

농어촌지역 수요응답형교통(DRT)의 운행비용 특성분석

A Study on Analysis of Operating Cost Properties to Demand Responsive Transport System in Rural Areas

전상민* · 정성봉** · 김시곤***

Jeon, Sangmin · Chung, Sungbong · Kim, Sigon

Abstract

Recently, improving public transport service at disabled people has emerged as a social issue in rural areas. By improving expensive and inefficient existing operating system, the rural bus have to change a personalized service. Under these circumstances, government and local governments are promoting the introduction of DRT(Demand response transport). DRT system is intended to promote the user's convenience. But, until now, in-depth research on the operating costs for the introduction of DRT is not well known. This study aims to look at changes in number of vehicle and operating costs before and after introduction of DRT. The results are as follows. Even though introducing DRT, total number of vehicles increases because it does not reduce the existing number of vehicles. And this study estimated to about 5 to 12 percent of the increase in the operating cost comparing before introduction of DRT. Therefore, The introduction of DRT in rural areas is a need to set the exact purpose as promote transportation convenience or cost efficiency.

Keywords : rural bus, demand responsive transport, operating costs

요 지

최근 농어촌지역의 교통약자에 대한 대중교통서비스 개선 등이 사회적 관심을 받고 있고, 기존 고비용 저효율인 버스운영 시스템의 개선을 통하여 이용자 맞춤형서비스로의 전환 필요성이 제기되고 있다. 이러한 상황에서 정부 및 지자체에서는 기존 농어촌버스의 노선운행시스템 대안으로 수요대응형교통(Demand Responsive Transport) 도입을 추진하고 있다. DRT는 교통소외지역의 이용자편의를 증진시키는 것을 큰 목적으로 하고 있으나, 지금까지 도입에 따른 비용분석에 관한 연구가 거의 없는 실정이다. 본 연구는 농어촌지역에 DRT를 도입하였을 경우 차량운행대수 및 운행비용의 변화를 살펴봄으로써 비용측면에서의 도입가능성을 살펴보았다. 분석결과 농어촌버스의 대당 운행노선수의 과다와 노선혼재의 특성으로 DRT가 도입되더라도 기존 차량대수의 감축효과가 미미하기 때문에, 기존 노선운행시스템에 비해 추가차량 수요가 발생하였다. 그리고 이러한 추가차량 수요는 운행비용 증가를 가져오게 되어, 도입 전과 비교하여 약 5~12%의 운행비용 증가가 발생할 것으로 추정되었다. 따라서 향후 농어촌지역에 DRT 도입을 위해서는 교통소의 지역주민의 교통편의증진을 목적으로 할 것인지, 기존 노선운행시스템의 비용비효율 해소를 목적으로 할 것인지에 대한 면밀한 검토와 방향설정이 필요하다는 것을 제시하였다.

핵심용어 : 농어촌버스, 수요대응형교통(DRT), 운행비용

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

농어촌버스는 인구감소, 인구고령화 등에 따른 이용수요 감소로 버스운행서비스 공급에 애로를 겪고 있으며, 정부 및 지자체의 재정지원으로 겨우 유지되고 있다. 이에 정부에서는 농어촌버스 운행효율화를 통한 고령자 등의 교통편의 증진, 재정지원의 개선 등의 필요성을 제기하고 있다. 기존의 농어촌버스 운행체계는 고비용 저효율 운행체계로 시스템 개선을 통해 이용자 맞춤형서비스로 전환해야 한다는 내용도

담고 있다. 이러한 상황에서 정부 및 지자체에서는 농어촌버스 운행노선 중 벽지명령노선의 운행대안으로 수요응답형교통(DRT)의 도입을 추진 중에 있다. DRT는 국내에서 새롭게 도입되는 시스템으로 이용자 및 운영자에게 미치는 영향이 적지 않을 것으로 예상되므로, 도입 타당성에 대한 면밀한 검토가 필요하다. DRT시스템은 교통소외지역의 이용자편의를 증진시키는 것을 큰 목적으로 하고 있으나, 지금까지 농어촌지역의 DRT도입에 대해 실증적이고 심층적인 분석을 찾아보기 어렵다. 이에 본 연구에서는 농어촌지역에 DRT 도입 전·후의 운행비용의 변화를 살펴봄으로써 비용측면에서

*정희원 · 서울과학기술대학교 철도전문대학원 철도경영정책학과 박사수료 (E-mail : jeonsm708@gmail.com)

**정희원 · 교신저자 · 서울과학기술대학교 철도전문대학원 철도경영정책학과 교수 (E-mail : sbchung@seoultech.ac.kr)

***정희원 · 서울과학기술대학교 철도전문대학원 철도경영정책학과 교수 (E-mail : sigonkim@seoultech.ac.kr)

의 도입 가능성에 대하여 검토해 보는 것으로 주된 목적으로 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

1.2.1 연구의 범위

본 연구의 공간적, 시간적 범위는 다음과 같다.

