

수도권 광역버스의 운영개선을 위한 버스역방향 논스톱 적용연구

김태호, 이청원, 권기현, 오승훈

1. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

현재 수도권 지역의 교통 혼잡 완화를 위해 대중교통활성화 정책(고속도로 버스 전용차로 시행, 환승요금제 실시 등)들이 추진되고 있으나, 대중교통(버스) 이용자들의 서비스측면의 다양한 문제점들을 제기하고 있고 신문과 뉴스에 보도 되고 있는 실정이다.

이용자 측면의 대표적인 문제점으로는 첨두시 출퇴근의 경우 버스의 정시성부족, 과도한 이용자 대기시간, 차량내부 혼잡 등을 들 수 있다.¹⁾

정책적 측면에서는 지방자치단체간의 협의(서울과 경기도) 부재²⁾로 인한 행정적 문제가 있으며, 운영자 입장에서는 수익성을 이유로 노선이 일부 구간 에 편중³⁾되어 있어 이용자와 운영자 측면의 종합적인 개선이 시급히 필요한

김태호 : 한국도로공사 도로교통연구원 박사후연구원, traffix@hanmail.net, 직장전화:031-371-3399, 직장팩스:031-371-3319

이청원 : 경기대학교 일반대학원 도시교통공학과 석사과정, chipoya@hanmail.net

권기현 : 경기대학교 일반대학원 도시교통공학과 석사과정 maca001@hanmail.net

오승훈 : 경기대학교 도시교통공학과 교수, shoo@kyonggi.ac.kr, 직장전화:031-249-9778, 직장팩스:031-244-6300

1) - 남양주에서 강남역을 운행하는 7007번 광역버스의 경우 버스승객수요 예측을 하지 못한 상황에서 10대의 버스를 투입 운행 중임. 이러한 부족한 버스운행대수로 인하여 배차간격은 15~20분 간격으로 운행 중이어서 이용자들의 정류장 대기시간이 매우 높은 것을 알 수 있는 사례임.

- 경기도 분당에서 서울로 운행 중인 9401번 광역버스의 경우 10~15분의 배차간격으로 인해 40명 정원인 버스에 약 70명(혼잡도 약 1.8배) 수준의 승객을 탑승시켜 운행 중임.

자료 : 남양주뉴스, 2009.9.9 신문기사 / KBS 9시뉴스, 2008. 12. 10 재구성함.

2) 문제점 해결을 위해서는 지방자치단체의 협력이 중요하며, KBS 9뉴스의 Interview를 인용하면, 경기도청 대중교통과(김철규계장)에서는 경기도에서 서울로 출퇴근하는 수요는 증가하였으나 광역버스의 증가가 관계기관(서울시)협약이 안되는 관계로 어려움을 언급하였음.

서울시 버스정책담당관(양인승과장)은 경기도와 증차문제를 해결하기 위해서 협의할 계획이라고 밝히고 있어 일정 부분 문제해결이 가능할 수 있을 것으로 기대함.

자료 : KBS 9시뉴스, 2008. 12. 10 재구성함.

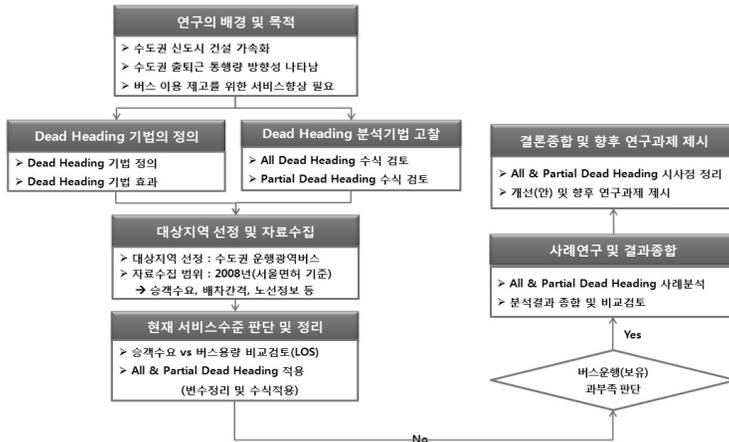
것을 알 수 있다. 향후 수도권외의 광역적 통행수요는 신도시개발로 인하여 지속적으로 증가⁴⁾할 것이어서, 수도권 광역통행 담당을 위한 광역버스 운영개선이 시급한 것을 알 수 있다. 따라서 본 연구는 이러한 수도권의 광역버스의 문제점을 해결할 수 있는 운영적 기법(역방향 논스톱(Dead Heading)기법 및 직행버스 타당성 분석)을 토대로 버스 이용자의 불편함과 운영자측면의 운영 효율성⁵⁾을 동시에 향상 시킬 수 있다.

