

고속도로 기본구간의 차로별 용량분석에 관한 연구

A Study of Capacity Analysis by Lane on Freeway

김 한 수¹⁾, 김 형 진²⁾, 손 봉 수³⁾

1) 연세대학교 도시공학과, 석사과정, khans79@naver.com

2) 연세대학교 도시공학과, 교수, hyungkim@yonsei.ac.kr

3) 연세대학교 도시공학과, 교수, sbs@yonsei.ac.kr

목 차

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적
2. 연구의 범위 및 방법

II. 문헌고찰

1. 용량관련 이론
2. 교통량-속도 관계 이론
3. 고속도로 기본구간 교통용량 분석에 관한 선행연구

III. 자료수집 및 가공

1. 자료수집
2. 용량산정방법
3. 자료가공

IV. 편도차로별 교통류 특성 분석

1. 편도차로별 속도-교통량 곡선
2. 고속도로 기본구간의 차로별 용량분석

V. 결론 및 향후 연구과제

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

현재 우리나라의 고속도로 기본구간의 시간당 용량은 1992년도 도로용량편람 연구조사 결과인 2,200pcu/시간/차로로서, 이 값은 수요예측 및 서비스수준의 평가시 기본적으로 사용되고 있다. 고속도로 기본구간 용량결정 조사 당시 4차로 고속도로가 주류를 이루었기 때문에 4차로를 기준으로 적용되었으며, 그 이후로 4,6,8차로등 차로규모에 관계없이 동일한 값을 적용하였다. 따라서 현재 사용되고 있는 용량 값은 차로별 교통류 특성을 고려하지 않은 것으로서 모든 고속도로 기본구간에 동일하게 적용되고 있다.

현재 고속도로 기본구간에서의 운전자들의 통행특성은 차로별로 다른 행태를 보이고 있다. 운전능력 및 운전행태에 따라서 운전자들이 서로 다른 차로를 선택함에도 불구하고 전체 차로에 대하여 모든 차로가 동일한 특성을 가지

고 있다고 가정하는 총량적인 산정 방법으로 용량을 산정하는 문제점이 있다.

즉, 일반적인 고속도로에서 고속차량이 이용하는 내측차로와 저속차량들이 이용하는 외측차로는 명확히 다른 이용 행태를 보인다. 그리고 편도차로수에 따라서 차로별로 이용자의 분류가 상이하게 나타날 것이다. 하지만 현재의 차로당 도로용량의 값은 이러한 차로별, 편도차로수별 통행행태 차이가 전혀 고려되어 있지 않은 상태에서 총량적으로 정의되어 있다.

따라서 본 연구의 목적은 고속도로 기본구간의 차선별, 편도차로별 차량의 통행행태를 교통량-속도 곡선을 이용하여 각 편도차로별로 운전자의 통행행태가 고려된 용량값을 제시하는데 있다. 본 연구는 각 편도차로로 차로당 도로용량의 값을 제시하여 수요예측의 신뢰성을 높이고 고속도로의 용량의 한계점을 새롭게 제시하여 향후 도로건설의 효율성을 높이는 데 기여하고자 한다.

2. 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 한국도로공사에서 제공하는 고속도로 교통량 및 속도데이터를 수집하였으며, 그 데이터를 이용하여 고속도로 기본구간의 교통량 - 속도 곡선을 바탕으로 고속도로의 각 차선별 용량의 특성을 파악하여 편도차로별 용량 값을 산정하고, 각 편도차로수별, 차로별 용량값을 비교·분석하였다.

본 연구는 다음과 같은 과정으로 구성되어있다. 제2장 문헌 및 선행연구 고찰에서는 기존의 총량적 용량산정방법에 대한 문제점을 제시하며, 차로별 용량산정에 대한 기존 국내사례를 분석하였다. 제3장 자료 수집 및 가공에서는 속도 및 교통데이터를 가공하여 용량을 산정하는 방법에 대하여 제시하였으며 제4장 편도차로별 교통류 특성 분석에서는 각 편도차로별 교통량 - 속도 데이터를 바탕으로 용량값의 편도차로수별, 차로별로 비교 분석하였다. 제5장에서는 결론 및 향후 연구과제를 제시하였다.

분석대상 도로구간으로는 용량에 도달하는 최대교통량값을 관측하기 위하여 교통량이 많은 기간과 구간을 선택하였다. 그리고 편도차로별로 각기 다른 표본을 수집하여야 하기 때문에 편도차로별 변화를 분석할 수 있는 구간을 수집구간 선정시 고려하였다. 수집구간은 교통량이 많이 집중되는 영동고속도로, 서울외곽순환고속도로, 경부고속도로이며, 수집기간으로는 고속도로 교통량이 일년중 최대가 되는 추선연휴를 포함하는 기간(2006, 9, 13 ~ 2006, 10, 12)을 선택하였다.

고속도로 기본구간의 속도 및 교통량 데이터를 얻기 위하여서는 실측데이터를 수집하는 것이 가장 정확한 방법이나, 시간 및 현실적인 제약으로 인하여 한국도로공사에서 제공하는 검지기 자료를 이용하였다. 검지기 자료는 30초 주기의 24시간 데이터를 사용하였다.

편도차로수는 현재 우리나라 고속도로에는 편도1차로부터 편도5차로까지의 구간이 있으며 편도1차로 구간으로는 현재 88올림픽 고속도로가 유일하다. 그러나 88올림픽 고속도로는 검지기의 미설치로 자료의 수집이 불가능하며, 현재 대부분의 도로구간이 확장중이거나 확장계획중에 있으며, 향후에도 편도1차로 고속도로 건설의 가능성은 희박하기 때문에 편도1차로에 대한 분석은 연구의 범위에서 제외하였다.

