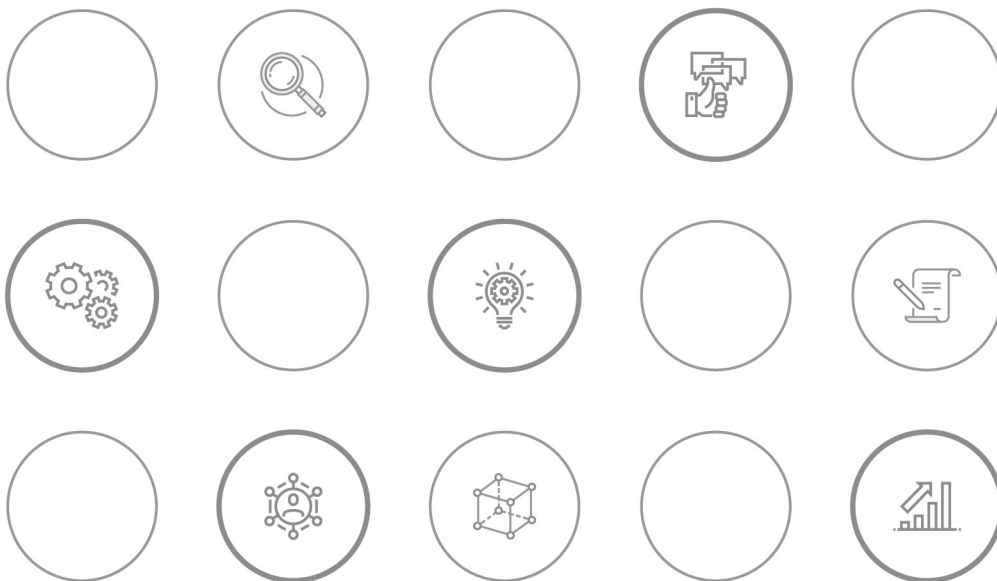


고양특례시 간선급행버스체계 운영 효율화 방안

Goyang City Bus Rapid Transit Operation Improvement Plan

• 백주현, 김환성



고양특례시 간선버스급행체계 운영 효율화 방안

Goyang City Bus Rapid Transit Operation Improvement Plan

연구책임자

백주현 고양연구원 도시환경연구실 연구위원

연구진

김환성 고양연구원 도시환경연구실 연구원

요 약

1. 연구 개요

□ 연구 배경

- “간선급행버스체계(Bus Rapid Transit, 이하 BRT)”란 대도시권의 교통 문제를 광역적인 차원에서 효율적으로 해결하기 위해 「대중교통의 육성 및 이용촉진에 관한 법률」에 따라 대도시권 등에서 건설 및 운영하는 교통체계를 의미함
 - 구성요소 : 전용주행로, 교차로, 정류소 등의 체계 시설과 전용차량
 - 전용차량 : 「간선급행버스체계의 건설 및 운영에 관한 특별법」과 「여객자동차 운수사업법」에 따른 시내버스운송사업에 사용되는 자동차
- 고양시는 2006년 10월 중앙로 구간에 대화역부터 서울시계까지 총연장 15.6km의 고양축 BRT를 구축하였으나, 빠른 광역교통수송이라는 BRT 본연의 구축 목적과는 상이한 형태로 BRT가 운영되고 있음
 - 마을버스 BRT 구간 통행 허용에 따른 법률적 문제점, 정류장 혼잡도 증가 및 비효율적인 환승 동선으로 인한 안전사고 위험성 증가
 - 정류장 추월차로 미설치와 높은 노선중복으로 인한 정류장에서의 선행·후속 차량 간의 승하차 지연 및 교통정체에 따른 수단경쟁력 저하
 - 낮은 등급의 BRT 구축·운영에 따른 대중교통 이용편의성 저하로 정류장, 요금지불체계, 전용차량, 교통정보시스템 등의 측면에서 높은 등급의 BRT 시설개선 필요성 요구 증가

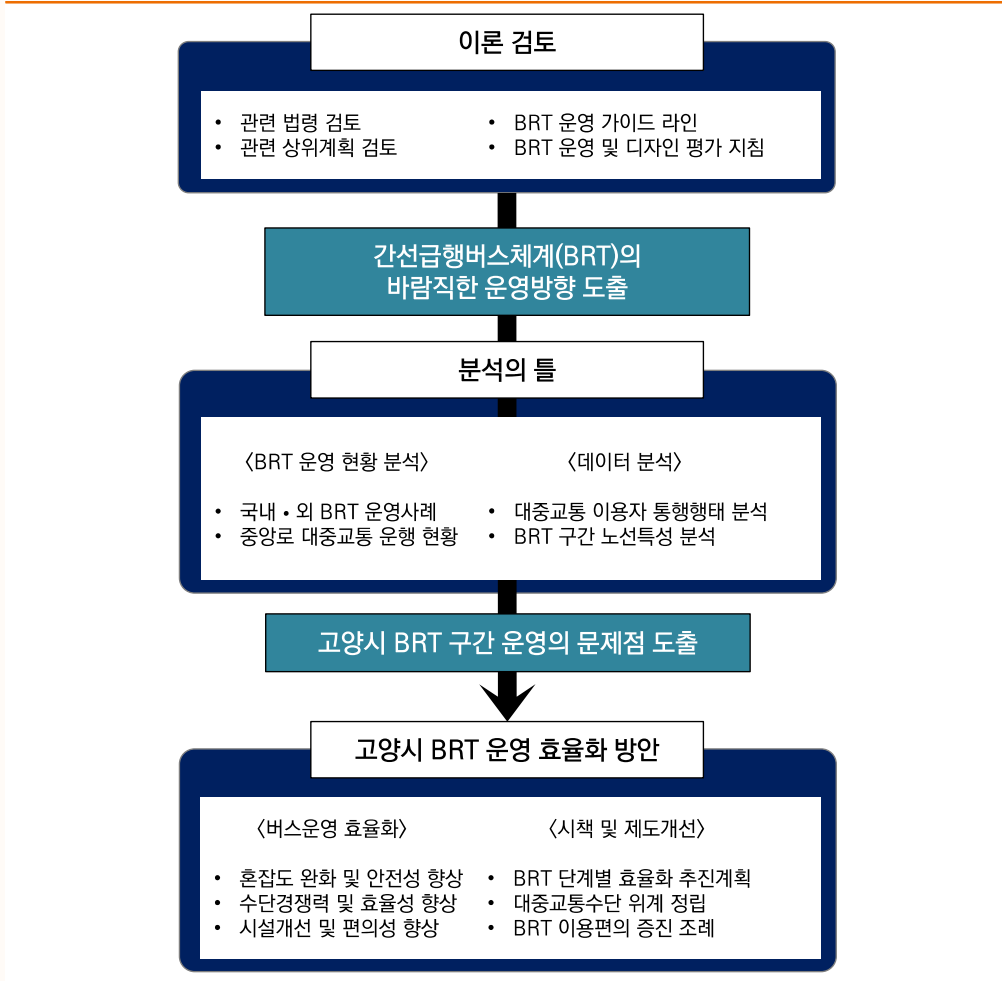
□ 연구 목적

- 고양시 중앙로 BRT 구간의 설치 목적 기능 회복을 통해 광역대중교통수단의 경쟁력을 향상시키고 대중교통 이용자의 안전성, 이용편의성 향상을 위한 운영 효율화 방안 제시
- 국가 정책 방향에 부응하는 BRT 서비스의 고급화·첨단화 사업에 대응하며, 창릉 신도시 등 신규 BRT 시스템 도입 시 고양시가 고려해야 하는 바람직한 BRT 운영 및 시설구축 방향 제시

□ 연구의 내용

- BRT 관련 법·제도 기반 검토 및 국내·외 BRT 운영 사례 분석
- 고양시 중앙로 BRT 구간 현황조사 및 통행패턴·노선특성 분석
- 고양시 중앙로 BRT 구간 운영 효율화 방안 제시
 - BRT 구간 시설 혼잡도 완화를 통한 안전성 향상
 - 추월차로 설치 및 교차로 등 개선을 통한 효율성 및 수단경쟁력 향상
 - 간선급행버스체계 시설의 고급화·첨단화를 통한 대중교통 이용자 이용편의성 향상 도모

그림 1 | 연구의 흐름도



2. BRT 관련 법·제도 기반 검토

□ 국내 법령 및 지침

- 「간선급행버스체계의 건설 및 운영에 관한 특별법」
 - 대도시권 교통 문제 해결을 위한 간선급행버스체계의 건설·운영, 운송사업 내용 규정
 - BRT 관련 종합계획 수립, 건설 및 운영 등에 관한 내용을 중점적으로 고려
- 「대중교통의 육성 및 이용촉진에 관한 법률」
 - 대중교통의 체계적인 육성 및 지원, 대중교통수단 이용 촉진을 위한 내용 규정
 - 대중교통수단 우선통행, 시설기준, BRT 주요 구성요소
- 「간선급행버스체계 설계지침」
 - 간선급행버스체계의 기반시설 설계 관련 내용을 규정하고 BRT 유형별 특성 분류
 - 전용주행로, 교차로, 부속시설, 환승시설, 운영관리 시스템
 - 간선급행버스체계 유형을 신고통형과 일반형으로 구분하고 유형별 특성 정리
- 「간선급행버스체계 종합계획 수정계획」
 - 현행 대중교통체계 문제점을 보완하고 교통서비스 수준 향상을 위한 종합계획 수립
 - 종합계획 개요, 수도권 교통여건 및 구축계획 내용 검토
 - 계획의 비전 및 목표 분석 및 BRT의 바람직한 운영을 위한 추진과제 설정

□ 국외 지침

- BRT 설계지침 「BUS RAPID TRANSIT SERVICE DESIGN GUIDELINES」
 - 북미교통부연합체(NACTO)에서 발간한 지침서로 바람직한 BRT 운영을 위한 인프라 및 서비스 관련 계획 및 실행, BRT 정책, 대중교통 우선통행 요소 등을 제시
- BRT 기본 운영 지침 「THE BRT STANDARD」
 - BRT 서비스를 설계와 운영 부문으로 구분하고 이를 평가하기 위한 지침 제시
 - 설계 부문
 - BRT 기본 구성요소(전용차량, 교차로, 요금체계, 정류장) 설계
 - 정류장 및 노선 운영계획
 - 대중교통 이용자의 안전성, 편의성 향상 체감을 위한 서비스
 - 운영 부문
 - 시설 유지관리
 - 효율성 향상을 위한 신호체계 및 버스 운행 지침

□ 분석의 틀

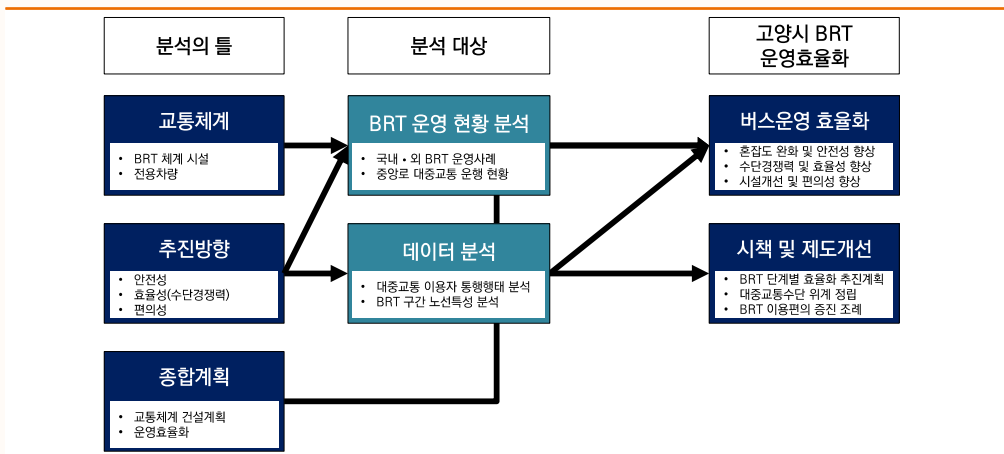
○ 바람직한 BRT 운영 방향 도출 및 분석의 틀 설정

- 국내 법령, 상위계획, 국외 지침 등 법·제도 기반 검토 내용을 바탕으로 간선급행버스체계의 바람직한 운영을 위한 구성요소 분석
- 이와 더불어 고양시 BRT 운영 현황조사와 교통카드 데이터를 활용한 이용자 통행행태, 노선 특성 분석을 통해 고양시 BRT 운영 효율화 방안을 제시하기 위한 분석의 틀 설정

표 1 | 간선급행버스체계의 바람직한 운영을 위한 구성요소

구분	주요 내용
체계 시설	전용주행로 • 전용차량만 이용할 수 있는 전용도로·전용차로 및 부족시설
	교차로 • 고가·지하차도 등 입체시설이나 신호·제어설비를 통해 우선통행 지원
	정류장 • 이용자의 신속한 승·하차를 위한 물리적 시설 지원 및 기존 버스정류장과 차별화
	환승시설 • 전용차량 승객의 타 교통수단으로의 환승을 지원하는 시설
전용 차량	일반형 • 「여객자동차 운수사업법」 시행령 제3조 제1호에 따른 시내버스 운송사업 차량 • 이때 시내버스 운송사업 차량은 마을버스운송사업 차량과 구분됨
	신교통형 • 「자동차관리법」 제3조 제2호에 따른 승합자동차로서 일반형 전용차량에 대비 수송 능력, 승하차 방식, 동력 등 기술적 개선이 이루어진 자동차
추진 방향	안전성 • 접근성 : 교통약자를 포함한 이용자의 승·하차 및 환승 이용 시 안전성 확보 • 환승용이성 : 안전한 환승을 위한 이동거리 단축 및 동선 분리
	효율성 (수단경쟁력) • 추월차로 설치 : 버스 운행 효율 개선, 정류장 혼잡도 완화 • 교차로 우선통행 및 신호 : 정시성 확보 및 수단경쟁력 향상
	편의성 • 합리적인 노선 설계 : 도심 주요 활동지역과 고밀도 주거지역 연결 • 정류장 설치 : 설치 구역 현황을 고려한 정류장 형태 및 간격 고려

그림 2 | 분석의 틀



3. 국내·외 BRT 운영 사례 분석

○ 운영 사례 검토 결과 및 시사점

- 국내 BRT 체계는 브라질 꾸리찌바 BRT 시스템의 영향을 크게 받음
 - 서울시에서 국내 최초로 운영하였으며, 세종시와 창원시에서 S-BRT 체계 구축·운영
- 국외의 경우 전용차로 외에도 친환경·대용량 차량, 요금지불 부문의 선진 체계를 적극 도입
- 고양시 BRT 체계의 문제점은 버스전용차로 외 구성요소가 상대적으로 부족하다는 점
 - BRT의 설치 목적인 광역교통수송의 회복을 위해 고급 BRT 체계 구축 추진 방향 제시 필요

표 2 | 국내외 BRT 운영 사례 분석 결과 및 시사점

구분		도입과정	도입효과
국내 운영 사례	서울시	<ul style="list-style-type: none"> • '85년 국내 최초 가로변 버스전용차로 도입 • '96년 국내 최초 중앙버스전용차로 도입 • '04년 버스 준공영제 및 대중교통 통합 요금제(환승할인) 실시 	<ul style="list-style-type: none"> • 인근 지자체로부터 서울시로 이동하는 이용객들의 접근성 향상 • 간선급행버스체계 종합계획 수정계획에 따라 새로운 BRT 노선도 구축계획 수립
	세종시	<ul style="list-style-type: none"> • '13년 광역교통망 강화를 위해 BRT 시스템 도입 • BRT 시스템을 고도화하는 S-BRT 추진을 통한 고급 BRT 구축 도모 	<ul style="list-style-type: none"> • BRT 연간 이용객 '13년 64만 명에서 '23년 1,123만 명으로 약 17배 증가 • 도로 입체·지하화를 통해 이동시간 단축 • 통합운영체계 구축으로 효율성 향상 도모
	창원시	<ul style="list-style-type: none"> • 도시철도 도입 무산 이후 BRT 도입 추진 • '20년 국토교통부 S-BRT 시범사업 선정 • '21년 S-BRT 시스템 개발계획 수립 	<ul style="list-style-type: none"> • S-BRT 이후 구간 내 이동시간 단축 • 우선신호체계 등 시스템 개선에 따른 효과 증대를 기대함
국외 운영 사례	브라질 꾸리찌바	<ul style="list-style-type: none"> • 전용차량, 요금지불, 도로 등 BRT 시스템 구축 및 운영의 대표적인 우수사례 • 3중 도로 체계 구축을 통한 철도 교통급 효과를 발휘할 수 있도록 설계 	<ul style="list-style-type: none"> • 시스템 도입 후 변화하는 수요에 대응하기 위한 새로운 BRT 축 건설 • '30년 시내의 버스 차량의 33%를 무공해 전환, '50년 100%를 목표로 설정
	프랑스 낭트	<ul style="list-style-type: none"> • '06년 BRT 시스템 도입 이후 초기 이용객 약 26,500명에서 2015년 약 두 배 증가 • '19년 전기버스 시스템 도입 • '20년 신규 BRT 노선 계획 	<ul style="list-style-type: none"> • 대용량 전기 이중굴절버스 'e-busway' 도입 이후 여객수용량 약 35% 증가 • 충전 시스템 개선에 따른 '21년 UITP 어워즈 운영 및 기술적 우수성 부문 수상
	콜롬비아 보고타	<ul style="list-style-type: none"> • '트랜스밀레니오' 프로젝트를 통해 BRT 시스템 도입 계획수립 • 이용수요를 고려한 전용차로 설치 계획 	<ul style="list-style-type: none"> • '11년 조사 결과 통행수요의 약 25%가 BRT를 이용하는 것으로 집계됨 • 이중굴절 전기버스 도입에 따른 효과 검증 후 '19년 도입 확대 추진
	중국	<ul style="list-style-type: none"> • '99년 쿤밍에서 버스전용차로 설치 시작 이후 베이징, 항저우, 장저우 등으로 확대 	<ul style="list-style-type: none"> • 도입 전 만족도는 40%였으나, 도입 후 '19년 기준 77.3%로 상승함
시사점		<ul style="list-style-type: none"> • BRT의 핵심 목표는 빠른 이동과 정시성 확보, 대규모 수송이라는 것이 확인 • 고양시의 BRT 시스템은 중앙버스전용차로 외 BRT 시스템 운영을 위한 추가적인 요소가 부족하며, 간선도로 또한 혼잡으로 인해 본연의 기능이 제한된 상태 • 문제를 해결하기 위해 S-BRT와 같은 고급형 BRT 도입을 검토하고 안전한 정류장 설계, 효율적인 대중교통 운영에 대한 방향성 확립 필요 	

4. 고양시 BRT 운영 및 이용 현황 분석

□ 중앙로 버스·지하철 운행 현황

○ 중앙로 간선급행버스체계 현황

- 고양시 대중교통수단의 정시성 확보와 증가하는 광역교통 통행 수요의 빠른 이동을 위해 일산선 대화역부터 서울시계까지 약 15.6km 구간에 이르는 BRT를 구축
- 고양시 중앙로 BRT 체계는 타 지자체와 다르게 마을버스의 통행을 허용하고, 교차로에서의 회전 통행을 규제하지 않으며, 일부 구간 추월차로가 미설치되어 안전성, 효율성 부문에서 문제 발생

○ 중앙로 BRT 구간 안전사고 현황

- 중앙로 BRT 구간에서 발생하는 보행자 대 노선버스 간의 안전사고는 2015년부터 2023년까지 전반적으로 감소 추세에 있지만, 중상 사고의 구성 비율이 높고 일산선 인근의 BRT 정류장 및 횡단보도에서 안전사고 발생 건수가 매우 높은 것으로 나타남

□ 대중교통 이용자 통행행태 분석

○ 분석 개요

- 교통카드 데이터 분석을 바탕으로 중앙로 BRT 구간을 이용하는 대중교통 이용자의 통행 유형을 세 가지로 구분하였으며, 정류장별·기종점별 일평균 통행량, 정류장별 환승 또는 환승 이전 수단별 통행량, 환승 이전 교통수단 등의 통행행태 분석
 - 유형 A : 정류장에서 마을버스를 승차하는 경우(도착지까지 환승 가능)
 - 유형 B : 정류장에서 타 대중교통수단 하차 후 마을버스로 환승하는 경우
 - 유형 C : 정류장에서 마을버스 하차 후 타 대중교통수단으로 환승하는 경우

○ 분석 결과

- 일산선 대화역, 주엽역, 마두역 출입구 인근 정류장의 마을버스 이용 전·후 환승 수단이 지하철 또는 마을버스인 경우가 약 40~65%인 것으로 나타남
- 정류장별·환승 이전 수단이 지하철 또는 마을버스인 경우
 - 대화역 → 백석역 방면 : 대화역 47.2%, 주엽역 46.9%, 마두역 40.4%
 - 백석역 → 대화역 방면 : 대화역 62.7%, 주엽역 55.3%, 마두역 44.8%
- 정류장별·환승 수단이 지하철 또는 마을버스인 경우
 - 대화역 → 백석역 방면 : 대화역 62.7%, 주엽역 55.3%, 마두역 44.8%
 - 백석역 → 대화역 방면 : 대화역 66.1%, 주엽역 56.0%, 마두역 43.8%

□ 고양시 BRT 구간 노선 특성 분석

○ 분석 개요

- 중앙로 BRT 구간을 대상으로 교통카드데이터 이용내역, 경기버스정보 노선 현황자료를 바탕으로 구간별 노선중복도와 구간별·시간대별 노선중복도를 분석함

표 3 | 노선 특성 분석 개념 및 지표

구분	구간별 노선중복도	구간별·시간대별 노선중복도
개념도		
비고	<ul style="list-style-type: none"> • 버스전용차로 내 정류장-정류장 구간을 대상으로 노선중복도 분석 • 최신 노선 현황자료를 기반으로 산출 • 노선이 교차로에서 좌회전하여 중앙버스전용차로를 벗어나는 경우에도 구간별 노선중복도 산출에 포함 	<ul style="list-style-type: none"> • 버스전용차로 내 정류장-정류장 구간을 대상으로 시간대별 노선중복도 분석 • 교통카드데이터의 이용내역을 기반으로 산출 • 실제 차량이 운행했음에도 불구하고, 해당 정류장에 이용자(승차 태그)가 없는 경우 미집계

○ 구간별 노선중복도 분석 결과

- 대화역 → 백석역 방면
 - 구간 내 최다 정차 노선 : 057노선(대화교통)
 - 최대 노선중복 구간 : 주엽역(중) ~ 강선마을(중) ~ 일산동부경찰서(중) 구간(6개 노선)
- 백석역 → 대화역 방면
 - 구간 내 최다 정차 노선 : 057노선(대화교통), 066(신일산교통)
 - 최대 노선중복 구간 : 강선마을(중) ~ 주엽역(중) 구간(7개 노선)

○ 구간별·시간대별 노선중복도 분석 결과

- 대화역 → 백석역 방면
 - 평일 기준 오전 9시의 대화역 ~ 백병원(중) 구간과 오후 6시의 주엽역(중) ~ 강선마을(중) 구간에서 각각 일평균 13대, 14.4대로 가장 높은 노선중복도를 보임
- 백석역 → 대화역 방면
 - 평일 기준 오전 8시와 오후 7시 모두 주엽역(중) ~ 문춘마을(중) 구간에서 각각 일평균 18.8대, 23.8대로 가장 높은 노선중복도를 보임

□ 고양시 BRT 구간 운영의 문제점

○ BRT 구간 마을버스 통행 허용

- 「간선급행버스체계의 건설 및 운영에 관한 특별법」과 「여객자동차 운수사업법」에서 BRT 전용차량을 시내버스 운송사업 차량으로 규정하고 있음에 따라 고양시 BRT 구간의 마을버스 통행은 법률적인 문제점을 지님
- 또한 고양시는 BRT 구간의 마을버스 통행으로 인해 법률상으로 규정하고 있는 차량 외 교통이 증가하여 BRT의 광역수송능력 효율성을 저해하고 BRT 설치 목적을 훼손하고 있음

○ 혼잡한 정류장과 환승 목적 횡단으로 인한 안전사고 위험 증가

- BRT 구간 내 마을버스 통행으로 인해 본래 가로변 정류장을 이용해야 할 마을버스 이용자들이 중앙버스정류장을 이용함에 따라 정류장 혼잡도가 증가하고 불필요한 환승 동선이 발생
- 중앙로 BRT 구간 내 보행자 대 노선버스 간에 발생하는 안전사고 지점을 고려했을 때, 승·하차 또는 정류장 횡단 시 안전사고가 발생하는 것으로 판단되며, 혼잡하고 비좁은 버스정류장이나 버스·지하철 간의 불필요한 환승 동선 발생은 교통약자에게 위험 요인으로 작용
- 이와 같은 문제를 해결하기 위해 정류장 혼잡도를 완화하고 대중교통 이용자의 동선을 분리하여 안전사고를 미연에 방지하기 위한 방안 마련 필요

○ BRT 구간 내 추월차로 미설치로 인한 효율성 저하

- 중앙로 BRT 구간 내 추월차로가 미설치된 지점은 주업역(중), 마두역(중) 정류장으로 조사됨
- 해당 정류장은 대중교통 수요가 급증하는 침두시에 선행 차량의 승·하차 지연 시 후속 차량의 출발 또한 함께 지연됨에 따라 차량정체가 빈번하게 발생
- 추월차로의 설치는 BRT의 정시성과 수단경쟁력을 크게 향상할 수 있으며, 추월차로 설치 여부에 따라 약 14%의 서비스 실패율의 차이를 보임
- 또한 추월차로 설치를 위해서는 해당 정류장의 구조, 차로 등의 교통 여건에 관한 고려가 필요하며, 제한된 공간의 효율적인 활용을 위해 정류장의 이동, 차로 폭원 및 차로 수 감소와 같은 방안이 고려되어야 함

○ 낙후된 체계시설로 인한 편의성 부족

- 중앙로 BRT 시스템은 중앙버스전용차로 설치 외 별다른 우수 요인을 갖추고 있지 않아 ITDP 기준 하급 BRT로 분류
- 최근 세종시 등에서는 전용차로 및 전용차량 뿐만 아니라 입체교차로, BRT 우선신호, 사전요금지불체계 등 종전의 체계시설을 첨단화·고급화하기 위한 S-BRT 사업이 추진 중

5. 고양시 BRT 구간 운영 효율화

□ 혼잡도 완화 및 안전성 향상

○ 중앙로 마을버스 정류장 분산배치

- 기본방향
 - 고양시 중앙로 BRT 구간 운행버스의 위계별 노선 분리를 위해 마을버스 정류장을 가로변으로 배치하여 BRT 설치 목적을 회복하고 혼잡도 완화를 통한 안전성 향상 도모
- 중앙로 가로변 시설물 개선 방안
 - CASE 1 : 택시 정류장 버스베이 변경
 - CASE 2 : 버스베이 신설
 - CASE 3 : 현행 유지: 기존 정차면 활용

표 4 | 중앙로 가로변 시설물 개선 방안 개념도

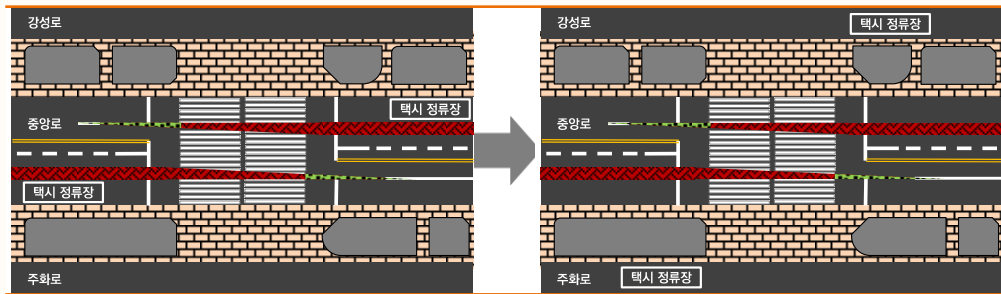
구분	개념도	
CASE 1 (택시 정류장 → 버스베이 변경)	당초	
	변경	
CASE 2 (버스베이 신설)	당초	
	변경	
CASE 3 (현행 유지: 기존 정차면 활용)	당초	
	변경	

표 5 | 중앙로 가로변 시설물 개선 방안 적용 결과

대화역 ~ 강선마을 구간							
일산동부경찰서 ~ 백석역·요진와이시티 구간							
구분	정류장명	방면	정차면수			베이 미설치	개선방안
			중앙차로	가로변	택시		
1	대화역	대화	-	3	7	-	Case-3
		백석	-	3	2	-	Case-3
2	백병원	대화	3	-	-	-	Case-2
		백석	3	-	7	-	Case-1
3	문춘마을	대화	3	-	-	-	Case-3
		백석	3	-	7	-	Case-1
4	주엽역	대화	5	-	12	-	Case-1
		백석	6	-	14	-	Case-1
5	강선마을	대화	4	-	7	-	Case-1
		백석	4	-	5	-	Case-1
6	일산동부 경찰서	대화	4	2	-	-	Case-3
		백석	4	2	8	-	Case-3
7	일산동구청, 정발산역	대화	5	2	2	-	Case-3
		백석	5	2	9	-	Case-3
8	마두역	대화	5	2	4	-	Case-3
		백석	6	3	7	-	Case-3
9	호수마을	대화	3	-	-	-	Case-2
		백석	3	-	-	-	Case-2
10	알미공원	대화	3	2	-	-	Case-3
		백석	3	3	-	-	Case-3
11	백석역 요진와이시티	대화	4	-	4	-	Case-1
		백석	6	-	8	-	Case-1

- 기대효과
 - 고양시 마을버스 중앙버스전용차로 이용에 따른 법률적 문제점 해결
 - 중앙버스정류장 혼잡도 완화, 불필요한 환승동선 제거에 따른 안전사고 감소 기대
- 택시 정류장 이전
 - 모바일 앱을 통한 택시 서비스 이용이 활성화됨에 따라 종전의 택시 정류장의 활용도가 감소하며, 공간 효율성 부문에서 문제점이 제기됨
 - 택시 이용 방법의 변화로 인해 중앙로에 위치한 대부분의 택시 정류장은 택시 운전직 종사자들의 휴게소 역할로 이용되고 있음
 - 마을버스 정류장 분산배치(안) 적용에 따라 중앙로에 위치한 택시 정류장을 중앙로와 인접한 이면도로인 강성로와 주화로로 이전하는 것이 바람직

그림 3 | 택시 정류장 이전 계획 개념도



○ 간선급행버스체계 보행자 안전확보 시스템

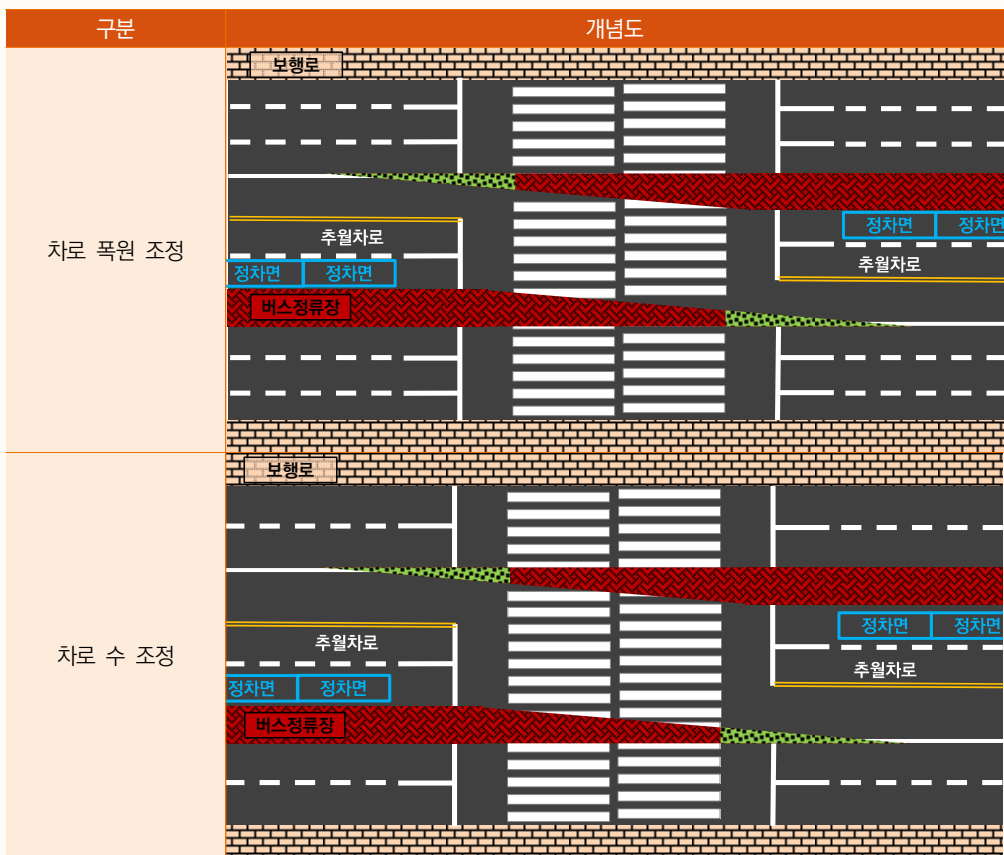
- 중앙로 BRT 구간 안전사고는 대부분 버스정류장과 인근 횡단보도에서 발생
 - 사고 지점을 고려했을 때 안전사고 주요 원인으로는 무리한 버스 승·하차 및 무단횡단으로 인해 정류장 또는 인근 횡단보도에서 발생하는 것으로 판단됨
- 보행자 안전확보 시스템 구성 요소
 - CCTV, VMS(Variable-Message Sign) 전광판, 지향성 스피커 등 기반 시설 설치
 - 통합관제 및 모니터링이 가능한 중앙관제센터 구축
- 보행자 안전확보 절차
 - 적색 보행신호 시 무단횡단 또는 횡단보도 외 지역으로 횡단하는 보행자가 발생하는 경우, 인근에 설치된 CCTV가 보행자의 무단횡단을 감지
 - 차량 운전자가 보행자 무단횡단을 인지할 수 있도록 VMS 전광판에 표출하고 지향성 스피커를 통해 무단횡단 보행자에게 사고위험을 고지
 - 통합관제센터를 거쳐 버스 차량에 설치된 단말기를 통해 버스 운전기사에게 무단횡단 발생상황 고지

□ 수단경쟁력 및 효율성 향상

○ 추월차로 신설 및 도로 다이어트

- 추월차로 설치에 따른 서비스 수준 검토
 - 추월차로의 설치 여부에 따른 서비스 실패율(Service Failure) 분석 결과 추월차로가 미설치된 정류장의 서비스 실패율은 추월차로가 설치된 정류장 대비 14%가 높게 나타남
- 중앙로 BRT 구간 추월차로 설치 방안
 - 중앙로 BRT 구간 중 추월차로가 미설치된 정류장은 주엽역(중) 정류장과 마두역(중) 정류장이며, 해당 지점은 단방향 기준 일반차로 3개, 버스전용차로 1개로 이루어진 상대식 정류장이 설치됨
 - 해당 정류장의 추월차로 신설을 위해 각 정류장의 보행로 방향으로의 위치 조정과 그에 따른 일반차로의 도로다이어트를 제시하였으며, 이때 도로다이어트는 차로별 폭원을 조정하는 방안과 차로 수를 감소하는 방안으로 구분

그림 4 | 추월차로 설치 방안 개념도



○ 정류장 설치 간격 및 노선중복도 개선

- 정류장 설치 간격 검토
 - 간선급행버스체계의 정시성과 일정 수준 이상의 통행속도 확보를 위해 정류장 간격이 중요하며, 고양시 BRT 정류장의 적정 간격은 500m 내외로 대부분 적절한 것으로 조사됨
- 노선중복도 개선
 - 중앙로 BRT 구간은 마을버스 통행으로 인해 당초 법률상으로 규정하는 전용차량 이외의 차량으로 운행되는 마을버스 노선이 운행되고 있어 높은 노선중복도를 보임
 - 중앙로 BRT 구간 운행 노선 중 마을버스 구성비율은 호수마을·흰돌마을(중) 정류장에서 39.2%로 매우 높게 나타나며, 마을버스의 통행 및 정차 정류장을 가로변으로 이동한다면 평균 약 15.1%의 노선중복도가 개선될 것으로 기대됨

○ 교차로 설계 개선

- 중앙로 BRT 구간에서는 대부분 교차로에서 일반차량의 좌회전 및 유턴을 허용하고 있어, 해당 구간의 수단경쟁력 향상을 위해 교차로 처리방식에 관한 검토가 필요
- 또한 창릉 신도시 등 신규 택지개발사업 지역의 경우 개발 계획 단계에서 입체교차로 처리방식이나 우선신호의 도입 등을 적극적으로 검토할 필요가 있음
- 평면교차로 개선
 - 구간 내 회전 통행수요가 적은 교차로를 파악하여 해당 교차로에서 일반차량의 좌회전 통행을 제한하는 방안 검토
 - 구간 내 교차로 회전 통행을 허용하는 경우 별도의 좌회전·유턴 차로 설치 권장
- 입체교차로 처리 방안
 - 신규 BRT 시스템을 구축하는 지역의 경우 개발단계에서 가급적 입체교차로 설치계획 수립

○ 우선신호 시스템 구축

- 우선신호 처리
 - BRT 전용차량의 교차로 접근을 감지하여 교차로 우선 통행권을 부여하는 신호처리 방식
 - 도로 기하구조, 교통량, 교통신호 체계, 신호운영정책 등의 고려가 필요
- 우선신호 제어
 - 교통관제센터 설치와 교차로 개선을 병행하여 교차로 우선통행을 위한 신호체계 검토 필요
 - 버스 차량의 정류장 간 이동에 있어 출발 제어와 감응 제어를 통해 우선 통행 지원
- 중앙관제식 통합신호제어 시스템
 - 스마트 영상검지기반의 정보수집을 통해 교차로 정지를 최소화하는 우선신호 시스템 구축
 - 우선신호 영향권 내 일반차량의 지체 감소를 위한 통합신호 시스템 구축

□ 시설개선 및 편의성 향상

○ 폐쇄형 섬식 정류장

- 폐쇄형 정류장
 - 헬터가 폐쇄되어 이용자의 안전과 쾌적한 휴식공간 제공 여건이 향상된 고급 정류장
 - 주요시설 : 개찰구, 스크린도어, 간이의자, 교통약자시설, 정보안내시설
 - 반개방형 헬터 설치 후 출입구에 개찰구를 설치하여 사전요금지불방식 적용 가능
- 섬식 정류장
 - 2개의 정류장을 설치하는 상대식 정류장과 다르게 구간 중앙에 1개의 정류장이 설치되기 때문에 정류장 설치에 필요한 물리적 공간과 공사 비용을 감축할 수 있음
 - 구조적 특성상 타 대중교통 수단으로의 환승거리가 감소하고, 보행자의 무단횡단 등에 의한 안전사고 발생 위험도가 적을 것으로 기대되어 보행자의 안전성 측면에도 유리함
- 비접촉 요금지불 체계
 - 승차 시 별도의 단말기 접촉 없이 요금이 지불되고, 버스 차량 내부에 설치된 센서를 통해 승객의 하차 여부 등을 판별함

○ 대용량 버스 도입 검토

- 첨두시 출·퇴근과 등·하교에 증가하는 이용수요에 대응하면서 교통혼잡을 발생시킬 수 있는 버스 차량의 증차보다는 2층버스, 3도어 버스 등의 대용량 버스 도입 검토 필요
 - 일반 버스차량 대비 2층버스는 1.5배, 3도어 버스는 1.3배의 수송량을 지님
- 도입 방안
 - 버스운송관리시스템(BMS)의 노선별 버스카드데이터를 활용하는 노선별 재차율 분석 결과를 바탕으로 혼잡노선으로 분류되는 노선에 우선적으로 도입
 - 노선별 교통여건 특성을 파악하여 대용량 버스 도입가능 여부를 파악하고 적합한 형태의 대용량 버스를 도입

○ 대중교통 시스템 고도화 방안

- 고양시 BIS 운영은 경기도와 통합 운영되어 인터넷, 스마트폰, ARS 등을 통해 대중교통 이용자들에게 버스 운행 정보를 제공하고 있으며, 2022년 기준 버스정보 안내단말기(BIT) 설치 정류장은 고양시 버스정류장 2,301개소 중 1,086개소로 약 47.2%의 설치율을 보임
- 고양시 BIS/BMS 구축 방안
 - 경기도의 버스 운행 정보는 현재 경기버스정보 웹페이지 및 스마트폰 앱을 통해 실시간으로 운행 정보 및 이동 정보를 제공하고 있음
 - 고양시의 경우 별도의 버스운행 정보제공 시스템을 구축하기 보다는 경기도 버스정보 시스템과 연계하는 고양시 내 BRT 정류장의 BIT 설치 및 유지관리 계획 수립 필요

□ 시책 및 제도개선

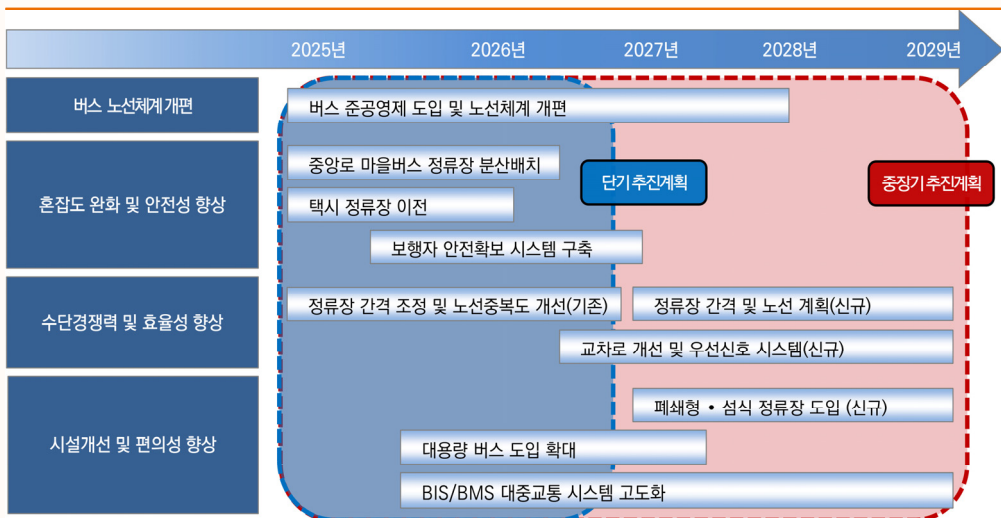
○ 간선급행버스 효율화 추진계획

- 단기 추진계획
 - 중앙로 마을버스 정류장 분산배치
 - 택시 정류장 이전
 - 보행자 안전확보 시스템 구축
- 중·장기 추진계획
 - 교차로 개선 및 우선신호 시스템
 - 폐쇄형·섬식 정류장 도입
 - BIS/BMS 대중교통 시스템 고도화

○ 대중교통수단 위계 정립 및 대중교통 이용편의 증진 조례 개정의 필요성

- 대중교통수단 위계 정립
 - 중앙로를 광역 및 시내버스 통행 중심의 고양시의 간선 대중교통 축으로 재설정
 - 마을버스는 지선 대중교통의 역할을 수행하며 생활권과 간선 대중교통 축을 연결
- 고양시 대중교통 이용편의 증진 조례 개정
 - 대중교통체계 구축·운영·관리 부문 지원 내용 추가
 - 대중교통시설의 체계적 확충과 대중교통 간 연계성 강화 부문 내용 추가
 - 대중교통수단 우선통행 조치 내용 추가

그림 5 | 고양시 간선급행버스체계 단계별 효율화 추진계획





제1장 연구 개요	1
제1절 연구 배경 및 목적	3
제2절 연구 내용 및 방법	6
 제2장 BRT 관련 법·제도 기반 검토	 11
제1절 국내 법령 및 지침	13
제2절 국외 지침	33
제3절 분석의 틀	61
 제3장 국내·외 BRT 운영 사례 분석	 65
제1절 분석의 개요	67
제2절 국내 BRT 운영 사례	69
제3절 국외 BRT 운영 사례	75
제4절 분석의 시사점	84
 제4장 고양시 BRT 구간 운영 및 이용 현황 분석	 85
제1절 중앙로 버스·지하철 운행 현황	87
제2절 대중교통 이용자 통행행태 분석	98
제3절 고양시 BRT 구간 노선 특성 분석	139
제4절 고양시 BRT 구간 운영의 문제점	145
 제5장 고양시 BRT 구간 운영 효율화 방안	 151
제1절 운영 효율화 기본방향 설정	153
제2절 혼잡도 완화 및 안전성 향상	155
제3절 수단경쟁력 및 효율성 향상	163
제4절 시설개선 및 편의성 향상	178
제5절 시책 및 제도개선	178

참고문헌	189
Abstract	191

표 1-1 연구의 내용	6
표 1-2 유형별 마을버스 통행 특성 분석 개념도	8
표 1-3 노선 특성 분석 개념유형별 마을버스 통행 특성 분석 개념도	9
표 2-1 간선급행버스체계의 건설 및 운영에 관한 특별법 구성	13
표 2-2 간선급행버스법 종합계획 부문 주요 내용	14
표 2-3 간선급행버스법 건설·운영 부문 주요 내용	16
표 2-4 간선급행버스법 재정지원 및 전담조직 관련 주요 내용	21
표 2-5 대중교통법 간선급행버스체계 관련 내용	22
표 2-6 간선급행버스체계 설계지침의 구성 및 내용	24
표 2-7 간선급행버스체계 유형별 특성	25
표 2-8 간선급행버스체계 정류장 설계지침 구성 및 내용	26
표 2-9 간선급행버스체계 환승시설 설계지침 주요 내용	27
표 2-10 간선급행버스체계 종합계획 수정계획 개요	28
표 2-11 수도권 간선급행버스체계 시설 현황	29
표 2-12 수도권 간선급행버스체계 구축계획	30
표 2-13 간선급행버스체계(BRT) 종합계획 수정계획 주요 내용	32
표 2-14 BRT 1과 BRT 2의 특징	33
표 2-15 기존 서비스 평가 및 새로운 서비스 실행 단계	35
표 2-16 다양한 대기행렬 추월차로 구성	43
표 2-17 BRT 운영 시간 계획 세부 사항	47
표 2-18 BRT 기본요소 평가항목	48
표 2-19 전용우선권 평가항목	49
표 2-20 서비스 계획 평가항목	50
표 2-21 다양한 노선 평가항목	51
표 2-22 정류장과 버스 평가항목	52
표 2-23 정류장의 추월차로 평가항목	53
표 2-24 커뮤니케이션 평가항목	54
표 2-25 이용자 정보 평가항목	54
표 2-26 접근성과 통합 평가항목	56

표 2-27 보편적 접근성 평가항목	57
표 2-28 운영 부문 평가항목	58
표 2-29 평가 점수에 따른 BRT 시스템 등급 유형	59
표 2-30 BRT 관련 제도 기반 검토 결과	61
표 2-31 간선급행버스체계의 바람직한 운영을 위한 구성요소	62
표 3-1 서울시 연도별 중앙버스전용차로(24시간 전일제) 구축현황	69
표 3-2 브라질 꾸리찌바 버스시스템 변천	75
표 3-3 연도별 중국 내 BRT 시스템 도입 현황	82
표 4-1 고양시 BRT 시스템 사업 개요	87
표 4-2 중앙로 BRT 운행 노선 현황	89
표 4-3 중앙로 BRT 정류장 버스유형별 정착노선	90
표 4-4 고양시 정류장별 이용수요(일산동구, 일산서구)	93
표 4-5 일산선(대화·백석) 이용수요	94
표 4-6 유형별 마을버스 통행 특성 분석 개념 및 지표	98
표 4-7 중앙로 간선급행버스 구간 마을버스 현황	99
표 4-8 중앙로 간선급행버스 구간 정류장 현황	100
표 4-9 노선별 일평균 승차인원	102
표 4-10 정류장별 일평균 승차인원	104
표 4-11 평일 주업역(중) 대화역 방면 정류장·기종점별 일평균 승차인원	105
표 4-12 평일 대화역 정류장·기종점별 일평균 승차인원	106
표 4-13 평일 일산동구청(중) 대화역 방면 정류장·기종점별 일평균 승차인원	107
표 4-14 평일 마두역(중) 대화역 방면 정류장·기종점별 일평균 승차인원	108
표 4-15 평일 대화역 백석역 방면 정류장·기종점별 일평균 승차인원	109
표 4-16 평일 일산동부경찰서(중) 대화역 방면 정류장·기종점별 일평균 승차인원	110
표 4-17 평일 주업역(중) 백석역 방면 정류장·기종점별 일평균 승차인원	111
표 4-18 주말 일산동구청(중) 대화역 방면 정류장·기종점별 일평균 승차인원	112
표 4-19 주말 주업역(중) 대화역 방면 정류장·기종점별 일평균 승차인원	113
표 4-20 주말 대화역 정류장·기종점별 일평균 승차인원	114
표 4-21 주말 일산동부경찰서(중) 대화역 방면 정류장·기종점별 일평균 승차인원	115

표 4-22 노선별 일평균 환승인원	117
표 4-23 정류장별 일평균 환승인원	119
표 4-24 평일 대화역 정류장 기종점별 일평균 환승인원	120
표 4-25 평일 대화역 백석역 방면 정류장 기종점별 일평균 환승인원	121
표 4-26 평일 주엽역(중) 대화역 방면 정류장 기종점별 일평균 환승인원	122
표 4-27 평일 마두역(중) 대화역 방면 정류장 기종점별 일평균 환승인원	123
표 4-28 주말 대화역 정류장 기종점별 일평균 환승인원	124
표 4-29 주말 대화역 백석역 방면 정류장 기종점별 일평균 환승인원	125
표 4-30 정류장별 · 환승 이전 수단별 통행량(대화역→백석역)	126
표 4-31 정류장별 · 환승 이전 수단별 통행량(백석역→대화역)	127
표 4-32 노선별 일평균 하차인원	129
표 4-33 정류장별 일평균 하차인원	131
표 4-34 평일 대화역 백석역 방면 정류장 기종점별 일평균 하차인원	132
표 4-35 평일 대화역 정류장 기종점별 일평균 하차인원	133
표 4-36 평일 주엽역 대화역 방면 정류장 기종점별 일평균 하차인원	134
표 4-37 주말 대화역 백석역 방면 정류장 기종점별 일평균 하차인원	135
표 4-38 평일 대화역 정류장 기종점별 일평균 하차인원	136
표 4-39 정류장별 · 환승 수단별 통행량(대화역→백석역)	137
표 4-40 정류장별 · 환승 수단별 통행량(백석역→대화역)	138
표 4-41 노선 특성 분석 개념 및 지표	139
표 4-42 분석 대상 정류장 정보	140
표 4-43 구간별 노선중복도(대화→백석)	141
표 4-44 구간별 노선중복도(백석→대화)	142
표 4-45 고양시 BRT 전용차량 관련 법률 내용	145
표 4-46 BRT 광역수송 효율성 저하 문제점	146
표 4-47 BRT 시스템 구성요소에 따른 위계	149
표 4-48 S-BRT의 목표 및 시스템 구성	149
표 5-1 고양시 중앙로 BRT 구간 운영 효율화 기본방향	154
표 5-2 중앙로 BRT 구간 혼잡도 완화 방안 검토 내용 및 개념도	155

표 5-3 중앙로 가로변 시설물 개선방안 개념도	157
표 5-4 중앙로 가로변 시설 설치현황 및 개선방안 적용 결과	158
표 5-5 대체공공시설 관련 법령 및 시행령	161
표 5-6 정류장별분석 결과	165
표 5-7 고양시 중앙로 BRT 구간 정류장 간 거리	168
표 5-8 노선운영 방식에 따른 BRT 정류장 간 평균거리	169
표 5-9 BRT 구간 정류장별·유형별 노선운영 현황	170
표 5-10 간선급행버스체계 우선신호 도입 시 주요 고려사항	176
표 5-11 정류장 외부분리 형태별 특징	179
표 5-12 정류장 설치 형식별 개념도 및 특징	180
표 5-13 대용량 버스 종류 및 특징	182
표 5-14 고양시 혼잡노선 분석 결과	183
표 5-15 고양시 대중교통 정보제공 기대효과	184
표 5-16 고양시 BIT 단계별 설치계획	185
표 5-17 고양시 대중교통 이용편의 증진 조례 개정(안)	188

그림 목차

그림 1-1 고양시 중앙로 버스전용차로 현황	4
그림 1-2 S-BRT 개념도	4
그림 1-3 버스정류장 분산배치 개념도	5
그림 1-4 연구의 흐름도	10
그림 2-1 BRT 1 혼합 통행 차로 예시	37
그림 2-2 연석 쪽 버스전용차로 개념 - 일반적인 차로 구성	37
그림 2-3 버스전용차로 예시	38
그림 2-4 중앙 다인승 버스전용차로 BRT-국도, 지방도, 고속국도	38
그림 2-5 중앙버스전용차로 개념 - 일반적인 차로 구성	39
그림 2-6 중앙버스전용차로 개념 - 일반적인 정류장 구성	39
그림 2-7 중앙 다인승 전용차로 (방벽 및 직통 접근 유형)	40
그림 2-8 지상 교통로 개념 - 일반적인 차로 구성	40
그림 2-9 지상 교통로 개념 - 일반적인 정류장 구성	41
그림 2-10 지상 교통로 예시	41
그림 2-11 고가 분리 교통로 개념 - 일반적인 차로 구성	42
그림 2-12 고가 분리 교통로 개념 - 일반적인 정류장 구성	42
그림 2-13 고가 분리 교통로 예시	43
그림 2-14 우선하는 정지선이 있는 경우	44
그림 2-15 도로 가장자리의 버스전용차로와 교통섬이 통합된 경우	44
그림 2-16 버스 우선 위치 허용 차로 예시	45
그림 2-17 일반적인 버스우선신호	45
그림 2-18 3km 전용차로 구간 보유 예시	49
그림 2-19 3km 전용차로 구간 미보유 예시	49
그림 2-20 추월차로가 존재하는 정류장 예시(트랜스자카르타)	53
그림 2-21 커뮤니케이션 항목 예시	55
그림 2-22 소셜미디어 활용 커뮤니케이션 예시	55
그림 2-23 보편적 접근성 부문 항목 예시	57
그림 2-24 양방향 중앙 정렬 버스 전용차로	60
그림 2-25 평행해서 주행하는 교통수단이 없는 버스 전용차로	60

그림 2-26 분석의 틀	63
그림 3-1 서울시 BRT 노선망	69
그림 3-2 서울시 BRT 구간(송례문 인근)	70
그림 3-3 세종시 BRT 노선도	71
그림 3-3 세종시 BRT 노선도(B5)	71
그림 3-5 세종시 BRT 이용자 수 현황	72
그림 3-6 세종시 BRT 입체교차 사례	72
그림 3-7 창원시 S-BRT 시범사업 노선도	73
그림 3-8 창원시 S-BRT 모식도	74
그림 3-9 창원시 다기능 S-BRT 정류장 및 임시 개통 운영 현황	74
그림 3-10 꾸리찌바 BRT 3중 도로 체계	76
그림 3-11 꾸리찌바 노보 인터 2	77
그림 3-12 낭트시 대중교통 노선도	78
그림 3-13 e-busway 전용차로 및 이중굴절 전기버스	79
그림 3-13 e-busway 충전시설	79
그림 3-15 보고타 BRT 정류장 전경	80
그림 3-16 보고타 BRT 정류장 구조	81
그림 3-17 중국 내 BRT 시스템의 지리적 분포	82
그림 3-18 중국 광저우 BRT 시스템 도입 전 후 비교	83
그림 3-19 중국 내 BRT 시스템의 지리적 분포	83
그림 4-1 고양시 중앙로 BRT 구간 추월차로 미설치 구간 위치 및 버스 통행 현황	88
그림 4-2 고양시 중앙로 BRT 정류장별 운행 노선 현황	90
그림 4-3 중앙로 간선급행버스체계 구간 지하철 노선도	94
그림 4-4 고양시 일산신도시 보행자 대 노선버스 안전사고 현황(2021~2023)	95
그림 4-5 중앙로 간선급행버스체계 구간 연도별 안전사고 현황	96
그림 4-6 중앙로 간선급행버스체계 구간 정류장별 안전사고 현황	97
그림 4-7 일별 승차인원	101
그림 4-8 노선별 평균 이동거리	103
그림 4-9 시간대별 일평균 승차인원	103

그림 4-10 일별 환승인원	116
그림 4-11 노선별 평균 이동거리	118
그림 4-12 시간대별 일평균 환승인원	118
그림 4-13 일별 하차인원	128
그림 4-14 노선별 평균 이동거리	130
그림 4-15 시간대별 일평균 하차인원	130
그림 4-16 일평균 시간대별 구간 내 차량 대수(대화→백석 / 평일)	143
그림 4-17 일평균 시간대별 구간 내 차량 대수(대화→백석 / 주말)	143
그림 4-18 일평균 시간대별 구간 내 차량 대수(백석→대화 / 평일)	144
그림 4-19 일평균 시간대별 구간 내 차량 대수(백석→대화 / 주말)	144
그림 4-20 정류장 혼잡 및 환승 목적 횡단 관련 안전 문제 사례	147
그림 4-21 추월차로 개념도	148
그림 5-1 중앙로 가로변 구간별 시설물 설치 현황	156
그림 5-2 중앙로 가로변 정류장별 시설물 설치 현황	156
그림 5-3 택시 정류장 이전 계획 개념도	160
그림 5-4 택시정류장 이용률 저하에 따른 효율성 문제 제기 사례	160
그림 5-5 중앙로 가로변 시설물 설치 현황	162
그림 5-6 추월차로 유·무에 따른 서비스 분석 대상	163
그림 5-7 추월차로 유·무에 따른 서비스 분석 데이터 추출	164
그림 5-8 정류장별·시간대별 버스 도착 대수	164
그림 5-9 정류장별·시간대별 서비스 실패율	165
그림 5-10 추월차로 미설치 구간 정류장 현황	166
그림 5-11 추월차로 설치 방안 개념도	167
그림 5-12 정류장별 운행 노선 중 마을버스 노선 구성 비율	169
그림 5-13 좌회전 제한 시 교차로 평면처리	173
그림 5-14 좌회전 및 유턴 허용 시 교차로 평면처리	174
그림 5-15 간선급행버스체계 교차로 입체처리	175
그림 5-16 중앙제어식 우선신호 시스템 개념도	176
그림 5-17 ITRACO 시스템 개념도	177

그림 5-18 BRT 체계시설 개선 방안 개념도	178
그림 5-19 폐쇄형 정류장 예시	179
그림 5-20 비접촉 요금지불 시스템 개념도	181
그림 5-21 경기도 버스정보 시스템	185
그림 5-22 고양시 간선급행버스체계 단계별 효율화 추진계획	186
그림 5-23 고양시 중앙로 버스 노선 현황 및 바람직한 버스 노선 개념도	185

제1장 연구 개요

제1절 연구 배경 및 목적

제2절 연구 내용 및 방법

제1절 연구 배경 및 목적

1. 연구의 배경

간선급행버스체계(Bus Rapid Transit, 이하 BRT)란 대도시권의 교통 문제를 광역적인 차원에서 효율적으로 해결하기 위해 「대중교통의 육성 및 이용촉진에 관한 법률」 제2조 제5호에 따라 대도시권 등에서 건설 및 운영하며 전용주행차로 및 교차로, 정류소 등 대통령령으로 정하는 체계시설과 전용차량을 갖추고 운영하는 교통체계를 의미한다.

