간에서 발생하고 있는 것으로 알려져 있지만, 우리나라 고속도로에 대한 지역적 특성이 충분히 분석되지 않았으므로 곡선의 기울기가 급격히 변화하는 지점을 결정하기 위해 변곡점 산정식을 적용하였다. 변곡점(Knee of the curve)은 곡률이 최대가 되는 지점을 말하며, 식(2)와 같다.

$$k = \frac{f''(x)}{(1+f'(x)^2)^{\frac{3}{2}}} \quad (2)$$

곡률 K가 최대가 되는 지점을 찾기 위해 고속도로 전체 차량검지기 교통량 자료를 이용하여 식(3)과 같은 회귀식을 구하였다.

$$Y = ax^{-b} \quad (3)$$

Y : 연평균 일 교통량에 대한 시간교통량의 비율

x : 시간교통량순위

a, b는 계수(a>0, b>0)

식(3)은 식(4)로 표현할 수 있다.

$$k = \frac{ab(b+1)}{(1+a^2b^2 \frac{1}{x^{2b+2}})^{\frac{3}{2}} (x^{b+2})} \quad (4)$$

식(3)이 최대가 되는 x 값은 다음과 같다.

$$x = (ab)^{\frac{1}{1+b}} \quad (5)$$

설계시간교통량을 산출하기 위하여 조사된 값을 그래프로

나타낸 후 회귀식을 산출하면 각각의 그래프에 대한 회귀식 식(3)과 같이 나타난다. 식(3)에서 획득한 a, b 값을 식(5)에 대입하여 본 연구에서 연구자하는 변곡점(x)을 산정하였다.

3. 고속도로 유형별 설계시간계수 산정

고속도로 차로수 산정시 통상적으로 정기교통량조사 자료를 이용하여 설계시간계수를 구하는데, 정기교통량 조사 자료는 1년중 10월 3째주 목요일 하루에 대한 AADT와 첨두시간교통량을 산정한다. 또한 인근지역에서 유사한 교통특성을 가지는 도로구간의 기초사된 설계시간계수를 이용한다. 그러나 인근지역의 설계시간계수는 조사된 경우가 많지 않기 때문에 대부분 정기교통량조사 자료를 이용하는데, 이러한 방법은 해당구간의 설계시간계수의 특성을 반영하기에는 상당한 제한이 따른다.

고속도로 차량검지기 자료를 이용할 경우 고속도로의 매시간 교통량자료를 이용하여 첨두시간교통량을 산정할 수 있으며, 정기교통량보다 많은 지점에서 관측된다는 점에서 정기교통량조사 자료보다는 유용한 정보이다.

본 연구에서는 한개 IC 구간에 해당되는 모든 차량검지기를 분석하는데에 시간적 한계가 있어 한 개 노선만을 분석하였다. 고속도로 정기교통량 자료를 이용하여 고속도로 전체 23개 노선을 군집분석한 결과(오성호·류제영, 2006), 서해안 고속도로만이 3개의 군집분포가 고르게 나타남을 보여 적절한 사례분석노선으로 서해안고속도로를 선정하였다. <표 2>는 서해안 고속도로의 변수 특성을 나타낸 것이다. 서해안고속도로는 도시부, 관광부에 비해 지방부에 해당하는 구간이 매우 적게 분포되었다.

서해안고속도로를 IC별로 32개 구간으로 나눈 후 15분 차량검지기자료(양방향 612개)를 이용하여 서해안고속도로의 구간별 설계시간계수를 <표 2> 및 <그림 4>와 같이 산정하였다.

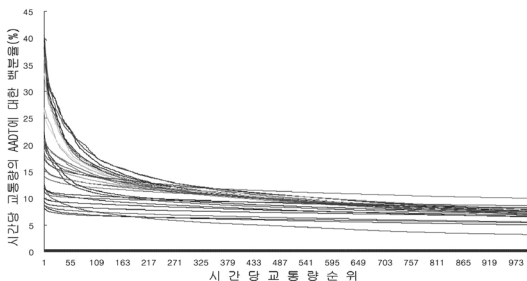
<그림 5>는 서해안고속도로의 지역 유형별 설계시간계수를 나타낸 것이다. <그림 2>와 다르게 도시부와 지방부의 교차점이 발생하지 않고 오히려 지방부와 관광부가 약 350번째에서 교차하였다.