II. 문헌고찰

1. 용량관련 이론

용량이란 주어진 시간 동안, 주어진 도로 및 교통조건에서 도로나 차로의 일정 구간 또는 지점을 승용차가 통행하리라 예상되는 최대 교통류율을 의미한다. 고속도로 용량은 일반적으로 고속도로의 계획, 설계 그리고 운영하는데 중요한 역할을 담당하고 이러한 용량의 결정은 분석하고자 하는 도로 및 시설의 운영상태를 평가하고 판단하는데 중요한 지표로 활용된다. 도로 시설의 용량이라 함은 도로, 교통, 통제조건하에서 사람이나 차량들이 차로나 도로의 일정한 지점이나 구간을 합리적으로 통과할 수 있는 시간당 최대율로서 정의된다. 교통용량은 도로, 교통, 통제하에서 특정 기간동안 주어진 지점을 통과할 수 있는 차량들의 최대 수로 표시된다. 고속도로 용량은 특정방향에서 주어진 교통, 도로조건하의 일정 고속도로구간에 의해 수용 가능한 최대 15분 교통류율로서 정의된다. 용량을 결정하는데 있어서 가장 중요한 판단은 합리적으로 기대되는 수치로서 관측된 절대적인 최대 교통량이 아니고 반복적으로 관측될 수 있는 교통류율이라는 것이다. 용량상태에서의 운영은 종종 병목구간의 하류부 지점에서 관측되고 대기행렬 풀림상태에서 관측되는데 이는 가시적인 대기행렬의 존재가 병목구간 하류부의 용량을 결정하기 위한 충분한 도착 수요를 보장해 주기 때문이다. 용량을 분석시 고려되어야 할 사항은 다음과 같다.

- 용량은 일반적인 도로, 교통, 통제조건하에서 정의되고 이는 분석하고자하는 시설의 어느 구간에서도 타당하게 일정해야 한다. 따라서 일반적인 조건이 변하면 시설의 용량 변화가 발생됨을 의미한다.

- 용량은 일반적으로 시설의 지점이나 일정 구간에서 언급된다. 용량분석은 일정한 교통, 도로 그리고 통제조건을 가지는 시설의 구간을 대상으로 수행된다. 즉 가장 열악한 운영상태를 가진 지점과 구간이 통상 시설의 전체적인 서비스 수준(Level of Service, LOS)으로 결정된다.

- 용량은 특정기간동안의 차량이나 사람단위의 환산율(flowrate)이고 대부분 첨두 15분 단위를 사용한다. 즉 한 시간동안 수용할 수 있는 최대 교통량으로 취급되지 않는다는 것이다.

- 용량은 합리적인 기대치를 기반으로 정의된다. 때때로 몇 개 지점에서 관측된 교통류율은 정의된 시설용량을 초과할 수도 있다. 그러나 이러한 교통류율은 보통 지속되거나 반복적으로 관측할 수 없는 값들이다.

- 용량은 포함된 시설형태에 의존하여 시간당 사람이나 차량단위 측면에서 정의된다는 것이다.

2. 교통량 - 속도 관계이론

기존에 정의되었던 일반적인 포물선 형태의 교통량 - 속도 관계가 비현실적이라는 사실은 많은 연구자들에 의해 입증되었다. 따라서 본 장에서는 새롭게 정의된 교통량 - 속도관계에 대한 이론적 고찰을 해보고자 한다.

교통량 - 속도 관계는 연구자들의 주관적 견해에 따라서 크게 3개 또는 4개의 영역으로 나뉘어진다

본 장에서는 4개영역을 기준으로 각 영역에서의 교통류 상태를 기술하고자 한다.

첫째, Region 1은 차량들이 높은 속도를 일정하게 유지하며 도로를 주행하는 영역이다. 이 영역에서의 일정한 속도(Vf)는 자유속도(Free-Flow Speed)라 부른다.

둘째, Region 2는 증가하는 차량들로 인해 속도가 조금씩 감소하는 영역이다.

기존의 연구에 의하면 자유속도와 용량(Capacity)지점인 B지점까지의 속도감소 폭이 약 8km/h이하로 나타나 Region 2는 여전히 비혼잡교통류로 제시되어 있다. 앞에서 언급한 3개영역으로 나누는 연구자들은 Region 1과 Region 2를 하나의 영역으로 간주한다. 기존의 연구에 따르면 속도가 감소하기 시작하는 A지점에서의 교통류율은 1500~1700pc/h/ln로 제시되어 있다.

셋째, Region 3은 일반적으로 대기행렬풀림(queue discharge)영역으로 불린다. 수요가 공급을 초과하게 되면, 교통와해가 발생하고 교통와해가 시작한 지점으로부터 대기행렬이 상류부로 전이되기 시작한다. 대기행렬이 쌓이기

시작하면 상류부 교통류는 결국 대기행렬이 상류부로 전이되기 시작한다. 대기행렬이 쌓이기 시작하면 상류부 교통류는 결국 대기행렬의 제일 앞에 있는 교통류에 의해 교통량에 제약을 받게 된다. 또한 Region 3에서 보이는 다양한 속도 분포는 비혼잡상태인 하류부에서 대기행렬로부터 빠져나오는 차량들이 원하는 속도로 회복하기위한 가속상태라고도 볼 수 있다.

넷째, Resion 4는 교통와해지점의 상류부 대기행렬내에 있는 혼잡상태의 교통류를 나타낸다.

