

## 버스운행관리 및 수송전략에 관한 연구

배 기 목\*

A Study on the Bus Operation Management and Transport Strategy

G. M. Bae

**Key Words** : 도시성장(Urban Growth), 버스 운행관리(Bus Operation Management), 운행관리 시뮬레이션(Bus Operation Management Simulation)

### Abstract

The bus should supply an equal service to the whole community as a feeder trip. However, the existing bus route can not supply an effective feeder service, in spite of the changes in the latent demand by the variety of regional structural change.

This study aimed to establish the concept which frames the bus operation and management, to cope with the latent demand to the bus. This study tackled this evidence by analyzing the transportation problems in terms of the urban growth, emphasizing the following issues ;

First, the strategy to improve the bus operation

Second, the land use control appropriate for the public transportation network

Third, economical range to justify the bus operation

Fourth, the allowance for the private transportation mode

On the latter part, the difference on the bus operation was compared to determine the range within which the bus operation could be justified. This study would provide some implications to improve the management for bus operation and fundamental information to develop the bus operation system.

---

\* 정회원, 대전대학교 도시공학과 교수

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 배경과 목적

버스는 도시 교통에 있어서 面的 交通기능<sup>1)</sup>을 수행하면서 철도에 비해 보다 치밀한 서비스를 제공할 수 있고, 노선설정의 유연성으로 수요의 변화에 탄력적으로 대응 할 수 있다. 이런 점에서 버스는 대중교통 수단 중에서도 도시성장에 가장 유연하게 대처 할 수 있는 기능을 가진 유효한 교통수단이라 할 수 있다.

따라서 지속적인 버스 서비스의 제공이 이루어지도록 함이 중요한데, 이것은 버스회사의 합리적 경영과도 관련되는 것이다. 그러나, 現狀의 교통환경을 고려해 보면, 버스 사업자는 경영상 어려운 상황에 직면하는 경우가 많고, 그로 인한 노선의 불합리한 운영이 발생하는 경우가 많은 실정이다.

버스 사업자는 지역별로 상이한 노선특성 및 운행 행태를 고려하지 않을 수 없는 상황에서, 이용자에 대한 서비스 수준을 만족시키면서, 인건비를 비롯한 사업경영상의 효율화라는 상호 대립되는 문제해결에 직면하는 경우가 많다.

본 연구에서는 버스수송 문제를 그 서비스 제공의 장소인 도시의 성장측면과 연관지어 향후의 전망을 제시함과 동시에, 버스경영의 효율성을 증대시키기 위한 적정 운행관리 시스템을 선정하는 것을 목적으로 하였다. 이를 위해, 버스 서비스와 경영의 합리화 방향을 모색하기 위한 버스 운행관리 방식을 설정하고, 그 효과 측정을 위한 시뮬레이션을 행하였다.

### 1.2 연구방법

본 연구에서는 우선 다음과 같은 관점에서 버스수송의 위상을 명확히 하여 향후 전망을 제시하였다.

- ① 버스 수송전략의 명확화
- ② 버스 수송의 적정범위의 명확화
- ③ 대중교통체계와 토지이용변화의 연관성 명확화
- ④ 개인교통수단과의 공존 가능성의 명확화

그 다음으로 버스운행관리 시스템 구축을 위한 운행관리 시뮬레이션을 행하였다. 일반적으로 버스 운행관리 시스템의 구축을 위해서는 차고와 영업소의 위치관계, 각 버스 정류장에서의 승객의 유동 상황, 도로의 교통사정 등을 전체적으로 고려하는 것이 필요하다.

여기서는 그 기초적 단계로서 각 노선의 수요나 영업소와 차고의 위치관계 등은 일정하다는 전제하에, 승무원의 할당과 버스 배차의 조합에 의한 4개의 운행관리 방식을 설정하여, 주어진 소요시간, 운행일정의 조건하에서 차량 및 승무원의 효율적 운용방안을 도출하였다.