1) 공간적 범위

현재 국내에서 DRT 도입이 우선적으로 고려되고 있는 대상은 기존 버스운영업체에서 수익성 확보 곤란으로 운영을 기피하는 벽지명령노선과 비수익노선이다. 현재 농어촌버스의 경우에는 대부분 수익이 발생하지 않아 수지적자율이 40%¹⁾에 육박하고 있어 정부 및 지자체의 재정지원에 크게 의존하고 있는 구조이다. 또한 비수익노선에 DRT 도입을 위해서는 노선별 수입구조에 대한 명확한 파악이 필요하게 되므로 본 연구에서는 농어촌 지역 버스운영 노선 중 벽지명령노선을 공간적 범위로 설정한다.

2) 시간적 범위

본 연구의 주된 연구내용인 DRT도입 전·후의 운행비용 비교분석을 위한 기초자료는 2012년 자료를 활용하되, 현재 자료취득이 어려울 경우 과거자료를 이용한다.

1.2.2 연구의 방법

1) 사례지역 관련 자료를 이용한 실증분석

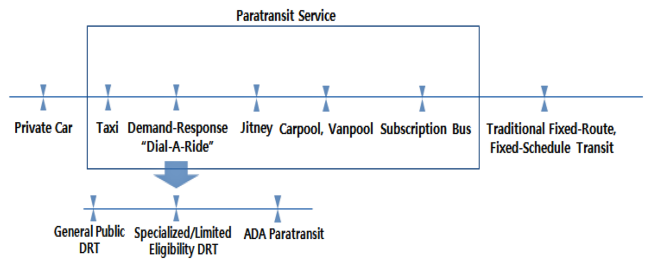
DRT도입에 따른 차량대수의 변화와 운행비용 추정을 위해서 옥천군과 의성군의 농어촌버스 운행 관련 자료를 사례로 실증분석을 한다. 두 지역 농어촌버스의 경우 비용절감 차원에서 기존 업체와 상이하게 중형버스(16인승 이상)의 운행비용이 비교적 높아, DRT 도입 시 신규차량에 투입에 대한 비용부담을 최소화시킬 수 있다. 그리고 업체의 평균 보유대수 및 운행노선수가 전국 농어촌버스 평균(23.5대)에 근접하고 있다.

한편 현행 농어촌버스 노선서비스 제공유형이 1대의 차량으로 동일권역(읍, 면)을 담당하는 구조와 1대의 차량으로 군 전체를 담당하는 구조가 대부분이다. 따라서 동일권역에 대하여 코스를 정하여 운행하는 옥천군 농어촌버스와 군 전 지역을 코스별로 운행하는 의성군 농어촌버스의 노선운영 및 비용자료를 근거로 실증분석으로 시행한다.

2) 연구의 수행흐름

기존 농어촌지역의 노선운영시스템에 운영대안으로 DRT가 도입되면 도입범위에 따라 노선전체 혹은 노선 일부가 영향을 받게 된다. 즉 본 연구에서 고려하고 있는 벽지명령노선에 DRT 도입하는 경우에는 전체가 벽지명령노선으로 지정된 경우에는 노선폐지가, 일부가 지정되어 있는 경우에는 운행거리가 축소된다. 따라서 기존 버스운영업체는 노선폐지 혹은 운행km감소에 따라 비용절감을 도모하고자 차량대수를 조정하게 되고, DRT도입구간에는 DRT차량의 추가소요가 발

1) 농어촌버스 활성화 방안(한국운수산업연구원, 2008년도) 연구 보고서 기준



※ 자료 : Robert I, Brownstein, TCRP report 124(2008)

그림 1. 수요대응형교통(DRT)의 범주

생한다. 한편 기존 노선운영시스템에서의 차량대수의 감소 내지 운행거리의 감축은 운행비용을 절감할 수 있는 반면, DRT 도입구간에는 추가비용이 소요될 것이다.

본 연구에서는 DRT 도입 이후 기존 노선운영시스템 운영 유지를 위한 차량대수와 DRT 도입차량의 대수를 각각 산정하고, DRT도입 전·후의 운행비용 변화를 살펴보는 것을 주요 흐름으로 한다.

2. 선행연구 검토

2.1 수요대응형교통(DRT)의 개념

수요대응형교통(DRT)이란 이용자의 요구에 따라 노선, 정류장, 운행시간을 변경하여 운행하는 교통시스템으로 버스의 대량수송과 택시의 ‘도어 투 도어(door-to-door)’ 서비스의 장점을 결합한 버스와 택시의 중간 위치에 해당되는 대중교통서비스라 할 수 있다.