본 연구에서는 역방향 논스톱과 직행버스 타당성 분석 모형을 활용하여 각 노선별 버스운영적측면의 개선방안을 적용하는 사례연구를 진행한다. 사례연구결과를 바탕으로 수도권의 광역버스에 대한 시사점을 제시하고자 한다.

2 연구의 내용 및 범위

다음은 사례연구를 진행하기 위한 전반적인 진행방향을 정리한 흐름도이다.

■ 사례연구의 전반적인 흐름도



주 1 : 연구의 시간적 범위는 오전 철두시(7시-9시)로 한정하며,

주 2 : 연구의 대상은 수도권(서울↔경기도, 서울면허소지)운행 광역버스로 한정함.

3) 남양주 1115-7번과 2000번의 경우 퇴계원을 동시에 경유하는 노선에 대하여 퇴계원 미경유 및 특정노선의 운행대수를 유지하면서 2개 노선으로 분리하는 계통분리 대책을 요구하고 있으나, 운수업체에서는 승객감소로 인한 수익성 악화와 퇴계원 주민들의 민원을 우려하여 불발로 끝난 전례가 있음.
자료 : 남양주뉴스, 2009.9.9 신문기사 재구성함.

4) 남양주의 경우 주변개발로 인하여 인구는 증가추세를 보이고 있으며, 남양주의 경우 약 50만명

5) 오전 철두시의 경우 중방향(주거지→도심)으로 대중교통 이용수요가 많은 반면, 경방향(도심→주거지)의 경우 대중교통 이용수요가 적은 현상이 발생함. 하지만, 실제 버스운행대수 및 배차간격은 거의 유사한 형태로 진행하여 이용자 및 운영자의 손실이 발생하는 현상.

II. Dead-heading 기법 및 선행연구 고찰

본 장에서는 Dead-heading 개념 및 종류(All, Partial)를 검토하고, Dead-heading 기법을 적용하였을 경우 발생할 수 있는 효과에 대하여 고찰하였다.

1. Dead Heading의 정의

Dead Heading이란 대중교통수단(버스)이 도심과 외곽지역을 연결하는 경우 방향별 통행량에 많은 차이가 나타날 때 용량이 적은 방향에서 승객을 태우지 않고 논스톱으로 운행함으로써 침두시간의 이용자 및 운영자의 비용을 감소시킬 수 있는 버스운영 전략 중의 한 방법⁶⁾이다.

다음 그림에서 보는 바와 같이 오전 침두시간의 경우에는 외곽(수도권)에서 도심(서울)으로 통행이 비교적 잦으므로 도심에서 외곽방향으로 논스톱 운행을 적용할 수 있고, 오후 침두시간의 경우에는 반대로 논스톱 운행을 적용하여 볼 수가 있다.



2. Dead Heading의 효과

운행하는 차량이 정해진 노선 상에서 경방향의 이용 가능한 차량을 감소시키고 중방향의 이용 가능한 차량의 용량을 증가시킴으로서 차량의 왕복 통행시간이 빨라질 수 있으며 주어진 시간동안 중방향의 운행 횟수를 늘릴 수 있다. 따라서 운영자 측면에서는 운영비용을 절감할 수 있고, 이용자 측

6) 원제무(2001), 대중교통경제론. 보성각, p202의 내용을 재구성함.

면에서는 평균 대기시간이 줄어들어 시간비용을 절약할 수 있다.

