

# 도시부 가로의 교통정보시스템의 운영효과

## Operational Effectiveness of Traffic Information System on Urban Streets

이청원\*(Chungwon Lee), 김대호\*\*(Daeho Kim)

Key Words : ATIS, 도시부 교통정보시스템, 운영효과, 우회로, 만족도분석

### 요 약

서울시 도심에 구축된 남산1호터널 교통정보시스템은 혼잡통행료 징수구간인 남산1호터널을 통과하는 운전자들에게 예측하기 어렵게 빈번히 발생하는 교통정체에 관한 정보를 사전에 제공해주기 위해서 2000년 12월 21일부터 운영중인 국내 최초의 도심부 터널에 대한 첨단교통정보시스템이다.

본 연구는 남산1호터널 교통정보시스템에 대한 모니터링을 통해 도시부 교통정보시스템의 운영효과를 분석한다. 모니터링 결과 남산1호터널 교통정보시스템 운영후, 터널부를 중심으로한 축방향 교통여건은 상당히 호전되었으며, 우회로에 해당되는 주변도로는 이용차량의 증가에도 불구하고 이론적으로 있을 수 있는 과도한 경로전환에 의한 악영향은 별반 나타나지 않았다. 또한, 교통정보시스템에 대한 운전자 만족도 조사결과 높은 지지도를 받고 있어 매우 작은 시스템임에도 불구하고 교통서비스 개선에 크게 기여하고 있는 것으로 분석되었다.

### ABSTRACT

This paper presents the evaluation result of the Namsan 1st tunnel traffic information system, which is providing the real time queue length status and incidence information inside of the Namsan 1st tunnel, 1600meters long in the Seoul metropolitan CBD. This information system plays an important role because of notifying drivers to pay a toll for the tunnel path, the congestion information in advance.

According to the analysis, an evident improvement on the tunnel path and its bypass without any conspicuous adverse impact. Furthermore, survey analysis found that motorists placed a high value on the provided information. During peak time, the system turned out to help motorists to relax their hasty minds. As well, several performance indices showed the reduction of congestion and travel time variation on both of the tunnel path and its bypass, in spite of no traffic information on the bypass.

### I. 서 론

도시부 도로에 관한 교통정보시스템이 필요하다는 인식은 이미 오래 전부터 있었으나, 실제로 설치된 예는 많지 않다.

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 차원에서 통행자들에게 있어 대단히 중

\* 정희원, 서울시정개발연구원, 연구위원, \*\* 비희원, 서울시, 교통운영개선반장  
논문접수일 : 2002. 10. 13

요한 지역으로 인식되고 있다.

남산1호터널 교통정보시스템은 교통정체가 예측하기 어렵게 빈번히 발생하고 혼잡통행료를 징수하는 남산 1호터널을 이용하는 운전자들에게 사전에 혼잡정보를 제공해주기 위해서 2000년 12월 21일부터 운영중인 국내 최초의 도심부 터널에 대한 첨단교통정보시스템이다.

본 연구의 목적은 남산1호터널의 교통정보시스템 구축에 따른 터널 및 주변 우회도로의 영향을 분석하여 시스템 구축에 따른 효과를 살펴보고 운전자들을 대상으로한 설문조사를 통해 이용자의 만족도를 분석하는 것이다.

본 연구의 전체적인 내용은 먼저 남산1호터널 교통정보시스템 및 모니터링에 대한 개요를 설명하고(II장), 모니터링 방법론 설정, 터널축 분석, 우회로 분석 및 이용자 만족도 분석의 결과를 소개한다(III장). 결론에서는 효과분석의 결과를 정리하고 향후 발전방향을 제시함으로써 도시부 교통정보시스템의 성공적인 확장 가능성을 소개한다(IV장).

