

사당-수원축 광역 버스정보시스템 효과분석

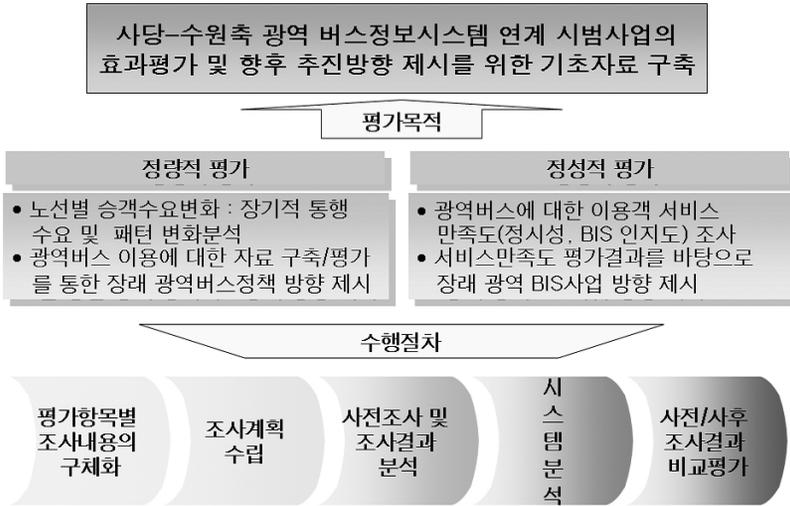
문병섭, 박범진

1. 서론

1. 사전·사후평가의 배경 및 목적

건설교통부 및 서울시, 과천시, 안양시, 의왕시, 수원시 등 5개 자치단체는 개별 단위의 버스정보시스템의 한계를 극복하여 버스이용객들에 대한 대시민 서비스의 향상을 목적으로 '사당-수원축 광역 버스정보시스템 연계 시범사업'을 추진하여 서비스를 제공하고 있다. 사당-수원축 광역 버스정보시스템은 광역버스정보센터와 자치단체 센터를 연계하여 광역버스에 대한 버스 운행관리, 버스의 도착시간 안내, 차량 간 운행간격 정보 등 유용한 실시간 대중교통정보를 버스회사, 버스운전자, 버스이용자에게 공간이나 시간의 단절 없이 제공하여 대중교통의 서비스 질을 향상하는 데 기여하고 있다. 이에, 사당-수원축 광역 버스정보시스템의 단기적인 효과를 파악하기 위하여 시스템 구축 이전과 시스템 구축 이후를 구분하여, 사업 대상구간에 대한 현장조사 및 정보수혜자에 대한 설문조사를 실시하였다.

본 연구는 사당-수원축 광역 버스정보시스템 연계 시범사업의 사업 시행 전·후 버스 운행 현황 및 버스이용객들의 버스이용실태를 조사하여 시범사업의 단기적인 효과를 분석/평가하고, 광역버스이용 현황자료 및 서비스에 대한 만족도 평가 결과를 바탕으로 장래 대중교통 서비스 개선방향 및 버스정책의 기초자료로 활용하는 데에 사전·사후 평가의 목적이 있다.



〈그림 1〉 사전·사후평가의 목적 및 수행절차

2. 조사 및 평가방법론 정립

1) 평가대상 노선정의

본 평가대상 지자체별 운행노선 중 본 평가대상구간을 운행하는 노선을 평가대상노선으로 정의하고, 정류장 정시성 분석 시 명확한 분석대상을 정의하여 효율적인 평가를 수행 하였다. 서울시는 의왕, 군포, 산본 등을 기점으로 하는 5개의 노선을, 안양시는 군포와 강남을 오가는 한 개의 직행버스를, 수원시의 경우 36개의 노선을, 또 광주시, 화성시 등의 기타 지자체에 대해서는 8개의 노선을 정하였다.

2) 평가항목 및 척도

- 사전·사후 평가 시 비교평가가 가능한 평가척도를 도출하여 정의하였다.
- 건설교통부에서 제정, 고시한 ITS 기본 업무요령(2005.8.31) 제8장 효과분석 내용 중 시기, 범위, 조사 및 분석방법 등을 최대한 반영하여 평가척도를 산정하였다.

