

# 지점검지체계를 이용한 남산1호터널 구간통행시간 추정

## The Estimation of Link Travel Time for the Namsan Tunnel #1 using Vehicle Detectors

홍은주

(서울시립대, 석사과정)

김영찬

(서울시립대, 교수)

### 목 차

- I 서론
- II 자료수집
- III 산출방법에 따른 구간통행시간 특성
  - 1. 통행시간 정의
  - 2. 구간검지체계를 이용한 통행시간 산출
  - 3. 지점검지체계를 이용한 통행시간 추정

- IV 지점검지자료와 통행시간
  - 1. 검지자료와 통행시간
  - 2. 지점별 검지자료와 통행시간
- V 결론
- 참고문헌

## I. 서론

첨단교통정보체계(ATIS)는 실시간으로 교통정보를 제공하여 이용자들로 하여금 최적의 경로를 선택하도록 유도하며 교통시설 이용효율을 극대화하기 위한 지능형 교통체계의 핵심적인 부분으로 최근 서울 및 전국 대도시를 대상으로 교통정보를 수집, 제공할 수 있는 시스템 구축에 많은 예산과 노력이 투자되고 있다. 이러한 첨단교통정보체계가 제 역할을 효율적으로 수행하기 위해서는 실시간으로 교통정보제공을 위해 도로에 설치된 각종 정보수집체계들로부터 수집된 정보를 적절히 처리하여 정확하고 신속하게 통행시간 변화를 파악하고 산출하는 것은 무엇보다도 중요하다.

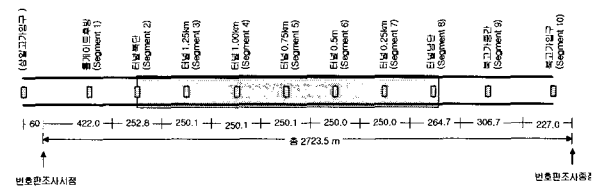
현재 구간통행시간은 Beacon, AVI 등을 이용한 구간검지체계나 Loop 검지기, 영상검지기, RTMS 등을 이용한 지점검지체계로부터 산출·추정되어진다. 구간검지정보는 간헐적으로 수집되는 특성을 가지기 때문에 누락시간대를 수반하는 문제점이 있고 무엇보다도 제공되는 통행시간은 이미 정보제공 구간을 통과한 차량에 의해 산출되기 때문에 실시간 정보제공을 위한 수단으로서의 한계가 있다. 지점검지기는 구간검지기에 비해 비교적 광범위하게 배치·설치되어 있으며 교통정보를 24시간 연속적으로 수집할 수 있는 장점을 가지고 있다. 그러나 지점검지자료는 해당지점의 교통상황만을 표현하기 때문에 구간통행시간 산출을 위해서는

검지자료의 적절한 처리과정이 필요되며 추정방법에 따라서 산출된 통행시간의 정확도가 달라질 수 있다.

본 연구에서는 실시간 정보제공이라는 관점에서 구간검지체계와 지점검지체계로부터 산출·추정되는 통행시간의 특성을 알아보고 지점별 검지자료와 구간통행시간의 상호관련성을 살펴보고자 한다.

## II 자료수집

본 연구는 검지자료에 따른 통행시간 특성을 분석하기 위해 진출입램프나 신호운영에 의한 교통류의 단절 현상이 발생하지 않으며 다수의 루프검지기가 매설되어 있어 양질의 자료수집이 용이한 남산1호터널의 강남방향 2,723.5m구간을 연구대상구간으로 하였다. 분석을 위한 자료는 남산1호터널 강남방향으로 설치된 루프검지기에서 올라오는 24시간 검지자료와 검지기데이터와 동일날짜에 연구대상구간의 양 끝단에서 차량번호판 조사를 실시하여 산출된 구간통행시간 자료를 사용하였다.



〈그림 1〉 남산1호터널 검지기 배치도

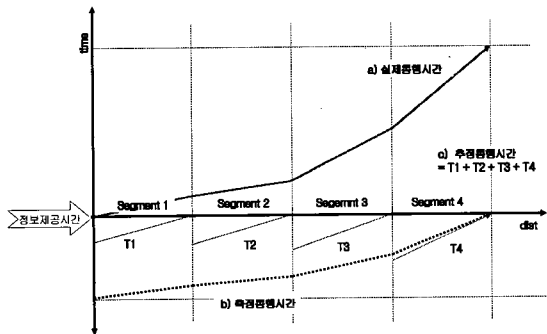
분석의 편의를 위하여 연구대상구간은 하나의 검지기를 포함한 10개의 Segment로 분할하여 검지기 하나가 Segment의 교통상황을 대변한다고 가정하였다.