## II. 남산1호터널 교통정보시스템

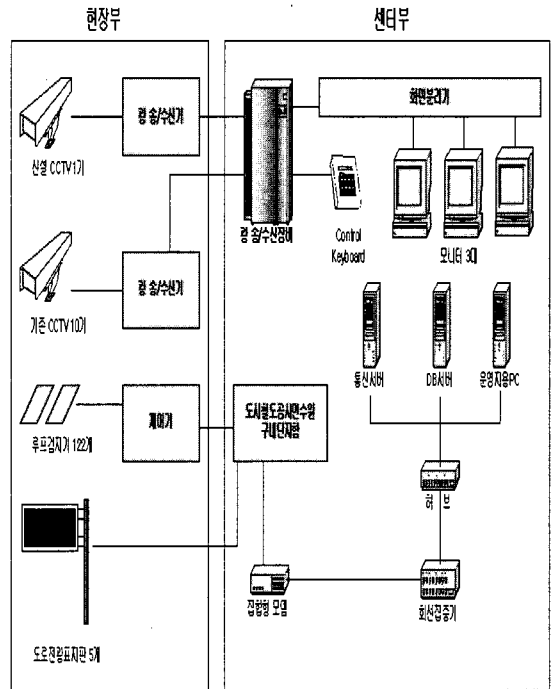
### 1. 시스템 개요

남산1호터널 교통정보시스템의 구성을 살펴보면 <그림 1>에서 보는 바와 같이 크게 현장부와 센터부로 나눌 수 있다.

- 1) 도로전광표지: 도로전광표지는 총 5기이며 설치위치는 다음과 같다.
  - 도심방향: 단국대학교 입구 앞 육교 직전
  - 외곽방향: 삼일고가 위, 삼일로, 명동역 부근, 퇴계로2가 극동빌딩 앞
- 2) 검지기: 설치된 검지기의 종류는 루프식 검지기로 도심방향 및 외곽방향으로 총 122개 설치되었다.
- 3) CCTV: 기존 남산1호터널 필동사무소에서 운영·관리하고 있던 CCTV 10기를 활용하고

추가로 삼일고가 부근을 모니터링하기 위해 1기의 CCTV를 신설·운영하였다.

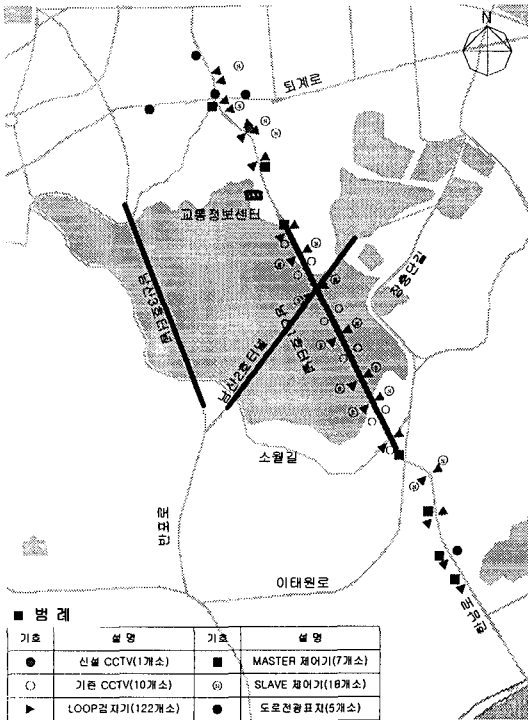
- 4) 관리센터: 남산1호터널 교통정보센터는 서울시 도시철도공사 연수원 내에 위치하고 있으며, 운영은 서울시 시설관리공단에서 맡고 있다. 주요 장비는 다음과 같다.
  - CCTV 운영장비: 광 송/수신 장비, 화면분리기, Control Keyboard, 모니터
  - 운영컴퓨터: 통신서버, DB서버, 운영자용 PC
  - 검지기 및 도로전광표지 운영장비: 집합형 모뎀, 회선집중기, 허브



※ 자료 : 2000년 12월

<그림 1> 시스템 구성도

이상과 같은 시스템을 활용하여 교통자료를 수집, 가공 및 분석하여 터널부 대기행렬위치를 이용한 터널지체상황안내, 통행시간 및 통행속도안내, 사고/공사/결빙 등 위험요소안내 등 다양한 교통정보를 24시간 운전자들에게 제공하고 있다.



