

남산1호터널 교통정보시스템의 효과분석

Operational Effectiveness of the Namsan 1st Tunnel Traffic Information System

이 청 원

(서울시정개발연구원, 연구위원)
chungwon@sdi.re.kr

권 병 철

(서울시정개발연구원, 연구위원)
darklinu@sdi.re.kr

김 대 호

(서울시, 교통운영개선반장)
dhkim@traffic.metro.seoul.kr

목 차

- | | |
|---|--|
| <p>I. 서론</p> <p>II. 남산1호터널 교통정보시스템 개요</p> <p>III. 효과분석연구</p> <p>1. 방법론 설정</p> <p>2. 남산1호터널측 분석</p> <p>3. 주변도로 분석(제1영향권)</p> | <p>4. 네트워크 분석(제2영향권)</p> <p>5. 이용자 만족도 분석</p> <p>6. 기타분석</p> <p>IV. 결론</p> <p>참고문헌</p> |
|---|--|

I. 서론

남산1호터널은 하루 약 4만여 대가 통행하는 길이 1.6km의 장대터널로서, 외곽방향으로는 현재 확장공사중인 한남대교를 통해 경부고속도로/올림픽대로 및 강남대로와 연결되며, 도심방향으로는 삼일고가 및 명동과 연결되어 있다. 또한, 1996년 11월 이후로 혼잡통행료를 징수하여 교통서비스 차원에서도 통행자들에게 있어 대단히 중요한 지역으로 인식되고 있다.

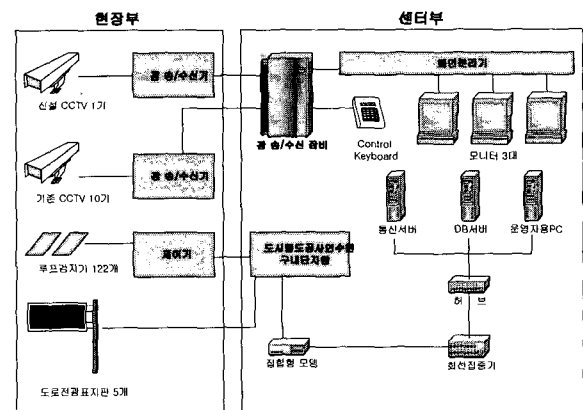
남산1호터널 교통정보시스템은 교통정체가 예측하기 어렵게 빈번히 발생하고 혼잡통행료를 징수하는 남산1호터널을 이용하는 운전자들에게 사전에 혼잡정보를 제공해주기 위해서 2000년 12월 21일부터 운영중인 국내 최초의 도심부 터널에 대한 첨단교통정보시스템이다.

본 연구 목적은 남산1호터널의 교통정보시스템 구축에 따른 남산1호터널 및 주변 우회도로의 영향을 분석하여 시스템 구축에 따른 효과를 교통공학적으로 분석하고, 운전자들의 만족도를 파악하는 것이다.

II. 남산1호터널 교통정보시스템 개요

남산1호터널에 구축되어 있는 교통정보시스템의 시스템구성을 살펴보면 <그림 1>에서 보는 바와 같이 크게 현장부와 센터부로 나눌 수 있다.

- ① 도로전광표지 : 도심방향 1기, 외곽방향 4기
- ② 검지기 : 루프식 검지기, 총 122개 설치
- ③ CCTV : 기존 CCTV 10기, 추가 1기 신설
- ④ 관리센터 : 서울시 도시철도공사 연수원 내에 위치, 서울시 시설관리공단 운영중



※ 자료 : 2000년 12월

<그림 1> 시스템 구성도

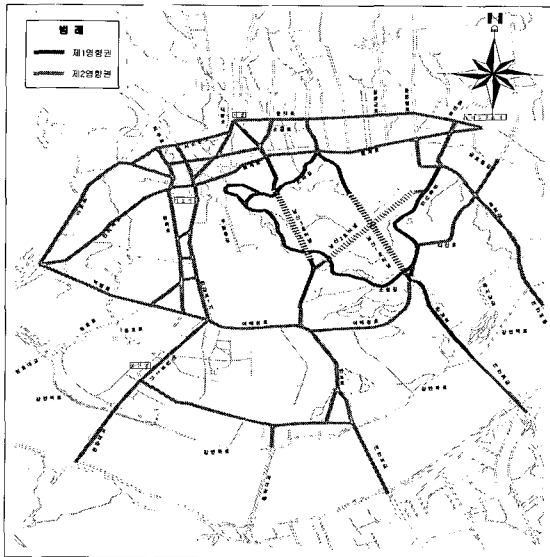
이상과 같은 시스템을 활용하여 교통자료수집, 가공 분석을 통해 터널부 대기행렬위치를 이용한 터널지체 상황안내, 통행시간 및 통행속도안내, 사고/공사/결빙 등 위험요소안내 등 다양한 교통정보를 24시간 운전자들에게 제공하고 있다.