### III 산출방법에 따른 구간통행시간 특성

#### 1. 통행시간 정의

본 연구에서 사용되는 통행시간 개념구분의 편의를 위하여 산출방법에 따른 통행시간의 정의하였다. 먼저 현시각을 기준으로 시점을 출발하는 차량이 구간을 통행하기 위해 소요될 시간, 즉 실제 차량의 통행시간을 실제통행시간, 이미 시점을 출발하여 도착한 차량에 의해 산출된 통행시간을 측정통행시간, 지점검지기 데이터에 의해 추정된 구간통행시간을 추정통행시간이라 정의하였다.

- a) 실제통행시간: 출발 차량이 구간을 주행하는데 실제 소요되는 통행시간
- b) 측정통행시간: 구간을 주행하고 종점에 도착한 차량에 의해 산출되는 통행시간
- c) 추정통행시간: 동시간대 지점검지기데이터에 의해 추정된 구간통행시간



〈그림 2〉 시공도를 이용한 통행시간 정의

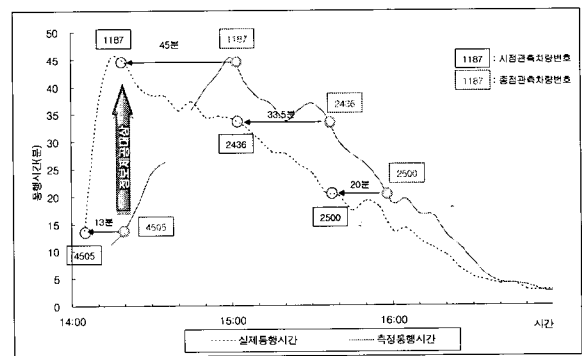
#### 2. 구간검지체계를 이용한 통행시간 산출

구간검지체계로부터 통행시간을 산출하기 위해서는 산출구간의 시점과 종점에 구간검지기를 설치하고 시점을 출발한 차량이 종점을 통과할 때 시점에서 종점까지의 통행시간을 산출하게 된다. 통행시간은 종점에 도착한 차량에 의해 산출되고 산출된 시각에 출발하는 차량에게 통행시간 정보가 제공되기 때문에 차량이 구간을 통과하며 소요되는 실제통행시간과는 시간적 차이가 발생하게 된다.

〈그림 3〉은 실제통행시간과 측정통행시간의 시간차집현상에 대해 도식화한 것이다. 측정통행시간은

도착차량에 의해 산출되기 때문에 실제로 정보제공이 이루어져야 하는 시간보다 구간통행시간만큼 늦게 제공되는 것을 알 수 있다. 또한 산출된 통행시간은 산출시각에 시점을 출발하는 차량에게 정보제공이 되기 때문에 통행시간 산출차량과 정보제공대상차량이 일치하지 않는다.

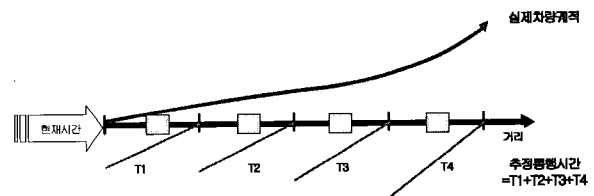
실제통행시간과 측정통행시간의 시간차집량은 구간통행시간이며 지체발생시 두 통행시간간의 시간차집량은 증가하고 해소시에는 감소한다. 또한 이러한 시간차집 때문에 측정통행시간은 실제통행시간보다 뒤늦게 지체발생 및 지체해소가 일어나게 된다.