<그림 2> 남산1호터널 교통정보시스템 시설물

## 2. 모니터링 실행

모니터링은 일반적으로 시스템의 영향을 이해하고, 그에 따른 편익을 계량화하기 위해 수행한다. 또한 장애에 유사한 시스템 투자를 위한 의사결정에 도움을 주고, 기존 시스템의 운영 및 설계를 검토하여 최적화하기 위해서 반드시 필요한 과정이다.

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 통상 교통정보시스템의 효과분석을 위한 방법론을 설정하는 것은 대단히 어려운 것으로 알려져 있다.

남산1호터널 교통정보시스템을 모니터링하기 위해서 먼저 분석대상에 대한 현황을 파악하고 국내외의 모니터링 사례연구를 통해 객관적이고 합리적인 평가방법을 채택하고자 노력하였다.

가장 핵심적인 분석대상 구간인 남산1호터널 축에 대해 운전자에게 진입전 교통상황을 제공함

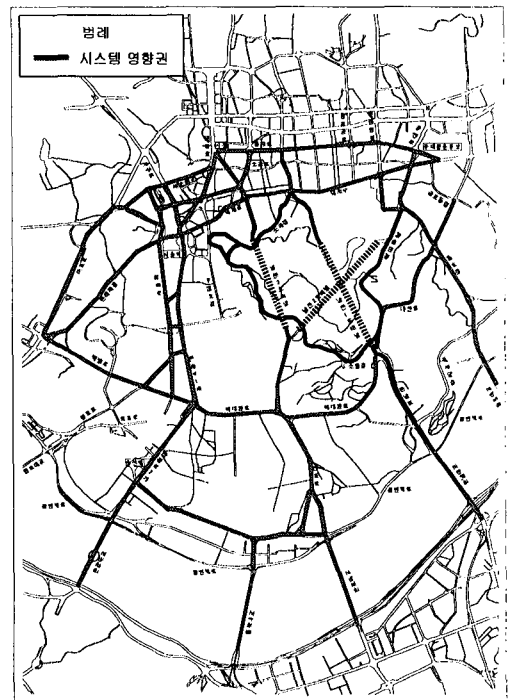
으로써 남산1호터널내 교통특성에 어떠한 영향을 미치는지 교통공학적으로 조사·분석하였고, 남산1호터널 정보제공에 따른 주변도로의 영향을 분석하기 위해 주요 우회도로를 포함하여 평가를 수행하였다. 또한, 남산1호터널 교통정보시스템을 이용하는 운전자를 대상으로 설문조사를 수행하여 정보시스템의 인지도, 유용성, 정확성 및 서비스에 대한 만족도 등을 평가하였다.

## III. 모니터링 사례연구

### 3. 모니터링 방법론 설정

남산1호터널 지역을 중심으로한 주변 교통자료와 남산1호터널 교통정보시스템 구축현황을 검토하여 <그림 3>과 같은 분석범위를 설정하였다.

- 시스템 영향권: 도로전광표지 교통정보가 교통류에 직접적인 영향을 미치고 그 영향이 현장조사를 통해 직접관측이 가능한 범위. (남산1호터널, 소월/소파길, 남산3호터널, 장충단길)



<그림 3> 분석범위 설정

모니터링 방법을 수립하기에 앞서 교통정보시스템의 평가와 관련된 국내외 사례연구를 통해 참고할 수 있는 분석방법들을 고찰하였다.

미국 텍사스주 교통청(TxDOT)의 1998년 ITS 평가 관련 보고서(Shawn M. Turner et al., 1998)를 중심으로 미국의 평가사례를 고찰하였고, 프랑스의 SIRIUS(Yim, Youngbin and Ygnace, Jean-luc, 1996), 네덜란드 Amsterdam VMS 평가연구(Kraan, Mariette et al., 1999), 일본 한신고속도로 평가 사례연구(일본 한신고속도로 공단, 2001) 등도 검토하였다.

전반적으로 선진 외국의 경우 ITS 사업을 추진함에 있어 해당 시스템을 평가할 수 있는 프로젝트팀을 계획단계에서부터 참여시켜 사업의 평가를 지속적으로 모니터링하는 관리체계를 가지고 있었다. ITS 평가에 있어서 외국의 사례에서도 공통적으로 언급되는 사항은, 시스템 개통전의 충분한 사전자료를 확보하기가 어렵고, 교통체계의 복잡하고 다양한 상호영향으로 인해서 측정된 변화에 대한 정확한 인과관계를 파악하기가 어렵다는 것이다. 본 연구에서는 다각적인 사례검토를 통해서 <표 1>과 같은 남산1호터널 교통정보시스템 모니터링 분석항목을 설정하였다.