2024년 6월 기준 서울, 인천, 경기 등 수도권 내 광역 BRT는 2개(총 30.3km), 도심 BRT는 17개(총 151.0km)가 운영 중이며, 도심 BRT 역시 대부분 시점 및 종점부가 시·도 경계에 형성되어 있어 실질적으로 광역간선 축의 역할을 수행하고 있다.

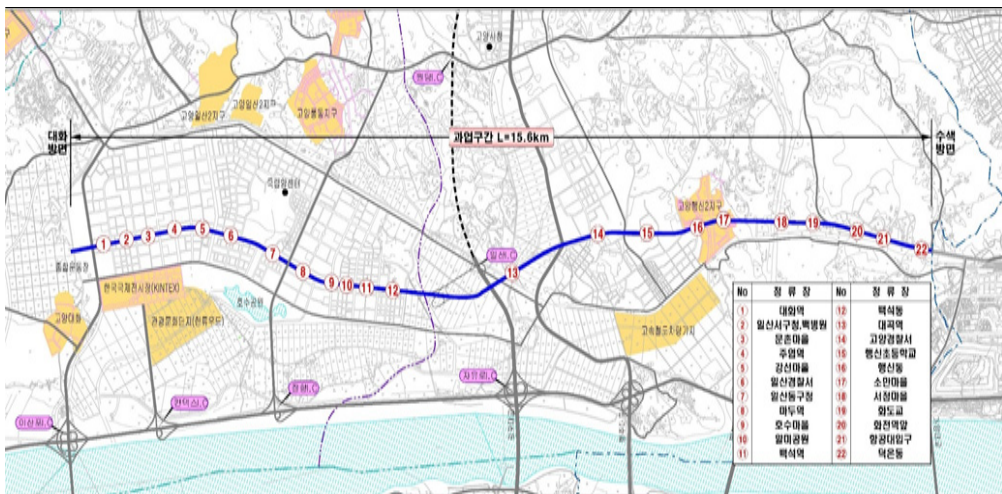
고양시의 경우 2006년 10월 중앙로 구간에 고양축 BRT를 구축하였으며, 대화역부터 서울시까지 총연장 15.6km의 중앙버스전용차로를 설치하여 운영하고 있다. 중앙로의 중앙버스전용차로는 지하철 일산선과 함께 고양시의 주요 광역교통수단으로 활용되고 있으며 대화역을 시작으로 주엽역, 정발산역, 마두역을 거쳐 백석으로 연결된다. 해당 구간의 정류장은 이용 수요가 높고, 서울 방향의 광역버스(M버스), 직행좌석버스, 고양시 시내·마을버스와 같은 관내 운수회사뿐만 아니라 김포 및 파주 방향의 시내버스 등 관외 운수회사까지 함께 이용함에 따라 혼잡도가 매우 높은 상황이다.

고양시 BRT의 설치 목적은 서울 방향으로의 광역 통행수요의 대응에 있으나, 간선버스와 지선버스의 공존으로 인해 본래의 취지와는 다른 운영 현황을 보이고 있으며, 특히 중앙로 BRT 구간을 운행하는 마을버스는 2023년 6월 기준 최대 36.8%에 이르고 있어 광역 교통수단의 경쟁력 하락과 중앙로 BRT 구간 혼잡의 원인이 되고 있다. 이러한 다양한 버스의 중앙차로 혼용은 좁은 정류장 공간에서 버스 승·하차 및 타 대중교통으로의 환승 이용자의 동선이 충돌하여 안전사고를 발생할 수 있어 그 위험성이 우려되고 있다. 또한 주엽역이나 마두

역이 위치한 구간의 경우 별도의 추월차로가 없어 앞서 정차한 버스의 승하차가 지연되는 경우 후속 차량의 출발이 지연되어 교통정체를 유발하는 문제점이 발생한다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 BRT의 본래 설치 목적과 기능을 회복하고 시민들의 버스중앙차로 이용에 있어 안전성을 향상하는 개선방안의 모색이 필요한 시점이다.

고양시의 간선급행체계(BRT)의 본래 설치 목적에 부합하는 운영 및 이용 효율화를 위해서는 버스 수단의 지·간선 체계 확립과 대중교통 이용자들의 안전을 도모할 수 있는 동선 체계 분리 등 개선 방안의 마련이 필요하다. 최근 국토교통부(대도시권 광역교통위원회)는 BRT 체계의 고도화 실현을 위한 S-BRT 구축 사업을 추진하고 있다. 즉 BRT 본연의 역할에 부합하는 운영·이용 효율화 방안 마련과 정부 정책에 부합하는 BRT 체계 고도화 필요성이 제기되고 있다.

그림 1-1 | 고양시 중앙로 버스전용차로 현황



〈자료〉 백주현(2021). 고양시 친환경 대중교통수단 도입 구상 연구용역. 고양연구원

그림 1-2 | S-BRT 개념도



〈자료〉 철도연 블로그(2020). <https://blog.naver.com/krriblog/222036949903> 고양시 (접속일 2024. 08. 13.)

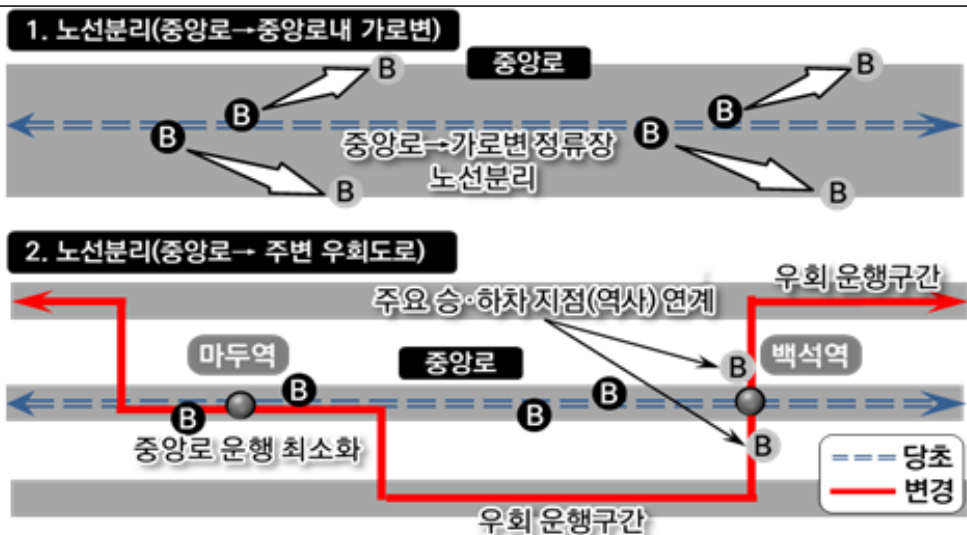
2. 연구의 목적

본 연구의 목적은 고양시 중앙로 BRT 구간의 설치 목적 및 기능 회복을 통한 광역교통 수송 능력의 향상과 이를 이용하는 시민들의 안전성, 이용편의성 향상을 위한 운영 효율화 방안을 제시하는데 있다.

이를 위해 국내 법령 및 상위계획과 국외 지침의 검토 및 분석 결과를 바탕으로 간선급행 버스체계의 주요 구성 요인과 바람직한 운영 방향을 도출하고, 고양시 중앙로 BRT 구간의 운영 효율화를 위한 추진 방향을 설정하고자 한다. 이후 고양시 중앙로 BRT 구간의 대중교통 운행 및 시설 현황을 검토하고, 해당 구간 내 운행 데이터 분석은 교통카드 데이터를 활용하여 대중교통 이용자의 통행행태 분석과 BRT 구간 노선특성 분석을 수행하고 고양시 BRT 구간이 가지는 문제점을 도출하고자 한다.

이를 바탕으로 고양시 BRT의 안전성 향상을 위해 마을버스 정류장의 분산배치와 보행자 안전확보 시스템을 구축하고자 하며, 효율성 및 수단경쟁력 향상을 위해 추월차로, 정류장 설치 간격 및 노선중복도 개선, 교차로 개선 등을 제시하고자 한다. 또한 편의성 향상을 위해 국가 정책 방향에 부응하기 위한 BRT 서비스의 고급화·첨단화 사업에 대응하는 개선된 정류장, 전용차량, 대중교통 시스템을 검토하고 고양시에 적용하기 위한 추진 방향을 설정하고자 한다.

그림 1-3 | 버스정류장 분산배치 개념도



〈자료〉 고양연구원 작성

제2절 연구 내용 및 방법

1. 연구의 내용

간선버스급행체계 시설의 설치 목적 관련 규정을 확인하기 위해 「대중교통 육성 및 이용촉진에 관한 법률」, 「간선급행버스 및 버스전용차로 설계지침」 등 관련 법령과 지침을 검토하며, 고양시를 비롯한 국내 BRT 구축 계획을 조사하기 위해 「간선급행버스 종합계획」 등을 검토한다.

이후 국내·외 BRT 운영 현황의 조사 및 비교 분석을 통해 우수사례 및 시사점을 도출하고 지역·국가별 특성을 고려한 고양시 적용 방안을 고찰한다. 또한 고양시 중앙로의 BRT 체계의 운영 현황, 시설 등급과 같은 현황 분석과 이를 바탕으로 문제점 도출 및 개선방향을 설정하고자 한다.

중앙로 BRT 구간의 통행행태 및 노선 특성을 조사하기 위해 교통카드 데이터를 활용한 대중교통 이용자의 통행행태 및 구간 특성 분석 결과를 바탕으로 고양시 BRT 구간의 운영 효율화 방안을 도출하고자 한다.

표 1-1 | 연구의 내용

구분	주요 구성	세부 내용
BRT 관련 법·제도 기반 검토	<ul style="list-style-type: none"> • 관련 법령 검토 • 관련 지침 검토 • 관련 계획 검토 	<ul style="list-style-type: none"> • 대중교통 육성 및 이용촉진에 관한 법률 • 간선급행버스체계의 건설 및 운영에 관한 특별법 • 간선급행버스 및 버스전용차로 설계지침 • 고급 간선급행버스체계 표준가이드라인 • 간선급행버스 종합계획(수정계획)
국내·외 BRT 운영 사례 분석	<ul style="list-style-type: none"> • 국내 BRT 운영 현황 • 해외 BRT 운영 현황 • 운영 사례 분석 및 시사점 	<ul style="list-style-type: none"> • 국내: 서울, 세종, 창원 • 해외: 브라질, 남트, 콜롬비아, 중국 • 운영 사례 분석 및 우수사례 고양시 적용방안 모색
고양시 중앙로 BRT 현황	<ul style="list-style-type: none"> • 고양시 버스별 운행자료 • BRT 구간 교통시설 현황조사 	<ul style="list-style-type: none"> • 교통시설: 버스정류장, 버스·택시 베이 • 중앙로(대화~백석 구간) 버스·지하철 운행 현황
중앙로 BRT 구간 통행패턴 분석	<ul style="list-style-type: none"> • 교통카드 데이터를 활용한 대중교통 이용자 통행행태, 노선특성 분석 	<ul style="list-style-type: none"> • 일별·노선별·정류장별·시간대별 일평균 이용인원 • 기종점 일평균 통행량 및 통행분포 • 환승수단(비율), 소요시간 • 구간별·시간대별 노선중복도
BRT 구간 운영 효율화 방안	<ul style="list-style-type: none"> • 중앙로 BRT 구간 혼잡 완화 및 대중교통 이용 효율화 방안 	<ul style="list-style-type: none"> • 대중교통 환승 편의 개선 방안 • 대중교통 이용 효율화 방안

2. 연구의 방법

1) 문헌조사

국내 문헌조사는 「간선급행버스체계의 건설 및 운영에 관한 특별법」, 「대도시권 광역교통 관리에 관한 특별법」, 「대중교통 육성 및 이용촉진에 관한 법률」 등의 국내 관련 법령 검토를 통해 BRT의 정의 및 종합계획 수립, 시스템 건설 및 운영, 국가 재정지원 및 전담조직의 설치에 관한 내용을 검토하며, 국외 문헌조사는 ITDP(Institute for Transportation and Development Policy)와 NACTO(National Association of City Transportation Officials)의 간선도로 대중교통설계 가이드라인의 검토를 통해 BRT 등급에 따른 시설 설계 기준, 운영 방식, 평가 방식을 비교 분석하고자 한다.

2) 현황조사

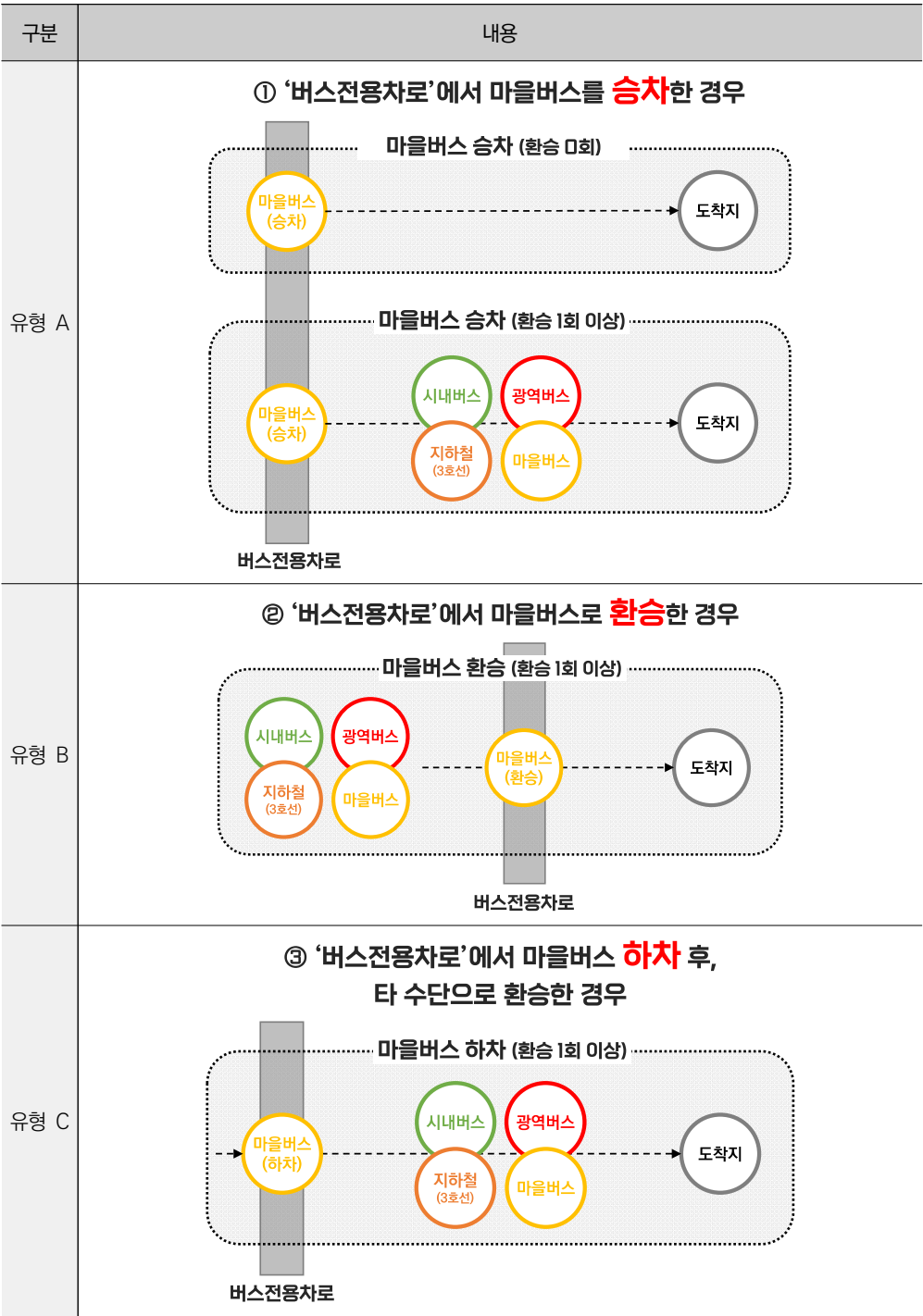
현황조사는 버스 운행자료를 바탕으로 고양시 BRT 구간인 중앙로의 대화역 ~ 백석역 구간의 광역버스, 직행·좌석버스, 시내버스, 마을버스 및 일산선 운행 현황을 조사하고, 버스 정류장, 택시 정류장 등 BRT 구간의 교통시설을 파악하고자 한다.

3) 데이터 분석

데이터 분석은 고양시 중앙로 BRT 구간의 대중교통 이용자 통행행태 분석과 버스 노선 특성 분석으로 구분한다. 고양시 BRT 구간의 대중교통 이용자 통행행태 분석은 일산선 기준 대화역부터 백석역까지의 중앙로 버스전용차로를 공간적 범위로 설정하며, 2024년 4월 1일부터 2024년 4월 7일까지 시간적 범위를 설정하였다. 분석 범위로는 ‘버스전용차로 내 정류장에서 마을버스를 승차하는 경우’, ‘버스전용차로 내 정류장에서 마을버스로 환승하는 경우’, ‘버스전용차로 내 정류장에서 마을버스로부터 하차 후 타 수단으로 환승하는 경우’ 총 3가지의 대중교통 이용 유형을 구분하고, 공통 분석지표로 일별·노선별·정류장별·시간대별 이용인원과 기종점 일평균 통행량을 분석하고자 한다. 또한 분석 유형에 따라 환승 이전 수단별 통행량, 환승 수단별 통행량 등의 분석을 수행하고자 한다.

고양시 BRT 구간의 노선 특성 분석을 위한 공간적 범위는 대중교통 이용자 통행행태 분석과 마찬가지로 일산선 기준 대화역부터 백석역까지의 중앙로 버스전용차로를 공간적 범위로 설정하며, 시간적 범위는 2024년 4월로 설정하였다. 분석의 지표로는 ‘구간별 노선중복도’와 ‘구간별·시간대별 노선중복도’를 평일과 주말, 통행 방향으로 구분하였다.

표 1-2 | 유형별 마을버스 통행 특성 분석 개념도



〈자료〉 고양연구원 작성

표 1-3 | 노선 특성 분석 개념유형별 마을버스 통행 특성 분석 개념도

개념도	내용
<p>구간별 노선중복도</p> <p>정류장 A, 정류장 B, 정류장 C</p> <p>구간 'A-B'를 통과하는 마을버스 노선 수</p> <p>구간 'B-C'를 통과하는 마을버스 노선 수</p>	<ul style="list-style-type: none"> 구간별 노선중복도 버스전용차로 내 정류장~정류장 구간을 대상으로 노선중복도 분석 노선이 교차로에서 좌회전하여 중앙버스전용차로를 벗어나는 경우에도 구간별 노선중복도 산출에 포함
<p>구간별 시간대별 노선중복도</p> <p>정류장 A, 정류장 B, 정류장 C</p> <p>마을버스가 특정 시간대에 구간 'A-B'를 통과한 횟수</p> <p>마을버스가 특정 시간대에 구간 'B-C'를 통과한 횟수</p>	<ul style="list-style-type: none"> 구간별 · 시간대별 노선중복도 버스전용차로 내 정류장~정류장 구간을 대상으로 시간대별 노선중복도 분석 실제 차량이 운행했음에도 불구하고, 해당 정류장에 이용자(승차 태그)가 없는 경우 미집계

〈자료〉 고양연구원 작성

3. 연구의 흐름

본 연구의 구성 및 흐름은 간선급행버스체계(BRT)에 관한 이론 검토, BRT 운영 및 통행 데이터 분석, 고양시 BRT 구간 운영 효율화 방안으로 구성된다.

이론 검토는 관련 법령 및 상위계획 검토를 통해 BRT의 설치 목적과 광역대중교통수단으로의 기능과 비전을 정리하고, 국외 BRT 운영 지침, 운영 및 서비스 평가 가이드라인 검토를 통해 바람직한 간선급행버스체계 운영 방향을 도출하고자 한다.

다음으로는 국내·외 BRT 운영 사례 분석을 통해 지자체 및 국가별 BRT 우수 요인을 파악하고 고양시 적용 방안을 구상하고자 한다. 또한 고양시 중앙로 BRT 구간의 버스·지하철 운행 현황과 교통카드 데이터를 통해 대중교통 이용자 통행행태 분석과 BRT 구간 노선 특성 분석을 수행하며, 이를 바탕으로 고양시 BRT 구간 운영의 문제점을 도출하고자 한다.

마지막으로 고양시 BRT 구간의 안전성, 효율성, 편의성을 향상하는 버스운영 효율화 방안을 제시하고, 이를 뒷받침 할 수 있는 시책 및 제도개선(안)을 제시하고자 한다. 주요 운영 효율화 방안으로는 BRT 체계의 이용자 안전과 수단경쟁력을 향상하는 버스정류장 분산배치, 추월차로 미설치 구간 보완 방안과 이용자의 편의성을 향상하기 위해 향후 고양시에 도입하게 될 BRT 시스템 고도화 방안을 제안하고자 한다. 더불어 BRT 운영 효율화를 위한 시책 및 제도개선(안)을 제시하고자 한다.

그림 1-4 | 연구의 흐름도



〈자료〉 고양연구원 작성

제2장 BRT 관련 법·제도 기반 검토

제1절 국내 법령 및 지침

제2절 국외 지침

제3절 분석의 틀

제1절 국내 법령 및 지침

1. 간선급행버스체계의 건설 및 운영에 관한 특별법

「간선급행버스체계의 건설 및 운영에 관한 특별법」은 2014년 12월 대도시권 등의 교통 문제를 해결하기 위해 간선급행버스체계의 건설·운영, 운송사업에 관한 사항을 규정하였다.

표 2-1 | 간선급행버스체계의 건설 및 운영에 관한 특별법 구성

구분	주요 내용	
제1장 총칙	<ul style="list-style-type: none"> 법률의 목적 용어의 정의 	<ul style="list-style-type: none"> 타 법률과의 관계 간선급행버스체계 종합계획 수립 등
제2장 간선급행버스체계의 건설·운영	<ul style="list-style-type: none"> 개발 계획의 수립 체계 건설사업 시행자 실시계획 승인 토지 출입 등 타 법률에 따른 인·허가 등 의제 수용 및 사용 국유·공유재산의 대부 등 	<ul style="list-style-type: none"> 토지 매수 사업 등의 위탁 대체 공공시설 등의 설치 준공 확인 시설의 귀속 비용 부담 간선급행버스체계 시설의 기술기준 전용주행로 등
제3장 간선급행버스체계 운송사업	<ul style="list-style-type: none"> 운송사업 면허 등 운송사업 면허의 기준 결격사유 운송개시 운임 신고 운송약관 	<ul style="list-style-type: none"> 사업계획의 변경 사업 개선명령 명목이용 금지 등 자동차 표시 「여객자동차 운수사업법」의 준용
제4장 보칙	<ul style="list-style-type: none"> 국가의 재정지원 전담조직의 설치 등 감독 면허 취소 등 	<ul style="list-style-type: none"> 과징금 처분 운수종사자의 자격 취소 등 청문 권한의 위임
제5장 벌칙	<ul style="list-style-type: none"> 벌칙 양벌규정 	<ul style="list-style-type: none"> 과태료

〈자료〉 간선급행버스체계의 건설 및 운영에 관한 특별법. 연구진 재정리(접속일 2024. 06. 11.)

1) 종합계획 수립

「간선급행버스체계의 건설 및 운영에 관한 특별법(이하 “간선급행버스법”)」 제1장 총칙에 서는 간선급행버스체계와 관련한 용어의 정의, 다른 법률과의 관계를 규정하고 간선급행버 스체계의 종합계획 수립에 관한 내용을 규정하고 있다.

표 2-2 | 간선급행버스법 종합계획 부문 주요 내용

주요 내용	
법률	<p>제2조(정의)</p> <p>이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다. <개정 2022. 6. 10.></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. “간선급행버스체계”란 대도시권 등에서 건설·운영하는 「대중교통의 육성 및 이용촉진에 관한 법률」 제2조 제5호에 따른 간선급행버스체계로서 전용주행로, 교차로, 정류소 등의 체계시설과 전용차량을 갖추고 운영하는 교통체계를 말한다. 2. “대도시권 등”이란 「대도시권 광역교통 관리에 관한 특별법」 제2조 제1호에 따른 대도시권과 「도시교통정비 촉진법」 제3조 제1항에 따른 도시교통정비지역을 말한다. 3. “체계시설”이란 간선급행버스체계의 운영에 필요한 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 시설과 그 부지를 말한다. <ol style="list-style-type: none"> 가. 전용주행로: 전용차량만 이용할 수 있는 전용도로·전용차로 및 그 부속시설 나. 간선급행버스체계 교차로: 고가·지하차도 등의 입체시설이나 신호·제어설비 등을 통해 간선급행버스체계 차량의 우선 이용을 지원하는 교차로 및 시설 다. 환승시설: 전용차량의 여객이 다른 교통수단으로 환승할 수 있도록 하는 「도시교통정비 촉진법」 제2조제3호에 따른 환승시설 라. 그 외 간선급행버스체계의 건설·유지보수 및 운영을 위해 대통령령으로 정하는 시설 4. “전용차량”이란 전용주행로의 통행권을 가지는 대통령령으로 정하는 자동차를 말함 5. “체계건설사업”이란 간선급행버스체계를 건설하기 위한 다음의 사업을 말한다. <ol style="list-style-type: none"> 가. 체계시설(정류소, 차고지, 차량 운행 및 운행정보 관리 시설)의 건설 또는 개량 나. 체계시설 건설로 주거지를 상실자를 위한 주거시설 등 생활편익시설의 조성 다. 제13조 제1항에 따라 설치하는 대체 공공시설 등의 건설 6. “광역간선급행버스체계”란 둘 이상의 시·도를 경유하는 간선급행버스체계를 말한다.
	<p>제3조(다른 법률과의 관계)</p> <p>간선급행버스체계의 건설 및 운영에 관하여는 다른 법률에 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 이 법에서 정하는 바에 따른다.</p>
	<p>제4조(간선급행버스체계 종합계획의 수립 등)</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 국토교통부장관은 효율적인 간선급행버스체계를 건설하기 위하여 5년 단위로 간선급행버스체계 종합계획(이하 “종합계획”이라 한다)을 수립하여야 한다. <개정 2022. 6. 10.> ② 종합계획에는 다음 각 호의 사항이 포함되어야 한다. <ol style="list-style-type: none"> 1. 간선급행버스체계의 중장기 건설계획 2. 다른 교통수단과 연계한 교통체계의 건설계획 3. 운영효율화 방안 4. 소요 자원의 조달방안 5. 재원분담, 체계건설사업의 시행 및 운영주체 등 관계기관의 역할 분담에 관련된 사항 6. 환경친화적인 간선급행버스체계의 건설 및 운영방안 7. 그 밖에 체계적인 간선급행버스체계의 건설을 위하여 필요하다고 인정하는 사항 ③ 종합계획은 다음의 계획과 조화를 이루어야 한다. <개정 2018. 3. 13., 2022. 6. 10.> <ol style="list-style-type: none"> 1. 「국가통합교통체계효율화법」 제4조에 따른 국가기간교통망계획

	<p>2. 「국가통합교통체계효율화법」 제6조에 따른 중기 교통시설투자계획</p> <p>3. 「대도시권 광역교통 관리에 관한 특별법」 제3조에 따른 대도시권 광역교통기본계획</p> <p>4. 「대도시권 광역교통 관리에 관한 특별법」 제3조의2에 따른 대도시권 광역교통시행계획</p> <p>5. 「도시교통정비 촉진법」 제5조에 따른 도시교통정비 기본계획</p> <p>6. 「도시교통정비 촉진법」 제8조에 따른 도시교통정비 중기계획</p> <p>7. 「도로법」 제6조에 따른 도로건설·관리계획</p> <p>8. 「도시철도법」 제5조에 따른 도시철도망구축계획 및 제6조에 따른 노선별 도시철도기본계획</p> <p>9. 「철도의 건설 및 철도시설 유지관리에 관한 법률」 제4조에 따른 국가철도망구축계획</p> <p>④ 국토교통부장관은 종합계획을 수립하거나 변경하는 경우 시·도지사와 협의한 후 「대도시권 광역교통 관리에 관한 특별법」 제8조에 따른 대도시권광역교통위원회의 심의를 거쳐야 한다. 다만, 대통령령으로 정하는 경미한 사항을 변경하는 경우에는 그러하지 아니하다. <개정 2020. 10. 20., 2022. 6. 10.></p> <p>⑤ 국토교통부장관은 대규모 개발사업 시행 등으로 중대한 교통여건의 변화가 예상되거나 효율적인 교통처리 등을 위하여 필요한 경우 직권으로 또는 시·도지사의 요청을 받아 종합계획을 변경할 수 있다. <신설 2020. 10. 20., 2022. 6. 10.></p> <p>⑥ 국토교통부장관은 종합계획을 수립하거나 변경한 경우에는 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 고시하여야 한다. <개정 2020. 10. 20., 2022. 6. 10.></p>
시행령	<p>제2조(체계시설 등)</p> <p>① 「간선급행버스체계의 건설 및 운영에 관한 특별법」(이하 “법”이라 한다) 제2조 제1호에서 “전용주행로, 간선급행버스체계교차로, 정류소 등 대통령령으로 정하는 체계시설과 전용차량”이란 법 제2조 제3호에 따른 체계시설과 같은 조 제4호에 따른 전용차량을 말한다.</p> <p>② 법 제2조제3호라목에서 “대통령령으로 정하는 시설”이란 정류소와 차고지를 비롯한 전용차량의 운행 및 운행정보 등을 관리하기 위한 시설을 말한다.</p> <p>제3조(전용차량의 종류)</p> <p>① 법 제2조제4호에서 “대통령령으로 정하는 자동차”란 다음 각 호의 구분에 따른 자동차를 말한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 일반형 전용차량: 「여객자동차 운수사업법 시행령」 제3조 제1호 가목에 따른 시내버스운송사업에 사용되는 자동차 2. 신고통형 전용차량: 「자동차관리법」 제3조 제2호에 따른 승합자동차로서 제1호에 따른 일반형 전용차량에 비하여 수송 능력, 승차차 방식 또는 동력발생장치 등이 기술적으로 개선된 자동차 <p>② 제1항 제2호에 따른 신고통형 전용차량의 종류는 국토교통부장관이 정하여 고시한다.</p> <p>제4조(경미한 사항의 변경)</p> <p>법 제4조 제4항 단서에서 “대통령령으로 정하는 경미한 사항을 변경하는 경우”란 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우를 말한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 법 제4조 제1항에 따른 간선급행버스체계 종합계획(이하 “종합계획”이라 한다)의 총사업규모를 100분의 20 범위에서 변경하는 경우 2. 종합계획에서 정한 사업별 총투자소요액을 100분의 20 범위에서 변경하는 경우 3. 종합계획에서 정한 사업별 사업기간을 3년의 범위에서 변경하는 경우
시행규칙	<p>제2조(간선급행버스체계 종합계획의 고시)</p> <p>「대도시권 광역교통 관리에 관한 특별법」 제8조에 따른 대도시권광역교통위원회(이하 “대도시권광역교통위원회”라 한다)는 「간선급행버스체계의 건설 및 운영에 관한 특별법」(이하 “법”이라 한다) 제4조제6항에 따라 간선급행버스체계 종합계획(이하 “종합계획”이라 한다)을 수립하거나 변경하였을 때에는 다음 각 호의 사항을 고시해야 한다. <2021. 4. 21., 2022. 12. 9.></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 종합계획의 목적 및 기간 2. 종합계획의 사업별 투자금액 3. 종합계획의 결정 사유 또는 변경 사유 4. 간선급행버스체계의 개선에 관한 사항 5. 간선급행버스체계 연계교통수단의 운영개선에 관한 사항

<자료> 간선급행버스체계의 건설 및 운영에 관한 특별법. 연구진 재정리(접속일 2024. 06. 11.)

2) 간선버스급행체계의 건설 및 운영

「간선급행버스체계의 건설 및 운영에 관한 특별법」 제2장 간선버스급행체계의 건설 및 운영에서는 간선급행버스체계 개발과 관련하여 계획의 수립 내용과 절차별 유의 및 의무 사항과 비용 부담, 시설의 귀속, 시설의 기술기준 등을 규정하고 있다.

표 2-3 | 간선급행버스법 건설·운영 부문 주요 내용

주요 내용

제5조(간선급행버스체계 개발계획의 수립)

- ① 시·도지사는 관할 구역에서 종합계획에 따라 간선급행버스체계를 건설하려는 경우에는 체계건설사업별로 개발계획을 수립하여야 한다. 다만, 소규모의 체계건설사업 등 대통령령으로 정하는 경우에는 그러하지 아니하다. <개정 2020. 10. 20.>
- ② 개발계획에는 다음의 사항이 포함되어야 한다.

<ol style="list-style-type: none"> 1. 도시 및 교통현황 조사 2. 간선급행버스체계의 교통수요 예측 3. 간선급행버스체계의 경제성·타당성과 그 밖의 관련 사항 평가 4. 연계교통체계에 관한 사항 5. 노선명, 연장, 기점·종점, 정류소, 차고지, 간선급행버스체계교차로 등에 관한 계획 	<ol style="list-style-type: none"> 6. 체계건설사업의 내용, 기간 및 사업시행자 7. 체계건설사업의 비용 및 재원조달계획 8. 연차별 사업시행계획 9. 환경 보전·관리계획 10. 체계시설의 유지관리계획 11. 그 밖에 대통령령으로 정하는 사항
---	---
- ③ 시·도지사는 개발계획을 수립 또는 변경하려는 경우에는 미리 해당 시장·군수 또는 구청장의 의견을 들은 후 관계 중앙행정기관의 장 및 관계 시·도지사와 협의하여야 한다. 다만, 대통령령으로 정하는 경미한 사항을 변경하는 경우에는 그러하지 아니하다.
- ④ 시·도지사는 개발계획을 수립한 경우 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 이를 고시하여야 한다. 다만, 국토교통부장관이 제5항에 따라 개발계획을 승인하거나 제6항에 따라 직접 수립한 경우에는 국토교통부장관이 이를 고시하여야 한다.
- ⑤ 제1항에도 불구하고 대통령령으로 정하는 광역간선급행버스체계의 경우에는 해당 시·도지사가 공동으로 개발계획을 수립한 후 광역교통위원회의 심의를 거쳐 국토교통부장관의 승인을 받아야 한다. <개정 2020. 10. 20.>
- ⑥ 국토교통부장관은 제1항에도 불구하고 필요한 경우 직접 개발계획을 수립할 수 있다. 이 경우 제3항을 준용한다.
- ⑦ 제6조 각 호의 어느 하나에 해당하는 자(이하 “사업시행자”라 한다)로서 시·도지사가 아닌 자는 제2항 각 호의 자료를 첨부하여 시·도지사에게 개발계획의 수립을 요청할 수 있다.

제6조(체계건설사업의 시행자)

체계건설사업은 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자가 시행한다. <개정 2021. 1. 12.>

1. 국가 또는 지방자치단체
2. 대통령령으로 정하는 「공공기관의 운영에 관한 법률」 제4조에 따른 공공기관이나 정부출연기관
3. 「지방공기업법」에 따른 지방공사
4. 「지방자치법」 제176조에 따른 지방자치단체조합
5. 그 밖에 제1호부터 제4호까지에 준하는 자로서 대통령령으로 정하는 자

제7조(실시계획의 승인)

- ① 사업시행자는 개발계획에 따라 체계건설사업을 시행하려는 경우 해당 사업의 내용, 구역, 기간, 그 밖에 대통령령으로 정하는 사항을 포함한 체계건설사업 실시계획을 작성하여 시·도지사의 승인을 받아야 한다. 다만, 국토교통부장관이 수립하거나 승인한 개발계획에 따라

법률

- 체계건설사업을 시행하려는 경우에는 국토교통부장관의 승인을 받아야 한다.
- ② 사업시행자는 체계건설사업을 효율적으로 시행하기 위하여 필요한 경우에는 실시계획을 구간별 또는 시설별로 작성할 수 있다.
 - ③ 제1항에 따라 실시계획을 승인하려는 국토교통부장관 또는 시·도지사(이하 “실시계획 승인권자”라 한다)는 해당 간선급행버스체계의 노선이 지나가는 행정구역을 관할하는 시·도지사와 협의하고, 대통령령으로 정하는 바에 따라 실시계획안을 공고하여 주민과 관계 전문가 등의 의견을 들어야 한다. <개정 2020. 6. 9.>
 - ④ 실시계획승인권자는 승인하려는 실시계획에 제13조 제3항에 따른 공공시설 등의 귀속·이관 및 양여에 관한 사항이 포함되어 있는 경우에는 미리 그 지방자치단체의 장 또는 해당 공공시설의 관리청과 협의하여야 한다.
 - ⑤ 실시계획승인권자는 제10조 제1항에 따른 토지등의 수용 또는 사용이 필요한 실시계획을 승인하려는 경우에는 대통령령으로 정하는 바에 따라 그 토지등의 소유자 및 이해관계인에게 이를 미리 알려야 한다. 다만, 사업시행자가 실시계획의 승인을 신청할 때에 토지등의 소유자 및 이해관계인과 이미 협의한 경우 등 대통령령으로 정하는 경우에는 그러하지 아니하다. <개정 2020. 6. 9.>
 - ⑥ 실시계획승인권자는 제1항에 따라 실시계획을 승인하면 대통령령으로 정하는 바에 따라 이를 고시하고, 관련 서류를 관계 시·도지사 및 시장·군수 또는 구청장에게 송부하여야 한다.
 - ⑦ 제6항에 따라 관련 서류를 송부받은 지방자치단체의 장은 관련 서류에 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」에 따른 도시·군관리계획 결정사항이 포함되어 있는 경우에는 같은 법 제32조에 따라 지형도면 승인 및 고시 등 필요한 조치를 하여야 한다. 이 경우 사업시행자는 지형도면 고시 등에 필요한 서류를 지방자치단체의 장에게 제출하여야 한다.
 - ⑧ 사업시행자는 제1항에 따라 승인을 받은 실시계획 중 대통령령으로 정하는 사항을 변경하려는 경우에는 실시계획승인권자의 승인을 받아야 한다. 이 경우 제3항부터 제7항까지를 준용한다.
 - ⑨ 사업시행자가 제6항에 따라 고시된 날부터 3년 이내에 실시계획에 따른 사업을 착공하지 아니한 경우에는 그 실시계획의 승인은 효력을 잃는다.

제13조(대체공공시설등의 설치)

- ① 실시계획승인권자는 체계건설사업에 편입되는 부지에 대통령령으로 정하는 공공시설, 군사시설 또는 공용건축물(이하 이 조에서 “공공시설 등”이라 한다)이 있는 경우에는 그 공공시설 등의 관리청 또는 소유자의 신청을 받아 사업시행자로 하여금 기존의 공공시설 등을 대체하는 공공시설등(이하 이 조에서 “대체공공시설 등”이라 한다)을 설치하게 할 수 있다.
- ② 실시계획승인권자는 제1항에 따라 사업시행자로 하여금 대체공공시설 등을 설치하게 하는 경우에는 대통령령으로 정하는 바에 따라 실시계획을 승인 시 그 사실을 분명히 밝혀야 한다.
- ③ 제14조에 따라 대체공공시설 등에 대한 준공확인을 받은 경우에는 「국유재산법」, 「공유재산 및 물품 관리법」 또는 그 밖의 다른 법령에도 불구하고 다음 각 호의 구분에 따라 처리된다.
 1. 기존의 공공시설등: 사업시행자에게 무상으로 귀속
 2. 대체공공시설등: 국가·지방자치단체 또는 기존 공공시설등의 소유자에게 무상으로 귀속
 3. 새로 설치되는 공공시설: 해당 시설을 관리할 관리청에 무상으로 귀속 또는 이관되거나 해당 시설을 관리할 지방자치단체에 무상으로 양여
- ④ 제3항에 따른 대체공공시설등을 등기할 때에는 실시계획 인가서 또는 그 변경 인가서와 준공확인서로 「부동산등기법」에 따른 등기원인을 증명하는 서류를 갈음한다.

제15조(시설의 귀속 등)

체계건설사업으로 조성 또는 설치된 토지 및 시설은 제14조 제2항에 따른 고시가 있는 날부터 관리청에 귀속된다. 다만, 간선급행버스체계의 운영에 직접 사용되지 아니하는 토지 및 시설 등 대통령령으로 정하는 토지 및 시설의 경우에는 그러하지 아니하다.

제16조(비용부담)

- ① 간선급행버스체계의 건설 및 운영에 소요되는 비용은 해당 체계시설을 관할하는 시·도가 부담하는 것을 원칙으로 하되, 그 체계시설을 주로 이용하는 이용객이 속한 시·도가 해당 비용의 일부를 부담할 수 있다. 다만, 제32조 또는 「대도시권 광역교통 관리에 관한 특별법」 등

	<p>관계 법률에 따라 국가가 보조하는 경우에는 해당 비용에서 보조금을 공제한 나머지 금액을 보조금이 없었을 경우의 비용 부담 비율에 따라 관할 시·도가 부담한다. <개정 2020. 10. 20.></p> <p>② 제1항에도 불구하고 전용차량 또는 차고지 관련 비용 등 관할 시·도를 구분하기 곤란한 비용의 경우에는 그 밖의 비용의 부담비율을 고려하여 대통령령으로 정하는 바에 따라 부담한다.</p> <p>③ 간선급행버스체계의 운영으로 발생하는 손실은 대통령령으로 정하는 바에 따라 관련 시·도가 부담한다.</p> <p>④ 제1항에 따라 시·도가 부담하는 비용은 해당 시·도와 관계 시·군·구(자치구를 말한다. 이하 같다)가 협의한 경우 그 비용의 일부를 관계 시·군·구가 분담할 수 있다. <신설 2022. 6. 10.></p> <p>제17조(간선급행버스체계시설의 기술기준)</p> <p>① 체계시설은 국토교통부장관이 정하여 고시하는 기술기준에 맞게 건설되어야 한다.</p> <p>② 체계시설을 관리하는 자는 국토교통부장관이 정하여 고시하는 기술기준에 맞게 이를 점검·보수하는 등 유지·관리하여야 한다.</p> <p>제18조(전용주행로 등)</p> <p>① 시·도지사는 제14조 제2항에 따른 고시가 있는 경우 전용주행로의 건설·운영 및 이용에 관한 사항을 대통령령으로 정하는 바에 따라 고시하여야 한다. 이 경우 시·도지사는 「도로교통법」 제15조에도 불구하고 해당 전용주행로를 통행할 수 있는 전용차량의 종류를 제2조 제4호에 따라 대통령령으로 정하는 범위에서 정하여 함께 고시할 수 있다.</p> <p>② 제1항에 따른 전용주행로의 통행 제한·단속 및 벌칙 등에 관하여는 「도로교통법」 제15조 제3항, 제143조, 제156조 제1호, 제160조 제3항 및 제161조를 각각 준용한다. 이 경우 “전용차로”는 “전용주행로”로 본다.</p> <p>③ 시·도지사는 광역간선급행버스체계 등 대통령령으로 정하는 간선급행버스체계의 원활한 운영을 위하여 필요한 경우에는 시장·군수(광역시의 군수는 제외한다) 또는 「도로교통법」 제147조에 따라 같은 법 제3조 제1항에 따른 신호기의 설치·관리 권한을 위탁받은 자에게 간선급행버스체계 교차로에서 전용차량의 우선 통행을 허용하도록 신호기를 설치·관리할 것을 요청할 수 있다. 이 경우 요청을 받은 자는 특별한 사유가 없으면 그에 따라야 한다.</p>
시행령	<p>제5조(소규모 체계건설사업 등)</p> <p>① 법 제5조 제1항 단서에서 “소규모의 체계건설사업 등 대통령령으로 정하는 경우”란 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우를 말한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 해당 체계건설사업의 총사업비가 50억 원 미만인 경우 2. 국토교통부장관이 해당 체계건설사업의 특성상 개발계획을 수립할 필요가 없다고 인정하는 경우 <p>② 법 제5조제2항제11호에서 “대통령령으로 정하는 사항”이란 다음 각 호의 사항을 말한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 간선급행버스체계의 건설 예정 노선을 표시한 지형도 2. 해당 노선에서 사용될 전용차량의 종류·수량 및 확보계획 3. 간선급행버스체계의 교통수요 예측을 고려한 개략적 운영계획 <p>③ 법 제5조 제3항 단서에서 “대통령령으로 정하는 경미한 사항을 변경하는 경우”란 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우로서 기점(起點)·종점(終點)과 주요 경유지, 정류소 또는 차고지의 위치 변경이 수반되지 아니하는 경우를 말한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 노선연장, 사업면적 또는 공사비를 100분의 10 범위에서 변경하는 경우 2. 지형 또는 지질 여건으로 인하여 불가피하게 체계시설의 위치 또는 구조를 변경하는 경우 <p>④ 법 제5조 제5항에서 “대통령령으로 정하는 광역간선급행버스체계”란 광역간선급행버스체계 개발계획을 수립하려는 관할 시·도지사가 체계건설사업의 사업규모, 간선급행버스체계의 운행지역 및 예상 이용자 수 등을 고려할 때 해당 광역간선급행버스체계가 경유하는 시·도를 관할하는 관계 시·도지사와 공동으로 수립하는 것이 필요하다고 인정하는 광역간선급행버스체계를 말한다. <개정 2022. 12. 6.></p> <p>제6조(체계건설사업의 시행자)</p> <p>① 법 제6조 제2호에서 “대통령령으로 정하는 「공공기관의 운영에 관한 법률」 제4조에 따른 공공기관이나 정부출연기관”이란 「공공기관의 운영에 관한 법률」 제4조 제1항에 따라</p>

	<p>기획재정부장관이 지정하는 기관을 말한다.</p> <p>② 법 제6조 제5호에서 “대통령령으로 정하는 자”란 「사회기반시설에 대한 민간투자법」 제2조 제7호에 따른 사업시행자를 말한다.</p> <p>제7조(실시계획에 포함되어야 하는 사항)</p> <p>법 제7조 제1항 본문에서 “대통령령으로 정하는 사항”이란 다음 각 호의 사항을 말한다. <개정 2016. 1. 22., 2020. 12. 8., 2024. 5. 7.></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 사업시행지역의 위치도 2. 수용하거나 사용할 토지·물건 또는 권리(이하 “토지등”이라 한다)의 소재지·지번·지목 및 면적, 소유권 및 소유권 외의 권리의 명세와 그 소유자 및 권리자의 성명·주소 3. 계획평면도·단면도 및 공사설명서 등 설계도서 4. 사업시행 기간(체계건설사업의 착수 예정일 및 준공 예정일이 포함되어야 한다) 5. 연도별 투자계획, 연도별 재원조달계획, 연도별 투자비 회수 등에 관한 계획이 포함된 자금계획과 이를 증명할 수 있는 서류 6. 사업시행지역에 있는 토지등의 매수·보상계획 및 주민의 이주대책 7. 「도시교통정비 촉진법」에 따른 교통영향평가 대상사업인 경우에는 교통영향평가서 8. 간선급행버스체계 정류소, 환승시설 및 차고지 설치계획 9. 간선급행버스체계의 개략적인 운영계획[예상되는 전용차량의 대수(臺數), 배차간격 및 주행속도 등을 포함한다] 10. 국가유산 현황 조사 결과 11. 지진피해 경감대책 12. 법 제7조 제2항에 따라 체계건설사업의 실시계획을 구간·시설별로 작성한 경우에는 그 내용 13. 법 제9조 제1항 각 호에 따라 의제되는 인·허가 등이 있는 경우에는 그 내용 14. 법 제9조 제2항에 따른 관계 행정기관의 장과의 협의에 필요한 서류 15. 법 제13조 제1항에 따라 기존의 공공시설등을 대체하는 공공시설등(이하 “대체공공시설등”이라 한다)을 설치하는 경우에는 기존 공공시설 등의 이전 및 철거계획과 대체공공시설등의 설치계획 16. 법 제15조 단서에 따라 관리청에 귀속되지 아니하는 토지 및 시설이 있는 경우에는 그 토지 및 시설의 처분에 관한 계획 17. 「건설기술 진흥법 시행령」 제19조제5항 각 호에 따른 기술자문위원회의 심의 대상 사업인 경우에는 설계 심의에 필요한 서류 <p>제11조(실시계획 변경승인의 대상 등)</p> <p>① 법 제7조 제8항 전단에서 “대통령령으로 정하는 사항을 변경하려는 경우”란 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우를 말한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 노선연장 또는 사업면적을 100분의 10 범위를 초과하여 변경하려는 경우 2. 사업비를 100분의 10 범위를 초과하여 변경하려는 경우 3. 사업시행 기간을 3년 이상 연장하거나 단축하려는 경우 4. 설비·시설의 위치 또는 구조를 변경하려는 경우. 다만, 지형 또는 지질 여건으로 인하여 불가피하게 체계시설의 위치 또는 구조를 변경하려는 경우는 제외한다. <p>② 실시계획승인권자는 법 제7조제9항에 따라 실시계획의 승인이 효력을 잃은 경우에는 그 사실을 사업시행자와 관계 행정기관의 장에게 통보하고 이를 고시하여야 한다.</p> <p>제13조(대체공공시설등의 설치)</p> <p>① 법 제13조 제1항에서 “대통령령으로 정하는 공공시설, 군사시설 또는 공용건축물”이란 다음 각 호의 시설을 말한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제2조제13호에 따른 공공시설 2. 「국방·군사시설 사업에 관한 법률」 제2조제1호에 따른 국방·군사시설 3. 국가 또는 지방자치단체의 청사와 그 부대시설 4. 그 밖에 제1호부터 제3호까지의 시설과 유사한 시설로서 국토교통부장관이 정하여 고시하는 시설 <p>② 법 제13조 제2항에 따라 실시계획승인권자는 실시계획을 승인할 때에 대체공공시설등에 관한 사항을 구체적으로 적어 서면으로 사업시행자에게 통보하여야 한다.</p>
--	---

	<p>제15조(관리청에 귀속되지 아니하는 토지 및 시설) 법 제15조 단서에서 “간선급행버스체계의 운영에 직접 사용되지 아니하는 토지 및 시설 등 대통령령으로 정하는 토지 및 시설”이란 간선급행버스체계의 운영에 직접 사용되지 아니하는 토지 및 시설을 말한다.</p> <p>제16조(시·도 간 비용부담 비율 결정) ① 법 제16조 제2항에 따라 관할 시·도를 구분하기 곤란한 비용의 부담비율은 원인자 및 수익자 부담원칙 등을 고려하여 관련 시·도가 협의하여 정한다. ② 법 제16조 제3항에 따라 간선급행버스체계의 운영으로 발생하는 손실의 부담비율은 시·도별 이용객 비율 등을 고려하여 관련 시·도가 협의하여 정한다.</p> <p>제17조(전용주행로의 건설·운영 및 이용에 관한 고시) 시·도지사는 법 제18조 제1항 전단에 따라 다음의 사항을 포함한 전용주행로의 건설·운영 및 이용에 관한 사항을 고시하여야 한다. 1. 전용주행로의 기점·종점, 노선, 정류소 명칭 및 관계도면 등 2. 전용차로, 전용도로 등 전용주행로의 형태 3. 전용주행로 운영에 관한 사항 4. 전용주행로에 인접한 도로에 설치된 「도로교통법 시행령」에 따른 버스 전용차로에 관한 사항 5. 전용차량의 제4호에 따른 버스 전용차로 이용에 관한 사항</p> <p>제18조(전용차량 우선 통행 신호기의 설치·관리 요청 대상) 법 제18조 제3항 전단에서 “광역간선급행버스체계 등 대통령령으로 정하는 간선급행버스체계”란 다음의 간선급행버스체계를 말한다. 1. 광역간선급행버스체계 2. 전용차량이 아닌 자동차 및 보행자의 통행량 등을 고려할 때 전용차량의 운행이 현저히 지연될 우려가 있는 간선급행버스체계</p>
시행규칙	<p>제3조(간선급행버스체계 개발계획의 고시) 시·도지사 또는 대도시광역교통위원회는 법 제5조 제4항에 따라 간선급행버스체계 개발계획을 수립하였을 때에는 다음의 사항을 고시해야 한다. <개정 2019. 10. 14., 2022. 12. 9.> 1. 사업 명칭 2. 사업 목적 3. 사업시행자의 성명·주소(법인인 경우에는 법인의 명칭·주소와 대표자의 성명·주소를 말한다) 4. 공사 내용 5. 공사비 6. 공사 기간 7. 공사노선의 기점(起點)과 종점(終點) 8. 노선의 주요 경유지, 정류소 및 차고지의 위치 9. 해당 노선에서 사용될 전용차량의 종류·수량</p> <p>제4조(실시계획 승인신청 등) ① 법 제6조에 따른 체계건설사업 시행자는 법 제7조 제1항에 따라 체계건설사업 실시계획을 승인받으려면 별지 제1호서식의 간선급행버스체계 건설사업 실시계획 승인신청서에 「간선급행버스체계의 건설 및 운영에 관한 특별법 시행령」(이하 “영”이라 한다) 제7조 각 호의 사항이 포함된 실시계획서를 첨부하여 대도시권광역교통위원회 또는 시·도지사(이하 “실시계획승인권자”라 한다)에게 제출해야 한다. <개정 2019. 10. 14.> ② 사업시행자는 법 제7조 제8항에 따라 실시계획을 변경하려면 별지 제2호서식의 체계건설사업 실시계획 변경승인 신청서에 다음의 서류를 첨부하여 실시계획승인권자에게 제출하여야 한다. 1. 실시계획의 변경 내용 및 변경 사유 2. 실시계획의 변경 내용을 설명할 수 있는 서류</p>

〈자료〉 간선급행버스체계의 건설 및 운영에 관한 특별법. 연구진 재정리(접속일 2024. 06. 11.)

3) 국가 재정지원 및 전담조직 설치

「간선급행버스체계의 건설 및 운영에 관한 특별법」 제4장에서는 간선급행버스체계 개발 및 운영을 위한 국가의 재정지원과 전담조직의 설치에 관한 내용을 담고 있다.

표 2-4 | 간선급행버스법 재정지원 및 전담조직 관련 주요 내용

주요 내용	
국가 재정지원	법률 제32조(국가의 재정지원) ① 국토교통부장관은 제5조에 따라 개발계획이 수립되는 경우 해당 체계건설사업에 필요한 비용의 일부를 대통령령으로 정하는 바에 따라 부담할 수 있다. <개정 2020. 10. 20., 2022. 6. 10.> ② 국토교통부장관은 제5조 제5항 및 제6항에 따라 개발계획을 승인하거나 직접 수립한 경우 해당 체계건설사업으로 조성된 간선급행버스체계의 운영에 필요한 비용의 일부를 대통령령으로 정하는 바에 따라 부담할 수 있다. <신설 2022. 6. 10.> ③ 국토교통부장관은 제5조 제5항 및 제6항에 따라 개발계획을 승인하거나 직접 수립한 경우 여객의 안전 및 편의 증진을 위하여 대통령령으로 정하는 바에 따라 친환경 전용차량의 도입에 필요한 비용의 일부를 보조할 수 있다. <신설 2020. 10. 20., 2022. 6. 10.>
	시행령 제27조(국가의 재정지원) ① 법 제32조 제1항에 따라 국토교통부장관이 부담할 수 있는 체계건설사업에 필요한 비용은 다음 각 호의 구분에 따른다. <개정 2021. 4. 20., 2022. 12. 6.> 1. 광역간선급행버스체계: 총사업비용의 50퍼센트 2. 광역간선급행버스체계가 아닌 간선급행버스체계 가. 수도권(서울특별시·인천광역시 및 경기도를 말한다) 지역: 총사업비용의 25퍼센트 나. 수도권 외의 지역: 총사업비용의 50퍼센트 ② 국토교통부장관은 법 제32조 제2항에 따라 체계건설사업으로 조성된 간선급행버스체계의 운영 비용 일부를 부담할 때에는 다음의 사항을 고려해야 한다. <신설 2021. 4. 20., 2022. 12. 6.> 1. 간선급행버스체계에 대한 교통수요 2. 체계건설사업을 통한 대중교통 수송분담률 증가 정도 ④ 국토교통부장관은 법 제32조 제3항에 따라 친환경 전용차량 도입에 필요한 비용을 보조할 때에는 도입으로 인한 대기오염물질 및 온실가스 배출량 저감 정도를 고려해야 한다.
전담조직 설치	법률 제33조(전담조직의 설치 등) ① 실시계획승인권자는 간선급행버스체계 건설·운영과 관련한 관계 기관·부서 간의 협의 등을 위하여 간선급행버스체계 관련 업무를 총괄·조정하는 전담조직을 설치할 수 있다. ② 시·도지사는 「지방자치법」 제176조에 따라 설립된 지방자치단체조합을 전담조직으로 지정할 수 있다. <개정 2021. 1. 12.> ③ 전담조직은 다음 각 호의 사항을 수행한다. 1. 간선급행버스체계 관련 현황 및 주요지표의 조사·관리 2. 간선급행버스체계 활성화 및 총괄·조정·관리·지원·평가·점검 3. 관계 기관·부서와의 업무 협의 및 교류 4. 재원 조달 및 관리 5. 간선급행버스체계 운영 6. 그 밖에 대통령령으로 정하는 사항 ④ 그 밖에 전담조직의 구성·운영 등에 필요한 사항은 대통령령으로 정한다. ⑤ 지방자치단체는 「지방공기업법」 제49조에 따라 간선급행버스체계 관련 업무를 담당하는 지방공사를 설립하거나 같은 법 제56조제3항에 따라 간선급행버스체계와 관련된 내용으로 정관을 인가 또는 변경하려는 경우 미리 국토교통부장관과 협의하여야 한다.