3. 고속도로 기본구간 교통용량 분석에 관한 선행연구

최찬영(2000) [2]은 “고속도로 기본구간의 교통용량에 관한 연구”에서 고속도로 기본구간과 도시고속도로 기본구간의 용량을 검지기를 바탕으로 한 속도-교통량 관계 데이터를 이용하여 총괄적으로 제시하고 있다. 위 연구에서는 설계속도의 차이에 의하여 용량값에도 차이가 있음을 제시하고 있다. 그러나 속도-교통량 관계 데이터에 의한 용량값을 제시함에 있어서 1차로를 대표차로로 산정하여 값을 조사함으로써 다른 차선과 1차로에 대한 차이값이 고려되지 않고 있으며, 모든 차선에 대하여 총량적으로 접근하고 있다. 위 연구에서 제시한 용량값은 아래의 <표1>과 같다. 또한 편도차로수의 차이에 의해서 용량값은 같으나 임계속도가 다른 것은 차로수가 많을 수록 선행 교통류의 영향을 피할 수 있는 여유용량이 높기 때문이라고 추정하고 있으며, 이를 바탕으로 편도차로수에 따라서 통행 특성이 달라 질 수 있음을 확인할 수 있다.

<표 1>조사지점별 용량 및 임계속도

(단위:승용차대/km)

구분	차로	최대평균 교통류율	최대추정 제한용량	연구 제한용량	임계속도 (km/h)
중부고속도로	1	2,265	2,306	2,300	85
경부고속도로	1	2,125	2,271	2,200	80
영동고속도로	1	2,103	2,236		
울림픽대로	1	2,014	1,980	2,000	65

천호영(2000) [9]은 “지방부 고속도로 기본 구간별 차로별 교통류 특성 및 차로별 용량분석에 관한 연구”에서 각 차로별 중차량의 이용 비율이 다름에 착안하여 편도차로수별 용량보정계수를 제시하고 있다.

위 연구에서는 최대추정교통량을 추정하기 위하여 교통량 - 속도 관계곡선을 이용하여 산출한 용량값, 회귀식을 이용하여 산출한 용량값, 교통류를 누적곡선에서 산출한 용량값중 교통류를 누적곡선에서 산출된 용량값을 가장 이상적인 값으로 보고 이를 바탕으로 용량값을 산정하였다.

하지만 모든 편도차로에서의 1차로를 동일한 용량으로 가정함으로써 차로별 용량이 2,200pcu/h/ln을 넘을 수 없다는 편도차로별 특성 구분에 대한 한계를 가지며, 용량 산정에 있어서 자유류 영역에서의 데이터를 이용함으로써 정체류 영역에 대한 고려가 이루어지지 않고 있다.

Ⅲ. 자료의 수집 및 가공

1. 자료수집

고속도로 기본구간의 교통량을 측정하기 위해서는 현장에서 실측을 하는 것이 가장 신뢰성 있는 방법이다. 하지만 실측을 하는 것은 시간 및 공간적으로 많은 제약이 있기 때문에 본 논문에서는 한국도로공사에서 제공하는 고속도로 검지기 자료를 사용하였다. 본 논문에서 사용된 데이터는 한국도로공사에서 검지기를 이용하여 수집된 각 차로별 30초주기의 교통데이터(교통량, 속도, 밀도)이며, 이중 데이터의 신뢰도가 낮은 점유율 데이터는 분석에서 제외하였다.

분석된 교통데이터는 2006년 10월 1일부터 2006년 10월 8일까지 추석연휴의 8일간에 걸쳐 수집된 자료이다. 경부고속도로의 경우에는 버스전용차로 실시시간과 비실시시간의 차로별 통행행태의 특성이 명확히 달라지기 때문에 전용차로 실시시간인 2006년 10월 4일부터 2006년 10월 8일까지의 자료와 비실시시간의 자료를 구분하여 이용하였다. 분석지점은 도로의 용량을 파악하기 위하여 데이터 수집기간에

교통량이 많은 지점을 선택하였으며, 다양한 편도별 차로수의 특성을 파악하기 위하여 편도 차로수가 상이한 여러노선을 선택하여 분석을 실시하였다.

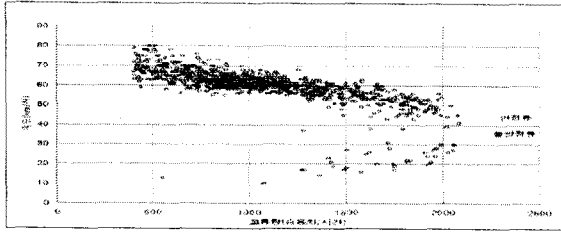
수집된 교통데이터는 경부고속도로(신탄진IC ~ 수원IC), 영동고속도로(안산JCT ~ 여주JCT), 서울외곽순환고속도로(송추 ~ 판교, 판교 ~ 의정부)이다. 경부고속도로에서는 편도 2,3 차로 구간을 영동고속도로에서는 편도 2,3,4차로 구간을, 서울외곽순환고속도로에서는 편도 4,5차로 구간이 조사되었다.

2. 용량산정방법

교통공학에서 사용되고 있는 용량은 “도로 용량이란 주어진 도로 15분 동안 최대 통과할 수 있는 승용차 교통량을 1시간 단위로 환산한 값이다.(KHCM2004)” 라고 정의하고 있다. 또한 고속도로 기본구간에서의 용량은 “도로 용량이란 주어진 도로 조건에서 15분 동안 최대 통과할 수 있는 승용차 교통량을 1시간 단위로 환산한 값이다(KHCM2004)” 으로 정의하고 있다.

최대 관측 교통량은 도로의 기하구조, 교통 특성 및 주변 환경에 따라 상당한 차이를 보일 수 있다. 그러므로 최대 관측 교통량은 도로 형태별로 관측하는 것이 원칙이다. 최대 교통량을 관측하는 목적은 도로 형태별로 용량을 구하는 데 있다. 그러나 ‘용량’이라고 단정할 수 있는 최대 교통량을 직접 관측하기는 매우 어렵다. 왜냐하면 어느 시점의 교통량이 매우 많거나 혹은 최대 교통량이 발생하였다 할지라도 그보다 더 많은 교통량이 또 다른 시점에 발생하지 않으리라는 보장이 없기 때문이다. 용량은 일반적으로 안정된 흐름에서 발생하는 것이 아니므로 이를 직접 관측한다는 것은 매우 어려운 일이다. 따라서, 용량은 최대 관측 교통량과 안정류 및 불안정류의 관측 자료를 그림으로 나타내어 속도와 교통량 및 밀도와 교통량 곡선에서 일반적으로 구한다.