<표 1> 모니터링 분석항목

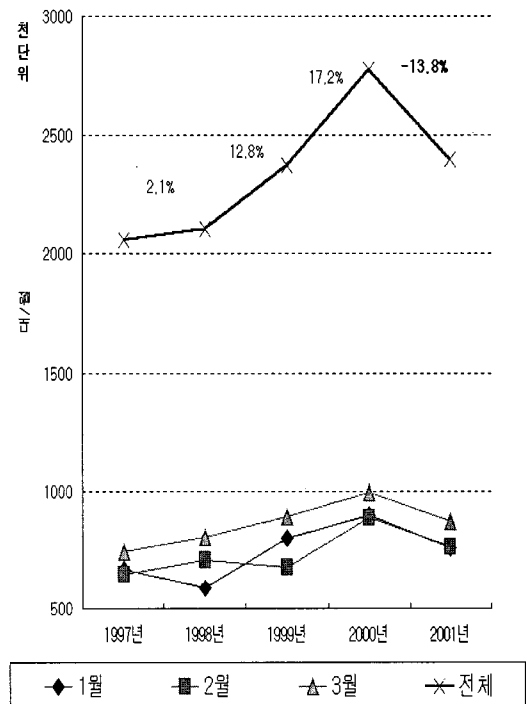
분석대상	분석항목
남산1호 터널축	터널이용 교통량
	도로전광표지 영향
	대기행렬길이
주변도로	접근로별 통행경로
	경로통행시간차 변동
이용자분석	이용자 만족도
	경로선택행태

4. 터널축 분석

남산1호터널 교통정보시스템 개통을 전후하여 혼잡통행료 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 터널을 이용하던 운전자들이 우회로를 보다 적극적으로 이용하게 되었기 때문으로 해석될 수 있다.

년차별 월이용교통량 증감율 (1월, 2월, 3월 평일자료)



<그림 4> 남산1호터널 월이용교통량 변화

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

분석기간 중 수시로 정체가 발생했던 외곽방향에 대해서 도로전광표지의 영향을 분석해보면, 정체가 가중됨에 따라 터널 진입차량의 뚜렷한 감소가 관측되는 것을 알 수 있었다. 즉, 상당수의 운전자들이 교통정보에 반응하는 것으로 분석되었다(<표 2> 참조).

<표 2> 지체유형별 메시지표출 전후 교통량 비교

지체 수준	샘플 수	평균(대/15분)		차이	t*	p**
		표출전15분	표출후15분			
▶북한남고가 (level 1)	49	표출전15분	378.5	-5.3	-0.73	0.468
		표출후15분	373.2			
▶터널출구 (level 2)	36	표출전15분	330.7	-13.6	-2.25	0.031
		표출후15분	317.1			
▶터널중간 (level 3)	29	표출전15분	303.1	-16.7	-2.75	0.010
		표출후15분	286.5			
▶터널입구 (level 4)	7	표출전15분	275.3	-21.8	-3.08	0.021
		표출후15분	253.4			

\* 가설검정 t값, 귀무가설  $H_0 : q_{-15분} = q_{+15분}$ ,

$q_{-15분}$ : 지체메시지 표출전 15분 교통량,

$q_{+15분}$ : 지체메시지 표출후 15분 교통량1

\*\* p-값은 유의수준보다 작아야 귀무가설( $H_0$ )을 기각할 수 있음.