〈그림 3〉 측정통행시간의 시간차집현상

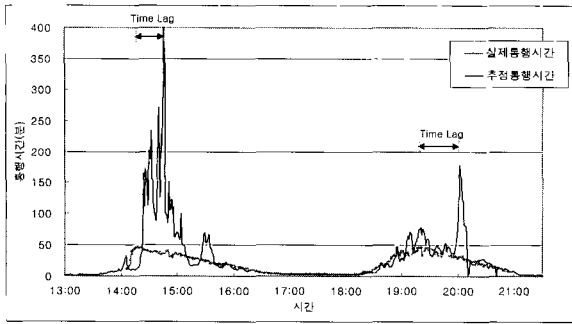
#### 3. 지점검지체계를 이용한 통행시간 추정

지점검지체계는 동시간대의 구간내 설치되어 있는 지점별 검지자료를 이용하여 통행시간을 추정한다. 그러나 실제 차량은 시·공간적으로 이동을 하기 때문에 동시간대의 지점별 검지자료를 이용하여 추정한다는 것은 동일차량이 아닌 지점별로 존재하는 다른 차량의 통행특성에 의해 산출되기 때문에 실제 차량이 구간을 이동하며 산출되는 통행시간과는 차이가 발생하게 된다.

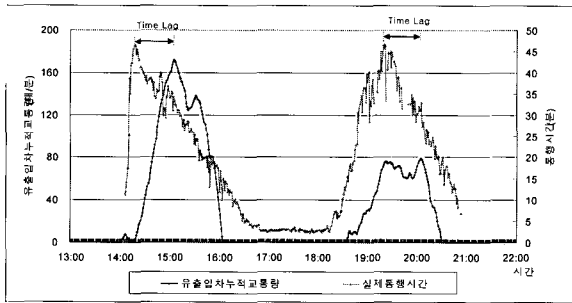


〈그림 4〉 실제차량궤적과 추정통행시간

〈그림 5〉와 〈그림 6〉은 각각 동일시간대 검지기 데이터 중 속도를 이용하여 추정한 통행시간과 가장 상류부, 하류부 검지기데이터를 이용하여 산출한 유출입누적차교통량을 나타내고 있다.

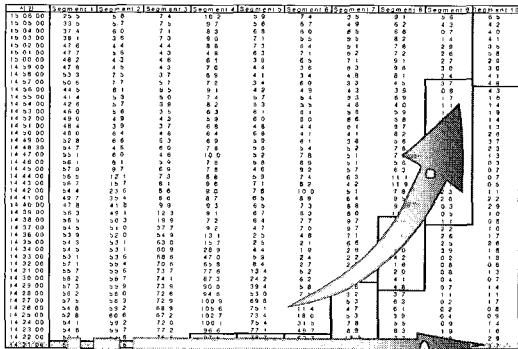


〈그림 5〉 검지기속도를 이용한 추정통행시간



〈그림 6〉 통행시간과 유출입차수(대)교통량

두 경우 모두 실제통행시간과 Time Lag가 발생하며 지체발생·해소도 실제통행시간보다 뒤늦게 이루어진다. 이러한 현상은 실제 차량의 시공간적 이동을 고려하여 설명될 수 있다. 예를 들어 차량이 출발하는 현재시간에 전구간에 소통원활이더라도 차량이 구간을 통행하는 동안에 하류부로부터 지체가 발생되었다면 차량의 실제통행시간은 하류부로부터 이동하며 경험한 지체만큼 증가한다. 그러나 동시간대 검지기데이터 이용시 출발 시간에는 전구간에 걸쳐 지체가 없었기 때문에 지체를 전혀 반영하지 못한 통행시간이 산출된다. 반대로 전구간이 지체더라도 구간을 통과하는 동안 시간이 경과하며 지체가 풀리면 차량은 지체구간뿐 아니라 하류부로부터 이동하며 소통원활구간을 통과함에 따라 검지기 데이터에 의해 산출된 통행시간보다 적은 통행시간이 산출된다.