DRT를 노선운영방법에 따라 구분해 보면 크게 고정노선형, 경로이탈형, 준다이내믹형, 다이내믹형의 4가지 유형으로 구분할 수 있다. 먼저 고정노선형(Fixed)은 예약이 없을 경우만 고정노선을 운행하는 형태이고, 경로이탈형(Semi-Fixed)은 운행시간표에 따라 운행구역 내에 고정경로를 운행하지만 예약이 있는 경우에는 고정된 경로를 이탈하여 예약지를 수송하는 유형이다. 그리고 준다이내믹형(Flexible)은 기·종점의 운행시간만 정해져 있으며, 고정된 경로 없이 예약에 의해 당일의 운행경로를 정하고 운행하는 형태이다.

마지막으로 다이내믹형(Virtual flexible)은 정해진 운행시간표, 고정경로, 기·종점이 모두 없이 예약에 의해 당일의 운행시간과 경로, 기·종점을 정하고 운행하는 형태이다.


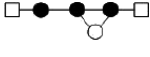
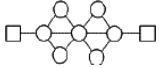

국내보다 DRT가 먼저 도입된 일본은 정부보조를 받던 비수익노선의 폐지로 인한 대체 교통수단으로 DRT가 도입되었다. 특히 고령화율이 높고, 인구과소지역 혹은 산간지역을 중심으로 운영되고 있다. 미국은 장애인 및 고령자에 대한 대중교통서비스 제공을 목적으로 주로 보조교통수단으로 DRT를 운영하고 있다.

2.2 국내·외 관련연구

DRT와 관련된 국내연구는 대부분 DRT도입 필요성 및 도입방안 등에 관한 연구가 수행되었다.

먼저 오윤표 외(2008)는 김해시를 사례로 DRT시스템의 도입가능성을 검토하였다. 지역주민의 설문조사에 근거하여 DRT도입 가능성을 진단하고, 차량, 예약방식, 요금체계 등 도입방안을 검토하였다.

표 1. 노선운행방법별 DRT의 분류

구분	고정형	경로이탈형	준다이나믹형	다이나믹형
운행시간표	유	유	유(기종점만 있음)	무
고정경로	유	유(경로이탈 포함)	무	무
기·종점	유	유	유	무
개념도				

※ 주 : □ 기·종점, ● 정류소, ○ 정류소(수요대응), — 노선

박상우 외(2008)는 수요대응형 복지교통서비스를 운영자 및 이용자 측면에서 평가하기 위한 지표를 개발하여 국내 시각장애인 심부름센터를 대상으로 산정된 지표를 적용하여 평가하였다.

송기욱(2009)은 경남의 인구저밀도 지역의 통행특성을 파악하고, DRT시스템 개발방향을 설정하였다. 그리고 DRT도입을 위한 법·제도적 전제조건 및 지자체의 역할 등을 제시하였다.

전라북도(2011)에서는 농어촌지역에서 운행되고 있는 벽지명령노선을 대상으로 DRT도입에 대한 타당성을 검증하고, 남원시를 사례지역으로 선정하여 필요차량수 및 운영방식을 제안하였다.

한편 국외의 경우에는 DRT에 관한 다양한 연구가 수행된 바 있다.

먼저 Navin(1974)는 미국 메릴랜드주 콜롬비아와 캐나다 온타리오 주 베이리즈 지역을 대상으로 기존 대중교통 체계와 DRT의 접근시간과 대기시간을 비교 검토하였다. 검토결과 접근시간은 두 지역 모두 DRT가 더 작은 반면, 대기시간은 예약방식에 따라, 차내시간은 노선형태에 따라 다르다는 것으로 밝히고 있다.

Frank Spielberg(2004)는 미국의 서비스 공백지역과 기존 노선버스에 DRT를 도입한 사례 및 효과를 밝히고 있다. 평가항목으로는 서비스 질과 승객수 변화를 지표로 설정하였고, 두 경우 모두 승객수 증가에 긍정적 효과가 있음을 제시하였다.

福本雅之 외(2005)는 수요밀도에 따른 운행효율성을 기준으로 DRT도입 적용가능성을 분석한 결과 수요밀도가 낮을수록 DRT가 버스 및 택시보다 유리하다고 제시하였다.

竹内龍介 외(2005)는 DRT도입된 지역을 중심으로 경제성, 서비스지침 등을 평가하였다. 그리고 시뮬레이션을 통해 운행비용을 기준으로 DRT 우위의 서비스 제공범위를 제시하고 있다.