1) 1군집 : 도시부도로

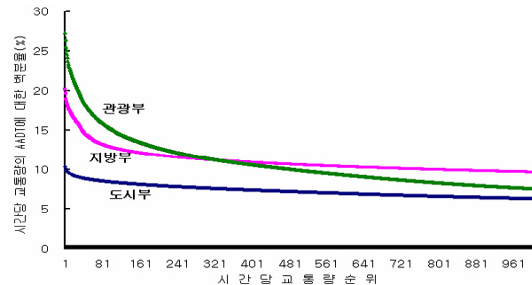
1군집의 설계시간계수는 0.092(0.06~0.13)범위를 보이고 있으며, 기존의 도시부도로와 비슷하게 산정되었으며, 시간당교통량 순위는 약 20번째 이하에서 곡선이 급격히 변화하였다.

〈표 2〉 서해안 고속도로 구간별 변수특성(2005년)

번호	구 간	연장(km)	차로수	AADT(대/일)	최대월계수	주말교통량(대)	휴일계수	군집
1	목포~일로	6.3	4	17,143	1.18	19,640	1.15	지방부
2	일로~무안	17.2	4	17,336	1.18	19,861	1.15	지방부
3	무안~함평	10.3	4	9,408	1.32	11,645	1.24	관광부
4	함평~영광	24.3	4	10,061	1.30	12,463	1.24	관광부
5	영광~고창	18.9	4	11,335	1.29	14,261	1.26	관광부
6	고창~선운산	7.9	4	12,835	1.27	16,253	1.27	관광부
7	선운산~출포	9.9	4	11,998	1.28	15,590	1.30	관광부
8	출포~부안	16.1	4	13,106	1.26	17,060	1.30	관광부
9	부안~서김제	14.0	4	13,327	1.29	17,525	1.31	관광부
10	서김제~동군산	12.5	4	16,111	1.29	21,310	1.32	관광부
11	동군산~군산	8.4	4	20,104	1.27	26,375	1.31	관광부
12	군산~서천	15.2	4	21,897	1.26	28,699	1.31	관광부
13	서천~춘장대	12.0	4	26,595	1.24	34,290	1.29	관광부
14	춘장대~대천	20.7	4	26,752	1.25	34,796	1.29	관광부
15	대천~광천	19.7	4	30,385	1.26	40,106	1.30	관광부
16	광천~홍성	10.8	4	33,298	1.29	43,837	1.32	관광부
17	홍성~해미	13.7	4	36,213	1.27	48,955	1.32	관광부
18	해미~서산	10.7	4	37,193	1.28	50,343	1.35	관광부
19	서산~당진JCT	6.6	4	48,949	1.26	65,240	1.35	관광부
20	당진JCT~당진	9.4	6	47,615	1.25	63,462	1.33	관광부
21	당진~송악	8.0	6	42,636	1.25	56,240	1.33	관광부
22	송악~서평택	12.3	6	60,993	1.25	77,904	1.32	도시부
23	서평택~서평택JCT	6.6	6	78,771	1.21	93,741	1.28	도시부
24	서평택JCT~발안	7.7	6	105,921	1.15	121,283	1.19	도시부
25	발안~비봉	13.6	6	110,477	1.13	122,533	1.15	도시부
26	비봉~매송	4.1	6	102,246	1.10	108,656	1.11	도시부
27	매송~팔곡JCT	3.9	6	102,177	1.08	109,715	1.06	도시부
28	팔곡JCT~안산JCT	5.0	6	98,068	1.08	153,263	1.07	도시부
29	안산JCT~조남JCT	2.9	6	155,987	1.08	108,817	1.08	도시부
30	조남JCT~목감	3.1	6	110,751	1.06	111,239	0.98	도시부
31	목감~일직JCT	3.9	6	113,216	1.06	110,289	0.98	도시부
32	일직JCT~금천	4.1	4	90,393	1.06	88,814	0.98	도시부



〈그림 4〉 서해안고속도로 구간별 설계시간계수



〈그림 5〉 서해안고속도로 지역유형별 설계시간계수

2) 2군집 : 지방부 도로

2군집의 설계시간계수는 0.175를 보이고 있으며, 시간당 교통량 순위는 다양한 지점에서 곡선이 변하는 것을 확인할 수 있었다.