III. 모니터링 사례연구

1. 방법론 설정

교통정보시스템은 시시각각으로 변화하는 동적인 교통상태를 관리할 수 있는 수단으로 사용될 수 있다. 즉, 실시간 교통정보를 통해 이에 반응하는 운전자의 행태에 따라 교통상태가 영향을 받는 것을 의미한다. 이러한 특성으로 인해서 일반적으로 교통정보시스템의 효과분석을 위한 방법론을 설정하는 것은 매우 어려운 일이다.

본 연구진은 남산1호터널 지역을 중심으로한 주변 교통자료와 남산1호터널 교통정보시스템 구축현황을 종합적으로 검토하여 <그림 2>과 같은 분석범위를 설정하였다.



<그림 2> 분석범위 설정

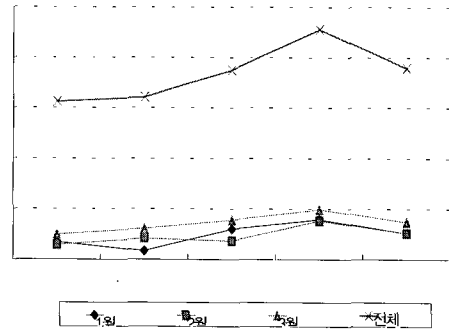
분석범위 설정 및 사례연구를 통해 <표 1>과 같은 남산1호터널 교통정보시스템 효과분석항목을 설정하였다. 본 고에서는 주요 분석결과에 대해서만 소개하기로 한다.

<표 1> 시스템영향 분석항목

분석대상	분석항목
남산1호 터널축	터널이용 교통량
	유-무료 통행량
	터널 진입/비진입 전환율
	도로전광표지 영향
	평균통행시간
주변도로	접근로별 통행경로
	경로통행시간차 변동
네트워크	평균통행시간
	Two-Fluid Theory
이용자분석	이용자 만족도
	경로선택행태
	이용자 의견

2. 터널축 분석

남산1호터널 교통정보시스템 개통을 전후하여 혼잡 통행료 징수기준의 변화가 있었다(2001년 4월). 따라서 징수기준변화 이전의 자료를 통한 분석에 따르면, 시스템 개통전인 2000년과 비교해 정보시스템 운영 후 약 14%의 터널이용차량이 감소한 것으로 나타났다. 이는 정보제공으로 인하여 정체시에 우회가 있었기 때문이며, 또한 소통원활시에도 운전자들이 우회로를 보다 적극 이용하게 되었기 때문으로 해석될 수 있다.



<그림 3> 남산1호터널 월이용교통량 변화

특히, 정체시에 터널진입율이 감소하는 것으로 나타났으며, 유료차량들이 보다 적극적인 우회를 추구하는 것으로 분석되었다.

분석기간 중 수시로 정체가 발생했던 외곽방향에서 도로전광표지의 영향을 분석해보면, 정체가 가중됨에 따라 터널 진입차량의 뚜렷한 감소가 관측되었으며, 정체가 풀리는 경우에도 그 크기는 다르지만 진입차량 증가가 관측되었다. 즉, 상당수의 운전자들이 교통정보에 반응하는 것으로 분석되었다.

터널내 대기행렬길어도 7시에서 22시까지의 1분단 위 실측조사에 따르면, 시스템 개통전 37이었던 대기행렬 크기 및 지속시간관련 혼잡지수가 시스템 개통 3개월후에는 26, 개통 7개월후에는 23으로 감소하였다. (지수가 100이라 함은 터널내가 하루종일 대기행렬로 막힌 상태를 의미함)

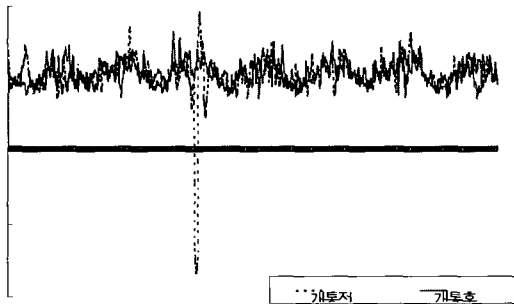
결국 정보시스템은 터널내 대기행렬길이를 감소시켰으며, 터널내 지체차량의 연료소모감소와 차량배기로 인한 오염물질감소 등의 개선도 가져오고 있다고 기대된다.