따라서 본 연구에서는 한국도로공사데이터중 가장 신뢰할 수 있는 교통량과 속도데이터를 바탕으로 교통량 - 속도 곡선을 이용하여 용량을 산정한다.



[그림 1] 교통량 - 속도 곡선

3. 자료가공

분석단위시간에 있어서, 일반적으로 계획단계에서는 1시간 교통량을 이용하고, 운영단계에서는 1시간보다 적은 단위시간(예를 들면 5분, 15분)에 근거를 둔 교통류율을 이용한다. 대부분 용량분석에 사용되는 시간은 15분인데 이는 안정된 교통흐름을 유지할 수 있는 최소시간을 15분으로 보기 때문이다. 그러므로 본 논문에서도 15분 단위시간으로 자료를 취합 및 변환을 하였다. 15분 데이터 가공시 30초 데이터 30개를 취합하였으며, 속도데이터는 30개 데이터에 대한 공간평균속도를 산출하였다.

자료 수집시 하드웨어적 결함으로 인한 오류데이터가 있을 수 있으므로 자료의 유효화 과정을 거쳤다. 이는 수집된 자료중 유효한 자료만을 이용하여 분석의 신뢰도를 높이는 방법으로 본 논문에서는 오감지 데이터를 제거하기 위하여 다음과 같은 기준을 설정하여 이에 해당하는 자료를 30초 단위 자료전체를 포기하였다.

- 교통량이 0이면서 속도가 0이 아닌 경우
- 속도가 0이면서 교통량이 0이 아닌 경우
- 교통류율 3000veh/h 이상인 경우
- 속도 180km/h 이상인 경우
- 검지기 오류로 인한 자료포기

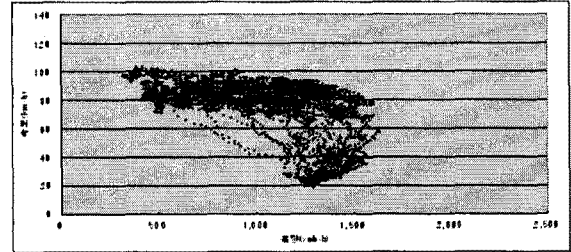
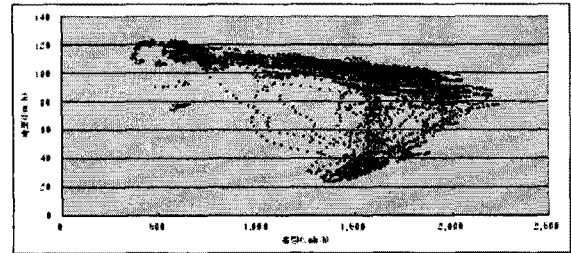
IV. 편도차로별 교통류 특성 분석

1. 편도차로별 속도 - 교통량 곡선

각각의 편도차로별로 각 지점의 검지기 데이터를 이용하여 차로별로 교통량 - 속도 곡선을 구하였다. 자료의 가공후 교통량 - 속도 그래프에서 용량값에 도달하지 못했다고 판단되는 경우인, 자유류 영역에서만 데이터가 관

찰되는 지점등은 비교 대상에서 제외하였다.

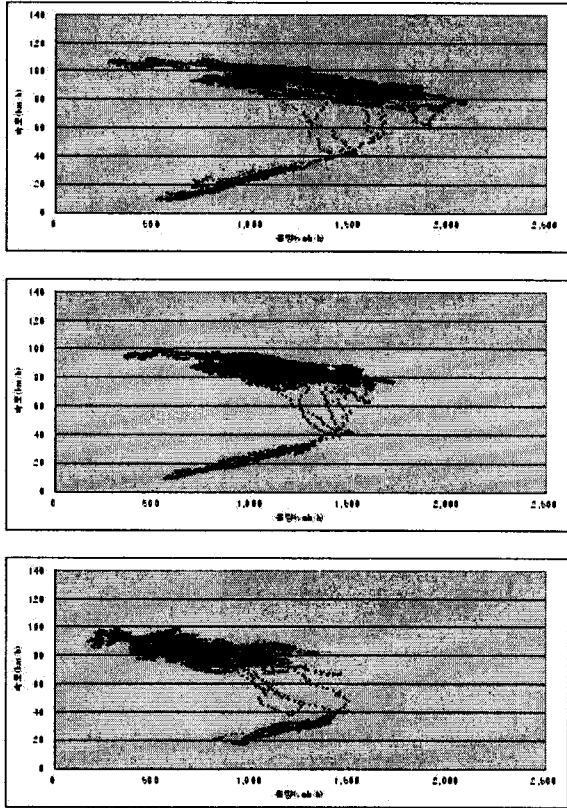
편도 2차로 고속도로 기본구간에서 차로별 교통량 - 속도 곡선의 패턴은 일반적으로 다음의 그림과 같은 모습을 나타냈다. 아래 그림은 < 영동고속도로 57.5km지점 >의 차로별 속도 - 교통량 그래프로 차로별 특성으로는 1차로는 자유속도가 120km/h 정도를 보이며 최대교통량은 일반적인 교통량 - 속도 관계 이론에서와 마찬가지로 자유류 영역의 가장 끝 부분에서 관찰되며, 그 값은 2,200veh/h에 다르다. 2차로는 자유속도가 1차로보다 낮은 100km/h 정도를 보이며, 최대교통량은 자유류 영역과 정체류 영역의 끝 부분에서 거의 비슷하게 관찰되며, 그 값은 1,600veh/h에 다르다.