<자료> 간선급행버스체계의 건설 및 운영에 관한 특별법. 연구진 재정리(접속일 2024. 06. 11.)

2. 대도시권 광역교통 관리에 관한 특별법

「대도시권 광역교통 관리에 관한 특별법」은 1997년 7월 대도시권의 교통 문제를 광역적인 차원에서 효율적으로 해결하기 위한 사항을 규정하기 위해 대도시권 광역교통 기본계획의 수립, 대규모 개발사업의 광역교통 개선 대책 등에 관한 사항을 규정하고 있다.

해당 법령의 제정 당시에는 간선급행버스체계의 광역교통시설로서의 정의가 마련되지 않았으나, 2012년 8월 법률의 개정으로 「대중교통의 육성 및 이용촉진에 관한 법률」 제2조 제5호에 따른 간선급행버스체계의 정의가 마련되었다.

3. 대중교통의 육성 및 이용촉진에 관한 법률

「대중교통의 육성 및 이용촉진에 관한 법률(이하 “대중교통법”）」은 2005년 7월 대중교통을 체계적으로 육성 및 지원하고 국민의 대중교통수단 이용을 촉진하기 위한 사항을 규정하기 위해 대중교통 기본계획의 수립, 대중교통 이용촉진 및 지원, 대중교통에 관한 연구·조사 및 평가에 관한 사항을 규정하였다.

이 중 간선급행버스체계와 관련한 조항 및 내용으로는 법률 제2조의 간선급행버스체계의 정의, 법률 제10조의 대중교통수단의 우선통행을 위한 조치로서의 간선급행버스체계 구축 의무, 시행령 제9조의 대규모 개발사업에 반영되어야 하는 대중교통시설, 시행규칙 제2조의 간선급행버스체계의 구성요소가 있다.

표 2-5 | 대중교통법 간선급행버스체계 관련 내용

구분	주요 내용
법률 제2조 정의	<p>제2조(정의) 이 법에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. “대중교통”이라 함은 이 법에 의한 대중교통수단 및 대중교통시설에 의하여 이루어지는 교통체계를 말한다. 2. “대중교통수단”이라 함은 일정한 노선과 운행 시간표를 갖추고 다수의 사람을 운송하는 데 이용되는 것으로서 다음 각목의 어느 하나에 해당하는 운송수단을 말한다. <ul style="list-style-type: none"> 가. 「여객자동차 운수사업법」 제3조 제1항 제1호에 따른 노선여객자동차운송사업에 사용되는 승합자동차(이하 “노선버스”라 한다) 3. “대중교통시설”이라 함은 대중교통수단의 운행에 필요한 시설 또는 공작물로서 다음 각목의 어느 하나에 해당하는 것을 말한다. <ul style="list-style-type: none"> 가. 버스터미널·정류소·차고지·버스전용차로 등 노선버스의 원활한 운행에 필요한 시설 또는 공작물 5. “간선급행버스체계”라 함은 버스전용차로, 편리한 환승시설, 교차로에서의 버스우선통행 그 밖의 국토교통부령으로 정하는 사항을 갖추어 급행으로 버스를 운행하는 교통체계를 말한다.

<p>법률 제10조 대중교통수단의 우선통행을 위한 조치</p>	<p>제10조(대중교통수단의 우선통행을 위한 조치)</p> <p>① 시장은 대중교통의 이용을 촉진하고 원활한 교통소통을 확보하기 위하여 필요하다고 인정되는 경우에는 관계 행정기관의 협의를 거쳐 노선버스 등 대중교통수단이 우선적으로 통행할 수 있도록 다음 각호의 조치를 하여야 한다. <개정 2020. 6. 9.></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 간선급행버스체계의 구축 2. 고가 또는 지하도로 등 교차로의 입체화 3. 노선버스중심의 지능형교통체계의 구축 4. 그 외 대중교통수단이 우선통행할 수 있도록 대통령령으로 정하는 조치 <p>② 국토교통부장관은 고속도로에서의 대중교통수단의 우선통행 및 원활한 소통을 확보하기 위하여 필요하다고 인정되는 경우에는 버스전용차로의 설치를 경찰청장에게 요청할 수 있다. 이 경우 요청을 받은 경찰청장은 특별한 사유가 없으면 그 요청을 따라야 한다. <개정 2008. 2. 29., 2013. 3. 23., 2020. 6. 9.></p>
<p>시행령 제9조 대중교통 시설기준</p>	<p>제9조(대중교통시설기준)</p> <p>① 법 제9조제1항에서 “대통령령이 정하는 시설기준”이라 함은 대규모 개발사업에 관한 계획(이하 “개발사업계획”이라 한다)에 반영하여야 하는 대중교통시설에 대한 다음 각 호의 기준을 말한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 개발사업계획으로 인하여 유발되는 교통수요에 대처할 수 있는 대중교통운행체계(도시철도운행체계·간선급행버스체계·노선버스운행체계 등을 말한다. 이하 같다)중 최적의 대중교통운행체계가 구축되도록 할 것 2. 효율적인 대중교통운행체계와 대중교통의 이용편리성을 고려하여 여객자동차터미널·차고지·버스전용차로·버스정류소·철도역사(도시철도역사를 포함한다)·환승시설 등 대중교통시설의 규모·입지 등을 반영할 것 3. 철도역(도시철도역을 포함한다)·여객자동차터미널·환승시설 등 주요 대중교통시설을 설치하는 경우에는 대중교통 이용촉진을 위하여 다음 각 목의 사항을 고려할 것 <ol style="list-style-type: none"> 가. 보행자전용도로·자전거보관대의 설치 등 대중교통시설에의 접근성을 제고할 수 있는 방안 나. 대중교통시설 안 또는 그 주변의 대형판매시설, 문화 및 집회시설 등 교통유발도가 높은 시설의 입지 가능성 및 당해 대중교통시설과의 연계성 다. 환승거리 및 환승시간을 단축할 수 있는 설계 <p>② 제1항의 규정에 의한 시설기준의 세부적인 사항에 관하여는 국토교통부장관이 정하여 고시한다. <개정 2008. 2. 29., 2013. 3. 23.></p>
<p>시행규칙 제2조 간선급행버스체계의 구성요소</p>	<p>제2조(간선급행버스체계의 구성요소)</p> <p>「대중교통의 육성 및 이용촉진에 관한 법률」(이하 “법”이라 한다) 제2조제5호에서 “그 밖의 국토교통부령이 정하는 사항”이라 함은 다음 각 호의 사항을 말한다. <개정 2008. 3. 14., 2013. 3. 23.></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 버스정보시스템(BIS, Bus Information System) 2. 버스사령실 등 버스운행관리시스템(BMS, Bus Management System)

<자료> 대중교통의 육성 및 이용촉진에 관한 법률. 연구진 재정리(접속일 2024. 06. 11.)

4. 간선급행버스체계(BRT) 설계지침¹⁾

1) 설계지침 개요

2010년 국토교통부에서는 지역 특성에 부합하는 적정 서비스 수준을 제공하는 BRT 기반 시설 공급을 목표로 「대중교통의 육성 및 이용촉진에 관한 법률」 제2조 제5호에 따른 간선급행버스체계의 기반시설 설계에 필요한 사항을 규정하고 있다.

BRT 주요 기반시설은 차량, 주행로, 교차로, 정류장, 환승시설, 운영관리시스템으로 구성되며, 일반형 BRT와 신교통형 BRT로 구분된다. 일반형 BRT의 경우 차선 등으로 구분된 전용차로와 일반 버스를 활용하여 상대적으로 높은 이동성과 많은 수송 능력을 갖도록 설계한다. 신교통형 BRT의 경우 입체구조, 평면상의 물리적 시설물로 일반차량과 완전히 분리된 전용주행로를 갖추며, 교차로의 입체처리 또는 우선신호처리를 통해 정류장을 제외한 모든 구간의 무정차 통행이 가능하도록 설계한다. 즉 신교통형 BRT는 일반형 BRT와 비교했을 때, 권장 통행속도 이상의 속도를 유지하고 정시성을 확보함으로써 경전철 또는 도시철도에 준하는 서비스 수준의 제공을 목적으로 한다. 일반형 및 신교통형 BRT 기반시설의 특징은 [표 2-7]과 같다.

표 2-6 | 간선급행버스체계 설계지침의 구성 및 내용

구분	주요 내용	
설계 일반사항	<ul style="list-style-type: none"> 기본 고려사항 기반시설 계획 및 설계절차 기반시설 설치 형식 	<ul style="list-style-type: none"> 기반시설 구성요소 자동차, 주행로, 교차로, 정류장, 환승시설, 운영관리시스템
설계 기준	<ul style="list-style-type: none"> 운전자 설계기준 자동차 	<ul style="list-style-type: none"> 전용차로 설치 및 서비스 기준 전용차로 설치기준, 설계 서비스 기준
주행로 교차로 부속시설	<ul style="list-style-type: none"> 설계속도 주행로 정류장 교차로 진출입부 연결로 	<ul style="list-style-type: none"> 회차처리 전용통 설계 교통안전 및 교통관리 시설 정지선, 신호등, 안전표지, 노면표시 등 포장
환승시설	<ul style="list-style-type: none"> 환승처리 방안 기본 고려사항, 환승처리 기준 환승시설의 종류 및 설계요소 	<ul style="list-style-type: none"> 환승필요시설 설계 보행이동, 주정차, 환승편의, 차량지원 피난·대피, 환승정보제공, 약자 지원
운영관리시스템	<ul style="list-style-type: none"> 일반사항 운영센터 운영관리시스템(BMS) 정보안내시스템(BIS) 	<ul style="list-style-type: none"> 요금징수 시스템 단속시스템 신호 운영

〈자료〉 국토교통부(2010). 「간선급행버스체계(BRT) 설계지침」

1) 국토교통부(2010). 「간선급행버스체계(BRT) 설계지침」

표 2-7 | 간선급행버스체계 유형별 특성

구분			주요 내용
BRT 자동차	전용차량 (신교통형)		<ul style="list-style-type: none"> 저상버스 등 수평 승·하차가 가능한 버스형 차량 추후 이용 수요 증가를 고려하여 굴절버스 등 대용량 버스 운행 대비
	일반버스 (일반형)		<ul style="list-style-type: none"> 현재 일반적으로 운행되는 일반형 버스
주행로	전용도로 (신교통형)		<ul style="list-style-type: none"> 대상 도로구간 전체를 평면 및 입체 분리하여 BRT 전용 도로화
	전용차로 (일반형)	도시	<ul style="list-style-type: none"> 노선 축 상의 도로 대부분을 전용차로화 권장 통행속도가 유지되는 일부 구간의 혼용 운영이 가능
		지방	<ul style="list-style-type: none"> 지·정체 빈도가 높거나 버스 수요가 많은 구간을 전용차로화
		IC	<ul style="list-style-type: none"> 지·정체 빈도가 높은 IC 연결로, 접속도로 연결 구간 등을 전용차로화
교차로	입체처리 (신교통형)		<ul style="list-style-type: none"> 전 구간의 교차지점을 지하차도 및 고가도로로 구축 입체구축이 불가할 경우 우선신호처리 적용
	부분입체 또는 우선처리 (일반형)		<ul style="list-style-type: none"> 연동신호, BRT 우선신호 등을 통해 BRT 차량을 우선 처리
정류장	셸터 형태	폐쇄형 (신교통형)	<ul style="list-style-type: none"> 건물이나 기타 시설물로 외부와 분리된 셸터 이용자의 안전 향상과 쾌적한 휴식공간 제공 도모
		반개방형	<ul style="list-style-type: none"> 기본형 셸터 형식에 정류장지불형 요금체계 적용
		개방형(일반형)	<ul style="list-style-type: none"> 일반 버스정류장에 설치되는 개방된 형태의 기본형 셸터
	요금 지불 형식	정류장지불형 (신교통형)	<ul style="list-style-type: none"> 차량 탑승 전 정류장에서 요금 지불 승차 및 정차시간 단축 도모
		차량지불형 (일반형)	<ul style="list-style-type: none"> 차량 탑승 시 요금 지불 정류장의 용량이나 이용승객이 적을 경우에 유리
환승시설	주차장형		<ul style="list-style-type: none"> 주차 및 환승활동을 지원하는 환승센터
	대중교통 연계수송형		<ul style="list-style-type: none"> 수단간 연계수송 및 환승활동을 지원하는 환승센터
	터미널형		<ul style="list-style-type: none"> 터미널 및 환승활동을 지원하는 환승센터
	복합환승센터		<ul style="list-style-type: none"> 환승센터 기능 외에 교통 외적인 기능을 갖춘 환승센터
운영관리 시스템	전용시스템(신교통형)		<ul style="list-style-type: none"> 정류장지불형 요금체계, BIS, BMS 등 종합 운영
	BMS, BIS(일반형)		<ul style="list-style-type: none"> BRT 체계의 정시·안전·편의성 향상을 위한 운행관리 및 정보안내체계
권장평균 통행속도 (km/h)	신교통형		<ul style="list-style-type: none"> 도시철도에 준하는 35km/h 이상 권장
	일반형		<ul style="list-style-type: none"> 단속류 주행여건을 고려한 20km/h 이상 권장

〈자료〉 국토교통부(2010). 「간선급행버스체계(BRT) 설계지침」

2) 정류장

간선급행버스체계의 정류장은 이용자의 신속한 승·하차를 위한 물리적 공간, 승·하차시설, 안내시설, 기타 편의시설을 갖추으로써 기존 버스정류장과 차별화를 도모한다. 정류장의 형식은 BRT 차량의 특성, 정류장 부지 등을 고려하고, 서비스 향상을 위한 추가적인 시설물을 설치할 수 있다. [표 2-8]은 BRT 정류장 구성요소, 배치 간격 및 위치에 관한 내용을 나타낸 것이다.

일반형 BRT 정류장의 경우 기본요소의 설치를 갖추고, 정류장별 이용수요를 고려하여 적절한 추가 요소를 추가 설치한다. 신교통형 BRT 정류장의 경우 기본 및 추가 요소를 모두 설치·운영하는 것을 원칙으로 하되 이용수요에 따라 설치를 생략할 수 있다. BRT 정류장의 간격은 주행로 형태, 개발밀도, 정류장 도달 수단 등에 따라 결정되며, 정류장 설치 지역에 따라 최소 기준 이상의 간격을 유지할 수 있도록 한다. 또한 정류장의 위치에 따라 교차로형(통과전) 정류장(near-side station), 교차로형(통과후) 정류장(far-side station), 미드블록형 정류장(mid-block station)으로 구분한다. 정류장의 형식은 정류장 외부분리 형태에 따라 개방형, 반개방형, 폐쇄형으로 구분하며, 일반형 BRT 정류장의 경우 개방형 설치를 기본으로 하지만 설치 여건이 양호하다면 정류장 지불형 요금체계의 적용이 가능한 반개방형 및 폐쇄형 정류장의 설치를 고려할 수 있다.

표 2-8 | 간선급행버스체계 정류장 설계지침 구성 및 내용

구분		주요 내용
정류장 구성요소	기본 요소	• 쉼터, 교통약자 이동편의시설, 정보안내시설, 적정 공간 확보, 정류장 디자인
	추가 요소	• 스크린도어, 냉·난방시설, 화장실, 조명시설, 정류장지불형 요금체계
정류장 배치 간격		<ul style="list-style-type: none"> 주요 도시부 : 최소 500m 도시부 : 최소 600m 도시근교 : 최소 800m 지방부 : 최소 1,000m
정류장 위치	교차로형(통과전)	<ul style="list-style-type: none"> • 교통상태가 심각하지 않은 수준에서 BRT 교통량이 많을 때 적용 • 좌회전 교통류 방해의 단점 상존
	교차로형(통과후)	<ul style="list-style-type: none"> • BRT 자동차 우선신호가 적용되고 중앙 BRT 전용차로 시행 시 사용 • 교차로의 각도가 90도 미만인 경우, 교차로 입구 교통흐름 방해 감소를 위해 설치
	미드블록형	<ul style="list-style-type: none"> • 도심에서 주로 적용하며, 많은 BRT 운행노선 중복 시 환승에 편리 • 교차로의 교통량 또는 기타 상황으로 인해 BRT 차량의 정체가 어려울 때 사용 • 구간 내 정류장 설치 시 승강장과 횡단보도 여건에 따라 통합형과 분리형으로 구분
정류장 형식	개방형	• 일반 버스정류장에 설치되는 기본형 쉼터
	반개방형	• 개방형과 폐쇄형의 중간형태로 기본형에 정류장지불형 요금체계 적용
	폐쇄형	<ul style="list-style-type: none"> • 폐쇄된 쉼터로 이용자의 안전 및 쾌적성을 향상 • 쉼터 출입구에 개찰구를 설치함으로써 정류장지불형 요금체계 적용이 용이함

〈자료〉 국토교통부(2010). 「간선급행버스체계(BRT) 설계지침」

3) 환승시설

간선급행버스체계의 효율적인 환승을 위해 환승시설의 종류, 입지, 이용수요 등을 고려하며, 서비스의 질 향상을 위해 대중교통 이용자의 총 통행시간 단축, 환승보행 환경 및 여건 개선, 대중교통 이용수요 증진 기여, 편의시설 설치를 위한 인접부 연계 건설방안 등을 고려해야 한다. 또한 환승 수단에 따라 BRT, 지하철(전철, 경전철), 시내버스, 택시 및 승용차, 자전거와 같은 다양한 유형의 환승 형태를 고려해야 하며, 이에 따른 환승 필요시설에 관한 고려가 필요하다.

환승시설의 종류는 크게 환승정류장, 일반 환승센터, 복합환승센터로 구분할 수 있다. 환승정류장은 일반적인 BRT 정류장과 인근 대중교통수단, 자전거, 승용차 등의 수단 연계가 이루어지는 정류장을 의미하며, 일반 환승센터는 교통수단 간의 연계 및 원활한 환승을 목적으로 관련 시설이 집중적으로 설치되는 시설을 의미한다. 일반 환승센터의 경우 기능에 따라 주차장형 환승센터, 대중교통 연계수송형 환승센터, 터미널형 환승센터로 구분한다. 복합환승센터의 경우 대중교통 환승센터 본래의 교통기능 외에 일정 규모 이상의 상업·업무·주택 등 교통 외적인 부대시설을 갖춘 환승시설을 의미한다. 복합환승센터는 그 규모와 지원 기능에 따라 국가기간복합환승센터, 광역복합환승센터, 일반복합환승센터로 구분할 수 있다.

표 2-9 | 간선급행버스체계 환승시설 설계지침 주요 내용

구분		주요 내용
환승 정류장		<ul style="list-style-type: none"> 일반적인 BRT 정류장 인근의 대중교통수단, 자전거, 승용차 주차장 등의 수단 간 연계 발생 정류장
일반 환승 센터	주차장형	<ul style="list-style-type: none"> 대중교통 이용자의 주차 및 환승 지원
	대중교통 연계수송형	<ul style="list-style-type: none"> 대중교통수단 간의 연계수송 및 환승 지원
	터미널형	<ul style="list-style-type: none"> 터미널 및 환승 지원
복합 환승 센터	국가기간 복합환승센터	<ul style="list-style-type: none"> 국가기간교통망 구축을 위한 권역 간 대용량 환승교통 처리 상업·문화·주거·숙박 등 복합적인 지원 기능
	광역복합 환승센터	<ul style="list-style-type: none"> 권역 내 환승교통 처리 상업·문화·주거·숙박 등 복합적인 지원 기능
	일반복합 환승센터	<ul style="list-style-type: none"> 지역 내 환승교통 처리를 위한 복합환승센터

〈자료〉 국토교통부(2010). 「간선급행버스체계(BRT) 설계지침」

5. 간선급행버스체계(BRT) 종합계획 수정계획(2021~2030)²⁾

1) 종합계획 개요

2021년 11월 국토교통부(대도시권광역교통위원회)는 「간선급행버스체계의 건설 및 운영에 관한 특별법」에 근거하여 현행 대중교통체계의 문제점을 보완하고 교통서비스 수준을 향상하는 간선급행버스체계를 위해 기존 종합계획('18~'27)을 보완하는 수정계획('21~'30)을 수립하였다.

권역별 교통여건 분석을 통해 수도권을 비롯한 부산·울산·대구·광주·대전 권역의 교통현황과 교통수요 전망을 검토하고 추가적인 구축계획을 수립하였다. 또한 '고품질의 BRT 확산을 통한 편리한 대중교통 구현'이라는 비전을 바탕으로 4개 목표와 5개 주요 추진과제를 설정하였다.

표 2-10 | 간선급행버스체계 종합계획 수정계획 개요

구분	주요 내용
종합계획 개요	<ul style="list-style-type: none"> • 배경 및 목적 • 법적 근거 • 계획의 범위 • 수립경위
권역별 교통여건 분석	<ul style="list-style-type: none"> • 수도권, 부산·울산권, 대구권, 광주권, 대전권 • 교통 현황: BRT 현황, 도로, 철도, 버스 운행속도 • 교통수요 전망: 인구, 통행 발생량, 수단분담률
비전 및 목표	<ul style="list-style-type: none"> • 비전 및 목표 • BRT 구축 방향 • 주요 추진과제
권역별 BRT 구축계획	<ul style="list-style-type: none"> • 노선 선정 • 권역별 구축계획
주요 추진과제	<ul style="list-style-type: none"> • 환경친화적 BRT 구축 • BRT 서비스의 고급화·첨단화 • 스마트 모빌리티 서비스 확대 • 협력적 거버넌스 운영 • BRT 서비스 제고 및 추진 역량 강화
단계별 건설계획 및 재원조달방안	<ul style="list-style-type: none"> • 단계별 건설계획 • 소요재원 • 재원조달 방안

〈자료〉 국토교통부·대도시권광역교통위원회(2021). 「간선급행버스체계(BRT) 종합계획 수정계획(2021~2030)」

2) 국토교통부·대도시권광역교통위원회(2021). 「간선급행버스체계(BRT) 종합계획 수정계획(2021~2030)」

2) 수도권 BRT 현황 및 구축계획

(1) 수도권 BRT 현황

서울·경기·인천 등 수도권 BRT 시설 현황은 크게 광역형과 도심형으로 구분할 수 있다. 수도권 광역 BRT는 인천시의 청라 ~ 강서 BRT 노선과 경기도의 하남 ~ 천호 노선 2개소로 총 30.3km가 설치되어 있으며, 도심 BRT는 17개소로 총 151.0km가 설치되어 운영되고 있다. 하지만 다수의 도심형 BRT의 시점 또는 종점이 시·도의 경계에 위치하여 실질적으로 광역 BRT 역할을 수행하고 있다. 고양시의 경우 중앙로의 대화역부터 수색 서울시계까지 15.6km의 간선급행버스체계가 구축되어 있다.

표 2-11 | 수도권 간선급행버스체계 시설 현황

지역	노선	구간	총연장(km)	구분
서울	도봉·동소문로	의정부시계~미아삼거리~종로 4가	15.3	도심
	망우·왕산로	구리시계~망우역~청량리역~흥인지문	10.5	도심
	천호대로	신설동~신답~천호대교남단~상일IC	15.8	도심
	송파대로	성남시계~잠실역남단	6.3	도심
	강남·삼일대로	영동1교~신사역, 퇴계로2가~종로2가	6.5	도심
	동작·신반포로	과천시계~사당역~이수교차로~논현역	8.3	도심
	시흥·한강대로	안양시계~구로디지털역~한강대교~서울역남단	16.9	도심
	경인·마포대로	오류IC~영등포역~마포대교~아현삼거리	8.1	도심
	양화·신촌로	양화대교~아현삼거리	6.9	도심
	공항대로	김포공항입구~양화교	7.7	도심
	수색·성산로	고양시계~수색전철역~이대후문	6.8	도심
	통일로	고양시계~박석고개~녹번역~서소문	11.1	도심
	종로	세종대로사거리~동대문로터리	4.0	도심
인천	청라~강서 BRT(1)	인천 청라~서울 화곡역	19.8	광역
경기	하남~천호	서울 천호역~하남 창우동	10.5	광역
	동탄시도시대로	화성시 능동~화성시 석우동	4.8	도심
	중앙로	고양시 대화역~수색(서울시계)	15.6	도심
	경수산업도로	석수역(서울시계)~안양육교삼거리	1.0	도심
	경춘로	망우동(서울시계)~남양주 도농삼거리	5.4	도심

〈자료〉 국토교통부·대도시권광역교통위원회(2021). 「간선급행버스체계(BRT) 종합계획 수정계획(2021~2030)」

(2) 수도권 BRT 구축계획

수도권 BRT 구축계획은 타 수단과의 중복률, 중복 수단의 혼잡도, 첨두시 기준 BRT축 버스 운행 대수 등을 고려하여 선정된다. 신규 노선의 경우 GTX 연계 및 3기 신도시 노선을 중심으로 반영하고, 기존 노선의 경우 교통 여건의 변화, 지자체의 추진 의지 등을 고려하여 필요한 경우 노선을 삭제하거나 사업 내용을 변경한다.

2021년을 기준으로 구축계획이 수립된 수도권 노선은 광역 BRT 18개소와 도심 BRT 7개소까지 총 25개소이며, 고양시는 2026년부터 2030년에 걸쳐 GTX 운정역 ~ 구룡사거리 구간에 총연장 30.8km의 제2자유로 BRT 구축계획이 수립되어 있다.

표 2-12 | 수도권 간선급행버스체계 구축계획

지역	사업명	구간	사업기간	연장(km)	구분
단기 사업	강남송파 BRT	영동1교~북정역	'19~'25	9.7	광역
	남태령로~국도47호선	안양호계(비산)사거리~사당역	'22~'25	13.4	광역
	부천~신방화역 BRT	부천 고강지하차도~서울 신방화역	'24~'25	3.3	광역
	성남~북정 광역 BRT	1단계: 모란역~남한산성입구	'22~'24	5.2	광역
		2단계: 북정역~모란역	'23~'25	5.0	
	강변북로 광역 BRT(동부 BTX)	수석IC~강변역	'22~'23	8.6	광역
	올림픽대로 광역 BRT(서부 BTX)	행주대교~당산역	'23~'24	10.0	광역
	도봉의정부 BRT	도봉산역~민락2교	'06~'23	8.6	광역
	김포공항 BRT	고촌역~김포공항역	'21~'23	5.9	광역
	덕정남방 BRT	덕정삼거리~외미교차로	'24~'26	11.8	도심
	청량리~도농 평내호평 BRT	청량리역~평내호평역	'23~'25	20.2	광역
	계양대장 광역 BRT	계양~부천종합운동장역~박촌역~김포공항역	'22~'26	16.7	광역
	시흥대로~ 국도1호선 BRT	장안구청사거리~안양육교삼거리	'16~'27	25.9	광역

지역	사업명	구간	사업기간	연장(km)	구분
중장기 사업	성남 BRT	3단계: 오리형~모란역	'26~'30	10.5	도심
		4단계: 모란역~이배재고개입구	'30~	4.7	
	인천 BRT	1단계: 인하대~서인천IC	'26~'30	9.4	도심
		2단계: 서인천IC~화곡		13.2	광역
		3단계: 송도~인하대		9.3	도심
	영동대로 BRT	영동대교남단~세곡동사거리	'26~'30	10.0	도심
	올림픽로 BRT	삼성교차로~천호사거리	'26~'30	6.7	도심
	안성평택 BRT	퍼시스사거리~서정리역	'26~'30	17.3	도심
	파주은평 BRT	월릉역~구파발역	'26~'30	24.3	광역
	용인송파 BRT	GTX용인역~모란역	'26~'30	14.8	광역
	김포한강 BRT	운양옹화사IC~개화IC	'26~'30	14.7	광역
	인천광명 BRT	송의역~광명역	'26~'30	13.9	광역
	성북남양주 BRT	석계역~GTX왕숙역~진접역	'26~'30	15.3	광역
	시흥안산 BRT	옥구고가차도~중앙역	'26~'30	13.3	도심
	광명 BRT	광명역~광명사거리역	'26~'30	10.2	도심
	제2자유로 BRT	GTX운정역~구릉사거리	'26~'30	30.8	광역

〈자료〉 국토교통부·대도시권광역교통위원회(2021). 「간선급행버스체계(BRT) 종합계획 수정계획(2021~2030)」

3) 계획의 비전 및 목표

간선급행버스체계의 품질 향상과 확산을 통한 대중교통의 이동성·편의성 증진이라는 비전을 위해 전국 BRT 노선을 26개소에서 81개소까지 3배 이상 증설하고자 하며, 주요 간선도로의 버스 통행시간을 30% 단축하는 목표를 설정하였다. 또한 BRT 차량의 수소·전기 차량의 비중을 향상하고, 최소 5개 이상의 자율주행 BRT 노선의 구축을 목표로 설정하였다.

GTX, 신도시 등의 주요 거점을 연결하는 광역 간선축과 지자체 도심 간선축의 형성을 위해 환경친화적 BRT 구축, 서비스의 고급·첨단화, 스마트 모빌리티 서비스 확대, 협력적 거버넌스 운영, 서비스 제고 및 추진 역량 강화라는 5개의 주요 추진 과제를 설정하였다.

표 2-13 | 간선급행버스체계(BRT) 종합계획 수정계획 주요 내용

구분		주요 내용
비전		<ul style="list-style-type: none"> 고품질의 BRT 확산으로 빠르고 편리한 대중교통 구현
목표('30)		<ul style="list-style-type: none"> BRT 보편화·친환경화·스마트화 전국 BRT 노선: 3배 이상(26개소 → 81개소) 주요 간선도로 통행시간(버스): 30% 단축 친환경 수소·전기 차량: 50% 이상(0.04% → 50%) 자율주행 BRT 노선: 5개 이상(0개 → 5개)
BRT 구축 방향		<ul style="list-style-type: none"> GTX, 신도시 등 주요거점을 연결하는 광역 간선축 형성 지자체 도심 간선축 형성
주요 추진 과제	환경친화적 BRT 구축	<ul style="list-style-type: none"> 친환경차 확대 및 인프라 구축 환경친화적인 BRT 전용도로 건설 친환경 정류장 설치 대중교통 중심의 도로사업 추진
	BRT 서비스의 고급화·첨단화	<ul style="list-style-type: none"> S-BRT 시범사업 추진 기존 BRT 개량 및 고급화 추진 S-BRT 기술 개발 및 실증
	스마트 모빌리티 서비스 확대	<ul style="list-style-type: none"> 자율주행 BRT 서비스 도입 개인형 이동장치(PM) 등 연계 강화
	협력적 거버넌스 운영	<ul style="list-style-type: none"> 권역별 BRT 협의체 운영 BRT 사업추진 원칙·기준 마련
	BRT 서비스 제고 및 추진 역량 강화	<ul style="list-style-type: none"> BRT 서비스 평가체계 구축 지자체 등 BRT 추진 역량 강화

〈자료〉 국토교통부·대도시권광역교통위원회(2021). 「간선급행버스체계(BRT) 종합계획 수정계획(2021~2030)」

제2절 국외 지침

1. BUS RAPID TRANSIT SERVICE DESIGN GUIDELINES³⁾

북미교통부연합체(NACTO, National Association of City Transportation Officials)에서 제공하고 있는 보고서 BRT 서비스 디자인 가이드에 따르면, BRT 시스템은 철도 교통과 동일한 기능을 제공하며 더 큰 유연성과 상대적으로 낮은 비용으로 제공할 수 있다고 밝히고 있다.

BRT는 일반적으로 시내버스 보다 정차 횟수가 적고 속도가 빠르며 정시성이 보장되어 신뢰성이 높은 경우가 많다. 도시 중심지와 상업, 주거지역 등을 연결하는 BRT의 버스전용차로가 잘 구축된 경우 이동시간이 획기적으로 단축되어 자동차와 상응하는 충분한 경쟁력을 갖출 수 있다. 보고서는 이러한 BRT를 필요 자본이나 요구되는 인프라 수준 등에 따라 특징을 나누어 두 가지 유형의 BRT를 소개하고 있다.

표 2-14 | BRT 1과 BRT 2의 특징

특징	BRT 1	BRT 2
서비스 제공 (Service)	중요한 목적지까지 긴 구간 운행 제공	
운행 차로 (Running Way)	혼합 교통 차로, 기존의 혼합 차로나 주차로를 버스전용차로로 변경한 경우 또는 기존 고속도로의 차로를 다인승 차량 전용 차로로 전환한 경우	버스전용차로 - 물리적으로 분리되어 만들어진 새로운 우선권 도로 다인승 차량 전용차로 - 고속도로의 중앙이나 갓길에 만들어진 차로, 지상 교통로 또는 고가 분리 교통로
우선순위 (Transit Priority)	버스우선신호 또는 대기행렬 추월차로	
수용량 (Capacity)	중간	중간보다 높은 수준
차량 형태 (Vehicle Type)	40ft(약 12m)	40~60ft(약 12~18m)의 이중, 삼중 굴절버스

3) VTA. (2007). *BUS RAPID TRANSIT SERVICE DESIGN GUIDELINES*. San Jose, CA: VTA.

운영 특성 (Operating Characteristics)	한정된 정차 서비스 (Limited Stop Service)	한정된 정차 및 고속 서비스 (Limited/Express Stop Service)
정류장 간 이동시간 (Headway)	10~15분	5~15분
정류장 사이의 거리 (Station Spacing)	평균적으로 0.75마일(약 12km)이며, 환경에 따라 더 짧을 수도 있음	
정류장 편의시설 (Station Amenities)	실시간 승객 정보와 표지판 등의 기본적인 편의시설	철도역과 비슷한 편의시설, 실시간 승객 정보를 비롯해 디자인된 정류장과 높은 수용 공간 등
차량 브랜딩 (Vehicle Branding)	BRT 시스템에 특화된 특별한 브랜딩	
비용 (Cost)	저에서 중비용 (Low to Medium)	중에서 고비용 (Medium to High)
건설 요구 사항 (Construction Requirements)	주로 도로의 차로와 조경 등이 포함되며 제한된 경우가 많음	주요한 건설 작업 필요
통행우선권 요구 사항 (ROW Requirements)	통행우선권이 이미 존재	통행우선권의 개선이나 변경 요구 필요
예시	VTA's Rapid 522 Los Angeles Metro Rapid Vancouver B-Line	Pittsburgh's Busways Miami-Dade Busway Ottawa Transitways

〈자료〉 VTA. (2007). *BUS RAPID TRANSIT SERVICE DESIGN GUIDELINES*. San Jose, CA: VTA.

BRT 1은 이미 통행우선권을 가지고 있으며 기존 버스 전용차로나 혼합 차로에 새롭게 지정하는 경우에 주로 적용되는 유형이며, 낮은 투자 비용과 유연성 등의 장점을 가지고 있다.

BRT 2는 BRT 1과는 달리 높은 인프라 구축 비용이 요구되며, 추월 차로를 포함해 중앙 분리대의 변환, 차로 확장 등의 과정을 필요로 한다. 장점으로는 높은 승객의 수용량과 신뢰성, 계획 수립을 통한 기존 교통과의 충돌 최소화 등이 존재한다.

1) 계획 및 실행 과정(PLANNING AND IMPLEMENTATION PROCESS)

BRT 서비스의 설계와 실행, 운영은 포괄적인 계획 과정을 통해 이루어지며 특히 초기의 연구 계획 단계에는 새롭게 건설될 가능성이 있는 모든 노선과 예상되는 서비스 변경 사항을 다루어야 한다. 기존 서비스의 평가는 크게 2단계로 이루어지고 새로운 서비스의 실행은 7단계의 순서로 이루어진다.

표 2-15 | 기존 서비스 평가 및 새로운 서비스 실행 단계

단계	기존 서비스 평가	새로운 서비스 실행
단계 1	기존 서비스 평가 및 기존 서비스와의 비교	시장 조사 수행과 이용객 수 및 수익 예측
단계 2	필요한 경우 개선 계획 마련 및 실행	노선 정렬 식별 및 설계
단계 3	-	버스 정류장 위치 설정
단계 4	-	정류장, 시설 및 필요한 도로 개선을 설계
단계 5	-	운영 계획 및 실행 일정 개발
단계 6	-	마케팅 계획 및 브랜드 관리 전략 개발
단계 7	-	서비스 퍼포먼스 모니터링

〈자료〉 VTA. (2007). *BUS RAPID TRANSIT SERVICE DESIGN GUIDELINES*. San Jose, CA: VTA.

2) BRT 정책(BRT POLICIES)

효율적이고 생산적인 BRT를 제공하기 위해서는 BRT 시스템의 성능을 평가하는 기준이 있어야 한다. 보고서에서는 기존의 BRT 시스템을 3가지 지표를 제시하고 있다.

(1) 차량 시간당 승차 인원수(Boardings per Revenue Vehicle Hour)

첨두시간 동안의 승차한 인원을 확인해 대중교통 서비스의 생산성을 평가한다. 해당 지표는 제공된 운영 자원 및 대중교통의 적절성과 수익 차량이 첨두시간에 얼마나 효율적으로 활용되고 있는지를 확인할 수 있는 지표이다.

(2) 정류장당 승차 인원수(Boardings per Station)

정류장별 승차 인원은 정류장의 일일 승차 인원수를 측정해 정류장이 활용도를 평가함으로써 정류장의 위치 선정과 건설 및 유지관리 비용을 산출하기 위한 지표이다.

(3) 노선 거리당 승차 인원수(Boardings per Route Mile)

노선이 효과적으로 설계되었는지, 불필요한 목적지가 포함되어 있는지를 확인하기 위한 지표로 하루 동안의 승차 인원수를 BRT 노선 등으로 나눠 측정한다. 불필요한 목적지로 인해 BRT의 전체적인 생산성과 효율성을 감소했는지의 여부를 확인하는데 주로 활용된다. 해당 지표로 높은 수요를 가진 노선을 식별해 수요에 맞게 서비스를 조정할 수 있다.

지표와 기준을 충족하지 못하는 BRT는 시스템을 개선할 필요가 있다. 일차적으로 토지 이용 정책이나 도시 디자인, 도로 개선 등을 통해 품질 향상을 이끌어내고 이후에도 개선되지 않을 시 서비스 축소 등을 고려할 필요가 있다.

3) 대중교통 우선 요소(TRANSIT PRIORITY ELEMENTS)

버스우선신호(BSP, BUS SIGNAL PRIORITY)나 대기행렬 추월차로(Queue Jump lanes), 규제 표지판 등은 BRT의 빠른 운행 속도와 정시성을 유지할 수 있게 도와주어 BRT 시스템이 자동차와 견줄 수 있는 경쟁력을 갖추도록 만드는 중요한 요소 중 하나이다. BRT 1의 경우 일반적으로 3가지 유형으로 운영된다.

(1) 혼합 통행 차로(Mixed-Flow Traffic Lanes)

BRT와 일반 교통수단이 함께 도로를 공유하며 운영되는 유형으로 도로의 물리적 변경이나 확장이 필요하지 않아 비용을 최소화할 수 있다는 장점이 있으나, BRT의 운행이 교통 상황이나 혼잡 등에 영향을 받아 운행 속도 저하 및 사고 유발 가능성이 높아진다는 단점이 존재한다.

그림 2-1 | BRT 1 혼합 통행 차로 예시(BRT 1 Operations in Mixed-Flow Traffic Lane)

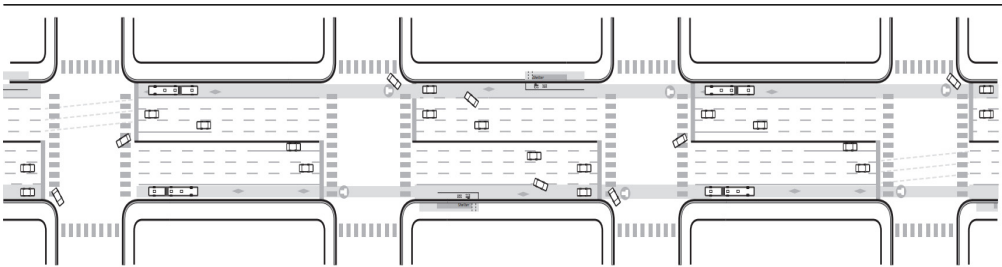


〈자료〉 VTA. (2007). *BUS RAPID TRANSIT SERVICE DESIGN GUIDELINES*. San Jose. CA: VTA.

(2) 버스전용차로(Converted Bus-Only Lanes)

일반적으로 도로의 가장자리에 위치하며 혼합 통행 차로(Mixed-Flow Traffic Lanes)나 주차로를 버스전용차로로 개조해 운영하는 경우가 많다. 밤에는 혼합 통행 도로로 전환되며 물리적으로 구분되어 있지 않다. 전환된 버스전용차로를 활용할 경우 교통 상황에 영향을 받지 않아 혼잡 시간대에 더 짧은 배차 간격을 유지해 승객 수용량을 높일 수 있다는 장점이 있다. 하지만 물리적으로 전용차로가 구분되어 있지 않기 때문에 회전 등 주행에서의 위험 요소를 완벽히 제거할 수 없으며 주정차로 인해 운행에 방해받을 가능성이 높다.

그림 2-2 | 연석 쪽 버스전용차로 개념 - 일반적인 차로 구성
(Curbside Bus-Only Lane Concept—Typical Lane Configuration)



〈자료〉 VTA. (2007). *BUS RAPID TRANSIT SERVICE DESIGN GUIDELINES*. San Jose. CA: VTA.

그림 2-3 | 버스 전용차로 예시(Converted Bus-Only Lanes)

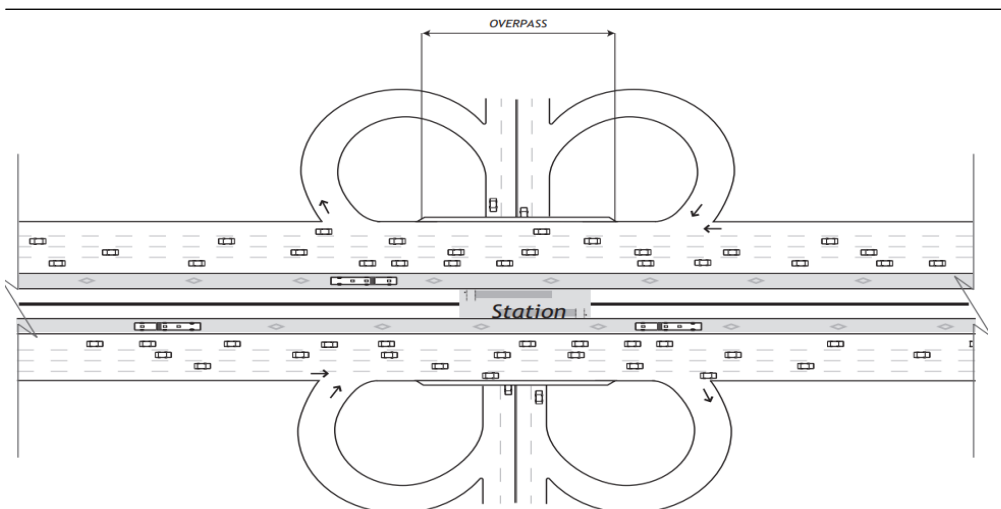


〈자료〉 VTA. (2007). *BUS RAPID TRANSIT SERVICE DESIGN GUIDELINES*. San Jose. CA: VTA.

(3) 다인승 전용차로(Converted High Occupancy Vehicle)

국도 또는 고속도로 등의 일부 차로를 버스 및 다인승 차량의 전용차로로 변환한 것으로 표지판이나 색상 등으로 차로를 나누는 경우가 많다. 혼잡 시간대를 이후에는 다시 혼합 통행 차로(Mixed-Flow Traffic Lanes)로 바뀌는 경우가 많으며, 정류장을 공유해 양방향으로 운행이 가능하다는 장점이 있다. 하지만 BRT가 고속도로 등에 진입 또는 진출할 때 충돌 사고가 발생할 확률이 존재하며 차로가 물리적으로 구분되지 않아 강력한 단속을 필요로 한다.

그림 2-4 | 중앙 다인승 버스전용차로 BRT-국도, 지방도, 고속국도
(BRT in Median HOV Lane (Freeway, Highway, or Expressway))



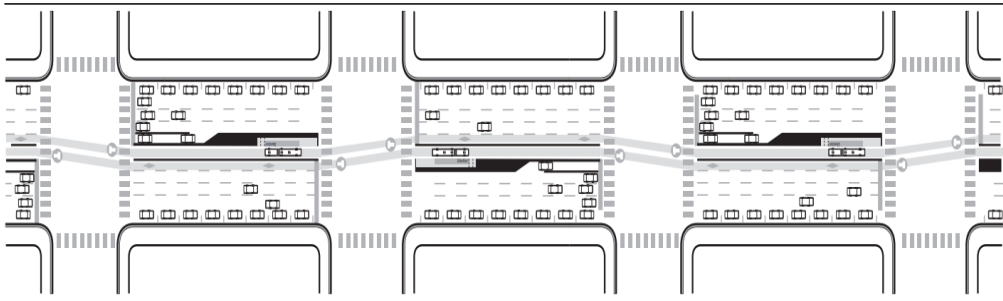
〈자료〉 VTA. (2007). *BUS RAPID TRANSIT SERVICE DESIGN GUIDELINES*. San Jose. CA: VTA.

BRT 2 유형은 BRT 1과 달리 전용차로를 물리적으로 분리해 운영하는 경우가 많다. 아래의 항목은 BRT 2 유형의 각기 다른 방식을 설명한 것이다.

(1) 버스전용차로(Dedicated Bus-Only Lanes)

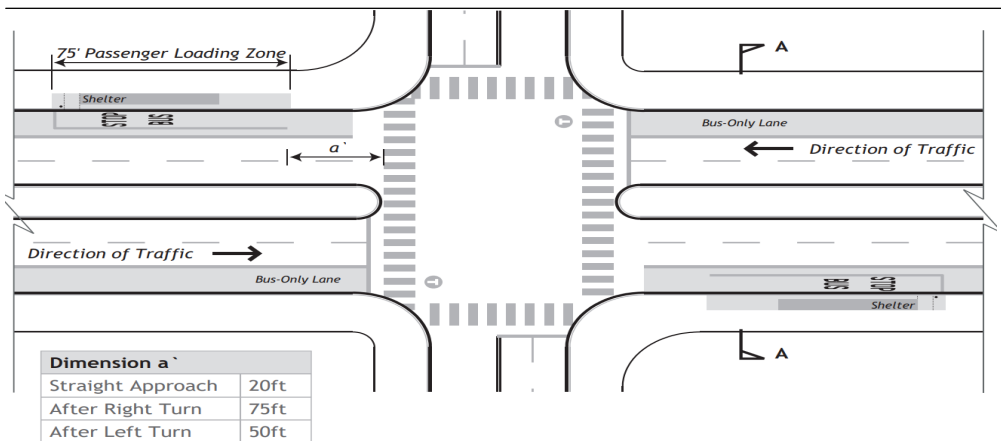
버스전용차로를 위한 새로운 차로가 중앙 분리대나 도로 경계에 건설되며, 분리대 등을 통해 혼합 교통 차로(Mixed-Flow Traffic Lanes)와 물리적으로 분리된다. 버스전용차로는 전환된 버스전용차로(Converted Bus-Only Lanes)와는 달리 시간대 및 교통 상황에 따라 혼합 교통 차로로 바뀌지 않으며 물리적 구현을 위해 비용이 BRT 1유형의 전환된 버스 전용 차로 보다 높게 소요된다.

그림 2-5 | 중앙버스전용차로 개념 - 일반적인 차로 구성
(Median Bus-Only Lane Concept - Typical Lane Configuration)



〈자료〉 VTA. (2007). *BUS RAPID TRANSIT SERVICE DESIGN GUIDELINES*. San Jose, CA: VTA.

그림 2-6 | 중앙버스전용차로 개념 - 일반적인 정류장 구성
(Median Bus-Only Lane Concept—Typical Station Configuration)



〈자료〉 VTA. (2007). *BUS RAPID TRANSIT SERVICE DESIGN GUIDELINES*. San Jose, CA: VTA.

(2) 새로운 통행 권한을 갖춘 다인승 전용차로(HOV Lanes in New ROW)

고속도로의 중앙 분리대 등의 구역에 새로운 통행 권한이 만들어지고 이를 바탕으로 콘크리트 장벽이나 볼라드 등을 활용해 혼합 교통 차로와 물리적으로 분리해 운영하는 방식이다. 해당 방식은 BRT 노선이 고속도로의 일부 구간에서 운영될 때 주로 활용되며 다인승 전용차로(HOV Lanes)를 운영할 수 있는 충분한 비용과 구역이 확보될 때 적용이 가능하다.

그림 2-7 | 중앙 다인승 전용차로 (방벽 및 직통 접근 유형)

Median HOV Lanes(Barrier and Direct Median HOV Access)



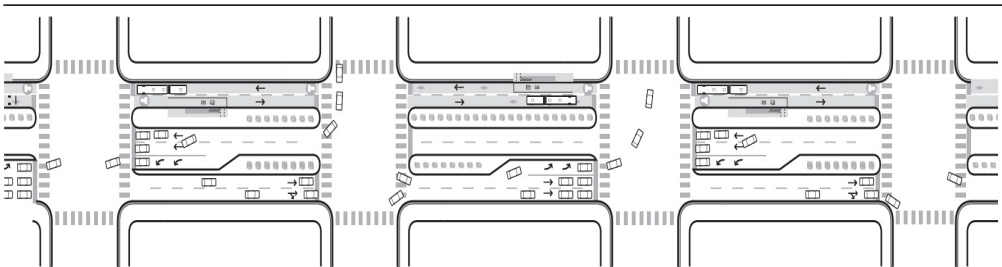
〈자료〉 VTA. (2007). *BUS RAPID TRANSIT SERVICE DESIGN GUIDELINES*. San Jose. CA: VTA.

(3) 지상 교통로(AT-GRADE TRANSITWAY)

교차로 등에서만 일부 혼합 통행 차로와 교차하는 물리적으로 완벽하게 분리된 전용 대중교통 통행 시스템이다. 혼합 교통 차로(Mixed-Flow Traffic Lanes)나 버스전용차로 보다 BRT를 더 빠르게 운행할 수 있으며 버스가 통행하기 위해 차로로 합류할 일이 적어 교통의 흐름을 방해할 가능성이 적다. 하지만 해당 방식은 혼합 교통 차로의 회전 동작을 금지해 운전자의 불편함을 초래할 수 있으며 BRT 1의 방식보다 비용 소모가 극심하다는 단점이 있다.

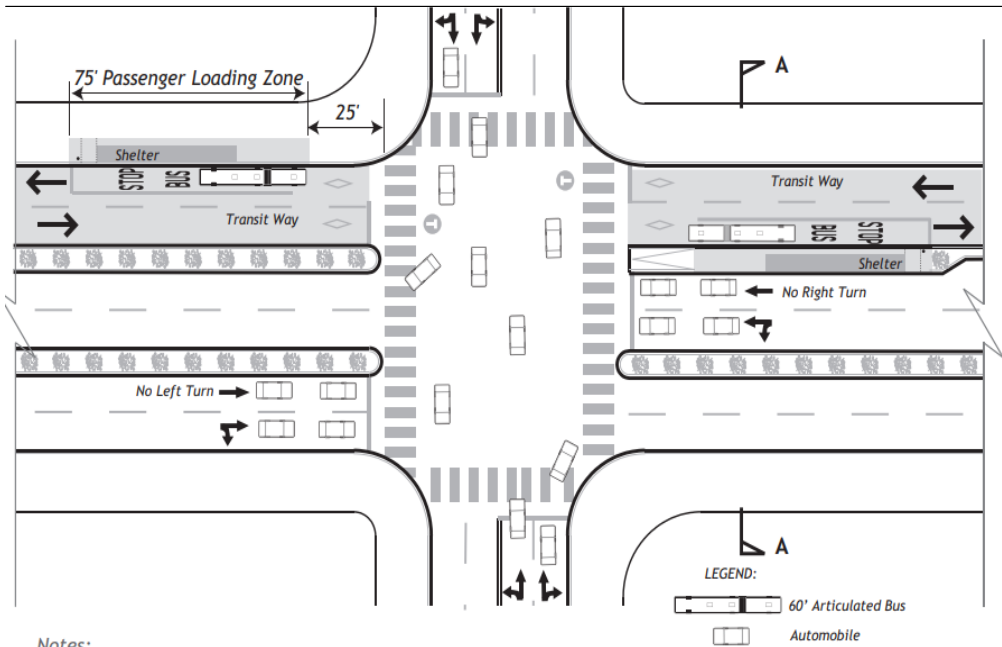
그림 2-8 | 지상 교통로 개념 - 일반적인 차로 구성

(At-Grade Transitway Concept—Typical Lane Configuration)



〈자료〉 VTA. (2007). *BUS RAPID TRANSIT SERVICE DESIGN GUIDELINES*. San Jose. CA: VTA.

그림 2-9 | 지상 교통로 개념 - 일반적인 정류장 구성
(At-Grade Transitway Concept—Typical Station Configuration)



〈자료〉 VTA. (2007). *BUS RAPID TRANSIT SERVICE DESIGN GUIDELINES*. San Jose. CA: VTA.

그림 2-10 | 지상 교통로 예시(At-Grade Transitway)

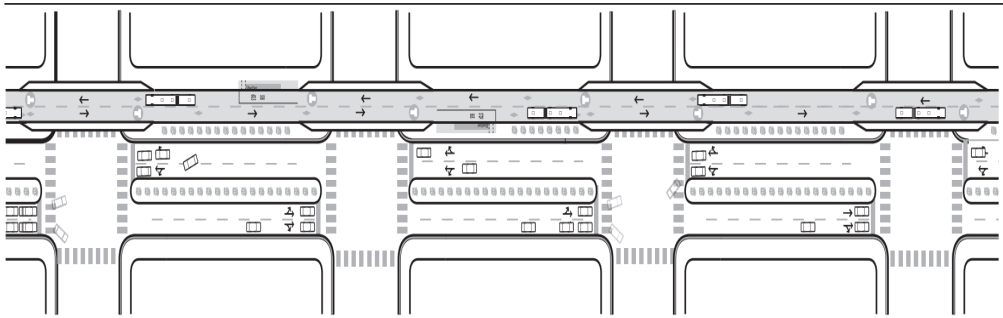


〈자료〉 VTA. (2007). *BUS RAPID TRANSIT SERVICE DESIGN GUIDELINES*. San Jose. CA: VTA.

(4) 고가 분리 교통로(Grade-Separated Transitways)

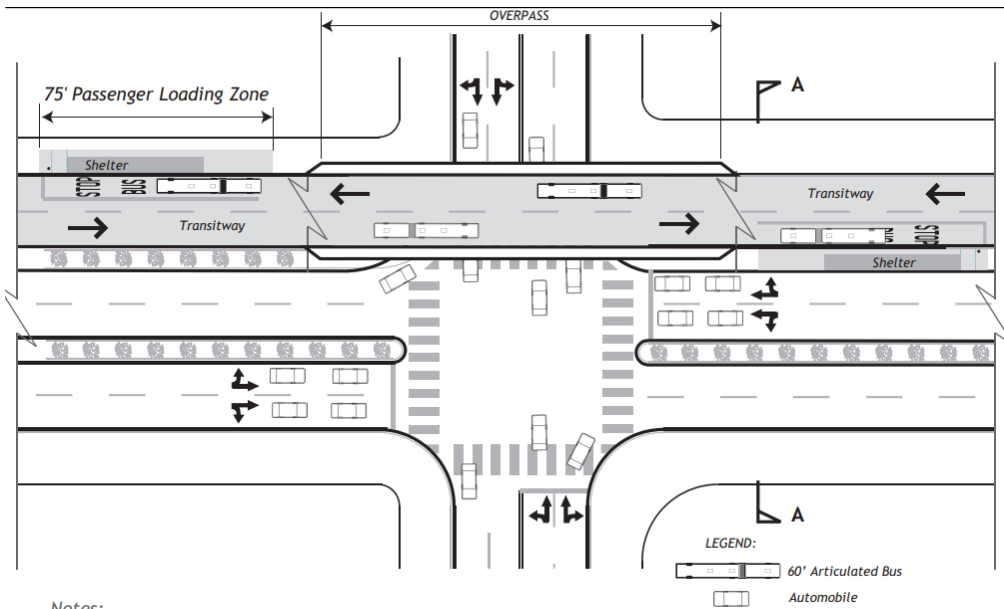
고가 분리 교통로는 지상 교통로(At-Grade Transitway)와 유사하나 지하도나 고가교를 바탕으로 혼합 교통차로(Mixed-Flow Traffic Lanes)와 완전하게 분리해 BRT를 운행하는 시스템이다. 일부 교차로의 입출구에서 혼합 통행 차로와 교차했던 지상 교통로와는 달리 물리적으로 완벽하게 분리되어 운행의 안정성과 정시성 등을 보다 높일 수 있다.