즉, 버스의 배차에는 운행일정을 설정하는 경우로 하여, 1노선 고정 운행방식과 복수노선으로 운행하는 방식으로 나눈다. 다음으로 승무원의 할당방식에는 담당 차가 있는 경우(담당 차량제)와 없는 경우(자유 차량제)로 나눈 경우를 설정하여 각각의 경우에 있어서 주어진 운행조건하에 어떤 방식이 효율적인가를 파악하는 시뮬레이션을 행하였다.

## 2. 도시성장과 버스 수송

### 2.1 버스수송의 과제

버스 수송은, 차량이 운행할 수 있는 공간만 확보된다면, 노선의 설정과 운행형태 면에서 유연성이 뛰어난 수송시스템이다. 그러한 버스 이용자 수요의 감소에는 버스 서비스 수준의 저하가 직접적인 원인이 된다.

한편, 버스 서비스 제공의 장소인 도시는 계획적이든, 비계획적이든, 평면적 확산이 지속되면서, 인

1) 지하철 전철 등은 물리적으로 제한된 주요 간선축 상을 운행하는 線의 교통수단인데 비해, 버스는 일정 규모의 모든 도로 상에서 운행이 가능하다는 점에서 평면적(面的)교통수단이라 할 수 있다.

구밀도의 확산과 공공교통의 서비스 영역확대를 수반한다. 따라서 건전한 도시활동의 유지 및 발전을 위해서는 面的 공공교통 수단의 역할이 중요하며, 무질서한 도시권의 확대가 초래되는 자동차 중심의 도시발전을 억제해야 한다.

그런데, 이와 같은 인구밀도의 확산과 공공교통 서비스 영역의 확대에는 버스 사업자의 경영능력을 초과하는 버스 운영이 요구되고 있다. 즉, 대부분의 버스 사업자가 영세성을 벗어나지 못하고 있는 상황에서 버스 서비스의 공간적 확대는 양질의 서비스를 제공하는데 무리가 수반되며, 이는 다시 버스 이용자의 감소를 초래하게 된다. 따라서 버스 수송의 정비에 있어서는, 토지이용 형태, 취업·통근형태, 생활양식 변화 등의 요소를 고려한 도시계획적 관점을 도입할 필요가 있다.

도시권 확대의 주 요인은, 주택지의 교외화에 있다고 할 수 있다. 서울, 부산 등과 같은 대도시 지역에 있어서는 도시부와 교외부를 연결하는 궤도교통(전철, 지하철, 이차 철도라 함)의 정비와 수송력 증강이 이를 가속화시키고 있으며, 이에 따라 통행패턴도 원거리화 하는 경향이 있어, 버스 교통의 정비는 이를 고려해서 행해질 필요가 있다.

버스 노선은 간선 철도를 중심으로 형성되면서, 주요 역을 연결하는 단말교통<sup>2)</sup>(feeder trip)수단으로서의 본연의 기능을 담당하도록 함이 중요하다. 곧, 철도와의 경쟁 수단이기보다는 대체, 보완 수단으로서의 기능을 담당하도록 정비 전략을 수립하여야 한다.

향후의 도시교통체계는 지하철, 전철 등과 같은 간선 철도를 중심으로 형성될 것이고, 도시도 역세권을 중심으로 성장하게 될 것이다. 이와 같은 관점에서 버스 수송의 과제를 보다 명확히 할 수 있다.

(1) 버스 수송에 의존성이 적은 지역의 확대  
이 지역은 버스노선 정비가 행해지지 않은 지역

으로, 급속한 철도 정비에 의해 버스 노선 정비가 상대적으로 낙후되고, 인구밀도가 낮아 버스 수요가 극히 미비하여 사업채산이 맞지 않는 지역이라 할 수 있다. 이는 주택입지가 버스 노선에 의존하지 않고 있다는 의미로서, 버스 이용자 감소의 주요 원인이 된다.

이러한 지역에서는 주요 간선에의 접근을 위한 통행수단은 개인 교통수단에 의존할 수밖에 없으나, 어떤 형태로든 버스 서비스가 필요함은 재론의 여지가 없다.