〈표 1〉 사전·사후 비교 평가척도별 내용 정의

평가항목	평가척도	비교 평가 내용	비고
정시성	배차간격	정류장별 평균배차간격(실제, 계획) 분산계수	HCV_R : 실제 배차간격
		정류장/시간대별 평균배차간격(실제, 계획)분산계수	HCV_P : 계획 배차간격
이용률	버스승차인원	정류장간 침두시간대별 평균승차인원	K_{IV} : 평균승차 인원
	정류장 서비스시간	정류장/시간대별 평균서비스시간 정류장/시간대별 서비스시간단위 점유율	\bar{s} : 평균서비스 시간 점유율(%)
만족도	정시성 만족도	버스이용자 정시성 만족도 버스운전자 정시성 만족도	만족도 비율(%) 만족도 점수
	버스정보시스템 인지도	버스이용자 버스정보시스템 인지도 버스운전자 버스정보시스템 인지도	인지도 비율(%) 인지도 점수
	버스정보시스템 기대도	버스이용자/운전자 버스서비스 개선 기대정도	기대도 비율(%) 기대정도 점수

3) 조사지점 선정 및 조사방법

- 조사지점은 정류장별 버스 이용자수 및 통과노선수를 토대로 사업대상 지별 형평성을 고려하여 선정하였다.
- 조사방법은 조사항목에 따라 조사원의 목측, 현장조사, 설문조사 등의 방법을 사용하였다.

〈표 2〉 버스승차인원 및 배차간격 조사

조사항목	조사지점	현장조사 방법
버스승차 인원 및 배차간격 조사	서울시 : 사당역(하*2) 과천시 : 정부과천청사(상, 하), 과천도서관(하) 안양시 : 포도원(상), 인덕원사거리(상, 하), 민방 위훈련장(상) 의왕시 : 신안아파트(하), 신안아파트(상) 수원시 : 한일타운(상), 삼익아파트(상), 경기일보(하), 국가전문행정연수원(하)	침두시 다수의 버스를 조 사하기위해 2명 1개조로 구성하여 조사수행 노선번호, 차량번호, 도착 시간, 출발시간, 탑승 승 객 수 조사

〈표 3〉 버스통행시간 조사

조사항목	조사지점	현장조사 방법
버스통행 시간	9502번(서울시-우신버스) 답승조사 -기점:의왕고천 -종점:신세계 -배차간격 : 5~7분	노선 기점에서 조사원 3인이 배차간격에 따라 1인씩 버스에 답승하여 조사수행 조사원은 정류장별 도착/출발시간을 조사시트에 기입

〈표 4〉 만족도 설문조사

조사항목	조사지점	현장조사 방법
버스이용자 맞은전자 만족도	서울시 : 사당역(하) 과천시 : 정부과천청사(상), 정부과천청사(하) 안양시포도원(상), 인덕원(하) 의왕시 : 신안아파트(하) 수원시 : 한일타운(상), 경기일보(하)	정류장 대기승객을 대상으로 면접설 문조사 수행 운수회사에 방문하여 운전자를 대상 으로 면접설문조사 수행 연령과 성별의 표본비율을 적정하도 록 조사함

4) 평가항목별 분석방법

(1) 정시성 평가

본 평가에서는 실제 배차간격의 분산계수의 사전·사후평가 비교분석을 통하여 노선의 정시성 개선여부를 평가하며, 배차간격 분산계수는 다음의 수식을 활용하여 산정하였다.

$$HCV_R = \frac{S_n}{\bar{h}} : \text{실제 배차간격의 분산계수}$$

$$\text{여기서 } S_n = \sqrt{\sum_{i=2}^N \frac{(h_i - \bar{h})^2}{N-2}} : \text{실제 배차간격의 표준편차}$$

$$\bar{h} = \frac{1}{N-1} \sum_{i=2}^N h_i : \text{실제 배차간격의 평균}$$

N : 실제운영횟수(관측횟수) h_i : i 번째 버스의 관측 배차간격

(2) 서비스 이용률

정류장별 승차인원 자료를 기초로 한 전체 조사대상지역의 시간당 평균

승차인원을 도출하여 광역 버스정보시스템 구축으로 인한 전체 승차인원의 증감을 분석하며, 평균승차인원은 다음의 수식을 통하여 산정하였다.