그림 2-11 | 고가 분리 교통로 개념 - 일반적인 차로 구성
(Grade-Separated Transitway Concept—Typical Lane Configuration)



〈자료〉 VTA. (2007). *BUS RAPID TRANSIT SERVICE DESIGN GUIDELINES*. San Jose. CA: VTA.

그림 2-12 | 고가 분리 교통로 개념 - 일반적인 정류장 구성
(Grade-Separated Transitway Concept—Typical Station Configuration)



〈자료〉 VTA. (2007). *BUS RAPID TRANSIT SERVICE DESIGN GUIDELINES*. San Jose. CA: VTA.

그림 2-13 | 고가 분리 교통로 예시(Grade-Separated Transitway)



〈자료〉 VTA. (2007). *BUS RAPID TRANSIT SERVICE DESIGN GUIDELINES*. San Jose, CA: VTA.

4) 교차로 개선(INTERSECTION IMPROVEMENTS)

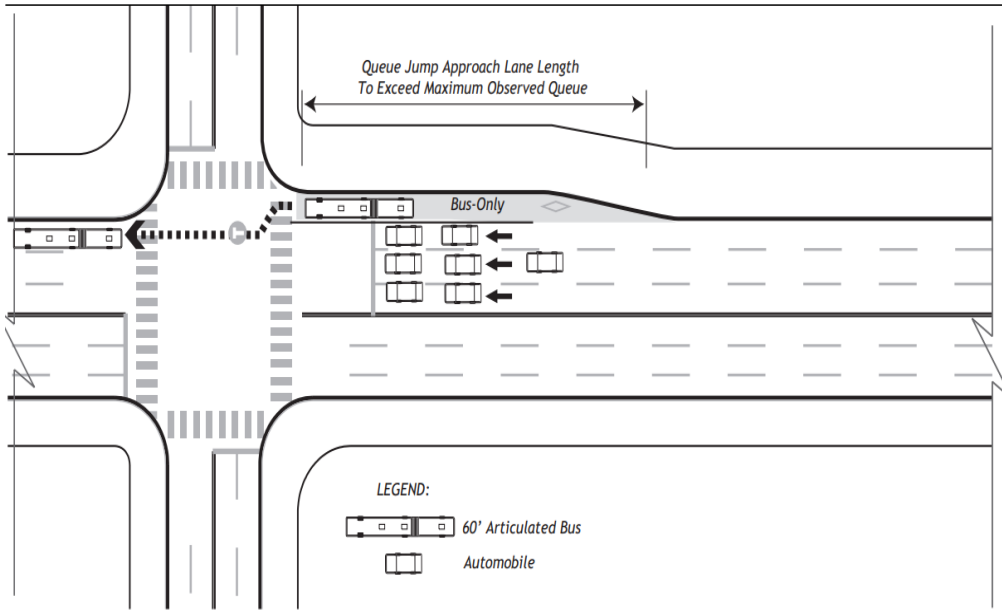
BRT가 누적된 교차로 지연으로 인해 운행 속도가 저하될 경우 정시성과 신뢰성이 훼손될 수 있다. 대기행렬 추월차로(Queue Jump lanes)은 BRT의 대기 시간을 최소화하기 위해 만들어진 개념으로 BRT가 교차로나 다리 접근로 등에서 발생하는 혼잡을 우회하고 경쟁에서 우위를 점할 수 있도록 도와준다. 아래의 표는 다양한 형태의 버스 우선 위치 허용 도로의 구성을 나타낸 것이다.

표 2-16 | 다양한 대기행렬 추월차로 구성(Various Queue Jump Lane Configurations)

유형	설명	운영/설계 문제
대중교통 예외 우회전 차로	대중교통 차량은 우회전 차로에서 우회전하지 않고 교차로로 직진 가능	우회전이나 승하차하는 일반차량으로 인해 BRT 운행이 방해받을 수 있음
우회전 인접 차로	교차로 전 버스 전용도로가 우회전 차로와 인접해 있고 버스는 직진 및 우회전 차로로 대기열 우회 가능	추가 우회전 차로가 필요할 수 있어 추가적인 비용 및 도로 확장 필요
우선하는 정지선이 있는 경우	다른 차로보다 버스 전용도로의 정지선이 더 앞쪽에 위치함	혼잡한 상황에서 BRT가 먼저 출발 및 진입할 수 있다는 장점이 있으나, 차로를 가로지르는 경우 안전 문제가 발생할 수 있음
대중교통 예외가 있는 경우	도로의 가장자리 차로가 버스 전용도로인 경우	커브에서 우회전이나 승하차하는 일반차량으로 인해 BRT 운행이 방해받을 수 있음
차로의 가장자리의 버스 전용차로와 교통섬이 통합된 경우	교통섬을 활용해 버스와 회전을 분리	우회전하는 차량과 BRT의 이동이 더 잘 분리되어 운전자의 혼돈이 적음

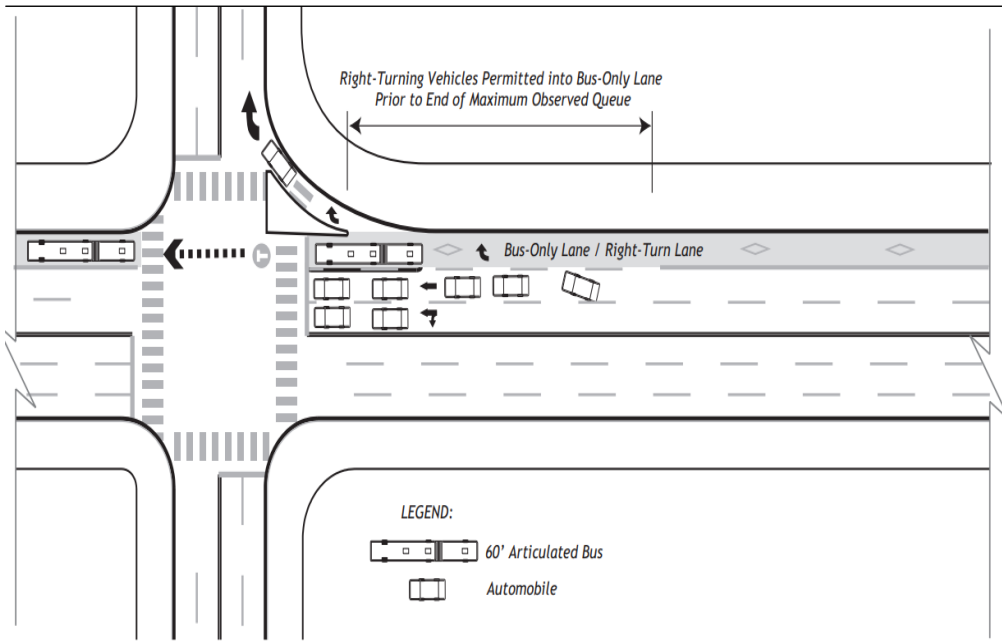
〈자료〉 VTA. (2007). *BUS RAPID TRANSIT SERVICE DESIGN GUIDELINES*. San Jose, CA: VTA.

그림 2-14 | 우선하는 정지선이 있는 경우(Queue Jump Lane with Advanced Stop Bar)



〈자료〉 VTA. (2007). *BUS RAPID TRANSIT SERVICE DESIGN GUIDELINES*. San Jose. CA: VTA.

그림 2-15 | 도로 가장자리의 버스전용차로와 교통섬이 통합된 경우
(Curbside Bus-Only Lane as Queue Jump Lane with “Porkchop” Island)



〈자료〉 VTA. (2007). *BUS RAPID TRANSIT SERVICE DESIGN GUIDELINES*. San Jose. CA: VTA.

그림 2-16 | 버스 우선 위치 허용 차로 예시(Queue Jump Lane Examples)



〈자료〉 VTA. (2007). *BUS RAPID TRANSIT SERVICE DESIGN GUIDELINES*. San Jose. CA: VTA.

5) 버스우선신호(BSP, BUS SIGNAL PRIORITY)

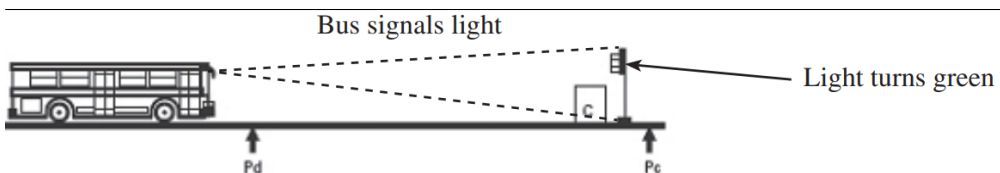
버스우선신호는 대기행렬 추월차로(Queue Jump lanes)와는 달리 신호 제어를 통해 운행 지연을 줄여 운행의 변동성을 낮추는 방법으로 대중교통 경쟁력을 향상시키고, 대기행렬 추월차로 등 큰 물리적 변화 없이 적은 비용으로 이용객의 이동시간을 낮출 수 있다는 장점이 있다.

하지만 이로 인해 다른 혼합 교통 차량의 교통 지연이 발생할 수 있어 버스우선신호는 관례된 이해 당사자 및 대중들의 충분한 합의가 이루어져야한다. 버스우선신호를 부여하는 방식은 크게 수동적인 방식과 능동적인 방식으로 구분된다.

수동적인 방식은 대중교통 시간이나 일반 교통 흐름의 최적화에 맞추어 프로그래밍 방식을 지칭하고 능동적인 방식은 늦게 도착한 버스만 조건적으로 우선권을 받는 경우와 모든 버스가 무조건적 우선권을 받는 경우 나누어진다.

아래의 그림은 일반적인 버스우선신호 개념을 도식화한 것으로 P_d 는 우선신호 요청이 감지되는 지점이고 P_c 는 버스가 교차로를 지나간 뒤 정상 신호로 복원하라는 지시를 내리는 컨트롤러의 위치를 설명한 것이다.

그림 2-17 | 일반적인 버스우선신호(Typical BSP Configuration)



〈자료〉 VTA. (2007). *BUS RAPID TRANSIT SERVICE DESIGN GUIDELINES*. San Jose. CA: VTA.

6) BRT 노선 설계(BRT ROUTE DESIGN)

BRT 노선은 구조적으로 단순해 승객이 쉽게 이해할 수 있으며 일반적으로 주요 도로를 바탕으로 도심 지역의 중요 활동지와 고밀도 주거 지역을 연결하는 경우가 많다. 이로 인해 부수적인 도로에서 발생하는 수요를 충족하기 어렵다는 단점이 있다. 또한 BRT의 운행 속도는 일반 자동차 속도와 비슷하게 운영되어야 하며 기존의 BRT를 비롯해 도시의 다른 교통수단과 통합적으로 운영될 수 있도록 노선을 설계해야 한다.

더불어, BRT 시스템의 노선 설계 시 버스가 두 개 이상의 차로를 사용하는 경우 내부 반경은 25ft(약 7.6m)를 갖추어야 하고 만약 두 개의 차로에서 회전 운행이 발생하는 경우 30ft(약 9.1m)의 반경을 만족해야 한다.

7) 정류장 위치(BRT STATION LOCATION)

버스 정류장은 공공 교통의 가장 중요한 아이콘으로 시각적인 부분을 포함해 기능성과 안정성을 갖추어야 한다. 또한 이용객 쉽게 접근할 수 있는 곳에 정류장이 위치해야 하고 일정 수준의 품질을 유지할 수 있도록 관리해야 한다.

BRT 정류장은 기존의 버스 정류장을 활용해 가급적 비용의 소요를 줄이는 것이 좋으며 주요 중심지 등의 예외 지역을 제외하고 평균적으로 정류장은 0.75mile(약 1.2km) 마다 위치하는 것이 바람직하다. 구체적인 정류장의 위치는 비즈니스 중심지, 혼합 및 고밀도 주거 지역, 대학가, 쇼핑센터 등을 중심으로 구성되어야 하며, 정류장 당 최소 일일 승차율의 기준을 충족해야 한다.

더불어, 교차로의 위치한 정류장은 교차로 반대편에 배치되어야 하고 만약 안전 또는 물리적인 제약으로 인해 교차로 반대편에 정류장을 건설할 수 없는 경우 교차로 인접이나 차로 중앙에 블록을 만들어 정류장을 건설하는 것을 고려해야 한다. 정류장은 충분한 보도의 폭을 갖추어야 하고 벤치나 실시간 정보 표지판, 조명, 쓰레기통 등의 이용객 편의시설을 마련해야 한다.

8) 운영 시간 계획(BRT OPERATING PLAN)

운영 시간 계획은 노선에서 예상되고 관찰된 내용과 운영 수요를 바탕으로 계획되어야 한다. 특히 ‘운행 빈도, 운행 시간, 정류장의 간격’이 포함되어야 하며 세부적으로는 아래의 표와 같은 내용이 다루어져야 한다.

표 2-17 | BRT 운영 시간 계획 세부 사항(BRT Operating Plan Details)

요소	BRT 1	BRT 2
노선 타입/구조	일반적인 BRT는 시내버스에 비해 정차가 적고 직선으로 이루어짐	수요에 따라 BRT 노선에 특화된 고속 운행, 한정 정차 등이 포함됨
서비스 시간	오전 6:00부터 오후 8:00까지 (수요에 따라 연장 가능)	
운영 기간	월요일부터 토요일까지 운영 (일요일 서비스는 수요에 따라 운영될 수 있음)	
버스 간 최소 시간 간격	10~15분 간격으로 운행 혼잡 시 더 짧은 간격으로 운행 가능	15분 간격으로 운행 혼잡 시간대 5~10분 간격으로 운행
최소 평균 운행 속도	20mph(약 32km/h) - 혼합 교통차로 30mph(약 48km/h) - 버스 전용차로 30~40mph(약 48~64km/h) - 다인승 전용차로	30mph(약 48km/h) - 버스 전용차로 30~40mph(약 48~64km/h) - 다인승 전용차로 30~50mph(약 48~80km/h) - 지상, 고가 교통로
정류장 간격	평균적으로 0.75mile(약 1.2km) 환경 및 지역에 따라 변경될 수 있음	

〈자료〉 VTA. (2007). *BUS RAPID TRANSIT SERVICE DESIGN GUIDELINES*. San Jose, CA: VTA.

2. THE BRT STANDARD⁴⁾

BRT STANDARD에서는 BRT 시스템을 크게 ‘디자인(총 +100점)과 운영(총 -77점)’부분으로 나누어 평가한다. 디자인 부문에서는 BRT의 속도, 용량, 신뢰성 등 운영하기 전 적절한 BRT 설계를 위해 고려해야 하는 요소들에 대한 로드맵을 제공하고 설계 및 계획에 따라 항목 당 점수를 부여하는 방식으로 구성되어 있다.

운영 부문에서는 이미 운영되고 있는 BRT의 품질을 확인하고 이를 통해 기존의 디자인 부문을 통해 획득한 점수에서 차감하는 방식으로 평가를 진행된다. 최종적으로 종합된 점수를 통해 대상이 되는 BRT가 금, 은, 동 중 어느 등급에 해당하는지 확인이 가능하다. 해당 정보와 평가들은 BRT 시스템 설계와 운영 평가에 유용한 기준을 제공하고 최종적으로 지속 가능하고 효율적인 대중교통 시스템을 구축하는데 기여한다.

1) BRT 기본요소(BRT Basic)

BRT의 시스템 기초를 평가하는 부분으로 혼잡도나 다른 차량과의 충돌 가능성, 승객의 승하차에 따른 지연 방지 등을 고려해 총 5개의 항목을 바탕으로 평가한다.

표 2-18 | BRT 기본요소 평가항목

BRT 기본요소	점수(총 35점)
전용우선권(Dedicated Right-of-Way)	7
버스차로 정렬(Busway Alignment)	7
차량 외부 요금 징수(Off-board Fare Collection)	7
교차로 처리(Intersection Treatments)	7
플랫폼과 버스 탑승 시의 단차(Platform-level Boarding)	7

〈자료〉 ITDP. (2024). *THE BRT STANDARD*. New York, NY: ITDP.

BRT로 고려되기 위해서는 최소 3km의 전용차로를 갖추어야하며 전용우선권 항목에서 4점 이상, 버스차로 정렬 항목에서 4점 이상, BRT 기본요소 부분에서 총 20점을 획득해야 한다. BRT 기본요소를 평가하는 5개의 세부 항목은 각 항목의 추가적인 기준을 바탕으로 평가되어 점수가 책정된다.

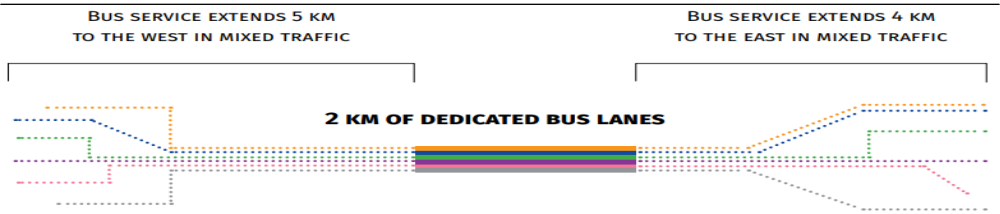
4) ITDP(2024). *THE BRT STANDARD*. New York, NY: ITDP.

그림 2-18 | 3km 전용차로 구간 보유 예시(A 3km(1.9 mile) corridor)



〈자료〉 ITDP. (2024). THE BRT STANDARD. New York. NY: ITDP.

그림 2-19 | 3km 전용차로 구간 미보유 예시(NOT a corridor)



〈자료〉 ITDP. (2024). THE BRT STANDARD. New York. NY: ITDP.

BRT 기본요소 항목을 포함해 디자인 부문에서 평가되는 각 항목들은 추가적인 세부 기준을 바탕으로 점수를 부여한다. 예를 들어 ‘전용우선권(Dedicated Right-of-Way)’ 항목의 경우 물리적으로 분리된 전용차로의 경우 7점을 부여하고 레이더나 CCTV 등으로 운영되는 전용차로는 6점, 물리적 분리 없이 색상으로 구분된 경우 5점, 단순히 도색으로 구분된 경우는 4점을 부여하고 있다. 그 외 전용차로가 없는 경우 0점으로 해당 세부 기준을 정렬하면 아래의 표와 같다.

표 2-19 | 전용우선권 평가항목

전용우선권 세부 평가항목(Dedicated Right-of-Way)	점수(최대점수 7점)
물리적으로 분리된 전용차로	7
레이더 또는 CCTV 등의 장치로 운영되는 전용차로	6
물리적 분리 없이 색상으로 구분된 전용차로	5
도색으로 구분된 전용차로	4
전용차로 없음	0

〈자료〉 ITDP. (2024). THE BRT STANDARD. New York. NY: ITDP.

전용우선권(Dedicated Right-of-Way)과 같이 BRT 기본요소 항목에 해당하는 버스차로 정렬(Busway Alignment), 차량 외부 요금 징수(Off-board Fare Collection), 교차로 처리(Intersection Treatments) 등 또한 개별의 세부 기준을 바탕으로 평가가 진행된다. BRT 기본요소 항목은 운영 효율과 신뢰성, 운영 비용 감축에 지대한 영향을 미치며 일반 버스 서비스와 BRT 시스템을 구별하는 중요한 지표가 된다.

2) 서비스 계획(SERVICE PLANNING)

BRT의 서비스 설계는 해당 지역의 인프라를 고려해 맞춤형으로 계획되며 해당 요소는 우수한 교통 서비스를 가늠하는 잣대로 활용된다.

표 2-20 | 서비스 계획 평가항목

서비스 계획 세부 평가항목	점수(총 18점)
다양한 노선	4
관제센터	3
수요 프로파일	3
운영 시간	3
다중 간선도로 네트워크	2
비즈니스 모델	3

〈자료〉 ITDP. (2024). *THE BRT STANDARD*. New York, NY: ITDP.

BRT 이용객이 가장 중요하게 생각하는 요소는 이동시간 절약과 최소 환승으로 해당 부분을 만족하는 방향으로 BRT 계획이 수립되고 운영되어야 한다. 또한 관제센터를 통한 실시간 사건 대응과 버스 간격 제어, 수요 예측, BRT와 주변 교통 및 새로운 BRT 건설과의 연계성 등을 고려해 BRT 인프라를 구축해야 한다.

표 2-21 | 다양한 노선 평가항목

다양한 노선 세부 평가항목(Multiple Routes)		점수(최대점수 4점)
시간당 버스 10대인 정류장(저빈도)	필요 없음	4
시간당 버스 10~20대인 정류장(중빈도)	두 개 이상의 노선이 존재하는 정류장	3
	한 개의 노선이 존재하는 정류장	1
시간당 버스 20대 이상인 정류장(고빈도)	(점수 획득을 위한 필수조건) 두 개 이상의 노선이 존재하는 정류장	예: 아래로 아니오: 0점
	시내버스나 고속버스 등의 다양한 서비스 제공	4
	한 개 이상의 시내버스 및 고속버스 서비스 제공	2
	고속버스 서비스 없음	1
	한 개의 노선 서비스만 제공	0

〈자료〉 ITDP. (2024). *THE BRT STANDARD*. New York, NY: ITDP.

다양한 노선(Multiple Routes) 항목에서는 하루 동안 양방향으로 버스가 운행된다는 것을 점수 취득을 위한 기본적인 전제 조건으로 제시하고 있으며 시간에 따른 버스의 운행 빈도를 바탕으로 세부 항목을 구성해 이를 충족하는지의 여부에 따라 점수를 부여하고 있다.

3) 정류장과 버스(STATIONS AND BUSES)

BRT 시스템의 수용 능력과 성능은 주로 BRT 정류장에 의해 결정되며 특히 정류장은 이용객이 BRT 시스템을 직접적으로 경험하는 요소이다. 평가항목으로는 정류장의 추월차로, 버스 배기가스의 최소화, 교차로로부터 떨어진 정류장 위치, 중앙 정류장, 도로포장 품질, 정류장 간 거리, 고객 친화적인 정류장, 친환경 조치 및 내구성, 버스 출입문 개수, 독립된 진입 공간, BRT 정류장에서의 슬라이딩 도어 등이 있다.

표 2-22 | 정류장과 버스 평가항목

정류장과 버스 세부 평가항목	점수(총 23점)
정류장의 추월차로	3
버스 배기가스의 최소화	3
교차로로부터 떨어진 정류장 위치	2
중앙 정류장	2
도로포장 품질	2
정류장 간 거리	2
고객 친화적인 정류장	3
친환경 조치 및 내구성	1
버스 출입문 개수	2
독립된 진입 공간	2
BRT 정류장에서의 슬라이딩 도어	1

〈자료〉 ITDP. (2024). *THE BRT STANDARD*. New York, NY: ITDP.

추월 차로는 정류장에 버스가 정차 할 때 다른 버스의 운행과 정류장의 혼잡도를 줄이는데 큰 도움이 된다. 운행 빈도가 낮은 경우 공간을 할당하는 것이 부적합한 것으로 보일 수 있으나, 추월 차로는 중장기적으로 매우 좋은 투자로 이용객의 이동시간 절약과 시스템 성장에 따른 유연성을 제공해준다.

BRT 버스 정류장은 교차로 정지선으로부터 최소한 버스 한 대 길이만큼 떨어져 있어야 하는데 이는 이용객의 승하차 지연방지와 안전성 확보, 후속 버스 진입 구역 확보 등을 위해서 필요하다. 특히 정류장을 교차로로부터 분리하는 작업이 이루어져야 한다.

고밀도 지역에서 최적의 버스 정류장 간격은 평균 450m이고 정류장의 내부 너비는 혼잡함을 고려해 최소 3m 이상을 갖추어야 한다. 또한 정류장에는 기본적인 소방 장비와 응급 의료 키트를 구비할 필요가 있다. BRT 시스템에서 정류장의 추월 차로와 관련된 세부적인 평가항목은 다음과 같다.

표 2-23 | 정류장의 추월차로 평가항목

정류장의 추월차로 세부 평가항목		점수(총 23점)	가중치 조건
시간당 버스 20대 미만의 정류장(중-저빈도)	필요 없음	3	추월 차로가 있는 유형별 정류장의 %
시간당 버스 20대 이상의 정류장(고빈도)	전용 추월 차로	3	
	안전한 조건에서 혼합 교통 차로 추월 허용	1	
	추월 차로 없음	0	

〈자료〉 ITDP. (2024). THE BRT STANDARD. New York, NY: ITDP.

그림 2-20 | 추월차로가 존재하는 정류장 예시(트랜스자카르타)



〈자료〉 ITDP. (2024). THE BRT STANDARD. New York, NY: ITDP.

4) 커뮤니케이션(COMMUNICATIONS)

BRT 시스템을 잘 구축해도 이용객이 제대로 이용하지 못한다면 효율성과 의미가 크게 감소하는 만큼 효과적인 커뮤니케이션 방안은 중요한 요소이다.

표 2-24 | 커뮤니케이션 평가항목

커뮤니케이션 세부 평가항목	점수(총 8점)
브랜딩	2
이용객 정보	4
이용객 커뮤니케이션과 데이터 수집	2

〈자료〉 ITDP. (2024). *THE BRT STANDARD*. New York, NY: ITDP.

우수한 BRT 시스템의 구축을 위해서는 양방향으로 이루어지는 이용자와 시스템 간의 커뮤니케이션이 중요하다. 다수의 연구를 통해 이용객이 버스 도착 시간을 미리 아는 것이 고객의 이용 만족도를 높이는 주된 방법이라는 것이 밝혀졌다.

원활한 BRT 운영과 서비스 향상을 위해 이용객들의 의견을 직접 수집해 품질을 개선하는 과정은 반드시 필요하다. 조사 내용에는 요금의 합리성, 정류장 접근 시 안전성, 시간 준수, 청결도 등의 항목이 포함되어야 하며 특히 사회적으로 배제되고 취약한 사람들의 요구를 경청해 반영하는 것이 중요하다. 이용객 정보에 대한 세부적인 평가항목은 다음의 표와 같으며 추가적인 기준을 제시해 각 기준을 충족할 시 점수가 부여되는 방식으로 구성되어 있다.

표 2-25 | 이용자 정보 평가항목

이용객 정보 세부 평가항목(Passenger Information)	점수(최대점수 4점)
4가지 추가 기준	4
3가지 추가 기준	3
2가지 추가 기준	2
1가지 추가 기준	1

〈자료〉 ITDP. (2024). *THE BRT STANDARD*. New York, NY: ITDP.

항목에서 제시한 추가적인 기준은 총 4가지로 크게 ‘온라인 여행계획(Online trip planning), 온라인 고객참여(Online customer engagement), 정류장 내 정확하고 기능적인 최신 정보 제공(Clear, functional, and up-to-date information at stations), 차량 내 정확하고 기능적인 최신

정보 제공(Clear, functional, and up-to-date information on board vehicles)’으로 구성되어 있다.

온라인 여행 계획은 공공에서 제공하는 신뢰성 있고 최신의 GTFS 데이터를 통해 직접 또는 제 3자의 앱에서 데이터를 사용하고 있는지에 대한 여부이고 온라인 고객 참여는 시스템 맵이 적용된 웹사이트 또는 소셜 미디어에서 이용객과 의사소통이 원활히 진행되고 있는지에 대한 사항을 다루고 있다.

정류장 내 정확하고 기능적인 최신 정보 제공 항목에서는 정류장 내 명확한 표지판, 이름, 노선, 요금 정보, 시간표 및 실시간 공지 등을 평가항목으로 제시하고 있으며 차량 내 정확하고 기능적인 최신 정보 제공에서는 시각 및 청각적 정류장 알림, 노선도 등의 존재 여부를 평가 기준으로 담고 있다. 평가는 추가로 제시된 기준을 충족할 경우 1점씩 가점되며 형식으로 진행되며 최대 4점까지 점수를 획득할 수 있다.

그림 2-21 | 커뮤니케이션 항목 예시



〈자료〉 ITDP. (2024). THE BRT STANDARD. New York, NY: ITDP.

그림 2-22 | 소셜미디어 활용 커뮤니케이션 예시



〈자료〉 ITDP. (2024). THE BRT STANDARD. New York, NY: ITDP.

5) 접근성과 통합(Access and Integration)

BRT는 도시 내 다른 시스템과 연계된 유기적인 형태로 운영되어야 하며 사람들의 접근성을 높이고 BRT를 통해 목적지에 쉽게 도달할 수 있는 방향으로 계획되어야 한다.

표 2-26 | 접근성과 통합 평가항목

접근성과 통합 세부 평가항목	점수(총 16점)
보편적 접근성	3
다른 대중 교통 수단과의 통합	2
보행자 접근과 안전	4
안전한 자전거 주차장	1
자전거 도로	2
자전거 공유 시스템 통합	1
개인 안전 및 성차별과 폭력	3

〈자료〉 ITDP. (2024). *THE BRT STANDARD*. New York, NY: ITDP.

BRT 정류장은 장애가 있는 사람들뿐만 아니라 노인과 어린이, 화물을 운반하는 승객 등을 포함한 모든 탑승객이 쉽게 접근할 수 있도록 설계되어야 하며 이러한 보편 접근성은 이용객뿐만 아니라 서비스를 제공하는 직원의 작업 환경 또한 고려해 계획되어야 한다.

다른 대중교통을 고려해 통합적으로 다루어야 할 요소는 크게 물리적인 거리, 요금, 종합 정보 제공으로 각 요소를 만족하기 위해 도보 시간의 최소화와 충분한 환승요금 적용 시간 부여, 교통수단 간의 정보 연계성 강화 등의 조치가 이루어져야 한다. 보편적 접근성(Universal Access) 항목을 평가를 위한 추가적인 기준은 아래의 표와 같다.

표 2-27 | 보편적 접근성 평가항목

보편적 접근성 세부 평가항목	점수(최대점수 3점)
이용객을 지원하는 직원이 존재하며 다양한 사람들이 접근할 수 있는 정류장	3
물리적 접근성 제공	2
시청각적 접근성 제공	1

〈자료〉 ITDP. (2024). *THE BRT STANDARD*. New York, NY: ITDP.

해당 항목에서는 평가 기준을 크게 물리적 접근성(Physical accessibility)과 시청각적 접근성(Audiovisual accessibility)에 대한 부분으로 나누어 점수를 부여하고 있다. 물리적 접근성의 예는 장애인의 휠체어 접근을 위한 경사로나 점자 블록 등의 요소가 있으며, 해당 항목에서 최대 점수인 3점을 받기 위해서는 모든 정류장에 지원을 필요로 하는 이용객을 도와주는 직원이 존재해야 한다.

그림 2-23 | 보편적 접근성 부문 항목 예시



〈자료〉 ITDP. (2024). *THE BRT STANDARD*. New York, NY: ITDP.

6) BRT 운영

BRT 운영 부문은 앞서 다룬 디자인 부문과는 달리 현재 운영 중인 BRT 시스템을 통해 이용객의 만족도와 안전성을 확보하기 위한 요소들을 평가하는 항목으로 구성되어 있다. 평가는 디자인 부문을 통해 획득한 점수에서 차감(Point Deductions)하는 형태로 진행된다.

표 2-28 | 운영 부문 평가항목

운영 부문 세부 평가 항목	점수(총 -77점)
구조물 유지관리 부실	-14
혼잡	-10
낮은 운행 속도	-10
전용 우선 통행권의 부족	-7
탑승 시 버스와 정류장 간의 간극	-7
긴 신호주기	-7
버스 몰림화 및 신뢰성	-6
BRT 차로와 평행해서 운행하는 버스	-4
낮은 침두 시간 빈도	-3
낮은 비 침두 시간 빈도	-3
낮은 침두 시간 승객	-3
전용차로에서의 보행자 및 자전거 이용자 사고	-2
안전하지 않은 자전거 사용 허가	-1

〈자료〉 ITDP. (2024). *THE BRT STANDARD*. New York, NY: ITDP.

잘 만들어진 버스 정류장과 간선도로도 운영과 관리가 미흡한 경우 쉽게 노후화되기 때문에 지속적인 유지보수가 필요하다. 운영 부문에서는 BRT 시스템의 노후화 정도를 버스, 도로, 정류장, 기술적 시스템 등으로 각 항목을 나누어 점수로 평가한다.

더불어, 설계된 버스 전용차로가 제대로 시행되지 않고 다른 차량의 침입하는 등의 일이

빈번하게 발생하면 BRT의 운행 속도가 낮아질 뿐만 아니라 이용 혼잡도가 증가할 수 있다. 단순히 상습지역에 카메라를 설치하는 것은 효과적이지 못하며 버스에 장착된 카메라와 높은 범칙금을 위반 사항에 따라 부과하는 것이 효과적이다.

또한 버스 정류장 앞 교차로의 신호등 정지신호가 긴 주기로 작동될 경우 BRT 시스템의 이용객 수용량은 크게 감소되고 버스 몰림 등의 현상이 발생해 정시성과 신뢰성이 훼손될 가능성이 높아진다.

BRT 시스템에서 특정 방향 시간당 승객의 수(PPHPD, Passengers Per Hour Per Direction)가 2,000명 미만인 경우 해당 버스 전용차로는 일반적인 혼합 차로 보다 적은 승객을 운송하고 있을 가능성이 높다. 시스템의 일정한 품질을 유지하기 위해 첨두 시간과 그 외 시간대의 버스 운영에 대한 적절한 계획을 수립할 필요가 있다. BRT 시스템의 평가에 따라 획득할 수 있는 총점은 100점이며 보고서는 평가 점수에 따라 BRT를 ‘금, 은, 동’으로 나누어 등급을 부여하고 있다.

표 2-29 | 평가 점수에 따른 BRT 시스템 등급 유형

등급	점수(총점 100점)	이미지
금 (GOLD-STANDARD BRT)	85점 이상	
은 (SILVER-STANDARD BRT)	70 - 84.9점	
동 (BRONZE-STANDARD BRT)	55 - 69.9점	

〈자료〉 ITDP. (2024). *THE BRT STANDARD*. New York, NY: ITDP.

앞서 언급한 바와 같이 등급 외로 BRT로 고려되기 위해서는 최소 3km의 버스전용차로가 있어야 하며 BRT 기본요소(BRT Basic) 항목에서 총점 20점 이상 그리고 세부 항목인 ‘통행 우선권(Dedicated Right-of-Way)’과 ‘버스차로 배치(Busway Alignment)’ 부분에서 각각 4점 이상을 획득해야 한다.

평가항목을 통해 우수한 BRT 시스템의 무엇인지를 살펴보면 먼저 디자인 측면에서는 적절한 설계와 계획을 통해 장애인을 비롯한 사회의 취약계층이 쉽게 접근할 수 있고 정류장에 다양한 노선이 정차해 환승의 불편함을 줄인 형태의 BRT를 지칭한다.

더불어, 추월 버스 전용차로를 할당하는 등의 조치를 통해 BRT의 상용 속도를 확보하고 혼잡도를 줄이는 방향으로 설계가 진행되어야한다.

운영의 측면에서는 지속적인 도로 및 구조물의 관리와 혼잡 방지, 정시성과 신뢰성 확보

등을 만족해야한다. 아래는 그림은 보고에서 제시한 우수한 BRT 시스템의 예시로 중앙의 정류장과 함께 버스전용차로가 존재하는 두 가지 유형을 다루고 있다.

그림 2-24 | 양방향 중앙 정렬 버스 전용차로

(Two-way, median-aligned busway that is in the central verge of a two-way road)



〈자료〉 ITDP. (2024). *THE BRT STANDARD*. New York, NY: ITDP.

그림 2-25 | 평행해서 주행하는 교통수단이 없는 버스 전용차로

(Bus-only corridor where there is an exclusive right-of-way and no parallel mixed traffic)



〈자료〉 ITDP. (2024). *THE BRT STANDARD*. New York, NY: ITDP.

우수한 BRT 서비스를 제공하기 위해서는 서비스 운영자와 적절한 계약을 맺는 것이 중요하다. 이를 위해 경쟁 입찰을 통해 서비스 제공 비용을 줄이고 동시에 다수의 운영자와 계약해 위기에 따른 대응능력과 독점 가능성을 낮출 필요가 있다.

더불어, 서비스 운영자의 과속이나 신호위반 방지, 정시성 확보 등을 위해 비용 계약은 승객 수가 아닌 차량의 운행 거리를 기준으로 맺는 것이 적절하다.

제3절 분석의 틀

1. 간선급행버스체계(BRT)의 바람직한 운영 방향 도출

지금까지 살펴본 BRT 관련 법령, 상위계획, 해외 지침 등 법·제도 기반 검토 내용을 바탕으로 간선급행버스체계의 바람직한 운영을 위한 구성요소를 분석하고자 한다.

관련 법령 검토 결과 「대도시권 광역교통 관리에 관한 특별법」과 「대중교통의 육성 및 이용촉진에 관한 법률」을 바탕으로 광역교통시설로서의 BRT 체계가 정의되었으며, 「간선급행버스체계의 건설 및 운영에 관한 특별법」이 시행됨에 따라 전용주행로, 교차로, 정류소, 환승 시설과 같은 체계시설과 해당 시설을 이용하는 전용차량 등 구성요소가 정립되었다. 이때 전용차량이란 동법 시행령 제3조에 따라 일반형 전용차량의 경우 「여객자동차 운수사업법 시행령」 제3조 제1호 가목에 따른 시내버스운송사업에 사용되는 자동차를 의미하며 마을버스는 해당하지 않는다. 또한 종합계획 수립에 있어 도시교통을 고려하는 BRT 체계의 중장기 건설계획, 타 교통수단 연계 방안, 운영효율화 방안의 고려가 필요하며, 시설의 건설 및 운영, 국가 재정지원 및 전담조직 설치에 관한 내용을 담고 있다.

표 2-30 | BRT 관련 제도 기반 검토 결과

구분		주요 내용
법령	BRT 건설 및 운영 특별법	<ul style="list-style-type: none"> • 종합계획 수립 : BRT 체계 정의, 운영효율화 방안 • BRT 체계 구성요소 및 전용차량(마을버스 X) • BRT체계의 건설 및 운영, 재정지원 및 전담조직 설치
상위 계획	BRT 종합계획	<ul style="list-style-type: none"> • 권역별 교통여건 분석을 통한 교통 현황, 교통수요 전망 검토, 구축계획 수립 • 비전 : 고품질 BRT 확산을 통한 편리한 대중교통 구현 • 환경친화적 BRT 구축 및 서비스 고급화·첨단화 • 스마트 모빌리티 서비스 확대 및 서비스 제고, 추진 역량 강화
관련 지침	BRT 설계지침	<ul style="list-style-type: none"> • 설계지침 개요 : 대중교통의 육성 및 이용촉진을 위한 BRT 기반시설 설계 규정 • 정류장 : 이용자 편의를 지향하는 승·하차, 안내, 기타 편의시설 제공 • 환승시설 : 환승 유형 및 형태에 따른 환승시설 설치 및 구성 요소
	BRT 서비스 디자인 가이드라인	<ul style="list-style-type: none"> • 계획 및 실행 : 노선구축 및 서비스 계획 고려 필요 • BRT 효율성·생산성 평가 및 개선방안 도출 • BRT 우선 통행 및 신호 도입, 교차로 개선, 노선 설계, 정류장 설계
	THE BRT STANDARD	<ul style="list-style-type: none"> • BRT 기본요소 • 정류장과 버스 • 승객과의 소통 • 접근용이성 및 교통약자 고려 • 운영 평가 방안

〈자료〉 고양연구원 작성

BRT 관련 국내 지침 및 상위계획 검토 결과 「간선급행버스체계(BRT) 설계지침」과 「간선급행버스체계(BRT) 종합계획 수정계획」을 바탕으로 대중교통의 육성 및 이용촉진을 위한 BRT 기반시설의 설계제원을 규정하고, 특히 정류장과 환승시설의 이용자 편의를 향상하기 위한 시설 설치의 필요성과 구성요소에 관한 내용을 담고 있음을 확인하였다. 또한 고품질 BRT 확산과 편리한 대중교통 구현을 위한 목표 및 추진과제를 설정하고 광역교통 관리, 교통체계 효율화, 도시교통 정비를 도모하고자 한다.

마지막으로 BRT 체계의 운영 및 디자인 관련 국외 지침 검토 결과 노선구축 및 서비스 계획과 함께 BRT의 효율성, 생산성 제고를 위한 평가 및 개선 방안의 필요성을 강조하고, BRT의 우선통행 및 우선신호, 교차로의 효율성 향상, 교통약자를 고려한 정류장 설계 등 바람직한 체계시설에 관한 내용을 담고 있다.

이와 같은 검토 내용을 바탕으로 바람직한 BRT 운영을 위해 갖추어야 할 구성요소를 체계시설, 전용차량, 종합계획, 추진 방향 부문으로 구분하여 도출하였다[표 2-31].

표 2-31 | 간선급행버스체계의 바람직한 운영을 위한 구성요소

구분		주요 내용
체계 시설	전용주행로	• 전용차량만 이용할 수 있는 전용도로·전용차로 및 부속시설
	BRT 교차로	• 고가·지하차도 등 입체시설이나 신호·제어설비를 통해 BRT 차량의 우선통행을 지원하는 교차로 시설
	정류장	• 이용자의 신속한 승·하차를 위한 물리적 시설 지원 및 기존 버스정류장과의 차별화
	환승시설	• 전용차량 승객의 타 교통수단으로의 환승을 지원하는 시설
전용 차량	일반형	• 「여객자동차 운수사업법」 시행령 제3조 제1호에 따른 시내버스 운송사업 차량 • 이때 시내버스 운송사업 차량은 마을버스운송사업 차량과 구분됨
	신교통형	• 「자동차관리법」 제3조 제2호에 따른 승합자동차로서 일반형 전용차량에 대비 수용 능력, 승하차 방식, 동력 등 기술적 개선이 이루어진 자동차
종합계획 수립		• BRT 체계 중장기 건설계획 • 타 교통수단 연계를 고려한 교통체계 건설계획 • 운영효율화 및 자원조달 방안 • 광역교통 관리 및 도시교통 정비를 통한 교통체계 효율화
추진 방향	안전성	• 접근성 : 교통약자를 포함한 이용자의 승·하차 및 환승 이용 시 안전성 확보 • 환승용이성 : 안전한 환승을 위한 이동거리 단축 및 동선 분리
	효율성 (수단경쟁력)	• 추월차로 설치 : 버스 운행 효율 개선, 정류장 혼잡도 완화 • 교차로 우선통행 및 신호 : 정시성 확보 및 수단경쟁력 향상
	편의성	• 합리적인 노선 설계 : 도심 주요 활동지역과 고밀도 주거지역 연결 • 정류장 설치 : 설치 구역 현황을 고려한 정류장 형태 및 간격 고려

〈자료〉 고양연구원 작성

2. 분석의 틀 설정

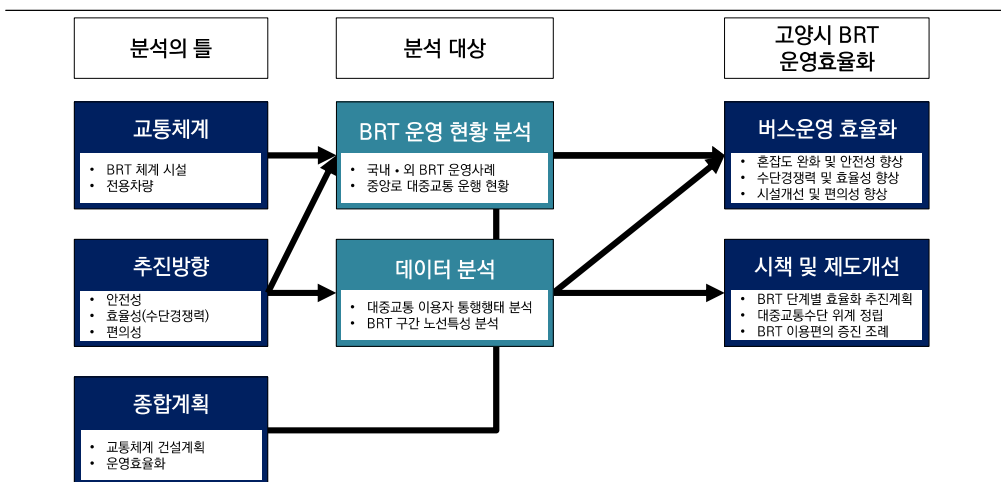
본 연구에서 수행한 간선급행버스체계(BRT) 관련 법·제도 기반 검토 결과를 바탕으로 도출한 바람직한 BRT 운영을 위한 구성요소를 분석의 틀로 삼아 BRT 운영 현황 분석과 고양시 BRT 구간의 이용자 통행행태 및 노선특성 분석 결과를 고려하여 고양시 BRT 운영 효율화 방안으로 제시하고자 한다.

교통체계 부문은 BRT 운영을 위해 필요한 물리적 시설과 전용차량을 관련 법령을 근거로 하여 규정한다. 이를 바탕으로 국내·외 BRT 운영 사례를 분석함으로써 국가별·지자체별 BRT 체계시설 현황을 조사하고 고양시 BRT 구간의 문제점을 도출하여 최종적으로 버스운영 효율화를 위한 시설개선 및 편의성 향상 방안을 제시하고자 한다.

추진 방향 부문은 고양시 BRT 체계의 안전성, 효율성, 편의성을 향상하기 위해 국내·외 지침을 바탕으로 고양시 BRT 구간의 문제점을 도출하고자 한다. 이후 교통카드 데이터 분석 결과를 바탕으로 버스정류장 분산배치, 주월차로 확충 방안 등의 BRT 체계의 혼잡도를 완화하고 수단경쟁력을 향상하는 안전성·효율성 향상 방안을 제시하고자 한다.

종합계획 부문은 BRT의 중장기적인 교통체계 건설계획, 운영 효율화 방안을 관련 법령 및 상위계획 내용을 바탕으로 BRT 운영 현황 분석과 데이터 분석을 아우르는 분석의 틀로 활용하고자 한다. 이때 본 연구에서 활용하는 종합계획 부문에는 재정지원 및 전담조직 구성에 관한 내용을 담고 있으나, 해당 부문은 설정한 연구의 범위에 부합하지 않아 연구의 초점을 상실할 우려가 있어 제외하고자 한다.

그림 2-26 | 분석의 틀



〈자료〉 고양연구원 작성

제3장 국내 · 외 BRT 운영 사례 분석

제1절 분석의 개요

제2절 국내 BRT 운영 사례

제3절 국외 BRT 운영 사례

제4절 분석의 시사점

제1절 분석의 개요

본 장에서는 국내 · 외 BRT 운영 사례를 검토하고 시사점을 도출하여 현재 고양시 중앙로 구간에서 운영 중인 BRT 구간의 바람직한 운영 효율화 방안을 제시하기 위한 기초자료로 활용하고자 한다.

국내에서 활발하게 도입 · 운영 중인 BRT는 ‘전 세계 BRT의 모태’라 할 수 있는 브라질 꾸리찌바 BRT 시스템의 영향을 크게 받았다고 해도 과언이 아니다. 당시 꾸리찌바 시장이자 도시계획가였던 자이메 레르네르(Jaime Lerner)에 의해 1970년대에 완성된 꾸리찌바의 BRT 시스템을 약 30년이 지난 2004년 서울시에서는 간선 · 지선버스체계 정립은 물론 중앙 버스전용차로 도입을 통해 국내에 최초로 BRT 시스템을 도입하였다.

꾸리찌바의 BRT를 벤치마킹하여 도입한 서울시의 BRT 시스템은 현재까지도 많은 국내 지자체가 벤치마킹하고 있으며, 심지어 외국에서도 벤치마킹을 다녀가는 성공적인 대중교통 정책으로 평가받고 있다. 서울시의 경우 현재 국내에서 가장 많은 BRT 노선을 구축하고 있으며, 대중교통 정책 측면에서 운영상의 많은 노하우를 가지고 있는 만큼 본 연구에서도 서울시에서 현재 운영 중인 BRT 시스템을 검토하고 장 · 단점을 도출하고자 하였다.

서울시에서 도입한 BRT 시스템을 국내 많은 도시들이 벤치마킹하고 도입하였지만 대부분 BRT 시스템의 일부인 ‘버스전용차로’ 도입에 초점을 맞췄다면 행정중심복합도시 세종시에서 도입하고 운영을 시작한 BRT 시스템은 기존의 BRT 시스템을 대대적인 개선을 통해 국제적으로 인정받는 ITDP의 BRT ‘GOLD’ 등급을 목표로 하고 있어 국내 사례로 적합하다고 판단하였다. 세종시의 BRT 시스템은 기존 BRT 시스템과의 차별화를 위해 국내에서는 ‘S-BRT(Super-BRT)’라는 용어로 불리고 있다.

2017년부터 시작한 세종시 S-BRT 시범사업을 시작으로 최근에는 고양시와 인구 규모가 비슷한 창원시에서도 S-BRT 시범사업을 위한 공사를 마치고 운영이 시작되어 본 연구에서

는 창원시의 S-BRT 사업도 검토 대상에 포함하였다.

브라질 꾸리찌바는 지난 50년간 지속가능한 운송을 최우선 과제로 삼고 이를 위한 대중교통 정책 마련에 앞장서고 있다. 1974년 지하철 운영 원리를 버스시스템에 적용하여 사전 요금 지불, 버스전용차로, 통합 대중교통 네트워크 시스템 개념 등을 적용한 BRT 시스템을 고안하였고 이는 우리나라를 비롯하여 전 세계 150개 이상의 도시에 적용되고 있다. 브라질 꾸리찌바의 혁신적 BRT 시스템 역시 시간이 지남에 따라 지속적으로 BRT 시스템의 개선하고 있으며, 이 과정에서 친환경 대중교통수단 및 시설 도입을 통해 환경측면까지 고려한 대중교통정책을 시행하고 있어 고양시 정책 방향 수립에도 큰 도움을 줄 수 있을 것이라 판단하였다.

프랑스에서 6번째로 큰 도시인 낭트는 BRT 시스템이 트램과 함께 대중교통시스템의 주요 부분을 차지하고 있다. ‘Busway’라는 명칭으로 불리기도 하는 BRT 시스템의 노선은 4개로 이루어지며 낭트 도심과 남부지역을 연결하고 있다. 낭트는 성공적으로 운영되고 있던 기존의 ‘Busway’ 시스템의 승차용량, 품질문제 및 배기가스 배출량을 줄이기 위한 ‘e-Busway’ 시스템을 2019년 8월부터 운영 중이다. 플랫폼 스테이션과 인프라 개조는 물론 타 교통수단과 완벽하게 분리된 버스전용차로 운영을 통해 정시성을 높이고 이중굴절 전기버스를 통해 대규모 수송이 가능한 특징을 가지고 있다.

콜롬비아는 브라질, 아르헨티나, 페루에 이어 남미에서 네 번째로 큰 나라이며, 이 나라의 수도인 보고타는 2023년 현재 인구가 약 800만 명에 이르는 명실상부한 정치·행정의 중심지라 할 수 있다. 보고타 역시 국제 사회에서 ‘대중교통의 천국’으로 인정받고 있는데 이러한 배경에는 ‘트랜스밀레니오(TransMilenio)’라는 BRT 시스템이 존재하고 있다. 보고타는 ‘땅 위의 지하철’이라 불리는 브라질 꾸리찌바의 BRT 시스템을 적극적으로 벤치마킹하여 보고타의 대중교통체계를 완전히 바꿀 수 있는 계획을 수립하였다. 보고타의 BRT 시스템인 ‘트랜스밀레니오’ 역시 버스에 기반을 두고 있지만 운영 방식은 지하철과 유사하다. 요금사전지불, 원통형정류장, 버스전용차로 등 BRT 시스템이 갖춰야 할 거의 모든 요소를 갖추고 있는 ‘트랜스밀레니오’ BRT 시스템 역시 고양시가 참고할 만한 사례라 하겠다.

아시아권 국가인 중국 역시 대중교통 중심 교통정책 수립의 일환으로 BRT 시스템을 적극적으로 도입하고 있으며, 넓은 국토 면적으로 인해 모든 도시에 BRT 시스템을 도입하고 있지는 않지만, 베이징을 비롯하여 대도시권에서는 대중교통정책의 주요 요소로 BRT 시스템 운영을 꼽고 있어 본 연구에서도 참고 사례로 검토하였다. 중국의 BRT 시스템 역시 도입 이후 이용자들의 만족도가 높아지고 운영 측면에서도 효과가 입증되고 있어 올바른 BRT 시스템의 도입은 바람직한 대중교통정책 수립의 표본이 될 수 있을 것이다.

제2절 국내 BRT 운영 사례

1. 서울시

1) BRT 시스템 도입 과정

서울시는 1985년 국내 최초로 한강로(4km)와 왕산로(1.1km)에 가로변 버스전용차로를 설치하였다. 그러나 가로변에 설치된 버스전용차로는 우회전 차량, 불법주정차 차량, 승·하차하는 택시 등으로 인해 정시성을 확보에 어려움이 있었다. 가로변 버스전용차로의 한계점을 확인한 서울시는 이후 1996년 국내 최초로 중앙버스 전용차로를 도입하였으며, 2004년 서울시 대중교통 혁신 정책으로 버스 준공영제와 함께 대중교통 간 환승할인을 위한 통합요금제를 실시하였다.

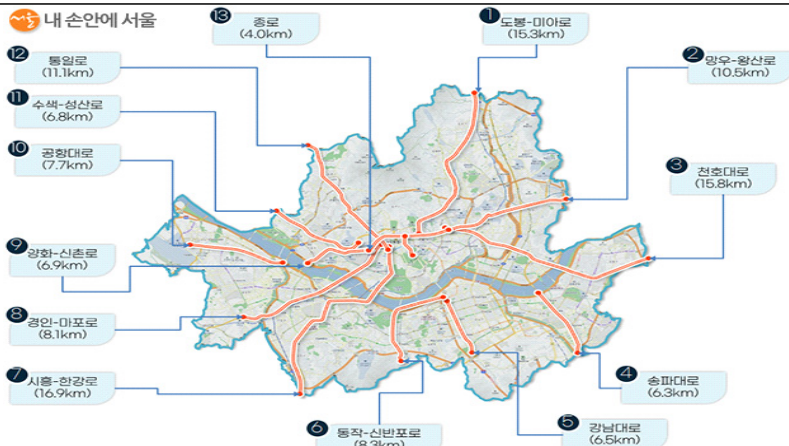
2023년 기준 서울시는 13개 축 127.4km의 구간에 중앙버스전용차로를 구축하고 있으며, 정부가 추진하는 BRT 친환경, 스마트 개선 계획에 맞춰 이용객 수용량을 높인 이중굴절 전기버스, 수소 버스를 도입할 예정이다.

표 3-1 | 서울시 연도별 중앙버스전용차로(24시간 전일제) 구축현황

2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년
12개축 113.6km	12개축 113.6km	13개축 114.8km	13개축 123.0km	13개축 123.0km	13개축 124.2km	13개축 124.2km	13개축 124.2km	13개축 127.4km

〈자료〉 서울시청 홈페이지(2024). 서울시 버스전용차로 운영현황 <https://news.seoul.go.kr/traffic/archives/310>. (접속일 2024.08.30)

그림 3-1 | 서울시 BRT 노선망



〈출처〉 김도훈(2022). 동인선 소외지역 순환형 BRT 추진 전략. 수원시정연구원

2) BRT 시스템 도입 효과

BRT 시스템 도입 후 서울시의 교통환경은 눈에 띄게 개선되었으며, 중앙버스전용차로가 도입됨에 따라 인근 지자체에서 서울시로 이동하는 이용객들의 최소 환승과 이동시간 감소가 이루어졌다. 2012년 개통한 인천 청라~서울 화곡동 BRT의 경우 2018년(12대 운영) 106만 명의 이용객을 수송하였으며, 인천 계양, 서구의 도시개발계획에 따라 이용객이 지속적으로 증가해 2023년(20대 운영)에는 180만 명을 돌파하였다.

인근 지자체의 향상된 BRT의 도입 및 운영계획에 따라, 서울시의 중앙버스전용차로를 이용하는 차량들은 더욱 증가할 전망이다. 서울시 또한 해당 사항을 인지하고 BRT 이용객의 보다 빠른 이동을 보장하기 위해 기존의 BRT 노선을 보강하고 거점 환승센터의 설치를 확대하는 등의 계획을 수립하였으며, ‘간선급행버스체계 종합계획 수정계획(2021-2030)’에 따라 대중교통광역위원회와 함께 새로운 BRT 노선도 구축할 예정이다.

일반적으로 BRT의 운영 효율성을 높이기 위해 마을버스는 중앙버스전용차로에 진입을 허용하지 않는다. 하지만, 서울시는 마을버스 진입에 대한 지속적인 요청과 공간적 제약으로 인해 2013년 마을버스의 조건부 진입을 허용한다.

서울시는 마을버스의 진입을 허가하며 수익 증대를 목적으로 버스전용중앙차로에 들어오려는 사업자를 제지하기 위해 전체 정류소의 할당을 제한하고 노선 변경을 불가하는 등의 제한 사항을 제시하였다. 현재 광역교통버스가 증가함에 따라 중앙버스전용차로의 혼잡도가 증가하자 조건부로 허용한 마을버스의 진입을 점차 제한하는 방향으로 전환하고 있다.

그림 3-2 | 서울시 BRT 구간(송례문 인근)



〈자료〉 경향신문(2023). <https://m.khan.co.kr/local/Seoul/article/202309031115001#c2b> (접속일 2024.08.30.)

