

대전광역시 시내버스 노선개편 효과분석

Effects of Bus Network Reforms in Daejeon City

이 범 규

연구책임

- 이범규 / 도시기반연구실 연구위원

요약 및 정책건의

1. 연구의 배경 및 목적

- 대전시 전체 시민의 입장에서 편리하고 합리적인 노선망이 구축될 수 있도록 약 15개월의 준비기간을 거쳐 2008. 12. 30일 시내버스 노선을 전면적으로 개편함
- 시내버스 노선개편의 효과를 정확히 분석하여 효과가 좋은 부분에 대해서는 기능을 강화하고, 효과가 좋지 않은 부분에 대해서는 미흡한 부분을 찾아내고 개선방안을 강구하여 문제점을 보완할 수 있도록 하는 것이 목적임

2. 주요 연구결과

□ 시내버스 이용자 측면의 효과

- 노선 평균 굴곡도 1.62에서 1.41로 약 13.0% 감소
- 시내버스 이용자 총 통행시간 101,035시간에서 97,218시간으로 약 3.8%감소
- 배차간격은 18.1분에서 14.1분으로 4분 약 22.7% 감소 → 정류장 평균대기시간 9.05분에서 7.05분으로 약 2분 22.1% 감소
- 시내버스 정시성은 약간 개선되었으나 여전히 미흡 ← 보완필요
- 환승률은 12.8%에서 18.3%로 5.5% 증가 ← 환승증가에 따른 환승체계 개선 필요
- 좌석버스 요금 폐지에 따라 일반인 기준 32.1% 요금부담 감소 → 연간 요금부담액 약 63억원 감소, 환승할인요금 확대에 따라 연간 약 35억원 요금부담 감소
- 노선개편 후 만족도 조사 결과 불만족에 비해 만족 비율이 크게 높음

구 분	소요시간	굴곡도	배차간격	정시성	통행가능권역
만족비율(%)	38.1	49.4	32.5	39.2	42.4
불만족비율(%)	19.3	10.0	27.6	13.8	16.1

□ 시내버스 운영자 측면의 효과

- 노선 평균 운행거리가 기존 왕복 45.30(편도 22.70km)에서 왕복 40.36km(편도 20.18km)로 10.9% 단축 및 평균운행시간이 기존 편도 66.6분에서 66.0분으로 단축 → 운전기사 운전편의 도모(피곤감소) 및 안전운전 도모
- 휴게실 설치 및 개선, 화장실 교체, 냉·난방시설 설치 등 기점지 시설 개선 → 운전기사의 근무여건 향상

□ 시내버스 관리자(대전시) 측면의 효과

- 노선 평균 중복도가 6.7에서 5.9로 감소 → 노선의 효율성 증가 및 지역간 형평적 공급
- 대중교통이용객수는 일평균 실탄승객수 기준 시내버스는 7천인, 도시철도는 13천인 증가하여 총 20천인 증가

구 분	시내버스(천인)		도시철도(천인)	
	일평균실탄승객수	일평균실탄승객수	일평균실탄승객수	일평균실탄승객수
기존노선(A)	9,762	321	2,220	73
개편노선(B)	9,915	328	2,585	86
증감(B-A)	153	7	365	13

- 대중교통운영수입금은 월평균 시내버스가 186백만원 감소(좌석버스 요금 인하 원인), 도시철도가 246백만원 증가하여 총 60백만원 증가

□ 사회적 측면의 효과

- 통행시간 감소에 따라 대중교통이용객 통행시간절감편익이 연간 약 227억원 발생
- 대중교통이용객 증가에 따른 승용차 통행량 감소로 교통혼잡비용이 연간 약 67억원 감소
- 승용차 통행량 감소에 따른 일산화탄소, 질소산화물 등 대기오염감소비용이 연간 약 8억원 감소

3. 정책건의

□ 배차간격 단축 필요

- 노선개편 후 배차간격은 14.1분으로 서울 6.8분, 부산 10.8분, 대구 10.3분 등에 비해 여전히 과다
- 배차간격의 단축을 위해서는 시내버스의 통행속도를 높임으로써 운행회수를 증가시키는 방법, 차량의 공급을 늘리는 방법이 있으며, 통행속도를 높이는 것은 정시성과도 밀접한 관련이 있으므로 지속적으로 개선해 나가고, 우선적으로는 시내버스의 배차간격이 과다하게 긴 노선을 대상으로 차량의 공급이나, 지선노선을 대상으로 마을버스의 도입 검토 필요

□ 정시성 확보

- 노선체계 개편 후에도 정시성은 시민만족도 조사 등을 고려할 때 개선이 되었다 하지만 여전히 잘 지켜지지 못하고 있는 실정
- 대전시의 경우 시내버스의 평균통행속도는 높은 편이나 특정구간의 교통혼잡이 심각한 실정으로 이들 구간을 찾아내어 중앙버스전용차로 도입, 가로변 버스전용차로의 개선 및 2차로 활용, 교차로 버스우선대기공간의 확보 등 검토 필요

□ 환승체계 개선

- 시내버스 노선개편 후 환승률이 기존 12.8%에서 18.3%로 5.5% 증가함에 따라 환승체계의 중요성 부각
- 환승이용객이 많은 정류장은 환승이용객의 편의도모 차원에서 환승센터나 환승정류소를 지속적으로 설치
- 시내버스간 환승시 같은 장소에서 환승하지 못하고 도로반대방향 정류장으로 이동한다거나, 다른 정류소로 이동하는 경우가 있으므로 이러한 환승통행경로를 지속적으로 발굴하여 시내버스의 정류장의 위치, 정차위치 변경 등을 통하여 가급적 환승거리를 짧게 하고 환승에 따른 안내체계 개선 필요

- 목 차 -

제1장 연구의 개요	3
제1절 연구의 배경 및 목적	3
제2절 연구의 범위 및 방법	4
1. 시간적 범위	4
2. 공간적 범위	4
3. 내용적 범위	4
제2장 시내버스 노선체계 검토	7
제1절 기존 노선체계 검토	7
1. 노선수	7
2. 노선 운행거리	7
3. 노선 굴곡도	8
4. 노선 중복도	8
5. 노선 배차간격	9
6. 시내버스 이용객수	9
7. 도시철도 이용객수	10
8. 시내버스 요금체계	10
9. 시내버스 기점지	11
제2절 노선 개편내용 검토	12
1. 노선개편 배경 및 경위	12
2. 노선개편 목표	13
3. 노선개편 범위	13
4. 노선개편 방향	14
5. 노선개편 기준	15
6. 노선개편 내용	18

제3장 노선개편 효과분석 지표설정	31
제1절 선행연구 검토	31
1. 대중교통시책평가 시행지침	31
2. 시내버스 노선체계 평가를 위한 정량적 지표의 설정 및 적용	33
3. 서울시 버스체계개편에 따른 모니터링 연구	34
4. 시내버스 준공영제 성과분석 및 개선방안	37
5. 대중교통체계 개편 성과와 개선방안 연구	37
6. Bus Route Evaluation Standards	38
제2절 효과분석 지표 설정	39
1. 효과분석 지표 설정을 위한 기준 정립	39
2. 효과분석 지표 설정	40
제4장 노선개편 효과분석	47
제1절 시내버스 이용자 측면	47
1. 노선 굴곡도	47
2. 차내 통행시간	48
3. 배차간격 및 대기시간	49
4. 정시성	50
5. 환승률	51
6. 요금부담	52
7. 만족도	53
제2절 시내버스 운영자 측면	60
1. 운행여건(운행거리)	60
2. 기종점지 휴식여건	61
제3절 시내버스 관리자(대전시) 측면	62
1. 노선 중복도	62
2. 대중교통 이용객수	63
3. 운영수입금	65

제4절 사회적 측면	66
1. 통행시간절감편익	66
2. 교통혼잡비용	67
3. 환경비용	69
제5장 개편노선체계 보완방향	73
제1절 문제점 도출	73
1. 전체적인 문제점	73
2. 노선별 문제점	74
제2절 보완방향	76
참고문헌	79

- 표 차 례 -

[표 1] 기존 시내버스 노선현황	7
[표 2] 기존 시내버스 노선 운행거리 분포	7
[표 3] 기존 시내버스 노선 굴곡도 현황	8
[표 4] 기존 시내버스 노선 중복도 현황	8
[표 5] 기존 시내버스 노선 배차간격 현황	9
[표 6] 기존 시내버스 노선 배차간격 분포	9
[표 7] 기존(2008년) 시내버스 노선 이용객수	9
[표 8] 기존(2008년) 도시철도 이용객수	10
[표 9] 기존 시내버스 요금체계	10
[표 10] 기존 시내버스 기점지 현황	11
[표 11] 개편 노선체계 개요	18
[표 12] 개편노선 : 급행노선	21
[표 13] 개편노선 : 간선노선	21
[표 14] 개편노선 : 지선노선	22
[표 15] 개편노선 : 외곽노선	23
[표 16] 개편노선 요금체계	25
[표 17] 개편노선 시내버스 기점지 현황	26
[표 18] 대전시 시내버스 노선개편에 따른 기대효과 총괄	42
[표 19] 노선개편 전후 굴곡도 비교	47
[표 20] 노선개편 전후 이용객 차내통행시간 비교	48
[표 21] 노선개편 전후 배차간격 비교	49
[표 22] 노선개편 전후 정류장 평균 대기시간 비교	49
[표 23] 노선개편 전후 환승률 비교	51
[표 24] 노선개편 전후 요금수준 비교	52
[표 25] 개편노선 운행거리 및 운행시간	60

[표 26] 개편노선 주요 기점지 시설 개선내용	61
[표 27] 개편노선 중복도	62
[표 28] 노선개편 전후 시내버스 이용객수 비교	63
[표 29] 노선개편 전후 도시철도 이용객수 비교	64
[표 30] 노선개편 전후 대중교통 이용객수 비교	64
[표 31] 노선개편 전후 대중교통 수입금 비교	65
[표 32] 노선개편 전후 총통행비용 비교(원/일)	66
[표 33] 2007년 기준 대전시 교통혼잡비용	68
[표 34] 승용차·속도별 대기오염 비용(원/km, 2006년 기준)	69
[표 35] 노선개편 후 만족도 조사의 연령별·항목별 불만족 비율	73
[표 36] 노선개편 후 만족도 조사의 노선별 연령별·항목별 불만족 비율	74
[표 37] 도시별 시내버스 배차간격 비교	76

- 그림차례 -

[그림 1] 대전시 시내버스 노선개편 목표	13
[그림 2] 시내버스 노선 위계수준과 통행비용의 관계	15
[그림 3] 시내버스 노선 위계에 따른 기능 구분	15
[그림 4] 개편 노선체계 유형 및 노선수	18
[그림 5] 개편노선 급행 및 간선노선 체계	19
[그림 6] 개편노선 지선노선 체계	20
[그림 7] 개편 노선의 환승체계 개념도 및 환승정류소 설치지점	24
[그림 8] 환승정류소 외관	24
[그림 9] 대전시 시내버스 노선개편의 따른 효과분석 지표 설정	43
[그림 10] 개편된 211번 노선의 정시율	50
[그림 11] 노선개편후 시내버스 통행소요시간 만족도 추이	54
[그림 12] 노선개편후 노선 굴곡도 만족도 추이	55
[그림 13] 노선개편후 노선 배차간격 만족도 추이	56
[그림 14] 노선개편후 정시성 만족도 추이	57
[그림 15] 노선개편후 통행가능권역 만족도 추이	58
[그림 16] 노선개편후 종합 만족도 추이	59
[그림 17] 노선개편 전후 노선분포도 비교	62
[그림 18] 교통혼잡비용의 구성	67

제 1 장

연구의 개요

제1절 연구의 배경 및 목적

제2절 연구의 범위 및 방법

제1장 연구의 개요

제1절 연구의 배경 및 목적

- 대전시에서 시내버스는 가장 많은 시민들이 이용하고 있는 주 대중교통수단으로서의 역할을 수행하고 있음
- 그동안 대전시 시내버스 노선체계는 인구증가, 도시공간구조의 변화, 통행패턴의 변화 등 많은 여건변화가 있었으나, 시내버스가 운행되기 시작한지 56년간 체계적으로 대처하지 못하고 민원대응형 노선조정으로 대처함으로써 많은 불합리한 문제점을 발생 시킴
- 즉, 기존에 운행되던 노선에서 신규 수요가 발생시 일부 차량을 빼서 신규지역에 투입하거나, 기존의 노선을 신규지역으로 연장, 굴곡되도록 하여 장거리 굴곡노선이 발생하였고, 통행패턴과 어긋나는 노선으로 이용자의 불편을 가중시킴
- 이에 따라 대전시는 기존의 시내버스 노선망은 무시하고, 시민들의 시내버스 노선 이용상의 문제점 및 통행수요를 기초로 대전시 전체 시민의 입장에서 편리하고 합리적인 노선망이 구축될 수 있도록 약 15개월의 준비기간을 거쳐 2008. 12. 30일 시내버스 노선을 전면적으로 개편함
- 시내버스 노선개편과 병행하여, 좌석버스의 요금인하, 기종점지 시설개선, 차고지 시설개선 등의 정책을 함께 추진함
- 그리고, 시내버스 노선체계는 시내버스 이용자의 편의와 가장 큰 관련성이 있으므로 노선개편 이후에도 경유지, 배차간격, 정류장 위치 등 미세한 보완이 지속적으로 필요하다 할 수 있음
- 따라서 본 연구에서는 시내버스 노선개편의 효과를 정확히 분석하여 효과가 좋은 부분에 대해서는 기능을 강화하고, 효과가 좋지 않은 부분에 대해서는 미흡한 부분을 찾아내고 개선방안을 강구하여 문제점을 보완할 수 있도록 하는 것이 주요 목적임

제2절 연구의 범위 및 방법

1. 시간적 범위

- 본 연구의 시간적 범위는 2008년 12월 30일 노선개편 시행후 안정화에 소요되는 기간을 약 6개월로 가정하여 2009년 6~7월을 기준으로 각종 효과를 분석함

2. 공간적 범위

- 대전시 시내버스 운송업체가 운행하고 있는 대전시 관내 93개 노선을 대상으로 하되, 외곽노선은 노선개편 전후 큰 차이가 없으므로 일부 효과분석에는 외곽노선을 제외한 63개 노선을 대상으로 함

3. 내용적 범위

- 본 연구는 노선개편의 시행효과를 객관적으로 분석하고, 미흡한 부분에 대해서는 보완 방안을 강구하는 것이 주요 내용으로 전체적인 연구의 내용적 범위는 다음과 같음

▮ 기존 노선체계 및 노선개편 내용 검토

- 노선개편 이전 노선체계와 개편노선의 노선수, 연장, 배차간격 등 검토

▮ 노선개편 효과분석

- 효과분석의 대상은 일차적으로 노선체계를 대상으로 하며, 노선개편시 요금 체계, 불법주차단속체계, 기종점지 환경 등을 함께 개선하였으므로 이들 내용을 포함하여 분석
- 굴곡도, 통행시간, 정시성, 요금, 환승률 등 시내버스 이용자 측면, 대중교통 이용자, 교통혼잡비용, 대기오염비용, 운송수입금 등 관리자 및 사회적 측면, 운전 기사 운행여건, 기종점지 환경 등 운송업체 측면의 효과 분석

▮ 개편노선체계 보완 방향

- 시내버스 노선개편의 문제점 도출 및 보완방향 강구

제 2 장

시내버스 노선체계 검토

.....
제1절 기존 노선체계 검토

제2절 노선 개편내용 검토
.....

제2장 시내버스 노선체계 검토

제1절 기존 노선체계 검토

1. 노선수

- 노선개편 이전 기존의 시내버스 노선은 총 93개로 좌석형 버스가 투입되는 노선이 13개, 도시형버스가 투입되는 노선이 52개, 도시형 버스가 투입되며 외곽 벽지지역을 연결하는 순환형 노선이 28개임
- 노선별로는 좌석형 노선에 163대가 운행되며, 도시형 노선에 672대, 순환형 노선에 45대가 운행됨

[표 1] 기존 시내버스 노선현황

구 분	노선수(개)	운행대수(대)	업체수(개)	업체별 평균 보유대수
좌석형	13	163	13	74.2
도시형	52	672		
순환형	28	45		
계	93	880		

2. 노선 운행거리

- 93개 노선의 평균 운행거리는 45.3km(편도 22.7km)이며, 왕복 50km 이상 노선은 20개 노선으로 30.8%를 차지하고 있고, 왕복 40km 이상 노선은 39개로 60.0%를 차지하고 있을 정도로 장대노선이 많음(외곽 순환버스 제외)
- 이에 따라 편도운행시간은 평균 69.6분이 소요됨

[표 2] 기존 시내버스 노선 운행거리 분포

구 분	계	30km 이하	30~39km	40~49km	50~59km	60~69km	70km 이상
합 계	93	11	26	24	15	13	4
좌 석	13			1	3	7	2
도시형	52	9	17	18	5	3	
순 환	28	2	9	5	7	3	2

3. 노선 굴곡도

- 노선의 굴곡도는 기·종점을 기준으로 선형의 굴곡도 정도를 나타내는 지표로 기점지와 종점지를 최단거리로 연결할 때 1.0임

$$\text{굴곡도(거리기준)} = \frac{\text{기종점간 운행거리}}{\text{기종점간 최단거리}}$$

- 기존 시내버스 노선의 평균 굴곡도는 1.62로 높은 편이며, 굴곡도 1.5이상인 노선이 34개로 전체의 36.5%를 차지함

[표 3] 기존 시내버스 노선 굴곡도 현황

구 분	좌석형노선	도시형노선	순환형노선	평 균
굴 곡 도	1.49	1.56	1.80	1.62

4. 노선 중복도

- 노선의 중복도는 동일한 버스노선에 다른 노선이 운행되는 것을 의미하는 것으로 중복도가 1.0이라는 것은 노선의 기점에서부터 종점까지 전체 구간에서 노선을 공유하는 다른 노선이 하나도 없다는 것을 의미함

$$\text{중복도} = \frac{\text{중복되는 노선의 총연장}}{\text{노선 } n\text{번의 연장}}$$

- 기존 시내버스 노선의 평균 중복도는 6.7로 서울시(9.6) 등에 비해 중복도가 높지는 않으나, 일부 도로에서 중복도가 높은 것으로 나타남

[표 4] 기존 시내버스 노선 중복도 현황

구 분	좌석형노선	도시형노선	순환형노선	평 균
중 복 도	6.4	7.4	6.4	6.7

5. 노선 배차간격

- 시내버스 93개 노선의 평균 배차간격은 42.5분이며, 외곽 순환버스를 제외한 노선의 평균 배차간격은 18.1분임(노선별 운행대수를 고려하지 않고 산술평균한 값임)
- 노선별로는 좌석형 노선이 17.3분, 도시형 노선이 18.8분, 순환형 노선이 91.3분으로 특히 순환형 노선의 배차간격이 매우 김