아래 그림은 < 영동고속도로 23.3km지점 >의 편도차로별 교통량 - 속도 그래프로 편도 3차로 고속도로 기본구간에서 차로별 교통량 - 속도 곡선의 패턴은 일반적으로 다음의 그림과 같은 모습을 나타냈다. 차로별 특성으로는 1차로는 자유속도가 120km/h 정도를 보이며 최대교통량은 자유류 영역의 가장 끝 부분에서 관찰되며, 그 값은 일반적으로 사용되는 고속도로의 용량 값인 2200veh/h에 다르다.

2차로는 자유속도가 1차로보다 낮은 110km/h 정도를 보이며, 최대교통량은 자유류 영역과 정체류 영역의 끝 부분에서 거의 비슷하게 관찰되며, 그 값은 1900veh/h에 다르다. 3차로는 그림과 같이 자유속도가

100km/h를 조금 웃도는 값을 보이며, 최대교통량은 일반적인 이론과 1차로에서 나타나는 현상과는 다르게 자유류 영역이 아닌 정체류 영역에서 관찰되어지며, 그 값은 1700veh/h에 다다른다.

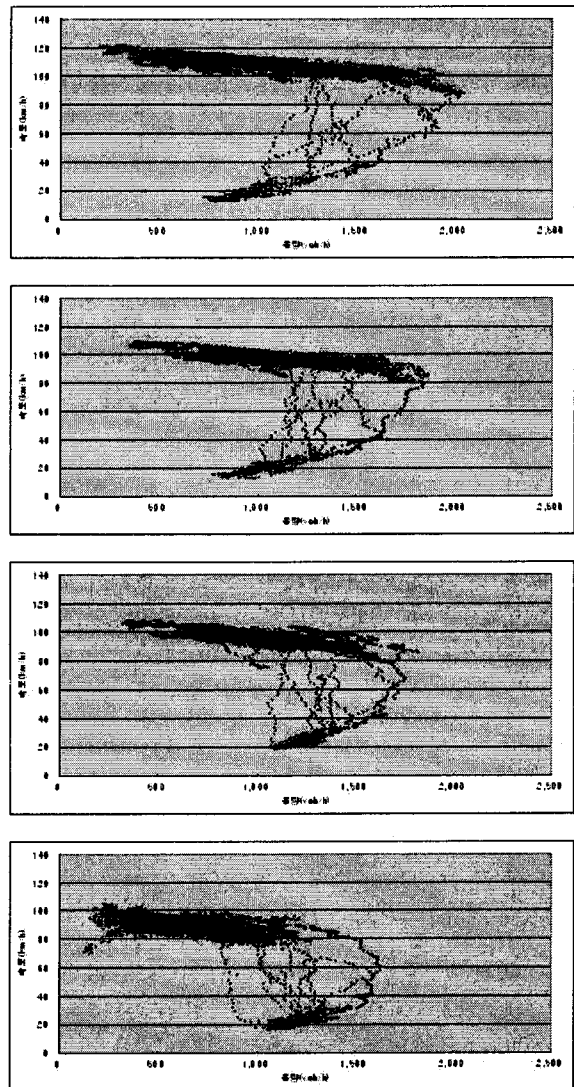


아래 그림은 < 서울의곽순환고속도로(판교~의정부) 11.3km지점 > 의 편도차로별 교통량 - 속도 그래프로 편도 4차로 고속도로 기본구간에서 차로별 교통량 - 속도 곡선의 패턴은 일반적으로 다음의 그림과 같은 모습을 나타냈다. 차로별 특성으로는 1차로는 자유속도가 120km/h 정도를 보이며 최대교통량은 자유류 영역의 가장 끝 부분에서 관찰되며, 그 값은 일반적으로 사용되는 고속도로의 용량 값인 2,200veh/h에 가까운 값을 보인다. 2차로는 그림과 같이 자유속도가 1차로보다 낮은 110km/h 정도를 보이며, 최대교통량은 1차로와 마찬가지로 자유류 영역의 가장 끝 부분에서 관찰되며, 그 값은 2,000veh/h에 다다른다.

3차로는 그림과 같이 자유속도가 100km/h ~ 110km/h 사이에서 관찰되며, 최대교통량은 자유류 영역과 정체류 영역의 끝 부분에서 거의 비슷하게 관찰되며 그 값은 1800veh/h에 다

다른다. 마지막으로 4차로는 자유속도가 100km/h를 조금 웃도는 값을 나타내며, 최대교통량은 일반적인 이론과 1차로에서 나타나는 현상과는 다르게 자유류 영역이 아닌 정체류 영역에서 관찰되어지며, 그 값은 1700veh/h에 다다른다.

자유류 영역에서는 자유속도의 차이에 따라서 각각의 차로별로 확연하게 구분되는 값을 나타내는 반면, 정체류 영역에서는 모든 차선에서 거의 동일한 값이 나타나는 현상을 보였다.