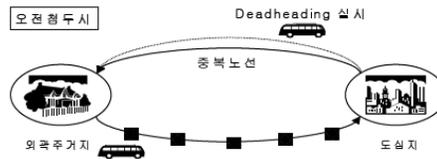
대개 이용자는 버스정류장에서 대기 비용을 줄이기 위해서 빈번한 서비스를 원한다. 반면에 운영자는 비용을 최소화하면서 서비스를 제공하는 데 관심이 있기 마련이다. 즉, 이용자 비용을 감소시키면 운영자의 비용이 증가되고 그 역도 마찬가지이다. 따라서 이 두 이익집단의 관계는 Trade-off관계에 있으므로 위에서 제시한 Dead Heading 운영전략을 이용할 때만이 양쪽 모두를 만족시킬 수가 있다.

3. Dead Heading기법의 종류

Dead heading을 실시하기 위해서는 당해 노선이 다른 노선에 의해 서비스 제공이 가능하도록 반드시 타 노선과 중복되어야 하며 노선상에서의 Dead Heading 적용 방법에 따라 All Dead Heading과 Partial Dead Heading으로 구분하여 볼 수 있다.

1) All Dead Heading

노선의 모든 차량이 경방향에 대해서 Dead heading을 실시하는 것을 말한다. 이는 경방향의 승객을 전혀 고려하지 않는 경우이므로, 경방향에 대해 다른 노선에 의한 서비스가 이루어져 있는 중첩노선에서만 적용 가능한 방법이다.



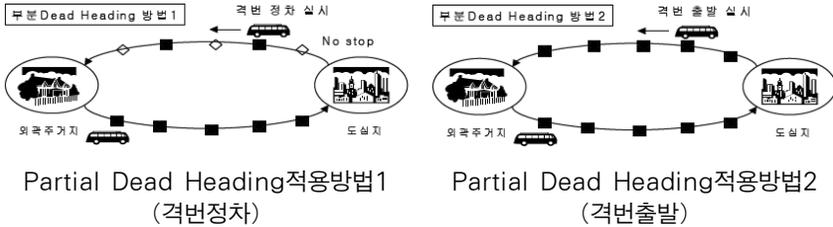
All Dead Heading 적용방법

2) Partial Dead Heading

경방향으로 몇 대의 차량은 정상서비스(모든 정류장 정차)를 하고 몇 대의 차량만 Dead heading을 적용하는 방법을 말한다. 이 방법은 경방향 노

선에 최소한의 서비스를 제공하는 방법이므로 중첩노선이 아닌 단일 노선 상에서도 적용 가능한 방법이다.

Partial Dead Heading 방법에는 정류장 격변 정차방법과 배차시간을 조정하여 Dead Heading을 격변으로 실시하는 격변출발 방법으로 나눌 수 있다.(다음 그림 참조)



III. 모형식 도출 및 자료수집

1. Dead Heading 적용을 위한 함수식도출

Dead Heading 기법을 적용할 경우 Dead Heading 시행 유무의 소요 차량수를 산정하여 효과를 비교해 볼 수 있으며, 소요차량수를 산정하는 방법은 다음과 같다.

모형식에 사용되는 변수들을 살펴보면 다음과 같다.

T_d : dead heading시 경방향의 운행시간

T_a : 중방향 노선의 운행시간

T_b : 경방향 노선의 운행시간

h_a : 중방향 배차간격

h_b : 경방향 배차간격

C : 차량당 승객 용량

Q_1 : 중방향 승객수요

Q_2 : 경방향 승객수요

중방향과 경방향의 버스배차간격은 다음과 같은 식에 의해 구할 수 있다.

$$\text{중방향 배차간격 } h_a = \frac{60 \times C}{Q_1} \qquad \text{경방향 배차간격 } h_b = \frac{60 \times C}{Q_2}$$

1) All Dead Heading의 경우

경방향에 Dead Heading을 실시하지 않을 경우 필요한 소요차량 수 (N_c)와 실시하였을 경우 소요차량 수 (N_a)의 수식은 다음과 같다.

$$N_c = \frac{T_a + T_b}{h_a} \qquad N_a = \frac{T_a + T_d}{h_a}$$

All Dead Heading을 실시하면 $N_c - N_a$ 만큼의 차량횡수를 줄일 수 있다.