[표 5] 기존 시내버스 노선 배차간격 현황

구 분	좌석형노선	도시형노선	순환형노선	평 균
배차간격(분)	17.3	18.8	91.3	18.1 (순환포함 42.5)

[표 6] 기존 시내버스 노선 배차간격 분포

구 분	계	10분 이하	11~15분	16~20분	21~25분	26~30분	30분 초과
합 계	93	18	19	17	3	2	34
좌 석	13		5	8			
도시형	52	18	14	9	3	2	6
순 환	28						28

6. 시내버스 이용객수

- 기존의 2008년 2월~7월 6개월간의 시내버스 일평균 총이용객은 369천인/일(환승포함), 실이용객은 321천인/일(환승제외)임
 - ▮ 환승률(환승객수/총이용객수)은 12.8%로 분석됨

[표 7] 기존(2008년) 시내버스 노선 이용객수

구 분	2월	3월	4월	5월	6월	7월	평균
일평균 총승객수(천인)	306	384	391	390	376	365	369
일평균 실탑승객수(천인)	270	335	340	340	327	318	321

7. 도시철도 이용객수

- 2008년 2월~7월 도시철도 1호선 이용객은 월평균 2,426천인/월, 일평균 80천인/일으로 나타남

[표 8] 기존(2008년) 도시철도 이용객수

구 분	2월	3월	4월	5월	6월	7월	평 균
월승객수(인)	2,093,068	2,523,432	2,469,326	2,581,513	2,431,531	2,462,412	2,426,880
일승객수(인)	72,175	81,401	82,311	83,275	81,051	79,433	79,941

8. 시내버스 요금체계

- 시내버스 요금은 거리비례제가 아닌 단일 요금제를 적용하고 있음
- 2004년부터 교통카드를 기준(이전은 현금기준)으로 정하고 있으며, 현금으로 승차시에는 할증요금을 적용하고 있음
 - ▮ 현금을 기준으로 일반인의 경우 도시형 버스는 1,000원, 좌석형 버스는 1,500원을 적용하고 있음

[표 9] 기존 시내버스 요금체계

구 분	도 시 형			좌석버스		
	일반	중고생	초등생	일반	중고생	초등생
교통카드(원)	950	650	300	1,400	1,100	700
현 금(원)	1,000	700	300	1,500	1,500	1,500

- 2008년 교통카드 이용률은 66.2%이며, 기타 현금이 32.3%, 승차권 이용이 1.5%를 차지하고 있음
- 한편, 무료환승은 시내버스를 탄 시간을 기준으로 1시간 이내에 1회에 대하여 적용하고 있음

9. 시내버스 기점지

- 기존 시내버스 노선의 기점지는 총 18개소로 기점지의 편의시설 부족, CNG 충전소 부족 등이 주요 문제가 됨
- 또한 기점지가 대부분 외곽에 위치해 있고, 도심 내에는 확보되어 있지 않아 대부분의 노선이 수요가 없음에도 불구하고 외곽까지 나가야 하는 문제가 있음

[표 10] 기존 시내버스 기점지 현황

구분	기점지명	노선수	운행 대수	시 설 현 황			면적 (㎡)	포장 유무	임대 현황	비 고
				화장실	휴게실	승강장				
계	18	93	880	18	13	12	55,373			
1	대전대	10	50	1		1	1,322	포장	무료	
2	안산동	4	54	1		1	2,843	포장	임대	CNG충전소 (이동식)
3	충대농대	6	81	1	1	1	4,959	포장	무료	
4	원내차고지	7	92	1	1 (자체)	1	19,888	포장	임대	CNG충전소 (고정식)
5	서부터미널	14	38	1(자체)	1(자체)			포장	도로	
6	구도동	6	44	1	1	1	2,430	비포장	임대	CNG충전소 (고정식)
7	옥천	1	13	1	1		공영 주차장	포장	〃	
8	비래동	7	85	1			1,110	비포장	〃	
9	동물원	4	43	1	1	1	1,322	포장	무료	
10	대한통운	7	88	1	1	1	924	포장	임대	CNG충전소 (이동식)
11	봉산동	7	54	1	1(자체)	1	6,362	포장	〃	CNG충전소 (고정식)
12	탑립동	3	42	1	1	1	7,004	비포장	〃	CNG충전소 (이동식)
13	수통골	3	38	1	1	1	980	포장	〃	
14	와동	3	32	1	1	1	496	포장	도로	
15	동신고	3	32	1(자체)	1(자체)		2,479	비포장	임대	CNG충전소 (이동식)
16	목원대	2	33	1(간이)		1	1,983	포장	무료	
17	자운동	5	61	1(간이)	1		1,271	포장	임대	
18	동학사	-	-	1			주차장	포장	임대	

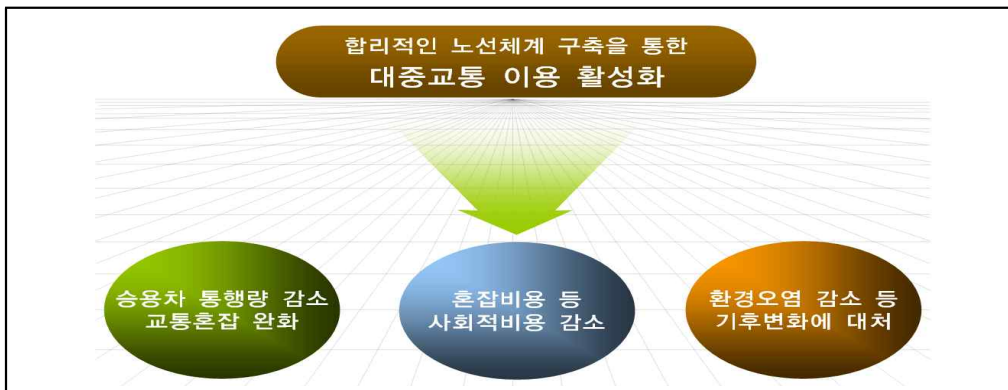
제2절 노선 개편내용 검토

1. 노선개편 배경 및 경위

- 시내버스는 가장 많은 시민들이 이용하고 있는 대전시의 주 대중교통수단으로써 서비스 개선이 시급히 요구되었음
 - ▮ 시내버스를 이용함에 있어 불편사항은 여러 요인이 있으나, 그 중에서도 노선의 굴곡, 배차간격 등 노선체계와 관련된 부분이 가장 많음
- 기존 대전시 시내버스 노선체계는 인구증가, 도시공간구조의 변화, 통행패턴의 변화 등 많은 변화가 있었으나, 체계적으로 대처하지 못하고 민원대응형 노선조정으로 대처함
 - ▮ 대전시 인구는 1990년 106만명에서 2008년 현재 149만명으로 약 40% 증가함
 - ▮ 1990년 동구, 중구, 대덕구 위주로 발달된 시가화 지역은 둔산지구, 관저지구, 노은지구, 가오지구, 테크노밸리 등 신규 택지개발로 인해 서구, 유성구의 시가화 지역이 크게 증가함에 따라 도시공간구조가 다핵화됨
 - ▮ 이러한 인구 및 도시공간구조의 변화로 통행패턴이 크게 변화였으며, 1990년 9만대 수준이던 자동차수는 2008년 현재 58만대 수준으로 급격히 증가하였고, 도시철도 1호선의 개통으로 교통수단 이용패턴도 크게 변화됨
- 이로 인해 기존에 운행되던 노선에서 신규 수요가 발생시 일부 차량을 빼서 신규지역에 투입하거나, 기존의 노선을 신규지역으로 연장, 굴곡되도록 하여 장거리 굴곡 노선이 발생하였고, 통행패턴과 어긋나는 노선으로 이용자의 불편을 가중시킴
- 또한 시내버스 준공영제의 시행으로 재정부담이 증가하여 버스의 추가확충이 어려운 상황이었음
- 이러한 배경하에 시내버스 노선 이용상의 문제점 및 통행수요를 기초로 대전시 전체 시민의 입장에서 편리하고 합리적인 노선망 구축될 수 있도록 약 15개월의 준비기간을 거쳐 2008. 12. 30일 시내버스 노선을 전면적으로 개편함

2. 노선개편 목표

- 시내버스 노선의 효율성 확보를 통하여 전체시민의 편의가 최대화되는 노선체계를 구축함으로써 시내버스 이용을 활성화시키는 것을 목표로 삼음
- 합리적인 노선체계 구축을 통해 대중교통 이용객을 증가시키는 것이라 할 수 있으며, 간접적으로 승용차 이용자를 줄여 교통 혼잡을 완화하고, 교통혼잡비용과 같은 사회적 비용을 줄이며, 대기오염배출량을 감소시켜 기후변화에 대처하는데 있음



[그림 1] 대전시 시내버스 노선개편 목표

3. 노선개편 범위

- 대전시의 경우 기존에도 도시철도의 개통 등 여건이 변화되는 경우 노선개편을 추진한 적이 있으나, 부분조정 내지 민원에 의하여 전면개편에 착수한 적이 없어 불합리한 점이 많이 노출되고 있기 때문에 이용자의 혼란을 감수하더라도 전면적으로 동시에 개편하는 것으로 방향을 설정함
 - ▮ 부분개편 : 버스노선의 일부분을 조정하는 방안으로 혼란을 최소화할 수 있는 장점이 있으나, 노선체계의 전반적인 문제점 해결이 곤란
 - ▮ 전면개편 : 버스통행수요를 기초로 합리적인 노선망을 구축할 수 있는 장점이 있으나, 이용자와 운영자의 혼란을 초래
 - ▮ 단계적개편 : 전면개편을 최적안으로 도출하되, 노선개편 시행은 이용자의 혼란을 감소시키기 위하여 지역적 또는 노선별로 시행하는 방안

4. 노선개편 방향

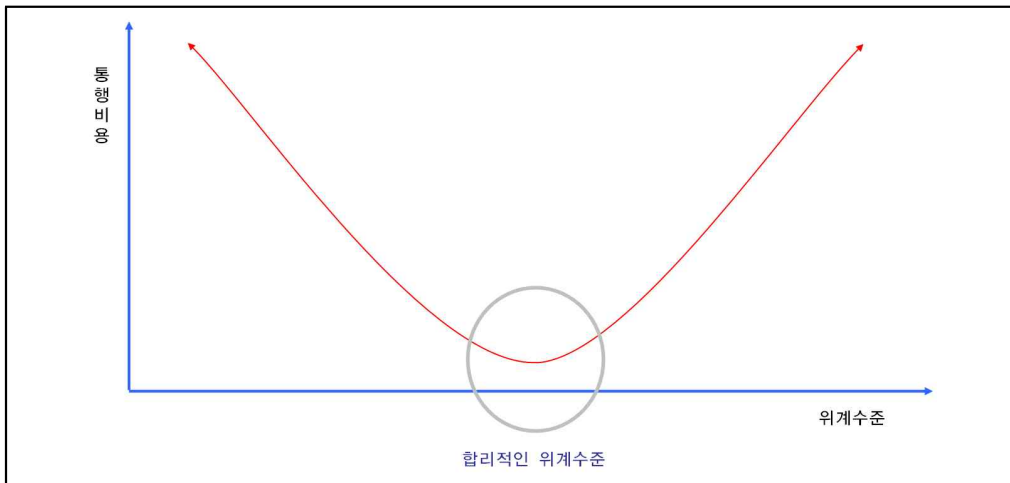
- 다양한 서비스 제공
 - ▮ 서비스의 범위, 노선의 속도 등 승객의 다양한 요구에 부응할 수 있도록 간선-지선 체계로 개편함(급행버스, 간선버스, 지선버스 등 기능 구분 및 차별화)
- 운행의 효율성·형평성 제고
 - ▮ 시내버스 노선 공급에 비하여 수요가 많지 않거나, 지나치게 중복되어 있는 노선 그리고 도시철도와 경합률이 높은 노선의 공급을 축소하고, 수요는 많으나 노선 공급이 적은 지역 또는 지나치게 공급이 적은 지역에 서비스를 확대함
- 차내통행시간 감소
 - ▮ 출발지에서 목적지까지 통행시간을 감소시킬 수 있도록 노선 굴곡도를 감소시킴(노선 평균 굴곡도가 1.62로 서울 1.26 등에 비해 높아 이용객 통행시간 과다 소요)
- 차외대기시간의 단축
 - ▮ 버스를 타기 위해 접근하는 시간과 정류소에서 대기하는 시간을 감소시킬 수 있도록, 노선의 접근성을 높이고(서비스 범위 확대), 배차간격을 단축함(평균 배차간격은 18.1분으로 서울 6.8분, 부산 10.8분 등에 비해 길어 대기시간 과다 소요)
- 시내버스 정시성 확보
 - ▮ 운행노선이 긴 경우 시내버스 정시성에 많은 영향을 미치므로 노선의 운행거리를 가급적 짧게 유지
- 환승의 최소화
 - ▮ 대전시 시내버스 이용객의 경우 환승에 익숙하지 않으므로 가급적 환승 최소화
- 편리한 지원체계 구축
 - ▮ 요금체계, 환승체계, 시내버스 색상, 번호체계 등 시내버스 이용편의 도모

5. 노선개편 기준

1) 위계수준

- 간선-지선 체계의 위계수준은 이용자의 통행비용이 최소화되는 수준에서 결정

▮ 기존 위계가 없는 노선망(좌석, 도시형, 순환으로 구분)을 간선-지선체계로 위계를 부여하여 운행하도록 설정하되, 대전시 시내버스 이용객의 경우 환승에 익숙하지 않은 실정으로 환승을 최소화하는 범위내에서 간선-지선체계로 개편



[그림 2] 시내버스 노선 위계수준과 통행비용의 관계



[그림 3] 시내버스 노선 위계에 따른 기능 구분

2) 노선연장

- 노선이 연장이 길어지게 되면 버스차량이 연착되거나 또는 몰려다니는 현상을 초래할 확률이 높아지며, 수요가 없는 구간에서는 공차거리를 증가 시키고, 수요가 많은 구간에서는 충분한 공급이 어려워 노선의 효율성을 저하시킴
- 대전시의 경우 1인당 평균통행거리가 짧고, 시가화 면적이 직경 15km 내외에 있으므로 환승을 고려하여 가급적 짧게 유지
 - ▮ 간선노선은 시계외에서 도심 또는 주요 생활권을 연결하는 장거리 노선이므로 가급적 편도 15km를 넘지 않도록 설정
 - ▮ 지선노선은 도시철도를 연계하고, 생활권내 또는 인접 생활권을 연결하는 노선으로 가급적 편도 10km를 넘지 않도록 설정

3) 접근성(정류소 접근거리)

- 정류소까지의 접근시간(출발지에서 정류장까지 도착시간이 6.9분으로 전체의 14.2%, 하차한 정류장에서 목적지까지 도착시간이 7.3분으로 전체의 15.0% 차지)이 전체 통행시간 중 29.2%를 차지하고 있는 것으로 분석됨
- 정류소 까지의 접근시간이 과다하게 소요되고 있는 실정으로 정류소 접근거리는 가급적 500m를 넘지 않도록 설정함

4) 노선 굴곡도

- 간선노선의 경우 가급적 노선의 직선화를 유지하고, 지선노선의 경우 일부 굴곡을 허용토록 함
- 전체적으로 노선 굴곡도는 1.4이하가 될 수 있도록 설정
 - ▮ 노선의 중간부에서는 노선의 굴곡을 배제하되, 기종점부에서는 승객이 많지 않으므로 이용객의 편의를 고려하여 굴곡을 허용토록 함

5) 노선 중복도

- 도시철도와의 중복은 가급적 최소화하고, 도시철도 역사와는 최대한 연계될 수 있도록 설정함
- 전체적으로 노선 중복도는 6.0 이하가 될 수 있도록 설정
- 시내버스 노선간 중복은 통행수요를 고려하되, 중복을 최소화하고, 기능별로 상호 보완될 수 있도록 설정함

6) 노선이용 형평성

- 노선망 설계시 기본적으로는 통행수요를 기초로 노선망을 공급하되, 수요가 적더라도 형평성 차원에서 최소한의 서비스를 공급함

7) 환승회수 및 여건

- 환승은 대전시 시내버스 이용객의 통행패턴을 고려하여 가급적 최대 2회를 넘지 않도록 설정함
- 환승률은 가급적 20% 이상 초과되지 않도록 설정(기존 12.8%)
- 환승거리 최소화를 위하여 교차로 환승보다는 도로구간(mid-block)에서 환승활동이 이루어질 수 있도록 설정함
 - ▮ 교차로 환승의 경우 이용자의 환승거리가 길어지고, 횡단보도 신호로 인하여 환승 시간이 증가되어 이용자의 불편이 크므로 가급적 도로구간 환승을 유도하여 내린 지점에서 바로 다음 수단으로 환승할 수 있도록 함