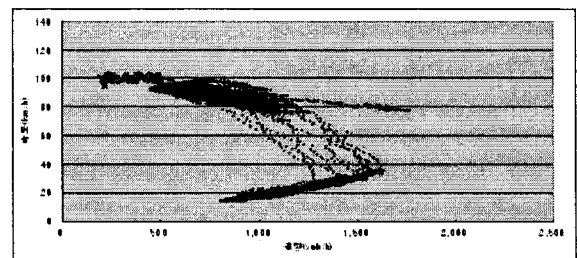
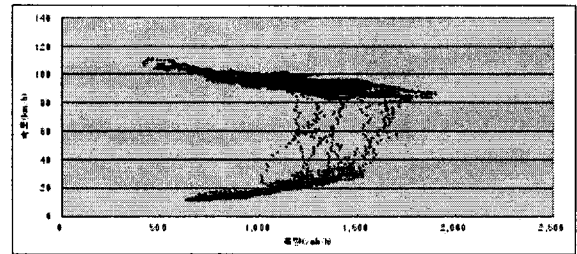
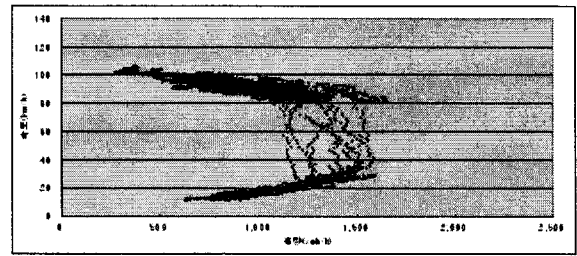
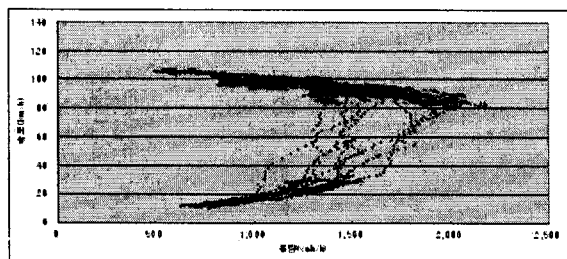
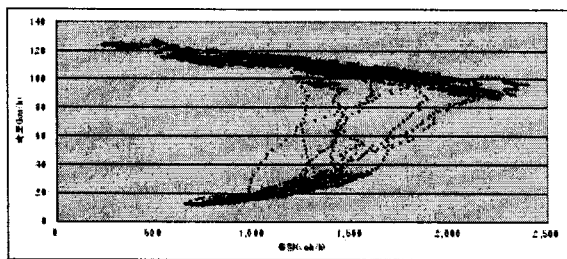
다음 그림은 < 서울의곽순환고속도로(판교~의정부) 23.5km지점 > 의 편도차로별 속도 - 교통량 그래프로 편도 5차로 고속도로 기본구간에서 차로별 교통량 - 속도 곡선의 패턴은 일반적으로 다음의 그림과 같은 모습을 나타냈다. 차로별 특성으로는 1차로는 자유속도가 120km/h 이상의 값을 보이며 최대교통량은

자유류 영역의 가장 끝 부분에서 관찰되며, 그 값은 일반적으로 사용되는 고속도로의 용량 값인 2200veh/h 보다 높은 2400veh/h 에 다다른다.

2차로는 그림과 같이 자유속도가 1차로보다 낮은 110km/h 정도를 보이며, 최대교통량은 1차로와 마찬가지로 자유류 영역의 가장 끝 부분에서 관찰되며, 그 값은 일반적으로 사용되는 고속도로의 용량 값인 2200veh/h에 다다른다. 3차로는 그림과 같이 자유속도가 100km/h ~110km/h 사이에서 관찰되며, 최대교통량은 자유류 영역의 끝 부분에서 관찰되며 그 값은 1900veh/h에 다다른다.

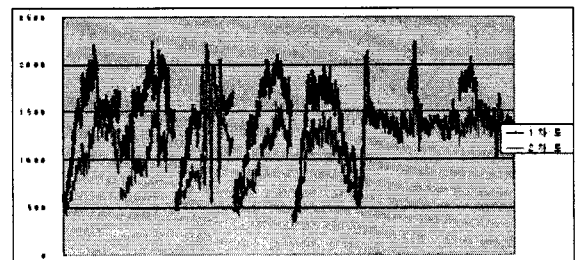
4차로는 그림과 같이 자유속도가 100km/h ~110km/h 사이에서 관찰되며, 최대교통량은 자유류 영역과 정체류 영역의 끝 부분에서 거의 비슷하게 관찰되며 그 값은 1700veh/h에 다다른다. 마지막으로 5차로는 자유속도가 100km/h를 조금 웃도는 값을 나타내며, 최대교통량은 일반적인 이론과 1차로에서 나타나는 현상과는 다르게 자유류 영역이 아닌 정체류 영역에서 관찰되어지며, 그 값은 1700 veh/h 에 다다른다.

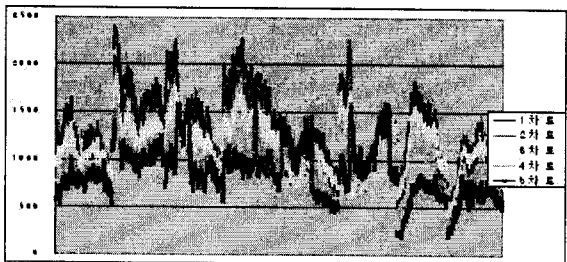
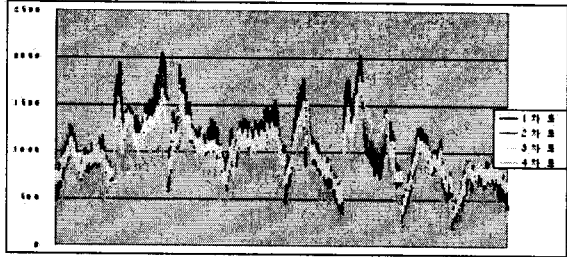
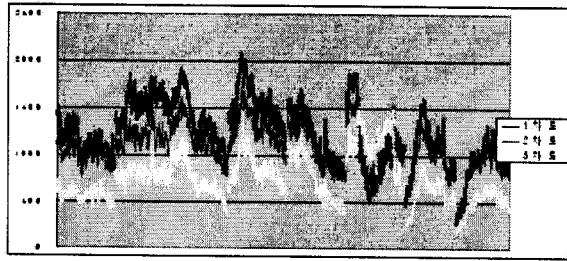
자유류 영역에서는 자유속도의 차이에 따라서 각각의 차로별로 확연하게 구분되는 값을 나타내는 반면, 정체류 영역에서는 모든 차선에서 거의 동일한 값이 나타나는 현상을 보였다.