3. 주변도로 분석

우선 접근로별 통행경로 분석은 외곽방향의 번호판 조사를 통해 수행되었고, 소통정보변화와의 관계를 분석하였다. 터널진입 접근로 분석에 따르면, 남북방향인

삼일로와 삼일고가 이용차량이 전체의 67%에 이르러 주 유입교통이며, 이 접근로를 중점 관리하는 것이 본 정보시스템에서 가장 중요한 것으로 파악되었다.

우회로인 소월/소과길 이용경로와 남산터널 이용경로 간에 통행시간의 차에 대한 분석은 매우 흥미로운 사항이다. 아무런 정보도 없던 상황에서 불완전한 정보 상황(터널정보만 존재)에 처한 경우에 실제 운전자들에게 어떤 혜택이 있는지를 통행시간 차의 변동을 통해 검토하였다. 경로시간차의 변동을 분석한 결과, 불완전한 정보상황에서도 경로시간차 변동이 감소되었으며, 남산1호터널 이용경로가 오히려 더 많은 시간이 소요되던 상황도 상당히 감소한 것으로 파악되었다.



〈그림 4〉 남산1호터널과 소월길 통행시간차 (도심방향, 실제통행시간)

4. 네트워크 분석

본 연구에서는 대상 네트워크를 거시적 차원에서 분석하기 위해 two-fluid 모형을 적용하였다. Two-fluid 모형에서 추정되는 두 파라미터 T_m , n 은 대상네트워크의 교통서비스에 대한 지표로 이용되는데 그 값의 의미는 다음과 같다.

- ① T_m : 단위거리당 최소통행시간의 평균
- ② n : T_m 증가에 따른 T 의 변화를 나타낸 값, 교통수요 증가시 운영상태 악화정도 설명

T_m , n 이 낮을수록 운영상황이 좋은 네트워크로 판단할 수 있으므로 새로운 교통체계, 예를 들어 신호체계나 정보시스템의 도입으로 네트워크 상태가 어떻게 변화하게 되었는지 여부를 T_m , n 의 변화로 분석할 수 있다. 네트워크 수준의 분석으로 Two-fluid 모형분석을 실시한 결과, 시스템 개통후에 개통전에 비해 교통서비스의 질을 표현하는 파라미터 값이 낮아진 것으로 나타났다. 이는 남산1호터널 교통정보시스템 운영이 주변가로의 교통운영상황 악화 등과 같은 정보제공에 따른 역작용을 불러일으키지는 않았으며, 개통전과 개

통후 계절, 기상 등의 요인이 비슷한 10월 자료를 가지고 비교해보았을 때에도 개통후의 파라미터 값이 낮아진 것으로 나타나 교통정보시스템 개통이 교통운영상황을 어느 정도는 개선시킨 것으로 분석되었다.

〈표 2〉 Two-Fluid 모델 분석결과 요약

분석범위	분석결과
제1영향권	n : 1.97→1.93 감소 $T_m(sec/500m)$: 33.48→33.03 감소
제2영향권	n : 1.45→1.41 감소 $T_m(sec/500m)$: 35.22→35.43 증가

5. 이용자 만족도 분석

남산1호터널 교통정보시스템을 이용하는 운전자들 대상으로 현재 운영중인 교통정보시스템 전반에 관한 설문조사를 수행하였다.

설문조사는 2001년 8월 및 9월에 걸쳐 두 번 수행하였으며, 각각 2400부, 6000부의 설문지를 남산1호터널 요금징수소 및 주변도로에서 운전자들에게 배포하였다. 다음 〈표 3〉은 이용자 설문조사의 결과를 요약한 것이다.

〈표 3〉 이용자분석 결과

분석항목	분석결과
VMS인지도	• '이해하 쉽다'는 긍정적 답변 : 61%
VMS유용성	• 심리적 안정감에 유용-긍정적 답변 : 63% • 경로선택에 유용-긍정적 답변 : 75%
안내전화 유용성	• 심리적안정감, 경로선택, 출발시간결정, 교통수단 선택과 관련된 유용성 설문에 약 54% 응답자가 경험없음/무응답 • 안내전화이용현황 분석 : 지속적으로 이용건수가 증가 추세임. • 이용 경험이 있는 응답자 대다수가 안내전화 서비스에 긍정적으로 답변함.
VMS정확성	• 통행시간/속도정보 정확, 긍정적 답변 : 45% • 지체설명정보 정확, 긍정적 답변 : 49%
만족도	• 지체정보에 만족, 긍정적 답변 : 65% • 통행시간정보에 만족, 긍정적 답변 : 52% • 유고/기타정보에 만족, 긍정적 답변 : 50% • 안내전화에 대해 잘 모른다는 답변 : 64%

6. 기타분석

본 연구에서는 추가적으로 안내전화와 사고에 대한 현황을 과거자료를 이용하여 검토하였다. 안내전화의 문의상황을 분석한 결과, 도심을 중심으로 상당히 원거리에서 문의전화가 많은 것으로 파악되었다. 이는 터널의 소통정보를 도로전광표지판을 통해서만 제공하는 것은 그 한계가 있고, ARS나 Internet과 같은 다양한 제공매체의 구현이 필요하다는 것을 의미한다. 현재 남

산권역으로 확대된 교통정보시스템은 이러한 요구조건을 수용하여 시범운영중에 있다.