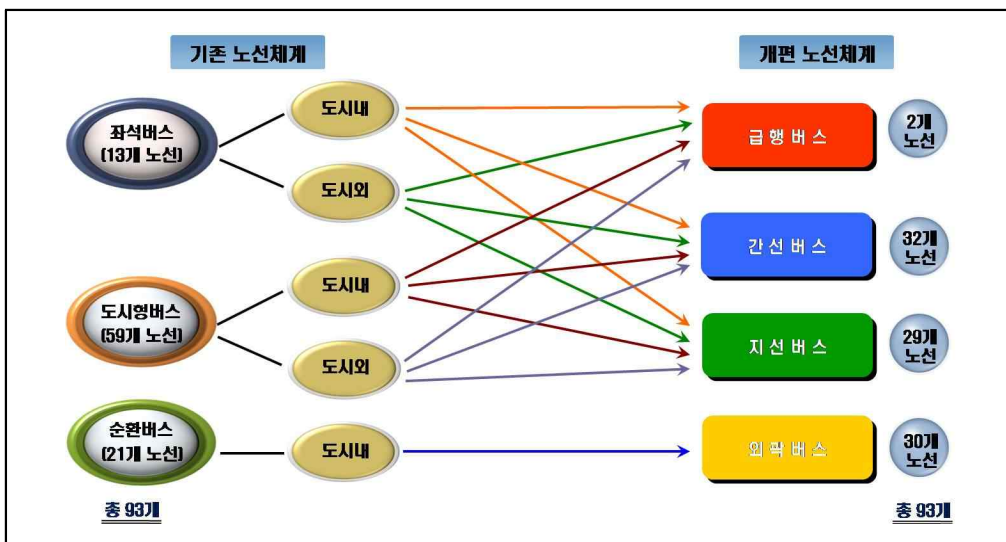
6. 노선개편 내용

1) 노선체계 전면개편

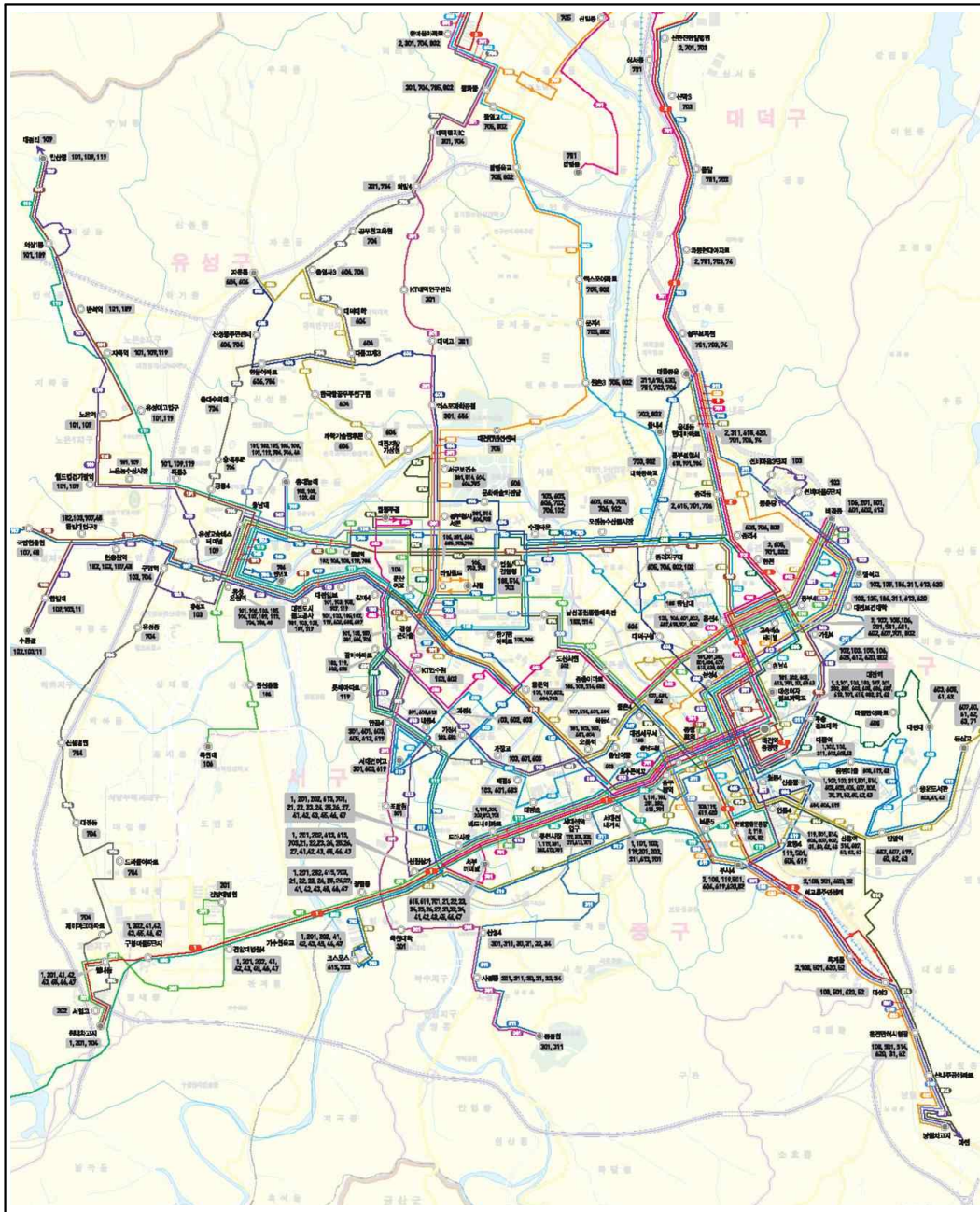
- 기존의 위계가 없는 시내버스 노선망에 위계를 부여하여 급행버스, 간선버스, 지선버스, 외곽버스로 서비스 차별화
- 노선수는 급행버스 2개, 간선버스 32개, 지선버스 29개, 외곽버스 30개 총 93개로 기존 노선체계의 노선수와 동일함
- 시내버스 운행대수는 급행버스 45대, 간선버스 491대, 지선버스 328대 등 총 914대로 기존의 880대 보다 34대 추가 운행함

[표 11] 개편 노선체계 개요

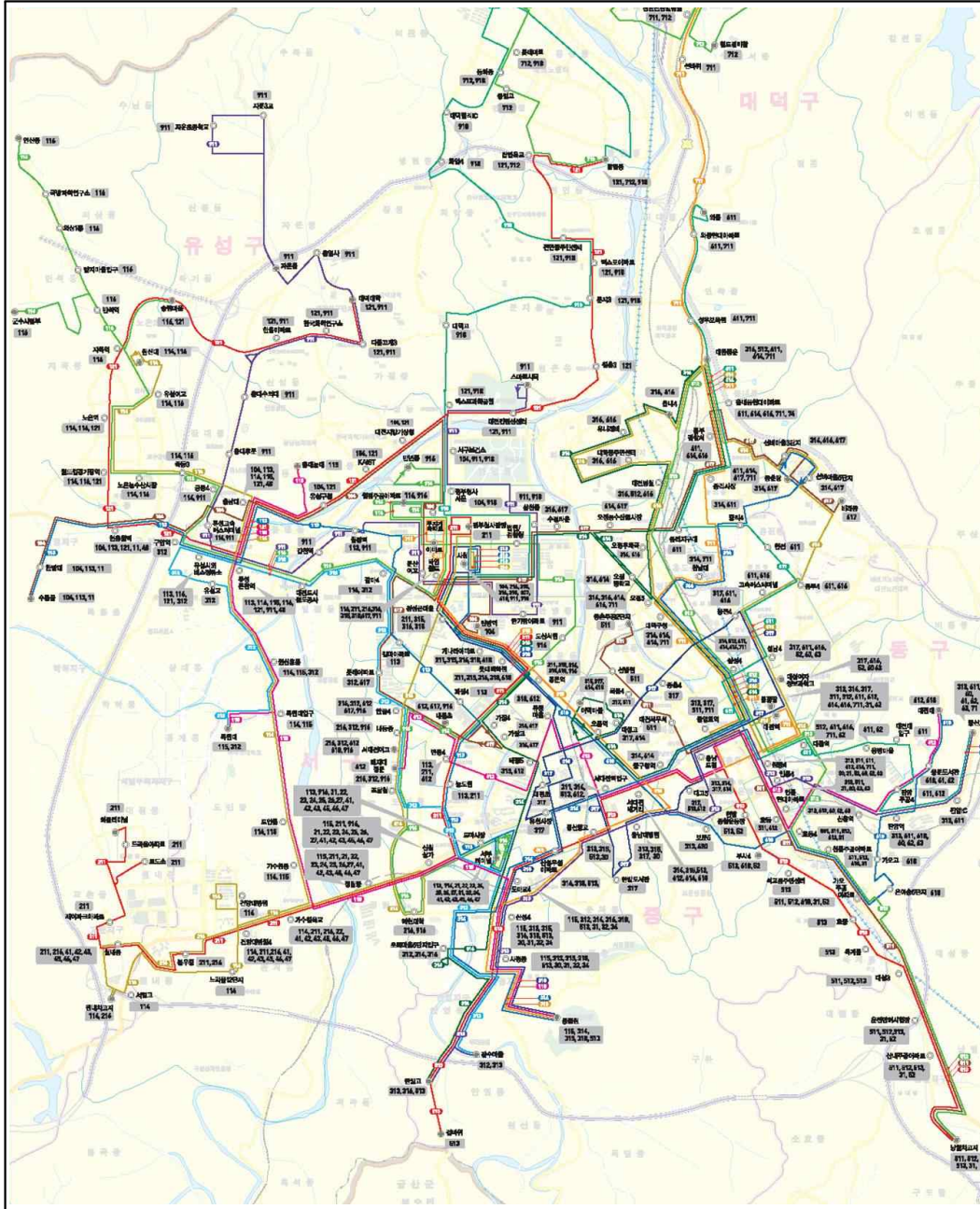
구 분	노 선 수(개)	소요대수(대)	비 고
급 행 버 스	2	45	
간 선 버 스	32	491	
지 선 버 스	29	328	
외 곽 버 스	30	50	
합계	93	914	



[그림 4] 개편 노선체계 유형 및 노선수



[그림 5] 개편노선 급행 및 간선노선 체계



[그림 6] 개편노선 지선노선 체계

[표 12] 개편노선 : 급행노선

노선번호	기점	종점	배차간격	운행거리	운행시간	운행대수
1	원내차고지	신안동	6	14.19	50	20
2	봉산동	옥계동	8	29.18	60	25

[표 13] 개편노선 : 간선노선

노선번호	기점	종점	배차간격	운행거리	운행시간	운행대수
101	안산동	대성여자정보과학고	13	21.78	75	15
102	수통골	대전역동광장	11	21.28	75	20
103	수통골	동춘당	14	24.87	85	16
105	충대농대	삼호아파트	8	17.68	65	22
106	목원대	비래동	11	19.89	75	17
107	대전역동광장	동학사	17	20.90	65	10
108	충대농대	낭월차고지	11	21.93	80	19
109	충대농대	대평리	19	20.59	60	8
201	원내차고지	비래동	8	20.01	75	25
202	대전역동광장	신도안아파트	13	29.28	80	15
301	봉산동	동물원	10	23.11	75	20
501	비래동	마전	12	27.40	70	16
601	비래동	갈마아파트	14	10.34	40	8
602	비래동	월평주공아파트	14	12.94	55	11
603	대전대	서대전여고	11	17.15	65	17
604	자운동	신흥동	12	19.84	75	15
605	대전대	갈마아파트	14	19.97	70	13
606	자운동	신흥동	22	19.25	70	8
607	옥천	대전IC	12	25.83	65	11
701	탑립동	서부터미널	13	28.48	80	16
703	신탄진	코스모스아파트	14	25.09	90	16
704	원내차고지	보훈병원	17	30.94	80	12
705	신탄진	대전역동광장	15	29.07	95	15
706	목원대	대한통운	13	19.31	70	14
802	봉산동	문창동	17	22.85	80	12
119	안산동	효동4	14	24.37	80	14
311	대한통운	동물원	7	20.41	80	30
514	낭월차고지	만년동	14	22.63	75	14
613	비래동	갈마아파트	8	15.34	65	20
615	대한통운	코스모스아파트	11	15.32	65	15
619	동신고	서대전여고	13	16.83	65	14
620	낭월차고지	대한통운	14	19.39	80	13

[표 14] 개편노선 : 지선노선

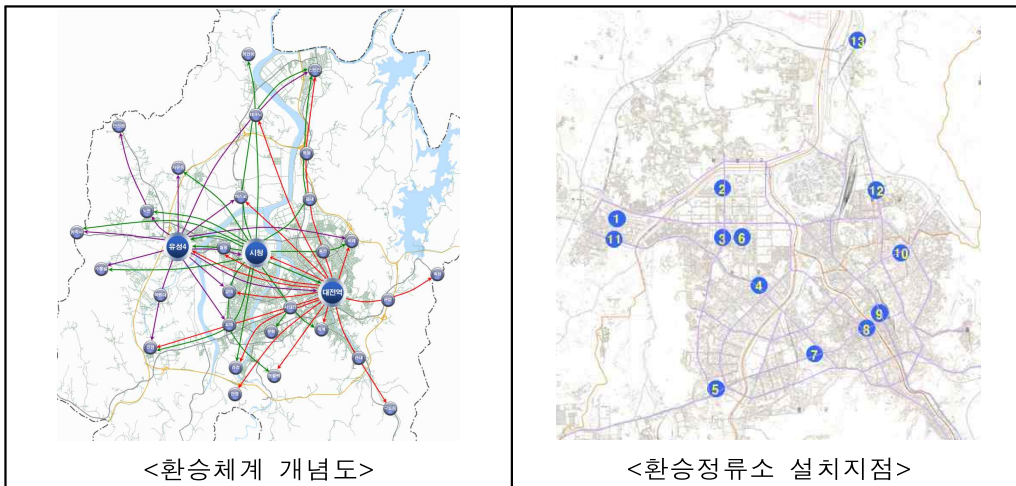
노선번호	기점	종점	배차간격	운행거리	운행시간	운행대수
104	수통골	탄방역	13	16.08	60	12
113	수통골	서부터미널	12	16.52	55	12
114	원내차고지	침신대	19	18.86	65	9
115	동물원	충대농대	19	18.14	55	8
116	안산동	월평주공APT	25	23.72	80	8
121	탑립동	대덕대학	21	23.39	65	8
211	화물터미널	정부청사광장	10	20.58	75	18
216	원내차고지	시청	13	18.30	60	12
312	목원대	장수마을	14	19.01	75	13
313	동신고	뿌리공원	12	15.99	60	13
314	동물원	동춘당	15	17.05	65	12
315	동물원	향촌아파트	13	13.27	50	10
316	대한통운	한빛고	16	24.89	85	13
317	대전역동광장	대전역동광장	19	16.68	60	8
318	동물원	대덕대학	15	16.50	60	11
511	낭월차고지	중춘주공2단지	10	13.69	55	14
512	낭월차고지	대한통운	16	17.94	60	10
513	낭월차고지	한빛고(검바위)	19	19.01	65	8
611	동신고	와동	12	19.00	70	14
612	대전대	배재대	15	17.40	65	12
614	대한통운	어덕마을	17	14.50	60	10
616	대전역동광장	대전역동광장	14	21.73	80	14
617	비래동	내동초	13	16.56	65	13
618	대전대	시청	20	22.87	60	8
711	신탄진	대전역동광장	12	20.90	75	16
712	탑립동	철도공작창	25	17.38	60	6
911	자운동	스마트시티	14	24.27	80	14
916	서부터미널	만년동	15	17.60	75	12
918	탑립동	시청	18	22.84	70	10

[표 15] 개편노선 : 외곽노선

노선번호	기점	종점	배차간격	운행거리	운행시간	운행대수
11	수통골	용계동	120	9.91	50	1
21	서부터미널	벌곡중	55	24.95	60	3
22	서부터미널	장안동	70	18.37	60	2
23	서부터미널	원정동	80	16.33	50	2
24	서부터미널	우명동	60	19.21	60	2
25	서부터미널	봉곡동	50	15.02	50	2
26	서부터미널	평촌동	65	15.99	50	2
27	서부터미널	흑석동	110	11.04	50	1
30	낭월차고지	한방병원(대전역)	100	30.21	80	2
31	서부터미널	원동4	120	26.48	100	1
32	서부터미널	백암리	110	18.06	40	1
33	낭월차고지	구완동	180	21.52	70	1
34	서부터미널	진산	35	25.05	55	4
41	서부터미널	성북동	75	14.69	60	2
42	서부터미널	세동	60	20.07	60	2
43	서부터미널	입암리	120	17.48	50	1
45	서부터미널	도곡리	130	24.77	60	1
46	서부터미널	송정동	50	24.28	45	3
47	서부터미널	농소리	130	19.19	60	1
48	충대농대	금암동	85	23.39	75	2
52	대전역동광장	하소릉골	160	18.85	65	1
60	대전역동광장	직동	80	22.49	70	2
61	대전대	냉천,천개동	120	18.68	35	1
62	대전대	방아실	150	23.79	60	1
63	대전역동광장	회남리	70	25.88	90	3
71	동신고	용호동	140	27.11	60	1
72	달전리	대청댐	120	19.06	50	1
73	금탄동	대청댐	130	19.97	50	1
74	대한통운	장동2구	40	11.64	50	2
75	신탄진(보훈병원)	대평리	150	21.48	55	1

2) 환승체계 개선

- 대전역, 시청, 유성을 주요 환승지점으로 설정하고, 장기적으로 환승센터 건설
- 환승센터는 건설에 다소 많은 시간이 소요되므로, 우선적으로 환승 이용객이 많은 13개소에 20개 환승정류소 설치
 - ▮ 기존의 유개승강장 보다 확장된 대형유개승강장을 설치하고, 편의시설 확충 및 BIS, 안내도를 이용하여 자세한 환승정보 제공



[그림 7] 개편 노선의 환승체계 개념도 및 환승정류소 설치지점



[그림 8] 환승정류소 외관

3) 요금체계 변경

- 기본 요금체계는 기존과 같이 단일요금제를 적용하며, 도시형 버스에 비해 50% 높게 적용받던 좌석버스 요금은 도시형버스와 서비스 측면에서 차별성이 없어 노선개편 시행과 동시에 폐지토록 함
 - ▮ 노선의 거리 또한 도시형버스와 큰 차별성이 없어 승객의 좌석버스 회피현상이 나타남
 - ▮ 좌석버스보다 서비스가 월등히 좋은 도시철도의 경우에도 도시형버스와 같은 요금을 받고 있어 불합리한 점이 있음

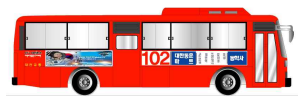
[표 16] 개편노선 요금체계

구 분	모든 버스		
	일반	중고생	초등생
교통카드(원)	950	650	300
현 금(원)	1,000	700	300

- 무료환승은 기존의 경우 시내버스를 탄 시간을 기준으로 1시간 이내에 1회에 대하여 적용하였으나, 하차단말기를 설치하여 내린 시간을 기준으로 적용
 - ▮ 배차간격 15분 이내 : 내린시간을 기준으로 30분 이내에 3번까지 적용
 - ▮ 배차간격 15분 초과 : 내린시간을 기준으로 60분 이내에 3번까지 적용

4) 시내버스 색상개선

- 시내버스의 기능별 차별화를 위하여 기존 한 가지 색상으로 되어있는 것을 차량의 특성별로 색상 개선



금행버스



간선버스



지선버스

5) 시내버스 기점지 확충 및 개선

- 기점지는 시내버스가 운행스케줄을 맞추기 위해서 대기하고, 운전기사의 휴식, 식사 활동에 필요한 시설로서 기존의 경우 대부분 외곽에 위치해 있어, 노선의 수요가 없음에도 외곽까지 가야 하는 등 비효율성을 초래
- 대전역, 신탄진 등 도심 및 부도심에 2개 기점지를 신설하고, 휴게실 냉난방 등 시설 개선, 화장실 교체, 부지 아스콘 포장 등 개선

[표 17] 개편노선 시내버스 기점지 현황

연번	기점지명	노선수	운행 대수	시 설 현 황			소유주	면적 (㎡)	비 고
				화장실	휴게실	정류소			
계	19	109	914	21	13	12		60,951	
1	대 전 대	6	52	1(간이)		1	대전대	1,322	
2	안 산 동	4	37	1	1	1	개인	2,843	
3	충대농대	4	51	1	1	1	충남대	4,959	
4	원내차고지	8	78	1	1(자체)	1	대전시	19,888	
5	낭월차고지	7	62	1	1(자체)		대전시		
6	서부터미널	19	42	1(자체)	1(자체)		대전시		하상
7	옥 천	1	11	1	1 (터미널)		옥천군청	공영 주차장	
8	비 래 동	6	68	1(간이)			개인 한국도로공사	1,110	
9	동 물 원	9	41	1(간이)		1	도시개발공사	1,322	
10	대한통운	5	70	1(간이)		1	대한통운	924	
11	봉 산 동	5	59	1	1	1	대전시	6,362	
12	탑 립 동	4	40	1	1	1	개인	7,004	
13	수 통 골	5	61	1	1	1	(국)경찰청	980	
14	동 신 고	4	42	1	1	1	개인	2,256	
15	목 원 대	3	44	1(간이)		1	목원대	1,983	
16	자 운 동	3	37	1	1		개인	1,271	
17	화물터미널	1	18	1			대전시		
18	대 전 역	8	53	2	1	1	한국철도공사 (합)금성	6,741	신설
19	신 탄 진	7	48	1	1		한국도로공사 한국철도시설공단	1,986	신설
20	동 학 사			1			동학사	주차장	

6) 버스전용정차구간 설치

- 시내버스의 승하차 활동을 위해 시내버스 정차구간이 마련되어 있으나, 일반차량의 불법주정차 행위로 버스의 정차활동을 방해하고 있어 이용자의 불편 및 안전성의 지장을 초래하고 있으므로 경각심을 부여하기 위하여 1,000개소에 버스전용정차 구간 설치

7) 버스차량 탑재형 불법주정차 단속시스템 설치

- 시내버스가 운행하는 도로의 불법주정차는 CCTV 및 인력동원으로 단속되고 있으나, 전체 구간을 단속하는데 한계가 있음
- 또한 고정식 단속시스템의 문제를 해결하기 위하여 단속카메라를 버스에 장착하고, 운행하면서 불법주정차 차량을 단속하고, 단속된 정보는 실시간 센터로 전송되어 과태료 부과되는 단속시스템을 10대 차량에 설치(일명 EEB, Eagle Eye Bus)

8) 차량 LED 행선지판 설치

- 기존 종이형 차량 행선지판의 경우 야간 및 날씨가 흐린 경우 시인성이 감소하여 이용자의 불편 초래
- 야간 시인성이 뛰어나고 한글, 영문, 숫자 표출 및 키패드에 의한 노선변경 등이 용이한 LED 행선지판을 전체 차량 전후면에 설치하여 이용자 편의도모

제 3 장

노선개편 효과분석 지표설정

.....
제1절 선행연구 검토

제2절 효과분석 지표 설정
.....