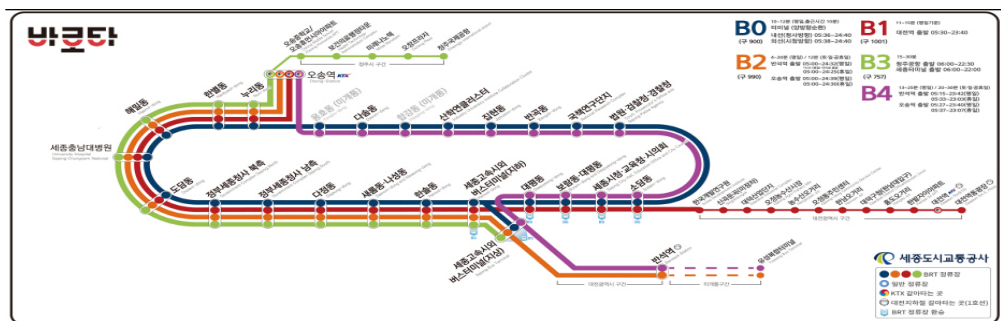
2. 세종시

1) BRT 시스템 도입 과정

세종시 BRT는 행정중심복합도시의 광역교통망을 담당하고 관내 철도 교통이 미비한 점을 보완하기 위해 2013년 4월에 개통하였다. 국토교통부는 세종시의 BRT 시스템을 S-BRT(Super-BRT)로 실증하기 위해 비점축식 결제나 자율주행 버스 등과 같은 고도화 과정을 더욱 추진하고 있으며, 국제기준인 ITDP 최고 등급인 금(Gold) 등급을 목표로 BRT를 고급화 전략을 추진하고 있다.

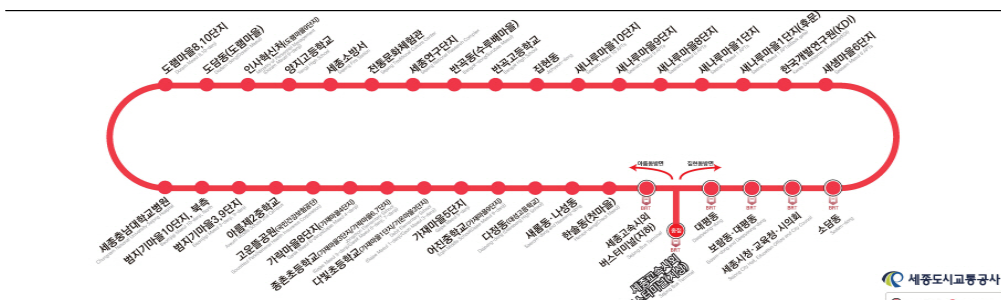
세종시 BRT는 국내 철도 체계와 유사하게 소유기관과 운영기관이 분리되어 있어 사업의 수행 주체가 분리되어 있다. 행정중심복합도시건설청은 BRT 노선의 인허가 및 노선 총괄과 브랜드를 관리하고 있고 세종시는 관내 구간 시설물을 소유하고 있으며 세종도시교통공사는 차량의 운행을 담당하고 있다. 2024년 기준으로 세종시는 5개 BRT 노선(B1 노선 대전시 운영)을 운행하고 있다.

그림 3-3 | 세종시 BRT 노선도



(자료) 세종도시교통공사 홈페이지(2022). 세종시 BRT 노선도. <https://www.sctc.kr/page/PAGE220919092920A015>. (접수일 2024.08.30)

그림 3-4 | 세종시 BRT 노선도(B5)



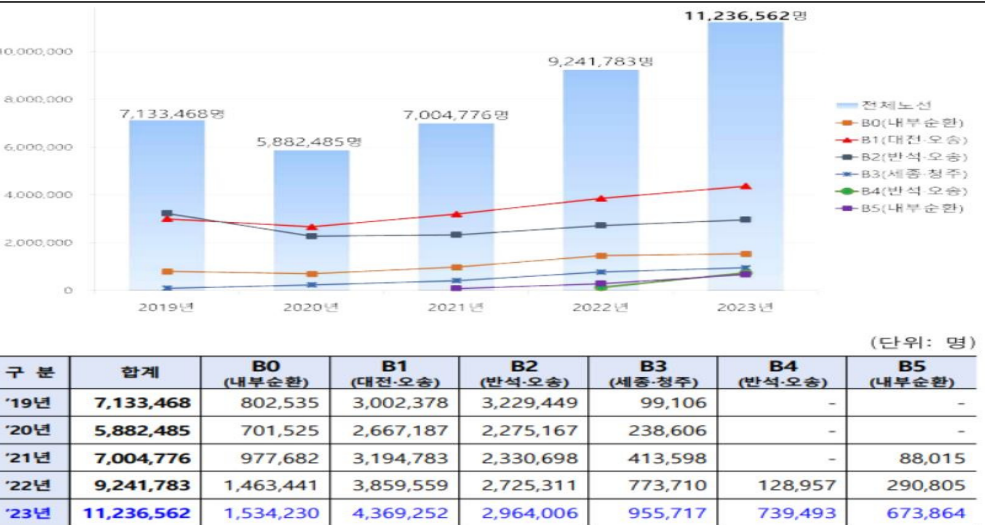
(자료) 세종도시교통공사 홈페이지(2022). B5 노선도. <https://www.sctc.kr/page/PAGE2102031013564215>. (접수일 2024.08.30)

2) BRT 시스템 도입 효과

간선급행버스체계 도입 이후 세종시 BRT는 이용객이 지속적으로 증가해 B2 노선의 경우 2013년 연간 이용객 64만 명에서 2023년 1,123만 명으로 약 17배 증대되었다. 이와 더불어, 세종시는 BRT의 규격화, 고급화를 방식을 도입해 교차로에서 시간 당 직진 또는 회전 교통량이 1,000대를 상회하는 경우 지하화, 고가화로 입체화하는 작업을 실시해 지체를 최소화하였다.

현재 세종시의 BRT 시스템의 운영은 단일 주체가 아닌 여러 기관에서 각기 담당하고 있어 통합적인 총괄 컨트롤 타워가 부재한 상황이다. BRT STANDARD는 단일 주체가 BRT 사업에 대한 일관된 계획을 수행하고 운영하도록 가이드라인을 제시하고 있어 세종시도 노선별 색상, 디자인 일원화 등 기본적인 요소를 통합하며 일원화를 추진하고 있다.

그림 3-5 | 세종시 BRT 이용자 수 현황



(자료) 행정안전부통합도시건설청 홈페이지(2024). 세종시 BRT 이용자 수. <https://naacc.go.kr/WEB/main/index.do> (접속일 2024.08.30.)

그림 3-6 | 세종시 BRT 입체교차 사례



〈출처〉 김도훈(2022). 동인선 소외지역 순환형 BRT 추진 전략. 수원시정연구원

3. 창원시

1) BRT 시스템 도입 과정

창원시와 마산시, 진해시 하나로 통합되기 전에도 각 생활권을 연결하는 간선교통수단에 대한 필요성은 지속적으로 제기되었다. 창원시는 도시철도, 경전철, 트램 등 다양한 교통수단을 도입하려고 하였으나, 모두 무산되었다.

시내버스가 100만 명이 넘는 도시의 유일한 대중교통수단이 되면서 창원시는 승용차 중심의 교통체계로 인해 발생하는 주차난, 교통사고율 증가, 환경문제 등으로 몸살을 앓게 된다. 시는 대중교통수단의 부재가 도시의 생활환경과 경쟁력을 저하시킨다고 판단해 2019년 간선급행버스체계 도입을 추진한다.

창원시의 BRT 구축사업은 2020년 국토교통부로부터 고급형 BRT인 S-BRT 시범사업 대상으로 선정되며 본격화되었다. 시범사업 대상으로 선정된 이후 창원시는 박차를 가해 2021년 개발계획을 수립하고 2022년 말에는 경상남도로부터 실시계획을 승인받았다.

창원시는 1단계인 '창원 원이대로 S-BRT 구축사업'에 이어 2단계 사업인 '3·15대로 BRT 구축사업(육호광장~도계광장)'이 모두 완료될 경우 '육호광장~가음정사거리'까지 버스 통행시간이 14분 정도 단축되고, 버스 이용률도 11.3% 증가할 것으로 예측하고 있다.

그림 3-7 | 창원시 S-BRT 시범사업 노선도



(자료) 대중교통광역위원회 홈페이지(2024). 창원시 S-BRT 시범사업 노선도. https://www.molit.go.kr/mtc/USR/W/PGE0201/m_36794/DTL.jsp. (접속일 2024.08.30.)

2) BRT 시스템 도입 효과

S-BRT 공사가 시작되며 도시 내 교통정체가 극심해지자 S-BRT 도입을 반대하는 목소리가 높아졌다. 특히, 중앙버스전용차로로 인해 자전거 전용도로의 일부 구간이 철거되자 이러한 분위기는 더욱 짙어졌다.

2024년 창원시의 S-BRT 구축 사업의 1차 단계가 완료되어 운영이 시작되자 시민들의 반응은 크게 엇갈렸다. 중앙버스전용차로를 이용해 빠르게 이동할 수 있어 쾌적하고 안전하다고 응답한 시민이 있는 반면, 승용차 운전자의 경우 차로 감소로 교통정체가 심해져 불편하다고 답하였다.

조사에 따르면, 개통 첫날, S-BRT 사업구간인 ‘가음정사거리 ~ 의창스포츠센터’ 구간은 버스로 약 34분이 소요되었다. BRT 개통 전 평일 출퇴근 시간대 통행시간인 40~45분 대비 약 10분 가량 시간이 단축된 것이다. 해당 결과는 버스 우선 신호체계가 구축되지 않고 S-BRT 초기 도입 안전상 운행 속도를 40km/h 제한해 생긴 결과로 이후 운행 속도를 높이고 신호체계를 개선한 이후에는 더욱 이동시간이 단축될 것으로 예상되고 있다.

그림 3-8 | 창원시 S-BRT 모식도



〈자료〉 창원시청 홈페이지(2024), 창원시 S-BRT 모식도, <https://www.changwon.go.kr/cwportal/depart/11064/14439.web>, (접속일 2024.08.30.)

그림 3-9 | 창원시 다기능 S-BRT 정류장 및 임시 개통 운영 현황



〈자료〉 창원시청 홈페이지(2024), 창원시 S-BRT 모식도, <https://www.changwon.go.kr/cwportal/depart/11064/14439.web>, (접속일 2024.08.30.)

제3절 국외 BRT 운영 사례

1. 브라질 꾸리찌바

1) BRT 시스템 도입과정

브라질 남부의 꾸리찌바(Curitiba)는 도시 간 고속버스(BRT) 시스템의 계획, 구축 및 운영하는 방법에 대한 세계에서 가장 성공적인 사례 중 하나로 간주되고 있다. 꾸리찌바 도시 계획연구소(IPPUC, The Institute for Research and Urban Planning of Curitiba)는 일반차량과 간선버스를 중앙전용차로를 설치하여 분리·운행 할 수 있도록 고안하였고, 이때 대량수송을 위한 이중굴절버스 도입, 버스정류장에서 사전 결제 시스템을 도입하여 승하차 시 별도의 결제로 인한 혼잡을 최소화하고자 하였다.

1980년대 꾸리찌바는 통합교통망을 형성하기 위해 요금체계는 단일·균일요금제를 실시하였고 이후 브라질 정부는 꾸리찌바도시공사(URBS, the Urban Development Agency of Curitiba)에 시 도로 운영 및 관리 권한을 부여해 민간 버스운영사업자에 대해 버스 노선 권의 인허가를 업무를 수행할 수 있도록 조치하였다.

표 3-2 | 브라질 꾸리찌바 버스시스템 변천

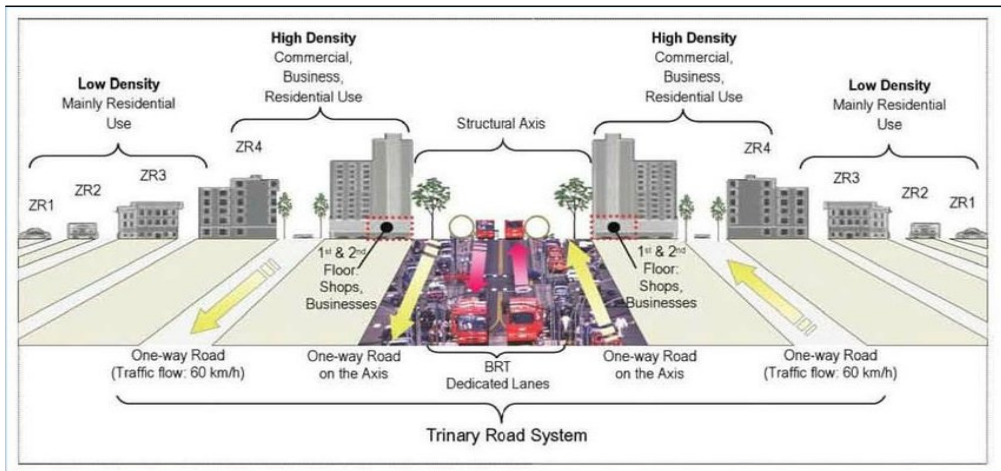
구분	1970년대	1980년대	1990년대	2000년대
버스정류장 형태	간이(오픈형)	튜브형		
버스 종류	일반(디젤)	굴절	이중굴절	청정(바이오디젤)
정류장 유형	개방형	폐쇄형		
운임 지불방식	수동(승차권)		자동(전자승차권, 사전지불)	
제공서비스	간선 및 지선	간선 및 지선, 직행(중간정차 없음)	요금할인(노인, 어린이 등)	정류장에서 추월차로 설치
서비스 범위	도시 내외		대도시권	

〈출처〉 김도훈(2022). 동인선 소외지역 순환형 BRT 추진 전략. 수원시정연구원

2) BRT 시스템 도입 효과

꾸리찌바 시에서 운영 중인 BRT 시스템은 3중 도로 체계(Trinary Road System)로 구성되어 있으며, 3중 도로체계는 자동차가 철도와 같은 효과를 발휘할 수 있도록 계획된 시스템이다. 도로 중앙은 BRT 전용도로 및 정류장 설치 공간, BRT 전용도로와 나란히 설치된 도로 측은 주요 건물의 진출입을 위한 공간 그리고 가장 외측의 도로는 통과교통류를 위한 공간으로 활용된다.

그림 3-10 | 꾸리찌바 BRT 3중 도로 체계



〈출처〉 김도훈(2022). 동인선 소외지역 순환형 BRT 추진 전략. 수원시정연구원

꾸리찌바 시는 BRT 버스 정류장이 빗물을 집수하여 정류장 내부의 온도를 낮가시키는데 활용되고 햇빛차단필름과 특수절연재를 시공되어 정류장 내부에서 기다리고 있는 이용객들에게 쾌적한 온도를 제공한다고 밝히고 있다.

하지만 꾸리찌바 시의 노력에도 불구하고 2008년과 2012년 사이 시민들은 BRT 시스템 대신 개인 차량을 선택하였고 승객 수는 4.3% 감소된 것으로 확인되었다. BRT에서 개인 자동차로 수단을 전환한 가장 주요한 이유는 BRT의 정시성 부족과 정류장과 목적지 사이의 라스트 마일에 대한 해결 능력 부족으로 파악되고 있다.

이후 꾸리찌바도시공사는 BRT 시스템을 정비하여 일련의 개선 사항을 구현하였는데 대중교통 이용이 제한된 승객을 수용하기 위해 주요 터미널과 외곽 교외를 연결하는 새로운 BRT 축 건설하였으며 민간 기업과 협력하여 첨단교통 관리, 교통 우선 신호 및 실시간 버스 정보 등을 위한 지능형 교통 시스템 구축하였다. 나아가 브라질 정부는 꾸리찌바 시의 자전거 인프라를 도입해 BRT 노선과 연결하는 조치를 실시하였다.

현재 꾸리찌바 시는 교통 여건을 개선하는 ‘노보 인터 2(Novo Inter 2)’라는 프로젝트를 진행하고 있다. 노보 인터 2는 도시의 노선과 도로, 정류장, 터미널 등을 개선하고 통합 시스템을 구축해 시스템의 효율적인 제어를 목표로 하고 있다.

더불어, 꾸리찌바 시는 전세계적인 친환경 흐름에 발맞춰 2024년 전기 버스 70대를 노선에 도입하며 2030년까지 시내의 버스 차량의 33%를 무공해로 나아가 2050년에는 100%로 운영할 것이라고 천명했다.

그림 3-11 | 꾸리찌바 노보 인터 2



〈자료〉 꾸리찌바 도시계획연구소 홈페이지(2024). Novo Inter 2. <https://ippuc.org.br/periodoeleitoral/> (접속일 2024.08.28.)

2. 프랑스 낭트

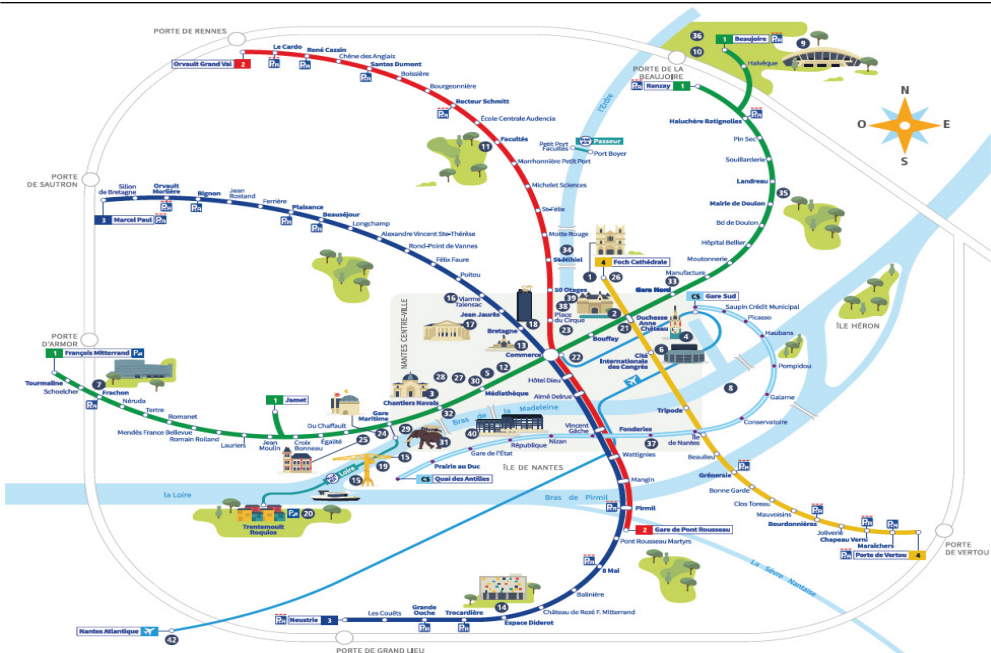
1) BRT 시스템 도입과정

프랑스 서부 연안에 위치한 도시 낭트(Nantes)는 도시 내 교통수단의 연계성이 매우 뛰어난 도시로 도시 교통의 주축을 담당하는 트램인 트램웨이(Tram-Way)와 수상버스인 나비버스(NaviBus) 그리고 BRT인 버스웨이가 상호 유기적으로 연결되어 이용객의 최소 환승과 이동시간의 절약을 이끌어내고 있다.

낭트 시는 2006년 ‘버스웨이(Busway)’란 이름으로 BRT 시스템을 도입하였다. 신규 노선에 기존의 트램이 아닌 BRT시스템을 도입한 시는 약 7km 구간에 15개의 버스 정류장을 설치해 운영을 시작했다.

4호선 구간에서 시작된 버스웨이는 초기 하루 약 26,500명의 승객이 이용하였다. 이후 이용객의 수는 지속적으로 증가해 2015년 초기 이용객의 두 배를 돌파한다. BRT의 효과를 확인한 시는 이후 2020년 5호선 구간에도 BRT 시스템을 도입하였으며, 2019년 운송량과 효율성을 높이고 친환경의 흐름에 동참하기 위해 시는 ‘e-busway’라는 이중굴절 전기버스 시스템을 도입하였다.

그림 3-12 | 낭트시 대중교통 노선도



〈출처〉 낭트웹(2024). 낭트 대중교통 노선도. <https://www.nantesweb.net>. (접속일 2024.08.26.)

2) BRT 시스템 도입 효과

2006년 BRT 시스템이 도입된 이후 버스웨이 4호선은 지속적으로 이용객이 증가해 2017년 하루 평균 승객 수 약 40,000명을 돌파한다. 이용객이 증가함에 따라 18m의 버스는 더 이상 수송량을 감당하지 못하였고 이에 따라 시는 2016년 승객 수용량 증가와 친환경의 흐름에 맞춰 배기가스 배출을 줄인 전기 버스 도입의 논의를 시작하였다.

입찰 등의 과정을 거쳐 도입된 이중굴절 전기버스는 ‘e-busway’라는 이름으로 불리며 2019년 8월 첫 운행을 시작하였으며, 24m로 길어진 버스는 이전의 차량보다 약 35% 증가된 여객 수용량을 보였다. 2020년 기준 e-busway를 이용하는 승객은 하루 평균 56,000명으로 파악되었다.

그림 3-13 | e-busway 전용차로 및 이중굴절 전기버스

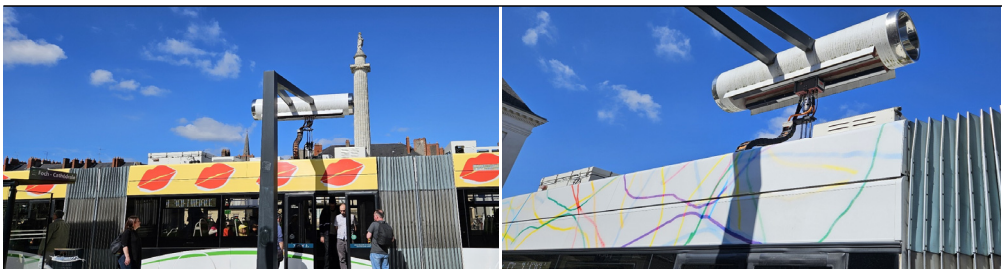


〈자료〉 고양연구원 작성

전기로 운영되는 e-busway는 두 개의 종착역과 중간역에서 변환된 팬티그래프를 통해 전기를 충전한다. 또한 승객이 승차하고 하차하는 동안에도 일부역에서 600kW의 전력으로 충전되어 약 20초 안에 배터리를 충전하는 시스템을 구축하였다.

버스를 충전 지점에 빠르게 연결하는 해당 기술은 우수성을 인정받아 2021년 세계대중교통협회(UITP, International Association of Public Transport)가 주관하는 어워즈에서 수상을 하였다.

그림 3-14 | e-busway 충전시설



〈자료〉 고양연구원 작성

3. 콜롬비아 보고타

1) BRT 시스템 도입과정

BRT STANDARD에서 금(GOLD) 등급을 받은 콜롬비아의 보고타(Bogotá)는 BRT 시스템을 도입하는 도시들의 주된 참고 사례로 다루어지는 도시이다. 과거 보고타의 버스 시스템은 제도적인 준비와 운영 상의 미흡으로 인해 비정상적인 운임과 버스 공급 과잉, 저품질의 서비스 등의 문제가 존재했다. 시는 이러한 문제를 해결하기 위해 2000년부터 ‘트랜스밀레니오(TransMilenio)’ 프로젝트를 단행하였다. 트랜스밀레니오 프로젝트는 크게 3단계로 진행되었다.

먼저 첫 번째 단계에서는 이용도가 높은 노선을 기준으로 약 41km의 구간에 3개의 BRT 전용 차로를 설치하였고 동시에 새로운 요금징수시스템을 도입해 무료 환승을 가능하게 하였다. 두 번째 단계에서는 약 43km 구간에 새로운 전용 차로를 추가로 설치하였고 이후 마지막 세 번째 단계에서는 약 388km 구간에 BRT 전용 차로를 구축하는 것을 목표로 진행하고 있다. 2024년 기준 마지막 단계는 현재 진행 중에 있으며, 프로젝트가 종결될 경우 BRT의 정시성과 이용객의 편의성이 크게 증대될 것으로 예상하고 있다.

더불어, 보고타의 BRT는 이동시간 감축이나 최소 환승 등의 요소 외에도 노인이나 장애인 등이 손쉽게 이용할 수 있도록 보편적 접근성을 고려해 설계되었으며, BRT 내 범죄를 예방하기 위해 CCTV나 보안요원 등을 배치하였다.

그림 3-15 | 보고타 BRT 정류장 전경



〈출처〉 백주현(2022). 고양시 친환경 대중교통수단 도입 구상 연구용역. 고양연구원

2) BRT 시스템 도입 효과

조사에 따르면, 2011년 기준 보고타 일일 통행수요의 약 25%인 175만명이 BRT를 이용하는 것으로 집계되었으며, 이용객들의 이동시간이 평균 약 20분 단축되었다고 응답하였다. 더불어, BRT의 도입으로 시의 교통사고율이 감소하였으며 이중굴절 전기버스를 도입함에 따라 도시의 대기오염 수치도 감소하였다.

보고타 시는 트랜스밀레니오 프로젝트를 통해 2000년 7월 회당 약 270명을 수송할 수 있는 이중굴절 전기버스를 일부 노선에 처음 도입하였다. 전기버스의 친환경적인 요소와 효율성을 확인한 시는 이후 지속적으로 이중굴절 전기버스를 도입해 2019년 기준 총 8개의 노선 약 114.4km의 구간을 운영하였다. 도입된 친환경 버스는 100% 재생가능 에너지원으로 100% 가동되어 매달 약 5,300L의 연료를 절약하고 이산화탄소 배출량 약 135톤을 줄이는 효과를 거두었다.

이 외에도 보고타 시는 이용객의 편의성과 안정성을 극대화하기 위해 승객이 정류장을 들어서며 요금을 지불하는 시스템을 도입하였으며, 이용객이 버스와 동일한 높이에서 탑승할 수 있도록 BRT 시스템을 설계하였다. 보고타의 교통카드시스템은 국내 기업 LG CNS가 입찰 경쟁을 통해 사업을 수주하였으며, 이후 경험을 바탕으로 다양한 중남미 국가에서 대중교통 시스템 구축을 담당하고 있다.

그림 3-16 | 보고타 BRT 정류장 구조



〈자료〉 트랜스밀레니오 홈페이지(2024). BRT 정거장 전경. <https://www.transmilenio.gov.co/> (접속일 2024.08.28.)

4. 중국

1) BRT 시스템 도입과정

중국 정부는 극심한 교통 혼잡의 해결과 대중교통 활성화의 중요성을 인식하고 BRT 시스템의 도입을 결정한다. 1999년 쿤밍에서 시작된 버스 전용차로의 설치를 시작으로 베이징, 항저우, 장저우 등의 도시로 점차 확대되었다. 아래의 표는 중국 내 도시의 BRT 시스템 도입의 흐름을 정리한 것이다.

표 3-3 | 연도별 중국 내 BRT 시스템 도입 현황

연도	1999	2004	2006	2008	2009	2010	2011	예정
도시명	쿤밍	베이징	항저우	창저우	장저우	광저우	우루무치	난저우
				충칭		허베이		시안
				다롄		장충		인촨
				샤먼				우한
				지난		옌청		다른 도시들

〈출처〉 김도훈(2022). 동인선 소외지역 순환형 BRT 추진 전략. 수원시정연구원

그림 3-17 | 중국 내 BRT 시스템의 지리적 분포



〈출처〉 김도훈(2022). 동인선 소외지역 순환형 BRT 추진 전략. 수원시정연구원

2) BRT 시스템 도입 효과

BRT 도입 전과 후의 교통체계는 시민들의 생각과 달리 크게 개선되었다, BRT 시스템이 중국에서 특히 빠르게 확대될 수 있었던 이유는 제한된 도로용량에 비해 도시의 인구가 빠르게 증가해 점차 도시의 교통혼잡이 점차 심각해지고 있었기 때문이다.

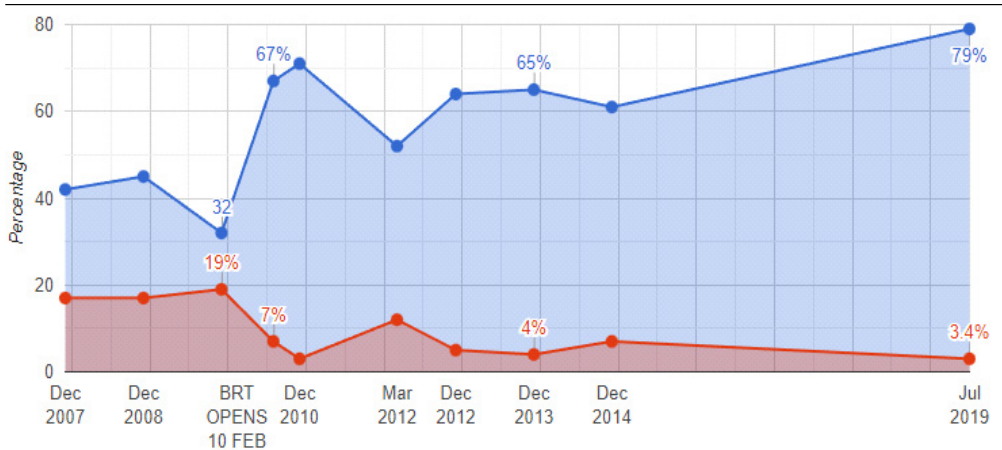
광저우에서 실시한 BRT 도입의 전후 선호도 조사 결과 2007년 BRT 도입 전 만족도는 40%였으나 BRT 도입 이후 2019년에는 77.3%로 향상되었으며 불만족도는 2007년 16%에서 2019년 3.2%로 크게 낮아졌다

그림 3-18 | 중국 광저우 BRT 시스템 도입 전 후 비교



〈출처〉 김도훈(2022). 동인선 소외지역 순환형 BRT 추진 전략. 수원시정연구원

그림 3-19 | 중국 내 BRT 시스템의 지리적 분포



〈출처〉 김도훈(2022). 동인선 소외지역 순환형 BRT 추진 전략. 수원시정연구원

제4절 분석의 시사점

본 장에서는 고양시 중앙로 구간의 바람직한 BRT 운영방안을 도출하기 위해 국내·외 BRT 사례를 검토하였다.

고양시의 바람직한 BRT 운영 효율화 방안 마련을 위해 국내·외에서 운영 중인 BRT 사례 검토 결과 공통적인 점은 BRT 운영의 목적이 중앙버스전용차로와 간선교통수단을 활용한 승객의 빠른 이동과 정시성 확보, 대규모 수송에 있다는 점이었다. 따라서 고양시가 현재 운영 중인 BRT 시스템을 대대적으로 개선하거나 향후 고양시 내에 구축될 새로운 BRT 시스템은 이러한 점을 기본적으로 고려해야 한다.

그러나 고양시를 포함하여 국내에서 운영 중인 대부분의 BRT는 국토교통부의 ‘간선급행 버스체계 설계지침’과 ITDP의 ‘BRT STANDARD’의 기준에 미치지 못하는 경우가 많다. 특히 도입 이후 20년이 지난 서울시의 BRT 시스템은 ‘국내 최초’라는 타이틀을 빼면 현재까지 ‘하급 BRT’ 수준을 벗어나지 못하고 있다. 고양시 역시도 중앙로에 BRT를 운영하고 있지만 중앙버스전용차로를 운영하는 것 외에는 특별한 BRT 시스템이라 불릴만한 요소를 가지고 있지 못한 것이 사실이다. 특히 광역버스나 시내버스 등 간선교통수단이 이용해야 할 BRT 구간에 지선교통수단인 마을버스까지 운행됨에 따라 BRT 구간의 혼잡이 가중되고 BRT 시스템 본연의 역할에 한계를 보인다.

최근 이러한 국내 BRT 시스템의 한계를 개선하고 국제 수준의 BRT 시스템에 비견할 수 있는 새로운 BRT 시스템 구축의 움직임이 보이고 있는데, 이것이 바로 전술한 바 있는 S-BRT 사업이라 할 수 있다. 대도시권광역교통위원회에서 적극적으로 추진하고 있는 S-BRT 사업은 전용차로, 우선신호, 사전요금지불, 전용차량 운영 등을 통해 지하철 수준의 정시성과 신속성을 가진 고급형 BRT 사업이라 할 수 있다.

이미 국내 S-BRT 수준 이상의 BRT 시스템을 운영하고 있는 브라질의 꾸리찌바, 프랑스 낭트, 콜롬비아 보고타 사례를 포함하여 본 장에서 검토한 국내·외 BRT 운영사례를 통해 고양시 역시 현재 중앙로 구간에 운영 중인 BRT 구간 및 새롭게 구축될 BRT 시스템 방향성에 대한 깊은 고민이 필요하다.

바람직하고 효율적인 BRT 시스템을 위해서는 현재 고양시 중앙로 BRT 구간에서 나타나고 있는 문제점을 바탕으로 BRT 시스템 본연의 목적인 빠른 이동과 정시성 확보, 대규모 수송을 전제로 안전한 정류장 설계, 효율적인 대중교통수단 운영 등에 대한 철학이 반드시 필요하며, 본 장에서 검토한 사례는 고양시가 지향해야 할 바를 단적으로 보여주고 있다.

제4장 고양시 BRT 운영 및 이용 현황 분석

제1절 중앙로 버스·지하철 운행 현황

제2절 대중교통 이용자 통행행태 분석

제3절 고양시 BRT 구간 노선 특성 분석

제4절 고양시 BRT 구간 운영의 문제점

제1절 중앙로 버스·지하철 운행 현황

1. 중앙로 간선급행버스체계 현황

1) 중앙로 간선급행버스(BRT) 시스템

고양시는 대규모 개발로 인해 통행수요가 증가함에 따라 발생하는 정체를 해소하고, 대중교통수단의 신속성, 정시성을 확보하고 위해 2006년 10월 간선급행버스체계를 도입하였다. 이후 대중교통중심의 교통체계 개편을 위해 경기도에서 추진 중인 대중교통 기반시설 확충 사업의 일환으로 고양시 일산구 대화 ~ 승전로 서울시계 15.6km 구간 연결을 완료하였다.

표 4-1 | 고양시 BRT 시스템 사업 개요

구분	내용
개통구간	• 고양시 일산구 대화동~서울시계
연장	• 15.6km
사업내용	• 중앙버스전용차로, 중앙버스정류장 총 54개소 • 불법주정차단속카메라(CCTV, 총 54개소) • 버스정보시스템 LCD 27개소, LED 43개소 등
주변 주요시설	• KINTEX, 호수공원(꽃박람회장), 관광문화단지, 종합운동장(중앙 39개소, 가로변 15개소)

〈출처〉 고양특례시(2023). 제4차 고양시 지방대중교통계획수립 최종보고서

경기도 고양축 BRT 시스템은 중앙버스전용차로, 버스정보 안내 시스템, 버스 우선 신호(현재는 시행하지 않음) 등을 도입하였으며, 대중교통 이용 활성화 및 도로의 효율성 증대를 도모하는 것을 목적으로 추진되었다. 이에 따라 고양시 일산동구부터 서울도심 통행 시 광역버스에 의한 도로교통의 수단경쟁력이 크게 향상되었다.

고양시는 BRT 체계를 운영함에 있어 시내·광역·직행좌석버스는 물론 마을버스의 통행까지 허용하고 있다. 이는 세종시나 청라~강서 BRT가 전용차량 외에는 통행을 엄격하게

제한하는 것과 대비된다. 또한 일반적인 BRT 교차로의 대부분이 이면도로를 활용한 직접적인 회전을 규제하고 있으나, 고양시는 대부분 교차로에서 일반차량의 좌회전 및 우턴을 허용하는 구간이 존재한다.

더불어 고양시 중앙로 BRT 구간(특히, 대화~백석 구간)에는 추월차로가 설치되지 않은 구간(마두역, 주엽역 구간)이 존재하여 무정차 차량이나 승객을 태운 후행 버스들이 선행 버스에 막혀 통과하지 못하는 사례도 발생하고 있다. 이는 다른 정류장에 비해 처리 용량이 저하되어 승객의 빠른 이동을 저해하는 요인으로 작용하고 있다.

그림 4-1 | 고양시 중앙로 BRT 구간 추월차로 미설치 구간 위치 및 버스 통행 현황



〈출처〉 백주현(2021), 고양시 친환경 대중교통수단 도입 구상 연구용역, 고양연구원 작성

2) 중앙로 간선급행버스(BRT) 구간 버스 운행 현황

중앙로 BRT 구간의 버스 운행 현황과 정류장 버스유형별 정차노선은 [표 4-2], [표 4-3]과 같다. BRT 구간 운행 노선을 살펴보면, 일산동구청 구간에 48개 노선이 정차하는 것으로 나타나 일산 중앙로 구간 중 가장 많은 노선이 정차하는 것으로 분석되었다. 광역급행, 직행좌석, 일반버스, 마을버스 등 유형을 가리지 않고 모든 유형의 버스노선이 가장 많이 정차하는 것으로 나타났고, 이는 일산동구청 정류장이 중앙로 구간에서 가장 혼잡한 정류장이라는 것을 단적으로 보여주는 것이라 할 수 있다.

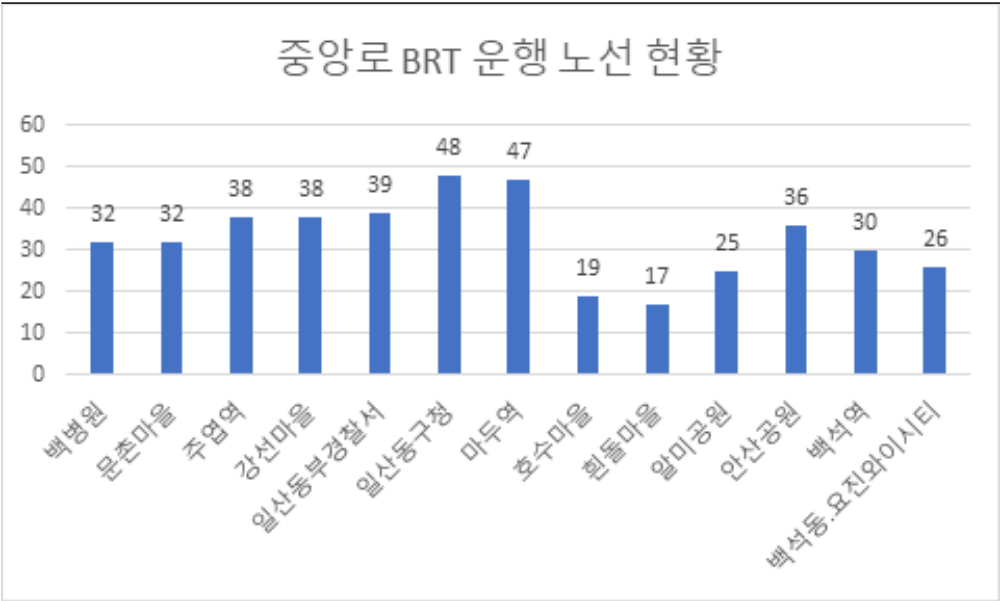
특히, 일산동부경찰서, 일산동구청, 마두역으로 이어지는 연속적인 구간은 운행 노선의 수가 전체 노선의 1, 2, 3순위로 지점이 아닌 구간으로 살펴봤을 때 중앙로에서 가장 혼잡한 구간임을 알 수 있다.

표 4-2 | 중앙로 BRT 운행 노선 현황

구분		광역급행	직행좌석	일반	마을	좌석	공항	시외	합계
일산서구	백병원	2	4	21	4	0	1	0	32
	문춘마을	3	5	19	4	0	1	0	32
	주엽역	5	7	20	5	0	1	0	38
	강선마을	4	5	20	7	1	1	0	38
일산동구	일산동부경찰서	5	5	20	7	1	1	0	39
	일산동구청	7	7	24	8	1	1	0	48
	마두역	7	8	19	7	2	2	2	47
	호수마을	0	1	11	4	2	1	0	19
	현돌마을	0	1	11	2	2	1	0	17
	알미공원	2	5	13	1	3	1	0	25
	안산공원	5	8	14	2	3	2	2	36
	백석역	3	7	12	1	3	2	2	30
	백석동,요진와이시티	4	7	11	0	3	1	0	26

〈자료〉 고양연구원 작성

그림 4-2 | 고양시 중앙로 BRT 정류장별 운행 노선 현황



〈자료〉 고양연구원 작성

표 4-3 | 중앙로 BRT 정류장 버스유형별 정차노선

정류장	유형	노선번호
백병원(중)	일반	10,150,2000,600,66,70,80,88A,900,92,97,56,72,75,92-1,999,760,88B,98,83,89
	마을	057,090,091,061
	광역	9701,9707
	직좌	1500,200,1001,9700
	공항	3300
문촌마을(중)	일반	760,150,2000,56,600,66,70,80,88A,92,97,75,92-1,88B,10,900,98,83,89
	마을	057,090,091,061
	광역	9701,9707,9714
	직좌	1000,1500,200,9700,1100
	공항	3300
주엽역(중)	일반	760,11,2000,600,66,70,80,88A,97,150,56,75,999,88B,92,92-1,98,100,83,89
	마을	057,066,090,091,061
	광역	9701,9707,9714,M7646(평일),M7106
	직좌	1000,1500,200,8407,1100,8109,9700
	공항	3300

정류장	유형	노선번호
강선마을(중)	일반	760,773,11,150,2000,600,66,70,80,97,56,72,75,999,92,92-1,98,100,83,89
	마을	056(도촌),056(먹절),056(서촌),057,061,066,090
	좌석	830
	광역	9701,9707,9714,M7106
	직좌	1000,1500,200,9700,1100
	공항	3300
일산동부 경찰서 (중)	일반	760,773,7727,11,150,2000,33-1,66,80,90,95,96,97,56,72,75,98,100,83,89
	마을	056(도촌),056(먹절),056(서촌),057,066,078,061
	좌석	830
	광역	9701,9707,M7412,M7646(평일),9711
	직좌	1500,200,5000,1100,9700
	공항	3300
일산동구청 (중)	일반	760,773,7727,11,150,2000,33-1,56,66,80,88A,90,95,97,72,75,96,88B,99,98, 100,81,83,89
	마을	050(평일),056(도촌),056(먹절),056(서촌),057,066,078,061
	좌석	830
	광역	9701,9707,9711,9714,M7106,M7412,M7646(평일)
	직좌	1000,1500,200,8109,1100,8407,9700
	공항	3300
마두역(중)	일반	760,7727,11,150,2000,56,66,80,88A,90,95,75,96,88B,99,100,81,83,89
	마을	056(도촌),056(먹절),056(서촌),066,068,078,070
	좌석	830,871
	광역	9701,9707,9714,M7106,M7119,M7412,9711
	직좌	1000,1500,200,1100,8109,8407,9700,5000
	공항	3300,7300
	시외	3000,3030
호수마을(중)	일반	7727,150,56,66,80,95,75,96,99,83,89
	마을	056(도촌),056(먹절),056(서촌),068
	좌석	830,871
	직좌	200
	공항	3300
흰돌마을(중)	일반	7727,150,56,66,75,80,90,95,96,99,83
	마을	068,078

정류장	유형	노선번호
	광역	830,871
	직좌	3300
	공항	200
알미공원(중)	일반	700,7727,150,2000,56,66,80,95,75,96,99,83,89
	마을	068
	좌석	830,871,921
	광역	9701,9714
	직좌	1000,1500,200,9700,1100
	공항	3300
안산공원(중)	일반	700,7727,150,2000,56,66,75,80,90,95,96,99,83,89
	마을	078,068
	좌석	830,871,921
	광역	9701,9711,9714,M7106,M7412
	직좌	1000,1500,200,8109,9700,1100,5000,8407
	공항	3300,7300
	시외	3000,3030
백석역(중)	일반	700,7727,150,56,66,80,95,96,75,99,83,89
	마을	068
	좌석	830,871,921
	광역	9711,M7106,M7412
	직좌	1500,200,5000,8109,9700,1100,8407
	공항	3300,7300
	시외	3000,3030
백석동. 요진와이시티 (중)	일반	700,773,7727,2000,56,66,95,96,97,72,75
	좌석	830,871,921
	광역	9701,9711,M7106,M7119
	직좌	1000,1001,1200,1500,200,9700,1100
	공항	3300

〈자료〉 고양연구원 작성

[표 4-4]는 고양시 정류장별 이용수요 중 일산동구와 서구의 이용순위 1위부터 10위까지 나열하였다. 자료에서 확인할 수 있듯이 일산지역 대부분의 버스 이용수요는 중앙로 구간에서 발생한다. 이용자가 가장 많은 대화역의 경우 조사 당시 BRT 구간이 미설치되었을 뿐 실질적인 중앙로 구간임을 감안하면 일산서구의 경우 1위부터 7위까지, 일산동구는 1위부터 8위까지 모두 중앙로 구간의 버스정류장이 이용자 수가 높은 것을 알 수 있다.

대화역을 제외하면 앞서 밝힌 바와 같이 버스노선 수가 가장 많은 일산동부경찰서~일산동구청~마두역 구간의 이용수요가 가장 높은 것으로 나타났다.

표 4-4 | 고양시 정류장별 이용수요(일산동구, 일산서구)

순위	일산동구		일산서구	
	정류장명 (정류장 번호)	이용자수 (인/월)	정류장명 (정류장 번호)	이용자수 (인/월)
1	마두역(중) (20249)	179,331	대화역 (20085)	290,346
2	일산동구청(중) (20227)	170,717	대화역 (20086)	270,794
3	일산동구청(중) (20224)	170,035	주엽역(중) (20135)	140,720
4	마두역(중) (20247)	127,907	주엽역(중) (20136)	127,399
5	백석동.요진와이시티(중) (20352)	108,516	강선마을(중) (20166)	52,951
6	일산동부경찰서(중) (20206)	106,401	강선마을(중) (20161)	48,725
7	일산동부경찰서(중) (20203)	86,524	문촌마을(중) (20111)	39,713
8	백석동.요진와이시티(중) (20353)	78,865	일산역 (20197)	38,471
9	백석역.고양종합 터미널(20340)	67,958	현대모터스튜디오고양 (20716)	36,260
10	백마역 (20383)	58,988	일산역 (20190)	34,025

〈출처〉 고양특례시(2023). 제4차 고양시 지방대중교통계획수립 최종보고서

3) 중앙로 BRT 구간 지하철 현황

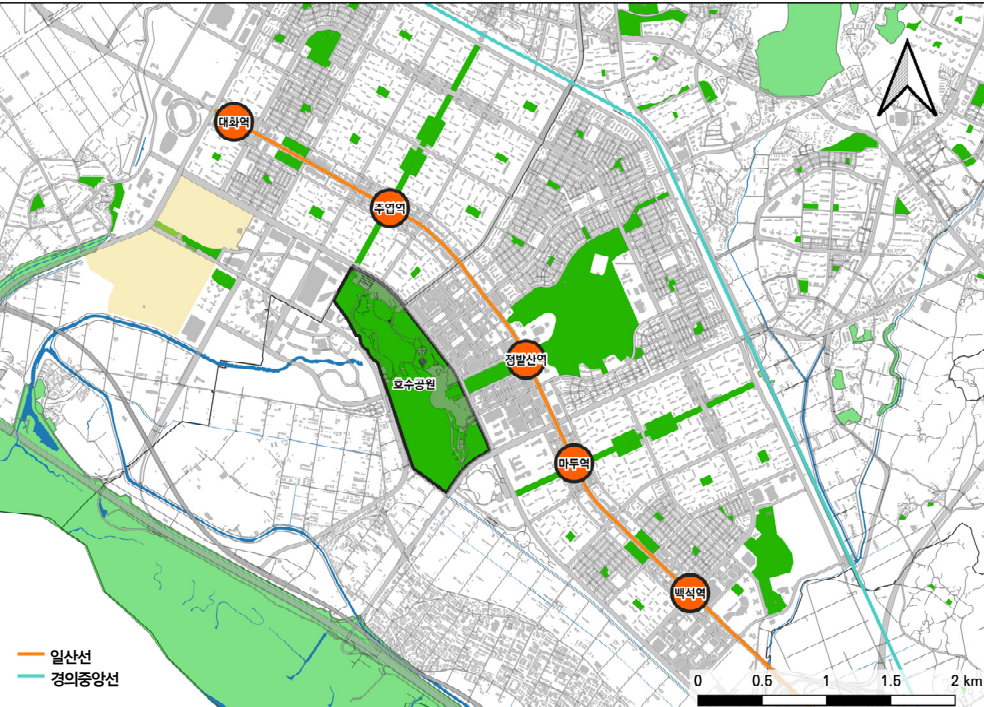
고양시 중앙로에 운행 중인 지하철 서비스는 대화역에서 백석역까지 이르는 15.6km의 간선급행버스체계가 구축된 이후에는 BRT와 상호 유기적으로 연계되어 서울, 인천, 김포 등을 비롯한 인근의 지역으로 이동하는 이용객들의 편의성을 제공하고 있으며 출퇴근 시간 등 혼잡 시간대의 교통체증을 줄여주는 역할 또한 수행하고 있다.

표 4-5 | 일산선(대화-백석) 이용수요

역명	등급	역간거리	승차총승객수	하차총승객수
대화	보통역	0.0km	14,594명	11,569명
주엽	무배치간이역	1.4km	10,907명	11,010명
정발산	무배치간이역	1.6km	7,899명	7,988명
마두	무배치간이역	0.9km	8,892명	9,023명
백석	배치간이역	1.4km	11,137명	11,288명

〈자료〉 공공데이터포털(2024). 서울특별시_지하철 호선별 역별 승하차 인원 정보. <https://www.data.go.kr/data/15071921/fileData.do>. (접속일 2024.07.15.)

그림 4-3 | 중앙로 간선급행체계 구간 지하철 노선도



〈자료〉 고양연구원 작성

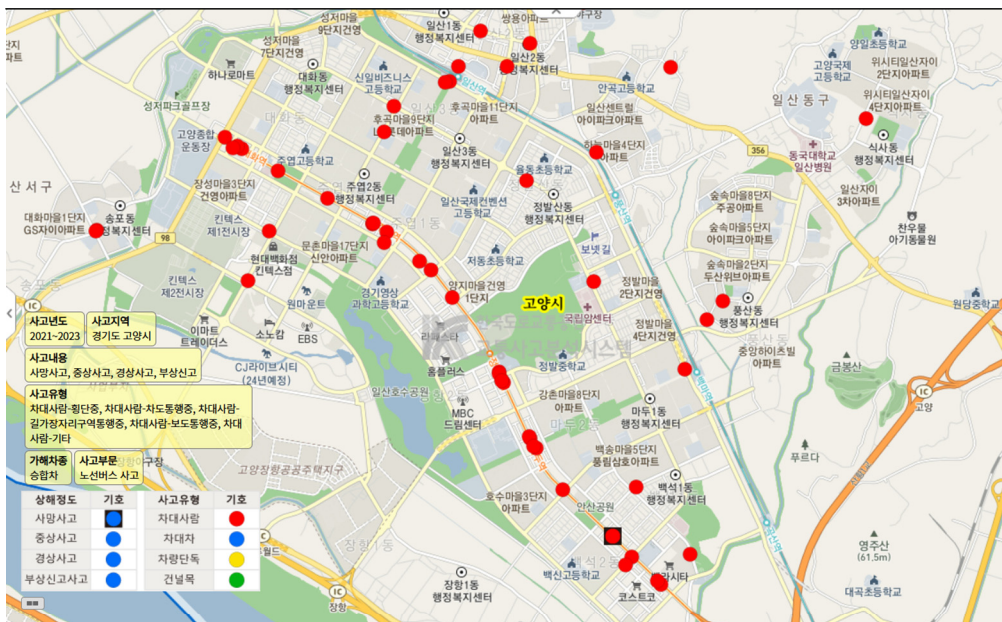
2. 중앙로 간선급행버스체계 안전사고 현황

[그림 4-4]는 2021년부터 2023년까지 고양시 일산동구와 일산서구에서 발생한 안전사고 중 보행자와 노선버스 간에 발생한 안전사고 지점을 한국도로교통공단에서 제공하는 교통사고 GIS 분석 시스템으로 나타난 것이다. 해당 조건에서 발생한 안전사고는 총 64건이며, 이중 약 34%에 해당하는 22건이 중앙로 간선급행버스체계 구간에서 발생한 것으로 나타난다.

중앙로 간선급행버스체계 구간에서 발생한 22건의 안전사고를 피해자의 부상 정도를 기준으로 분류할 경우 경상 10건, 중상 8건, 부상신고 3건, 사망 1건으로 조사된다. 한편 중앙로 구간 일산선 인근 정류장에서 발생한 안전사고는 대화역 3건, 주엽역(중) 3건, 마두역(중) 4건, 백석역(중) 1건으로 나타나며, 일산동구청(중) 정류장과 일산동부경찰서(중) 정류장이 정발산역 인근에 위치한 것을 고려했을 때 두 정류장에서 발생한 안전사고는 6건으로 나타난다. 즉 총 22건 중 17건의 안전사고가 일산선 인근의 정류장 인근에서 발생하는 것을 확인할 수 있다.

고양시 중앙로 BRT 중앙버스정류장 특성상 정류장 공간이 협소하여 승객의 승·하차 과정에서 안전사고가 발생하거나, 상대적으로 짧은 횡단보도를 무리하게 횡단하는 과정에서 안전사고가 발생하는 것으로 판단된다.

그림 4-4 | 고양시 일산신도시 보행자 대 노선버스 안전사고 현황(2021~2023)



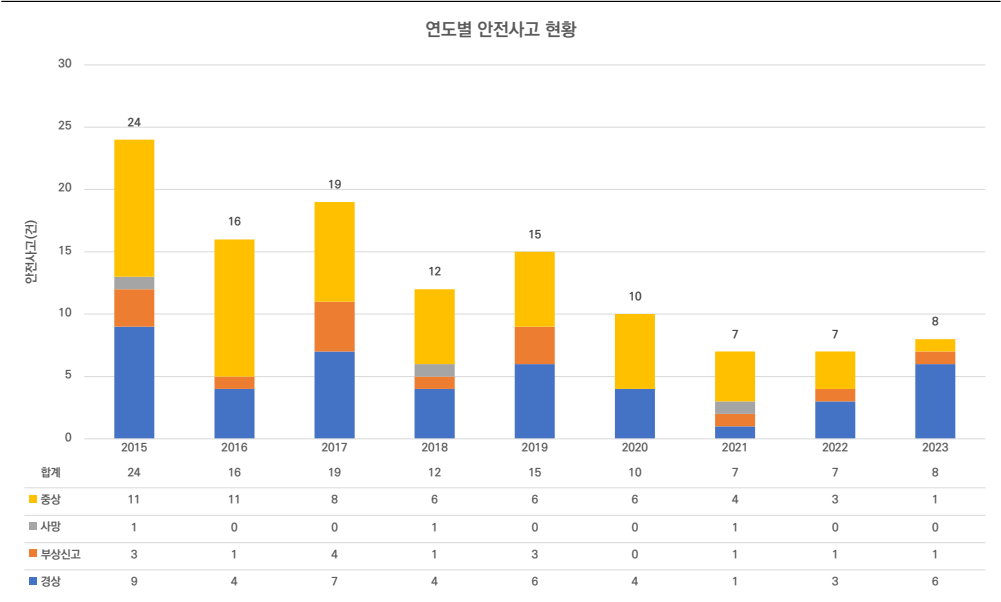
〈출처〉 도로교통공단, “교통사고 분석 시스템(TAAS)”, (<https://taas.koroad.or.kr>) (접속일 2024. 06. 11.)

[그림 4-5]는 2015년부터 2023년까지 중앙로 BRT 구간에서 발생한 보행자와 노선버스 간의 안전사고를 연도별로 피해자의 부상 정도를 함께 나타낸 것이다. 해당 기간동안 발생한 안전사고는 총 118건이다. 연도별 발생한 안전사고의 피해정도는 2015년 24건, 2016년 16건, 2017년 19건, 2018년 12건, 2019년 15건, 2020년 10건, 2021년 7건, 2022년 7건, 2023년 8건으로 나타나며 꾸준한 감소 추세에 있는 것으로 나타난다.

연도별 발생한 안전사고의 부상 정도별 구성비를 살펴보면, 2015년 총 24건 중 경상 37.5%, 부상신고 12.5%, 사망 4.2%, 중상 45.8%, 2016년 총 16건 중 경상 25.0%, 부상신고 6.3%, 중상 68.8%, 2017년 총 19건 중 경상 36.8%, 중상 21.1%, 중상 42.1%, 2018년 총 12건 중 경상 33.3%, 부상신고 8.3%, 사망 8.3%, 중상 50.0%, 2019년 총 15건 중 경상 40.0%, 부상신고 20.0%, 중상 40.0%, 2020년 총 10건 중 경상 40.0%, 중상 60.0%, 2021년 총 7건 중 경상 14.3%, 부상신고 14.3%, 사망 14.3%, 중상 57.1%, 2022년 총 7건 중 경상 42.9%, 부상신고 14.3%, 중상 42.9%, 2023년 총 8건 중 경상 75.0%, 부상신고 12.5%, 중상 12.5%로 나타난다.

분석 결과 중상 사고의 발생 건수는 전체 안전사고 발생 건수가 감소함에 따라 함께 감소하고 있지만, 그 구성비는 2023년(12,5%)을 제외할 경우 약 40.0~68.8%의 비중을 보이는 것으로 나타난다.