터널부는 사고나 공사 등 유고가 상당수 발생하고 있으며, 본질적으로 대규모 2차사고의 위험성을 안고 있다. 남산1호터널도 사고, 고장 및 공사와 관련된 이력자료를 검토한 결과 상당수의 유고가 발생하는 것으로 파악되었다. 현 교통정보시스템은 터널 진입전에 유고상황을 운전자에게 알려줌으로써, 2차사고의 가능성을 경감시키고, 경로전환을 유도하여 유고로 인한 악영향을 최소화하는데 기여하는 것으로 판단된다.

IV. 결 론

2000년 말에 공용개시를 한 남산1호터널 교통정보시스템은, 서울 도심의 대표적인 혼잡지역인 남산터널의 소통상태를 터널진입 전에 5개의 도로전광표지를 이용하여 운전자들에게 알려주는 시스템이다.

시스템 개통 후, 터널부를 중심으로한 축방향 교통여건은 상당히 호전되었으며, 우회로에 해당되는 소월/소파길은 이용차량의 증가에도 불구하고, 이론적으로 있을 수 있는 과도한 경로전환에 의한 우회로의 악영향은 별반 나타나지 않았다. 또한, 교통류의 질이나 주변 네트워크차원의 분석에서도 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

교통정보시스템에 대한 운전자 만족도 조사결과 높은 지지도를 받고 있어, 매우 작은 시스템이지만, 혼잡통행료부과에 따른 불만해소에도 기여하고 있는 것으로 나타났다. 따라서, 현재의 시스템은 단시간의 차량수증가에도 소통능력이 저하되는 도심부 네트워크에 실시간 교통정보를 제공하여 경로전환이라는 교통량분산효과를 이끌어낸 국내 최초의 도심부 첨단교통정보제공시스템으로 평가된다.

본 모니터링 결과, 남산 1호터널 정보시스템은 소기의 목적을 성취하였으며, 현재 남산권으로의 확대공사가 진행되어 시범운영중으로 이러한 통합시스템이 완성되면 교통정보가 교통관리의 한 요소로 자리매김 하는 선도적인 프로젝트일 뿐만 아니라, 시민의 교통복지에도

크게 기여할 것으로 기대된다.

현재 구축중인 남산권 통합시스템의 운영결과를 토대로 간선축으로의 교통정보시스템 확대를 모색해 볼 수 있고, 새로운 정보서비스(예, 예측정보, 새로운 유고알고리즘의 적용 등) 제공을 위한 시범시스템으로 남산권 교통정보시스템을 적극 활용 수 있겠다. 또한, 설문조사의견을 통해 파악된 정보내용의 개선, 서비스 영역의 확대와 같은 이용자 요구사항도 시스템의 기능개선 시에 반영시킬 수 있을 것이다.

참고문헌

1. 남산1호터널 교통정보센터, 「남산1호터널 교통정보센터 운영현황자료」, 2001
2. 서울시정개발연구원, 「서울시 첨단교통정보체계(ATIS) 구현을 위한 기본연구」, 2000
3. Brien G. Benson, Motorist Attitudes About Content of Variable Message Signs, TRR 1550, 48-57.
4. Monograph on Traffic Flow Theory, TRB, Chapter 6, 1997
5. Peeta, Srinivas et al., Content of Variable Message Signs and On-line Driver Behavior, Proceedings 79th Annual Meeting of TRB, January 2000.
6. Shawn M. Turner, Wm. R. Stockton, Scott James, Troy Rother, and C. Michael Walton, ITS Benefits : Review of Evaluation Methods and Reported Benefits, FHWA/TX, 1998.
7. Williams, Mahmassani & Herman, Sampling Strategies For Two-fluid Model Parameter Estimation In Urban Networks, TR vol.29A, 1995
8. Yim, Youngbin and Ygnace, Jean-luc, Link Flow Evaluation Using Loop Detector Data : Traveler Responses to Variable Message Signs, TRR 1550, pp.58-64.