3) 3군집 : 관광부

기존 연구에서는 고속도로 관광도로부에 대한 연구논문은 거의 없다. 본 연구에서 3군집의 설계시간계수는 0.163(0.14~0.18)범위를 보이고 있으며, 시간당 교통량 순위는 30번째 이후부터 100순위보다 높은 곳까지 다양하게 나타났다.

4. 기존 설계시간계수 산정방법과의 비교

〈표 3〉에 설계시간계수 산정방법을 기존의 정기교통량조사 자료를 이용한 방법과 차량검지기 자료를 이용하여 K_{30} 에 의한 방법, 변곡점 공식을 이용한 방법 등 3가지로 구분하여 제시하였다.

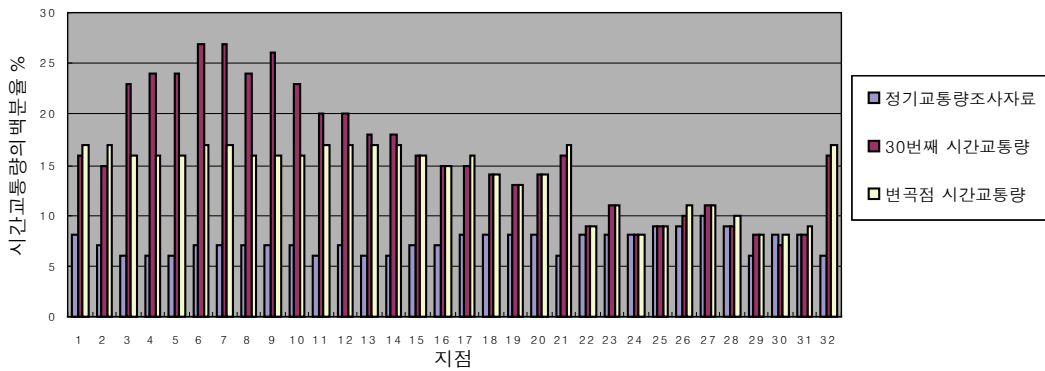
일반적으로 K 값은 30번째 시간교통량을 설계시간 교통량으로 사용하나, 고속도로의 경우 1년 동안의 시간당 교통량 조사치가 제시되어 있지 않기 때문에 통상적으로 사업노선의 영향권에 있는 도로의 연평균 일교통량에 대한 침두시 비율을 K 값으로 적용한다. 서해안 고속도로 정기교통량조사 자료와 차량검지기자료를 이용한 설계시간

계수 산정결과를 〈표 3〉과 〈그림 6〉에 비교하였다. 정기교통량조사 자료와 차량검지기자료의 연평균일교통량은 유사한 반면, 침두시간교통량은 특히 관광부에서 상당한 차이를 나타냈다. 따라서 정기교통량조사 자료는 시간교통량 특성을 반영하는데 무리가 있음을 알 수 있다.

정기교통량조사 자료를 이용하여 구한 설계시간계수는 구간과 상관없이 유사한 값을 나타내는 반면, 차량검지기 자료를 이용한 설계시간계수는 구간별로 차이가 많이 발생하였다. 정기교통량조사 자료와 차량검지기자료를 이용하여 구한 설계시간계수를 군집별로 비교한 결과 1군집(도시부)은 유사하나, 2군집(지방부)과 3군집(관광부)은 상당한 차이를 나타냈다.