그림 4-5 | 중앙로 간선급행체계 구간 연도별 안전사고 현황



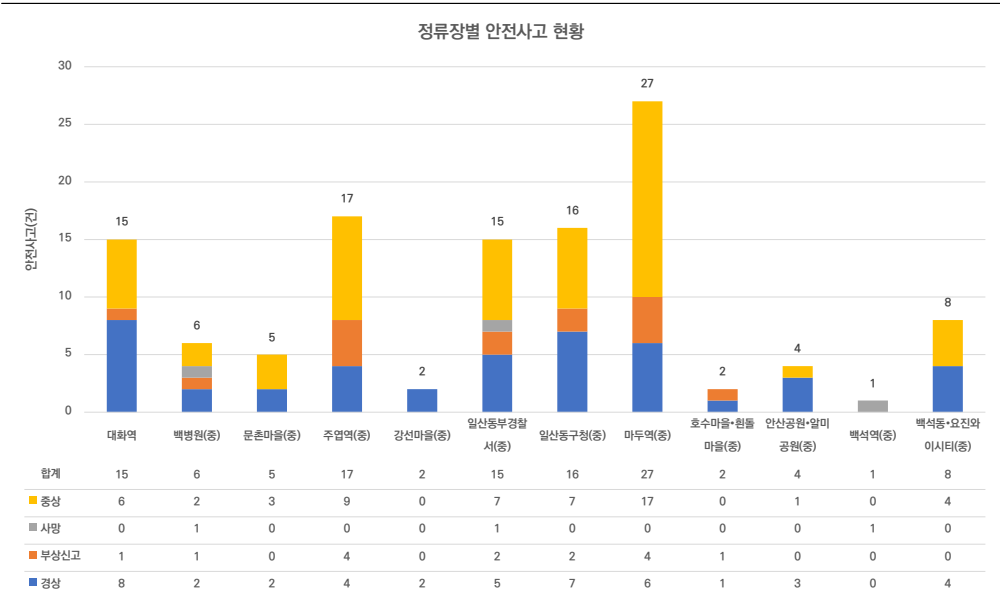
〈자료〉 고양연구원 작성

[그림 4-6]은 2015년부터 2023년까지 발생한 안전사고 발생 지점을 기준으로 정류장별 안전사고 현황을 피해자의 부상 정도와 함께 나타낸 것이다. 정류장별 발생한 안전사고는 대화역 15건, 백병원(중) 6건, 문촌마을(중) 5건, 주엽역(중) 17건, 강선마을(중) 2건, 일산동부경찰서(중) 15건, 일산동구청(중) 16건, 마두역(중) 27건, 호수마을·흰돌마을(중) 2건, 안산공원·알미공원(중) 4건, 백석역(중) 1건, 백석동·요진와이시티(중) 8건으로 나타난다.

분석의 범위가 되는 정류장 중 대화역, 주엽역(중), 일산동부경찰서(중), 일산동구청(중), 마두역(중) 정류장에서 발생하는 안전사고 건수가 상대적으로 높은 것을 확인할 수 있다. 이때 일산동부경찰서(중)과 일산동구청(중) 정류장은 일산선 정발산역 인근에 위치한 BRT 정류장임을 고려했을 때, 상대적으로 안전사고 발생 건수가 높은 정류장은 모두 일산선 출입구 인근에 위치한 정류장임을 확인할 수 있다.

해당 정류장별 발생한 안전사고의 부상 정도별 구성비를 살펴보면 대화역 총 15건 중 경상 53.3%, 부상신고 6.7%, 중상 40.0%, 주엽역(중) 총 17건 중 경상 23.5%, 부상신고 23.5%, 중상 52.9%, 일산동부경찰서(중) 총 15건 중 경상 33.3%, 부상신고 13.3%, 사망 6.7%, 중상 46.7%, 일산동구청(중) 총 16건 중 경상 43.8%, 부상신고 12.5%, 중상 43.8%, 마두역(중) 총 27건 중 경상 22.2%, 부상신고 14.8%, 중상 63.0%로 나타난다. 즉 일산선 인근의 BRT 정류장에서 발생하는 중상 사고는 약 40.0~63.0%의 비중을 보인다.

그림 4-6 | 중앙로 간선급행체계 구간 정류장별 안전사고 현황



〈자료〉 고양연구원 작성

제2절 대중교통 이용자 통행행태 분석

1. 분석 개요

1) 분석의 범위

고양시 BRT 구간의 대중교통 이용자 통행행태 분석을 위한 공간적 범위는 고양시 중앙로 버스전용차로의 대화역 ~ 백석역 구간을 대상으로 하며, 시간적 범위는 2024년 4월 1일부터 2024년 4월 7일까지로 설정하였다. 분석의 유형은 버스전용차로 내 정류장을 기준으로 '마을버스에 승차하는 경우(유형 A)', '타 수단에서 마을버스로 환승하는 경우(유형 B)', '마을버스 하차 후 타 수단으로 환승하는 경우(유형 C)'와 같이 세 가지 시나리오로 구분된다.

분석 지표로는 일별·노선별·정류장별·시간대별·기점 및 종점별 이용 인원과 환승 이전 수단별 통행량, 환승 수단별 통행량, 환승 소요 시간 및 거리 등으로 구성된다.

표 4-6 | 유형별 마을버스 통행 특성 분석 개념 및 지표

구분	유형 A	유형 B	유형 C
유형 특징	버스전용차로 내 정류장에서 마을버스를 승차	버스전용차로 내 정류장에서 타 대중교통수단 하차 후, 마을버스로 환승	버스전용차로 내 정류장에서 마을버스 하차 후, 타 대중교통수단으로 환승
분석 개념도			
분석 지표	<ul style="list-style-type: none"> 일별 승차인원 노선별 일평균 승차인원 노선별 평균 이동거리 시간대별 일평균 승차인원 정류장별 일평균 승차인원 정류장별·기종점별 일평균 통행량 	<ul style="list-style-type: none"> 일별 환승인원 노선별 일평균 환승인원 노선별 평균 이동거리 시간대별 일평균 환승인원 정류장별 일평균 환승인원 정류장별·기종점별 일평균 통행량 정류장별·환승 이전 수단별 통행량 	<ul style="list-style-type: none"> 일별 하차인원 노선별 일평균 하차인원 노선별 평균 이동거리 시간대별 일평균 하차인원 정류장별 일평균 하차인원 정류장별·기종점별 일평균 통행량 정류장별·환승 수단별 통행량

〈자료〉 고양연구원 작성

2) 분석 대상

[표 4-7]은 교통카드데이터 분석 대상이 되는 중앙로 BRT 구간 내 마을버스 노선 정보를 나타낸 것이다. 최초 분석 대상은 21개 노선, 총 인가대수 194대의 마을버스를 대상으로 하였으나, 2024년 5월부터 백마운수가 운영하는 010노선, 038노선, 039노선, 050노선, 087노선과 대덕운수가 운영하는 080노선, 081노선, 082노선, 089노선까지 총 9개 노선이 마을버스에서 시내버스로 형간전환 되어 분석 대상에서 제외하였다.

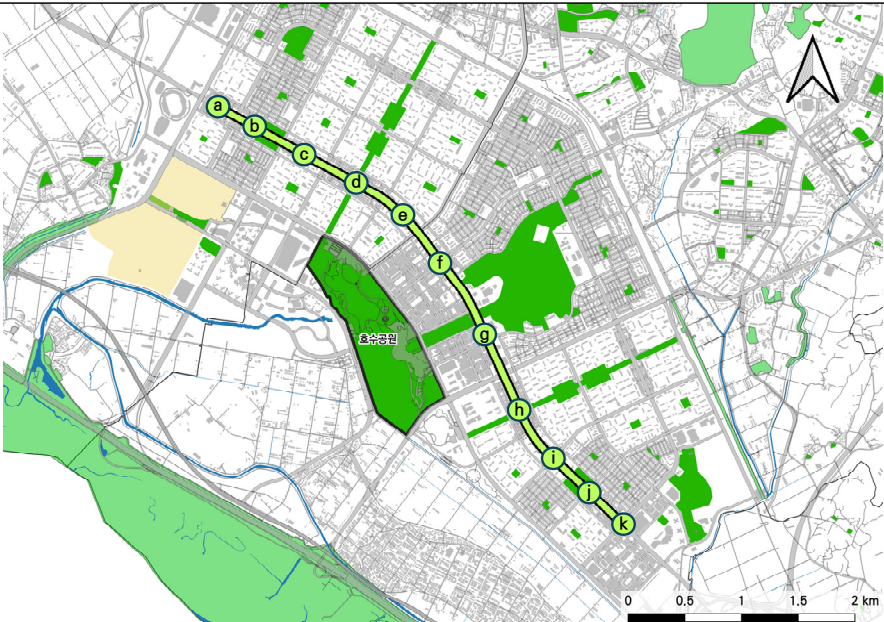
분석 대상 노선의 운행업체별 구성은 신일산운수 4개 노선, 대화교통 3개 노선, 부광운수 2개 노선, 신일산교통·관산운수·명보교통 각 1개 노선 순으로 나타난다. 구간 내 노선별 인가대수는 대화교통의 056노선과 신일산교통의 066노선이 각각 16대로 가장 높은 것으로 나타난다. [표 4-8]은 분석 대상이 되는 중앙로 BRT 구간 내 정류장 현황을 나타낸 것이다.

표 4-7 | 중앙로 간선급행버스 구간 마을버스 현황

No	노선번호	운행업체명	인가대수(대)	경유 정류장 수(양방향)	비고
1	[056]	대화교통	16	11	
2	[057]	대화교통	11	14	
3	[059]	관산운수	1	2	• 주말 미운행 • 대화역만 경유
4	[062]	대화교통	8	2	• 대화역만 경유
5	[066]	신일산교통	16	10	
6	[068]	신일산운수	2	7	
7	[070]	부광운수	6	1	• 마두역(중)만 경유
8	[074]	명보교통	6	1	• 주업역(중)만 경유
9	[078]	부광운수	12	8	
10	[090]	신일산운수	13	10	
11	[091A]	신일산운수	4	4	
12	[091B]	신일산운수	6	8	
13	[010]	백마운수	11	-	• 2024년 5월 기준 마을버스에서 시내버스로 형간전환 됨에 따라 분석 대상에서 제외
14	[038]	백마운수	8	-	
15	[039]	백마운수	11	-	
16	[050]	백마운수	2	-	
17	[080]	대덕운수	14	-	
18	[081]	대덕운수	20	-	
19	[082]	대덕운수	20	-	
20	[087]	백마운수	3	-	
21	[089]	대덕운수	4	-	

〈자료〉 고양연구원 작성

표 4-8 | 중앙로 간선급행버스 구간 정류장 현황



No	정류장 ID	정류장명	방향	경유 노선 수	정류장 위치
1	4106836	대화역	-	6	a
2	4106837	대화역	백석역	6	a
3	4110876	백병원(중)	대화역	3	b
4	4106840	백병원(중)	백석역	3	b
5	4110878	문촌마을(중)	대화역	4	c
6	4106851	문촌마을(중)	백석역	4	c
7	4110806	주업역(중)	대화역	6	d
8	4106852	주업역(중)	백석역	5	d
9	4110808	강선마을(중)	대화역	4	e
10	4110807	강선마을(중)	백석역	4	e
11	4110879	일산동부경찰서(중)	대화역	4	f
12	4110880	일산동부경찰서(중)	백석역	4	f
13	4110809	일산동구청(중)	대화역	4	g
14	4106859	일산동구청(중)	백석역	4	g
15	4106822	마두역(중)	대화역	6	h
16	4106821	마두역(중)	백석역	4	h
17	4196166	호수마을(중)	백석역	2	i
18	4196167	흰돌마을(중)	대화역	2	i
19	4106817	안산공원(중)	대화역	2	j
20	4196168	알미공원(중)	백석역	1	j
21	4106818	백석역(중)	-	1	k

(자료) 고양연구원 작성

2. 분석 결과

1) 유형 A

분석 유형 A는 버스전용차로 내 정류장에서 최초 이동수단으로 마을버스를 승차하는 경우를 의미하며, 마을버스를 탑승하여 환승 없이 목적지까지 가는 통행과 마을버스 탑승 후 목적지 전에 최소 1회 이상의 환승이 발생하는 통행에 대하여 분석을 수행한다.

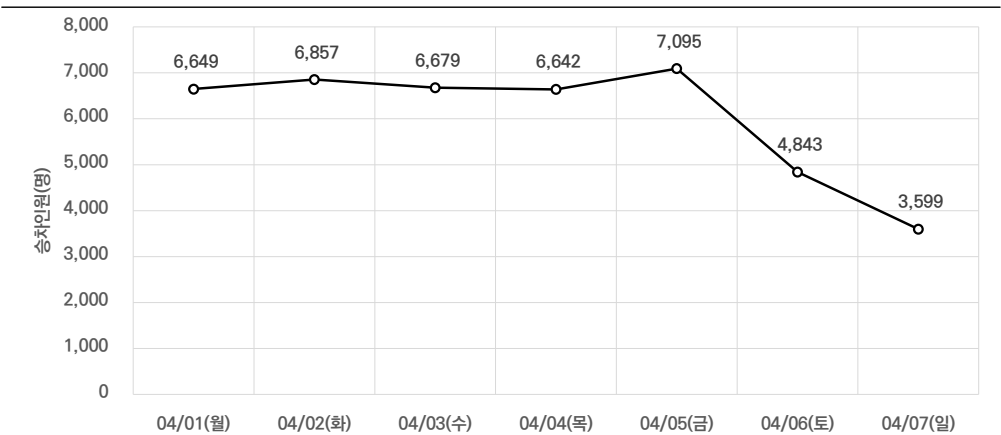
주요 분석 지표는 일별 승차인원, 노선별 일평균 승차인원, 노선별 평균 이동거리, 시간대별 일평균 승차인원, 정류장별 일평균 승차인원, 정류장별·기종점별 일평균 승차인원 총 6개 지표로 구성된다.

(1) 일별 승차인원

[그림 4-7]은 분석 유형 A의 2024년 4월 1일부터 4월 7일까지 일주일 동안의 일별 승차인원 분석 결과를 나타낸 것이다. 분석 결과 평일 일별 승차인원의 평균은 약 6,784명, 주말 일별 승차인원의 평균은 약 4,221명으로 주말 대비 평일의 일별 승차인원이 평균 약 2,563명 많은 것으로 분석된다.

평일 일별 승차인원은 금요일에 7,095명으로 가장 많은 승차인원이 발생하는 것으로 나타나며, 화요일 6,857명, 수요일 6,679명, 월요일 6,649명, 목요일 6,642명 순으로 나타난다. 주말 일별 승차인원은 토요일 4,843명, 일요일 3,599명으로 일요일보다 토요일의 승차인원이 1,244명 많은 것으로 나타난다.

그림 4-7 | 일별 승차인원



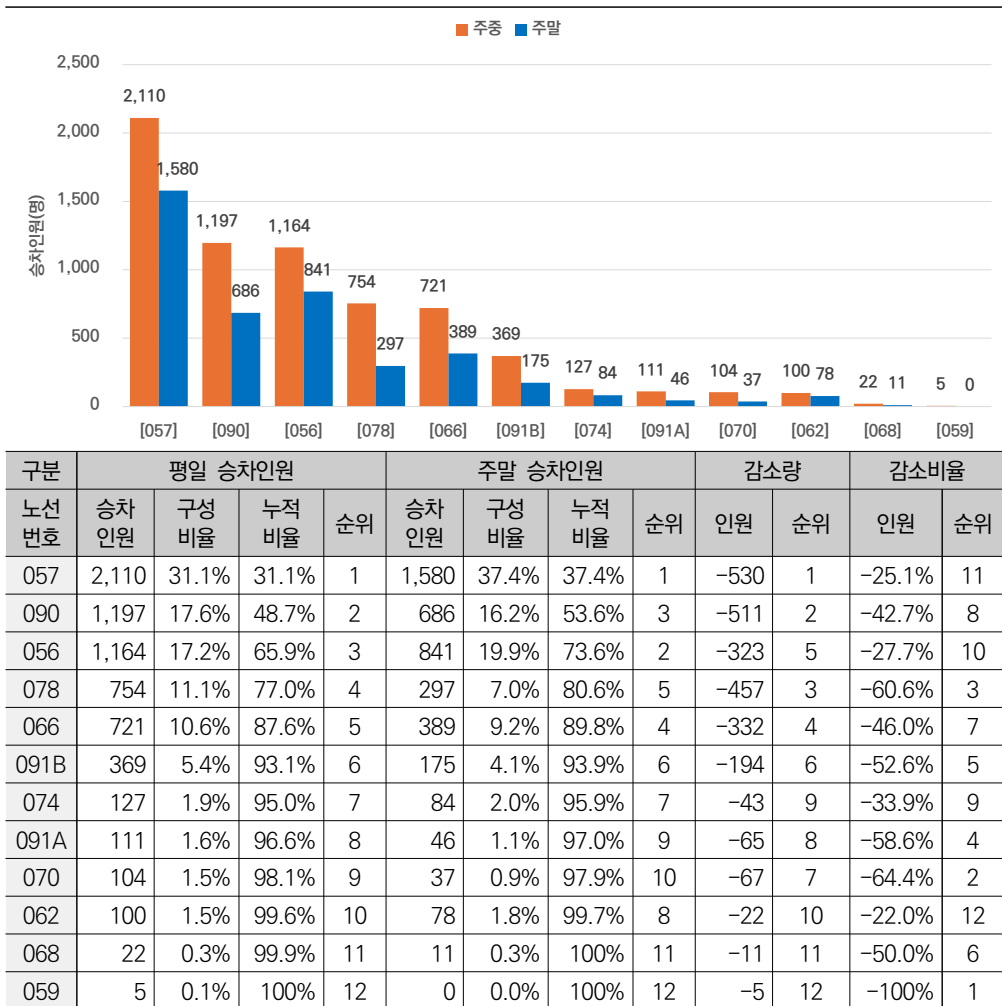
〈자료〉 고양연구원 작성

(2) 노선별 일평균 승차인원

[표 4-9]는 분석 유형 A의 노선별 일평균 승차인원 분석 결과를 나타낸 것이다. 분석 결과 일평균 승차인원은 평일과 주말 모두 대화교통의 057노선이 평일 2,110명(31.1%), 주말 1,580명(37.4%)으로 가장 높게 나타난다. 이때 구간 내 전체 승차인원의 약 95%가 1순위부터 7순위까지 노선에 집중되는 것으로 나타난다.

한편 분석 대상인 12개 노선 모두 평일 대비 주말에 일평균 승차인원이 감소하며, 감소량이 가장 큰 노선은 대화교통의 057노선(530명)으로 나타난다. 감소량이 300명 이상인 노선 중 감소비율이 가장 높은 노선은 부광운수의 078노선(60.6%)으로 나타난다.

표 4-9 | 노선별 일평균 승차인원

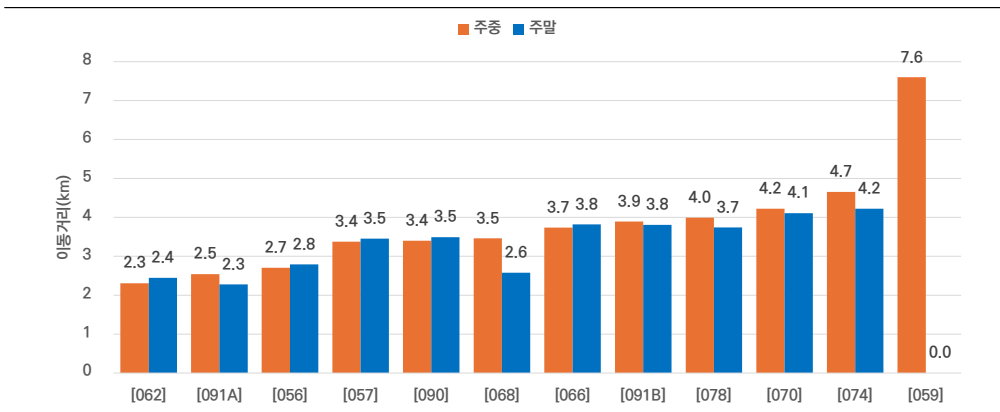


〈자료〉 고양연구원 작성

(3) 노선별 평균 이동거리

[그림 4-8]은 분석 유형 A의 노선별 평균 이동거리 분석 결과를 나타낸 것이다. 분석 결과 평일에는 대화교통의 062노선(2.3km)이 가장 짧고 관산운수의 059노선(7.6km)이 가장 긴 것으로 나타난다. 주말 노선별 평균 이동거리는 순위는 신일산운수의 068노선과 주말에 운행하지 않는 관산운수의 059노선을 제외하면 대부분 평일과 유사하게 나타난다.

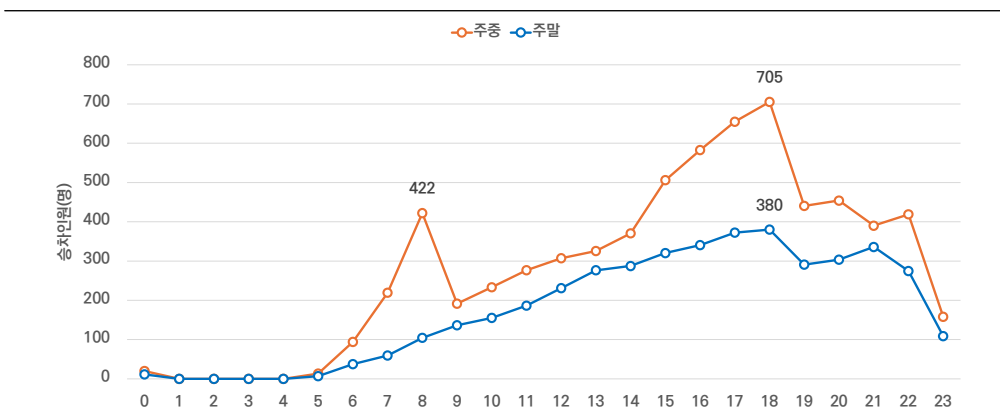
그림 4-8 | 노선별 평균 이동거리



(4) 시간대별 일평균 승차인원

[그림 4-9]는 분석 유형 A의 시간대별 일평균 승차인원 분석 결과를 나타낸 것이다. 분석 결과 평일에는 오전 8시와 오후 6시에 집중되어 있으며, 주말에는 오후 4시부터 9시까지 오전 대비 높은 승차인원을 유지하는 것으로 나타난다.

그림 4-9 | 시간대별 일평균 승차인원



(5) 정류장별 일평균 승차인원

[표 4-10]은 분석 유형 A의 정류장별 일평균 승차인원 분석 결과를 평일과 주말 정류장별 일평균 승차인원 순위를 기준으로 나열한 것이다. 분석 결과 평일에는 주엽역(대화 방면) 1,123명, 대화역 1,018명, 일산동구청(대화 방면) 915명, 마두역(대화 방면) 597명, 대화역(백석 방면)과 일산동부경찰서(대화 방면) 461명, 주엽역(백석 방면) 416명 순으로 높게 나타나며, 주말에는 일산동구청(대화 방면) 724명, 주엽역(대화 방면) 697명, 대화역 649명, 일산동부경찰서(대화 방면) 362명 순으로 높게 나타난다.

표 4-10 | 정류장별 일평균 승차인원

평일				주말			
No	정류장명	방면	일평균 승차인원 (명)	No	정류장명	방면	일평균 승차인원 (명)
1	주엽역(중)	대화	1,123	1	일산동구청(중)	대화	724
2	대화역	-	1,018	2	주엽역(중)	대화	697
3	일산동구청(중)	대화	915	3	대화역	-	649
4	마두역(중)	대화	597	4	일산동부경찰서(중)	대화	362
5	대화역	백석	461	5	대화역	백석	292
6	일산동부경찰서(중)	대화	461	6	주엽역(중)	백석	260
7	주엽역(중)	백석	416	7	마두역(중)	대화	254
8	강선마을(중)	대화	285	8	강선마을(중)	대화	180
9	문촌마을(중)	대화	255	9	문촌마을(중)	대화	158
10	문촌마을(중)	백석	232	10	문촌마을(중)	백석	141
11	백병원(중)	대화	217	11	강선마을(중)	백석	110
12	강선마을(중)	백석	201	12	백병원(중)	대화	100
13	백병원(중)	백석	186	13	백병원(중)	백석	88
14	일산동부경찰서(중)	백석	109	14	일산동부경찰서(중)	백석	74
15	마두역(중)	백석	101	15	마두역(중)	백석	49
16	일산동구청(중)	백석	87	16	일산동구청(중)	백석	47
17	안산공원(중)	대화	77	17	안산공원(중)	대화	28
18	흰돌마을(중)	대화	36	18	흰돌마을(중)	대화	13
19	호수마을(중)	백석	4	19	호수마을(중)	백석	1
20	백석역(중)	-	3	20	백석역(중)	-	1

〈자료〉 고양연구원 작성

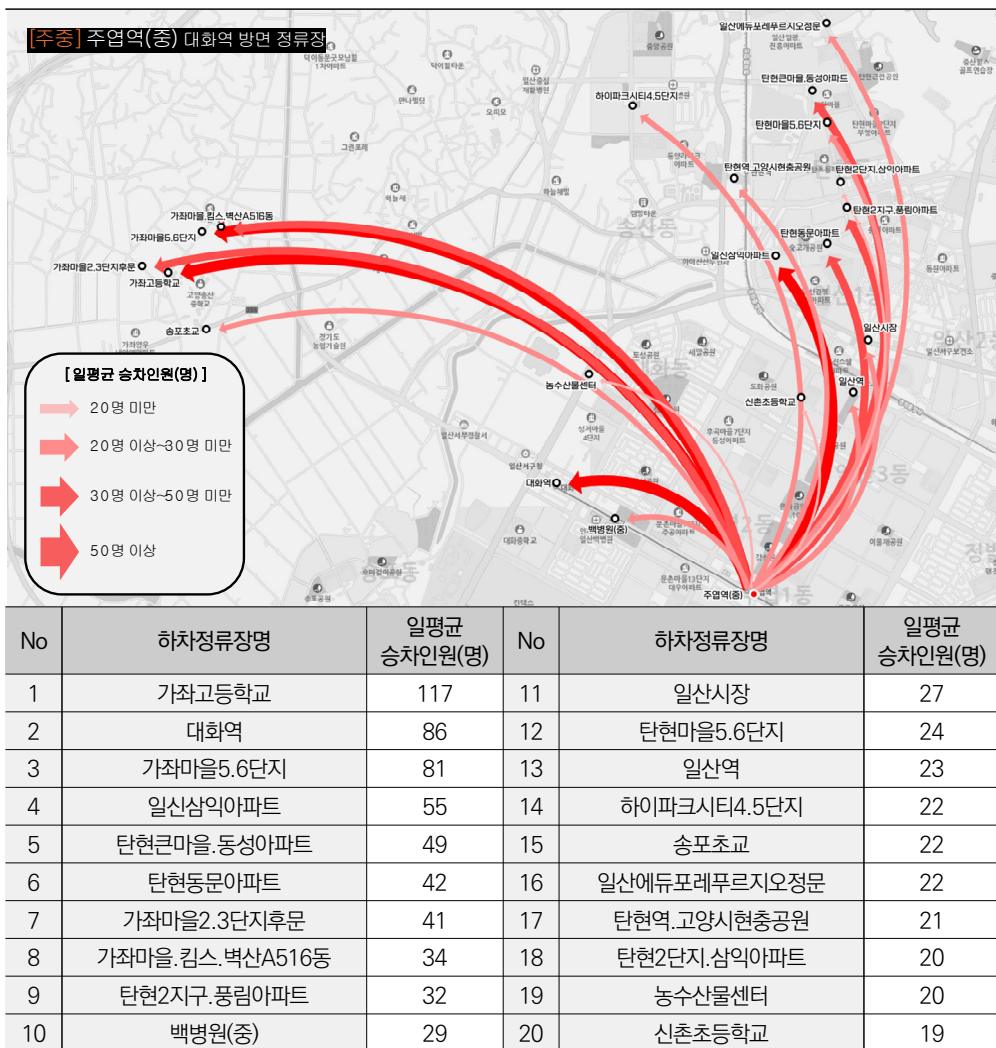
(6) 정류장별 · 기종점별 일평균 승차인원

정류장별 · 기종점별 일평균 승차인원 분석 결과는 정류장별 일평균 승차인원이 300명 이상인 승차정류장을 대상으로 승차인원 기준 상위 20개 하차정류장을 나열하였다.

① 평일 주엽역(중) 대화역 방면 정류장

평일 주엽역(중) 대화역 방면 정류장에서 승차하는 승객이 주로 하차하는 곳은 가좌고등학교 교 117명, 대화역 86명, 가좌마을 5,6단지 81명 순으로 나타난다.

표 4-11 | 평일 주엽역(중) 대화역 방면 정류장 · 기종점별 일평균 승차인원

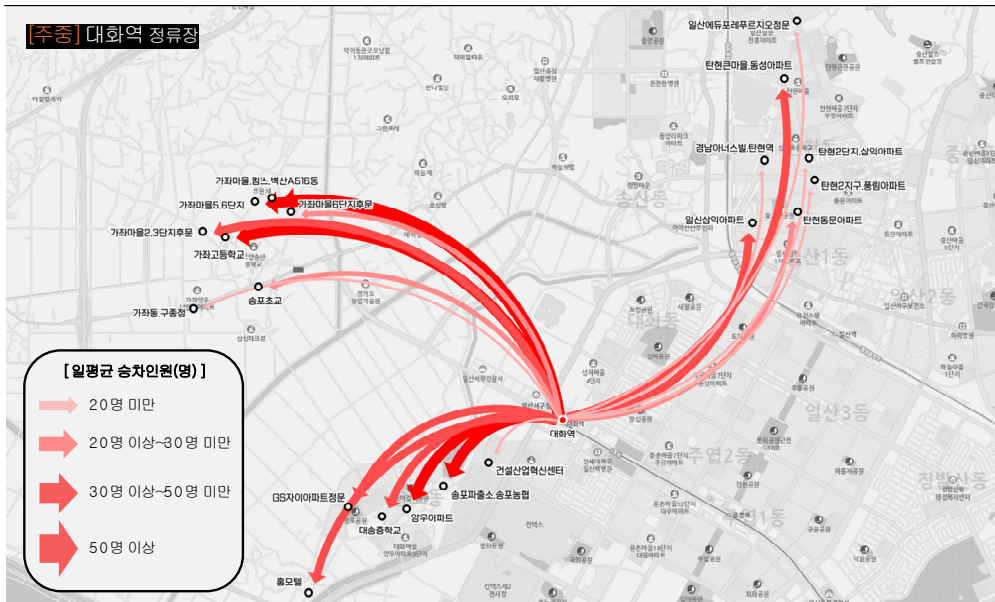


(자료) 고양연구원 작성

② 평일 대화역 정류장

평일 대화역 정류장에서 승차하는 승객이 주로 하차하는 곳은 송포파출소·송포농협 107명, 가좌고등학교 104명, 가좌마을 5,6단지 85명 순으로 나타난다.

표 4-12 | 평일 대화역 정류장·기종점별 일평균 승차인원



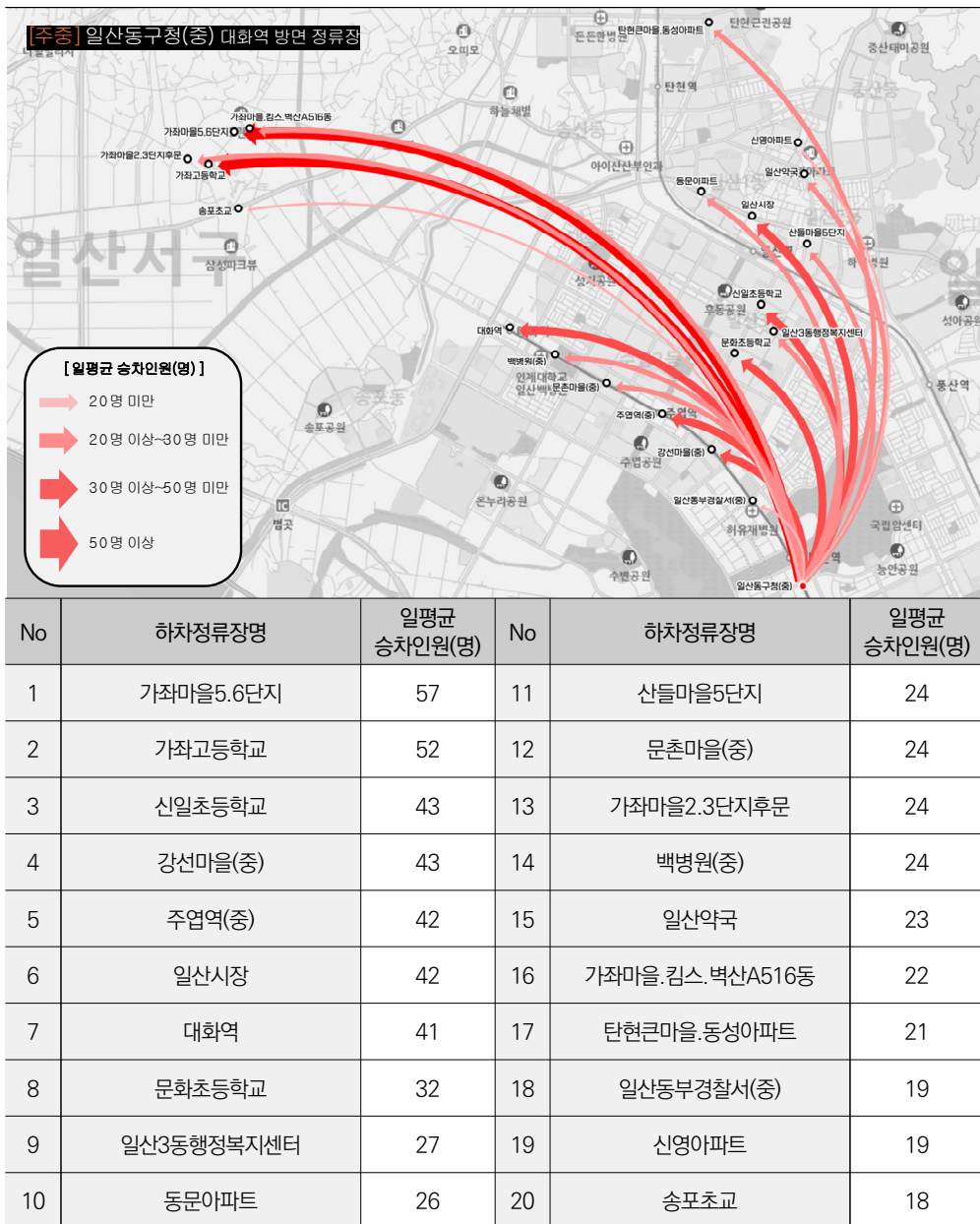
No	하차정류장명	일평균 승차인원(명)	No	하차정류장명	일평균 승차인원(명)
1	송포파출소.송포농협	107	11	탄현큰마을.동성아파트	32
2	가좌고등학교	104	12	탄현동문아파트	29
3	가좌마을5.6단지	85	13	송포초교	26
4	가좌마을.킴스.벽산A516동	58	14	가좌마을6단지후문	25
5	양우아파트	54	15	탄현2지구.풍림아파트	20
6	가좌마을2.3단지후문	43	16	가좌동.구종점	18
7	홈호텔	43	17	일산에듀포레푸르지오정문	18
8	대송중학교	39	18	경남아너스빌.탄현역	14
9	일산삼익아파트	39	19	건설산업혁신센터	14
10	GS자이아파트정문	35	20	탄현2단지.삼익아파트	13

〈자료〉 고양연구원 작성

③ 평일 일산동구청(중) 대화역 방면 정류장

평일 일산동구청(중) 대화역 방면 정류장에서 승차하는 승객이 주로 하차하는 곳은 가좌마을 5,6단지 57명, 가좌고등학교 52명, 신일초등학교 43명으로 나타난다.

표 4-13 | 평일 일산동구청(중) 대화역 방면 정류장 · 기종점별 일평균 승차인원

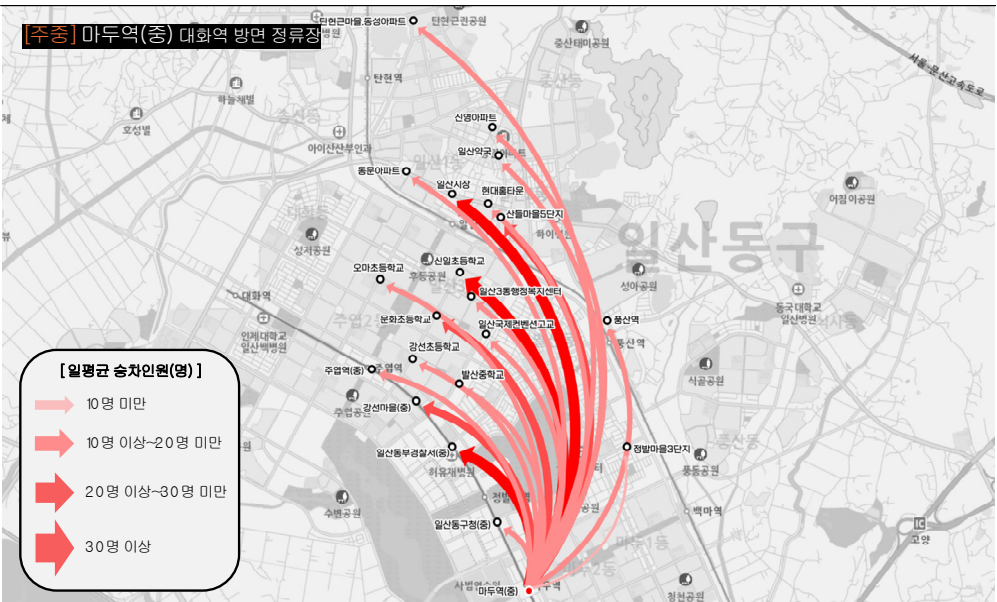


(자료) 고양연구원 작성

④ 평일 마두역(중) 대화역 방면 정류장

평일 마두역(중) 대화역 방면 정류장에서 승차하는 승객이 주로 하차하는 곳은 일산시장 31명, 일산동부경찰서 31명, 신일초등학교 31명 순으로 나타난다.

표 4-14 | 평일 마두역(중) 대화역 방면 정류장 · 기종점별 일평균 승차인원



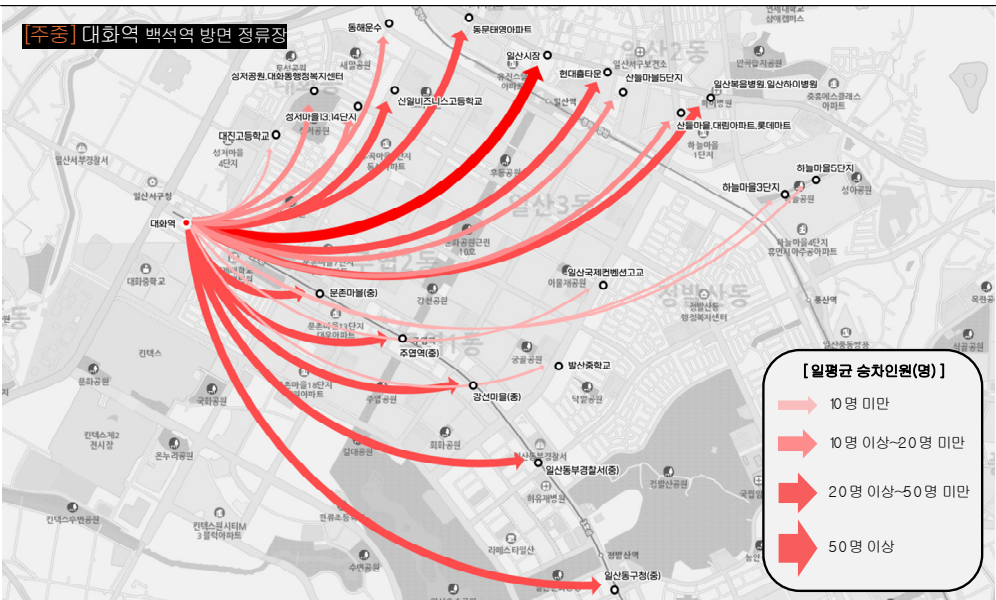
No	하차정류장명	일평균 승차인원(명)	No	하차정류장명	일평균 승차인원(명)
1	일산시장	31	11	일산국제컨벤션고교	17
2	일산동부경찰서(중)	31	12	신영아파트	16
3	신일초등학교	31	13	현대홈타운	16
4	강선마을(중)	26	14	일산3동행정복지센터	16
5	문화초등학교	23	15	풍산역	16
6	산들마을5단지	22	16	동문아파트	12
7	일산동구청(중)	20	17	발산중학교	11
8	일산약국	19	18	주엽역(중)	11
9	탄현큰마을.동성아파트	17	19	오마초등학교	10
10	강선초등학교	17	20	정발마을3단지	10

〈자료〉 고양연구원 작성

⑤ 평일 대화역 백석역 방면 정류장

평일 대화역 백석역 방면 정류장에서 승차하는 승객이 주로 하차하는 곳은 일산시장 61명, 주엽역(중) 48명, 일산동부경찰서(중) 27명 순으로 나타난다.

표 4-15 | 평일 대화역 백석역 방면 정류장 · 기종점별 일평균 승차인원



No	하차정류장명	일평균 승차인원(명)	No	하차정류장명	일평균 승차인원(명)
1	일산시장	61	11	산들마을.대림아파트.롯데마트	18
2	주엽역(중)	48	12	성저공원.대화동행정복지센터	17
3	일산동부경찰서(중)	27	13	동해운수	12
4	신일비즈니스고등학교	26	14	성저마을13.14단지	12
5	문촌마을(중)	25	15	산들마을5단지	11
6	동문태영아파트	23	16	발산중학교	8
7	일산복음병원.일산하이병원	23	17	대진고등학교	7
8	현대홈타운	23	18	하늘마을3단지	7
9	강선마을(중)	20	19	하늘마을5단지	7
10	일산동구청(중)	20	20	일산국제컨벤션고교	6

[자료] 고양연구원 작성

⑥ 평일 일산동부경찰서(중) 대화역 방면 정류장

평일 일산동부경찰서(중) 정류장에서 승차하는 승객이 주로 하차하는 곳은 대화역 36명, 신일초등학교 26명, 주업역(중) 25명 순으로 나타난다.

표 4-16 | 평일 일산동부경찰서(중) 대화역 방면 정류장 · 기종점별 일평균 승차인원

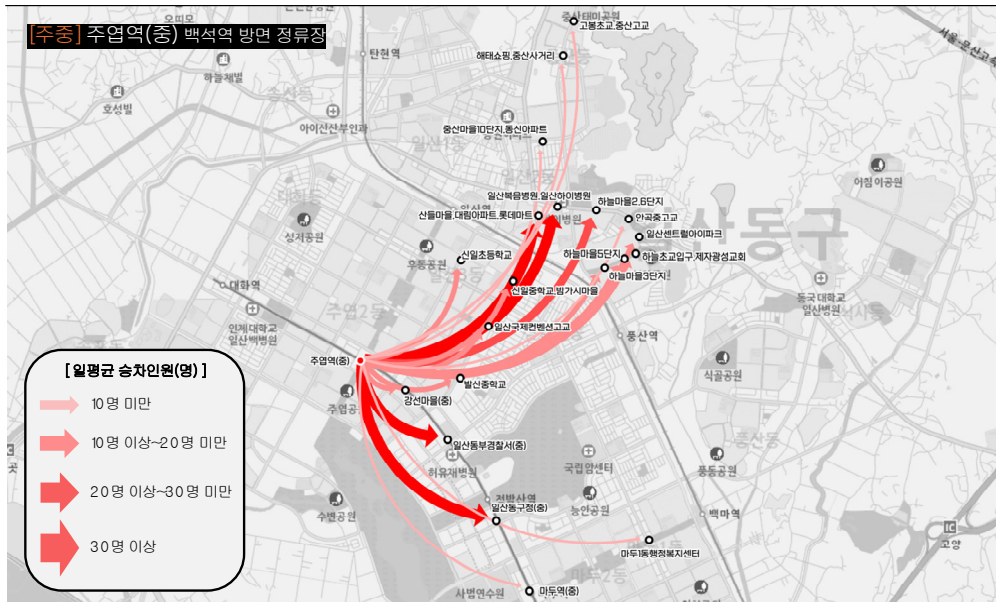


〈자료〉 고양연구원 작성

⑦ 평일 주업역(중) 백석역 방면 정류장

평일 주업역(중) 백석역 방면 정류장에서 승차하는 승객이 주로 하차하는 곳은 일산동부경찰서(중) 45명, 일산동구청(중) 43명, 산들마을·대림아파트·롯데마트 39명 순으로 나타난다.

표 4-17 | 평일 주업역(중) 백석역 방면 정류장 · 기종점별 일평균 승차인원



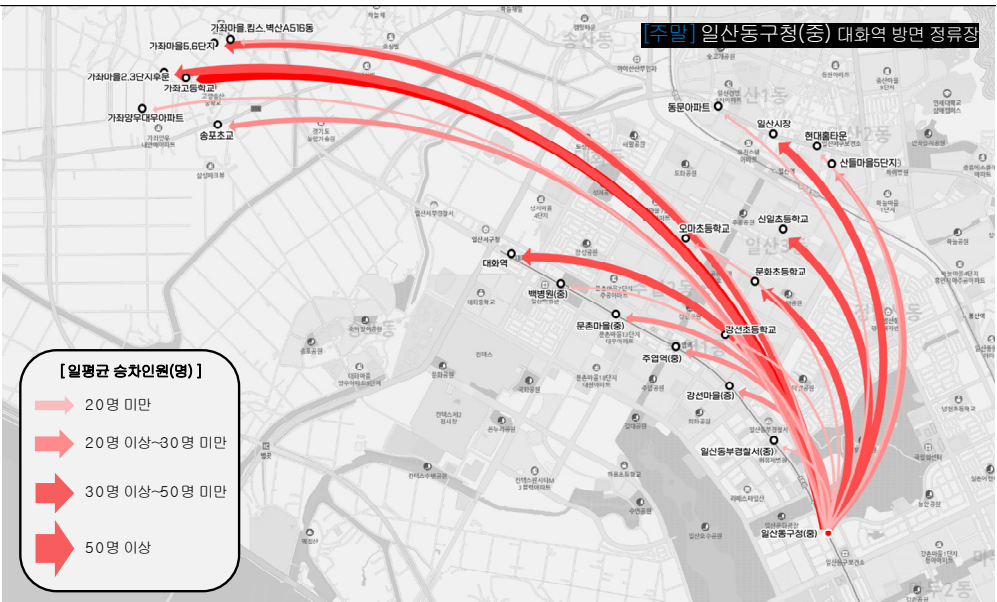
No	하차정류장명	일평균 승차인원(명)	No	하차정류장명	일평균 승차인원(명)
1	일산동부경찰서(중)	45	11	하늘마을3단지	13
2	일산동구청(중)	43	12	신일초등학교	12
3	산들마을.대림아파트.롯데마트	39	13	발산중학교	12
4	일산복음병원.일산하이병원	37	14	하늘초교입구.제자광성교회	11
5	하늘마을2.6단지	22	15	안곡중고교	10
6	신일중학교.밤가시마을	17	16	해태쇼핑.중산사거리	8
7	일산국제컨벤션고교	16	17	중산마을10단지.동신아파트	8
8	하늘마을5단지	15	18	고봉초교.중산고교	7
9	강선마을(중)	13	19	마두역(중)	6
10	일산센트럴아이파크	13	20	마두1동행정복지센터	6

〈자료〉 고양연구원 작성

⑧ 주말 일산동구청(중) 대화역 방면 정류장

주말 일산동구청(중) 대화역 방면 정류장에서 승차하는 승객이 주로 하차하는 곳은 가좌고등학교 60명, 가좌마을 5,6단지 50명, 대화역 50명 순으로 나타난다.

표 4-18 | 주말 일산동구청(중) 대화역 방면 정류장 · 기종점별 일평균 승차인원



No	하차정류장명	일평균 승차인원(명)	No	하차정류장명	일평균 승차인원(명)
1	가좌고등학교	60	11	송포초교	22
2	가좌마을5.6단지	50	12	강선마을(중)	22
3	대화역	50	13	백병원(중)	19
4	신일초등학교	44	14	가좌마을.김스.벽산A516동	18
5	문화초등학교	39	15	동문아파트	16
6	일산시장	38	16	일산동부경찰서(중)	13
7	가좌마을2.3단지후문	35	17	가좌양우대우아파트	13
8	문촌마을(중)	28	18	현대홈타운	12
9	주엽역(중)	28	19	강선초등학교	11
10	산들마을5단지	24	20	오마초등학교	10

〈자료〉 고양연구원 작성

⑨ 주말 주업역(중) 대화역 방면 정류장

주말 주업역(중) 대화역 방면 정류장에서 승차하는 승객이 주로 하차하는 곳은 대화역 62명, 가좌고등학교 62명, 가좌마을 5,6단지 50명 순으로 나타난다.

표 4-19 | 주말 주업역(중) 대화역 방면 정류장 · 기종점별 일평균 승차인원



〈자료〉 고양연구원 작성

⑩ 주말 대화역 정류장

주말 대화역 정류장에서 승차하는 승객이 주로 하차하는 곳은 가좌고등학교 75명, 가좌마을 5,6단지 65명, 송포파출소·송포농협 59명 순으로 나타난다.

표 4-20 | 주말 대화역 정류장·기종점별 일평균 승차인원

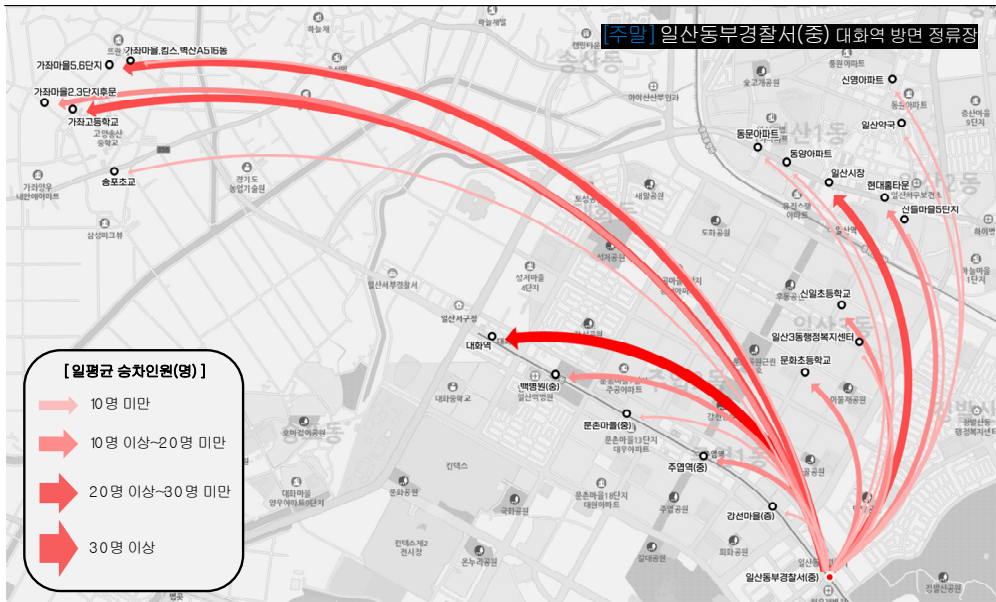


〈자료〉 고양연구원 작성

⑪ 주말 일산동부경찰서(중) 대화역 방면 정류장

주말 일산동부경찰서(중) 대화역 방면 정류장에서 승차하는 승객이 주로 하차하는 곳은 대화역 34명, 가좌마을 5.6단지 25명, 가좌고등학교 24명 순으로 나타난다.

표 4-21 | 주말 일산동부경찰서(중) 대화역 방면 정류장 · 기종점별 일평균 승차인원



No	하차정류장명	일평균 승차인원(명)	No	하차정류장명	일평균 승차인원(명)
1	대화역	34	11	산들마을5단지	10
2	가좌마을5.6단지	25	12	강선마을(중)	10
3	가좌고등학교	24	13	일산3동행정복지센터	9
4	일산시장	22	14	송포초교	8
5	신일초등학교	19	15	일산악국	8
6	문화초등학교	16	16	문촌마을(중)	8
7	가좌마을2.3단지후문	14	17	동양아파트	8
8	주엽역(중)	13	18	동문아파트	8
9	백병원(중)	12	19	가좌마을.김스.백산A516동	6
10	현대홈타운	11	20	신영아파트	6

〈자료〉 고양연구원 작성

2) 유형 B

분석 유형 B는 버스전용차로 내 정류장에서 타 대중교통수단에서 하차하여 마을버스로 환승하는 경우를 의미하며, 목적지까지 최소 1회 이상의 환승이 발생하는 통행에 대하여 분석을 수행한다.

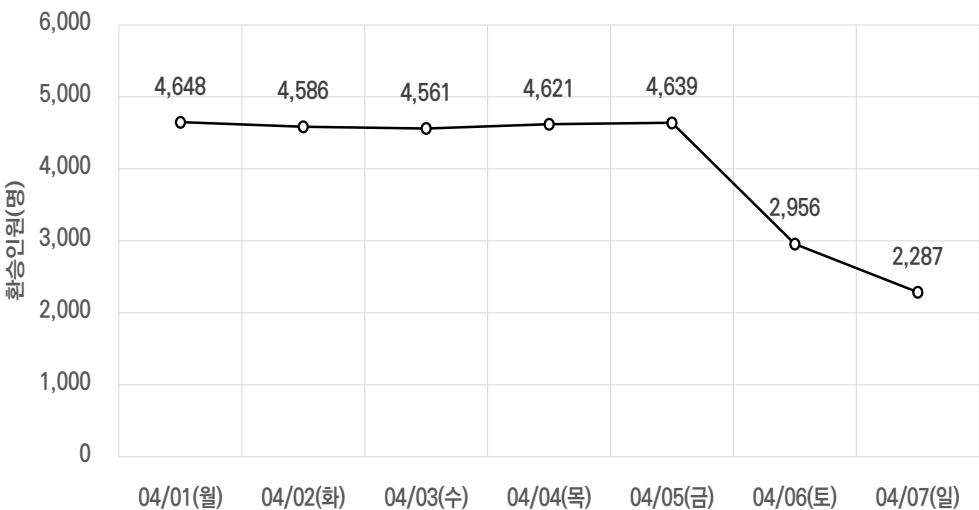
주요 분석 지표는 일별 환승인원, 노선별 일평균 환승인원, 노선별 평균 이동거리, 시간대별 일평균 환승인원, 정류장별 일평균 환승인원, 정류장별·기종점별 일평균 환승인원, 정류장별·환승 이전 수단별 통행량 총 7개 지표로 구성된다.

(1) 일별 환승인원

[그림 4-10]은 분석 유형 B의 2024년 4월 1일부터 4월 7일까지 일주일 동안의 일별 환승인원 분석 결과를 나타낸 것이다. 분석 결과 평일 일별 환승인원의 평균은 약 4,611명, 주말 일별 환승인원의 평균은 약 2,622명으로 주말 대비 평일의 일별 환승인원이 평균 약 1,989명 많은 것으로 분석된다.

평일 일별 환승인원은 월요일에 4,648명으로 가장 많은 환승인원이 발생하는 것으로 나타나며, 금요일 4,639명, 목요일 4,621명, 화요일 4,586명, 수요일 4,561명 순으로 나타난다. 주말 일별 환승인원은 토요일 2,956명, 일요일 2,287명으로 일요일보다 토요일의 환승인원이 669명 많은 것으로 나타난다.

그림 4-10 | 일별 환승인원



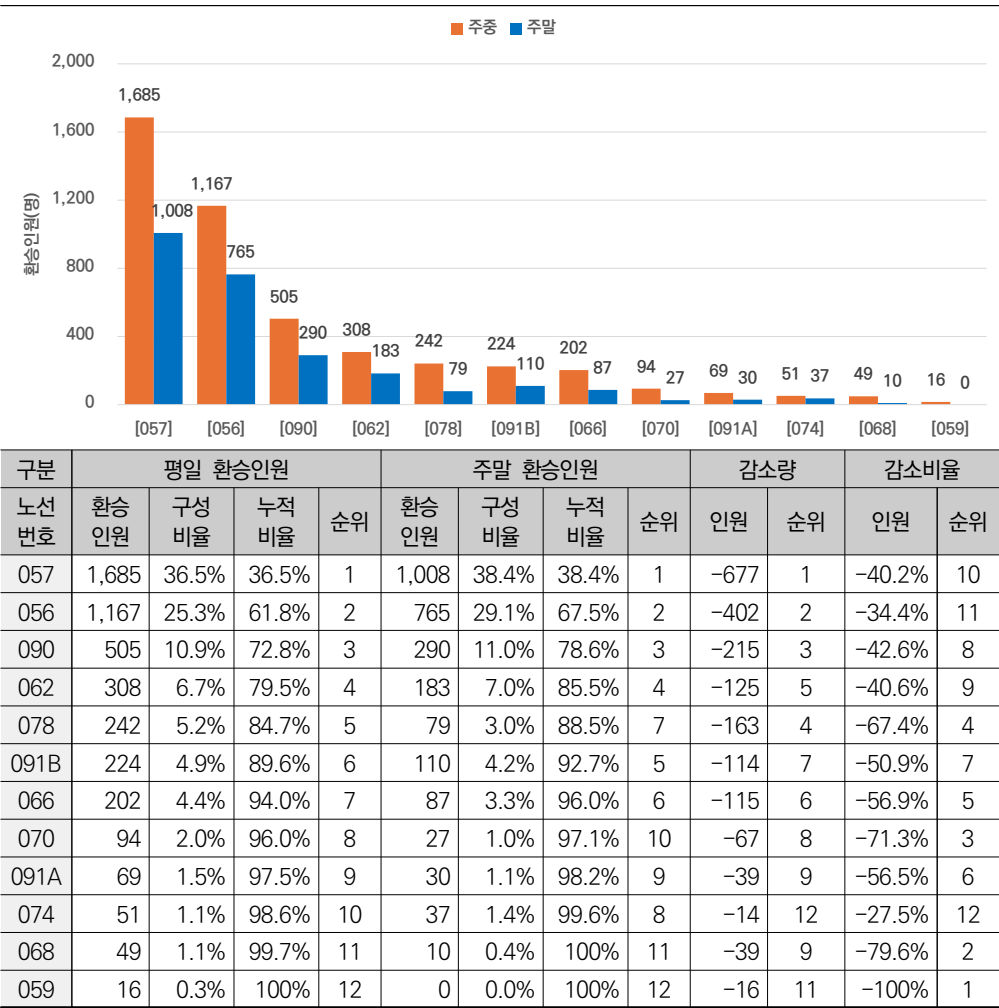
〈자료〉 고양연구원 작성

(2) 노선별 일평균 환승인원

[표 4-22]는 분석 유형 B의 노선별 일평균 환승인원 분석 결과를 나타낸 것이다. 분석 결과 일평균 환승인원은 평일과 주말 모두 대화교통의 057노선이 평일 1,685명(36.5%), 주말 1,008명(38.4%)으로 가장 높게 나타난다. 이때 구간 내 전체 환승인원의 약 95%가 1순위부터 7순위까지 노선에 집중되는 것으로 나타난다.