(2) 버스 수송권 내에서의 버스 이용의 변화

간선 철도의 정비에 따라 주택지와 철도역간의 이동형태가 다양화(Park & Ride, Kiss & Ride, Bike & Ride 등)되면서 결과적으로 이용자 수요에 부합하지 못하는 노선 또는 운행형태를 취하게 되는데, 그 결과 버스 수송권 이면서 버스 이용이 저조한 지역이 나타난다.

버스 수송은 단말교통 수단으로서 자전거 등의 개인 교통수단과 결합하게 될 것이고, 특히 대도시권에서는 도로교통 상황의 악화로 정시성의 확보가 어렵게 됨으로써, 그 수요는 보다 저감된다.

또한 통행목적과 시간대에 따라 버스의 이용형태도 달라지게 되므로, 그에 대응하는 서비스의 공급이 필요하게 된다.

## 2.2 향후 버스수송의 전망

전술한 바와 같이 버스수송은 공공교통수단 내에서 도시성장에 가장 탄력적으로 대처할 수 있는 잠재적 가능성을 가지고 있으면서도, 도시성장에 제대로 부응하지 못한 채 현재에 이르고 있다. 그러나 건전한 도시성장을 위해서는 버스와 같은 공공교통 이용을 전제로 한 계획적인 성장을 유도할 필요가 있음은 이론의 여지가 없다.

따라서, 향후의 과제로서 지역교통 내에서 버스 수송의 위상을 어떻게 정립할 것인가 라고 하는 문

2) 복수의 교통수단을 이용하여 하나의 목적통행을 행할 경우에 주교통수단으로 되는 수단통행에 부수한 2차적 통행. 예를 들면, 철도 이용의 경우 역까지의 이동에 버스와 자전거, 도보에 의한 통행과 같은 것이다.

제를, 지역교통의 체계화와 함께 종래 버스수송 개선책에 있어서 명확히 취급되지 않았던 도시계획적 관점을 도입해서 검토할 필요가 있다. 구체적으로는 이하의 4가지 관점을 중심으로 도시발전 형태와의 整合을 기해야 할 필요가 있다.

#### (1) 버스수송 전략의 명확화

도시 및 지역에는 그 특성에 대응하는 일정한 버스 수송형태가 존재한다. 그러므로 그 역할을 명확히 함과 동시에, 어느 성장단계 까지 그 형태를 유지할 것인가 하는 점과, 기존 지역체계의 변화내용을 전망한 후 그에 부응하는 기반정비가 어느 정도 필요할 것인가 등을 명확히 해 둘 필요가 있다.

새로운 버스운영 방식의 도입 가능성, 예컨대 demand bus(호출버스)와 같은 자유성이 강한 버스 서비스의 요구가 증대함과 동시에, 광역철도 정비가 급속히 진전되면서 단말통행 기능의 강화가 요구될 것은 자명하다. 따라서, 軌道系 시스템으로의 전환이나 개인교통수단과의 공존 가능성의 모색 등을 통해서 버스수송 전략을 명확히 할 필요가 있다.

#### (2) 공공교통체계에 부합하는 토지이용의 규제·유도

전술한 바와 같이 주택입지가 버스노선에 의존하지 않는 가능성도 있는데, 버스사업의 재산상 그 세력권내에는 적정한 인구밀도가 필요하다. 버스의 개별노선은 線的인 수송형태를 지니므로, 수요흡수의 면에서 그 沿線상에는 일정 규모의 인구밀도 및 노선 상에서의 흡수점이 필요하다. 이용자의 동향, 즉 도시활동에 대응하는 노선설정 및 버스노선 연선 개발이 버스 사업재산 상 큰 의미를 지니게 되는 것이다.

버스 수송이 도시활동에 의존하는 형태로 전개되기 때문에, 전적으로 버스 수송에 부합하는 도시개발은 무리가 있다 하더라도, 공공교통체계에 부합하는 형태로 토지이용의 규제·유도를 기할 필

요가 있다. 곧, 수요 추종형의 토지이용보다는 수요 유도형의 토지이용을 도모할 필요가 있다.