2.3 선행연구 시사점 및 본 연구의 차별성

선행연구에서는 앞서 살펴본바와 같이 국내연구의 대부분은 DRT도입에 대한 필요성 및 도입방안을 제시하는데 그치고 있다. 그리고 외국의 경우에는 기 도입된 DRT시스템의 평가를 중심으로 수행하였다. 그러나 이들 선행연구는 DRT도입에 따른 운행비용에 대한 면밀한 검토는 이루어지지 않고 있다. 본 연구는 선행연구와 달리 다음과 같은 차별성을 가지고 있다. 첫째, 농어촌지역에 도입이 검토되고 있는 DRT 운행비용을 추정해봄으로써 도입가능성을 개량적으로

파악할 수 있다. 둘째, 대부분 이용자 설문조사에 의해 파악되는 DRT 도입대상 및 규모(운행대수)와는 달리 비용구조가 유사한 기존 노선버스의 실적자료에 근거하여 산출함으로써, 보다 현실성이 있는 자료 도출이 가능하다.

3. DRT도입에 따른 차량대수 변화 및 운행비용 추정방법

3.1 기존 노선운행시스템 유지를 위한 차량대수

1대의 차량으로 1개의 노선을 운행하고 있는 이상적인 조건에서는 노선폐지 및 축소에 따라 차량대수는 다음의 식 (1)에 의해 개략적으로 파악할 수 있다.

$$N^b = \frac{\sum D_i^b}{\sum D_i^a} \times N^a \quad (1)$$

여기서, N^a : 변경 전 운행대수

N^b : 변경 후 운행대수

D_i^a : 변경 전 차량 i 의 1일 운행거리(km)

D_i^b : 변경 후 차량 i 의 1일 운행거리(km)

그러나 농어촌버스의 경우에는 1대의 차량으로 다수의 노선을 운행하고 있어, 식 (1)의 적용에는 한계가 있다. 따라서 DRT 도입 시 기존 운행차량대수의 감축은 차량1대의 서비스공급 유형별로 다음과 같이 검토함이 바람직하다.

3.1.1 1대의 차량으로 동일권역(읍 혹은 면)을 담당하는 경우

동일권역에 따라 대안별 영향노선의 운행점유율과 일반노선의 인접 권역으로 승계가능성을 고려하여 산정한다. 도입대안별 영향노선의 차량운행점유율은 식 (2)에 의해 산정한다.

$$SD_i^{at^x} = \frac{\sum D_{ij}^{at^x}}{\sum D_{ij}} \quad (2)$$

여기서, $SD_i^{at^x}$: 권역별 영향노선 차량운행점유율(%)

$D_{ij}^{at^x}$: 권역별 영향노선 1일 운행거리(km)

D_{ij} : 권역별 1일 총운행거리(km)

at^x 는 도입대안($x=1, 2$), i 는 권역, j 는 노선

그리고 차량대수 조정을 위한 차량운행점유율(%)은 70.0%로 가정²⁾하여 그림 2와 같이 감차여부를 검토한다.

2) 차량운행점유율을 70%로 가정한 이유는 실제 농어촌버스의 차량 1대당 1일 운행km가 350km 내외로, DRT가 도입되더라도 30% 수준(100km)은 기존 노선운행시스템을 유지를 위해 필요하다고 판단하였기 때문

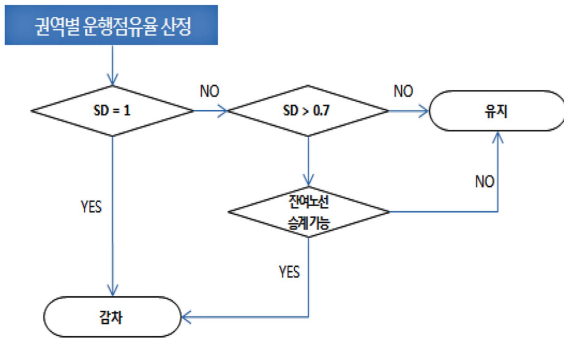


그림 2. 기존차량 감차여부 결정흐름도

3.1.2 1대의 차량으로 군 전체를 담당하는 경우

동일 권역을 설정하지 않고, 군 전체를 대상으로 운행하는 경우에는 1대의 차량이 담당하는 노선이 군 전체로 넓게 분포하고 있어, DRT도입에 따른 기존 노선운행시스템 유지를 위한 차량대수를 산정함에 한계가 있다. 따라서 본 연구에서는 현행 차량 1대가 1일 담당하고 있는 노선수를 기준으로 다음 식 (3)과 같이 산정해 본다.

$$N^b = \frac{R^c}{RC} + \frac{R^{a0}}{RC} \quad (3)$$

여기서, N^b : DRT도입 후 기존 노선운행시스템 차량대수

R^c : 일반노선수(DRT 미 도입 노선)

R^{a0} : DRT 도입 시 영향을 받지 않는 노선수

RC : 대당 평균 노선 수

3.2 DRT 도입구간의 운행차량대수 추정

현재 농어촌지역의 벽지명령노선 운행유형은 그림 3과 같이 점유정도에 따라 전체 벽지명령노선과 일부 벽지명령노선으로 구분할 수 있다.