제3장 노선개편 효과분석 지표설정

제1절 선행연구 검토

1. 대중교통시책평가 시행지침

□ 지침의 개요

- 대중교통의 육성 및 이용촉진에 관한 법률 제17조, 대중교통의 육성 및 이용촉진에 관한 법률 시행령 제19조 및 제20조에 의거 지방자치단체가 추진하는 지방대중교통 시책에 대한 세부적인 평가기준을 정하여 평가의 객관성과 공정성을 확보

□ 평가지표 및 평가기준

- 대중교통시책평가 시행지침(제4조제1항 관련)의 평가지표는 다음과 같음

평가부문	평가항목	평가지표	평가기준
대중교통 수단 및 시설개선 ·확충	적정 대중교통 체계 구축	총 노선버스 운행정도	$\frac{\text{총 노선버스의 1일 운행거리}}{\text{인구}}$
		도시철도 운행정도	$\frac{\text{도시철도 1일 운행거리}}{\text{인구}}$
		도시철도 이용률	$\frac{\text{도시철도 1일 이용자수}}{\text{인구}}$
		노선버스 이용률	$\frac{\text{총 노선버스의 1일 이용자수}}{\text{인구}}$
	대중교통 시설 확충	유개버스정류장 비율	$\frac{\text{유개버스정류장 수}}{\text{총노선버스정류장수}} \times 100$
		공영차고지 확보율	$\frac{\text{공영차고지 면적}}{\text{총 인·허가 노선버스수}} \times 100$
대중교통환승 체계구축방안	대중교통환승체계 구축 노력	대중교통을 신속하고 편리하게 환승할 수 있도록 환승시설 구축을 위한 노력	
대중교통 서비스 향상 및 경쟁력 강화	인접도시와 협력체계	인접도시와 협력노력	인접도시와 노선체계 조정 및 개편을 위한 협력 노력 평가
	대중교통 서비스 향상	노선버스 서비스개선 노력	노선버스 서비스개선을 위한 노력 평가
		도시철도 서비스개선 노력	도시철도 서비스개선을 위한 노력 평가 역내 공기오염도 개선 노력 평가
	구조조정 및 경쟁력 강화	노선버스 경영개선 노력	노선버스 경영개선을 위한 노력 평가
도시철도 경영개선 노력		도시철도 경영개선을 위한 노력 평가	

평가부문	평가항목	평가지표	평가기준
대중교통 서비스 향상 및 경쟁력 강화	대중교통 안전성 제고	버스 교통사고 현황	버스교통사고지수 버스 대당 교통사고 사망자수
		대중교통사고감소	교통사고 감소를 위한 정책지원 노력
	대중교통이용 정보제공	정류장에서의 버스운행정보 제공률	$\frac{(1.0 \times \text{실시간 버스 도착시간제공 정류장 수}) + (0.7 \times \text{기타 버스운행정보 제공 정류장 수})}{\text{총 노선버스 정류장 수}} \times 100$
		교통카드 서비스 제고	교통카드 이용률
교통약자 및 교통오지의 대중교통 이용편의 증진	교통약자 대중교통 이용편의 증진	교통약자 이동편의	교통약자 이동편의시설 설치율 및 특별교통수단 도입률, 만족도 등 평가결과 준용
		저상버스 도입률	$\frac{\text{저상버스 도입 대수}}{\text{전체 등록 노선버스 대수}} \times 100$
	교통약자 이동편의 증진을 위한 노력	교통약자 이동편의 증진을 위한 노력 평가	
	교통오지주민 대중교통 이용편의 증진	오지주민 이동편의 증진을 위한 노력	오지주민 이동편의 증진을 위한 노력 평가
교통수요 관리	대중교통 원활화를 위한 교통수요관리	교통유발부담금경감률 (인구30만이상 도시)	$\frac{\text{총 교통유발부담금 감면액}}{\text{총 교통유발부담금 고지액}} \times 100$
		대중교통 원활화를 위한 교통수요관리 노력	대중교통원활화를 위한 교통수요관리 노력 평가
대중교통 부문 투자 규모 및 행정적 지원	대중교통부문 투자	대중교통부문 투자율	$\frac{\text{대중교통 부문 총투자비}}{\text{총 세출액(결산액 기준)}} \times 100$
		대중교통관련 행정조직 구성현황	대중교통관련 행정조직의 구성현황 평가
	대중교통부문 행정적 지원	교통인력 확보율	$\{(\text{교통담당공무원 비율} \times 0.5) + (\text{교통전문직공무원 비율} \times 0.5)\}$
		교통관련공무원의 교통업무 평균 근무기간	$\frac{\text{교통관련 공무원 교통업무 근무기간 합}}{\text{교통담당 공무원수} + \text{교통전문직공무원수}}$
교통인력 전문화를 위한 지원 노력	교통인력 전문화를 위한 지원 노력 평가		
대중교통 우수사례	대중교통 우수사례	대중교통을 위한 지자체 고유 노력 평가	
주민만족도 설문조사	주민만족도 설문조사	대중교통현황 및 운영에 대한 만족도 조사	

2. 시내버스 노선체계 평가를 위한 정량적 지표의 설정 및 적용¹⁾

□ 연구의 개요

- 시내버스 관련 주체들의 서로 다른 다양한 목표를 어떻게 조화시켜 최선의 버스노선 체계를 구성·운영할 것인가 하는 차원에서 버스노선체계 평가를 위한 평가기준 및 지표를 설정함

□ 평가지표 설정

- 버스노선체계를 평가함에 있어 크게 버스이용의 편의성, 운행의 생산성, 사회적 비용의 최소화라는 3가지 목표에 입각하여 평가기준을 설정함
- 버스이용자, 버스운영자, 사회적 입장을 반영하여 버스이용의 편의성, 운행의 생산성, 사회적 비용 최소화 관점에서 접근성, 승차안락성, 환승률, 노선직결도, 운행 생산성, 형평성, 차량소요대수의 7개 지표를 설정함

구 분	평가지표	의 미	정량적 평가지표
버스 이용자 관 점	접근성	버스서비스의 이용자그룹에의 근접정도	각 존별 버스정류장수를 대지면적 또는 인구로 나눈 정류장 밀도의 평균치
	승차안락성	버스 탑승객의 차내 안락도	노선별 평균 재차율의 전 노선 평균치
	환승률	총 탑승에 대한 환승탑승 수	환승통행 / 총 수단통행
버스 운영자 관 점	노선직결도	노선의 기종점간 직결정도	전 노선 평균 굴곡도의 역수
	운행생산성	노선규모 대비 통행실적(통행자수)	총 통행자수 / 총노선거리
사회적 관 점	형평성	각 교통존별 버스노선수의 고른 분포정도	각 존 경우 인구대비 버스노선수의 표준편차
	최소차량 소요대수	최저 서비스수준하에서 노선체계가 필요로 하는 최저소요차량대수	일정 서비스수준(배차간격 및 운행속도)에서 각 노선별 소요차량의 합

1) 이상용(2003), 시내버스 노선체계 평가를 위한 정량적 지표의 설정 및 적용, 대한교통학회지 제21권 제4호

3. 서울시 버스체계개편에 따른 모니터링 연구²⁾

□ 연구의 개요

- 서울시 버스체계개편의 목적과 과업범위에 부합될 수 있을 것, 이해관계자별 평가지표를 동시에 볼 수 있을 것, 모두가 공감할 수 있는 척도일 것, 표현방식이 단순하고 신뢰성이 있을 것, 버스 서비스의 양적, 질적 수준을 판단할 수 있을 것 이라는 선정 기준을 마련하고 이를 토대로 평가항목 및 평가지표 선정

□ 평가항목 및 지표 설정

- 버스교통 평가지표는 특정한 측면에 국한되는 것이 아니라 다른 관련주체에 깊이 연관되어 여러 측면을 동시에 볼 수 있는 지표가 많음
- 이해관련주체 즉, 이용자 측면, 운영자 측면, 관리자 측면, 사회적 측면으로 나누어 다음과 같이 지표를 선정함



버스서비스 모니터링 평가항목 선정

2) 윤혁렬(2003), 서울시 버스체계개편에 따른 모니터링 연구, 서울시정개발연구원

- 버스 이용자들은 각자의 편익이 극대화되기를 원하며, 이러한 이용자 편익 중 일반적으로 중요시되는 사항은 통행시간(접근시간, 대기시간, 차내통행시간)의 최소화, 탑승중 안락성, 기타 버스 이용상의 편의성이라 할 수 있음
- 따라서 이용자 측면의 평가항목은 이동성, 경제성, 편의성, 쾌적성, 신뢰성, 안정성, 친절성 항목으로 분류하고 세부 지표를 설정함

이동성	통행시간, 지체시간
경제성	요금, 할인요금 수준, 서비스대비 요금 수준
편의성	접근성, 요금징수방법, 차내시설, 정류장시설, 노선안내표시,
쾌적성	차내 혼잡수준, 실내외 청결상태, 소음, 냉난방, 악취
신뢰성	배차간격 준수, 정차위치 준수, 운행시간의 적절성
안전성	과속 및 난폭, 급출발 및 급정거, 차내안전장비
친절성	운전기사의 친절성, 정류장 안내방송
대중교통체계	노선의 적절성, 정류장위치, 환승, 버스전용차로, BIS, 요금체계

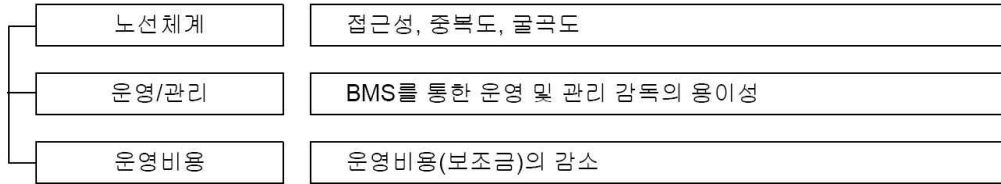
이용자 측면의 평가항목 및 세부지표

- 운영자 측면에서의 일반적으로 버스운영자가 원하는 것은 운행의 효율성 향상과 이를 통한 운행비용의 절감이라 할 수 있음
- 따라서 운영자 측면의 평가항목은 운행의 정시성, 운영비용, 운영수입, 운행효율 항목으로 분류하고, 세부지표를 설정함

운행정시성	운행시간, 배차간격
운영비용	총운영비용, 노선별·단위거리·대당 운영비용
운영수입	총운영수입, 노선별·단위거리·대당 운영수입
운행효율	거리당 평균승객, 차량당 평균승객, 노선당 평균승객, 사고율

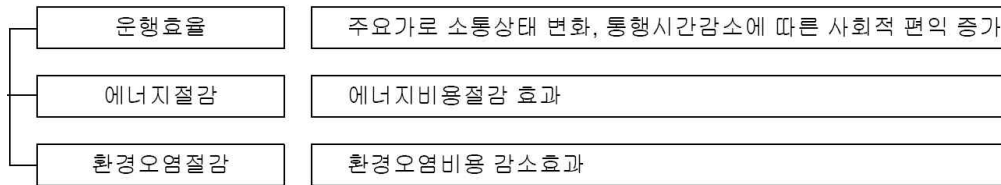
운영자 측면의 평가항목 및 세부지표

- 관리자 측면의 평가항목은 이용자 측면과 운영자 측면이 동시에 고려되어야 하는 지표임
- 따라서 관리자 측면의 평가항목은 노선체계, 운영관리, 운영비용(보조금) 항목으로 분류하고, 세부지표를 설정함



관리자 측면의 평가항목 및 세부지표

- 사회적 측면의 평가항목은 버스이용자나 운영자가 아닌 사회전체의 편익이라는 시각에서 버스교통을 평가하는 것을 의미함
- 따라서 사회적 측면의 평가항목은 운행효율, 에너지 절감, 환경오염절감으로 분류하고, 세부지표를 설정함



사회적 측면의 평가항목 및 세부지표

4. 시내버스 준공영제 성과분석 및 개선방안³⁾

□ 연구의 개요

- 대구시는 준공영제 도입(2006. 2)과 함께 시내버스 운행체계 개편, 노선체계 개편, 요금체계 개선, 지원체계 및 기반시설 구축 등 대중교통체계를 개편함에 따라 준공영제 시행 전후 지표를 비교하여 대중교통체계 개편 성과 분석

□ 지표 설정

- 대중교통 이용객수, 운송수입금, 교통카드 이용률, 환승률, 시내버스 서비스수준, 시내버스 이용안내 서비스, 평균통행속도, 시내버스 사고율, 재정지원, 교통혼잡비용, 환경비용의 지표설정

5. 대중교통체계 개편 성과와 개선방안 연구⁴⁾

□ 연구의 개요

- 부산시는 시내버스 노선조정, 준공영제 실시, 환승할인 등 대중교통체계 개편(2006. 5)을 시행함에 따라 시행전후의 버스운행 실태 및 만족도를 객관적으로 평가하여 불편사항에 대한 대책마련

□ 지표 설정

- 이용자 측면에서 대중교통 이용객 통행비용(교통비용, 환승비용), 대중교통 만족도를 지표로 설정
- 관리자 측면에서 대중교통 이용객수, 운송수입금, 교통카드 이용률, 환승률을 지표로 설정하고, 사회적 비용 측면에서 교통혼잡비용, 통행시간 감소비용, 환경비용, 교통사고비용을 지표로 설정

3) 권태범·이상인(2006), 시내버스 준공영제 성과분석 및 개선방안, 대구경북연구원

4) 이원규외(2007), 대중교통체계 개편 성과와 개선방안 연구, 부산발전연구원

6. Bus Route Evaluation Standards⁵⁾

□ 연구의 개요

- 미국 대중교통협력연구프로그램(TCRP : Transit Cooperative Research Program)에서는 대중교통시스템의 버스노선에 의해 제공되는 서비스의 양과 질을 평가하기 위한 지표를 선정하여 대중교통업체를 대상으로 조사하고 있음

□ 지표 설정

- 버스노선설계, 버스운행계획, 경제성 및 생산성, 서비스 제공 모니터링, 버스승객의 편의 및 안전성 5가지로 분류하고 세부 평가지표 선정

평가 기준	평가 지표
노선설계관련 지표 (Route Design Standards)	- 인구밀도 - 타 버스노선과의 간격 - 노선 중복성 - 서비스 형평성 - 서비스 접근성 - 버스정류장 위치 - 고용밀도 - 타 노선과 연계된 환승 - 네트워크 연계성 - 노선굴곡도 - 환승회수의 최소화 - 버스 정류장 간격
운영관련 지표 (Schedule Design Standards)	- 버스 서비스 수준 - 최대 입석객수 - 첨두시/비첨두시 서비스 시간 - 입석버스/좌석버스 - 환승지점에서의 대기시간 - 서비스 지속시간 - 버스 서비스 특성 - 최대 배차간격 - 최소 배차간격 - 입석 승객의 승차시간 - 시계문자판 운행계획 사용여부
경제성 및 생산성관련 지표 (Economic and Productivity Standards)	- 시간당 승객수 - km당 승객수 - 총 승객-km - 승객1인당 필요한 보조금 - 승객당 비용 - 일방향 통행의 총승객수 - 총수입/총승객수
서비스 제공관련 지표 (Service Delivery Standards)	- 운행시간의 정시성 - 배차간격 준수 여부
승객편의 및 안정성관련 지표 (Passenger Comfort and Safety Standards)	- 승객 불만사항 - 운행하지 않는 여유버스 - 차량 청결 등과 같은 승차환경 조건 - 버스대기시 승객 안전에 대한 특별한 정보제공 여부 - 운행 회피 - 사고율

5) H. Benn(1995), Bus Route Evaluation Standards, TCRP Synthesis 10. 1995

윤혁렬(2003), 서울시 버스체계개편에 따른 모니터링 연구, 서울시정개발연구원 재인용

제2절 효과분석 지표 설정

1. 효과분석 지표 설정을 위한 기준 정립

□ 사업의 목적 및 범위에 부합되는 지표 선정

- 시내버스 노선개편을 추진한 목적에 부합될 수 있는 지표를 선정토록 함
 - ▮ 대전시 시내버스 노선개편은 시내버스 노선의 효율성 확보를 통하여 전체시민의 편의가 최대화되는 노선체계를 구축함으로써 시내버스 이용을 활성화시키는데 있음
 - ▮ 또한 승용차 이용자를 줄여 교통 혼잡을 완화하고, 교통혼잡비용과 같은 사회적 비용을 줄이며, 대기오염배출량을 감소시켜 기후변화에 대처하는데 있음
- 시내버스 서비스와 관련된 많은 지표 중 대전시 시내버스 노선개편에 포함된 사업내용의 효과와 직간접적으로 관련이 있는 지표를 선정토록 함
 - ▮ 시내버스 노선체계의 개편과 함께 추진된 환승체계, 요금체계, 기반시설 정비 등의 세부 사업내용과 관련이 있는 지표 선정