시스템 개통 전후에 대해 오전 7시에서 오후 22시까지 1분단위의 현장조사자료를 정리하여 남산1호터널축의 대기행렬길이 변화를 분석하였다. 분석결과의 비교를 위한 효과척도로 CI(Congestion Index)를 개발하였으며 그 의미는 식 (1)과 같다.

$$CI = \frac{\sum_{i=0}^T QR_i}{T} \times 100 \quad (1)$$

여기서,

$T$  = 총 조사시간(분)

$QR_i$  = 조사시간  $i$ 분에서의 총 조사구간길이에 대한 Queue 길이의 비율 (0.0~1.0)

분석결과에 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

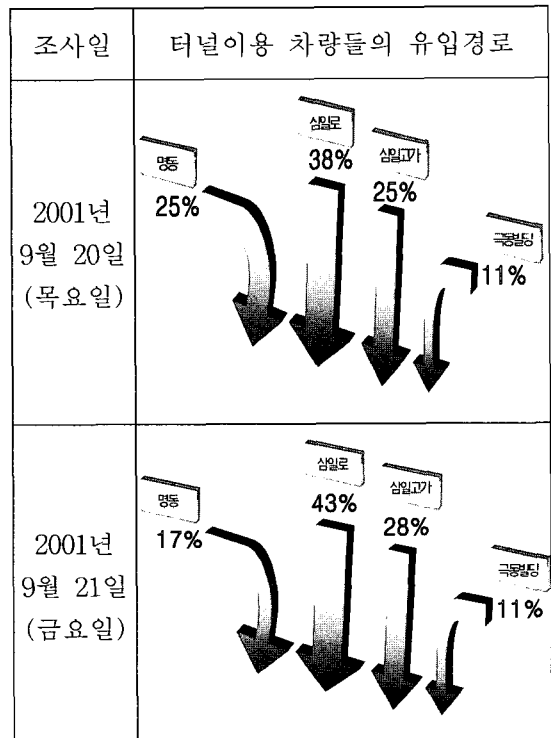
정보시스템은 터널내 대기행렬길이를 감소시켰으며, 터널내 지체차량의 연료소모감소 및 차량배기로 인한 오염물질도 감소하는 등의 개선효과도 있을 것으로 보인다.

### 5. 우회로 분석

우회로 분석에서는 남산1호터널 이용차량의 접근로별 통행경로를 분석하여 중점적으로 관리해야할 주요 접근로를 파악하고, 터널정보만을 제공하는 상황하에서도 경로통행시간에 어떤 변화가 오는 지를 분석하였다.

우선 접근로별 통행경로 분석은 외곽방향의 번호판 조사를 통해 수행되었고, 소통정보변화와의 관계를 분석하였다. 터널진입 접근로 분석에 따르면, 남북방향인 삼일로와 삼일고가 이용차량 전체의 67%에 이르러 주 유입교통으로 분석되었고, 이 접근로를 중점 관리하는 것이 결국은 본 정보시스템의 핵심사항으로 파악되었다. 한편, 외곽방향 유출차량들은 지체발생시 남산1호터널 남단의 이태원방면 유출램프를 적극적으로 활용하는 기민함을 보이는 것으로 파악되었다.

<표 3> 남산1호터널 이용 차량들의 유입경로



우회로인 소월/소파길 이용경로와 남산터널 이

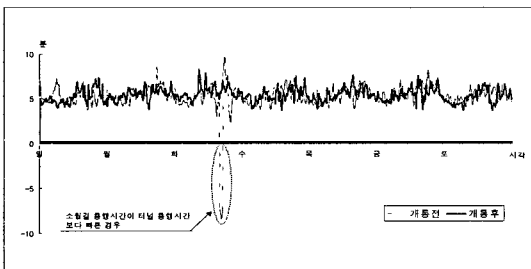
용경로 간에 통행시간의 차에 대한 분석은 매우 흥미로운 사항이다.

남산1호터널 교통정보시스템이 개통되기 전 아무런 정보도 없던 상황에서 불완전한 정보상황(우회로는 정보제공이 없이 터널정보만 존재)에 처한 경우에 실제 운전자들에게 어떤 혜택이 있는지를 통행시간차의 변동을 통해 검토하였다.