〈표 3〉 정기교통량 조사자료와 검지기자료에 의한 설계시간계수 산정결과 비교(서해안고속도로)

구간	정기교통량조사 자료			차량검지기자료						
	AADT (대/일)	침두시간교통량 (대/시)	설계시간 계수	AADT (대/일)	침두시간교통량 (대/시)	K30에 의한 방법		변곡점에 의한 방법		
						설계시간 교통량 (대/시)	설계시간 계수	설계시간 교통량 (대/시)	설계시간계수 (K순위)	
1	목포-일로	17,143	1,308	0.08	16,426	4,159	2,784	0.17	2,829	0.17(27)
2	일로-무안	17,336	1,244	0.07	16,345	3,770	2,594	0.16	3,001	0.18(14)
3	무안-함평	9,408	610	0.06	9,054	3,451	2,129	0.24	1,510	0.17(95)
4	함평-영광	10,061	642	0.06	10,317	3,896	2,406	0.23	1,590	0.15(105)
5	영광-고창	11,335	729	0.06	10,905	4,587	2,806	0.26	1,766	0.16(112)
6	고창-선운산	12,835	840	0.07	12,312	4,901	3,442	0.28	2,018	0.16(131)
7	선운산-출포	11,998	803	0.07	12,064	4,950	3,256	0.27	1,974	0.16(135)
8	출포-부안	13,106	885	0.07	11,556	5,060	3,206	0.28	2,060	0.18(118)
9	부안-서김제	13,327	889	0.07	13,452	5,043	3,450	0.26	2,144	0.16(145)
10	서김제-동군산	16,111	1,111	0.07	15,661	5,525	3,759	0.24	2,495	0.16(116)
11	동군산-군산	20,104	1,231	0.06	19,210	5,565	4,014	0.21	3,359	0.17(66)
12	군산-서천	21,897	1,492	0.07	22,902	6,061	4,428	0.19	3,801	0.17(61)
13	서천-춘장대	26,595	1,539	0.06	25,663	5,651	4,682	0.18	4,537	0.18(40)
14	춘장대-대천	26,752	1,704	0.06	26,643	5,898	4,754	0.18	4,476	0.17(49)
15	대천-광천	30,385	1,984	0.07	28,249	6,818	4,993	0.18	4,516	0.16(42)
16	광천-홍성	33,298	2,268	0.07	30,292	6,529	5,076	0.17	5,042	0.17(33)
17	홍성-해미	36,213	2,995	0.08	35,638	6,646	5,577	0.16	5,605	0.16(28)
18	해미-서산	37,193	2,932	0.08	34,768	6,131	5,190	0.15	5,245	0.15(25)
19	서산-당진JCT	48,949	3,914	0.08	45,476	7,242	6,364	0.14	6,485	0.14(20)
20	당진JCT-당진	47,615	3,667	0.08	48,487	7,764	6,584	0.14	6,717	0.14(20)
21	당진-송악	42,636	2,670	0.06	39,066	8,125	6,801	0.17	7,098	0.18(20)
22	송악-서평택	60,993	5,053	0.08	55,364	8,468	5,778	0.10	6,038	0.11(19)
23	서평택-서평택JC	78,771	6,252	0.08	69,047	9,739	8,392	0.12	8,642	0.13(15)
24	서평택JC-발안	105,921	8,794	0.08	96,360	9,336	8,413	0.09	8,665	0.09(18)
25	발안-비봉	110,477	9,430	0.09	114,388	12,574	9,476	0.08	9,729	0.09(12)
26	비봉-매송	102,246	8,802	0.09	108,471	12,245	10,563	0.10	10,994	0.10(7)
27	매송-팔곡	102,177	9,785	0.10	114,076	12,339	11,192	0.10	11,282	0.10(20)
28	팔곡-안산	98,068	8,289	0.09	94,628	10,127	9,205	0.10	9,309	0.10(20)
29	안산-조남	155,987	9,601	0.06	143,212	10,050	8,724	0.06	9,063	0.06(19)
30	조남-목감	110,751	8,345	0.08	130,686	9,637	7,984	0.06	8,437	0.06(9)
31	목감-일직	113,216	9,243	0.08	111,142	11,371	9,533	0.09	10,043	0.09(6)
32	일직-금천	90,393	5,668	0.06	98,328	8,081	7,044	0.07	7,527	0.08(4)