2) Partial Dead Heading의 경우

경방향에서 Partial Dead Heading을 실시하는 경우에는 All Dead Heading시보다 항상 차량 1대 이상을 필요로 하게 되므로 만약 $N_a \geq N_c - 1$ 이면 Partial Dead Heading은 그 노선에서 필요한 차량 수를 줄일 수 없다.

Partial Dead Heading 노선의 차량감소효과는 일반적인 운행시간과 Dead Heading시 운행시간의 차인 $t_b - t_d$ 에 의한다. 즉 일반적인 서비스를 실시할 때의 배차시간과 운행횡수의 곱에서 Dead Heading 적용시의 배차시간과 운행 횡수를 곱한 값을 감하여 계산할 수 있다.

$$\pi = h_a \cdot N_c - h_a \cdot N_a = t_b - t_d$$

$$\gamma = \frac{h_b}{h_a}$$

여기서,

π : Partial Dead Heading 노선의 차량감소효과

γ : 중방향에 대한 경방향의 배차간격 비율

Partial Dead Heading시 소요차량대수(N_p)는 다음과 같이 산정 할 수 있다.

$$N_p(h_a, \gamma) = N_a + N_b = \frac{T_a + T_d}{h_a} + \frac{\pi}{\gamma \times h_a}$$

γ 값이 정수이면 매 γ 번째 통행은 완전한 서비스를 실시한다는 것을 의미한다. γ 값이 정수가 아닌 소수점의 형태로 산출되어지면 $g(\gamma) = (y-1)/(y)$ 의 함수를 이용하여 Partial Dead Heading 에 적용하게 된다. 이때의 y 는 소수점으로 표시된 γ 값을 정수의 비율로 표시할 수 있는 최소의 분모이다. 따라서 이러한 경우에 부분 Dead Heading 소요차량대수 N_p 산정 방법은 다음과 같이 변형되어진다.

$$N_p(h_a, \gamma) = N_a + N_b = \frac{T_a + T_d}{h_a} + \frac{\pi + g(\gamma)h_a}{\gamma \times h_a}$$

2. 사례지역 선정 및 자료수집

본 연구를 위하여 수도권(경기도↔서울)을 운행중인 노선을 선정하였으며, 이용승객수요 수집을 위해 서울시면허를 소지한 노선만을 대상으로 선정하였다.

다음은 본 연구를 위해 필요한 입력변수를 조사 정리한 결과표로, 버스대수(운행, 보유), 배차간격(평균, 최대), 승객수요(중방향, 경방향), 좌석버스 유형별 승객탑승 용량 등에 대하여 수집하였다.

노선 번호	기점	종점	회사명	버스대수 (대)		배차간격 (분)		승객수요 (인/방향/점두시)		좌석 버스 유형	정류장수 (개소/왕복)
				운행 대수	보유 대수	평균	최대	중방향 (도심)	경방향 (외곽)		
9202	남양주마석	잠실역	대원교통	10	12	23	30	292	15	고급형	87
9401	분당오리역	서울역	동성교통	38	38	7	10	1128	282	고급형	54
9403	성남분당	을지로5가	동성교통	27	29	10	11	267	67	고급형	131
9404	용인하갈	신사역	남성교통	27	28	8	12	1204	135	고급형	104

9408	분당오리역	영등포역	남성교통	23	24	11	12	456	51	고급형	108
9409	용인죽전	여의도	남성교통	13	14	20	30	577	64	고급형	78
9502	의왕고천	신세계	우신버스	27	29	8	10	972	108	고급형	87
9503	군포터미널	신사역	대원여객	8	8	31	48	342	18	고급형	113
9602	인천블로동	광화문	김포교통	15	17	13	17	433	23	고급형	99
9701	일산가좌동	서울역	선진운수	22	23	15	23	592	66	시내형	121
9703	일산대화동	서울역	제일여객	19	21	12	14	458	24	시내형	108
9706	일산대화동	서울역	동해운수	23	25	10	15	842	94	시내형	85
9707	일산가좌동	영등포역	선진운수	26	28	7	10	1112	124	시내형	71
9708	일산대화동	서울역	동해운수	13	15	12	15	476	25	시내형	107
9709	파주백금동	서울역	신성교통	19	20	16	20	435	109	시내형	118
9710	파주문산	명동입구	신성교통	16	18	13	16	426	107	시내형	130
9711	일산대화동	양재 시민의숲	신성교통	17	18	15	16	349	39	시내형	77

다음은 본 연구의 사례 노선별 주요경유지 및 노선도를 제시하였다.