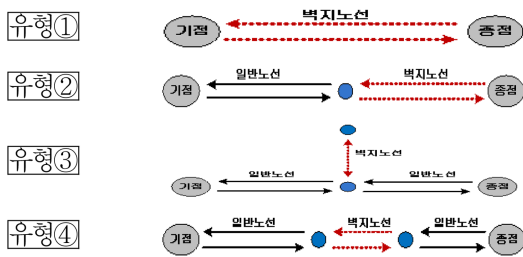


그림 3. 벽지명령노선 운행형태

따라서 본 연구의 대상인 농어촌지역의 벽지명령노선에 DRT를 도입할 경우 필요한 차량대수는 현행 벽지명령노선의 점유정도를 기준으로 식 (4)에 의해 산정한다. 전체 벽지명령노선의 경우 동 노선을 담당하기 위해서는 1대의 차량이 소요되고, 일부 벽지명령노선의 경우 운행거리의 과소로 한 대의 차량이 담당할 수 있는 대당노선수를 기준으로 산정할 수 있기 때문이다.

$$N^{DRT} = \text{전체 벽지명령노선수} + \frac{\text{일부 벽지명령노선수}}{\text{대당노선수}} \quad (4)$$

단, 전체 벽지명령노선이 동일 권역(읍 혹은 면)에 있는 경우에는 그 만큼 공제

3.3 운행비용의 추정방법

3.3.1 추정의 전제

운행비용에는 교통수단을 운전하여 이동하는데에 직접적으로 소요되는 사적(私的)비용과 교통수단을 운전함으로써 사회가 입게 되는 손실을 화폐가치로 환산한 사회적(社會的)비용으로 구분할 수 있다. 사적비용은 운행거리 변화에 따른 변화유무에 따라 고정비용과 가변비용으로 구분된다. 고정비용은 운행거리의 다소에 관계없이 발생하는 비용으로 운행을 전혀 하지 않아도 발생한다는 점이 특징적이다. 여기에는 교통인프라의 감가상각비 및 유지보수비, 이자비용, 일반관리비 등이 대표적이다. 반면 가변비용은 운행거리에 대한 직접비용으로 운전자의 임금, 연료비, 시설·설비의 마모 또는 소모비용 등이 포함된다. 고정비용 및 가변비용, 총비용의 관계를 도시해보면 그림 4와 같다. 사회적비용은 차량운행에 따라 이용자가 아닌 타인 또는 사회 등이 입게 되는 손해 또는 손실을 화폐가치로 환산한 비용을 의미한다. 대표적으로 환경비용, 교통사고비용, 교통혼잡비용 등이 이에 해당된다. 본 연구의 대상인 농어촌지역은 도시에 비해 교통혼잡과 사고발생이 적으므로 본 연구에서는 사적비용만 산정한다.

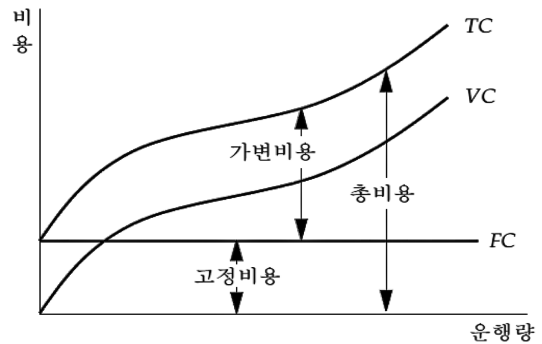


그림 4. 고정비용 및 가변비용과 총비용의 관계

한편 버스의 운행비용은 운송원가에서 각 항목별로 알 수 있고, 이를 크게 고정비용과 가변비용으로 구분해 보면 다음과 같다. 한편 DRT의 경우에는 기존 차량의 수요에 대응한 탄력적 운행서비스 개념이므로 운행비용 구조가 기존 bus와 유사할 것으로 판단된다. 따라서 기존 노선운행시스템의 유지를 위한 비용과 DRT 도입에 따른 비용을 산정함에 있어, 운행비용 비중이 상대적으로 높고, 공통적으로 적용 가능한 비용항목을 표 2와 같이 선정하여 분석한다. 또한 DRT 운행에 필수적인 콜 시스템 구축비용과 시스템유지

표 2. 분석을 위한 항목별 비용 재분류

구분	운송원가보고서	본 연구
고정비용	<ul style="list-style-type: none"> 인건비 복리후생비 버스감가상각비 버스보험료 일반관리비 순영업의 비용 적정이윤 	<ul style="list-style-type: none"> 차량감가상각비 인건비 기타관리비(보험료)
가변비용	<ul style="list-style-type: none"> 유류비 차량정비 및 관리비 수수료 	<ul style="list-style-type: none"> 연료비(경유) 차량정비 및 관리비
구축비용	-	<ul style="list-style-type: none"> DRT시스템 구축비 유지관리비

관리비를 별도로 산정한다.