$$K_{IN}^K = \frac{\sum_{i=1}^N B_{INi}^K}{H} \quad : \text{단위시간당 K정류장 평균 승차인원}$$

여기서 B_{INi}^K : K정류장 i 번째버스 승차인원
 N : 관측횟수 H : 관측시간

(3) 만족도 평가

설문조사를 통해 이용자, 버스운전자의 시스템 구축으로 인한 만족도의 변화를 분석하였다.

II. 본론

1. 정량적 분석 결과

1) 기대효과 측면에서의 평가

광역 버스정보시스템 도입으로 인한 주요 기대효과는 서비스 개선으로 인한 버스 이용 증가와 차량단말기 앞뒤 차 정보제공을 통한 정시성 향상으로 결과는 아래와 같다.

(1) 버스이용 증가 측면

버스의 수송 분담률이 시스템 구축 이전에 비해 6% 증가하였고, 1주일 간 버스이용횟수도 0.8회 증가하였으며, 평균 승차인원¹⁾이 상행 7.7%, 하행 5.4% 증가한 것으로 분석되었다.

(2) 정시성 향상 측면

이용자의 정시성 만족도가 사전에 비하여 높은 것으로 조사되었고, 통행

1) 계절별 평균 승차인원을 고려한 가중치 적용(5월에 비해 9월의 버스승차인원이 15% 정도 낮음)

시간관련 불편사항²⁾, 버스 대기시간 및 배차간격 분산계수³⁾가 줄어들어 정시성이 향상된 것으로 나타났다.

(3) 기타

버ست통행속도는 사전에 비해 상행 6.0%, 하행 20.0% 증가한 것으로 나타났다. 광역 버스정보시스템에 대한 확대구축에 대한 이용자들의 의견을 묻는 질문에는 전체 응답자 중 83.1%가 확대 구축을 찬성하는 것으로 나타나 버스정보시스템에 대하여 매우 호의적이며 확대 구축에 대한 요구가 강한 것으로 나타났다.

2) 정류장 현장조사 결과

(1) 배차간격

정류장별 배차간격 정시성 분석은 사당역-수원시 창룡문 구간 내 정류장(사전조사지점과 동일 지점 상행 8개소, 하행 7개소)을 조사하여 시간대별(오전 첨두/오후 비첨두/오후 첨두) 배차간격 정시성을 분석하였다.

① 분산계수

산출된 지표값(HCV)이 0에 가까울수록 버스는 배차간격대로 운행하는 것으로 정시성이 높음을 의미하며, 산출결과에 따른 정시성 준수여부에 대한 판단은 다음과 같다.

〈표 5〉 배차간격 분산계수 판단지표 정의

지표값	분산정도
HCV=0	버스가 배차간격대로 운행하며 배차간격의 분산은 0
$0 < \text{HCV} < 1$	버스의 운행목표
HCV=1	버스가 읍지수분포로 운행, 정확하게 $2\bar{h}$ 간격으로 운행
HCV>1	버스배차간격의 분산값이 매우 큼, 정시성이 매우 떨어지는 상태

2) 지자체 공무원을 대상으로 실시한 시민 불편사항 설문조사 결과값으로 버스지연도착, 도착시간 불규칙, 지연운행, 통행시간 불규칙 등 버스 통행시간과 관련한 항목의 비율을 합산한 결과임

3) 정시성 판단 지표로서 분산계수값이 "0"에 가까울수록 배차간격을 잘 지키는 것으로 판단함

② 분석결과

조사지점별 분산계수 값이 버스의 운행목표(0<HCV<1)에 부합하며, 양방향 모두 사후평가 시 분산계수가 사전평가 시에 비해 낮은 수치로 분석되어 정시성이 향상된 것으로 판단된다.