노선번호	운행회사	주요경유지
9202	대원교통	차산리-남양주시청-금곡역-도농역
9401	동성교통	가스공사-E마트분당점-시범단지-서현역
9403	동성교통	서현역-아탑역-태평역-잠실역-장한평역-신설동역-동대문역
9404	남성교통	신갈오거리-보정역-오리역-가스공사-양지마을-분당구청입구-양재역-신사역
9408	남성교통	서현역-아탑역-양재역-강남역-고속터미널-흑석동-노량진
9409	남성교통	오리역-시범단지-서현역-양재역-강남역-신사역
9502	우신버스	의왕시청-호계신사거리-오뚜기식품-인덕원역-과천-사당역-이촌동-용산역-서울역
9503	대원여객	당동-군포시청-금정역-범계역-평촌단지-관양동-과천-화물터미널-양재역-신사역
9602	김포교통	여우재고개-김포시청-선수동-방화동-가양동-성산회관-연대앞
9701	선진운수	대화역-마두역-백석역-화정역-원당역-용두동-녹번역-독립문역
9703	제일여객	탄현-중산지구-고양시청-성사동-동산동-구파발역-홍제역-서울역
9706	동해운수	후곡마을-압센터-백석역-가라피-항공대-성산회관-연대앞
9707	선진운수	대화역-백석동-일산병원-능곡-당산역
9708	동해운수	대화역-일산동구청-능곡-가라피-항공대-성산회관-연대앞
9709	신성교통	금촌역-파주시청-봉일천-내유동-관산동-삼송역-구파발역-홍제역
9710	신성교통	문산역-봉암리-봉일천-내유동-관산동-삼송역-구파발역-홍제역
9711	신성교통	중산지구-일산경찰서-백석역-행신초-수색교-월드컵단지-신사역-강남역
9713	동해운수	탄현역-북일산전화국-하사관주택-고양시청-화정-능곡지구-가라피-수색-연대앞
9714	신성교통	교하-운정-대화역-마두역-행신초-가라피-연대앞

다음은 수도권남부와 북부의 대표적인 노선도의 예시를 제시한 것이다.

노선번호 : 9409(일반광역버스 Red Bus)

노선번호 : 9706(일반광역버스 Red Bus)



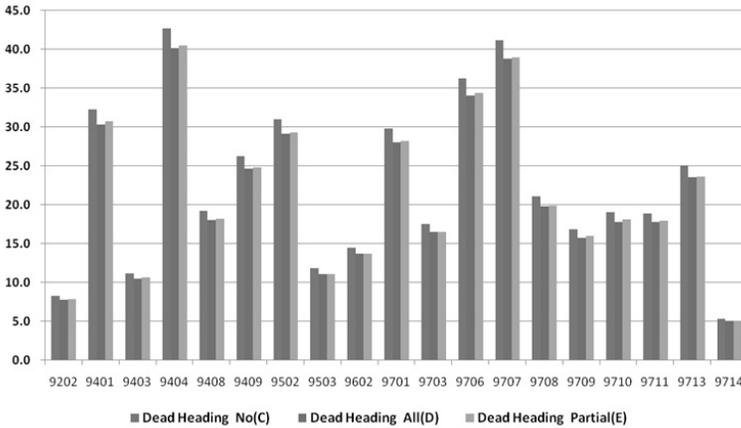
Ⅳ. 운영방안 적용을 위한 사례분석

1. Dead heading 기법을 적용한 사례분석

앞서 3.1 Dead Heading 적용을 위한 함수식과 3.2의 입력변수를 토대로 사례분석을 시행하였으며, 다음은 각 노선별 Dead Heading 소요차량대수를 산정한 결과이다.