#### (3) 버스수송의 적정 범위의 명확화

도시성장에 따라, 버스수송은 그 운행형태 및 노선을 변화시킬 필연성을 갖는다. 즉, 도시권의 확대는 공공교통 서비스 영역의 확대를 초래하기 때문에, 수요확보를 위해서는 다양한 운행형태를 취하지 않으면 안된다. 따라서, 일정 수요가 있다면, 채산성 확보를 위해서 어느 정도의 서비스 제공이 가능할 것인가 하는 문제를 검토해야 한다. 버스사업의 채산성을 실질적으로 결정하는 버스 서비스 수준과 인구밀도 분포의 양면에서, 버스노선이 적정 기능을 유지하는 것은, 전술한 (1)과 (2)의 관계에서 보아도 필요하다.

적정 서비스의 제공을 위해서는 버스 수송의 적정범위를 명확히 하는 것이 중요한데, 다음의 2가지 요인의 검토에 의해 그 기준을 도출할 수 있다. 먼저, 토지이용에 기인하는 요인으로서, 인구밀도 분포, 통행발생 시간 분포(일종의 취업형태)가 있다. 다음으로 버스노선 요인으로서, 노선거리, 버스수송형태가 있겠는데, 운행일정 및 운행관리 방식을 근거로 버스노선으로서 기능할 수 있는 적정 범위를 평가하는 기준을 구할 수 있다.

한편, 도시성장이 일정 단계에 이르면, 주요 철도역 주변의 버스 정류장을 중심으로 잉여수요가 증가하게 된다. 이러한 지역에서는 피크시 최대 재차인원이 표준최대치<sup>3)</sup>보다는 크지만, 피크시 평균재차인원이 표준평균치(표준이 되는 평균재차인원)보다 크지 않은 현상이 발생하여 일부 지역만 극히 혼잡하게 되는 경우가 발생할 수 있다. 이와 같은 점에서도 노선으로서의 적정 범위를 구하는 것이 중요하다.

(4) 어느 단계까지 개인교통수단을 인정할 것인가 버스 이용자 감소의 원인으로써 개인 교통수단의 증대가 있다. 개인교통수단 통행의 증가를 무분

3) 일반 시내버스, 좌석버스 등의 버스 형태에 따른 적정용량을 나타내는 것으로, 허용 가능한 최대버스용량이 된다. 어느 정도 까지 버스의 혼잡도를 수용해야 하는가에 대한 기준이 된다.

별하게 허용하게 됨으로써 발생하는 폐해는 합리적인 교통정책의 집행을 어렵게 함은 주지의 사실이다. 따라서, 개인교통수단과 공공교통의 공생을 기하는 방안을 모색하는 것이 중요한데, (1)에서 구술한 바와 같이 지역교통체계 내에서 상호 관계를 명확히 규정지을 필요가 있다.

이러한 관계 속에서, 버스교통이 공공교통의 주요한 축으로서 그 역할을 수행하는 것은 중요한데, 버스 사업자 및 버스 정책은 공급과 경영의 개선이라는 상호 모순되는 문제를 해결해야 하는 입장에 있다.

### 3. 버스 운행관리 시뮬레이션

前節에서 구술한 바와 같이, 버스수송의 적정범위를 구하는 것은 향후의 지역교통 전략상 매우 중요하다. 이를 위해서는 차고지와 영업소의 위치관계, 각 노선의 수요, 각 버스 정류장에서의 승객유동, 도로교통 여건 등의 요소를 전체적으로 고려하는 운행관리 시스템을 구축할 필요가 있다.

여기서는 그 일환으로써, 각 노선의 수요와 차고지, 영업소의 위치관계 등은 고정되어 있다는 전제하에, 승무원의 할당과 버스 배차의 조합에 의한 4개의 운행관리 방식을 설정하여, 주어진 소요시간, 운행일정의 조건하에서 버스차량 및 승무원의 효율적 운용방안을 도출하는 시뮬레이션을 행하였다.