2. 고속도로 기본구간의 차로별 용량분석

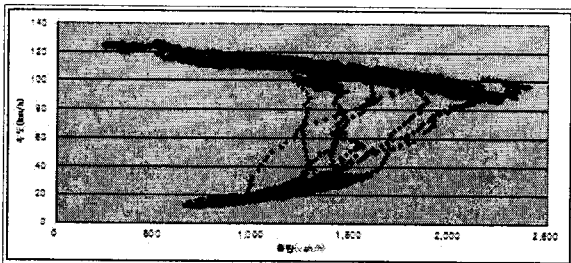
차로별 용량을 파악하여 전체차로의 용량을 산정하기 위해서는 각 차로의 최대교통량이 동일한 시점에서 일어나는지를 파악하는 것이 중요하다. 각 편도차로별 도로에서 각 차로별 교통량은 차로별로 비슷한 패턴을 가지고 나타나는 것으로 관찰되었다. 차로별 최대교통량이 거의 동일한 시점에서 나타나는 것으로 관찰되었다. 각 차로별 교통량의 흐름은 다음 그림과 같다. 각 편도차로별로 외측차로와 내측차로에서의 교통량의 변화는 동일한 흐름을 나타내었다. 외측차로에서 최대교통량이 나타나는 시점과 내측차로의 최대교통량이 나타나는 시점은 거의 동일하게 나타났다.





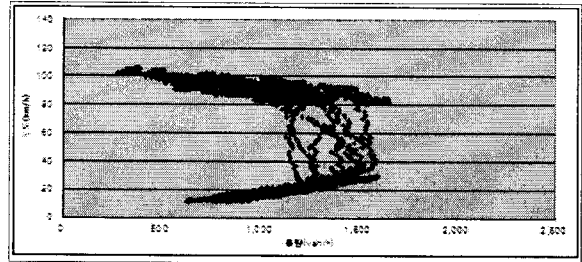
차로별 속도 - 교통량 곡선을 분석해본 결과 속도 - 교통량 곡선은 크게 세가지의 형태로 나타났다.

첫번째 형태는 고속도로의 내측차로에서 나타나는 곡선으로 이론상의 교통량 - 속도 곡선의 모습으로 자유속도가 높으며, 자유류 영역 상태 부분이 정체류 영역부분보다 길게 나타나고, 용량값 또한 자유류 영역의 끝부분에서 나타나게 된다. 일반적인 곡선의 모습은 아래 그림과 같다.

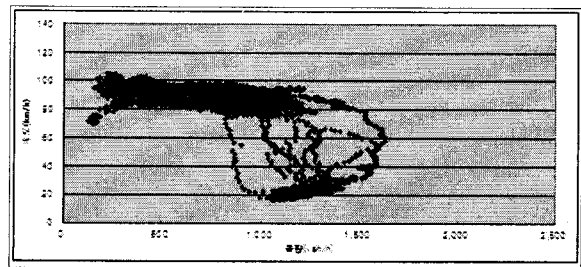


두번째 형태는 첫 번째 곡선보다는 낮은 자유속도에서 나타나는 곡선으로서 과거의 속도 - 교통량 곡선 이론상의 모습으로 자유류 영역과 정체류 영역의 길이가 거의 비슷하거나 자유류 영역이 조금 길게 나타나며, 곡선의 모습은 'ㄱ'의 모습에 가까우며, 용량값은 자유류 영역의 끝 부분에서 나타나며, 첫 번째 형태의 곡

선보다 낮은 값을 가진다.



세번째 형태는 주로 기본구간의 가장외측차로에서 나타나는 현상으로서 안정류에서의 차량의 자유속도가 가장 낮으며, 그로 인하여 자유류 부분의 곡선이 매우 짧게 형성되어서, 오히려 자유류 부분의 곡선이 정체류영역의 곡선보다 더 짧게 나타나는 현상을 보인다. 그리하여 최대교통량값은 일반적인 이론에서처럼 자유류 영역에서 나타나는 것이 아니라 정체류 영역의 끝 지점에서 나타난다.



각 편도차로별로 내측차로에서 외측차로로 갈수록 첫 번째 곡선에서 세번째 곡선으로 차로별 속도 - 교통량 곡선이 변하는 현상이 나타났다. 이는 차로별로 그 차로를 이용하는 운전자의 운전 능력 및 행태에 따른 것으로 판단된다. 편도2차로의 경우에는 1차로는 첫 번째 곡선에 가까운 형태가, 2차로에서는 두 번째 곡선에 가까운 형태가 나타났다. 편도 3차로의 경우에는 1차로는 첫 번째 곡선에 가까운 형태가, 2차로는 두 번째 곡선에 가까운 형태가, 3차로는 세 번째 곡선에 가까운 형태가 나타났다. 편도4차로에서는 1,2차로에서는 첫 번째 곡선에 가까운 형태가, 3차로에서는 두 번째 곡선에 가까운 형태가, 4차로에서는 세 번째 곡선에 가까운 형태가 나타났다. 편도5차로에서는 1,2,3차로에서는 첫 번째 곡선에 가까운 형태가, 4차로에서는 두 번째 곡선에 가까운 형태가, 5차로에서는 세 번째 곡선에 가까운 형태가 나타났다.

또한, 차선수가 작으면 차로별 특성이 크게 차이가 나지 않은 반면, 차선수가 많아질수록 차로

별로 교통량 - 속도 곡선에 대한 차로별 차이점이 명확하게 구분되어지는 모습을 나타냈다.

차로별로 교통량 - 속도 곡선은 자유류 영역에서는 차로별로 명확한 차이를 보이며 데이터가 나타났다. 하지만 정체류 영역에서는 차도에 상관없이 거의 일정한 지점에 데이터가 나타나는 현상을 보였다. 즉 소통원활시에서는 차로별로 차량의 운전행태가 명확하게 구분되어지는 반면, 정체시에는 전차로에서 거의 동일한 차량이동흐름을 보이는 것으로 판단할 수 있다.