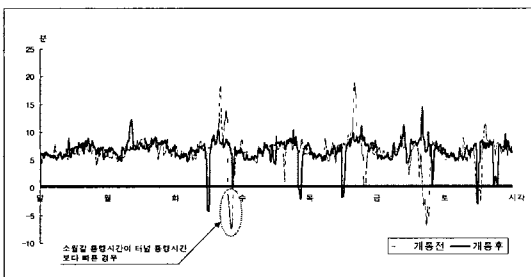
두 경로간에 통행시간 차이가 수시로 변동한다면, 이는 교통류의 속도변동이 크다는 것으로서 바람직하지 않은 교통상황이며, 소월길이 오히려 빠른 것도 통행료를 지불한 운전자에게는 상당히 억울한 상황이다.

경로시간차의 변동을 분석한 결과, 불완전한 정보상황에서도 경로시간차 변동이 감소되었으며, 남산1호터널 이용경로가 오히려 더 많은 시간이 소요되던 상황도 상당히 감소한 것으로 파악되었다(<그림 5>, <그림 6> 참고).

<그림 5>와 <그림 6>에서 세로축 0을 기준으로 하단(음의 영역)은 소월길 통행시간이 터널 통행시간 보다 빠른 경우를 의미한다. 그림에서 보는 바와 같이 남산1호터널과 소월길 통행경로는 대략 5분 정도의 통행시간차에서 진동하는 것을 확인할 수 있으며, 도심 및 외곽방향 모두 개통전(점선)에 비해서 개통후(실선) 음의 영역이 많이 감소된 것을 확인할 수 있다.



<그림 7> 도심방향 통행시간차



<그림 8> 외곽방향 통행시간차

우회로 분석결과에 따르면, 남산1호터널 교통정보시스템은 남북측 통행차량이 정보에 민감한 주이용자이고, 향후 시스템의 확대도 남북측방향으로 이루어져야 한다. 또한, 불완전한 교통정보 제공 상황에서도 상당수의 경로변경을 야기하여 통행시간의 균형에 도움을 주고 교통류의 질을 개선시킨 것으로 분석되었다.

### 6. 이용자 분석

남산1호터널 교통정보시스템을 이용하는 운전자를 대상으로 현재 운영중인 교통정보시스템 전반에 관한 설문조사를 수행하였다. 설문조사는 2001년 8월 및 9월에 걸쳐 두 번 수행하였으며, 각각 2400부, 6000부의 설문지를 남산1호터널 요금정수소 및 주변도로에서 운전자들에게 배포하였다.

설문지의 회수는 우회회수방법을 위주로 요금정수소에서 회수하는 방법을 병행하였다. 설문항목은 도로전광표지에 대한 인지도, 유용성, 안내전화서비스에 대한 유용성, 제공되는 교통정보에 대한 정확성, 만족도 그리고 지체정보 변화에 따른 우회경로이용 등에 관한 내용이었다. <표 4>는 이용자 설문조사의 결과를 요약한 것이다. 결과에서 보는 바와 같이 대부분의 운전자들이 도로전광표지(VMS) 정보제공에 대해 만족하고 있는 것으로 나타났으며, 안내전화서비스의 경우 이용건수가 지속적인 증가추세에 있으나 서비스 이용에 대한 홍보가 부족한 것으로 나타났다.

한편, 이용자들의 기타의견을 정리해 본 결과, 대다수의 응답자들이 현 시스템에 비교적 만족하고 있으나, 정보제공의 개선사항으로 정보제공영역의 확대(14%)와 더불어 교통정보의 내용적인 개선(30%)을 요구하고 있는 것으로 분석되었다. 이는 운전자들이 점차 시스템에 익숙해짐에 따라 뭔가 좀 더 새로운 것을 기대하게 되는 것으로 추정된다.