노선 번호	차량 용량 (C, 인/대)	버스대수 (대)		최대허 용배차 간격 (Hmax, 분)	승객수요 (인/침두시)		방향별 통행시간(분)			배차간격(분)		Dead Heading 소요차량대수		
		운행	보유		중방향 (Q1)	경방향 (Q2)	중방향 (Ta)	경방향 (Tb)	All Dead heading (Td)	중방향 (Ha)	경방향 (Hb)	No (C)	All (D)	Part ial (E)
9202	80	10	12	30	292	35	82	55	47	16.4	137.1	8.3	7.8	7.9
9401	80	38	38	10	1128	282	82	55	47	4.3	17.0	32.2	30.3	30.7
9403	80	27	29	11	267	67	121	81	69	18.0	72.0	11.2	10.5	10.7
9404	80	27	28	12	1204	135	102	68	58	4.0	35.6	42.6	40.1	40.4
9408	80	23	24	12	456	51	121	81	69	10.5	94.8	19.2	18.0	18.2
9409	80	13	14	30	577	64	131	87	74	8.3	74.9	26.2	24.6	24.8
9502	80	27	29	10	972	108	92	61	52	4.9	44.4	31.0	29.1	29.3
9503	80	8	8	48	342	18	99	66	56	14.0	266.7	11.8	11.1	11.1
9602	80	15	17	17	433	23	97	64	55	11.1	210.5	14.5	13.7	13.7
9701	64	22	23	23	592	66	116	77	66	6.5	58.3	29.8	28.0	28.2
9703	64	19	21	14	458	24	88	59	50	8.4	159.2	17.5	16.5	16.5
9706	64	23	25	15	842	94	99	66	56	4.6	41.0	36.2	34.0	34.3

9707	64	26	28	10	1112	124	85	57	48	3.5	31.1	41.1	38.7	38.9
9708	64	13	15	15	476	25	102	68	58	8.1	153.3	21.1	19.8	19.9
9709	64	19	20	20	435	109	89	59	50	8.8	35.3	16.8	15.7	16.0
9710	64	16	18	16	426	107	103	68	58	9.0	36.0	19.0	17.8	18.1
9711	64	17	18	16	349	39	125	83	71	11.0	99.0	18.9	17.8	17.9
9713	64	18	19	26	498	26	116	77	66	7.7	146.4	25.0	23.5	23.6
9714	64	7	8	35	137	14	90	60	51	28.1	266.7	5.3	5.0	5.1



2 Dead heading 기법을 활용한 버스운영대수 과부족분석

4.1에서 분석한 사례결과를 토대로 Dead Heading기법을 통한 효과분석을 수행하였으며, 다음과 같다.

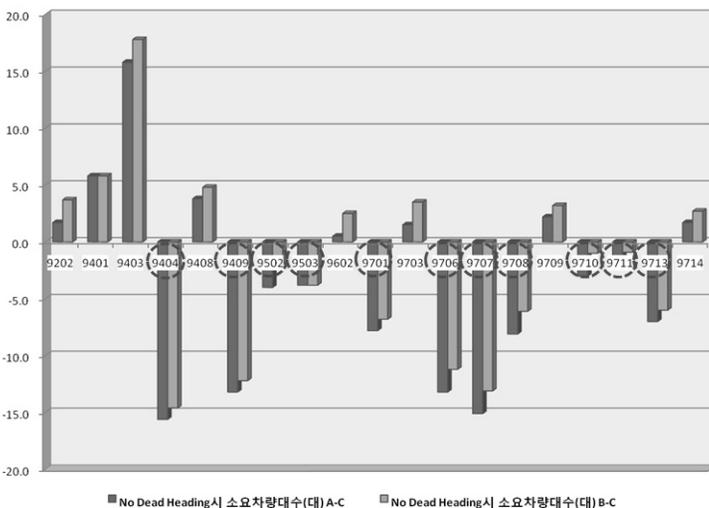
노선번호	버스대수(대)		Dead Heading 소요차량대수			No Dead Heading시 소요차량대수(대)		Dead Heading시 적용시 감소차량대수(대)	
	운행대 수(A)	보유대 수(B)	No(C)	All(D)	Partial (E)	A-C	B-C	B-D	B-E
9202	10	12	8.3	7.8	7.9	1.7	3.7	4.2	4.1
9401	38	38	32.2	30.3	30.7	5.8	5.8	7.7	7.3
9403	27	29	11.2	10.5	10.7	15.8	17.8	18.5	18.3
9404	27	28	42.6	40.1	40.4	-15.6	-14.6	-12.1	-12.4
9408	23	24	19.2	18.0	18.2	3.8	4.8	6.0	5.8
9409	13	14	26.2	24.6	24.8	-13.2	-12.2	-10.6	-10.8
9502	27	29	31.0	29.1	29.3	-4.0	-2.0	-0.1	-0.3
9503	8	8	11.8	11.1	11.1	-3.8	-3.8	-3.1	-3.1