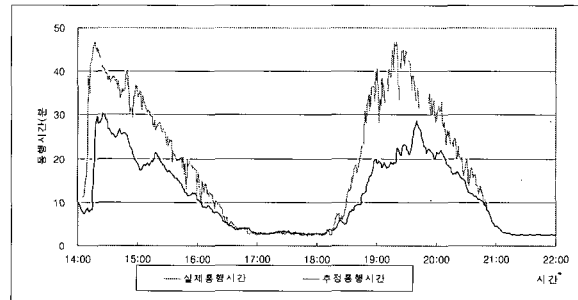


〈그림 7〉 실제차량계측과 검지기속도

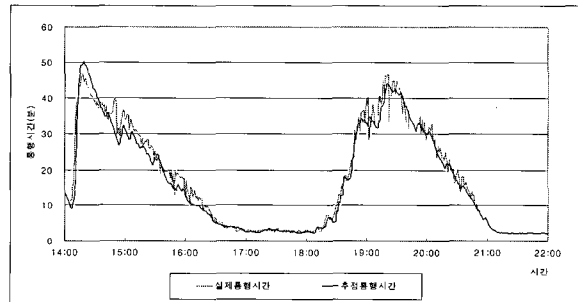
## IV 지점검지자료와 통행시간

### 1. 검지자료와 통행시간

먼저 지점검지자료가 교통변화를 잘 반영하는지를 알아보기 위해 차량이 시공간적으로 이동하며 실제로 사용하게 되는 검지자료를 이용하여 통행시간을 추정하여 보았다. 〈그림 8〉과 〈그림 9〉는 이러한 방법으로 검지기 속도를 이용하여 추정된 통행시간과 교통량과 점유율을 이용하여 교통류관계식  $\mu = q/k$ 로부터 재산출된 속도를 사용하여 추정된 통행시간이다.



〈그림 8〉 검지기 속도를 이용한 추정통행시간



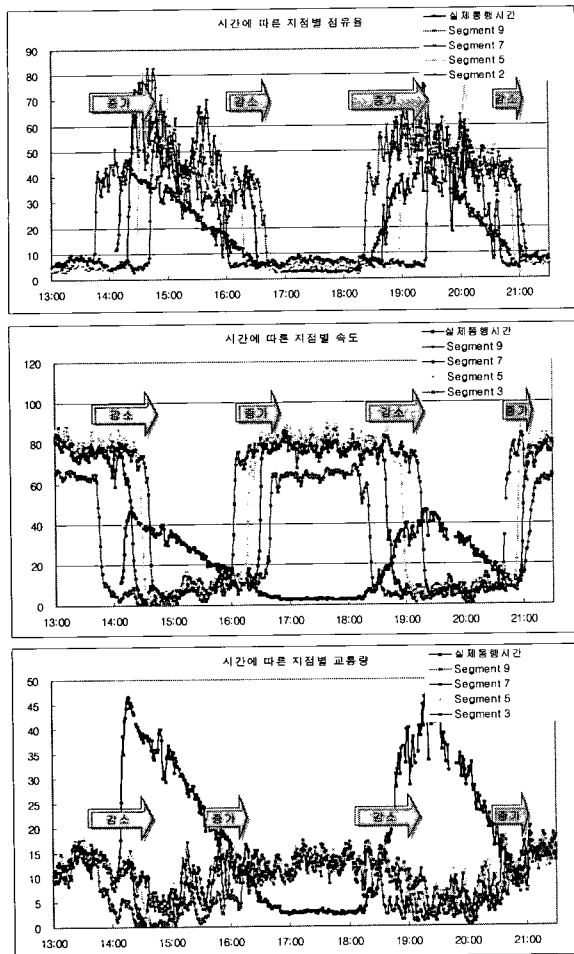
〈그림 9〉 교통류관계식을 이용한 추정통행시간

검지기 속도를 이용하여 산출된 통행시간은 통행시간의 지체발생과 해소추세는 잘 반영하고 있으나 과소추정이 발생하는데 검지기 속도는 지점속도이기 때문에 일정시간동안 Segment를 주행하는 모든 차량의 속도를 대표하기에는 적절하지 못하기 때문이다. 교통류 관계식으로부터 재산출된 속도는 이러한 점을 잘 보완하고 있으며 차량 이동의 시공간적 변화를 고려하여 검지기 데이터를 사용하였을 경우 통행시간과 거의 유사한 값이 산출되었다. 이로부터 지점별 검지기 데이터가 짧은 구간의 교통변화를 잘 반영하고 있다고 볼 수 있다.