β_i 는 가동률³⁾

3.3.2 고정비용

고정비용 중 차량감가상각비는 제조회사 판매가에 잔존가액을 구입가격의 10%(α)로 가정하고, 관련 법령(여객자동차운수사업법)에서 규정하고 있는 노선버스의 차령인 9년(γ)을 적용하여, 식 (5)와 같이 산정한다.

$$C_{x_1} = \frac{(C_{car} - C_{car} \times \alpha)}{\gamma} \quad (5)$$

인건비는 해당지역의 버스운전자 월평균 임금을, 기타관리비(보험료)의 경우에는 해당지역의 버스업체의 평균 대당비용을 적용한다.

3.3.3 가변비용

가변비용 중 연료비는 연간 총 운행거리와 공인연비를 이용하여 연료소모량을 산정하고, 여기에 유류가격을 적용하여 식 (6)과 같이 산정한다.

$$C_{x_2} = TD_i \times \alpha_i \times C_f \times \beta_i \quad (6)$$

여기서, TD_i : 차량별 연간 총 운행거리(km)

C_f 는 연료단가, α_i 는 차량별연비(km/L)

그리고 차량정비 및 관리비는 해당 업체의 월 평균 대당비용을 적용한다.

3.3.4 DRT시스템 구축 및 유지관리비용

DRT는 이용자의 호출에 의해 노선운행을 탄력적으로 변경하기 때문에, 운행지역의 DRT 수요를 담당하기 위한 오퍼레이터, 차량단말기 등의 시스템 구축비가 소요된다. 국내 DRT시스템의 개발은 아직 이루어지지 않아 비용산출에 한계가 있으므로, 본 연구에서는 최근 전라북도(2011)의 연구보고서에서 제시한 자료를 활용한다.

앞에서 설명한 비용산출을 위한 근거자료 현황은 표 3과 같다.

4. DRT도입에 따른 운행비용 비교분석

4.1 사례지역의 버스운행현황

옥천군 농어촌버스 차량대수는 총 24대로, 이중 대형버스가 4대, 중형버스가 19대, 소형버스가 1대가 운행되고 있다. 전체 56개 노선에서 385회를 운행하고 있고, 편도운행거리는 1,065.7km로 노선 당 평균 운행거리는 19.0km이다. 한

표 3. 운행비용 산정근거

구 분		내 용
고정비용	차량감가상각비	- 차량가격(H사 Homepage) • 승합(9인승) : 22,000천원 • 소형버스(15인승) : 46,300천원 • 중형버스(16~35인승) : 52,850천원 • 대형버스(36인 이상) : 89,700천원
	인건비	- 해당지역의 월평균 버스운전자 인건비 • 옥천군(230만원), 의성군(242만원)
	기타관리비	- 해당지역의 평균 대당 보험료 • 옥천군(11,500원/일), 의성군(12,300원/일)
가변비용	연료비	- 연비 • 승합(6.8km/L), 소형버스(6.5km/L), 중·대형버스(3.8km/L) ※승합 및 소형은 판매사 정보, 중대형버스는 옥천버스 기준 - 연료비(대리점 평균가격) • 경유가격 1,695.42원/L ※석유정보망사이트
	차량정비 및 관리비	- 해당지역의 평균 대당 정비비와 타이어비 • 옥천군(16,055원/일), 의성군(14,700원/일)
DRT시스템 구축비용	시스템 구축비용	- 차량단말기(OBE) 가격: 600천원/대 - 시스템설치비 : 75,000천원/set - 오퍼레이터 인건비: 1,300천원/월 ※전라북도 보고서(2011) 기준
	유지관리비용	- 시스템 구축비용의 5%로 가정

표 4. 사례지역 버스차량현황

구분		합계	대형버스(36인승 이상)	중형버스(16~35인승)	소형버스(15인승 이하)
옥천군	차량대수	24	4	19	1
	비율(%)	100.0	16.7	79.2	4.2
의성군	차량대수	22	2	20	0
	비율(%)	100.0	9.1	90.9	0.0

3) 여기서 가동률이란 운행계통상(노선, 운행횟수 등) 운행스케줄에 따라 차량이 운행해야 하는 것으로, 기존 노선운행시스템의 경우에는 1.0을 적용하는 반면, DRT의 경우에는 이용수요에 따라 결정되기 때문에 본 연구에서는 0.7로 가정함

표 5. 사례지역 버스노선현황

구분		노선수	편도운행 횟수 (회/일)	편도운행 거리 (km)	노선당 평균 운행거리 (km)
옥천군	전 체	56	385	1,065.7	19.0
	일반노선	26	175	796.3	30.6
	벽지명령노선	30	210	269.4	9.0
의성군	전 체	88	195	1,802.2	20.5
	일반노선	61	128	1605.8	26.3
	벽지명령노선	27	67	196.4	7.3

편 의성군의 경우에는 차량대수는 총 22대로, 이중 대형버스가 2대, 중형버스가 20대가 운행되고 있다. 전체 88개 노선에서 195회를 운행하고 있고, 편도운행거리는 1,802.2km로 노선 당 평균 운행거리는 20.5km로 나타났다.