□ 이해관계자별 추구하는 목적에 부합되는 지표 선정

- 시내버스와 관련하여 시내버스 이용자, 운영자, 관리자 등 이해관계자별 추구하는 목적이 다르므로 이를 고려하여 지표를 선정토록 함
 - ▮ 일반적으로 시내버스 이용객, 시내버스 운영자(운송업체), 관리자(자자체), 사회적 측면으로 구분됨

□ 모두가 공감할 수 있는 지표 선정

- 시내버스 노선체계 개편으로 인해 나타나는 버스 서비스의 양적, 질적 수준의 변화를 이해관계자별 어느 관련주체에서 보더라도 신뢰성이 있으며, 측정방식 등에 대해 이견이 없는 지표를 선정토록 함

2. 효과분석 지표 설정

1) 이해관계자별 일반적 효과분석 지표

□ 이용자 측면

- 대중교통의 활성화와 가장 직접적인 연관이 있는 주체로 이동성, 요금수준, 접근성, 서비스빈도, 신뢰성, 편의성, 쾌적성, 안전성, 운전기사 친절성과 관련이 있음

- ▮ 이 동 성 : 시내버스 통행시간(통행속도), 지체시간, 노선 굴곡도
- ▮ 요금수준 : 시내버스 요금, 환승요금
- ▮ 접 근 성 : 출발지에서 정류소까지의 도보거리, 도보 접근시간
- ▮ 서 비 스 빈 도 : 배차간격, 운행빈도, 운행시간
- ▮ 신 위 성 : 정시성(배차간격 준수), 대기시간, 정차위치 준수
- ▮ 편 의 성 : 환승회수, 환승률, 환승여건, 대중교통 연계성, 정류장 시설, 안내 시스템(BIS), 차량시설(승차안락성), 안내방송, 만족도 수준
- ▮ 쾌 적 성 : 정류소 및 버스의 청결상태, 소음, 냉난방, 악취, 혼잡수준
- ▮ 안 전 성 : 과속, 난폭운전, 급출발·급정거, 개문발차, 교통법규 준수
- ▮ 친 절 성 : 운전기사의 친절성, 인사성, 답변태도

□ 운영자(운송업체) 측면

- 시내버스 준공영제 하에서 운송업체는 보조금을 지급받아 운영하므로 운송수입과는 큰 관련이 없으며, 운전기사의 운행여건 및 교통사고처리비용과 관련이 있음
- ▮ 운행여건 : 노선거리, 운행시간, 기종점지 휴식여건
- ▮ 교통사고처리비용

□ 관리자(지자체) 측면

- 시내버스 준공영제 하에서 관리자인 지자체는 운송수입을 관리하고, 운송업체에게 보조금을 지급하며, 운행을 관리하므로 운영수입, 운영비용과 관련이 있음
 - ▮ 운영수입 : 총운영수입, 단위거리당 운영수입, 대당 운영수입
 - ▮ 운영비용 : 총운영비용, 단위거리당 운영비용, 대당 운영비용
 - ▮ 보 조 금 : 지급액
 - ▮ 형 평 성 : 노선 중복도

□ 사회적(공공부문) 측면

- 사회적 측면의 지표로는 대중교통의 서비스 개선, 이용자 증가의 따른 편익증가 및 사회적 비용과 관련이 있음
 - ▮ 통행시간절감편익
 - ▮ 교통혼잡비용
 - ▮ 교통사고비용
 - ▮ 환경비용

2) 효과분석 지표 설정

- 대전시 시내버스 노선개편의 사업 내용 및 기대되는 효과를 이해관계자별로 모두 정리하면 다음과 같음

[표 18] 대전시 시내버스 노선개편에 따른 기대효과 총괄

사업내용	이용객 측면	운영자 측면	관리자(대전시) 측면	사회적 측면
노선체계 개편	<ul style="list-style-type: none"> • 노선 굴곡도 증감 • 통행시간 증감 • 배차간격 증감 • 정류소 대기시간 증감 • 차량 혼잡도 증감 • 만족도 증감 	<ul style="list-style-type: none"> • 운행거리 증감 • 교통사고 증감 	<ul style="list-style-type: none"> • 노선 중복도 증감 • 대중교통 이용객 증감 • 운영비용 증감 • 운영수입 증감 • 보조금 증감 	<ul style="list-style-type: none"> • 통행시간절감 편익 증감 • 교통혼잡비용 증감 • 교통사고비용 증감 • 환경비용 증감
환승체계 개선 • 환승정류소설치 • 환승체계 개선	<ul style="list-style-type: none"> • 수단간 연계성 증감 • 환승편의 향상 • 환승회수 및 환승률 증감 			
요금체계 변경 • 좌석버스 요금 폐지 • 환승요금 변경	<ul style="list-style-type: none"> • 요금부담 감소 			
시내버스 차량개선 • 색상개선 • LED 행선지판 설치	<ul style="list-style-type: none"> • 시인성 향상 		<ul style="list-style-type: none"> • 도시 이미지 개선 	
기점지 환경개선 • 시설확충 • 환경개선		<ul style="list-style-type: none"> • 운전기사 휴식 여건 향상 	<ul style="list-style-type: none"> • 노선 중복도 및 공차거리 감소 	
정차환경 개선 • 전용정차구간 설치	<ul style="list-style-type: none"> • 정차위치 준수 			
불법주차 단속강화 • 차량탑재형 단속장비 도입	<ul style="list-style-type: none"> • 통행시간 감소 • 정시성 향상 			

- 시내버스 전반의 효과분석 지표내에서 대전시 노선체계 개편의 주요내용과 부합되는 지표를 연관시키고, 지표설정의 기준을 토대로 대전시 시내버스 노선개편에 따른 이해관계자별 주요 지표 및 분석방법을 정리하면 다음과 같음

■ 수단간 연계성, 시인성 향상 등과 같이 계량화가 어렵거나, 교통사고비용등과 같이 노선개편의 효과로 판단하기에 모호한 지표는 제외

<ul style="list-style-type: none"> ○노선 굴곡도(정량적) ○차내통행시간(정량적) ○배차간격(정량적) ○정류소 대기시간(정량적) ○정시성(정량적, 정성적) ○환승회수, 환승률(정량적) ○요금부담(정량적) ○만족도(정량적) 	<ul style="list-style-type: none"> ○노선운행거리(정량적) ○기종점지 휴식여건(정성적) 				
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="padding: 5px;">이용객 측면</td> <td style="padding: 5px;">운영자 측면</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">대전시 측면</td> <td style="padding: 5px;">사회적 측면</td> </tr> </table>		이용객 측면	운영자 측면	대전시 측면	사회적 측면
이용객 측면	운영자 측면				
대전시 측면	사회적 측면				
<ul style="list-style-type: none"> ○노선 중복도(정량적) ○대중교통 이용객수(정량적) ○운영수입금(정량적) <ul style="list-style-type: none"> - 운영비용 - 보조금 	<ul style="list-style-type: none"> ○통행시간절감편익(정량적) ○교통혼잡비용(정량적) ○환경비용(정량적) 				

[그림 9] 대전시 시내버스 노선개편의 따른 효과분석 지표 설정

제 4 장

노선개편 효과분석

.....
제1절 시내버스 이용자 측면

제2절 시내버스 운영자 측면

제3절 시내버스 관리자 측면

제4절 사회적 측면
.....

제4장 노선개편 효과분석

제1절 시내버스 이용자 측면

1. 노선 굴곡도

1) 지표설명

- 시내버스 노선의 굴곡도는 통행시간과 밀접한 관련이 있으므로 매우 중요한 평가지표라 할 수 있음
- 노선의 굴곡도는 기·종점을 기준으로 선형의 굴곡도 정도를 나타내는 지표로 기점지와 종점지간 최단거리 대 실제 운행거리 비율로 산정하며, 기종·점간 최단거리 도로경로를 노선이 그대로 운행한다면 1.0의 값을 가짐

$$\text{굴곡도(거리기준)} = \frac{\text{기종점간 운행거리}}{\text{기종점간 최단거리}}$$

- 이러한 굴곡도 산정방식의 경우 승객이 기점에서 승차하여 종점에서 하차하는 경우에만 적용되고, 기·종점이 동일한 순환형 노선의 경우 산정이 불가능한 단점이 있음에도 불구하고, 전체 노선의 개략적인 굴곡도를 나타낼 수 있으므로 가장 많이 사용되고 있음

2) 효과분석

- 노선개편 이전 기존 노선의 평균 굴곡도는 1.62였으며, 개편 노선의 평균굴곡도는 1.41로 약 13.0% 감소함
- 이러한 굴곡도의 감소는 노선을 이용하는 다수 시내버스 이용자의 통행시간을 감소시키는 장점이 있는 반면 일부 이용자의 환승을 유발하는 단점이 있음

[표 19] 노선개편 전후 굴곡도 비교

구 분	기존노선	개편노선				평균
		급행노선	간선노선	지선노선	외곽노선	
굴 곡 도	1.62	1.15	1.23	1.34	1.69	1.41

2. 차내 통행시간

1) 지표설명

- 통행시간은 통행단계별 가장 많은 시간을 차지하고 있으므로 시내버스 이용자 입장에서 가장 중요한 지표라 할 수 있음
 - ▮ 통행시간의 감소를 위해서는 전용차로의 확충, 불법주정차 단속 등을 통하여 시내버스의 통행속도를 향상시키는 방법과 노선의 굴곡도를 감소시켜 노선의 운행 거리를 줄이는 방법이 있음

$$\text{통행시간} = \frac{\text{노선운행거리}}{\text{통행속도}}$$

- 통행시간을 산정하는 방법은 조사원이 버스에 탑승하여 통행시간을 조사하는 방법과 시뮬레이션을 통하여 추정하는 방법이 있음

2) 효과분석

- 본 분석에서는 조사비용의 한계로 emme2 프로그램(모형)을 이용하여 시뮬레이션하여 통행시간을 산출하였음
- 시내버스 전체 이용자의 총 통행시간을 산출한 결과 기존 노선은 101,035시간이며, 개편 노선은 97,218시간으로 약 3.8%(3,817시간) 감소함
- 통행시간이 감소한 것은 통행속도 향상을 위한 특별한 사업내용이 없으므로 노선의 굴곡도 감소가 주요 원인으로 분석됨

[표 20] 노선개편 전후 이용자 차내통행시간 비교

구 분	기존노선	개편노선
통행시간(시간)	101,035	97,218

주) 시내버스 이용객은 노선체계의 효율성을 비교하기 위하여 개편전후 변동이 없다는 전제하에 산정한 값임

3. 배차간격 및 대기시간

1) 지표설명

- 배차간격은 시내버스 차량의 도착간격으로 정류소 대기시간과 밀접한 관련이 있으며 대전시 시내버스 노선의 경우 대기시간이 전체 통행시간의 18.8%를 차지하고 있으므로 시내버스 이용자 입장에서 매우 중요한 지표라 할 수 있음
- 배차간격의 단축을 위해서는 시내버스 차량을 추가적으로 공급하거나, 차량의 속도를 증진시키는 방법이 있음
- 배차간격에 따른 대기시간은 일부 배차간격을 고려하여 정류장에 도착하는 이용객이 있긴 하나 무시할 만한 수치이므로 평균적으로 배차간격의 절반의 값을 가짐

$$\text{평균대기시간} = \frac{\text{배차간격}}{2}$$

2) 효과분석

- 노선개편 이전 기존노선의 배차간격은 18.1분이며, 개편노선의 배차간격은 14.1분으로 약 22.7% 감소함

[표 21] 노선개편 전후 배차간격 비교

구 분	기존노선	개편노선				
		급행노선	간선노선	지선노선	외곽노선	평균
배차간격 (분)	18.1	7.0	13.0	16.0	9.9	14.1 (외곽포함 41.4)

- 배차간격의 단축으로 인해 이용자의 정류장 평균대기시간은 기존 노선 9.05분에서 개편 노선 7.05분으로 약 2분(22.1%) 감소함

[표 22] 노선개편 전후 정류장 평균 대기시간 비교

구 분	기존노선	개편노선
배차간격(분)	9.05	7.05

4. 정시성

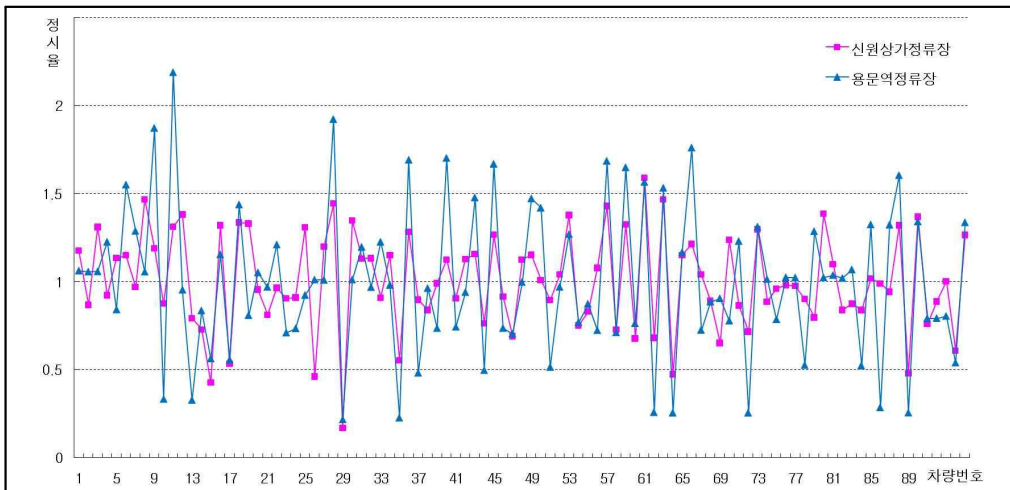
1) 지표설명

- 정류장에서 시내버스의 정시도착은 시내버스의 신뢰성 확보 및 대기시간 단축차원에서 매우 중요한 지표라 할 수 있음
- 대도시의 경우 교통이 혼잡하기 때문에 버스의 정시성을 확보하는 것이 쉽지 않으며, 정시성을 확보하기 위해서는 전용차로의 운영, 불법주정차 단속, 버스우선신호, BMS의 운영 등이 필요함
- 정류장에서의 정시성은 계획된 정류장 도착시간과 실제 도착시간의 차이를 통해 직접 비교하거나 다음과 같은 지표 값을 산정하여 비교할 수 있음

$$\text{정류장 정시성지표} = \frac{(\text{실제 정류장 도착시간} - \text{계획 정류장 도착시간})^2}{\text{평균배차간격}^2}$$

2) 효과분석

- 개편된 211번 노선의 2개 정류장을 사례로 정시율(차량간 도착간격/배차간격)을 분석해본 결과 여전히 편차가 큰 실정으로 개편노선체계가 정시성 향상에는 크게 기여하지 못한 것으로 나타남



[그림 10] 개편된 211번 노선의 정시율

5. 환승률

1) 지표설명

- 대중교통수단간 환승의 경우 이용객으로 하여금 통행하는 중간에 갈아타는 행위, 환승 지점까지 이동하는 행위 등 육체적, 심리적 불편을 주므로 환승률이 늘어나는 것은 환승자체만으로 볼 때 이용객의 불편을 주게됨
- 따라서 환승은 전체 대중교통망의 효율을 고려하되, 가급적 환승을 최소화하는 것이 바람직하다 할 수 있음
- 환승률은 전체 시내버스 이용객수 중에서 환승을 하는 이용객 비율로 교통카드 자료나 시뮬레이션을 통하여 산정할 수 있음

$$\text{환승률} = \frac{\text{환승이용객}}{\text{실이용객} + \text{환승이용객}}$$

2) 효과분석

- 노선개편 이전 기존 노선의 환승률은 12.8%이며, 개편 노선의 환승률은 18.3%로 5.5% 증가한 것으로 나타남(교통카드 분석자료)
- 따라서 노선체계의 개편으로 인해 배차간격의 단축, 굴곡도 감소 등 긍정적인 측면이 크지만, 환승활동 자체만으로 볼 때에는 이용객의 불편이 증가한 것으로 해석할 수 있음

▮ 타 도시의 노선개편후 환승률을 보면, 광주 19.4%, 대구 18.9% 수준임

[표 23] 노선개편 전후 환승률 비교

구 분	총탑승객수(천인)	실탑승객수(천인)	환승객수(천인)	환승률(%)
기존노선	67,188	58,573	8,615	12.8
개편노선	72,803	59,487	13,316	18.3

주) 2008. 12. 30일 노선개편 시행으로 시행초기 혼란으로 인한 첫 번째 달은 제외하고, 기존노선은 2008년 2-7월, 개편노선은 2009년 2-7월 이용객 자료를 분석한 값임

6. 요금부담

1) 지표설명

- 대중교통 이용자의 경우 부담하게 되는 요금은 매우 중요한 지표라 할 수 있음
- 가능하면 대중교통요금은 대중교통의 활성화 차원에 최소화하는 것이 바람직하다 할 수 있음
- 대중교통 요금수준은 단일통행에 대한 요금수준, 환승 등에 따른 할인요금수준 등을 비교하여 측정할 수 있음

2) 효과분석

- 노선개편과 병행하여 좌석버스 요금을 폐지하여 요금체계를 다음과 같이 변경하였으며, 환승요금 또한 기존의 시내버스를 탄 시간을 기준으로 1시간 이내에 1회에 대하여 적용하였으나, 하차단말기를 설치하여 내린 시간을 기준으로 30분(배차간격 15분 초과 노선은 60분) 이내에 3번까지 적용함

[표 24] 노선개편 전후 요금수준 비교

구 분		도 시 형			좌석버스		
		일반	중고생	초등생	일반	중고생	초등생
기존노선	교통카드(원)	950	650	300	1,400	1,100	700
	현 금(원)	1,000	700	300	1,500	1,500	1,500
개편노선	교통카드(원)	950	650	300	950	650	300
	현 금(원)	1,000	700	300	1,000	700	300

- 이로 인해 좌석버스 요금은 일반인 기준으로 32.1% 감소되며, 2008년 기준으로 시내버스 이용객의 요금부담 감소액은 연간 약 63억원이 될 것으로 분석됨

$$\text{19,697백만원(2008년 좌석버스 요금 수입액)} \times 32.1\%(\text{좌석버스 요금 감소율}) = 63.03\text{백만원}$$

- 환승요금 부담액은 2008년 기준 연간 약 35억원이 감소될 것으로 분석됨

$$\text{50,000명(일평균 환승객)} \times 20\%(\text{2회 이상 비율}) \times 950\text{원} \times 365\text{일} = 34.68\text{백만원}$$