### 2. 지점별 검지자료와 통행시간

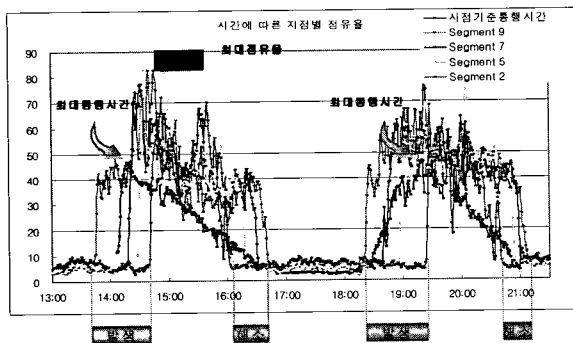
앞서 밝힌바와 같이 지점별 검지기데이터는 해당 구간의 교통상황을 잘 대변하고 있으므로 지점별 데이터의 변화에 따라 통행시간변화를 살펴볼 수 있을 것이다. 우선 지체발생 및 해소의 성향을 알아보기 위해 시

간에 따른 지점별 검지기데이터의 변화와 통행시간과의 관계를 살펴보았다.



〈그림 10〉 시간에 따른 지점별 검지자료 변화

지점별로 검지기데이터의 시간에 따른 변화를 살펴 보면 지체는 하류부에서 상류부로 이동하며 해소는 상류부에서 먼저 발생되어 하류부로 이동하는 것을 알 수 있다. 또한 지체발생현상이 하류부에서 상류부로 이동하는데 걸리는 시간보다 전구간에 걸쳐 조금씩 와해된 후 상류부에서 하류부로 완전히 지체가 해소되는데 걸리는 시간이 짧은 것을 볼 수 있는데, 특히 저녁시간대는 매우 큰 차이를 보이고 있다.



〈그림 11〉 최대통행시간과 최대점유율 발생시간

지점별 검지기데이터값에 따르면 통행시간은 하류부의 지체가 발생되었을 때부터 지속적으로 증가하고 통행시간이 지체발생 이전의 시간으로 완전히 회복되는 시점을 하류부의 지체가 완전히 해소되는 시간으로 볼 수 있다. 그러나 검지기 데이터가 가장 큰 지체를 나타내는 값과 최대 통행시간을 나타내고 있는 시간과는 일치하지 않기 때문에 증가하는 통행시간이 감소하기 시작하는 시점을 찾아내기에는 어려움이 있다.

## V 결론

본 연구에서는 구간검지체계와 지점검지체계로부터 산출·추정되는 원리를 파악하여 이로부터 산출된 통행시간의 특성과 실제 통행시간과의 관계를 알아보았다. 또한 남산1호터널의 검지기자료와 차량번호판조사를 통해 측정된 통행시간을 이용하여 지점별 검지기 데이터의 시간에 따른 변화와 통행시간의 변화를 살펴보았다.

구간검지체계로부터 측정되는 통행시간은 도착차량에 의해 산출되기 때문에 실제로 정보를 제공해야 하는 시간과의 차이가 있고 통행시간산출차량과 정보제공차량이 동일하지 않다. 동일시간의 지점별 검지기 데이터를 사용하여 추정한 결과 역시 동일차량이 아닌 동시간대 구간별로 존재하는 다른 차량에 의해 산출되었기 때문에 실제 통행시간과는 이격이 발생하였다. 그러나 지점별 검지기데이터를 개별적으로 살펴보면 검지기 데이터는 검지기를 포함하고 있는 짧은 구간의 교통변화를 잘 나타내고 있으며 통행시간의 변화에 따라 지점별 검지기데이터 값 역시 시간에 따라 변화되고 있음을 알 수 있다.

검지기데이터의 지체발생 및 해소시 지점별 변화와 통행시간 변화와의 상호연관관계에 대한 추가적 연구를 통하여 지점검지체계를 이용하여 실제통행시간과 근접한 통행시간 추정이 가능할 것으로 사료된다.

## 참고문헌

1. Relation Among Average Speed, Flow, and Density and Analogous Relation Between Density and Occupancy, Michael J.Cassidy and Benjamin Coifman, TRR 1591
2. Estimation and Measurement of Travel Time by Vehicle Detectors and License Plate Readers, Sadao Takaba, Takeshi Morita, Takashi Hada, Tustomu Usami, Morie Yamaguchi, University of Tokyo, Nation Police Agency, The 2rd world Congress vol. I-61, November.
3. 동적통행배정 모형을 위한 통행시간산정기법의 정립 및 검증, 이주현, 홍익대학교 박사학위 논문, 1998