#### 3.1 운행관리방식

운행관리방식은 버스배차와 승무원의 할당방식의 상이에서 규정된다. 버스배차에는 고정된 운행일정을 설정하는 경우(있음)와 설정하지 않는 경우(없음)가 있는데, 운행일정 있음의 경우에는 다시 1노선에서 고정하는 운행과 복수노선에서 운행하는 경우로 구분된다.

또, 승무원의 할당 방식에는 담당차량 있음의 경우(이하, 담당차량제)와, 담당차량 없음의 경우(이하,

자유차량제)가 있다. 담당차량제의 경우 승무원이 근무종료 시까지 1대의 차량을 담당하게 되므로, 승무원이 휴식하게 되는 경우에는 차량도 휴식하는 것으로 된다. 통상 1대의 차량에는 1~2 명의 승무원에 의해 운행된다. 자유차량제의 경우는, 운행 가능한 차량을 임의의 승무원이 담당하는 방식으로, 담당차량제의 경우와 달리 일정 승무원이 휴식하고 있을 때에도 차량을 가동시킬 수 있다.

담당차량제는 실제 운행시간, 영업시간 등을 운행일정 작성시 일정범위 내에서 조정이 가능하다는 이점이 있으나, 영업에 지장이 초래되는 상황이 발생하면 당일 영업종료 시까지 전체적인 운행에 장애가 발생한다. 이에 비해 자유차량제는 영업중에 장애가 발생하여도 대기중의 승무원이 다음 업무를 수행할 수 있어, 영업지장을 보완할 수 있다. 단, 이 경우 실제 운행시간, 휴식시간 확보에 주의할 기해야 한다.

이처럼, 상정 가능한 운행관리 방식은 여러 가지 있으나, 어느 방식이 효율적인가는 명확하지 않다. 본 연구에서는 운행일정을 Table 1과 같이 설정하고, 필요 차량 수 및 승무원 수를 구하는 시뮬레이션을 행하였다. 담당차량제의 경우 시뮬레이션의 비교를 위해, 1인 1차제를 가미했다.

Table 1 Type of the operation management

버스 배차		승무원 할당		
운행일정	노선	담당차량제		자유차량제
		통상방식	1인1차제	
있음	1노선고정	A-1	C-1	A-2
있음	복수노선	B-1	C-2	B-2

#### 3.2 시뮬레이션 조건

시뮬레이션을 위한 기본적 요건은 다음과 같다. Table 2에 운행일정 및 시뮬레이션 조건을 나타내었다.

Table 2 Condition of the simulation

CASE	운행편수		운행소요시간 (왕복:분)			중점회차 시간 (분)	비고
	운행 일정	총 편수	노선1	노선2	노선3		
CASE 1	Type 1	202	50	40	60	5	
CASE 2	Type 1	202	50	70	60	5	CASE-1의 노선2소요시간을 최대
CASE 3	Type 2	246	50	40	60	5	CASE-1의 각노선운행편수를 증가
CASE 4	Type 1	202	50	30	60	5	CASE-1의 노선2소요시간을 단축
CASE 5	Type 2	246	50	30	60	5	CASE-3의 노선2소요시간을 단축

(1) 운행일정

피크시 운행편수가 다른 2개 조건의 운행일정을 Table 3과 같이 설정하였다.

(2) 노선수 및 노선거리

노선수는 3으로 하면서, 각 노선의 기점(출발점)은 모두 동일한 것으로 하며, 차고지도 기점에 있는 것으로 하였다. 또, 노선거리에 대해서는 물리

적 거리가 아닌, 각 노선별 소요시간을 설정하는 것으로 대체하였다.

(3) 승무원의 근무시간 및 할당의 기준

승무원의 근무시간은 업무개시(최초로 승차하는 버스의 출발시각) 후 7시간으로 하고, 그 중 1시간을 휴식시간으로 하여, 실제근무 시간을 6시간으로 하였다.

휴식시간의 채택방법은, 근무시작 후 3시간을 기준으로 출발점에 도착 후 1시간을 취하는 것으로 하였다. 버스의 배차와 승무원의 할당관계상 발생하는 대기시간은 휴식으로 하지 않고 근무시간으로 한다.