한편 분석 대상인 12개 노선 모두 평일 대비 주말에 일평균 환승인원이 감소하며, 감소량이 가장 큰 노선은 대화교통의 057노선(677명)으로 나타난다. 평일 환승인원이 300명 이상인 노선 중 감소비율이 가장 높은 노선은 신일산운수의 090노선(42.6%)으로 나타난다.

표 4-22 | 노선별 일평균 환승인원

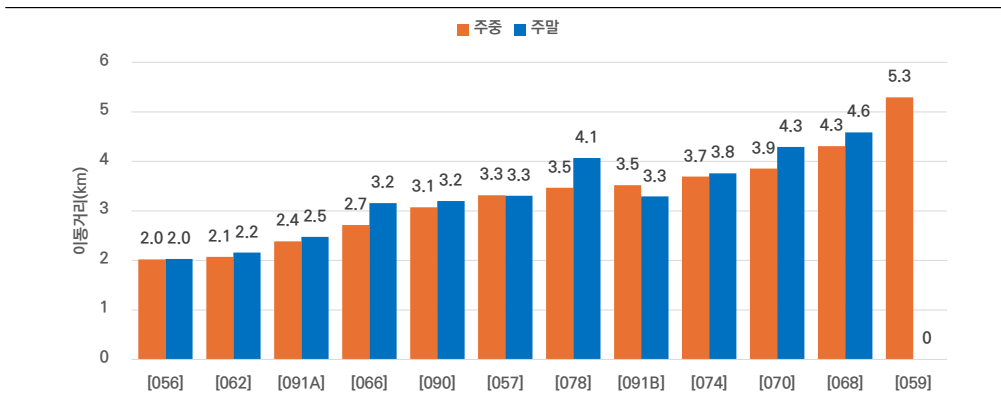


〈자료〉 고양연구원 작성

(3) 노선별 평균 이동거리

[그림 4-11]은 분석 유형 B의 노선별 평균 이동거리 분석 결과를 나타낸 것이다. 분석 결과 평일에는 대화교통의 056노선(2.0km)이 가장 짧고 관산운수의 059노선(5.3km)이 가장 긴 것으로 나타난다. 주말 노선별 평균 이동거리는 순위는 부광운수의 078노선과말에 운행하지 않는 관산운수의 059노선을 제외하면 대부분 평일과 유사하게 나타난다.

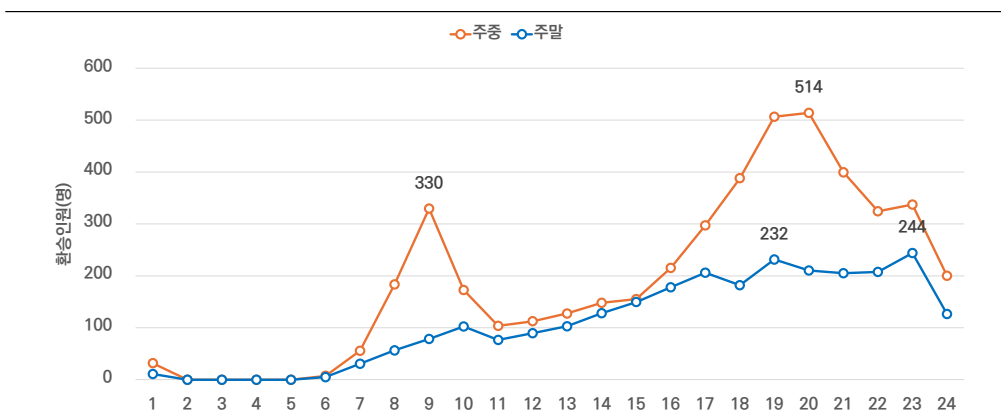
그림 4-11 | 노선별 평균 이동거리



(4) 시간대별 일평균 환승인원

[그림 4-12]는 분석 유형 B의 시간대별 일평균 환승인원 분석 결과를 나타낸 것이다. 분석 결과 평일에는 오전 9시와 오후 7~8시에 집중되어 있으며, 주말에는 오후 7시부터 11시까지 오전 대비 높은 환승인원을 유지하는 것으로 나타난다.

그림 4-12 | 시간대별 일평균 환승인원



(5) 정류장별 일평균 환승인원

[표 4-23]은 분석 유형 B의 정류장별 일평균 환승인원 분석 결과를 평일과 주말 정류장별 일평균 환승인원 순위를 기준으로 나열한 것이다. 분석 결과 평일에는 대화역 2,319명, 대화역(백석 방면) 612명, 주엽역(대화 방면) 441명, 마두역(대화 방면) 330명, 일산동구청(대화 방면) 254명 순으로 높게 나타나며, 주말에는 대화역 1,399명, 대화역(백석 방면) 359명, 주엽역(대화 방면) 246명, 일산동구청(대화 방면) 149명, 마두역(대화 방면) 139명 순으로 높게 나타난다.

표 4-23 | 정류장별 일평균 환승인원

평일				주말			
No	정류장명	방면	일평균 환승인원 (명)	No	정류장명	방면	일평균 환승인원 (명)
1	대화역	-	2,319	1	대화역	-	1,399
2	대화역	백석	612	2	대화역	백석	359
3	주엽역(중)	대화	441	3	주엽역(중)	대화	246
4	마두역(중)	대화	330	4	일산동구청(중)	대화	149
5	일산동구청(중)	대화	254	5	마두역(중)	대화	139
6	일산동부경찰서(중)	대화	139	6	주엽역(중)	백석	69
7	주엽역(중)	백석	125	7	일산동부경찰서(중)	대화	66
8	마두역(중)	백석	71	8	백병원(중)	대화	36
9	강선마을(중)	대화	69	9	강선마을(중)	대화	35
10	백병원(중)	대화	58	10	강선마을(중)	백석	28
11	강선마을(중)	백석	39	11	마두역(중)	백석	22
12	일산동구청(중)	백석	32	12	문춘마을(중)	대화	22
13	문춘마을(중)	대화	28	13	안산공원(중)	대화	15
14	안산공원(중)	대화	25	14	문춘마을(중)	백석	11
15	백병원(중)	백석	21	15	백병원(중)	백석	10
16	일산동부경찰서(중)	백석	15	16	일산동구청(중)	백석	9
17	문춘마을(중)	백석	13	17	일산동부경찰서(중)	백석	7
18	알미공원(중)	백석	12	18	현돌마을(중)	대화	2
19	현돌마을(중)	대화	5	19	알미공원(중)	백석	2
20	백석역(중)	-	2	20	백석역(중)	-	1

(자료) 고양연구원 작성

(6) 정류장별 · 기종점별 일평균 환승인원

정류장별 · 기종점별 일평균 환승인원 분석 결과는 정류장별 일평균 환승인원이 300명 이상인 승차정류장을 대상으로 환승인원 기준 상위 20개 하차정류장을 나열하였다.

① 평일 대화역 정류장

평일 대화역 정류장에서 환승하는 승객이 주로 하차하는 곳은 송포파출소 · 송포농협 310명, 가좌고등학교 259명, 가좌마을 5,6단지 250명 순으로 나타난다.

표 4-24 | 평일 대화역 정류장 기종점별 일평균 환승인원

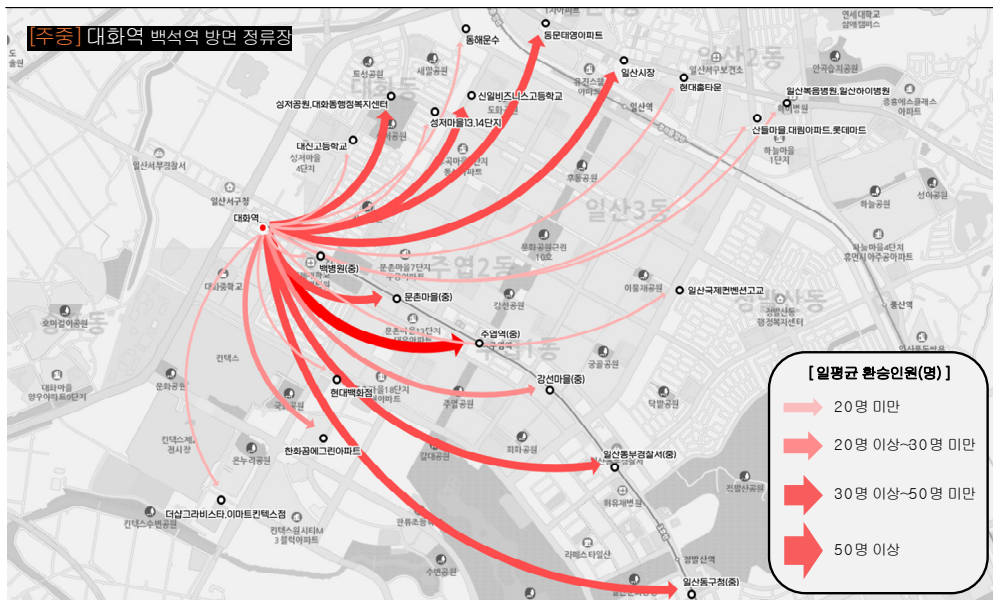


(자료) 고양연구원 작성

② 평일 대화역 백석역 방면 정류장

평일 대화역 백석역 방면 정류장에서 환승하는 승객이 주로 하차하는 곳은 주업역(중) 58명, 신일비즈니스고등학교 50명, 일산시장 49명 순으로 나타난다.

표 4-25 | 평일 대화역 백석역 방면 정류장 기종점별 일평균 환승인원



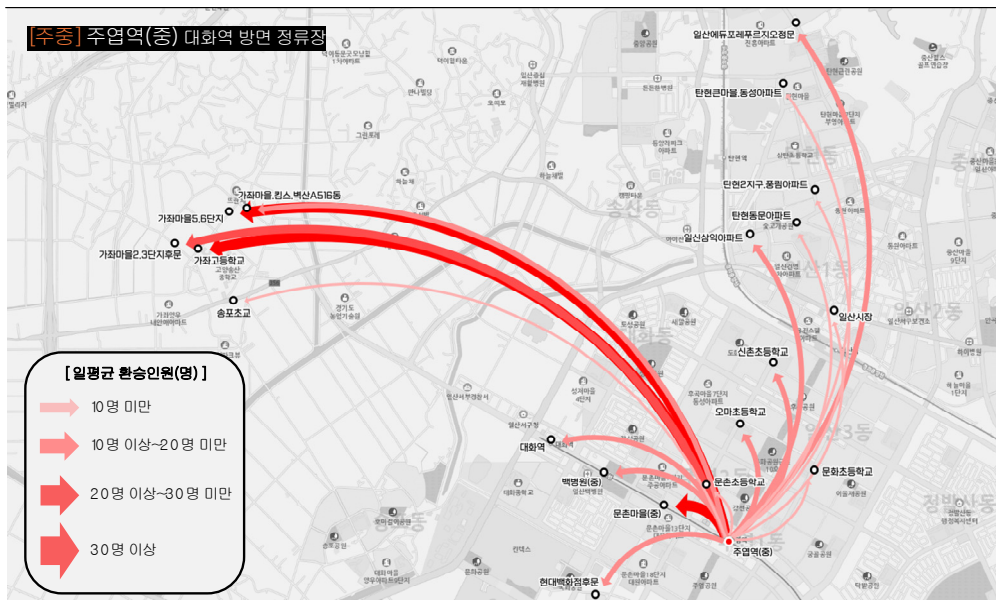
No	하차정류장명	일평균 환승인원(명)	No	하차정류장명	일평균 환승인원(명)
1	주업역(중)	58	11	성저마을13.14단지	20
2	신일비즈니스고등학교	50	12	일산복음병원.일산하이병원	20
3	일산시장	49	13	동해문수	19
4	동문태영아파트	41	14	대진고등학교	18
5	성저공원.대화동행정복지센터	38	15	현대백화점	18
6	일산동부경찰서(중)	37	16	현대홈타운	15
7	일산동구청(중)	37	17	산들마을.대림아파트.롯데마트	12
8	문촌마을(중)	32	18	일산국제컨벤션고교	12
9	강선마을(중)	23	19	더샵그라비스타.이마트킨텍스점	10
10	한화꿈에그린아파트	22	20	백병원(중)	10

〈자료〉 고양연구원 작성

③ 평일 주업역(중) 대화역 방면 정류장

평일 주업역(중) 대화역 방면 정류장에서 환승하는 승객이 주로 하차하는 곳은 가좌고등학교 39명, 가좌마을 5.6단지 33명, 문촌마을(중) 30명 순으로 나타난다.

표 4-26 | 평일 주업역(중) 대화역 방면 정류장 기종점별 일평균 환승인원



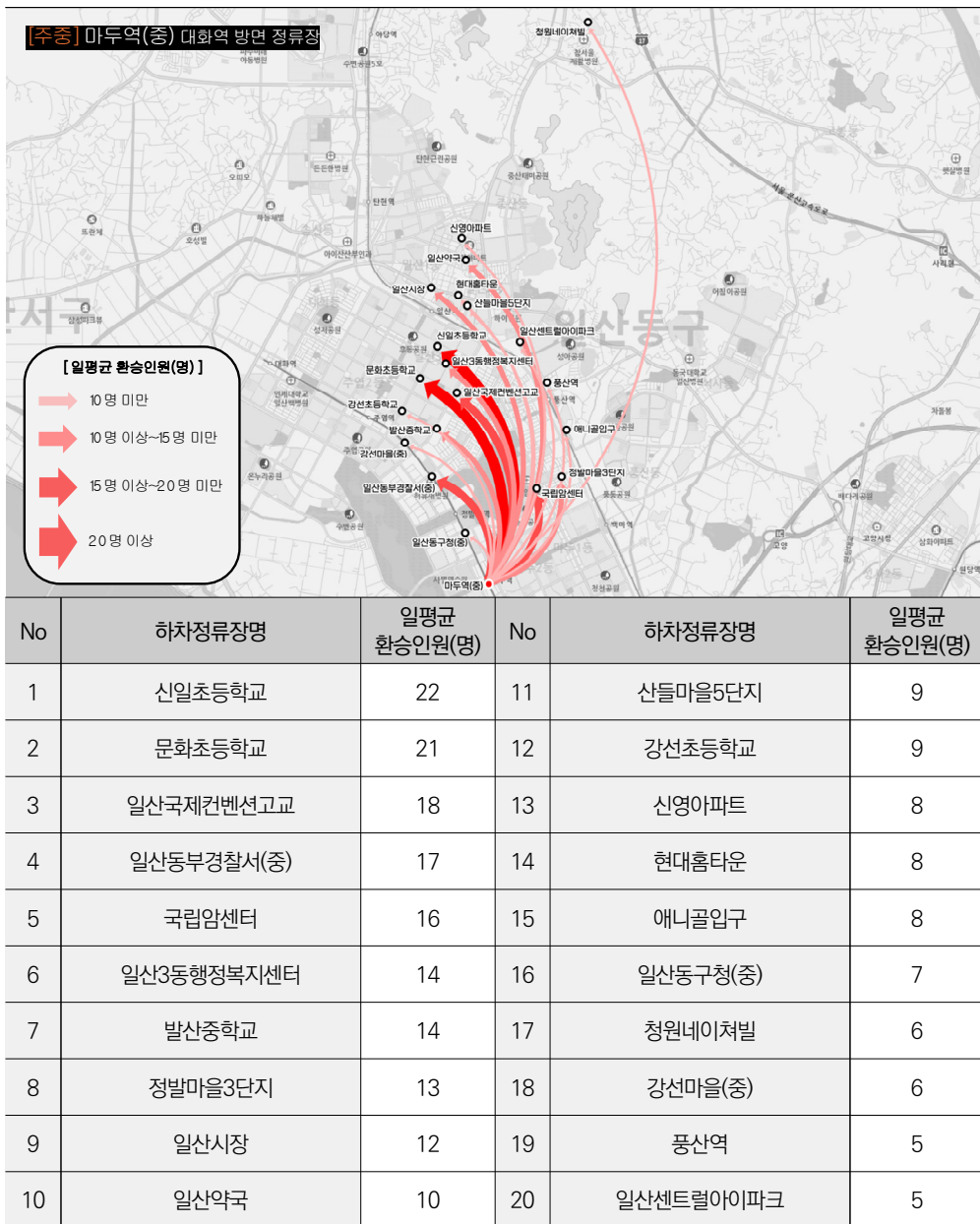
No	하차정류장명	일평균 환승인원(명)	No	하차정류장명	일평균 환승인원(명)
1	가좌고등학교	39	11	현대백화점후문	13
2	가좌마을5.6단지	33	12	일산에듀포레푸르지오정문	11
3	문촌마을(중)	30	13	탄현큰마을.동성아파트	10
4	가좌마을2.3단지후문	21	14	송포초교	9
5	오마초등학교	19	15	문화초등학교	9
6	가좌마을.김스.복산A516동	16	16	탄현동문아파트	9
7	대화역	14	17	탄현2지구.풍림아파트	8
8	신초초등학교	14	18	주업역(중)	8
9	백병원(중)	13	19	일산시장	7
10	일신삼익아파트	13	20	문촌초등학교	7

〈자료〉 고양연구원 작성

④ 평일 마두역(중) 대화역 방면 정류장

평일 마두역(중) 대화역 방면 정류장에서 환승하는 승객이 주로 하차하는 곳은 신일초등학교 22명, 문화초등학교 21명, 일산국제컨벤션고교 18명 순으로 나타난다.

표 4-27 | 평일 마두역(중) 대화역 방면 정류장 기종점별 일평균 환승인원

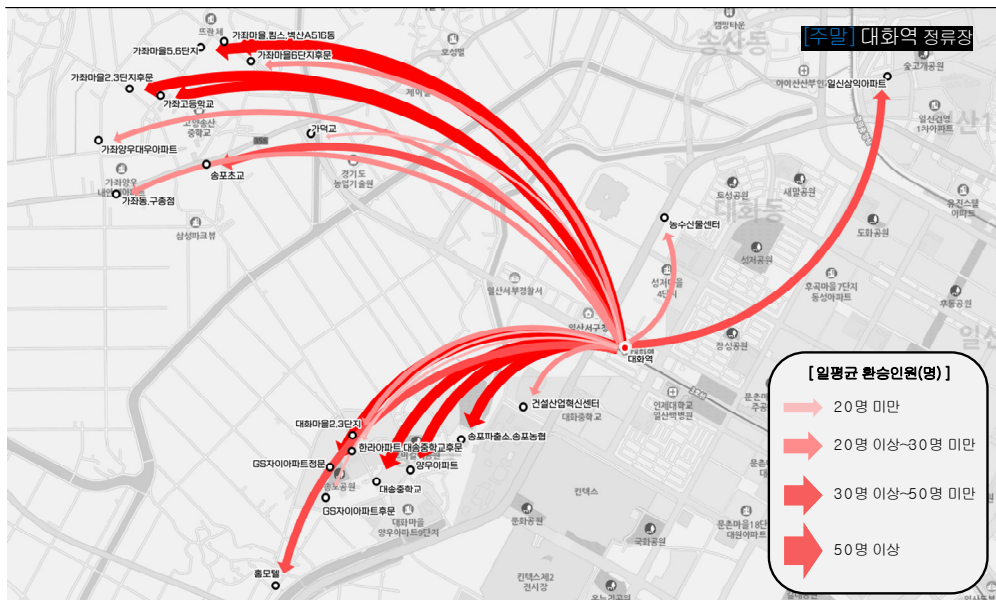


〈자료〉 고양연구원 작성

⑤ 주말 대화역 정류장

주말 대화역 정류장에서 환승하는 승객이 주로 하차하는 곳은 송포파출소송포농협 193명, 가좌마을 5,6단지, 가좌고등학교 144명 순으로 나타난다.

표 4-28 | 주말 대화역 정류장 기종점별 일평균 환승인원



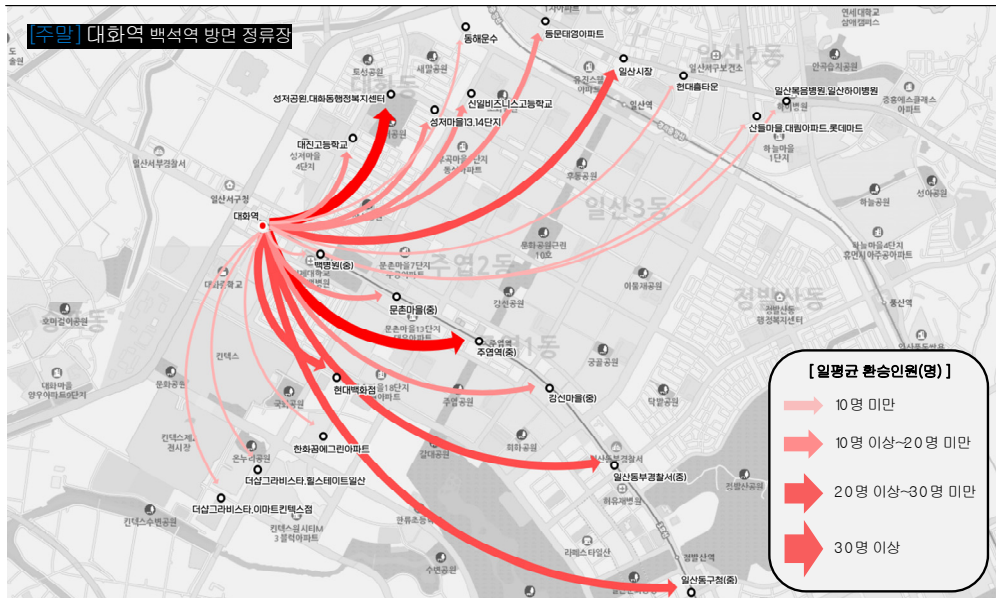
No	하차정류장명	일평균 환승인원(명)	No	하차정류장명	일평균 환승인원(명)
1	송포파출소.송포농협	193	11	흙모텔	35
2	가좌마을5.6단지	155	12	건설산업혁신센터	30
3	가좌고등학교	144	13	가좌양우대우아파트	26
4	양우아파트	123	14	가좌동.구종점	25
5	가좌마을2.3단지후문	79	15	가좌마을6단지후문	25
6	가좌마을.김스.벽산A516동	68	16	농수산물센터	21
7	GS자이아파트정문	67	17	대화마을2.3단지	21
8	대송중학교	65	18	가덕교	19
9	송포초교	50	19	GS자이아파트후문	17
10	일신삼익아파트	41	20	한라아파트.대송중학교후문	17

〈자료〉 고양연구원 작성

⑥ 주말 대화역 백석역 방면 정류장

주말 대화역 백석역 방면 정류장에서 환승하는 승객이 주로 하차하는 곳은 성저공원·대화동 행정복지센터 36명, 주업역(중) 33명, 일산동부경찰서(중) 27명 순으로 나타난다.

표 4-29 | 주말 대화역 백석역 방면 정류장 기종점별 일평균 환승인원



No	하차정류장명	일평균 환승인원(명)	No	하차정류장명	일평균 환승인원(명)
1	성저공원·대화동행정복지센터	36	11	대진고등학교	14
2	주업역(중)	33	12	성저마을13.14단지	14
3	일산동부경찰서(중)	27	13	동해운수	9
4	일산시장	25	14	더샵그라비스타.이마트킨텍스점	9
5	일산동구청(중)	24	15	산들마을.대림아파트.롯데마트	8
6	현대백화점	24	16	현대홈타운	7
7	신일비즈니스고등학교	19	17	일산복음병원.일산하이병원	7
8	동문태영아파트	17	18	백병원(중)	7
9	문촌마을(중)	16	19	한화꿈에그린아파트	7
10	강선마을(중)	15	20	더샵그라비스타.힐스테이트일산	6

〈자료〉 고양연구원 작성

(7) 정류장별 · 환승 이전 수단별 통행량

분석 유형 B는 버스전용차로 내 정류장에서 타 대중교통수단에서 하차하여 마을버스로 환승하는 경우를 의미한다. 공간적 분석의 범위인 중앙로 BRT 구간 내 정류장 중 지하철역과 인접한 정류장으로는 대화역, 주엽역, 마두역, 백석역 정류장이 존재한다. 백석역을 제외한 나머지 3개 정류장을 대상으로 마을버스로 환승하기 이전에 이용한 대중교통수단이 무엇인지 통행방향별 평일과 주말로 구분하여 살펴보고자 한다.

① 대화역 → 백석역 방면

[표 4-30]은 대화역에서 백석역 방향으로 향하는 BRT 정류장에서 승객이 마을버스로 환승 이전에 이용한 대중교통수단을 나타낸 것이다.

대화역 정류장의 경우 평일에 마을버스로 환승 전에 이용한 대중교통수단의 비율은 일반버스가 43.3%로 가장 높으며, 마을버스 31.3%, 지하철 16.1%, 광역버스 6.0%, 직행좌석버스 3.5% 순으로 높게 나타난다. 주말 역시 일반버스 38.3%, 마을버스 28.7%, 지하철 20.5%, 광역버스 8.2%, 직행좌석버스 4.3% 순으로 평일의 경우와 동일한 순위를 보인다.

주엽역과 마두역의 경우에도 일반버스, 지하철, 마을버스 순으로 나타나며, 대화역과 마찬가지로 일반버스의 비율이 평일과 주말 모두 높게 나타난다.

표 4-30 | 정류장별 · 환승 이전 수단별 통행량(대화역 → 백석역)

정류장	환승이전수단	주중 일평균(명)	주말 일평균(명)	주중(%)	주말(%)
대화역	광역버스	37.0	29.5	6.0%	8.2%
	마을버스	190.2	103.0	31.1%	28.7%
	일반버스	265.0	137.5	43.3%	38.3%
	지하철	98.6	73.5	16.1%	20.5%
	직행좌석버스	21.2	15.5	3.5%	4.3%
주엽역	광역버스	-	-	-	-
	마을버스	22.8	9.5	18.3%	13.9%
	일반버스	60.8	33.5	48.8%	48.9%
	지하철	35.6	18.5	28.6%	27.0%
	직행좌석버스	5.4	7.0	4.3%	10.2%
마두역	광역버스	2.8	2.0	3.9%	9.3%
	마을버스	11.2	2.0	15.7%	9.3%
	일반버스	32.2	11.5	45.2%	53.5%
	지하철	17.6	3.5	24.7%	16.3%
	직행좌석버스	7.4	2.5	10.4%	11.6%

[자료] 고양연구원 작성

② 백석역 → 대화역 방면

[표 4-31]은 백석역에서 대화역 방향으로 향하는 BRT 정류장에서 승객이 마을버스로 환승 이전에 이용한 대중교통수단을 나타낸 것이다.

대화역 정류장의 경우 평일에 마을버스로 환승 전에 이용한 대중교통수단의 비율은 지하철이 52.4%로 가장 높으며, 일반버스 26.0%, 마을버스 10.3%, 광역버스 6.2%, 직행좌석버스 5.1% 순으로 높게 나타난다. 주말 역시 지하철 47.1%, 일반버스 29.8%, 마을버스 9.2%, 광역버스 7.2%, 직행좌석버스 6.7% 순으로 평일의 경우와 동일한 순위를 보인다.

주엽역과 마두역의 경우에도 지하철, 일반버스, 마을버스 순으로 나타나며, 대화역과 마찬가지로 지하철의 비율이 평일과 주말 모두 높게 나타난다.

③ 소결

마을버스는 BRT 전용차량으로 분류되지 않기 때문에 가로변 정류장을 이용해야 하며, 중앙로 BRT 구간 내 지하철역 출입구가 가로변에 위치한다는 점을 고려할 때, 대화역에서 백석역 방면의 경우 평일 기준 대화역의 47.2%, 주엽역의 46.9%, 마두역의 40.4%에 해당하는 승객이 가로변에서의 환승이 가능하며, 백석역에서 대화역 방면의 경우 평일 기준 대화역의 62.7%, 주엽역의 55.3%, 마두역의 44.8%에 해당하는 승객이 가로변 환승이 가능하다.

표 4-31 | 정류장별 · 환승 이전 수단별 통행량(백석역 → 대화역)

정류장	환승이전수단	주중 일평균(명)	주말 일평균(명)	주중(%)	주말(%)
대화역	광역버스	142.8	100.5	6.2%	7.2%
	마을버스	239.0	128.5	10.3%	9.2%
	일반버스	603.8	417.5	26.0%	29.8%
	지하철	1,214.2	659.0	52.4%	47.1%
	직행좌석버스	119.2	93.5	5.1%	6.7%
주엽역	광역버스	3.6	0.0	0.8%	0.0%
	마을버스	53.0	20.0	12.0%	8.1%
	일반버스	146.6	99.5	33.3%	40.5%
	지하철	190.6	103.5	43.3%	42.2%
	직행좌석버스	46.8	22.5	10.6%	9.2%
마두역	광역버스	37.0	11.5	11.2%	8.3%
	마을버스	17.0	5.0	5.2%	3.6%
	일반버스	83.2	34.5	25.2%	24.9%
	지하철	130.6	58.5	39.6%	42.2%
	직행좌석버스	62.0	29.0	18.8%	20.9%

〈자료〉 고양연구원 작성

3) 유형 C

분석 유형 C는 버스전용차로 내 정류장에서 마을버스로부터 하차하여 타 수단으로 환승하는 경우를 의미하며, 목적지까지 최소 1회 이상의 환승이 발생하는 통행에 대하여 분석을 수행한다.

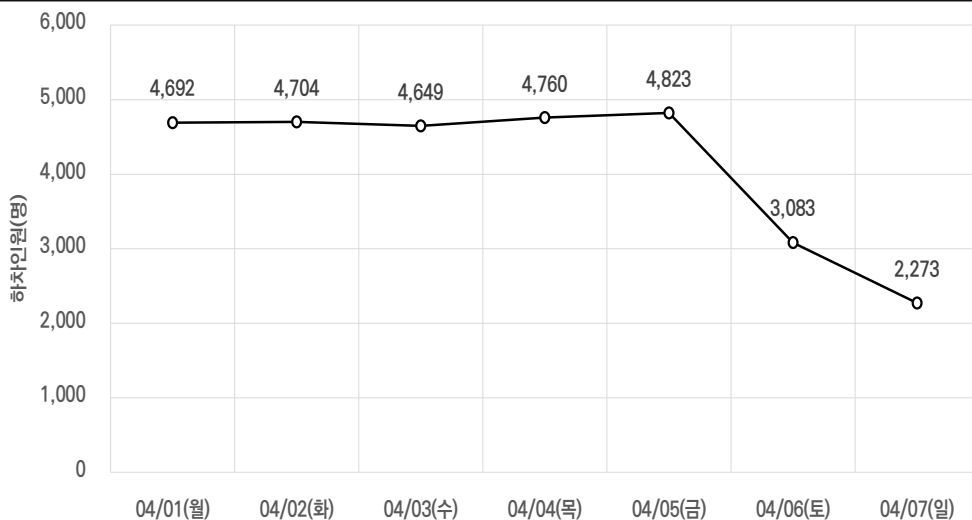
주요 분석 지표는 일별 하차인원, 노선별 일평균 하차인원, 노선별 평균 이동거리, 시간대별 일평균 하차인원, 정류장별 평균 하차인원, 정류장별·기종점별 일평균 하차인원, 정류장별·환승 수단별 통행량 총 7개 지표로 구성된다.

(1) 일별 하차인원

[그림 4-13]은 분석 유형 C의 2024년 4월 1일부터 4월 7일까지 일주일 동안의 일별 하차인원 분석 결과를 나타낸 것이다. 분석 결과 평일 일별 하차인원의 평균은 약 4,725명, 주말 일별 하차인원의 평균은 약 2,678명으로 주말 대비 평일의 일별 하차인원이 평균 약 2,047명 많은 것으로 분석된다.

평일 일별 하차인원은 금요일에 4,823명으로 가장 많은 하차인원이 발생하는 것으로 나타나며, 목요일 4,760명, 화요일 4,704명, 월요일 4,692명, 수요일 4,649명 순으로 나타난다. 주말 일별 하차인원은 토요일 3,083명, 일요일 2,273명으로 일요일보다 토요일의 승차인원이 810명 많은 것으로 나타난다.

그림 4-13 | 일별 하차인원



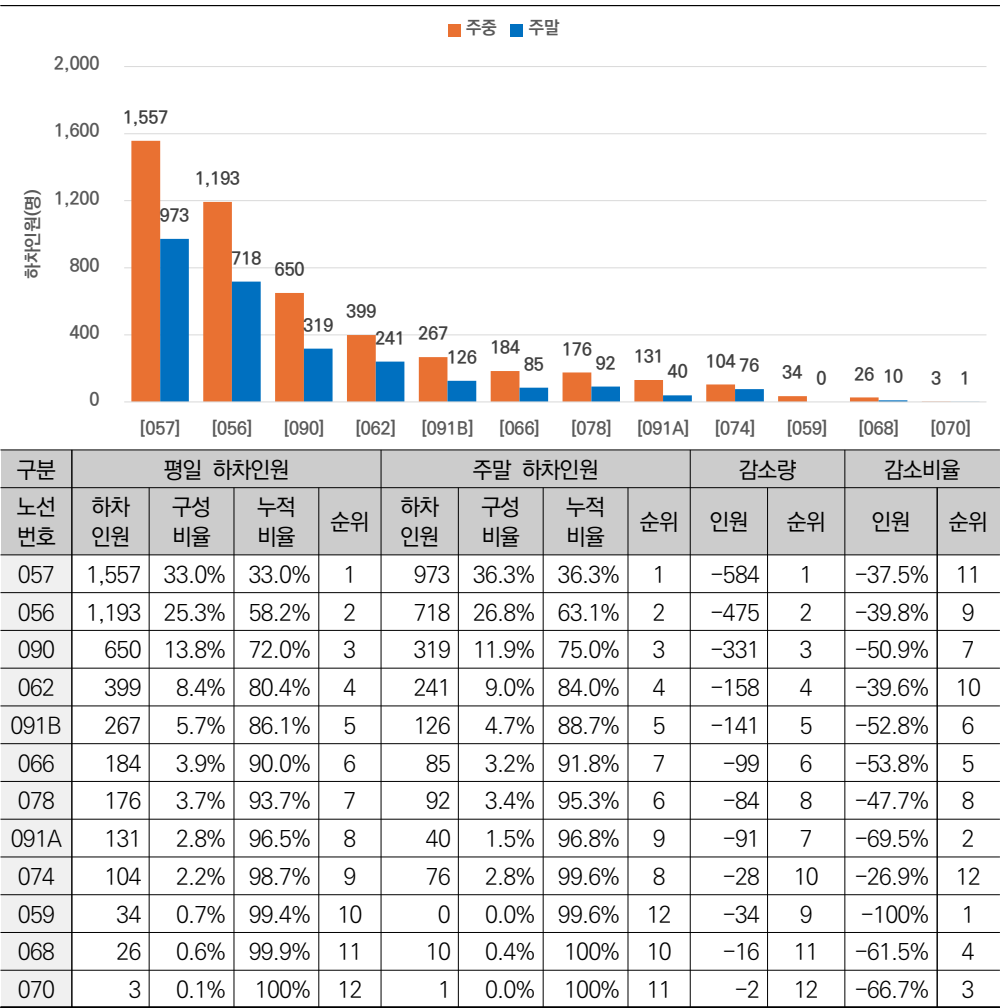
〈자료〉 고양연구원 작성

(2) 노선별 일평균 하차인원

[표 4-32]는 분석 유형 C의 노선별 일평균 하차인원 분석 결과를 나타낸 것이다. 분석 결과 일평균 하차인원은 평일과 주말 모두 대화교통의 057노선이 평일 1,557명(33.0%), 주말 973명(36.3%)으로 가장 높게 나타난다. 이때 구간 내 전체 하차인원의 약 95%가 1순위부터 7순위까지 노선에 집중되는 것으로 나타난다.

한편 분석 대상인 12개 노선 모두 평일 대비 주말에 일평균 하차인원이 감소하며, 감소량이 가장 큰 노선은 대화교통의 057노선(584명)으로 나타난다. 평일 하차인원이 300명 이상인 노선 중 감소비율이 가장 높은 노선은 신일산운수의 090노선(50.9%)으로 나타난다.

표 4-32 | 노선별 일평균 하차인원

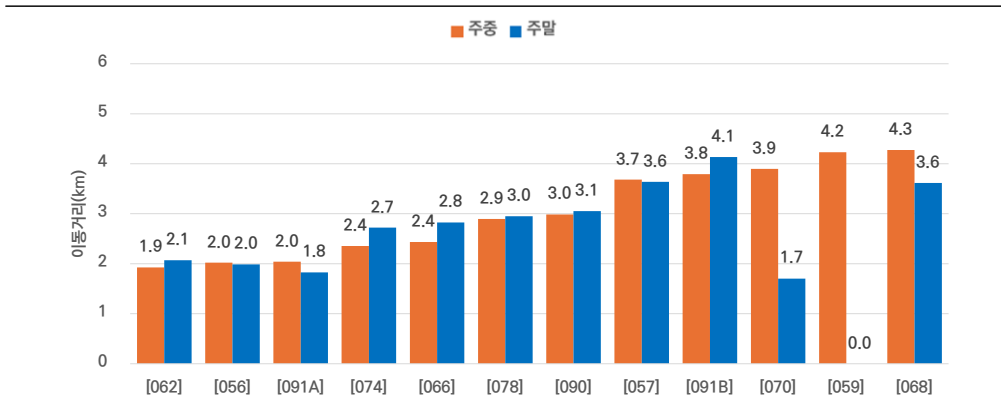


〈자료〉 고양연구원 작성

(3) 노선별 평균 이동거리

[그림 4-14]는 분석 유형 C의 노선별 평균 이동거리 분석 결과를 나타낸 것이다. 분석 결과 평일에는 대화교통의 062노선(1.9km)이 가장 짧고 신일산운수의 068노선(4.3km)이 가장 긴 것으로 나타난다. 주말 노선별 평균 이동거리는 순위는 부광운수의 070노선과 주말에 운행하지 않는 관산운수의 059노선을 제외하면 대부분 평일과 유사하게 나타난다.

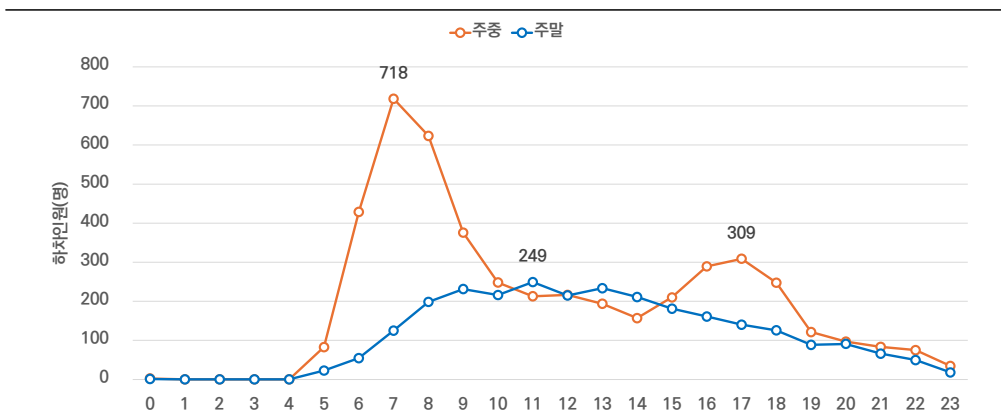
그림 4-14 | 노선별 평균 이동거리



(4) 시간대별 일평균 하차인원

[그림 4-15]는 분석 유형 C의 시간대별 일평균 하차인원 분석 결과를 나타낸 것이다. 분석 결과 평일에는 오전 7시와 오후 4~5시에 집중되어 있으며, 주말에는 오전 8시부터 오후 2시까지 타 시간대 대비 높은 하차인원을 유지하는 것으로 나타난다.

그림 4-15 | 시간대별 일평균 하차인원



(5) 정류장별 일평균 하차인원

[표 4-33]은 분석 유형 C의 정류장별 일평균 하차인원 분석 결과를 평일과 주말 정류장별 일평균 하차인원을 기준으로 나열한 것이다. 분석 결과 평일에는 대화역(백석 방면) 2,593명, 대화역 710명, 주엽역(대화 방면) 303명, 주엽역(백석 방면) 244명, 일산동구청(백석 방면) 179명 순으로 높게 나타나며, 주말에는 대화역(백석 방면) 1,482명, 대화역 404명, 주엽역(대화 방면) 157명, 주엽역(백석 방면) 134명, 일산동구청(백석 방면) 113명 순으로 높게 나타난다.

표 4-33 | 정류장별 일평균 하차인원

평일				주말			
No	정류장명	방면	일평균 하차인원 (명)	No	정류장명	방면	일평균 하차인원 (명)
1	대화역	백석	2,593	1	대화역	백석	1,482
2	대화역	-	710	2	대화역	-	404
3	주엽역(중)	대화	303	3	주엽역(중)	대화	157
4	주엽역(중)	백석	244	4	주엽역(중)	백석	134
5	일산동구청(중)	백석	179	5	일산동구청(중)	백석	113
6	일산동부경찰서(중)	백석	159	6	일산동부경찰서(중)	백석	101
7	마두역(중)	대화	97	7	마두역(중)	백석	47
8	강선마을(중)	대화	90	8	강선마을(중)	백석	45
9	마두역(중)	백석	88	9	강선마을(중)	대화	45
10	강선마을(중)	백석	64	10	마두역(중)	대화	42
11	문촌마을(중)	백석	56	11	백병원(중)	백석	30
12	백병원(중)	백석	41	12	문촌마을(중)	백석	29
13	일산동구청(중)	대화	28	13	백병원(중)	대화	14
14	백병원(중)	대화	23	14	문촌마을(중)	대화	10
15	일산동부경찰서(중)	대화	20	15	일산동구청(중)	대화	9
16	문촌마을(중)	대화	14	16	일산동부경찰서(중)	대화	9
17	안산공원(중)	대화	7	17	안산공원(중)	대화	3
18	흰돌마을(중)	대화	6	18	호수마을(중)	백석	3
19	호수마을(중)	백석	3	19	흰돌마을(중)	대화	3
20	백석역(중)	-	0	20	백석역(중)	-	1

(자료) 고양연구원 작성

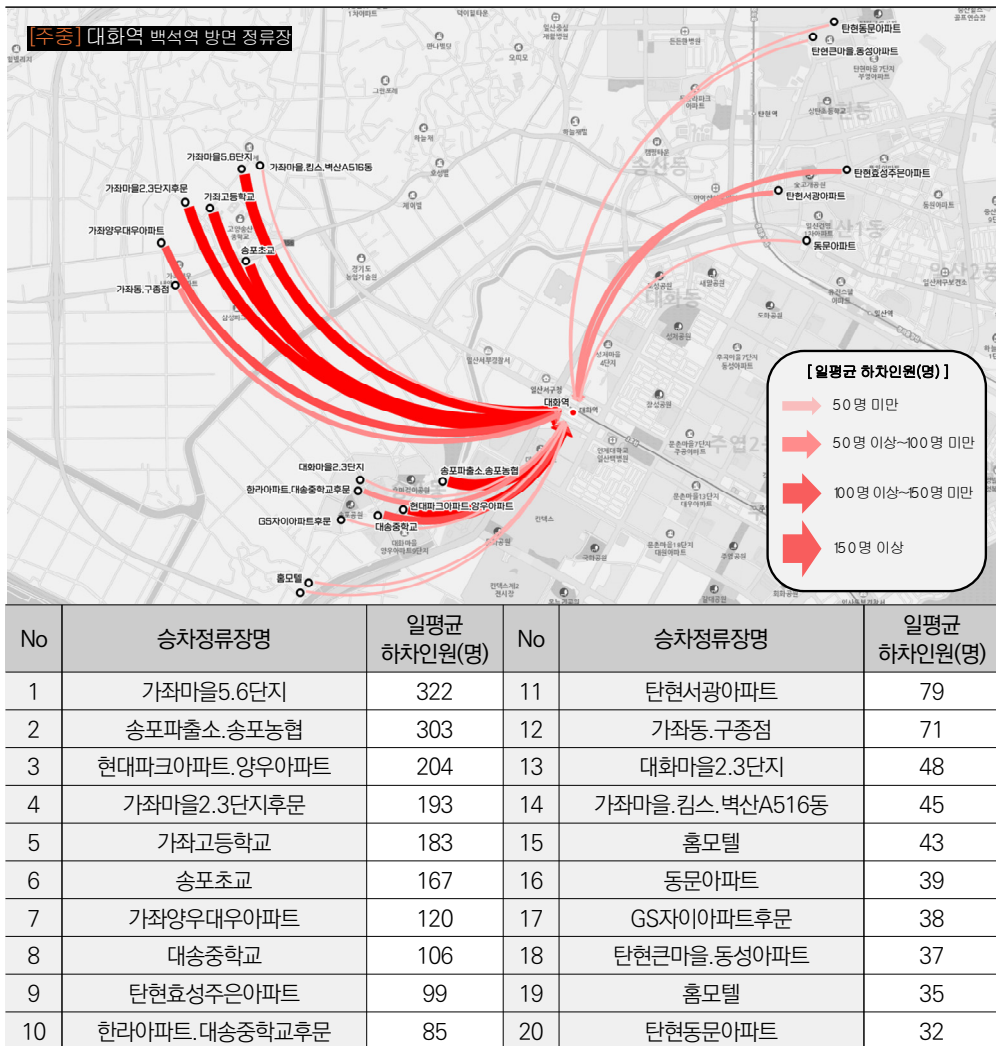
(6) 정류장별 · 기종점별 일평균 하차인원

정류장별 · 기종점별 일평균 하차인원 분석 결과는 정류장별 일평균 하차인원이 300명 이상인 승차정류장을 대상으로 하차인원 기준 상위 20개 하차정류장을 나열하였다.

① 평일 대화역 백석역 방면 정류장

평일 대화역 백석역 방면 정류장에서 하차하는 승객이 주로 승차하는 곳은 가좌마을 5.6단지 322명, 송포파출소 · 송포농협 303명, 현대파크아파트 · 양우아파트 204명 순으로 나타난다.

표 4-34 | 평일 대화역 백석역 방면 정류장 기종점별 일평균 하차인원



(자료) 고양연구원 작성

② 평일 대화역 정류장

평일 대화역 정류장에서 하차하는 승객이 주로 승차하는 곳은 포레나킨텍스오피스텔 70명, 일산시장 59명, 주엽역(중) 55명 순으로 나타난다.

표 4-35 | 평일 대화역 정류장 기종점별 일평균 하차인원



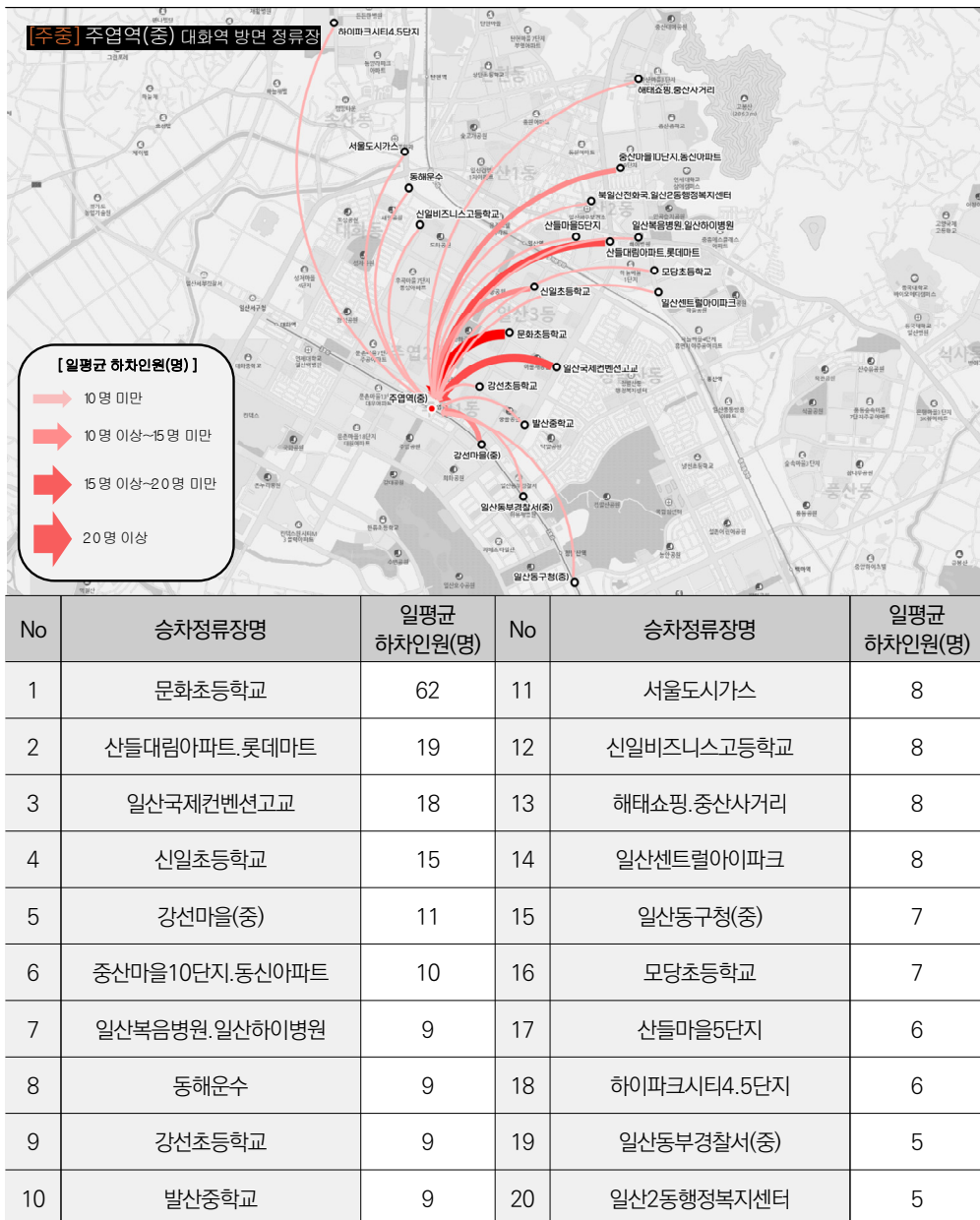
No	승차정류장명	일평균 하차인원(명)	No	승차정류장명	일평균 하차인원(명)
1	포레나킨텍스오피스텔	70	11	동해운수	25
2	일산시장	59	12	일산동구청(중)	22
3	주엽역(중)	55	13	동양아파트	19
4	성저공원.대화동행정복지센터	54	14	더샵그라비스타.이마트킨텍스점	19
5	성저마을13.14단지	51	15	강선마을(중)	19
6	동문아파트	42	16	일산동부경찰서(중)	19
7	문촌마을(중)	39	17	대진고등학교	18
8	킨텍스원시티2단지	36	18	현대홈타운	14
9	신일비즈니스고등학교	32	19	일산국제컨벤션고교	12
10	현대백화점	27	20	일산복음병원.일산하이병원	10

[자료] 고양연구원 작성

③ 평일 주업역 대화역 방면 정류장

평일 주업역(중) 대화역 방면 정류장에서 하차하는 승객이 주로 승차하는 곳은 문화초등학교 62명, 산들대림아파트·롯데마트 19명, 일산국제컨벤션고교 18명 순으로 나타난다.

표 4-36 | 평일 주업역 대화역 방면 정류장 기종점별 일평균 하차인원

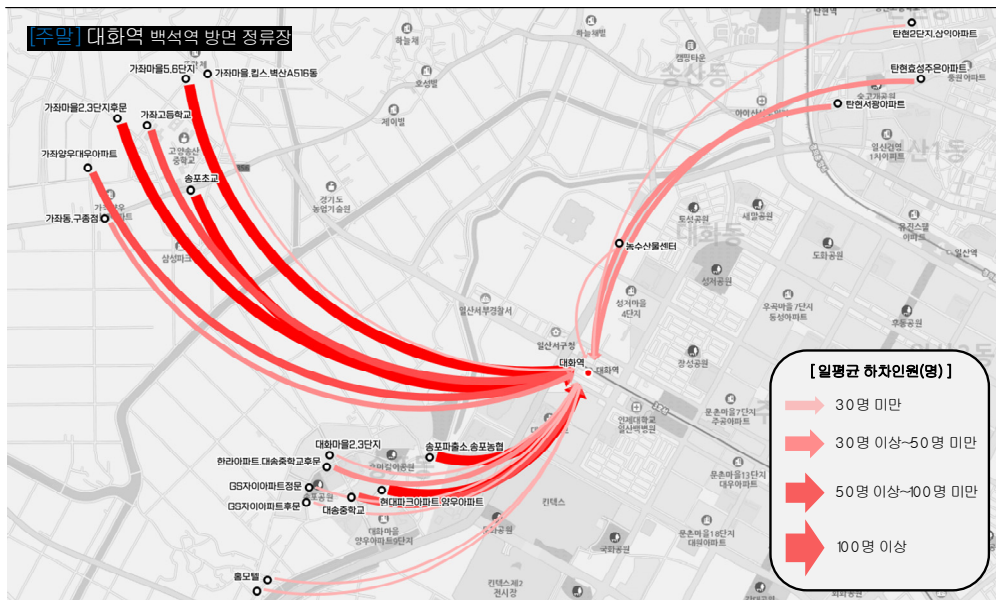


[자료] 고양연구원 작성

④ 주말 대화역 백석역 방면 정류장

주말 대화역 백석역 방면 정류장에서 하차하는 승객이 주로 승차하는 곳은 송포파출소·송포농협 204명, 가좌마을 5,6단지 188명, 현대파크아파트·양우아파트136명 순으로 나타난다.

표 4-37 | 주말 대화역 백석역 방면 정류장 기종점별 일평균 하차인원



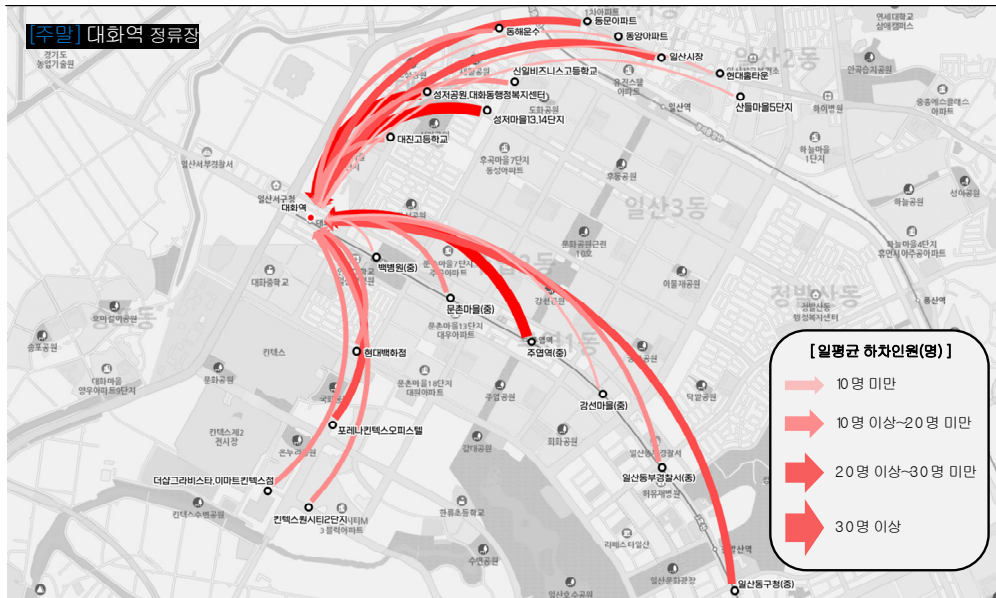
No	승차정류장명	일평균 하차인원(명)	No	승차정류장명	일평균 하차인원(명)
1	송포파출소.송포농협	204	11	탄현효성주은아파트	47
2	가좌마을5.6단지	188	12	탄현서광아파트	46
3	현대파크아파트.양우아파트	136	13	가좌마을.김스.벽산A516동	28
4	가좌마을2.3단지후문	116	14	대화마을2.3단지	24
5	송포초교	108	15	GS자이아파트후문	23
6	가좌고등학교	89	16	홈호텔	23
7	가좌양우대우아파트	79	17	탄현2단지.삼익아파트	19
8	대송중학교	60	18	GS자이아파트정문	18
9	한라아파트.대송중학교후문	47	19	농수산물센터	17
10	가좌동.구종점	47	20	홈호텔	16

〈자료〉 고양연구원 작성

⑤ 주말 대화역 정류장

주말 대화역 정류장에서 하차하는 승객이 주로 승차하는 곳은 성저공원·대화동 행정복지센터 43명, 성저마을 13,14단지 36명, 주엽역(중) 36명 순으로 나타난다.

표 4-38 | 평일 대화역 정류장 기종점별 일평균 하차인원



No	승차정류장명	일평균 하차인원(명)	No	승차정류장명	일평균 하차인원(명)
1	성저공원·대화동행정복지센터	43	11	일산동부경찰서(중)	15
2	성저마을13,14단지	36	12	현대백화점	14
3	주엽역(중)	36	13	동해운수	13
4	동문아파트	28	14	신일비즈니스고등학교	13
5	일산시장	24	15	킨텍스원시티2단지	12
6	일산동구청(중)	24	16	강선마을(중)	10
7	포레나킨텍스오피스텔	21	17	현대홈타운	10
8	문촌마을(중)	20	18	백병원(중)	9
9	더샵그라비스타.이마트킨텍스점	19	19	동양아파트	6
10	대진고등학교	16	20	산들마을5단지	5

[자료] 고양연구원 작성

(7) 정류장별 · 환승 수단별 통행량

분석 유형 C는 버스전용차로 내 정류장에서 마을버스로부터 하차하여 타 수단으로 환승하는 경우를 의미한다. 공간적 분석의 범위인 중앙로 BRT 구간 내 정류장 중 지하철역과 인접한 정류장으로는 대화역, 주엽역, 마두역, 백석역 정류장이 존재한다. 백석역을 제외한 나머지 3개 정류장을 대상으로 마을버스에서 하차하여 환승하는 대중교통수단이 무엇인지 통행 방향별 평일과 주말로 구분하여 살펴보고자 한다.