(2) 버스 승차인원

- 정류장별 시간대별로 양일간 조사된 승차인원을 평균하여 사전 조사자료와 비교 분석하였다.
- 사전평가 시 시간당 평균 승차인원과 비교해보면 대체적으로 유사하게 분석되나 사전에 비해 약간 줄어든 것으로 분석된다.
- 그러나, 사전평가 시행시기인 5월의 수요일에 비해 사후평가 조사시기인 9월의 평균승차인원이 평균적으로 15% 정도 낮은 점을 감안하면(서울시 통계자료, 2004~2005년 월별 승차인원 기준) 상행, 하행 각각 7.7%, 5.4% 증가한 것으로 판단된다.

<표 6> 버스승차인원 사전·사후 비교 종합

구분		상행			하행		
		사전	사후	증감	사전	사후	증감
승차인원 (인/시)	단순 비교시	168	154	▼14(8.3%감소)	166	149	▼17(10.2%감소)
	계절요인 적용시		181	▲13(7.7%증가)		175	▲9(5.4%증가)

(3) 정류장 서비스 시간

- 정류장 서비스시간 분석은 시간대별 정류장 도착 시간과 출발시간의 차이를 통해 각각의 버스의 서비스시간을 산출하여 정류장별로 평균하여 분석하였다.
- 상행방향에 대한 분석결과 사전평가 시와 대체적으로 유사한 것으로 분석되나 해당역의 서비스시간이 사전평가에 비해 사후평가가 높게 나타났다으며, 한일타운, 포도원, 민방위교육장, 정부과천청사에서는 사전평가가 높게 나타났다.
- 하행방향에 대한 분석결과 정부과천청사, 인덕원, 신안아파트의 서비

스시간이 사전평가에 비해 사후평가가 높게 나타났으며, 국가행정연수원에서는 사전평가가 높게 나타났다.

- 서비스 시간을 승차인원과 밀접한 관련이 있는 지표로 승차인원이 증가하면 서비스 시간이 늘어나게 된다.

2. 정성적 분석 결과

1) 설문조사 결과

버스이용자, 버스운전자를 대상으로 1:1 면접설문조사를 실시하고 사전조사 결과와 비교 분석함으로써 광역버스정보시스템의 구축효과를 정성적으로 평가하였다.

(1) 조사개요

- 평가대상지역을 운행하는 버스를 이용하는 시민, 해당버스회사 운전자를 대상으로 조사하였다.
- 버스이용자 : 지역별 1개소씩 총 5개소
- 버스운전자 : 해당버스 주요차고지 6개소

(2) 조사내용

- 버스이용실태, 버스서비스 만족도, 버스정보시스템 만족도 및 인지도,

〈표 7〉 설문조사 내용

조사대상	문항수	설문조사 내용
버스이용자	총 20문항	일반사항 : 거주지, 성별, 연령, 직업 버스이용실태 : 버스이용목적, 주요 교통수단, 이용회수, 목적지 및 버스노선, 정류장까지 접근 수단 및 이동 시간, 대기시간, 정시성(배차간격) 만족도, 버스정보시스템 인지도, 활용도, 만족도 광역버스정보시스템 도입효과 : 정시성 개선정도, 향후 확대구축 찬성여부
버스운전자	총 11문항	버스운행실태 : 운행노선, 1일운행회수, 평균운행시간, 운전경력, 운행애로시간, 운행애로사항, 배차간격 적정여부 버스정보시스템 인지도 광역버스정보시스템 도입효과 : 정시성 개선정도

본 사업으로 인한 기대효과, 광역버스정보시스템 확장 찬성 여부 등을 주요 조사내용으로 하였다.

(3) 조사결과

① 정시성 만족도

- 버스이용자

- 비교분석 결과, 보통이거나 대체로 만족한다는 응답이 증가하였고, 사전에 불만족이 30.7%, 매우불만족이 6.2%였던데 비해, 사후에는 불만족23.3%, 매우불만족이 4.0%로 감소하였다.
- 버스이용자 정시성 만족도 점수를 살펴보면 사전 2.84에서 사후 2.91점으로 0.07점 증가한 것으로 나타나, 이용자들이 느끼는 버스 정시성 만족도는 다소 높아진 것으로 분석되었다.