7. 만족도

1) 지표설명

- 굴곡도, 정시성 등 단순하게 계량적으로 산정한 지표와 시내버스 이용객이 체감하는 서비스 수준과는 많은 차이가 있을 수 있으므로 시민들의 만족도를 파악하는 것도 좋은 지표가 될 수 있음
- 만족도 조사의 경우 버스를 기다리는 승객, 버스에서 내리는 승객, 버스에 탑승한 승객 또는 다중밀집지역(시설)에서 버스를 이용해본 경험이 있는 사람들을 대상으로 무작위로 조사하는 방법이 있음
- 노선체계 개편에 따른 만족도를 조사할 때에는 표본집단이 특정지역이나 특정노선에 편중되지 않도록(대표성을 확보할 수 있도록) 조사하는 것이 중요함

2) 효과분석

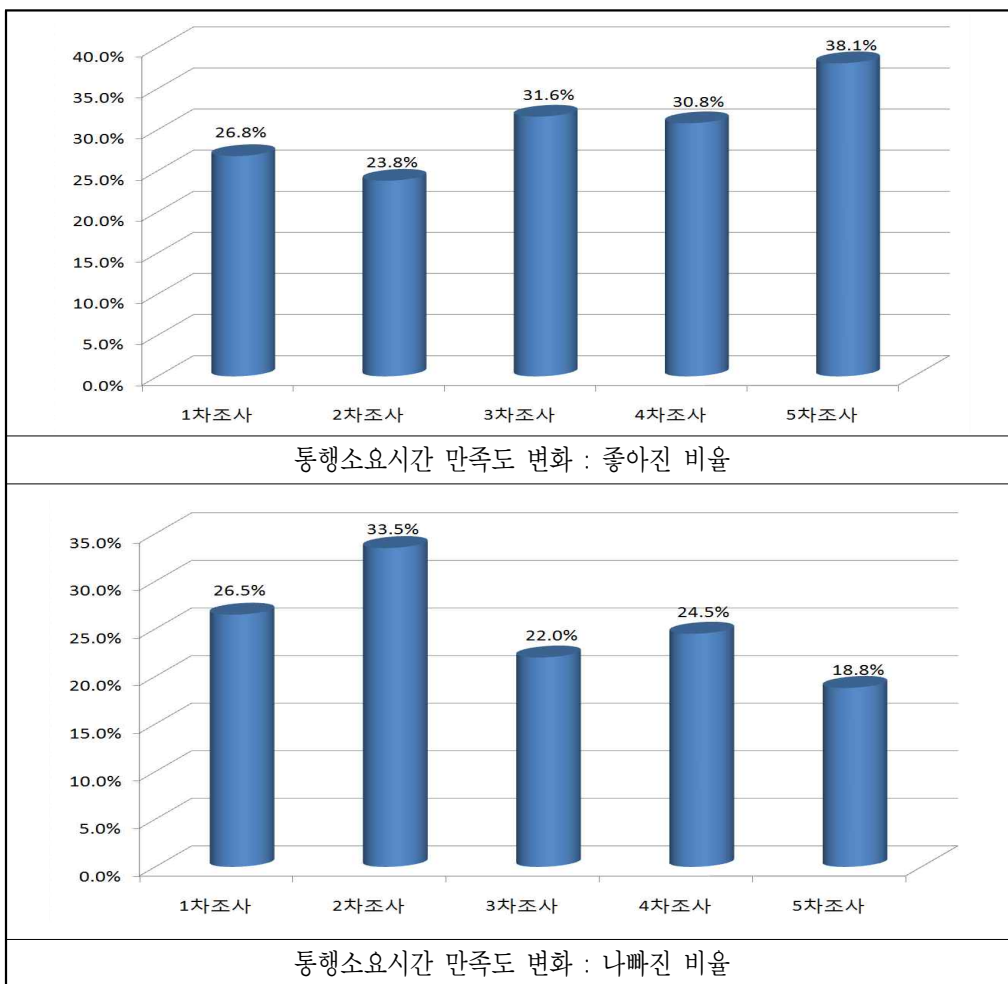
- 본 연구에서는 대전시 시내버스 노선개편 이후 수행한 만족도 조사 결과를 토대로 효과를 분석토록 함

〈만족도 조사 개요〉

- 조사기관 : 대한교통학회 대전충청지회
- 조사기간 : 1차조사 - 2009년 1월(7일 경과시점)
2차조사 - 2009년 1월(20일 경과시점)
3차조사 - 2009년 2월(50일 경과시점)
4차조사 - 2009년 3월(70일 경과시점)
5차조사 - 2009년 5월(140일 경과시점)
- 조사내용 : 소요시간, 굴곡도, 배차간격, 정시성, 통행가능지역, 만족도 등
- 조사방법 : 정류소 면접조사(1주일에 3회 이상 해당노선 이용 승객)
- 조사표본 : 63개 시내버스 노선을 대상으로 1,000부 조사
- 신뢰수준 : 95% 신뢰수준에서 오차한계 ±3.1%

□ 통행소요시간

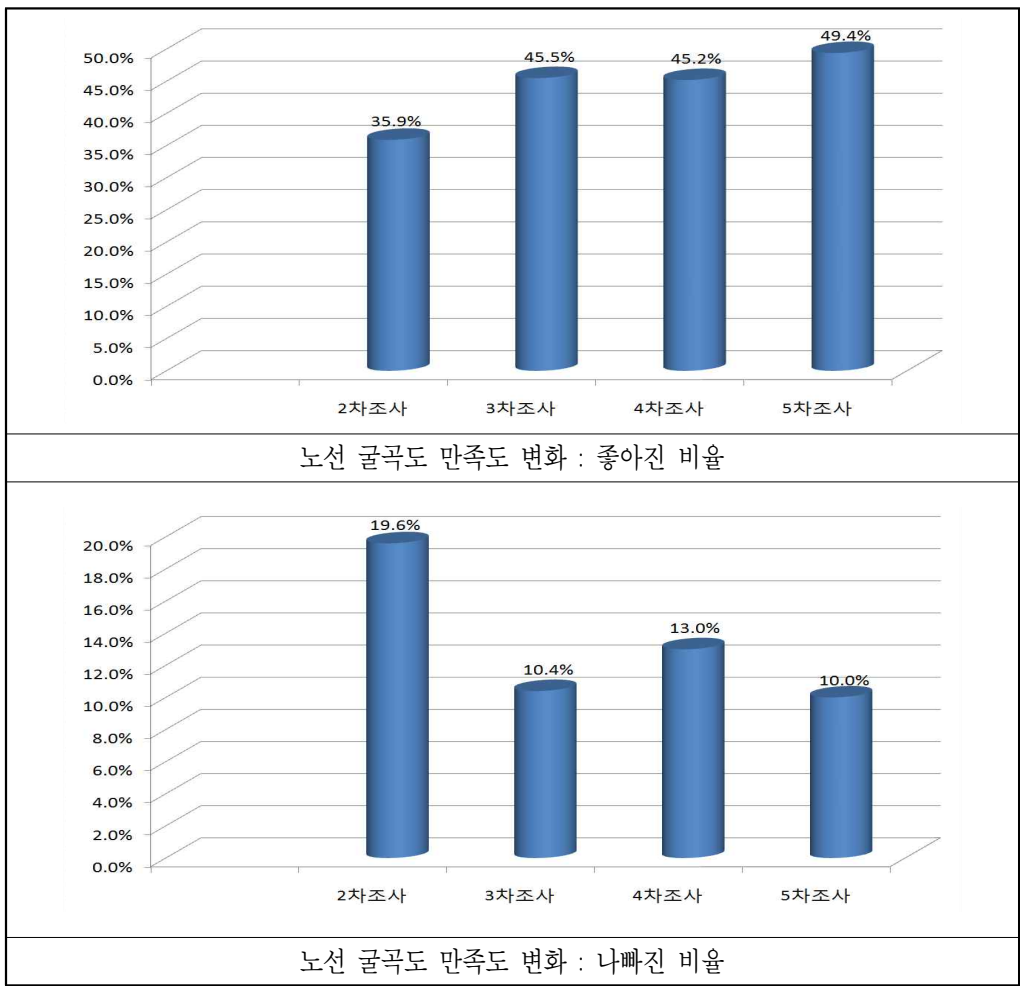
- 노선개편전과 비교해서 통행소요시간을 묻는 질문에 5차 설문을 기준으로 전과 유사한 응답을 제외하고, 38.1%는 통행시간이 짧아진 것으로 응답했으며, 18.8%는 통행시간이 길어진 것으로 응답해 통행시간이 단축되었다는 이용객이 19.3% 많은 것으로 분석됨
- 노선개편후 경과시점별로 보면 통행소요시간이 짧아졌다는 응답자 비중은 높아지며, 반대로 통행소요시간이 길어졌다는 응답자 비중은 낮아지는 것으로 나타나 시간이 경과 할수록 통행소요시간에 대한 만족도가 높아지는 것으로 나타남



[그림 11] 노선개편후 시내버스 통행소요시간 만족도 추이

□ 노선 굴곡도

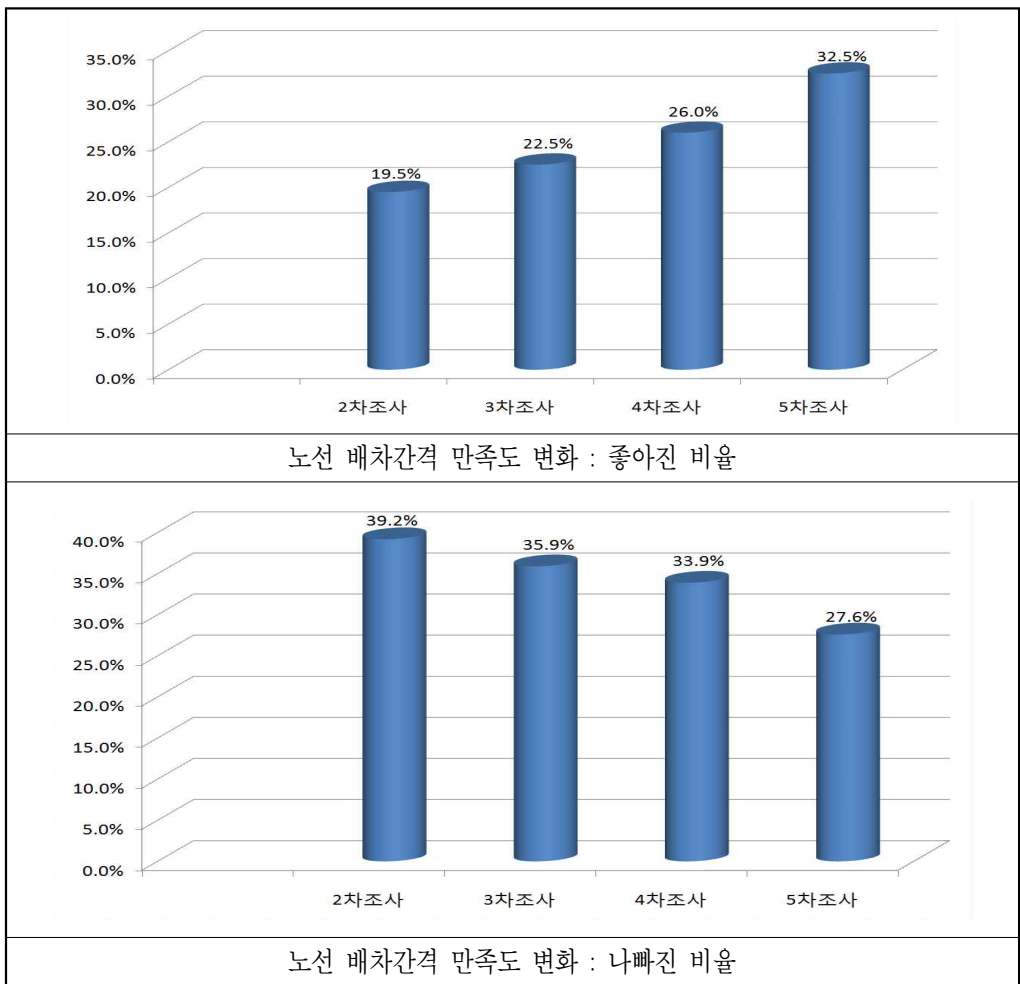
- 노선개편전과 비교해서 노선 굴곡도를 묻는 질문에 5차 설문을 기준으로 전과 유사한 응답을 제외하고, 49.4%는 노선이 직선화되었다고 응답했으며, 10.0%만이 노선의 굴곡도가 증가한 것으로 응답해 노선이 직선화되었다고 응답한 이용객이 39.4% 많은 것으로 분석됨
- 노선개편후 경과시점별로 보면 노선이 직선화되었다는 응답자 비중은 높아지며, 반대로 노선이 더 굴곡되었다는 응답자 비중은 낮아지는 것으로 나타나 시간이 경과 할수록 노선 굴곡도에 대한 만족도가 높아지는 것으로 나타남



[그림 12] 노선개편후 노선 굴곡도 만족도 추이

□ 노선 배차간격

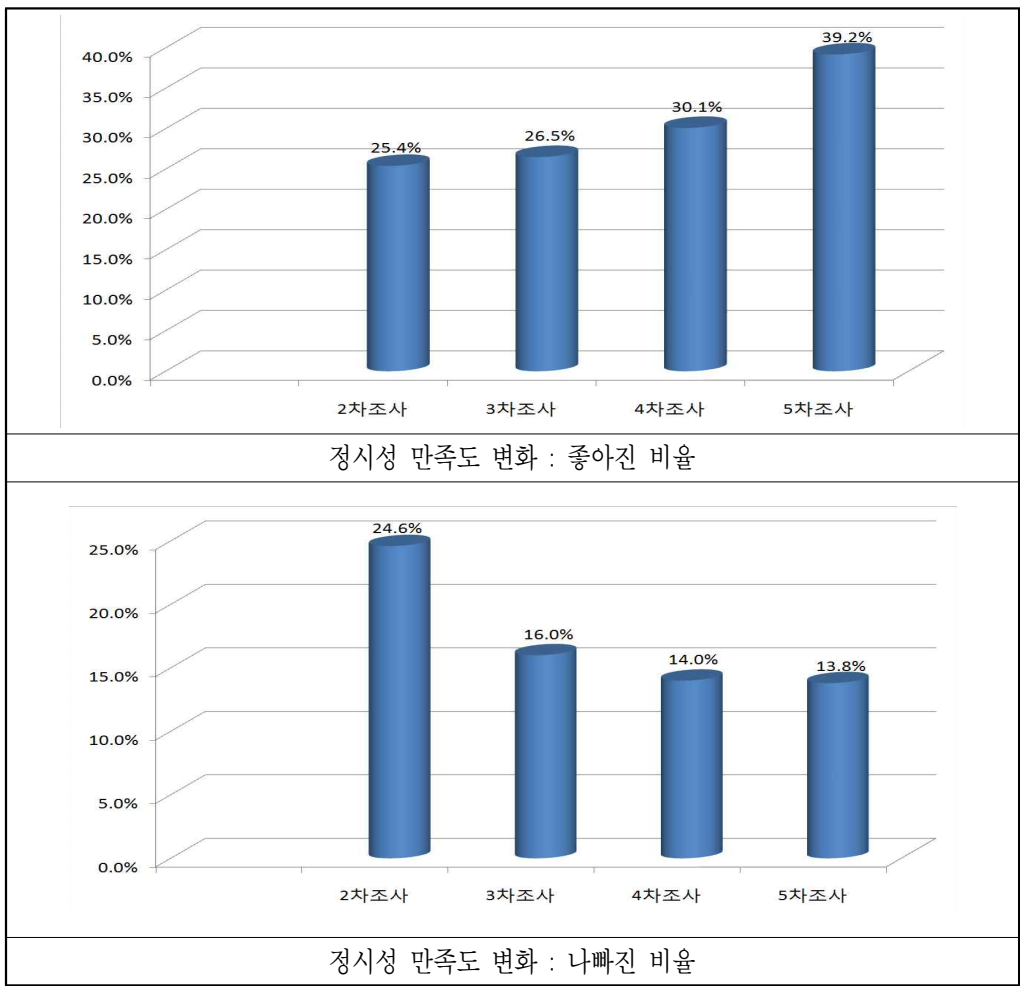
- 노선개편전과 비교해서 노선 배차간격을 묻는 질문에 5차 설문을 기준으로 전과 유사한 응답을 제외하고, 32.5%는 배차간격이 단축되었다고 응답했으며, 27.6%는 배차간격이 길어졌다고 응답해 배차간격이 짧아졌다고 응답한 이용객이 4.9% 많은 것으로 분석됨
- 노선개편후 경과시점별로 보면 배차간격이 짧아졌다는 응답자 비중은 높아지며, 반대로 배차간격이 길어졌다는 응답자 비중은 낮아지는 것으로 나타나 시간이 경과 할수록 노선 배차간격에 대한 만족도가 높아지는 것으로 나타남



[그림 13] 노선개편후 노선 배차간격 만족도 추이

□ 정시성

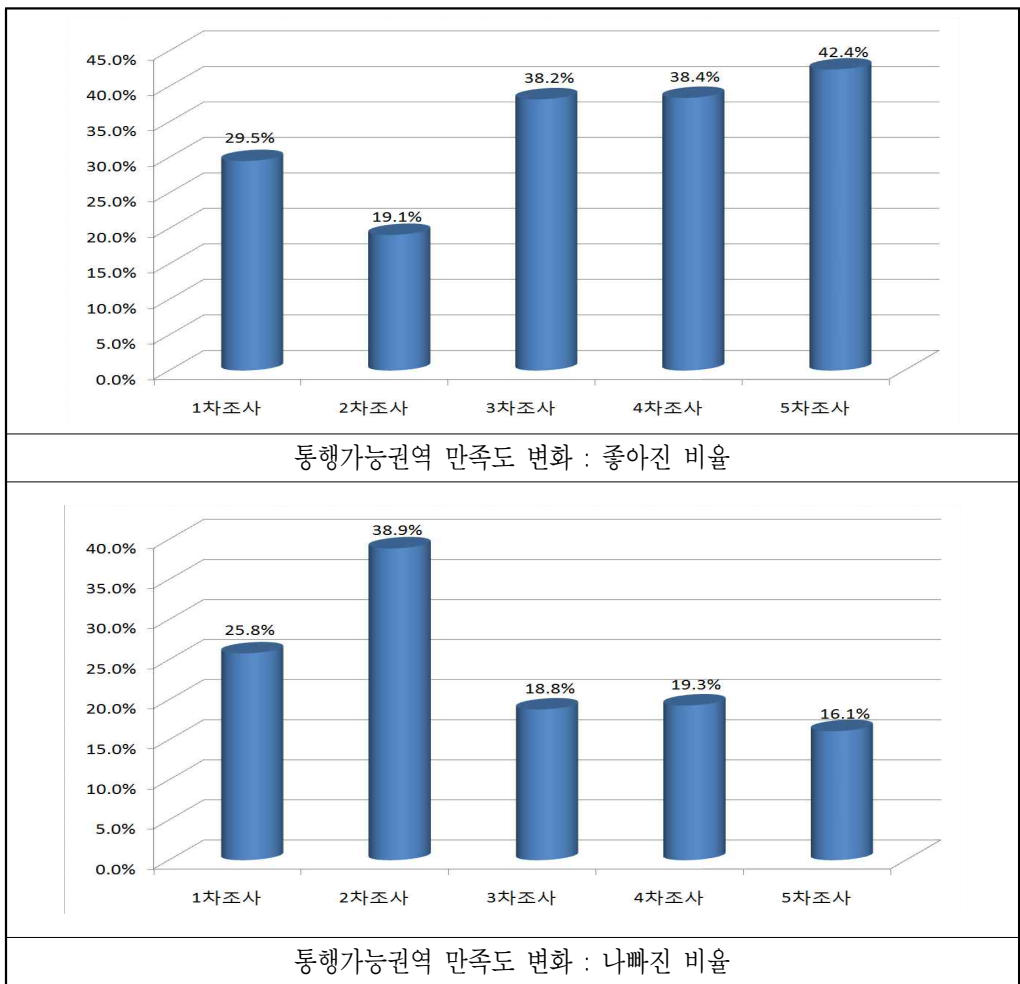
- 노선개편전과 비교해서 정시성을 묻는 질문에 5차 설문을 기준으로 전과 유사한 응답을 제외하고, 39.2%는 정시성이 향상되었다고 응답했으며, 13.8%는 정시성이 낮아졌다고 응답해 정시성이 좋아 졌다고 응답한 이용객이 25.49% 많은 것으로 분석됨
- 노선개편후 경과시점별로 보면 정시성이 향상되었다는 응답자 비중은 높아지며, 반대로 정시성이 낮아졌다는 응답자 비중은 감소하는 것으로 나타나 시간이 경과할 수록 정시성에 대한 만족도가 높아지는 것으로 나타남