9602	15	17	14.5	13.7	13.7	0.5	2.5	3.3	3.3
9701	22	23	29.8	28.0	28.2	-7.8	-6.8	-5.0	-5.2
9703	19	21	17.5	16.5	16.5	1.5	3.5	4.5	4.5
9706	23	25	36.2	34.0	34.3	-13.2	-11.2	-9.0	-9.3
9707	26	28	41.1	38.7	38.9	-15.1	-13.1	-10.7	-10.9
9708	13	15	21.1	19.8	19.9	-8.1	-6.1	-4.8	-4.9
9709	19	20	16.8	15.7	16.0	2.2	3.2	4.3	4.0
9710	16	18	19.0	17.8	18.1	-3.0	-1.0	0.2	-0.1
9711	17	18	18.9	17.8	17.9	-1.9	-0.9	0.2	0.1
9713	18	19	25.0	23.5	23.6	-7.0	-6.0	-4.5	-4.6
9714	7	8	5.3	5.0	5.1	1.7	2.7	3.0	2.9

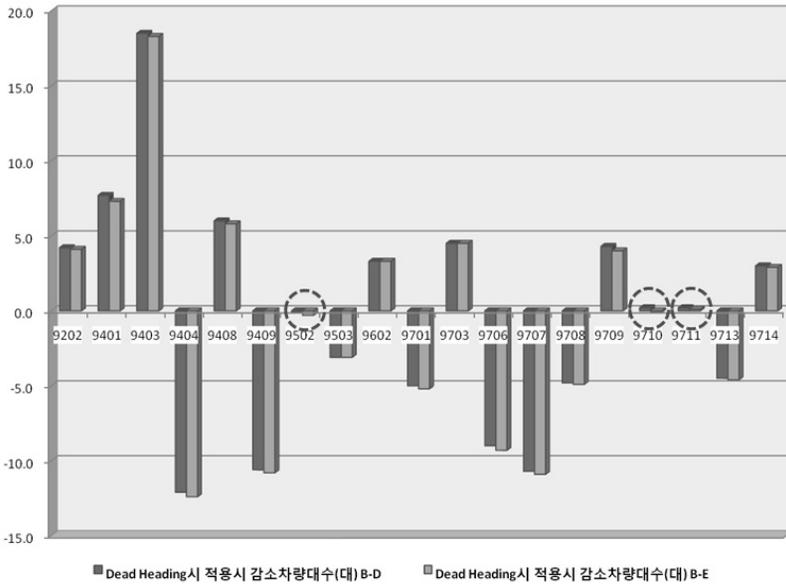
주 1 : No(C)는 현재 배차간격으로 운행하여 이용자의 서비스수준(LOS) E수준을 유지하기 위해서는 필요한 버스운행대수임.

현재 운행 및 보유대수와 서비스수준(LOS) E수준을 위해 필요한 소요 차량 대수를 비교해본 결과, 대상노선 19개 중 8개(9202, 9401, 9403, 9408, 9602, 9703, 9709, 9714)를 제외한 11개 노선이 현재 버스의 용량을 초과하여 운행되고 있는 것으로 나타나, 이용자들의 서비스 수준이 열악한 것으로 판단해 볼 수 있다.

이는 대상 노선들이 보유하고 있는 버스운행 및 보유대수를 모두 활용하더라도 부족한 부분의 버스대수를 의미한다. 이러한 노선들에 대해서는 버스보유 대수를 증가시키는 물리적 개선이 요구되어 진다하겠다.(그림)



다음으로 Dead heading을 토대로 버스 운영계획을 수립할 경우 9502, 9710, 9711에 해당하는 노선은 신규 버스를 구입하지 않아도 어느 정도 운행이 가능한 것으로 나타났다.