〈그림 6〉 정기교통량조사 자료와 차량검지기 자료를 이용한 설계시간계수 비교

〈표 4〉 기존 지점 및 정기교통량조사 자료와 차량검지기자료의 평균설계시간계수

구분	미국 HCM	KHCM	정기 교통량 자료	차량검지기자료	
				30번째 시간 교통량	변곡점에 의한 시간교통량
도시부	0.09	0.09	0.08	0.09	0.09
지방부	0.10	0.15	0.07	0.16	0.15
관광부	-	-	0.07	0.20	0.17

정기교통량조사 자료를 이용한 방법은 차량검지기 자료를 이용한 방법보다 침두시간교통량의 차이가 많이 나는데, 이는 정기교통량조사 자료의 침두시간교통량은 1일에 대한 조사결과인데 반해 차량검지기 자료는 1년에 대한 조사결과(해당 구간의 순위별 시간당 교통량)이기 때문이다. 이것은 기존 정기교통량조사 자료를 이용한 설계시간계수 산정방법의 한계를 나타내는 것이라고 할 수 있다.

기존 연구 및 지침에 의하면 지방부와 관광부는 차이가 어느 정도 있는 것으로 나타나는데, 〈표 4〉에 기술한 정기교통량조사자료에 의한 설계시간계수는 도시부, 지방부, 관광부에 상관없이 거의 유사한 결과를 나타내었다. 또한 기존 지침이나 연구에서 제시되었던 결과와 상반되게 도시부가 지방부와 관광부보다 더 높은 값을 보이며, 지방부와 관광부가 동일한 값을 나타내어, 차량검지기자료의 1년 전체 시간교통량을 이용한 설계시간계수와 비교하면 부적절한 결과로 판단된다.

분석결과를 통해 변곡점에 의한 시간교통량 평균순위로 도시부의 경우 K순위 20이하를, 관광부의 경우 지방부에 가까운 쪽은 100이상, 도시부에 가까운 쪽은 60이하의 순위 값을 사용할 수도 있을 것이다.

우리나라 서해안 고속도로에 대한 분석결과 김범진

(2006)에서 제시된 국도의 설계시간계수(도시부 : 0.07~0.13, 지방부 : 0.10~0.18, 관광부 : 0.15~0.24)와 비교하면 도시부, 지방부의 경우 설계시간계수값이 유사하였으나, 국도의 경우는 지방부, 관광부의 설계시간계수값 차이가 큰 반면 고속도로는 유사한 값을 나타낸다. 이는 휴가철 등에 집중되는 국도 이용특성과 달리 시간적 변동이 크지 않은 고속도로의 이용특성을 나타낸다고 할 수 있다.

V. 결론

차량검지기자료는 고속도로의 매시간 교통량자료를 이용하여 침두시간교통량을 산정할 수 있으며, 정기교통량조사자료보다 많은 지점에서 관측된다는 점에서 정기교통량조사 자료보다는 유용한 정보로 판단된다. 본 연구는 이러한 사실을 바탕으로 서해안고속도로를 대상으로 두 자료를 이용한 설계시간계수 값이 서로 다르며, 차량검지기자료를 이용한 설계시간계수가 더 정확한 값을 나타낸다는 것을 보였다.

설계시간계수 산정시 외국의 기준 및 지침에 제시되어 있는 K_{30} 값을 그대로 사용하거나 고속도로 자료 중 극히 일부 지점의 자료만 이용해서 결과를 도출하고 있다. 이러한 기존 방법들은 구간별 특징을 정확히 반영하지 못하여 차로수를 과대 또는 과소 산정할 가능성이 높다. 본 연구에서는 차량검지기 교통량자료를 이용하여 서해안고속도로의 구간별 설계시간계수를 구하였다.

고속도로 설계시간계수를 구하기에 앞서 정기교통량조사 자료를 이용한 군집분석을 통해 고속도로 구간을 도시부, 지방부, 관광부로 구분하였다.