4.2 차량대수의 변화

1대의 차량으로 동일권역을 담당하는 옥천군의 농어촌버스 벽지명령노선에 DRT를 도입할 경우 기존 노선운행시스템 유지를 위해서는 22대의 차량이 필요하여, 도입 전 24대에 비해 2대를 감차시킬 수 있다. 반면 식 (4)에 의한 DRT차량대수는 13대가 필요한 것으로 나타났다. 따라서 옥천군에 DRT를 도입하게 되면 35대의 차량이 필요하게 되어, 도입 전과 비교하여 45.8%의 차량대수 증가가 예상된다.

한편 1대의 차량으로 군 전체의 수송을 담당하고 있는 의성군의 경우에는 DRT를 도입하더라도 기존 노선운행대수의 감차는 발생하지 않는다. 이는 도입 후에도 기존노선에 16대와 일부 벽지명령노선에서 벽지명령노선을 제외한 노선에도 운행차량 6대가 필요하기 때문이다. 그리고 DRT차량은 9대가 소요되어, 도입 전과 비교하여 40.9%의 차량대수 증가가 예상된다.

표 6. DRT 도입에 따른 차량대수의 변화

구 분		일반차량	DRT차량	합계
옥천군	도입 전	24	-	24
	도입 후	22	13	35
	증감율(%)	-8.3		45.8
의성군	도입 전	22	-	22
	도입 후	22	9	31
	증감율(%)	-		40.9

4.3 운행비용의 변화

현재 옥천군 농어촌버스의 연간 운행비용은 2,297백만원으로 추정된다. 벽지명령노선에 DRT 도입 시 9인승 소형승합차량으로 운행할 경우 610백만원, 15인승 중형승합차량으로 운행할 경우 645백만원의 비용발생이 예상된다. 따라서 옥천군 DRT 도입 후 전체의 연간 총 운행비용은 DRT 운행차량 크기에 따라 각각 2,403백만원, 2,438백만원으로 추정되어, 도입 전과 비교하여 4.6~6.1%의 운행비용 증가가 예상된다.

한편 의성군 농어촌버스의 연간 운행비용은 2,150백만원으로 추정된다. 벽지명령노선에 DRT 도입 시 9인승 소형승합

표 7. 옥천군의 DRT 도입 전후 운행비용 변화

(단위 : 천원)

구분	도입 전	도입 후			
		일반노선	벽지명령노선(DRT)		
			9인승	15인승	
고정 비용	차량감가상각비	126,840	116,270	28,600	60,190
	인건비	695,710	637,734	376,843	376,843
	기타관리비	101,082	92,658	54,753	54,753
	소계	923,632	846,662	460,196	491,786
가변 비용	유류비	1,233,488	817,212	72,462	75,806
	정비비등	140,642	128,922	53,327	53,327
	소계	1,374,130	946,134	125,789	129,133
구축 비용	시스템구축			22,800	22,800
	시스템유지			1,140	1,140
	소계	0	0	23,940	23,940
합계	2,297,762	1,792,796	609,925	644,859	
총운행비용			2,402,721	2,437,655	
증감율(%)			4.6	6.1	

주 1) 가변비용 산정을 위한 차량 대당운행km는 일반노선은 현재 옥천군의 일반노선 평균1일 대당 운행거리인 228.1km, 벽지명령 노선은 87.5로km 적용
2) DRT차량의 가동률은 70%로 가정

차량으로 운행할 경우 402백만원, 15인승 중형승합차량으로 운행할 경우 425백만원의 비용발생이 예상된다. 따라서 의성군 DRT 도입 후 전체의 연간 총 운행비용은 DRT 운행차량 크기에 따라 각각 2,406백만원, 2,429백만원으로 추정되어, 도입 전과 비교하여 11.9~13.0%의 운행비용 증가가 예상된다.