[그림 14] 노선개편후 정시성 만족도 추이

□ 통행가능권역

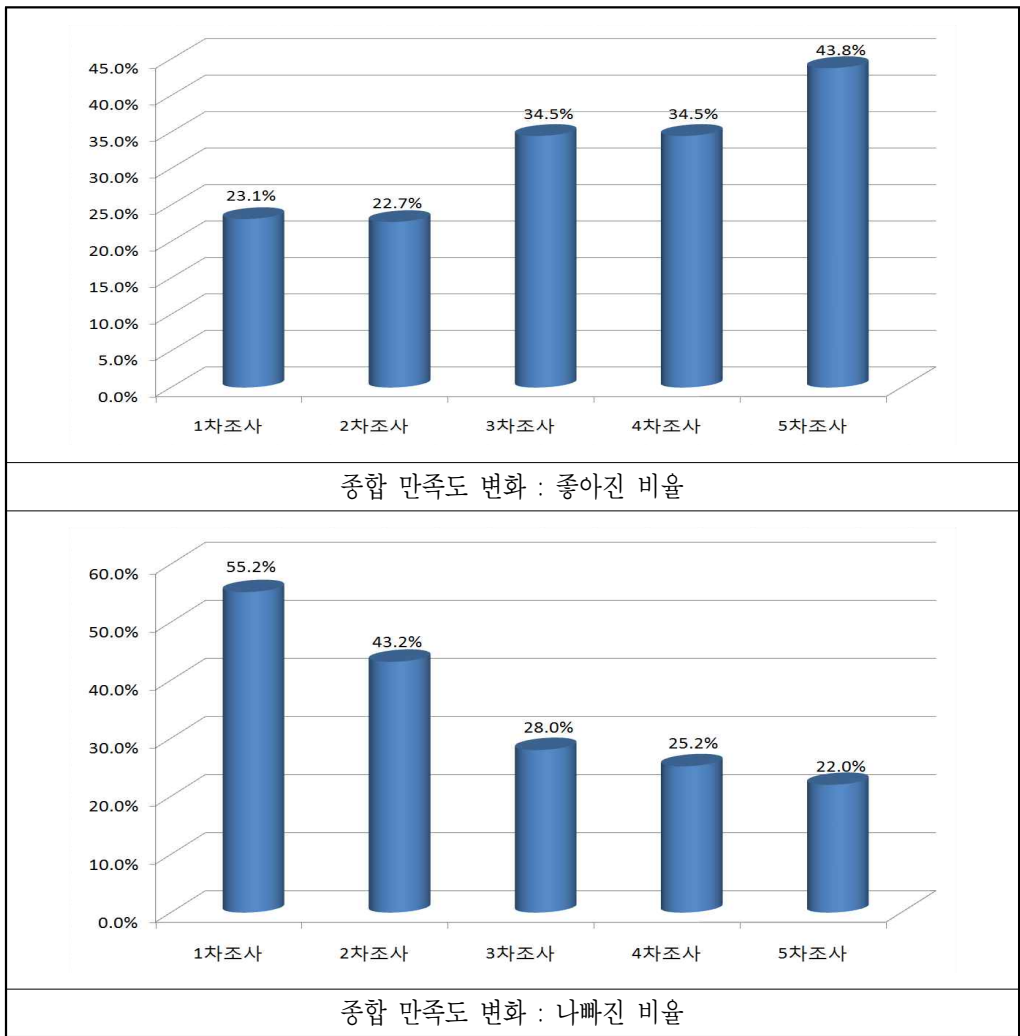
- 노선개편전과 비교해서 통행가능권역을 묻는 질문에 5차 설문을 기준으로 전과 유사한 응답을 제외하고, 42.4%는 통행가능권역이 늘어났다고 응답했으며, 16.1%는 통행가능권역이 줄어들었다고 응답해 통행가능권역이 늘어났다고 응답한 이용객이 26.3% 많은 것으로 분석됨
- 노선개편후 경과시점별로 보면 통행가능권역이 늘어났다는 응답자 비중은 높아지며, 반대로 통행가능권역이 줄어들었다는 응답자 비중은 낮아져 시간이 경과할수록 통행가능권역에 대한 만족도가 높아지는 것으로 나타남



[그림 15] 노선개편후 통행가능권역 만족도 추이

□ 종합 만족도

- 노선개편전과 비교해서 종합적인 만족도를 묻는 질문에 5차 설문을 기준으로 전과 유사한 응답을 제외하고, 43.8%는 만족도가 높아졌다고 응답했으며, 22.0%는 만족도가 낮아졌다고 응답해 만족도가 높아졌다고 응답한 이용객이 21.8% 많은 것으로 분석됨
- 노선개편후 경과시점별로 보면 만족도가 높아졌다는 응답자 비중은 늘어나며, 반대로 만족도가 낮아졌다는 응답자 비중은 줄어드는 것으로 나타나 시간이 경과할수록 만족도가 높아지는 것으로 나타남



[그림 16] 노선개편후 종합 만족도 추이

제2절 시내버스 운영자 측면

1. 운행여건(운행거리)

1) 지표설명

- 시내버스 노선의 운행거리는 거리가 길 경우 교통혼잡상태에 따라 차량이 연착되거나, 물려다니는 등 정시성에 큰 영향을 미칠 뿐만 아니라 수요가 없는 구간에서는 공차 거리의 증가로 노선효율성에 큰 영향을 미치게 됨
- 또한 시내버스 운전기사 측면에서는 운행시간의 과다 소요로 피곤 및 버스의 안전 운행에 영향을 미치게 됨
- 따라서 노선의 운행거리는 너무 짧을 경우 환승이 증가하는 문제가 있지만, 노선의 효율성 측면이나 운전기사의 운행여건을 고려할 때 가급적 짧은 것이 유리함

$$\text{노선 평균운행거리} = \frac{\text{노선 총운행거리}}{\text{노선수}}$$

2) 효과분석

- 개편된 93개 노선의 평균 운행거리는 왕복 40.36, 편도 20.18km로 기존 노선의 평균 운행거리(왕복 45.3km, 편도 22.7km)보다 10.9% 단축된 것으로 분석됨
- 이에 따라 편도운행시간 또한 평균 66분으로 기존 노선의 평균운행시간 69.6분 보다 단축됨

[표 25] 개편노선 운행거리 및 운행시간

구 분	왕복운행거리(km)	편도운행거리(km)	편도운행시간(분)	비 고
급행버스	43.37	21.69	68.0	
간선버스	42.75	21.38	72.7	
지선버스	37.56	18.78	65.9	
외곽버스	40.33	20.17	59.0	
평균	40.36	20.18	66.0	

2. 기종점지 휴식여건

1) 지표설명

- 기종점지는 시내버스 차량이 운행을 마치고 차량을 정비하며, 다음 운행을 위하여 휴식, 식사 등 재충전하는데 시간을 보내는 중요한 역할을 수행함
- 따라서 기종점지 환경이 열악할 경우 운전기사의 휴식부족, 의지 상실 등으로 시내버스 이용객에게 불친절 행위 및 안전운전에 영향을 줄 수 있음

2) 효과분석

- 시내버스 노선개편과 병행하여 기종점지의 위치 조정 뿐만아니라 휴게실의 신규설치 및 개선, 화장실 교체, 부지 아스콘 포장, 냉·난방시설 설치, 의자 및 탁자 교체 등 기점지의 시설을 개선함
- 기점지 시설개선에 따른 효과는 정량적으로 산정할 수 없지만, 운전기사의 근무여건이 향상되었을 것으로 판단됨

[표 26] 개편노선 주요 기점지 시설 개선내용

기 점 명	개선 계획	시설물 설치 계획
대한통운	운전기사 휴게실	냉·난방 시설, 의자(탁자)
서부 TM	운전기사 휴게실	냉·난방 시설, 의자(탁자)
목원대학	운전기사 휴게실	냉·난방 시설, 의자(탁자)
안 산 동	운전기사 휴게실, 화장실 교체 미 포장 부지 아스콘 포장	냉·난방 시설, 의자(탁자)
대전대학	운전기사 휴게실, 화장실 교체	냉·난방 시설, 의자(탁자)
비 래 동	운전기사 휴게실 제 2주차장(813번) 포장	냉·난방 시설, 의자(탁자)
와 동	운전기사 휴게실, 화장실 교체	냉·난방 시설, 의자(탁자)
구 도 동	미 포장 부지 아스콘 포장	-
탑 립 동	미 포장 부지 아스콘 포장	-
동 신 고	운전기사 휴게실	냉·난방 시설, 의자(탁자)

제3절 시내버스 관리자(대전시) 측면

1. 노선 중복도

1) 지표설명

- 노선의 중복도는 동일한 버스노선에 다른 노선이 운행되는 것을 의미하는 것으로 노선의 효율성, 형평성, 접근성과 밀접한 관련이 있음

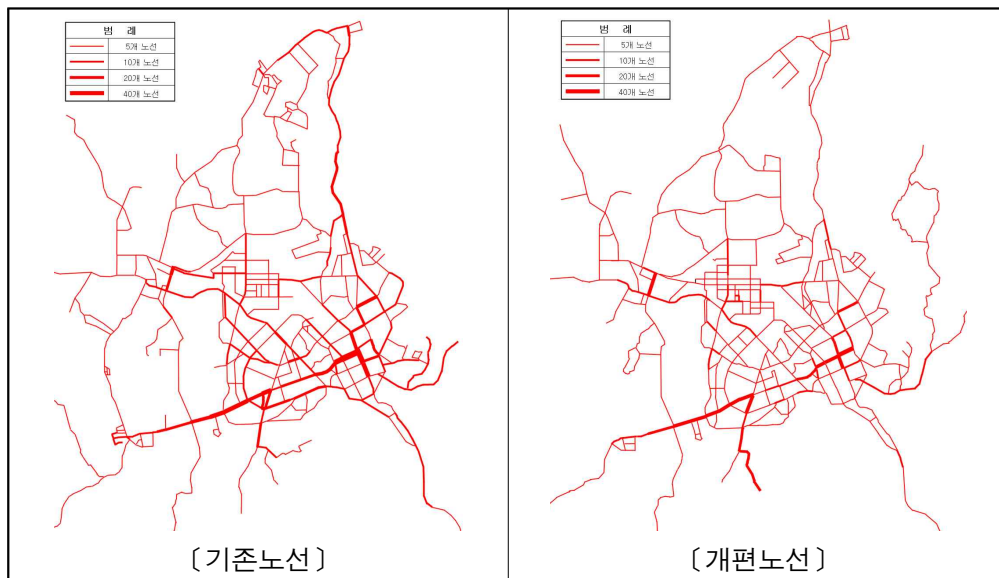
$$\text{중복도} = \frac{\text{중복되는 노선의 총연장}}{\text{노선 } n \text{ 번의 연장}}$$

2) 효과분석

- 개편노선의 중복도는 5.9로 기존의 6.7보다 짧아져 노선의 효율성 증가 및 지역간 노선의 형평적 공급 효과를 유추할 수 있음

[표 27] 개편노선 중복도

구 분	급행노선	간선노선	지선노선	외곽노선	평균
중 복 도	7.4	6.1	5.9	5.5	5.9



[그림 17] 노선개편 전후 노선분포도 비교

2. 대중교통 이용객수

1) 지표설명

- 대중교통 이용객수의 증가는 교통혼잡비용, 환경비용 등 많은 사회적 비용 감소에 큰 영향을 미치게 되므로 시내버스 관리자 입장에서 가장 중요한 지표라 할 수 있음
- 또한 이용객수가 증가하게 되면, 수입금이 증가함에 따라 보조금이 감소하게 되는 효과가 발생함
- 대중교통 이용객수는 시내버스와 도시철도의 노선개편전후 총이용객수, 일평균이용객수, 차량당 이용객수 등의 지표를 통해 효과를 분석할 수 있음

2) 효과분석

□ 시내버스 이용객수

- 노선개편 전후 동기간 시내버스 이용객수를 비교해 보면 노선개편전 총승객수는 67,188천인, 노선개편후 총승객수는 72,803천인 기준으로 노선개편전보다 노선개편후 5,615천인이 증가한 것으로 나타남(일평균 33천인)
- 환승을 제외한 실탑승객수는 노선개편전 58,573천인에서 노선개편후 59,487천인으로 914천인이 증가함(일평균 7천인)

[표 28] 노선개편 전후 시내버스 이용객수 비교

구 분		2월	3월	4월	5월	6월	7월	계	평균
기 존 노 선	월총승객수(천인)	8,871	11,899	11,726	12,095	11,280	11,3170	67,188	11,198
	월실탑승객수(천인)	7,827	10,379	10,190	10,533	9,798	9,846	58,573	9,762
	일승객수(천인)	306	384	391	390	376	365	-	369
	일실탑승객수(천인)	270	335	340	340	327	318	-	321
개 편 노 선	월총승객수(천인)	10,205	12,739	12,681	12,748	12,324	12,106	72,803	12,134
	월실탑승객수(천인)	8,267	10,266	10,315	10,538	10,112	9,989	59,487	9,915
	일승객수(천인)	364	411	423	411	411	391	-	402
	일실탑승객수(천인)	295	331	344	340	337	323	-	328

주) 2008. 12. 30일 노선개편 시행으로 시행초기 혼란으로 인한 첫 번째 달은 제외하고, 기존노선은 2008년 2-7월, 개편노선은 2009년 2-7월 이용객 자료를 분석한 값임

□ 도시철도 이용객수

- 노선개편 전후 동기간 도시철도 이용객수를 비교해 보면 노선개편전 총승객수는 14,424천인, 노선개편후 총승객수는 17,358천인 기준으로 노선개편전보다 노선개편후 2,934천인이 증가한 것으로 나타남(일평균 17천인)
- 환승을 제외한 실탑승객수는 노선개편전 13,317천인에서 노선개편후 15,508천인으로 2,191천인이 증가함(일평균 13천인)

[표 29] 노선개편 전후 도시철도 이용객수 비교

구 분		2월	3월	4월	5월	6월	7월	계	평균
기 준 노 선	월총승객수(천인)	2,093	2,523	2,469	2,582	2,295	2,462	14,424	2,404
	월실탑승객수(천인)	1,951	2,326	2,28	2,381	2,107	2,272	13,317	2,220
	일승객수(천인)	72	81	82	83	77	79	-	79
	일실탑승객수(천인)	67	75	76	77	71	73	-	73
개 편 노 선	월총승객수(천인)	2,705	3,054	2,945	3,020	2,821	2,813	17,358	2,893
	월실탑승객수(천인)	2,427	2,701	2,617	2,709	2,523	2,531	15,508	2,585
	일승객수(천인)	97	99	98	97	94	91	-	96
	일실탑승객수(천인)	87	88	87	87	84	82	-	86

주) 2008. 12. 30일 노선개편 시행으로 시행초기 혼란으로 인한 첫 번째 달은 제외하고, 기존노선은 2008년 2-7월, 개편노선은 2009년 2-7월 이용객 자료를 분석한 값임

□ 대중교통 이용객수

- 시내버스와 도시철도를 합한 전체 이용객수는 노선개편후 총탑승객수 기준으로 월 8,549천인 증가하였으며, 실탑승객수 기준으로 3,105천인 증가함
- 또한 일총탑승객수 기준으로는 50천인, 일실탑승객수 기준으로는 20천인 증가함

[표 30] 노선개편 전후 대중교통 이용객수 비교

구 분	월총탑승객수(천인)	월실탑승객수(천인)	일총탑승객수(천인)	일실탑승객수(천인)
기존노선(A)	81,612	71,890	448	394
개편노선(B)	90,161	74,995	498	414
증감(B-A)	8,549	3,105	50	20

주) 2008. 12. 30일 노선개편 시행으로 시행초기 혼란으로 인한 첫 번째 달은 제외하고, 기존노선은 2008년 2-7월, 개편노선은 2009년 2-7월 이용객 자료를 분석한 값임

3. 운영수입금

1) 지표설명

- 시내버스 준공영제 시행이후 관리자(대전시)가 수입금을 총괄적으로 관리하고, 시내버스 운영자의 운영적자를 보존해 주어야 하므로 관리자 측면에서 운영수입금의 증감은 매우 중요한 지표라 할 수 있음

▮ 운영비용 및 보조금의 증감 또한 중요한 지표이나 노선체계의 변경으로 인한 요인보다 불가인상에 따른 영향이 크므로 본 분석에서는 제외하기로 함

- 운영수입금의 영향을 미치는 주요 요인으로는 시내버스 이용객의 증감, 단위요금의 증감 등이 있음

2) 효과분석

- 시내버스 노선체계 개편이후 시내버스 수입금은 이용객이 증가하였음에도 불구하고, 6개월간 1,114백만원, 월평균 186백만원이 감소하였는데 이는 좌석버스 요금 인하에 따른 부담액(63억원) 때문으로 분석됨
- 동기간 도시철도 요금수입은 이용객의 증가로 노선개편후 6개월간 1,530백만원, 월평균 246백만원이 증가함
- 대중교통 총 수입금은 노선개편후 6개월간 416백만원, 월평균 60백만원이 증가하는 것으로 분석됨