정기교통량조사 자료와 차량검지기자료에서 연평균일교통량은 유사한 반면, 침두시간교통량은 특히 관광부에서 상당한 차이를 나타냈다. 정기교통량조사 자료는 1일

치 자료만을 사용하기 때문에 실제 시간교통량 특성을 반영하는데 한계가 있으며, 이로 인해 정기교통량조사 자료를 이용한 평균설계시간계수는 기존 지침이나 연구에서 제시되었던 결과와 다르게 나타남을 보인다. 반면 차량검지기자료를 이용하여 구한 설계시간계수는 기존 지침에서 제시되고 있는 설계시간계수와 비교하여 본 결과 각 군집별로 유사한 값이 산출됨을 볼 수 있다.

위의 분석결과와 같이 차량검지기자료를 활용하는 것이 더 정확한 설계시간계수를 산정할 수 있으므로, 적어도 차량검지기자료를 확보할 수 있는 고속도로나 일부 국도에 대해서는 차량검지기자료를 적극 활용하여야 한다고 판단된다. 또한 차량검지기가 설치되어 있지 않은 도로구간에 대해서도 지역유형 구분을 통해 차량검지기자료를 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구에서 제시한 설계시간계수의 일반화를 위해서는 전국 고속도로에 대한 차량검지기 자료 및 정기교통량조사 자료의 분석 및 분수년도의 자료를 이용한 심도있는 연구가 필요하다. 그러나 이를 위해서는 차량검지기 오류자료의 처리가 필요하며, 분석해야할 자료가 방대하므로 본 연구에서는 이는 향후 연구로 설정하였다. 또한 차량검지기가 설치되어 있지 않은 도로구간에 대해서도 차량검지기자료를 활용할 수 있도록 지역유형에 대한 보다 상세한 연구가 필요하다.

참고문헌

1. 건설교통부(2000), "도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙".
2. 건설교통부(2001), "도로용량편람".
3. 건설교통부(2004), "건설교통통계연보".
4. 김범진(2006), "도로 설계시 도로의 군집별 K-factor에 관한 연구" 명지대학교 석사학위논문.
5. 김영일·정진혁·금기정(2004), "주성분분석을 이용한 고속도로의 여가성 도로구간 판별에 관한 연구", 대한교통학회지, 제22권 제2호, 대한교통학회, pp.87~93.
6. 도철웅(1998). 교통공학원론, 청문각.
7. 변상철·김윤섭·오주삼·윤여환(2000), "지방부 일반국도 설계를 위한 설계시간계수 산정", 대한토목학회지, vol 22.
8. 윤혁렬(1999), "설계시간 교통량 산정 모형에 관한 연구", 서울대학교 석사학위논문.
9. 오성호·류재영(2006), 여가통행수요를 고려한 교통시설투자평가 개선방안, 국토연구원.
10. 이장희(2000), "고속도로설계에 있어 권역별 K값 및 D값의 적용방안에 관한 연구", 한양대학교 석사학위논문.
11. 임성한·김윤섭·변상철·오주삼(2003) AADT를 이용한 설계시간계수 추정, 대한토목학회, 대한토목학회논문집, v.23 n.1-D.
12. 한국도로공사(2005), "고속도로 교통량통계".
13. 한국도로공사(2005), "고속도로 정기교통량조사".
14. Albright, D.(1987), "A Quick Cluster Control Method : Permanent Control Station Cluster Analysis in Average Daily Traffic Calculations", Transportation Research Record 1134, pp.57~64.
15. American Association of State Highway and Transportation Officials(1990), "A Policy on Geometric Design of Highways and Streets".
16. FHWA(1985·2001), Traffic Monitoring Guide.
17. FHWA(1999), ITS Data Archiving: Case Study Analyses of San Antonio TransGuide Data, Report No. FHWA-PL-99-024, pp.23~39.

✉ 주 작성자 : 백승걸

✉ 교신저자 : 백승걸

✉ 논문투고일 : 2007. 5. 16

✉ 논문심사일 : 2007. 8. 7 (1차)

2007. 10. 10 (2차)

2007. 12. 5 (3차)

✉ 심사판정일 : 2007. 12. 5

✉ 반론접수기한 : 2008. 4. 30