- 버스운전자

버스운전자의 배차간격 준수도 점수는 사전 3.45점에서 사후 3.29점으로 0.16점 감소한 것으로 나타났다. 사전평가 시엔 버스 차내장치가 설치되지 않아 매우 그렇다 혹은 전혀 그렇지 않다는 의견도 상당수 있었으나, 사후평가 시엔 앞뒤 차 간격정보의 제공으로 운전자 스스로 배차간격 준수여부를 잘 알게 되어 대부분이 보통 혹은 그렇다고 생각하고 있는 것으로 나타났다.

② 인지도

- 버스이용자

- 버스이용자를 대상으로 한 버스정보시스템에 대한 인지도를 평가하는 설문에서는 거의 변화가 없는 것으로 분석되었다.
- 인지도 점수로 분석해보면 사전 2.51점에서 사후 2.61점으로 0.10점 증가한 것으로 분석되어 전반적으로 버스정보시스템에 대한 적극적인 홍보활동이 요구된다.

- 버스운전자

버스이용자의 인지도와 비교해보면 알고 있거나, 잘 안다고 응답한 비율이 87.3%로 버스이용자의 인지도인 51.2%보다 상당히 높은 것으로 분석되었으며, 사전평가와 유사한 양상을 나타냈다.

③ 인터넷 버스정보 이용도

- 버스이용자

- 인터넷 이용여부 및 이용 정보 종류를 분석한 결과 이용률 및 이용 정보에서 사전·사후 거의 변화가 없는 것으로 분석되었다.
- 향후 인터넷 콘텐츠를 다양화하고 버스정보시스템에 대한 지속적인 홍보활동을 통한 이용률 향상이 요구된다.
- 버스정보시스템 인지도에 따른 인터넷 버스정보 이용도 분석결과, 인지도가 높을수록 이용도가 높은 것으로 분석된다.

④ 정류장 도착정보 이용도 및 만족도

- 버스이용자를 대상으로 정류장 도착정보 이용도를 분석한 결과 이용 경험이 있다고 응답한 비율이 40.5%로 사전평가 시 35.6%보다 4.9% 증가하였으나 이용경험이 없다는 응답이 여전히 과반수를 넘는 59.5%를 차지해 버스정보시스템에 대한 관심을 높일 수 있는 대안 마련이 필요하다.
- 버스정보시스템의 인지도별 버스도착정보 이용도를 살펴보면 인지도가 높을수록 정보의 이용도가 높게 분석되었다. 버스정보시스템의 지속적인 홍보활동을 통해 인지도를 증가시킴으로써 이용도를 높일 수 있을 것으로 판단된다.

⑤ 광역 버스정보시스템 확대구축 시 찬성여부(사후평가에서만 실시)

- 광역 버스정보시스템 시스템에 대한 이용자의 호감도를 정성적으로 평가하여 향후 광역 버스정보시스템 사업에 대한 타당성을 정성적으로 검증하였다.
- 전체 응답자중 83.1%가 광역 버스정보시스템 확대구축을 찬성하는 것으로 나타났다.
- 지자체별로 살펴보면 수원시 응답자중 찬성 비율이 91.5%로 가장 높게 나타났으며, 안양시의 경우 56.6%로 분석되었다.
- 수원시의 경우, 평소 이용교통수단 중 버스가 차지하는 비율이 94.2%로 가장 높게 나타났다. 따라서, 평소 버스를 주로 이용하는

사람들 즉, 주 교통수단이 버스인 사람들이 버스정보시스템의 확대 구축을 원하는 것으로 예측할 수 있다.