[표 31] 노선개편 전후 대중교통 수입금 비교

구 분		2월	3월	4월	5월	6월	7월	계	평균
기존 노선	시내버스(백만원)	7,232	9,625	9,479	9,762	9,090	9,121	54,309	9,052
	도시철도(백만원)	1,425	1,695	1,572	1,729	1,614	1,639	9,674	1,612
개편 노선	시내버스(백만원)	7,209	9,171	9,271	9,473	9,100	8,971	53,195	8,866
	도시철도(백만원)	1,761	1,973	1,893	1,966	1,802	1,809	11,204	1,867

주) 광고수입, 이자수입 등 영업외수익을 제외한 값임

제4절 사회적 측면

1. 통행시간절감편익

1) 지표설명

- 시내버스 노선체계의 변경으로 인해 서비스가 향상될 경우 시내버스 이용자의 차내 통행시간의 감소, 대기시간의 감소로 인해 시내버스 이용자의 편익이 발생하게 됨
- 시내버스 이용자의 통행시간절감편익은 노선개편후 절감된 통행시간을 산정하여, 통행시간의 가치를 곱하여 산출함

$$\text{통행시간절감편익} = \text{통행시간감소량} \times \text{시간가치}$$

2) 효과분석

- 기존노선과 개편노선의 통행시간감소량을 emme2 프로그램을 이용하여 산출하고, 각각의 통행단계별 시간가치를 곱하여 총통행비용을 산출함

▮ 차내통행시간가치는 2,350원, 대기시간가치는 3,995원 적용⁶⁾

- 노선개편 후 총통행비용 감소액은 1일 평균 62,156천원, 연간 227억원으로 이 비용이 곧 시내버스 이용자의 시간절감편익이라 할 수 있음

▮ (487,979천원 - 425,823천원) × 365일 = 22,686,940천원

[표 32] 노선개편 전후 총통행비용 비교(원/일)

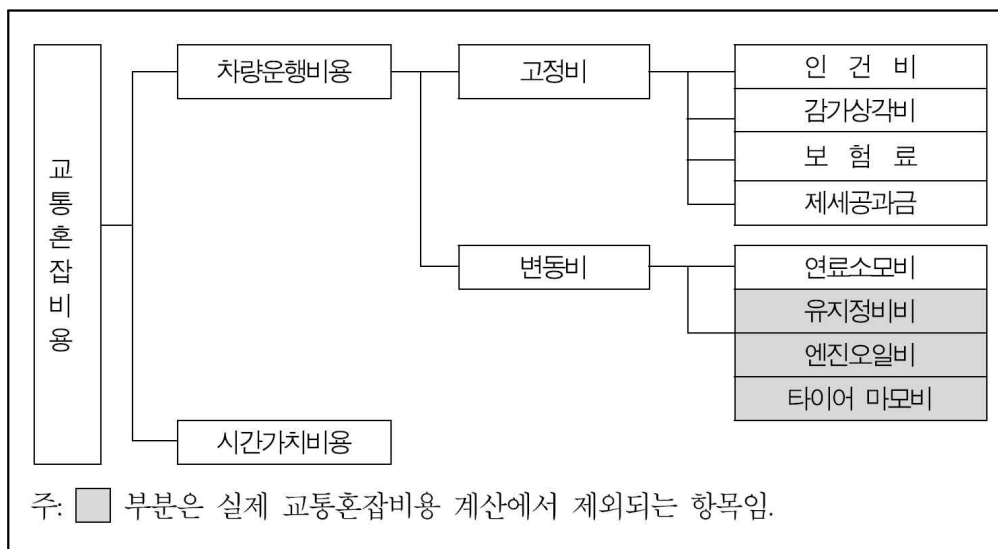
구 분	차내통행시간비용	대기시간비용	환승페널티비용	총통행비용
기존노선	237,432,250	233,877,847	16,668,550	487,978,647
개편노선	228,462,300	173,365,529	23,995,067	425,822,895

6) 차내통행시간가치는 한국개발연구원(2007), 도로·철도 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제4판) 인용, 대기시간가치는 차태통행시간가치의 1.7배 적용

2. 교통혼잡비용

1) 지표설명

- 교통혼잡비용은 도로상에서 발생하고 있는 교통혼잡으로 인하여 추가적으로 발생하는 사회적 한계비용의 합으로 정의할 수 있음
- 시내버스 노선개편에 따른 서비스의 개선으로 인해 승용차 이용자가 대중교통으로 전환될 경우 도로의 혼잡이 개선되므로 교통혼잡비용에 영향을 미치게 됨
- 교통혼잡비용은 차량운행비용과 시간가치비용으로 구분되며, 다시 차량운행비용은 운전기사 인건비, 감가상각비, 보험료 등의 고정비와 연료소모비, 유지비 등 변동비로 구분되고, 시간가치비용은 교통혼잡으로 인하여 발생된 손실시간을 비용으로 화폐 단위화한 것임
- 일반적으로 고정비는 교통혼잡의 발생에 상관없이 일정하게 지출되는 비용이므로 교통혼잡비용이라 함은 주로 연료소모비와 시간가치비용을 의미함
- 시간가치비용은 교통혼잡으로 소비된 시간만큼을 경제활동을 하였다면 그에 상응하는 재화를 창출하였을 것이라는 점에서 기회비용의 의미를 지님



[그림 18] 교통혼잡비용의 구성

2) 효과분석

- 본 분석에서는 대전시의 교통혼잡비용 추정치를 활용하여, 노선개편에 의해 증가한 대중교통이용객이 승용차에서 전환되었다고 가정하고 교통혼잡비용의 감소분을 산정함
- 2007년 현재 대전시 전체의 교통혼잡비용은 9,746억원(고정비 제외)으로 승용차가 6,714억원, 버스가 3,018억원, 화물차가 13억원을 차지함

[표 33] 2007년 기준 대전시 교통혼잡비용

구 분	승용차	버 스	화물차	계
비용(억원)	6,714	3,018	13	9,746
비 율(%)	68.9	31.0	0.1	100.0

- 노선개편이후 대중교통 이용객의 증가는 시내버스 7천인, 도시철도 13천인으로 총 20천인이 증가함
- 대중교통 이용객 증가분(20천인/일)의 약 70%가 승용차에서 전환되었다고 가정할 경우, 승용차 통행량이 14천통행 감소한 것으로 해석할 수 있으며, 감소량은 대전시 1일 승용차 통행량(1,414천통행)의 0.99% 해당됨
- 따라서 시내버스 노선개편으로 인해 대전시 승용차 교통혼잡비용의 0.99%가 감소한 것으로 볼 수 있으며, 이에 해당하는 비용은 66.5억원에 이름

┃ 6,714억원(승용차 교통혼잡비용) × 0.99%(승용차 통행량 감소비율) = 66.5억원

3. 환경비용

1) 지표설명

- 시내버스 노선개편에 따른 서비스의 개선으로 인해 승용차 이용자가 대중교통으로 전환될 경우 대기오염배출량이 줄어들어 환경비용이 감소하게 됨

$$\text{대기오염비용} = \text{대기오염비용원단위} \times \text{평균운행거리} \times \text{통행량감소대수}$$

2) 효과분석

- 대기오염비용은 승용차의 속도별 대기오염비용원단위를 기준으로 승용차의 평균운행거리, 통행량감소대수를 고려하여 산정함
- 승용차의 속도별 대기오염물질별 비용원단위는 다음의 기준을 적용함⁷⁾

[표 34] 승용차·속도별 대기오염 비용(원/km, 2006년 기준)

속도(km/시)	CO	NOx	HC	PM	CO2	합계
10	33.34	10.42	6.39	0.00	15.73	65.88
20	14.71	5.97	2.20	0.00	10.64	33.52
30	9.12	4.32	1.18	0.00	8.48	23.09
40	6.48	3.43	0.75	0.00	7.20	17.86

- 대전시 승용차의 평균통행속도는 25.6km/시로 이에 해당하는 대기오염비용 원단위는 약 28.3원/km에 해당됨
- 자가용 승용차의 1일평균 주행거리는 16.9km이며, 노선개편으로 인한 승용차 통행량 감소량 14천통행, 승용차 평균재차인원 1.5인을 고려하면 대기오염비용은 연간 815백만원(1일 2,232천원)이 감소될 것으로 분석됨

$$\text{28.3원} \times \text{16.9km} \times \text{14천통행} / (\text{1.5인} \times \text{2회(대당 평균통행수)}) \times \text{365일} = \text{815백만원}$$

7) 한국개발연구원(2007), 도로·철도 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제4판)

제 5 장

개편노선체계 보완방향

제1절 문제점 도출

제2절 보 완 방 향

제5장 개편노선체계 보완방향

제1절 문제점 도출

1. 전체적인 문제점

- 시내버스 노선 개편후 시민 만족도 조사를 토대로 노선체계의 문제점을 도출함
- 시내버스 이용 연령별 만족도를 교차분석한 결과, 배차간격에 대한 만족도가 가장 나쁜 것으로 나타남
 - ▮ 연령별·항목별 불만족 비율을 분석한 결과, 특히, 배차간격에 대한 불만족 비율이 높으며, 소요시간은 20-29세, 굴곡도는 19세 이하, 배차간격은 20-29세, 정시성은 19세 이하, 통행가능권역은 60세에서 불만족 비율이 높게 나타남
- 만족도 설문조사는 노선개편 전보다 노선개편 후 만족도가 높아졌는지에 대한 이용자들의 의견으로 상대적인 가치임
- 따라서 노선개편 전 만족도가 매우 낮은 경우 노선개편 후 조금만 향상되어도 불만족 비율이 낮아지기 때문에 문제점이 없는 것으로 나타날 수 있음
- 대표적인 항목이 시내버스의 정시성 문제로 노선개편 전후 모두 정시율이 낮은 것으로 분석됨
- 또한 설문조사에서는 분석되지 않았지만, 노선개편 후 환승이용객이 증가하면서, 환승 체계에 대한 문제점도 지속적으로 나타나고 있음

[표 35] 노선개편 후 만족도 조사의 연령별·항목별 불만족 비율

구 분	소요시간	굴곡도	배차간격	정시성	통행가능권역	종합만족도
19세 이하	14.84	11.72	28.91	21.88	15.63	25.00
20-29	22.64	10.69	33.02	16.98	16.67	22.64
30-39	17.95	6.41	21.15	10.26	14.74	14.74
40-49	20.41	10.71	26.02	10.20	17.35	24.49
50-59	18.26	11.30	25.22	11.30	13.04	20.87
60세 이상	9.20	8.05	24.14	8.05	18.39	24.14
평 균	18.80	10.00	27.60	13.80	16.10	22.00

2. 노선별 문제점

- 항목별 불만족 비율이 25% 이상인 노선을 분석해본 결과, 전체 61개 조사대상 노선 중 소요시간은 19개(31.1%), 굴곡도는 4개(6.6%), 배차간격은 33개(54.1%), 정시성은 10개(16.4%) 노선이 해당되는 것으로 나타남
- 특히 불만족 비율이 50% 이상인 103 노선의 배차간격, 113 노선의 배차간격, 317 노선의 배차간격, 612번 노선의 배차간격, 618 노선의 굴곡도 및 정시성, 802번 노선의 소요시간은 시급한 개선이 요구되는 것으로 분석됨

[표 36] 노선개편 후 만족도 조사의 노선별 연령별·항목별 불만족 비율

노선번호	소요시간(%)	굴곡도(%)	배차간격(%)	정시성(%)
1	7.14	0.00	7.14	3.57
2	17.86	17.86	21.43	14.29
101	20.00	0.00	36.00	16.00
102	30.00	10.00	40.00	40.00
103	29.41	11.76	58.82	5.88
104	20.00	0.00	45.00	10.00
106	30.00	10.00	20.00	15.00
107	0.00	10.00	30.00	20.00
108	13.04	4.35	34.78	21.74
109	15.38	0.00	23.08	15.38
113	53.85	15.38	53.85	7.69
114	12.50	0.00	50.00	0.00
115	16.67	0.00	16.67	16.67
116	0.00	0.00	0.00	0.00
119	0.00	0.00	0.00	0.00
121	0.00	0.00	0.00	0.00
201	18.75	6.25	18.75	3.13
202	26.09	8.70	30.43	0.00
211	22.58	6.45	22.58	3.23
216	60.00	30.00	30.00	0.00
301	7.27	3.64	7.27	14.55
311	13.73	19.61	15.69	11.76
312	0.00	0.00	0.00	0.00
313	5.56	5.56	11.11	33.33
314	0.00	0.00	0.00	0.00
315	16.67	0.00	41.67	8.33

[표 36] 계속

노선번호	소요시간(%)	굴곡도(%)	배차간격(%)	정시성(%)
316	27.27	0.00	36.36	9.09
317	11.11	11.11	55.56	22.22
318	0.00	0.00	33.33	16.67
501	36.84	10.53	26.32	10.53
511	21.05	10.53	42.11	15.79
512	0.00	0.00	0.00	0.00
513	40.00	20.00	60.00	20.00
514	12.50	0.00	50.00	25.00
601	10.00	10.00	50.00	20.00
602	0.00	0.00	45.45	27.27
603	9.09	22.73	36.36	4.55
604	21.05	5.26	42.11	15.79
605	15.38	0.00	46.15	7.69
606	11.11	11.11	0.00	0.00
607	27.78	22.22	11.11	27.78
611	43.75	12.50	50.00	12.50
612	17.65	11.76	58.82	23.53
613	0.00	4.55	18.18	22.73
614	10.00	0.00	10.00	30.00
615	0.00	0.00	0.00	0.00
616	9.52	14.29	4.76	4.76
617	33.33	0.00	44.44	22.22
618	50.00	75.00	25.00	75.00
619	13.33	13.33	20.00	33.33
620	8.33	16.67	25.00	0.00
701	4.76	9.52	9.52	4.76
703	17.65	11.76	47.06	29.41
704	35.71	21.43	50.00	7.14
705	50.00	41.67	50.00	16.67
706	14.29	14.29	21.43	7.14
711	28.57	23.81	28.57	23.81
802	54.55	36.36	27.27	27.27
911	46.67	20.00	33.33	33.33
916	50.00	21.43	50.00	28.57
918	18.18	9.09	45.45	0.00

제2절 보완방향

- 개편 노선체계의 많은 긍정적인 효과가 있음에도 불구하고, 전철에서 살펴본 바와 같이 배차간격의 과다, 정시성 확보, 환승체계에 대해서는 여전히 문제가 있는 것으로 분석됨
- 따라서 이후로는 우선적으로 배차간격의 단축, 정시성 확보, 환승체계 개선에 많은 노력을 기울일 필요가 있음

□ 배차간격의 단축

- 배차간격은 시내버스 이용객이 정류소에서 기다리는 시간과 밀접한 관련이 있으며, 도시내 대중교통의 특성상 평균 이동거리가 짧기 때문에 정류소 대기시간이 많은 비중을 차지함
- 대전시 노선개편 후 배차간격은 14.1분으로 서울 6.8분, 부산 10.8분, 대구 10.3분 등에 비해 매우 긴 실정임

[표 37] 도시별 시내버스 배차간격 비교

구 분	대 전	서 울	부 산	대 구
노선수(개)	93	409	134	103
배차간격(분)	14.1	6.8	10.8	10.3

- 배차간격의 단축을 위해서는 시내버스의 통행속도를 높임으로써 운행회수를 증가시키는 방법, 차량의 공급을 늘리는 방법이 있음
- 시내버스의 통행속도를 높이는 것은 정시성과도 밀접한 관련이 있으므로 정시성 확보 차원에서 지속적으로 개선해 나가고, 우선적으로는 시내버스의 배차간격이 과다하게 긴 노선을 대상으로 차량의 공급을 통하여 배차간격을 단축시키는 것이 바람직함
- 또한 노선체계가 간선-지선체계로 개편되었으므로 수요가 많지 않은 지선노선을 대상으로 마을버스의 도입도 검토할 필요성이 있음

□ 정시성 확보

- 노선체계 개편 후에도 정시성은 시민만족도 조사 등을 고려할 때 개선이 되었다 하지만 여전히 잘 지켜지지 못하고 있는 실정임
- 정시성의 확보는 시내버스 이용객의 대기시간을 줄이고, 신뢰성을 줄 수 있으므로 매우 중요하다 할 수 있음
- 정시성이 확보되지 못하는 이유는 시간대별, 구간별 교통혼잡이 상이하기 때문으로 이러한 혼잡구간을 개선하는 것이 대안이라 할 수 있음
- 대전시의 경우 시내버스의 평균통행속도는 높은 편이나 특정구간의 교통혼잡이 심각한 실정으로 이들 구간을 찾아내어 중앙버스전용차로 도입, 가로변 버스전용차로의 개선 및 2차로 활용, 교차로 버스우선대기공간의 확보 등을 검토할 필요성이 있음

□ 환승체계 개선

- 시내버스 노선개편 후 환승률이 기존 12.8%에서 18.3%로 5.5% 증가함에 따라 환승 이용객이 증가함
- 대전시의 경우 시내버스 이용객의 평균 통행거리가 짧은 점을 고려하면, 환승체계가 불량할 경우 차량이동시간보다 정류소 대기시간과 환승에 소요되는 시간이 더 길어질 수 있음
- 따라서 환승이용객이 많은 정류장은 환승이용객의 편의도모 차원에서 환승센터나 환승정류소를 지속적으로 설치해 나갈 필요성이 있음
- 특히, 시내버스간 환승시 같은 장소에서 환승하지 못하고 도로반대방향 정류장으로 이동한다거나, 다른 정류소로 이동하는 경우가 있으므로 이러한 환승통행경로를 지속적으로 발굴하여 시내버스의 정류장의 위치, 정차위치 변경 등을 통하여 가급적 환승거리를 짧게 하고 환승에 따른 안내체계를 개선해 나갈 필요성이 있음

참고문헌

1. 대전광역시(2008), 대전광역시 시내버스 노선개편 계획
2. 이상용(2003), 시내버스 노선체계 평가를 위한 정량적 지표의 설정 및 적용, 대한교통학회지 21권 4호
3. 윤혁렬(2003), 서울시 버스체계개편에 따른 모니터링 연구, 서울시정개발연구원
4. 권태범·이상인(2006), 시내버스 준공영제 성과분석 및 개선방안, 대구경북연구원
5. 이원규외(2007), 대중교통체계 개편 성과와 개선방안 연구, 부산발전연구원
6. 한국개발연구원(2007), 도로·철도 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제4판)
7. 조한선·이동민(2008), 2007년 전국 교통혼잡비용 추정과 추이 분석, 한국교통연구원
8. 대한교통학회 대전충청지회(2009), 대전광역시 시내버스 노선개편에 따른 고객 설문조사 결과 보고서

정책연구보고서 2009-06

대전광역시 시내버스 노선개편 효과분석

발행인 육동일
발행일 2009년 9월
발행처 대전발전연구원
 302-280 대전광역시 서구 월평본1길 39(월평동 160-20)
 전화 : (042)530-3500 팩스 : (042)530-3528
 홈페이지 : <http://www.djdi.re.kr>

본 내용은 연구자의 견해로서 대전광역시 및 대전발전연구원의
공식견해를 나타내는 것은 아닙니다.