<표 4> 이용자 분석 결과

분석 항목	분석결과
VMS 인지도	<ul style="list-style-type: none"> <li>· '이해하기 쉽다'는 긍정적 답변: 61%</li> </ul>
VMS 유용성	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 심리적 안정감에 유용-긍정적 답변: 63%</li> <li>· 경로선택에 유용-긍정적 답변: 75%</li> </ul>
안내 전환 유용성	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 심리적 안정감, 경로선택, 출발시간결정, 교통수단 선택과 관련된 유용성 설문에 약 54% 응답자가 경험없음/무응답</li> <li>· 안내전환이용현황 분석: 지속적으로 이용건수가 증가 추세임.</li> <li>· 이용 경험이 있는 응답자 대다수가 안내전화서비스에 긍정적으로 답변함.</li> </ul>
VMS 정확성	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 통행시간/속도정보 정확, 긍정적 답변: 45%</li> <li>· 지체설명정보 정확, 긍정적 답변: 49%</li> </ul>
만족도	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 지체정보에 만족, 긍정적 답변: 65%</li> <li>· 통행시간정보에 만족, 긍정적 답변: 52%</li> <li>· 유고/기타정보에 만족, 긍정적 답변: 50%</li> <li>· 안내전화에 대해 잘 모른다는 답변: 64%</li> </ul>
대안 경로 선택	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 소월/소파길, 장충단길, 남산3호터널, 동호로 순으로 경로를 선택한다고 답변</li> <li>· 지체 심각도가 '터널중간부터 지체' 이상에서 경로전환에 크게 반응함.</li> <li>· 비교적 지체 심각도가 낮은 '터널출구부터 지체'까지는 크게 반응하지 않음.</li> </ul>

### III. 결론

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 경로전환

에 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 차량수요증가에도 소통능력이 저하되는 도시부 네트워크에 실시간 교통정보를 제공하여 도심에서 경로전환이라는 교통량분산효과를 이끌어낸 국내 최초의 첨단교통정보제공시스템으로 평가된다.

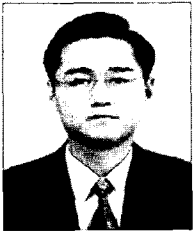
본 모니터링 결과, 남산1호터널 정보시스템은 소기의 목적을 성취하였으며, 남산권역으로 정보시스템을 확장하여 안정화된 통합시스템을 구축·운영한다면, 교통정보가 교통관리의 한 요소로 자리매김하는 선도적인 프로젝트일 뿐만 아니라, 시민의 교통복지에도 크게 기여할 것으로 기대된다.

향후 정보시스템의 운영자료를 토대로 서울시간선도로축으로의 교통정보시스템 확대를 모색해 볼 수 있고, 새로운 정보서비스(예, 예측정보, 새로운 유고알고리즘의 적용 등) 제공을 위한 시범시스템으로 남산권 교통정보시스템을 적극 활용하는 것이 바람직할 것이다.

### 참고문헌

- [1] Kraan, Mariette et al.(1999), "Evaluation Network Wide Effects of VMS's in the Netherlands", Proceedings 78th Annual Meeting of TRB.
- [2] Shawn M. Turner et al.(1998), "ITS Benefits: Review of Evaluation Methods and Reported Benefits" (FHWA/TX-99/1790-1).
- [3] Yim, Youngbin and Ygnace, Jean-luc(1996), "Link Flow Evaluation Using Loop Detector Data: Traveler Responses to Variable Message Signs", TRR 1550, pp.58-64.
- [4] 남산1호터널 교통정보센터(2001), "남산1호터널 교통정보센터 운영현황자료".
- [5] 서울시정개발연구원(2000), "서울시 첨단교통정보체계(ATIS) 구현을 위한 기본연구".

- [6] 서울시정개발연구원(2001), “남산1호터널 교통 정보시스템 모니터링”.
- [7] 서울시정개발연구원(2001), “남산3호터널/서울 역고가도로 교통정보시스템 구축 기본계획(안)”.
- [8] 일본 한신고속도로 조사자료(2001) [on-line], available from WWW:<URL:[http://www.hepc.go.jp/english/pdf/HEPC\\_TCS.pdf](http://www.hepc.go.jp/english/pdf/HEPC_TCS.pdf)>.



**이청원**

1986.2 서울대학교 토목공학과  
도시공학 공학사  
1988.2 서울대학교 토목공학과  
도로 및 교통공학 공학석사  
1998.12 University of Texas at  
Austin Civil Engineering 도로

및 교통공학 PhD

1999.8~현재 서울시정개발연구원 도시교통연구부  
연구위원

2002.3~현재 대한교통학회 ITS분과위원장



**김대호**

홍익대학교 공학박사  
서울시청 교통운영개선기획실장  
홍익대학교 도시공학과 겸임교  
수