III. 결론

1. 정량적 평가(현장조사)

- 배차간격, 버스 승차인원 등 사전 사후 현장 조사를 통해 정량적인 비교분석이 가능한 항목에 대한 결과를 종합하면 다음과 같다.
- 사전평가 시 버스통행속도 조사 대상 노선인 9502번 통행속도가 광역 버스정보시스템 구축이후 상·하행 방향 모두 증가한 것으로 나타났으며, 더불어 구간별 통행속도의 차이는 줄어든 것으로 나타났다. 즉, 구간별 통행속도가 사전평가 시에 비해 일정하게 유지되고 있는 것으로 판단된다.
- 승차인원의 경우 조사시점에 따른 월별 평균 승차인원 가중치를 적용하여 분석한 결과 다소 증가한 것으로 나타났다. 이는 광역 버스정보시스템 도입으로 인해 버스서비스가 개선되어 버스이용자수가 증가한 것으로 판단된다.
- 버스의 정시성을 판단할 수 있는 배차간격 분산계수의 경우 상·하행 모두 분산계수 값이 버스의 운행목표($0 < HCV < 1$)에 부합하며 상행의 경우 0.392에서 0.377로, 하행의 경우 0.455에서 0.415로 낮아져 정시성이 다소 개선되었음을 알 수 있다.
- 서비스시간은 별다른 차이가 없는 것으로 나타나 버스정보시스템의 효과와 직접적인 관련이 없는 것으로 분석되었다.

2. 정성적 평가(설문조사)

- 이용자, 버스운전자를 대상으로 실시한 설문조사 결과를 종합하면 다음과 같다.
- 이용자의 전체적인 정시성 만족도 점수를 살펴보면 사전에 비해 0.07

점 증가한 것으로 나타났고, 연령이 낮을수록 정시성을 만족하는 경향을 띄었으며, 거주지별로는 과천, 안양시의 만족도가 좀 더 높은 것으로 분석되었다.

- 버스정보시스템에 대한 인지도의 경우 사전에 비해 0.10점 증가한 것으로 분석되나 전반적인 인지도는 낮은 수준이다. 통행목적별로는 출퇴근, 등하교 등 규칙적으로 버스를 이용하는 응답자가 여가, 기타 등 불규칙적인 이용자에 비해 인지도가 높은 것으로 분석되었으며, 버스를 자주 이용할수록 인지도가 높은 것으로 분석되었다. 거주지별로는 안양, 과천의 인지도가 기존에 버스정보시스템을 경험해 보지 못한 지역에 비해 높게 분석되었다.
- 버스정보시스템의 주체 중의 하나라고 할 수 있는 버스운전자의 인지도는 버스이용자에 비해서 상대적으로 높은 편이지만, 운전자를 대상으로 하는 체계적이고 지속적인 교육을 통해 시스템의 활용도를 증진시킬 수 있을 것으로 판단된다.
- 인터넷 및 정류장에서 제공하는 도착정보 이용도는 사전 사후 평가 시 큰 차이가 없는 것으로 나타나 버스정보시스템에 대한 적극적인 홍보 활동을 통한 이용도 향상이 요구된다.
- 광역버스정보시스템 추진에 따른 기대정도를 살펴보면 전체 응답자중 83.1%가 광역 버스정보시스템 확대구축을 찬성하는 것으로 나타났다. 지자체별로 분석하면 서울, 수원, 의왕 등 버스정보시스템을 경험해보지 못한 지역의 확대구축 찬성비율이 기 구축된 지역에 비해 높게 나타났다.

참고문헌

1. 한국건설기술연구원(2004), “수도권 BIS/BMS 효율적 연계방안 연구”.
2. 현대정보기술컨소시엄(2004), “사당-수원축 광역버스정보시스템 연계 시범사업 제안서”.
3. 서울특별시(2003), “버스 종합사령실 설치공사 기본설계보고서”.
4. ITS KOREA(2004), “안양시 버스정보시스템 구축사업 품질관리 최종보고서”.
5. 부천시(2002), “부천시 버스정보시스템(BIS) 신뢰성 평가에 대한 연구”.

6. 건설교통부(2004), “첨단교통모델도시 건설사업 효과분석(대전광역시)”.
7. IST(2001), “PRISCILLA PROJECT(Bus Priority Strategies And Impact Scenarios Developed On A Large Urban Area)”.
8. 고승영 · 박준식 · 김은호(2005), “버스 운행 신뢰성 평가를 위한 정시성지표의 개발 및 적용”, 대한교통학회지, 제23권 제2호, 대한교통학회, pp.131~141.



문병섭



박범진