차로별 속도 - 교통량 곡선으로 각 차로의 용량값을 비교해본 결과 내측차로에서 외측차로로 갈수록 차로별 최대교통량값은 점차 낮아지는 것으로 나타났다. 각 편도차로별로 내측차로에서는 현재 사용하고 있는 값에 가깝거나 그보다 더 높은 지점에서 최대교통량값이 나타난 반면 외측차로로 갈수록 그 값은 현저하게 낮아지는 현상을 보였다. 이로 인하여 전차로의 용량의 합은 현재 사용되고 있는 값보다 낮은 값을 가지게 되는 현상이 나타나게 된다. 하지만 용량값은 내측차로에서 외측차로로 진행될수록 낮아지기는 하나 최대용량값이 정체류영역에서 나타나는 차도에 이르러서는 더 이상 낮아지지는 않았다.

예를들어, 편도5차로의 경우에는 1차로에서 4차로까지는 용량값이 1차로에서 4차로로 갈수록 점차 낮아지는 현상을 보이지만, 마지막 4차로, 5차로에서는 더 이상 낮아지지 않고 거의 비슷한 값이 나타났다. 즉 다시말해서 차로별 용량값은 정체류 영역의 최대교통량 이하에서는 나타나지 않는 것으로 나타났다.

위 결과들을 종합한 각 편도차로별 용량값들은 아래표와 같다.

<표 2> 편도차로별 용량값

	편도 2차로	편도 3차로	편도 4차로	편도 5차로
기존 용량값	4,400	6,600	8,800	11,000
차로별 특성고려 용량값	3,980	5,562	7,720	9,704
적용치	4,000	5,600	7,750	9,750
차 이	-400	-1,000	-1,050	-1,250

외측차로에서의 낮은 자유속도와 최대교통량값으로 편도차로의 용량의 합은 기존의 용량값보다 낮은 값들을 보였다. 하지만 다차로 도로의 내측차로에서는 현재 사용되고 있는 값보다 높은 2,300 ~ 2,400veh/h 의 값들이 나타나면서 차이가 크게 나타나지는 않았다.

V. 결론 및 향후 연구과제

본 연구는 고속도로 기본구간의 교통량 - 속도 데이터를 바탕으로 각 편도차로수별, 차로별 교통량 - 속도 그래프를 이용하여 용량값을 비교·분석 하였다. 또한 본 연구에서는 연구의 목적과 부합하기 위하여 지점별 속도 - 교통량 그래프중 용량값에 다다르지 못한 지점은 분석대상에서 제외하였다. 현재 사용되고 있는 고속도로 기본구간의 용량값은 1994년 HCM에서 정해진 값으로 차량 성능 및 운전자의 운전능력 향상에 의하여 현재에 와서는 어느정도 증가했을것이라 예상되어진다.

분석결과, 편도차로별 용량값은 현재 사용되고 있는 값에 크게 못미치는 것으로 나타났다. 고속도로 기본구간의 내측 차로들은 현재 사용하고 있는 용량값과 비슷한 수치를 나타내거나, 다차로 도로(편도3차로이상의도로)에서는 현재의 값보다 높은 값이 관찰되었다. 하지만 내측차로에서 외측차로로 갈수록 용량 값은 물론이고 자유속도 또한 낮아지는 경향을 보였다. 이는 현재의 차량 이용자들의 고속도로 이용행태의 따른 것으로서 내측차로에서 외측차로로 갈수록 이용하는 차량의 속도가 떨어지며, 그에 따라서 안정류 부분에서의 최대교통량값 또한 낮아지는 현상을 보였다.

그러나 차도에 따라서 다른 패턴을 보이는 자유류 부분과는 달리 정체류 부분에서는 차로수에 상관없이 모든 차로에서 비슷한 용량값과 속도값이 나타났으며, 이는 정체상태에서는 운전자의 능력 및 운전행태의 영향이 차량의 흐름에 거의 영향을 미치지 못하는 것으로 판단된다. 기존의 도로용량편람 및 수요예측지침에서 제시하고 있는 고속도로 기본구간의 용량값은 고속도로에서 자유속도가 가장 높고, 교통량이 가장 많은 내측차로를 기준으로 해서 제

시되었었다. 그 결과 각각의 편도차로에 따른 운전자의 운행 행태 및 운전 능력이 전혀 반영되지 못한 총량적 접근에 의한 값이 제시되어 왔다.

이에 본 연구의 결과는 향후 고속도로의 수요 예측시 기본이 되는 용량값의 기초자료로 활용이 될 수 있을 것으로 판단된다. 또한 향후 수요예측의 신뢰성 확보를 위하여 고속도로를 제외한 국도 및 일반 지방도에 대하여도 추가적인 용량값에 대한 연구가 필요하겠다. 특히 현재 많은 건설이 진행중인 연속류 특성을 가진 국도 및 지방도에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 「도로용량편람 2004, 건설교통부」, 박상철, 1994
2. 고속도로 기본구간의 교통용량에 관한 연구, 최찬영, 2000
3. 도로유형별 지체함수 정립에 관한 연구, 강호익, 1998
4. 국도 기능별 통행저항함수 추정에 관한 연구, 김승기, 2002
5. 도로·철도 부문사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제4판) 한국개발연구원
6. 차두시간분포 분석을 통한 고속도로 설계용량 산정모형의 개발, 김점삼, 2006
7. 2005년 전국DB 구축사업, 한국교통개발연구원, 2006
8. 2005년도 고속도로 교통량 조사, 한국도로공사, 2006
9. 지방부 고속도로 기본구간의 차로별 교통류 특성 및 차로별 용량분석에 관한 연구, 천호영, 2000
10. 8차로 고속도로 기본구간 용량분석에 관한 연구, 김상구, 1999
11. TRB(1985). "Highway Capacity Manual Specila Report 209", Wasington, D.C.
12. TRB(1994). "Highway Capacity Manual Specila Report 209", Third Edition, Wasington, D.C.