V. 사례연구결과종합 및 향후연구과제

지금까지 수도권(서울↔경기도, 서울면허소지)지역을 운행하는 광역버스를 대상으로 현재 이용승객수요를 처리하기 위한 최소 필요 차량대수를 산출하고, 부족부분에 대한 내용을 언급하였다. 또한, 부족한 버스대수와 중방향 승객의 원활한 수송을 위해 Dead heading 기법을 적용하여 보았다.

본 사례연구 분석결과, 검토 대상 노선 18개 중 8개(9202, 9401, 9403, 9408, 9602, 9703, 9709, 9714)를 제외한 11개 노선이 서비스수준(LOS) E수준을 유지하고 있지 못한 것으로 나타났다. 버스운행대수가 부족한 경우 차량 내부의 혼잡도가 매우 높아져 대중교통을 이용하는 승객들이 불편을 초래된다. 따라서 이에 대한 개선이 필요하다 판단된다.



〈그림 1〉 출근시 승객수요 과다로
입석승객 탑승사례(2009.7.20)



〈그림 2〉 정류장의 이용자 대기상황
(2009.7.20)

버스회사 입장에서는 대량으로 버스운행 및 보유대수를 확보하기 어려우므로, 중방향과 경방향의 수요차가 많이 나는 노선에 한해 Dead heading(All, Partial) 기법을 도입하여 버스운행의 효율성과 승객들의 혼잡도⁷⁾를 일부 완화할 수 있다고 판단된다. 분석결과, 9502, 9710, 9711에 해당하는 노선은 신규 버스를 구입하지 않아도 가능한 것으로 나타났다.

본 연구에서 검토한 결과를 바탕으로 운영자(버스회사)와 이용자(광역버스 승객)를 동시에 고려하여 버스 운영기법을 제시해 보았다.

- ① 현재 이원화로 운영 중인 광역 및 간선급행버스를 단계별로 일원화 하여 필요한 버스운영대수를 확보하고, Dead Heading 기법을 일부 변형하여 특정시간대(출퇴근시)에 한하여 격변 정류장 정차 Skip-Stop(홀수 정류장, 짝수정류장)로 운영하는 것도 가능할 것이라 판단된다.
- ② 중방향(출근시 서울방향, 퇴근시 신도시)에 보다 많은 버스를 투입하기 위하여 경방향(출근시 신도시, 퇴근시, 서울방향)에 무정차 통과를 시켜 발생하는 여유 버스를 중방향에 투입하는 역방향 Non-Stop(Full & Partial Dead Heading)이 가능할 것으로 판단된다.
- ③ Dead heading 기법을 적용할 경우 일부 서비스를 받지 못하는 정류

7) 서울특별시와 협의를 바탕으로 하는 증차에 행정적인 문제가 발생한다면, 운영기법의 다양화를 통한 개선이 필요하다고 판단되며, 대표적인 방법으로 신도시지역의 주요한 특성인 출퇴근 방향별 수요의 차이가 존재할 경우 중방향(서울), 경방향(신도시)으로 구분한 역방향논스톱(Dead Heading)을 시행할 수 있음.

장의 경우 일반(마을)버스와 적절한 연계를 토대로 ①, ② 버스운영기법 대안이 더욱 강화될 수 있을 것이다.

본 연구는 수도권을 운행하는 노선버스 전체를 대상으로 하기에는 연구기간과 인적 물적 자원투입에 한계가 있어, 이에 대한 보완이 필요하다고 판단된다.

참고문헌

1. 황연하(1987), 도시내 무정차 직행버스의 운영 및 효과분석에 관한연구, 서울대학교 석사학위논문.
2. 이승헌(1999), 버스 운행특성을 고려한 운영효율 최적화방안에 관한연구 서울대학교 석사학위논문.
3. 원제무(2001), 대중교통경제론, 보성각.
4. 서울특별시(2000), 시내버스이용자만족도설문조사, 대중교통모니터링.
5. Bruce Behncke(1984), Warren Robinson. Operating strategies for major radial bus route.
6. Xu Jun Eberlein, Nigel H.M. wilson.(1997), The real-time Dead-heading problem in transit operating control.



김태호



이청원



권기현



오승훈