또 승무원의 할당방식은 다음과 같다.

- ① 운행 개시 후 출발점에 도착 후 다음 승무까지의 여유시간(5분)을 설정한다. 즉, 次回の 승무가능시각을 「출발점 도착시각+5분」으로 한다.
- ② 「휴식개시시각 - 次回 승무가능시각」이 10분 이내의 경우에는 승무를 유예한다.

(4) 차량의 할당

차량은 원칙적으로 각 노선의 始發부터 終發까지 가동할 수 있는 한 최대로 가동하는 것으로 한

Table 3 Bus operation schedule

노선	운행 일정	시 간 대																합 계	
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21		22
노선 1	Type 1	4	6	6	6	4	4	3	3	3	3	4	6	6	6	4	3	3	74
	Type 2	4	9	9	8	4	4	3	3	3	3	4	9	9	8	4	3	3	90
	증감		3	3	2								3	3	2				16
노선 2	Type 1	3	4	4	4	3	3	3	2	2	4	4	4	4	4	3	3	2	56
	Type 2	3	6	6	6	3	3	3	2	2	4	4	6	6	6	3	3	2	68
	증감		2	2	2								2	2	2				12
노선 3	Type 1	2	6	6	6	4	4	3	3	3	4	4	6	6	6	4	3	2	72
	Type 2	2	9	9	8	4	4	3	3	3	4	4	9	9	8	4	3	2	88
	증감		3	3	2								3	3	2				16

다. 단, 담당차량제의 경우에는 승무원의 할당에 좌우된다.

3.3 시뮬레이션 결과(운행 시스템의 비교)

(1) 차량 수에 관한 비교(Fig. 1, 2 참조)

어느 케이스에서도 자유차량제(A-2, B-2)가 가장 필요차량수가 적은 것으로 되어, 차량수의 삭감 측면에서는 가장 효과적인 운행 시스템인 것을 알 수 있다. 차량가동 상황은 필요차량 수에 밀접하게 관련되어 있다.

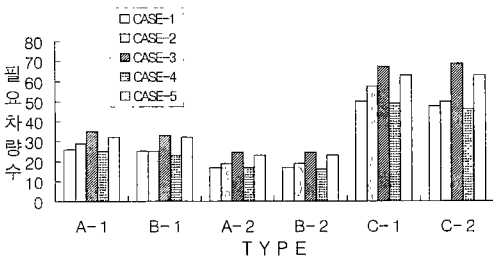


Fig. 1 Operation management type and vehicle desired

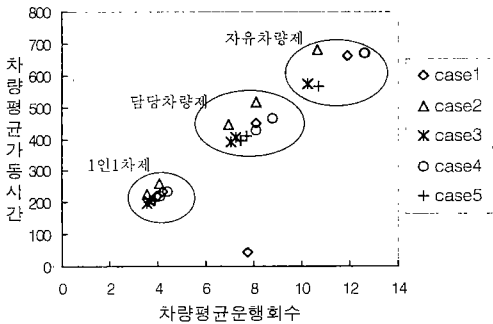


Fig. 2 Vehicle operation state

자유차량제에 있어서는 다른 운행시스템과 비교해서 평균운행회수, 평균가동시간도 모두 높은 수준을 보이고 있어 차량수 삭감의 배경이 된다고 할 수 있다. 또, 차량가동의 효율성은 1인 1차제 < 담

당차량제 < 자유차량제의 순서로 명확히 구분된다. 1노선 고정(A-2), 복수노선(B-2) 공히 동일한 결과를 보이는데, 노선수의 증가에 따라 복수노선(B-2)이 보다 우위성이 있다고 유추할 수 있다.

또한, 각 운행시스템에 있어서 동일한 운행일정의 경우에는 운행소요시간이 많은 편이, 그리고 동일한 운행소요시간의 경우에는 운행편수가 많은 편이 보다 많은 차량을 필요로 한다. 단, 어느 경우에도 1인 1차제는 타 시스템보다 월등하게 많은 차량을 필요로 한다.