표 8. 의성군의 DRT 도입 전후 운행비용 변화

(단위 : 천원)

구분	도입 전	도입 후			
		일반노선	벽지명령노선(DRT)		
			9인승	15인승	
고정 비용	차량감가상각비	116,270	116,270	19,800	41,670
	인건비	637,734	637,734	260,891	260,891
	기타관리비	92,658	92,658	37,906	37,906
	소계	846,662	846,662	318,597	340,467
가변 비용	유류비	1,175,122	1,028,232	23,506	24,591
	정비비등	128,922	128,922	36,918	36,918
	소계	1,304,044	1,157,154	60,424	61,509
구축 비용	시스템구축			22,320	22,320
	시스템유지			1,116	1,116
	소계			23,436	23,436
합계	2,150,706	2,003,816	402,457	425,412	
총운행비용			2,406,273	2,429,228	
증감율(%)			11.9	13.0	

주 1) 가변비용 산정을 위한 차량 대당운행km는 일반노선은 현재 의성군의 일반노선 평균1일 대당 운행거리인 287.0km, 벽지명령 노선은 41.0로km 적용
2) DRT차량의 가동률은 70%로 가정

5. 결 론

최근 농어촌 지역주민의 교통편의 증진과 버스업체의 운영 비용 절감을 도모하기 위한 수요응답형교통의 도입이 추진되고 있다. 이에 본 연구에서는 농어촌버스의 운행대수, 노선현황 등의 자료를 기초로 DRT도입 전·후의 차량대수 및 운행비용의 변화분석을 통하여 다음과 같은 결과 및 시사점을 도출할 수 있다.

첫째, 농어촌버스 차량 1대가 담당하는 노선수가 대도시 시내버스에 비해 비교적 많기 때문에, DRT 도입에 따른 노선폐지 및 축소에 따른 기존 차량대수의 감축효과는 미미하다는 것이다. 특히 의성군과 같이 1대의 차량으로 군 전체에 분포되어 있는 노선을 운행하는 경우에는 특정구간(벽지명령노선)에 DRT를 도입하더라도 기존 운행대수의 감축은 거의 불가능한 것으로 나타났다.

둘째, 농어촌버스의 노선형태가 일반노선과 벽지명령노선이 혼재되어 있는 구조에서는 DRT를 도입하더라도 기존 노선구간의 서비스공급 유지를 위한 차량과 DRT 운행차량이 필요하게 되어, 기존 노선운행시스템에 비해 추가차량 소요가 발생한다.

셋째, 추가차량 소요는 운행비용 증가를 가져오게 되는 바, 실제 사례지역의 자료를 근거로 추정해 보면, DRT 도입 시 지역여건 및 노선운행형태에 따라 각각 5~12%의 비용증가가 발생할 것으로 분석되었다. 이러한 운행비용 증가는 수치균형이 적절하게 반영되지 못할 경우 오히려 기존 시스템 유지를 위한 재정지원의 증가를 초래할 수 있다.

넷째, 농어촌지역에 DRT 도입을 검토할 경우 도입목적을 명확하게 설정함이 바람직하다. 도입목적은 기존 노선운행서비스의 공급수준이 열악하여 교통소의 지역주민의 교통편의

를 증진시킬 수 있다면, 운행비용이 다소 증가하더라도 도입추진은 타당하다. 반면 기존 노선운행서비스의 비용비효율을 해소하기 위한 대체대안으로서 DRT는 보다 면밀한 사전검토가 선행되어야 할 것이다.

참고문헌

- 박상우 외(2008) 수요대응형 교통체계 평가모형 구축-복지교통서비스 평가지표 개발 및 적용을 중심으로-, 한국교통연구원.
- 송기욱(2009) 경남의 수요감응형버스(DRT) 시스템에 관한 연구, 경남발전연구원.
- 송재룡 외(2004) 경기도 버스노선의 비수익성 개선방안 연구, 경기개발연구원.
- 오윤표 외(2008) 고령화사회의 DRT시스템 도입방안에 관한 연구, 농촌계획, Vol. 14, No. 3.
- 육천군(2011) 육천군 농어촌버스 단일화요금에 관한 연구.
- 전라북도(2011) 전라북도 수요응답형 교통체계(DRT) 도입방안 연구.
- 조규석(2004) 대중교통과 자가용승용차의 운행비용 비교분석, 한국운수산업연구원.
- 주재홍 외(2008) 교통낙후지역 벽지노선 지역주민 대중교통 통행행태 연구, 대한교통학회지 학술발표회 논문집, 대한교통학회, pp. 753-762.
- 福本雅之・吉田樹・加藤博和・秋山哲男(2005) 地域條件にじたDRTシステムの設定にす關る基礎的檢討, 第33回土木計畫學研究發表論文集.
- 竹内龍介・中村文彦(2005) 運行形態別DRTシステムの導入效果の評價について, 土木計畫學研究講演集, Vol. 31.
- Frank Spielberg (2004) Traveler Response to Transportation System Changes: Chapter 6-Demand Responsive/ADA, *Transportation Research Board*.

(접수일: 2012.8.30/심사일: 2012.9.13/심사완료일: 2012.10.11)