(2) 승무원 수에 관한 비교(Fig. 3, 4 참조)

각 운행 시스템은 차량수의 경우와 마찬가지로, 동일 운행일정의 경우에는 운행소요시간이 많은 편이, 그리고 동일 운행소요시간의 경우에는 운행편수가 많은 편이 보다 많은 승무원을 필요로 한다. 담당차량제 보다는 자유차량제가 우위에 있으나, 1인 1차제와 그다지 차이를 보이지 않아, 운행

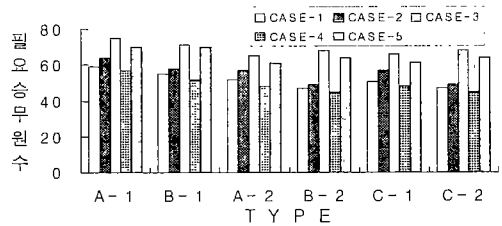


Fig. 3 Operation management type and chauffeur desired

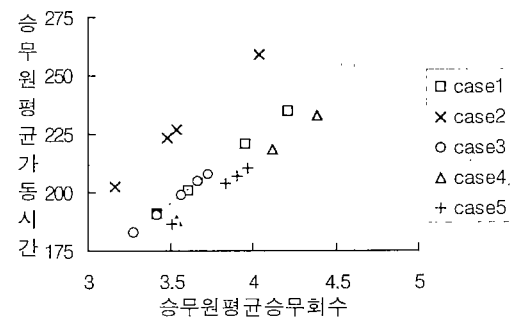


Fig. 4 Chauffeur operation state

Table 4 Result of the simulation

CASE	승무원 배치방법	담당차량제		자유차량제		담당차량제 (1인1차제)	
	차량 배치방법	1노선고정	복수노선	1노선고정	복수노선	1노선고정	복수노선
	Type	A-1	B-1	A-2	B-2	C-1	C-2
CASE1	필요차량수	26	25	17	17	51	48
	평균운행회수	7.77	8.08	11.88	11.88	3.96	4.21
	평균가동시간	433.46	450.8	662.94	662.94	220.98	234.79
	필요승무원수	59	56	51	48	51	48
	평균승무회수	3.42	3.61	3.96	4.21	3.96	4.21
	평균가동시간(승)	191.02	201.25	220.98	234.79	220.98	234.79
CASE2	필요차량수	29	25	19	19	57	50
	평균운행회수	6.97	8.08	10.63	10.63	3.54	4.04
	평균가동시간	446.55	518	681.58	681.58	227.19	259
	필요승무원수	64	58	57	50	57	50
	평균승무회수	3.16	3.48	3.54	4.04	3.54	4.04
	평균가동시간(승)	202.34	223.28	227.19	259	227.19	259
CASE3	필요차량수	35	34	24	24	67	69
	평균운행회수	7.03	7.24	10.25	10.25	3.67	3.57
	평균가동시간	392.29	403.85	572.08	572.08	204.93	198.99
	필요승무원수	75	72	66	69	67	69
	평균승무회수	3.28	3.42	3.73	3.57	3.67	3.57
	평균가동시간(승)	183.07	190.69	208.03	198.99	204.93	198.99
CASE4	필요차량수	25	23	16	16	49	46
	평균운행회수	8.08	8.783	12.62	12.63	4.12	4.39
	평균가동시간	428.4	465.56	669.38	669.38	218.57	232.83
	필요승무원수	57	52	49	46	49	46
	평균승무회수	3.54	3.89	4.12	4.39	4.12	4.39
	평균가동시간(승)	187.90	205.96	218.57	232.83	218.57	232.83
CASE5	필요차량수	32	33	23	23	63	64
	평균운행회수	7.69	7.46	10.70	10.70	3.91	3.84
	평균가동시간	407.81	395.46	567.39	567.39	207.14	203.91
	필요승무원수	70	70	62	64	63	64
	평균승무회수	3.51	3.51	3.97	3.84	3.91	3.84
	평균가동시간(승)	186.43	186.43	210.48	203.91	207.14	203.91

주) 평균운행회수, 평균가동시간 : 차량의 경우  
 평균승무회수, 평균가동시간(승) : 승무원의 경우



시스템 개선과 관련하여 승무원의 적절한 운용이 커다란 과제인 것을 알 수 있다.

승무원의 가동상황은, CASE-1과 CASE-3, CASE-4와 CASE-5의 분포가 거의 일직선상에 있음을 알 수 있어, 운행 소요 시간과 상관성이 있음을 알 수 있다. 또, 그 직선 상에서는 운행 편수가 적은 경우가, 그리고 담당차량제 보다는 자유차량제의 경우가 평균 승무회수와 평균 가동시간이 커지게 되는 경향이 있다.

이상의 시뮬레이션 결과를 Table 4에 나타내었다.

#### 4. 결론 및 향후과제

본 연구에서는 버스수송 문제를 도시성장의 측면과 관련하여 향후 전망을 제시함과 동시에, 운행관리 시스템 구축을 위한 기초적 검토를 행하였다. 그 결과 다음과 같은 효과적 운행관리 방안을 도출하였다.

(1) 차량의 운용 측면에서는, 담당차량제 보다는 자유차량제에 의한 운영관리 방식이 효과적이다. 그런데, 자유차량제에서 버스배차가 1노선에 고정되는 경우와 복수노선에서 운행되는 경우 중 어느 쪽이 효과적인가는 판단할 수 없었다. 이를 개선하기 위해서는 노선 수를 증가시키는 방법에 의한 검토와, 버스운행에 소요되는 영업비용과 승무원의 인건비를 비교하여 검토할 필요가 있다.

(2) 승무원의 운용에 있어서도, 담당차량제 보다는 자유차량제의 경우가 우위에 있다. 그러나 차량의 경우만큼 명확한 차이는 보이지 않았다.

(3) 운행편수와 운행소요시간(노선거리)의 일부 증가는, 어느 운행관리 방식에 있어서도 승무원과 차량의 증가를 초래한다. 자유차량제는 담당차량제보다 효과적인 운행 시스템이고, 차량 수의 감소 측면에서 특히 효과적이다.

이상과 같이, 버스 운행관리 방식의 효율성에 대한 분석을 승무원의 할당과 버스 배차의 조합에 의

한 차량 수, 승무원 수 및 그 가동 상황의 측면에서 행하였다.

향후, 버스 사업자를 대상으로 설문조사를 실시하여, 승무원 할당을 보다 현실화시키고 동시에, 각 노선의 수요와 버스 정류장에서의 승객유동, 도로 교통 여건 등의 요소를 추가한 운행관리 시스템을 구축할 필요가 있다.

아울러, 이를 위한 시뮬레이션을 행함에 있어서도 위와 같은 투입요소의 변화에 따른 결과 변화를 분석할 수 있는 일종의 민감도 분석을 실시할 필요가 있다.

본 논문은 1998학년도 대전대학교 교내연구비 지원에 의해 수행되었음.

#### 참고문헌

- 1) 배 기복, 최적 버스노선 구축 시스템, 87회 정기학술발표회논문집, 대한국토·도시계획학회, 1997.
- 2) 원 제무, 도시교통론, 박영사, 1996.
- 3) 도 철웅, 교통공학, 청문각, 1995.
- 4) 신부용, 우리나라 교통정책, 1989.
- 5) 天野光三, 都市街路網におけるバス系統の設定計劃モデルに関する研究, 土木學會論文報告集, 第325号, 1982.
- 6) 加藤 光, 竹内傳史, 都市交通論, 鹿島出版會
- 7) 依田和夫, “驛前廣場, 駐車場とターミナル”, (社) 交通工學研究會編, 1991.
- 8) 奥野降史, 地域交通論, 大明堂, 1985.
- 9) Skinner, R. J., Bus Planning Method, Traffic Engineering & Control, pp.415-421, 1980.
- 10) Chapman, R. A., Gault, H. E., and Jenkins, The Operation of Urban Bus Routes, Traffic Engineering & Control, 18(6)-(9), 1977.