① 대화역 → 백석역 방면

[표 4-39]는 대화역에서 백석역 방향으로 향하는 BRT 정류장에서 승객이 마을버스에서 하차한 뒤 이용하는 대중교통수단을 나타낸 것이다.

대화역 정류장의 경우 평일에 마을버스로 환승 전에 이용한 대중교통수단의 비율은 지하철 57.2%로 가장 높으며, 일반버스 24.4%, 마을버스 9.0%, 직행좌석버스 6.1%, 광역버스 3.4% 순으로 높게 나타난다. 주말 역시 지하철 52.3%, 일반버스 25.0%, 마을버스 8.6%, 직행좌석버스 7.4%, 광역버스 6.7% 순으로 평일의 경우와 동일한 순위를 보인다.

주엽역의 경우 평일에는 일반버스(43.7%), 주말에는 지하철(44.4%)가, 마두역의 경우 평일에는 지하철(41.6%), 주말에는 일반버스(41.5%)로의 환승이 가장 높게 나타난다.

표 4-39 | 정류장별 · 환승 수단별 통행량(대화역 → 백석역)

정류장	환승수단	주중 일평균(명)	주말 일평균(명)	주중(%)	주말(%)
대화역	광역버스	87.0	100.0	3.4%	6.7%
	마을버스	233.4	127.0	9.0%	8.6%
	일반버스	632.2	371.0	24.4%	25.0%
	지하철	1,483.6	774.5	57.2%	52.3%
	직행좌석버스	157.0	109.0	6.1%	7.4%
주엽역	광역버스	1.6	0.0	0.7%	0.0%
	마을버스	31.2	13.0	12.8%	9.7%
	일반버스	106.6	51.5	43.7%	38.4%
	지하철	83.2	59.5	34.1%	44.4%
	직행좌석버스	21.6	10.0	8.8%	7.5%
마두역	광역버스	4.0	2.0	4.6%	4.3%
	마을버스	9.0	3.5	10.3%	7.4%
	일반버스	30.6	19.5	34.9%	41.5%
	지하철	36.4	18.5	41.6%	39.4%
	직행좌석버스	7.6	3.5	8.7%	7.4%

(자료) 고양연구원 작성

② 백석역 → 대화역 방면

[표 4-40]은 백석역에서 대화역 방향으로 향하는 BRT 정류장에서 승객이 마을버스에서 하차한 뒤 이용하는 대중교통수단을 나타낸 것이다.

대화역 정류장의 경우 평일에 마을버스 하차 후 환승하는 대중교통수단의 비율은 지하철이 43.7%로 가장 높으며, 일반버스 26.3%, 마을버스 22.4%, 광역버스 4.3%, 직행좌석버스 3.3% 순으로 높게 나타난다. 주말 역시 지하철 33.5%, 일반버스 32.3%, 마을버스 21.0%, 광역버스 7.8%, 직행좌석버스 5.3% 순으로 평일의 경우와 동일한 순위를 보인다.

주엽역의 경우 평일(43.3%)과 주말(43.9%) 모두 지하철로의 환승이 가장 높게 나타나며, 마두역의 경우 평일(38.1%)과 주말(47.0%) 모두 일반버스로의 환승이 가장 높게 나타난다.

③ 소결

마을버스는 BRT 전용차량으로 분류되지 않기 때문에 가로변 정류장을 이용해야 하며, 중앙로 BRT 구간 내 지하철역 출입구가 가로변에 위치한다는 점을 고려할 때, 대화역에서 백석역 방면의 경우 평일 기준 대화역의 62.7%, 주엽역의 55.3%, 마두역의 44.8%에 해당하는 승객이 가로변에서의 환승이 가능하며, 백석역에서 대화역 방면의 경우 평일 기준 대화역의 66.1%, 주엽역의 56.0%, 마두역의 43.8%에 해당하는 승객이 가로변 환승이 가능하다.

표 4-40 | 정류장별 · 환승 수단별 통행량(백석역 → 대화역)

정류장	환승수단	주중 일평균(명)	주말 일평균(명)	주중(%)	주말(%)
대화역	광역버스	30.2	31.5	4.3%	7.8%
	마을버스	158.8	85.0	22.4%	21.0%
	일반버스	187.0	130.5	26.3%	32.3%
	지하철	310.4	135.5	43.7%	33.5%
	직행좌석버스	23.4	21.5	3.3%	5.3%
주엽역	광역버스	0.8	0.0	0.3%	0.0%
	마을버스	38.6	16.5	12.7%	10.5%
	일반버스	101.2	53.5	33.4%	34.1%
	지하철	131.4	69.0	43.3%	43.9%
	직행좌석버스	31.2	18.0	10.3%	11.5%
마두역	광역버스	5.2	1.5	5.3%	3.6%
	마을버스	11.6	1.5	11.9%	3.6%
	일반버스	37.0	19.5	38.1%	47.0%
	지하철	31.0	13.5	31.9%	32.5%
	직행좌석버스	12.4	5.5	12.8%	13.3%

〈자료〉 고양연구원 작성

제3절 고양시 BRT 구간 노선 특성 분석

1. 분석 개요

고양시 BRT 구간의 노선 특성 분석을 위한 공간적 범위는 고양시 중앙로 버스전용차로의 대화역 ~ 백석역 구간을 대상으로 하며, 시간적 범위는 2024년 4월로 설정하였다. 분석의 지표로는 버스전용차로 내 정류장 구간을 대상으로 ‘구간별 노선중복도’와 ‘구간별·시간대별 노선중복도’ 등으로 구성된다. [표 4-41]과 [표 4-42]는 각각 노선 특성 분석의 개념 및 지표에 관한 내용과 분석 대상 정류장의 정보를 나타낸 것이다.

구간별 노선중복도 분석은 경기버스정보의 최신 노선현황자료를 바탕으로 분석하였다. 이때 노선이 교차로에서 좌회전하여 중앙버스전용차로를 벗어나는 경우에도 구간별 노선 중복도에 포함한다.

구간별·시간대별 노선중복도는 교통카드데이터의 이용내역을 바탕으로 분석하였다. 이때 실제 차량이 운행했음에도 불구하고 해당 정류장에 이용자(승차 태그)가 없는 경우에는 집계하지 않는다. 보다 정확한 분석을 위해서는 동일한 시간적 범위의 버스정보시스템(BIS) 운행기록 데이터가 필요하지만 현재 마을버스 노선은 BIS가 미구축 되어있다.

표 4-41 | 노선 특성 분석 개념 및 지표

구분	구간별 노선중복도	구간별·시간대별 노선중복도
분석 개념도		
비고	<ul style="list-style-type: none"> 버스전용차로 내 정류장~정류장 구간을 대상으로 노선중복도 분석 경기버스정보 노선 현황 최신자료를 기반으로 산출함 노선이 교차로에서 좌회전하여 중앙버스전용차로를 벗어나는 경우에도 구간별 노선중복도 산출에 포함 	<ul style="list-style-type: none"> 버스전용차로 내 정류장~정류장 구간을 대상으로 시간대별 노선중복도 분석 교통카드데이터의 이용내역을 기반으로 산출함 실제 차량이 운행했음에도 불구하고, 해당 정류장에 이용자(승차 태그)가 없는 경우 미집계

〈자료〉 고양연구원 작성

표 4-42 | 분석 대상 정류장 정보

No	정류장 ID	정류장명	방면	경유 노선 수
1	4110808	강선마을(중)	대화역	4
2	4110807	강선마을(중)	백석역	4
3	4106836	대화역	-	6
4	4106837	대화역	백석역	6
5	4106822	마두역(중)	대화역	6
6	4106821	마두역(중)	백석역	4
7	4110878	문촌마을(중)	대화역	4
8	4106851	문촌마을(중)	백석역	4
9	4110876	백병원(중)	대화역	3
10	4106840	백병원(중)	백석역	3
11	4106818	백석역(중)	-	1
12	4106817	안산공원(중)	대화역	2
13	4196168	알미공원(중)	백석역	1
14	4110809	일산동구청(중)	대화역	4
15	4106859	일산동구청(중)	백석역	4
16	4110879	일산동부경찰서(중)	대화역	4
17	4110880	일산동부경찰서(중)	백석역	4
18	4110806	주엽역(중)	대화역	6
19	4106852	주엽역(중)	백석역	5
20	4196166	호수마을(중)	백석역	2
21	4196167	흰돌마을(중)	대화역	2

(자료) 고양연구원 작성

2. 구간별 노선중복도 분석 결과

1) 구간별 노선중복도(대화 → 백석)

[표 4-43]은 대화역에서 백석역까지의 중앙로 BRT 구간의 정류장을 기준으로 노선별 통행 구간을 나타낸 것이다. 대상 구간에서 가장 많은 정류장을 통과하는 노선은 대화역 ~ 마두역(중) 구간을 통과하는 대화교통의 057노선으로 나타난다. 관산운수의 059노선과 대화교통의 062노선은 대화역만을 경유하는 노선이며, 부광운수의 070노선과 명보교통의 074노선은 해당 구간을 통과하지 않는 것으로 나타난다. 구간별 합계 노선 수가 가장 높은 구간은 주엽역(중) ~ 강선마을(중) 구간과 강선마을(중) ~ 일산동부경찰서(중) 구간에서 6개의 노선이 통과하는 것으로 나타난다.

표 4-43 | 구간별 노선중복도(대화 → 백석)

대화역→ 백석역	대화역	백병원	문촌 마을	주엽역	강선 마을	일산 동부 경찰서	일산 동구청	마두역	호수 마을	알미 공원	백석역
[056]											
[057]											
[059]											
[062]											
[066]											
[068]											
[070]											
[074]											
[078]											
[090]											
[091A]											
[091B]											
합계 노선 수		4	4	5	6	6	4	5	4	2	1

〈자료〉 고양연구원 작성

2) 구간별 노선중복도(백석 → 대화)

[표 4-44]는 백석역에서 대화역까지의 중앙로 BRT 구간의 정류장을 기준으로 노선별 통행 구간을 나타낸 것이다. 대상 구간에서 가장 많은 정류장을 통과하는 노선은 일산동구청(중) ~ 대화역 구간을 통과하는 대화교통의 057노선과 흰돌마을(중) ~ 문촌마을(중) 구간을 통과하는 신일산교통의 066노선으로 나타난다. 관산운수의 059노선과 대화교통의 062노선은 대화역만을 경유하는 노선이며, 이를 제외하였을 때 가장 적은 정류장을 통과하는 노선은 부광운수의 070노선과 명보교통의 074노선으로 나타난다. 구간별 합계 노선 수가 가장 높은 구간은 강선마을(중) ~ 주엽역(중) 구간에서 7개 노선이 통과하는 것으로 나타난다.

표 4-44 | 구간별 노선중복도(백석 → 대화)

백석역→ 대화역	안산 공원	흰돌 마을	마두역	일산 동구청	일산 동부 경찰서	강선 마을	주엽역	문촌 마을	백병원	대화역
[056]										
[057]										
[059]										
[062]										
[066]										
[068]										
[070]										
[074]										
[078]										
[090]										
[091A]										
[091B]										
합계 노선 수	2	5	5	4	5	7	6	4	5	

〈자료〉 고양연구원 작성

3. 구간별 · 시간대별 노선중복도 분석 결과

1) 구간별 · 시간대별 노선중복도(대화 → 백석)

[그림 4-16]과 [그림 4-17]은 대화역에서 백석역까지의 중앙로 BRT 구간의 정류장을 기준으로 구간별 · 시간대별 노선중복도를 평일과 주말로 구분하여 나타낸 것이다. 평일에는 출 · 퇴근을 위한 침두시에 노선중복도가 높게 나타나며, 오전 9시에는 대화역 ~ 백병원(중) 구간이 일평균 14.4대, 오후 6시에는 주엽역(중) ~ 강선마을(중) 구간이 일평균 13대로 가장 높게 나타난다. 주말에는 오전 10시, 오후 4시, 오후 8시에 노선중복도가 높게 나타난다.

그림 4-16 | 일평균 시간대별 구간 내 차량 대수(대화 → 백석 / 평일)

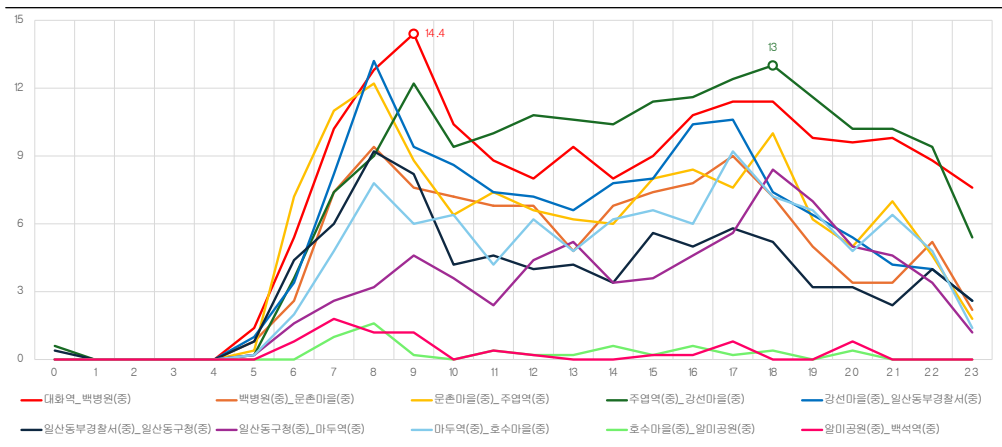
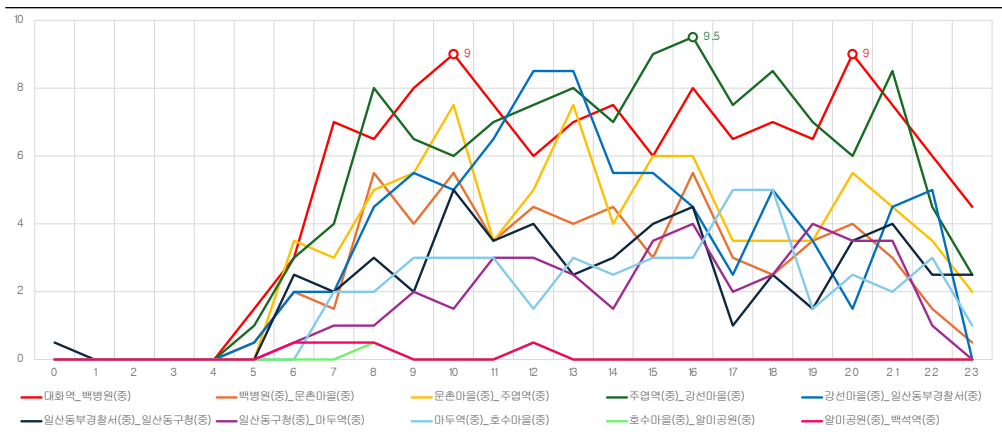


그림 4-17 | 일평균 시간대별 구간 내 차량 대수(대화 → 백석 / 주말)



2) 구간별 · 시간대별 노선중복도(백석 → 대화)

[그림 4-18]과 [그림 4-19]는 백석역에서 대화역까지의 중앙로 BRT 구간의 정류장을 기준으로 구간별 · 시간대별 노선중복도를 평일과 주말로 구분하여 나타낸 것이다. 평일에는 출 · 퇴근을 위한 첨두시에 노선중복도가 높게 나타나며, 오전 8시와 오후 7시 모두 주엽역(중) ~ 문촌마을(중) 구간에서 각각 일평균 18.8대, 일평균 23.8대로 가장 높게 나타난다. 주말에는 주엽역(중) ~ 문촌마을(중) 구간의 노선중복도가 타 구간 대비 높게 나타나는 것을 확인할 수 있다. 전반적으로 오후 5시 인근의 노선중복도가 높은 것으로 나타나며, 주엽역(중) ~ 문촌마을(중) 구간의 노선중복도는 일평균 16.5대로 가장 높게 나타난다.

그림 4-18 | 일평균 시간대별 구간 내 차량 대수(백석 → 대화 / 평일)

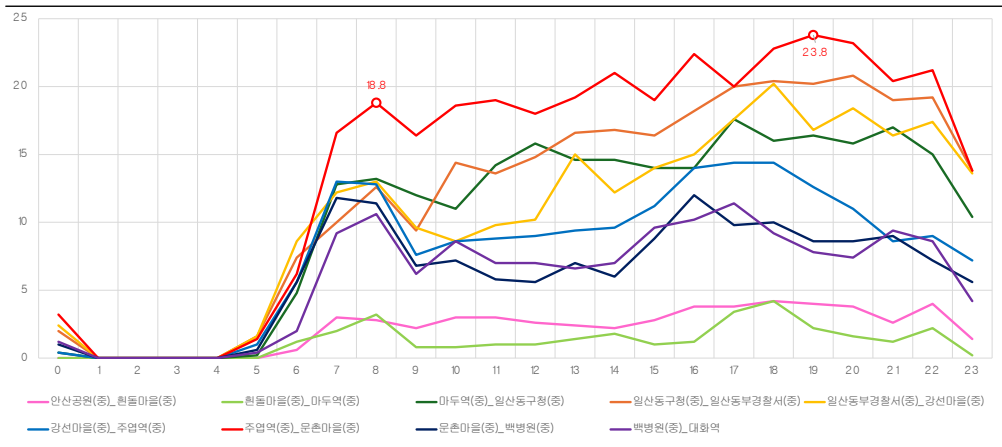
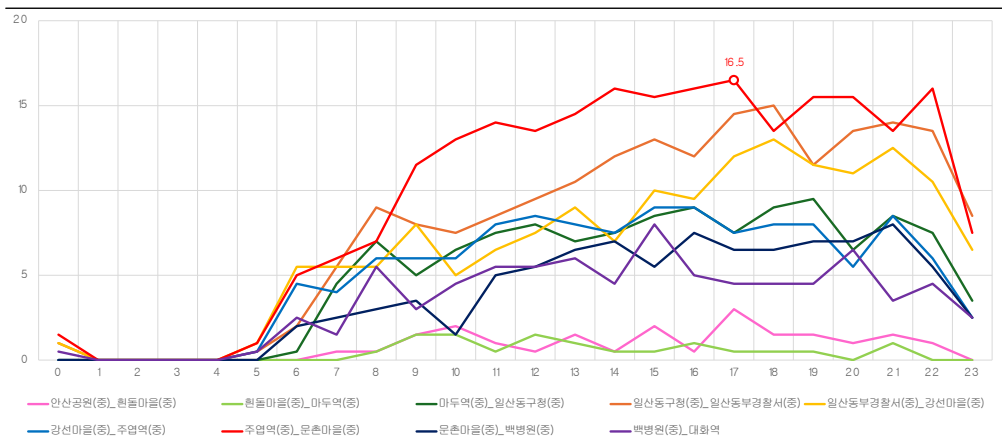


그림 4-19 | 일평균 시간대별 구간 내 차량 대수(백석 → 대화 / 주말)



제4절 고양시 BRT 구간 운영의 문제점

1. BRT 구간 중앙차로 마을버스 통행 허용

1) 법률적인 한계

고양시 중앙로 BRT 구간은 현재 마을버스의 BRT 체계의 통행을 허가하고 있다. 하지만 「간선급행버스체계의 건설 및 운영에 관한 특별법」 제2조의 BRT 전용차량은 동법 시행령 제3조, 전용차량의 종류 부문에서 「여객자동차 운수사업법」 시행령 제3조 제1호에 따른 시내버스 운송사업 차량으로 규정되어 있다. 해당 시행령에는 노선 여객자동차운송사업을 시내버스 부문과 마을버스 부문으로 명확하게 구분하며, 이에 따라 고양시 중앙로 BRT 구간의 마을버스 통행은 법률적인 문제점을 지닌다고 할 수 있다.

표 4-45 | 고양시 BRT 전용차량 관련 법률 내용

구분	내용
간선급행버스체계의 건설 및 운영에 관한 특별법 (시행 2024. 07. 10.)	법류 제2조(정의) 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다. <개정 2022. 6. 10.> 1. “간선급행버스체계”란 대도시권 등에서 건설·운영하는 간선급행버스체계로서 전용주행로, 교차로, 정류소 등의 체계시설과 전용차량을 갖추고 운영하는 교통체계를 말한다. 4. “전용차량”이란 전용주행로의 통행권을 가지는 대통령령으로 정하는 자동차를 말한다. 시행령 제3조(전용차량의 종류) ① 법 제2조제4호에서 “대통령령으로 정하는 자동차”란 다음 구분에 따른 자동차를 말한다. 1. 일반형 전용차량: 「여객자동차 운수사업법 시행령」 제3조 제1호 가목에 따른 시내버스운송사업에 사용되는 자동차
여객자동차 운수사업법 (시행 2024. 07. 31.)	시행령 제3조(여객자동차운송사업의 종류) 법 제3조 제2항에 따라 같은 조 제1항 제1호 및 제2호에 따른 노선 여객자동차운송사업의 내용은 다음과 같다. <개정 2023. 10. 10.> 1. 노선 여객자동차운송사업 가. 시내버스운송사업: 주로 특별·광역시·특별자치시 또는 시의 단일 행정구역에서 운행계통을 정하고 국토교통부령으로 정하는 차량을 사용하는 여객 운송 사업. 광역급행·직행좌석·좌석형 및 일반형 등으로 운행 형태를 구분한다. 다. 마을버스운송사업: 주로 시·군·구의 단일 행정구역에서 기점·종점의 특수성이나 사용되는 자동차의 특수성 등으로 인하여 다른 노선 여객자동차운송사업자가 운행하기 어려운 구간을 대상으로 국토교통부령으로 정하는 기준에 따른 운행계통과 자동차를 사용하여 여객을 운송하는 사업

<자료> 간선급행버스체계의 건설 및 운영에 관한 특별법, 여객자동차 운수사업법, 연구진 재정리(접속일 2024. 06. 11.)

2) BRT 광역수송 효율성 저하 우려

간선급행버스체계는 대도시권의 교통 문제를 광역적인 차원에서 효율적으로 해결하기 위해 관련 체계시설과 전용차량을 활용하여 일정 수준 이상의 속도를 유지하고 정시성을 확보함으로써 경전철 또는 도시철도에 준하는 서비스 제공을 목적으로 함을 「간선급행버스 설계지침」를 비롯한 상위계획에서 확인할 수 있다.

하지만 현재 고양시 중앙로 BRT 구간은 법령에서 규정하는 전용차량 외 다수의 마을버스 통행이 허가됨에 따라 BRT 본연의 광역수송능력의 효율성이 저하되고 있다.

첫째, 본 연구에서 조사한 중앙로 BRT 운행 노선 현황에 따르면, 중앙로 BRT 구간 내 분석 대상 정류장 12개소의 전체 통행 노선 중 마을버스 노선의 구성 비율은 평균 약 12.2%이며, 마을버스 정차 비중이 높은 정류장은 호수마을(21.2%), 강선마을(18.4%), 일산동부경찰서(17.9%), 일산동구청(16.7%) 순으로 나타났다. BRT 구간 내 마을버스 통행으로 인한 통행량의 증가는 구간 내 교통 혼잡도를 향상하고, 정류장에서의 승·하차가 지연되어 정시성 및 광역교통 수송 능력의 저하로 이어질 수 있다.

둘째, 본 연구에서 수행한 대중교통 이용자 통행행태 분석에 따르면, 지하철역 인근에 위치한 BRT 정류장의 경우 마을버스 이용자의 약 40~60%가 환승 전·후의 교통수단으로 시내·광역·직행좌석 버스보다 지하철 및 마을버스를 이용하는 것으로 나타났다. 즉 현재 마을버스가 BRT 정류장에 정차함으로 인해 불필요한 환승 목적 횡단이 발생하고 있으며, 이는 버스정류장의 혼잡도를 증가하고 마을버스 이용자의 환승 편의성을 저해한다고 볼 수 있다.

BRT의 수송 능력의 회복과 시민의 대중교통 환승 편의성 향상을 위하여 마을버스의 BRT 구간 내 중앙차로 통행 및 정차는 지양되어야 하고, 마을버스 정류장을 가로변으로 이동하는 분산배치 방안에 관한 검토 및 논의가 필요하다.

표 4-46 | BRT 광역수송 효율성 저하 문제점

구분		주요 내용
중앙로 BRT 운행 노선 현황		<ul style="list-style-type: none"> 구간 내 마을버스 정차 비중 : 평균 12.2%, 최대 21.1%(호수마을) 그 외 강선마을, 일산동부경찰서, 일산동구청, 마두역 정류장 등 혼잡도 향상
대중교통 이용자 통행행태 분석	대화역 → 백석역	<ul style="list-style-type: none"> 유형 B(타 대중교통 → 마을버스 환승)의 마을버스·지하철 이용 비중 대화역 47.2%, 주엽역 46.9%, 마두역 40.4% 유형 C(마을버스 → 타 대중교통 환승)의 마을버스·지하철 이용 비중 대화역 62.7%, 주엽역 55.3%, 마두역 44.8%
		<ul style="list-style-type: none"> 유형 B(타 대중교통 → 마을버스 환승)의 마을버스·지하철 이용 비중 대화역 62.7%, 주엽역 55.3%, 마두역 44.8% 유형 C(마을버스 → 타 대중교통 환승)의 마을버스·지하철 이용 비중 대화역 66.1%, 주엽역 56.0%, 마두역 43.8%
	백석역 → 대화역	<ul style="list-style-type: none"> 유형 B(타 대중교통 → 마을버스 환승)의 마을버스·지하철 이용 비중 대화역 47.2%, 주엽역 46.9%, 마두역 40.4% 유형 C(마을버스 → 타 대중교통 환승)의 마을버스·지하철 이용 비중 대화역 62.7%, 주엽역 55.3%, 마두역 44.8%
		<ul style="list-style-type: none"> 유형 B(타 대중교통 → 마을버스 환승)의 마을버스·지하철 이용 비중 대화역 62.7%, 주엽역 55.3%, 마두역 44.8% 유형 C(마을버스 → 타 대중교통 환승)의 마을버스·지하철 이용 비중 대화역 66.1%, 주엽역 56.0%, 마두역 43.8%

〈자료〉 고양연구원 작성

2. 혼잡한 정류장과 환승 목적 횡단으로 인한 안전성 문제

본 연구에서 수행한 BRT 구간 노선 특성 분석에 따르면, 일산선의 마두역과 주엽역을 포함하는 구간의 마을버스 노선 중복도가 가장 높은 것으로 나타나며, 특히 침두시에는 타 구간 대비 해당 구간의 차량 대수가 가장 높게 나타났다. 이러한 가운데 고양시 중앙로 BRT 구간의 마을버스 통행은 본래 가로변 정류장을 이용하였을 마을버스 이용자들이 중앙 버스 정류장을 이용하게 함으로써, 중앙 버스정류장의 혼잡도 증가와 불필요한 환승 동선 발생이라는 안전성 문제를 유발한다.

한국도로교통공단의 교통사고분석시스템에 따르면 2021년부터 2023년까지 고양시 중앙로 BRT 정류장 인근에서 발생한 안전사고는 총 22건⁵⁾이며, 사고유형과 사고 지점을 고려했을 때 정류장 승·하차 시 또는 정류장으로 횡단할 때 안전사고가 발생하는 것으로 판단된다. 혼잡하고 비좁은 버스정류장이나, 중앙 정류장의 마을버스와 가로변의 지하철 간의 환승을 위해 횡단보도를 건너야 하는 환승 동선은 교통약자에게 커다란 위험 요인이 될 수 있다.

이와 같은 위험 요인을 개선하기 위해서는 전술했던 마을버스 정류장의 가로변 분산배치 방안을 통하여 중앙 버스정류장의 혼잡도를 완화하고, 대중교통 이용자의 동선을 분리하는 방안이 필요하다. 또한 이용자의 안전 향상과 쾌적한 대기 공간을 제공할 수 있는 폐쇄형 혹은 반개방형 쉼터의 설치에 관한 고려가 필요하다.

그림 4-20 | 정류장 혼잡 및 환승 목적 횡단 관련 안전 문제 사례



(자료) 연합뉴스, “명동 버스대란 완화됐지만...시민들 “정류장 여전히 좁아” | 연... (https://www.yna.co.kr/view/AKR20240108146900004)
국제뉴스, “횡단 폭 좁아서...BRT정류소 무단횡단”(https://www.kookje.co.kr/news2011/asp/newsbody.asp?key=20200107.22008002207)

5) 한국도로교통공단, “교통사고 분석 시스템(TAAS)”, (https://taas.koroad.or.kr) (접속일 2024. 08. 11.)

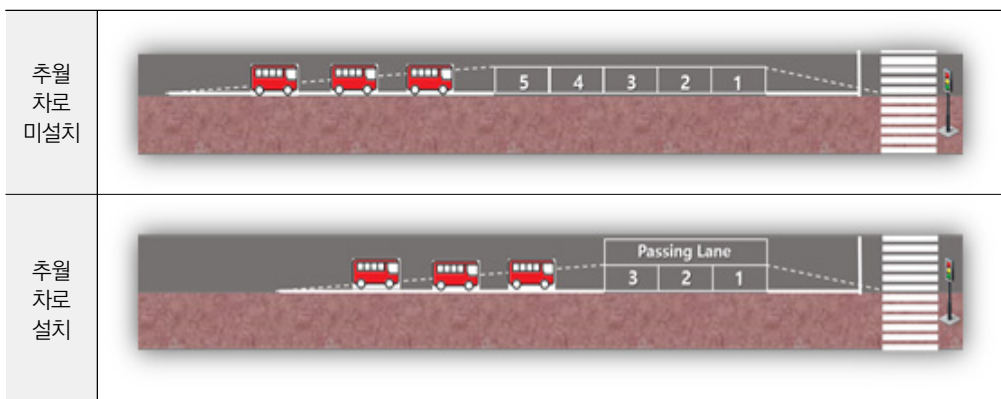
3. BRT 구간 내 추월차로 미설치로 인한 효율성 저하

본 연구에서 조사한 중앙로 BRT 운행 현황에 따르면, 중앙로 BRT 구간 내 추월차로가 설치되지 않은 정류장은 마두역과 주엽역 2개소인 것으로 조사되며, 대중교통 수요가 급증하는 침두시에 해당 구간의 교통정체가 빈번하게 발생하는 것으로 나타난다. 단순히 통행 차량이 증가할 뿐만 아니라, 선행 차량의 승·하차가 지연되는 경우 별도의 추월차로가 없어 후속 차량이 출발 또한 지연됨에 따라 BRT 구간 전체의 효율성 및 수단경쟁력이 저하되는 것으로 나타난다. 또한 일부 버스 노선의 경우 승객의 승·하차가 완료되었음에도 불구하고, 보다 많은 승객을 운송하기 위해 최대한 출발을 지연하기도 하는 것으로 조사되었다.

BRT 정류장의 추월차로는 정류장 정차면 측면에 별도의 차로를 설치함으로써 앞서 들어온 선행 차량의 승·하차가 지연되는 경우 후속 차량이 먼저 출발할 수 있는 BRT 설계기법이다. 추월차로의 설치는 BRT의 정시성과 수단경쟁력을 크게 향상할 수 있으며, 고양시 중앙로의 경우 추월차로 설치 여부에 따라 최대 약 14% 정도의 정시성 향상을 기대할 수 있다⁶⁾.

이러한 문제점을 개선하기 위한 직접적인 수단은 추월차로를 신규 설치하는 것이지만, 이는 현재 중앙로 마두역, 주엽역 정류장의 차로 현황에 대한 고려가 필요하다. 구간 내 차로 수 또는 폭원의 감축이 가능한 경우 도로다이얼트를 통해 추월차로 설치 공간을 확보하는 방안을 모색할 수 있을 것이다. 또한 창릉 신도시와 같은 신규 택지개발지역의 BRT 조성 시 다양한 시설 설치와 함께 반드시 추월차로가 설치되어야 할 것이다.

그림 4-21 | 추월차로 개념도



〈출처〉 한국건설기술연구원(2023). Super BRT 우선 신호기술 및 안전관리 기술 개발 사업

6) 한국건설기술연구원(2023). Super BRT 우선 신호기술 및 안전관리 기술 개발 사업

4. 낙후된 체계시설로 인한 편의성 부족

본 연구에서 수행한 국내·외 BRT 운영 사례 분석과 이를 바탕으로 도출한 시사점에 따르면, 대다수의 BRT 시스템은 ITDP의 'BRT STANDARD'를 기준으로 하급 BRT인 것으로 나타난다. 고양시 중앙로 BRT 구간 역시 버스중앙차로라는 전용차로를 갖춘 것 외에는 별다른 우수 요인을 갖추지 못하고 있다.

오늘날 국내에서 추진되고 있는 S-BRT 사업은 전용차로 및 전용차량 뿐만 아니라 입체교차로 및 BRT 우선신호, 사전요금지불 시스템 등을 크게 개선하여 국제기준 최고 수준을 만족하는 Gold 등급의 BRT 시스템 조성을 도모하고 있다.

고양시 역시 이러한 국내 S-BRT 사업추진에 발맞추어 편의성뿐만 아니라 효율성, 안전성의 향상을 도모해야 할 것이다. 또한 본 연구에서 살펴보았던 'BRT Service Design Guidelines'에서 제시하고 있는 차량 브랜딩, 안내 시스템 등 운영과 디자인 향상 요인을 반영하여 바람직한 BRT 운영을 위해 안전성, 효율성, 편의성을 크게 증진할 필요가 있다.

표 4-47 | BRT 시스템 구성요소에 따른 위계

구분	전용차로	교차로		전용차량	환승시설	관리시스템	사전요금지불
		입체시설	우선신호				
상급	○	○	○	○	○	○	△
중급	○	△	△	○	△	△	X
하급	○	X	△	X	△	X	X

〈자료〉 김원호(2007), 중앙버스전용차로 운영평가를 위한 지표개발, 서울연구원

표 4-48 | S-BRT의 목표 및 시스템 구성

구분	기존 BRT	S-BRT	
교차로	교차로 정차	교차로 입체화	우선신호 처리
정류장	개방형 정류장	폐쇄형 정류장	사전요금 지불
전용차량	일반차량	수소·전기 차량	대용량 굴절버스
관제 및 운영	단순 모니터링 (BMS)	통합운영관제	차량운행 제어

〈출처〉 한국건설기술연구원(2023). Super BRT 우선 신호기술 및 안전관리 기술 개발 사업

제5장 고양시 BRT 구간 운영 효율화 방안

- 제1절 운영 효율화 기본방향 설정
- 제2절 혼잡도 완화 및 안전성 향상
- 제3절 수단경쟁력 및 효율성 향상
- 제4절 시설개선 및 편의성 향상
- 제5절 시책 및 제도개선

제1절 운영 효율화 기본 방향 설정

본 연구에서 제시하고자 하는 고양시 중앙로 BRT 구간의 운영 효율화 방안은 크게 혼잡도 완화를 통한 안전성 향상, 수단경쟁력 및 효율성 향상, 시설개선을 통한 편의성 향상 방안과 함께 이를 뒷받침하는 시책 및 제도개선 부문으로 구분할 수 있다.

먼저 혼잡도 완화를 통한 안전성 향상 부문은 중앙로 마을버스 정류장 분산배치 방안과 그에 따른 택시정류장 이전 방안 그리고 보행자 안전확보 시스템 구축으로 구성된다. 현재 고양시 BRT 구간을 통행하는 마을버스의 노선 및 정류장을 가로변으로 이동하고 그에 따른 가로변 시설물의 현황조사 및 개선 방안을 제시한다. 마을버스 승객의 환승 행태를 고려했을 때 해당 방안의 적용 시 정류장 혼잡도가 완화하고 환승 동선 효율이 향상하여 BRT 정류장 인근의 안전사고 발생이 크게 감소할 것으로 기대된다. 또한 간선급행버스체계의 중앙 버스 정류장 인근 횡단보도에 CCTV, 지향성 스피커 등을 설치함으로써 보행자의 안전을 확보할 수 있는 시스템을 구축하여 고양시 중앙로 BRT 구간의 안전성을 크게 향상하고자 한다.

수단경쟁력 및 효율성 향상 부문은 추월차로 신설 및 도로 다이어트, 정류장 설치 간격 및 노선중복도 개선 방안, 교차로 설계 개선 방안, 우선신호 시스템 구축 방안으로 구성된다. 추월차로 신설 및 도로 다이어트 방안은 2021년 한국건설기술연구원에서 수행한 고양시 중앙로의 추월차로 설치 여부에 따른 서비스 수준 분석 결과를 바탕으로 추월차로 설치여부가 간선급행버스체계의 효율성 및 수단경쟁력에 미치는 영향을 검토하고자 한다. 이후 주엽역(중), 마두역(중) 정류장과 같이 고양시 중앙로 간선급행버스체계 추월차로 미설치 구간에 추월차로를 신설하기 위한 설계 방안을 제시하고자 한다. 정류장 설치 간격 및 노선중복도 개선은 고양시 BRT 정류장의 설치 간격을 검토하고, 노선중복도 분석 결과와 정류장별 마을버스 정차 비율을 검토하고자 한다. 교차로 설계 개선 방안은 현재 고양시 BRT 구간의 교차로 현황조사와 고양시에 적용할 수 있는 교차로 회전처리 방식을 검토하고자 한다.

시설개선을 통한 편의성 향상 부문은 폐쇄형 섬식 정류장 도입, 대용량 버스 도입, 대중교통 시스템 고도화 방안으로 구성된다. 고양시 중앙로 BRT 구간보다는 앞으로 새로 구축될 창릉 신도시 등에 적용가능한 정류장, 요금지불체계와 함께 대용량 버스 도입과 대중교통 시스템의 고도화 방안을 종합적으로 검토하고 도입방안을 제시하고자 한다.

이러한 운영 효율화 방안의 효율적인 추진을 위해 안전성 향상 방안으로 구성된 단기 추진 계획과 효율성 및 편의성 향상 방안으로 구성된 중·장기 추진계획으로 구분하여 단계별 로드맵을 제시하였다. 마지막으로 이러한 운영 효율화 방안을 뒷받침하기 위해 고양시 대중교통수단의 위계 정립의 필요성과 고양시 대중교통 이용 편의 증진 조례의 개정(안)을 제시하고자 한다.

표 5-1 | 고양시 중앙로 BRT 구간 운영 효율화 기본방향

구분		내용
혼잡도 완화 및 안전성 향상	중앙로 마을버스 정류장 분산배치	<ul style="list-style-type: none"> • 중앙로 가로변 시설물 설치 현황 • 중앙로 가로변 시설물 개선 방안
	택시 정류장 이용현황 및 이전 방안	<ul style="list-style-type: none"> • 택시 정류장 이용 현황조사 및 법률 검토 • 택시 정류장 이전 계획 개념도 제시
	간선급행버스체계 보행자 안전확보 시스템	<ul style="list-style-type: none"> • CCTV, VMS 전광판, 지향성 스피커 시설 구축 • 통합관제 및 모니터링을 위한 중앙관제센터 구축
수단경쟁력 및 효율성 향상	추월차로 신설 및 도로 다이어트	<ul style="list-style-type: none"> • 추월차로 설치 여부에 따른 서비스 수준 • 고양시 중앙로 BRT 구간 추월차로 설치 기본방향 • 추월차로 신설 및 도로 다이어트 적용 방안
	정류장 설치 간격 및 노선중복도 개선	<ul style="list-style-type: none"> • 고양시 BRT 구간 정류장 설치 간격 적합성 검토 • 고양시 노선중복도 개선 및 기대효과
	교차로 설계 개선	<ul style="list-style-type: none"> • 평면교차로 개선 방안 • 입체교차로 처리 방안
	우선신호 시스템 구축	<ul style="list-style-type: none"> • 우선신호 처리 및 제어 방식 • 중앙관제식 통합신호제어 시스템
시설개선 및 편의성 향상	국내 간선급행버스체계 시설 현황 및 개선 방향	<ul style="list-style-type: none"> • 폐쇄형·섬식 정류장 • 비접촉 요금지불 체계
	폐쇄형 섬식 정류장	<ul style="list-style-type: none"> • 폐쇄형·섬식 정류장 특징 및 개념 • 비접촉 요금지불 체계
	대용량 버스 도입 검토	<ul style="list-style-type: none"> • 대용량 버스 종류 및 특징 분석 • 고양시 중앙로 BRT 구간 대용량 버스 도입 방안
	대중교통 시스템 고도화 방안	<ul style="list-style-type: none"> • BIS/BMS 시스템 개념 및 현황조사 • 고양시 BIS/BMS 구축 방안
제도 및 시책개선	간선급행버스체계 효율화 추진계획	<ul style="list-style-type: none"> • 단기 추진계획: 안전성 향상 방안 • 중·장기 추진계획: 수단경쟁력 및 편의성 향상 방안
	대중교통수단 위계 정립 및 BRT 이용편의 증진 조례	<ul style="list-style-type: none"> • 고양시 대중교통수단의 간선·지선 등 위계 정립 • 효율화 방안을 뒷받침 할 수 있는 조례 개정(안) 마련

〈자료〉 고양연구원 작성

제2절 혼잡도 완화 및 안전성 향상

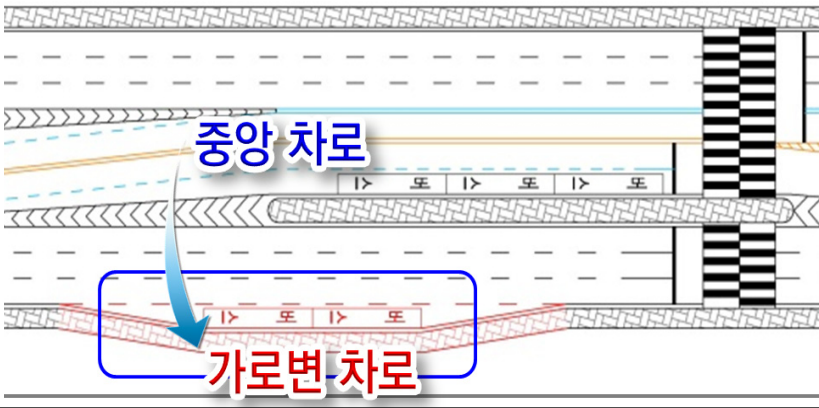
1. 중앙로 마을버스 정류장 분산배치

1) 기본방향

고양시 중앙로 BRT 구간의 운행 버스 위계별 노선 분리를 위하여 장거리 노선인 광역 및 간선버스는 중앙버스전용차로를 통행하고, 상대적으로 단거리 운행 노선인 마을버스 정류장을 가로변으로 배치하여 BRT 시설 설치 본연의 목적을 회복하고 혼잡도를 완화함으로써 중앙로 BRT 구간의 안전성 향상을 도모하고자 한다.

마을버스 정류장의 분산배치에 따라 이용 행태가 안정화되기까지는 일정 시간 이용자의 혼란 및 불편은 발생하겠지만 잘못된 BRT 운영 방식을 바로잡고 광역대중교통수단의 빠른 이동을 위해서는 마을버스 정류장의 분산배치가 일괄적으로 이루어져야 한다. 이를 위해 검토 대상이 되는 버스정류장 및 경유 노선 인근의 가로변 시설물 설치 현황조사를 바탕으로 중앙버스전용차로 개선방안을 제안하고자 한다.

표 5-2 | 중앙로 BRT 구간 혼잡도 완화 방안 검토 내용 및 개념도

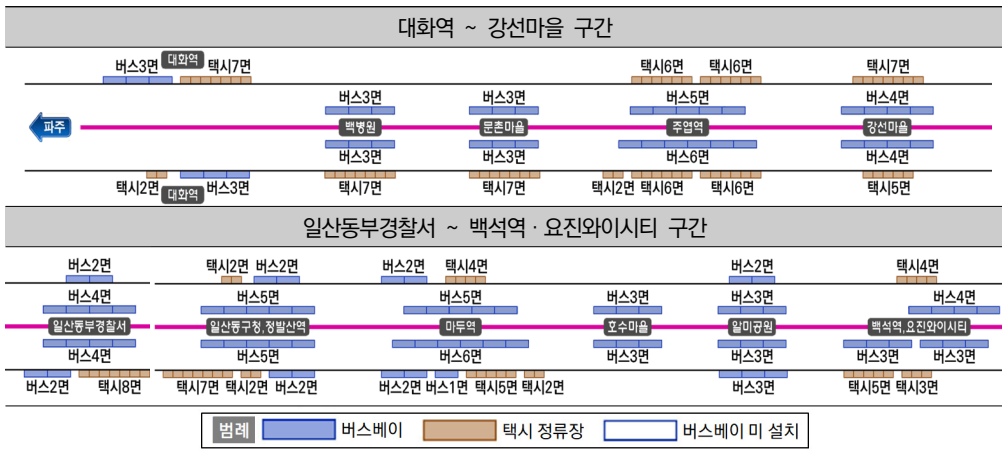
구분	내용
개념도	
중앙차로 버스정류장	<ul style="list-style-type: none"> 백병원, 문춘마을, 주업역, 강선마을, 일산동부경찰서, 일산동구청, 마두역, 호수마을(흰돌마을), 알미공원(안산공원), 백석역
중앙차로 버스정류장 경유노선	<ul style="list-style-type: none"> 050(평일), 056(도촌), 056(역절), 056(서촌), 057, 061, 066, 068, 070, 078, 090, 091

〈자료〉 고양연구원 작성

2) 중앙로 가로변 시설물 설치 현황

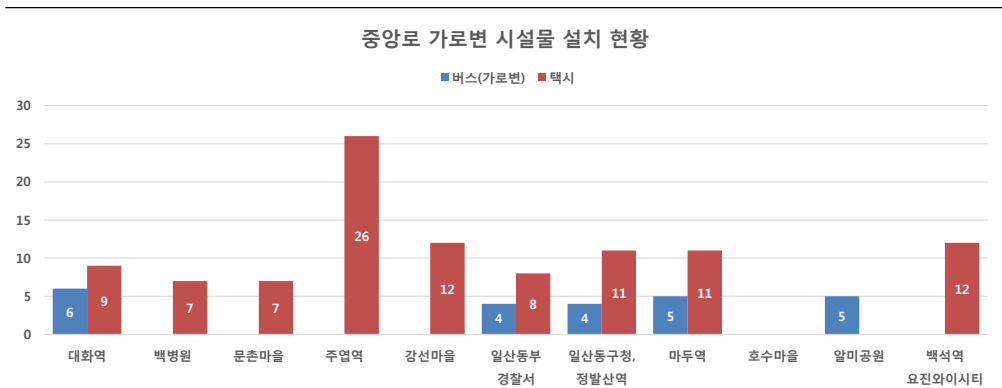
고양시 중앙로 BRT 구간의 마을버스 정류장 분산배치를 위해 고려해야 할 대표적인 가로변 시설물로는 크게 택시 정류장과 버스베이로 구분된다. [그림 5-1]은 중앙로 BRT 구간의 마을버스 통행을 중앙버스전용차로에서 가로변으로 변경할 때 마을버스 정차 공간확보를 고려하고자 가로변 시설물 설치 현황을 조사한 것이다. 기존에 가로변 버스정류장이 설치되어 있는 곳은 대화역, 일산동부경찰서, 일산동구청, 마두역, 알미공원 정류장이 있으며, 택시 정류장은 호수마을, 알미공원 정류장을 제외한 나머지 정류장 인근에 설치된 것을 확인할 수 있다.

그림 5-1 | 중앙로 가로변 구간별 시설물 설치 현황



〈자료〉 고양연구원 작성

그림 5-2 | 중앙로 가로변 정류장별 시설물 설치 현황



〈자료〉 고양연구원 작성

3) 중앙로 가로변 시설물 개선 방안

중앙로 BRT 구간의 마을버스 정류장 분산배치를 위한 가로변 시설물 개선 방안은 크게 세 가지 유형으로 구분된다.

첫째, 기존의 가로변 택시 정류장을 마을버스 정차를 위한 버스베이로 변경하는 경우, 일정 면수 이상의 택시 정류장의 일부를 마을버스 정류장으로 전환함으로써 택시 정류장과 버스정류장이 공존하는 방안이다. 백병원(백석 방면), 문촌마을(백석 방면), 주엽역(대화 및 백석 방면), 강선마을(대화 및 백석 방면) 등의 정류장 인근 가로변에 적용할 수 있다. 둘째, 호수마을 정류장의 가로변과 같이 시설물이 설치되지 않은 곳에 버스베이를 신설하는 방안이며, 기존 보행로 폭원이 충분한 백병원(대화 방면), 호수마을(대화 및 백석 방면) 등의 정류장 인근 가로변에 적용할 수 있다. 셋째, 보행로 및 차로는 현행을 유지하되 기존 정차면을 활용하여 버스정류장으로 활용하는 방안으로 나머지 정류장 인근 가로변에 적용한다.

표 5-3 | 중앙로 가로변 시설물 개선방안 개념도

구분	개념도	
CASE 1 (택시 정류장 → 버스베이 변경)	당초	
	변경	
CASE 2 (버스베이 신설)	당초	
	변경	
CASE 3 (현행 유지: 기존 정차면 활용)	당초	
	변경	

〈자료〉 고양연구원 작성

표 5-4 | 중앙로 가로변 시설 설치현황 및 개선방안 적용 결과

대화역 ~ 강선마을 구간							
일산동부경찰서 ~ 백석역·요진와이시티 구간							
구분	정류장명	방면	정차면수			베이 미설치	개선방안
			중앙차로	가로변	택시		
1	대화역	대화	-	3	7	-	Case-3
		백석	-	3	2	-	Case-3
2	백병원	대화	3	-	-	-	Case-2
		백석	3	-	7	-	Case-1
3	문춘마을	대화	3	-	-	-	Case-3
		백석	3	-	7	-	Case-1
4	주엽역	대화	5	-	12	-	Case-1
		백석	6	-	14	-	Case-1
5	강선마을	대화	4	-	7	-	Case-1
		백석	4	-	5	-	Case-1
6	일산동부 경찰서	대화	4	2	-	-	Case-3
		백석	4	2	8	-	Case-3
7	일산동구청, 정발산역	대화	5	2	2	-	Case-3
		백석	5	2	9	-	Case-3
8	마두역	대화	5	2	4	-	Case-3
		백석	6	3	7	-	Case-3
9	호수마을	대화	3	-	-	-	Case-2
		백석	3	-	-	-	Case-2
10	알미공원	대화	3	2	-	-	Case-3
		백석	3	3	-	-	Case-3
11	백석역 요진와이시티	대화	4	-	4	-	Case-1
		백석	6	-	8	-	Case-1

(자료) 고양연구원 작성

4) 기대효과

본 연구에서 제시하는 마을버스 정류장 분산배치(안)을 적용할 경우 기대할 수 있는 안전성 부문의 효과로는 고양시 마을버스 중앙버스전용차로 이용에 따른 법률적 문제 해결, 중앙버스정류장의 혼잡도 완화, 마을버스 이용자의 환승거리 감소에 따른 안전사고 감소로 구분할 수 있다.

본 연구에서 수행한 고양시 BRT 구간 운영의 문제점 분석 결과에 따르면 현재 마을버스의 중앙버스전용차로 통행은 「간선급행버스체계의 건설 및 운영에 관한 특별법」과 「여객자동차 운수사업법」의 내용을 고려했을 때, 법률상에서 규정하는 전용차량의 정의에 마을버스는 제외되기 때문에 법률적인 문제점을 지니고 있다. 마을버스 정류장을 가로변으로 이동하는 본 개선(안)을 적용할 경우 마을버스의 통행 역시 중앙버스전용차로에서 가로변으로 이동하기 때문에 고양시 중앙로 BRT 구간 중앙차로의 마을버스 통행에 관한 법률적인 문제점을 해결할 수 있다.

또한 본 연구에서 수행한 중앙로 간선급행버스체계 안전사고 조사 결과에 따르면 2015년부터 2023년까지 중앙로 BRT 구간에서 발생한 보행자와 노선버스 간에 발생한 안전사고는 총 118건이며, 사고 지점이 대부분 정류장 대기 장소나 인근 횡단보도에서 발생한다는 점을 고려했을 때 이를 해결하기 위해서는 전반적인 혼잡도의 완화 및 불필요한 동선을 감소해야 할 것으로 판단된다.

고양시 중앙로 BRT 구간의 중앙버스정류 노선 현황에 따르면 정류장에 정차하는 노선버스 중 마을버스의 구성비율은 평균 약 15.1%이며, 본 개선(안)을 적용할 경우 해당 차량에 탑승하기 위한 승객만큼 중앙버스정류장의 혼잡도가 완화할 것으로 기대할 수 있다. 또한 본 연구에서 수행한 대중교통 이용자 통행행태 분석에 따르면, 주엽역, 마두역 등 일산선 인근의 BRT 정류장의 경우 마을버스 이용자의 약 40~60%가 환승 전·후에 마을버스 또는 지하철을 선택하는 것으로 나타난다. 본 개선(안)이 반영된다면 마을버스 간 또는 마을버스와 지하철 간의 환승 이용자가 불필요하게 중앙버스정류장 인근의 횡단보도를 횡단하지 않아도 되기 때문에 이와 관련한 안전사고를 크게 감소할 수 있을 것으로 여겨진다.

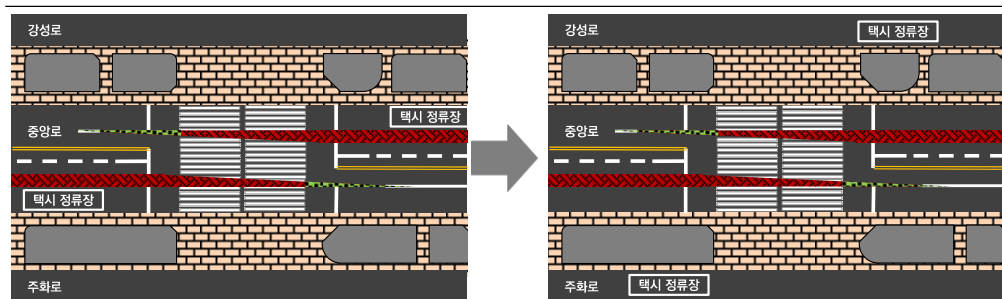
본 절에서 제시하는 마을버스 정류장의 가로변 분산배치는 전술한 마을버스 중앙버스전용차로 통행에 따른 법률적인 문제 해결과 중앙버스정류장과 관련한 정류장 혼잡도 완화 및 환승 이동에 따른 안전사고 감소라는 기대효과를 지닐 뿐만 아니라, 후술할 버스 노선중복도 개선에 따른 효율성 향상, 환승 동선 감소에 따른 대중교통 이용자의 이용편의성 개선의 효과까지 기대할 수 있을 것으로 여겨지는 만큼 본 연구의 가장 핵심적인 중앙로 간선급행버스체계 효율화 방안이라고 할 수 있다.

2. 택시 정류장 이전

오늘날 모바일 앱을 통한 택시 서비스 이용이 활성화됨에 따라 기존에 활용되던 택시 정류장의 활용도 및 공간 효율성 부문에서의 문제가 제기되고 있다. 카카오 택시 등과 같은 모바일 앱을 통한 예약은 예약 방법이 간편하며, 이용자의 목적지를 택시 운전자가 명확하게 인지할 수 있고 사전에 적정한 예상 요금을 추정할 수 있기 때문에 고정된 위치의 택시 정류장을 이용하는 승객은 급격히 감소하고 있는 추세이다.

이와 같은 전반적인 택시 이용 방법의 변화로 인해 고양시 중앙로에 위치한 택시 정류장은 택시 승객을 위한 탑승 장소의 역할을 거의 상실하였으며, 사실상 택시 운전직 종사자들의 휴식을 위한 장소로 이용되고 있다. 연구진의 현장 조사 결과 택시 정류장에 택시를 주차한 뒤 인근 식당을 이용하는 사례도 발견되었다. 이러한 택시 정류장 이용 현황은 차량 통행량이 많아 상대적으로 협소한 중앙로의 공간 효율성을 크게 저하하는 요인으로 작용하고 있으며, 앞서 제시한 마을버스 정류장의 분산배치(안)를 적용하여 적절한 공간 변경 및 시설 이전이 필요할 것으로 판단된다.

그림 5-3 | 택시 정류장 이전 계획 개념도



〈자료〉 고양연구원 작성

그림 5-4 | 택시정류장 이용률 저하에 따른 효율성 문제 제기 사례

국토매일 · www.pmnews.co.kr

[기획] 서울시 이용자없는 택시승강대 보도블록만 차지:국토매일
 2019.09.09. 서울시내대다수택시승강대실효성없어논란/버스전용차로중
 복 · 영동한위치등에모두외면전문가“버스정류장같은일관된설치규정필
 요”/서울시“이용



〈자료〉 국토매일, “서울시 이용자없는 택시 승강대..” (<https://www.pmnews.co.kr/92857>)

한편 「간선급행버스체계의 건설 및 운영에 관한 특별법」 제13조 대체공공시설등의 설치에 따르면 BRT 체계 건설사업에 따라 기존의 공공시설은 사업시행자에게 무상으로 귀속하고, 사업시행자가 대체공공시설을 설치하게 할 수 있다는 내용을 담고 있다.

택시정류장은 해당 법령 및 시행령상에서 직접적으로 공공시설로 정의되고 있지는 않지만, 본 절에서 제안하는 중앙로 마을버스 정류장 분산배치에 따른 가로변 시설물 개선 방안으로 인해 버스베이로 전환되는 택시 정류장의 대체시설 설치가 필요하다고 여겨진다. 이를 위해 기존의 중앙로 가로변에 설치되어 있던 택시 정류장을 중앙로 인근의 이면도로인 주화로와 강성로에 이전하는 방안을 고민할 필요가 있다.

표 5-5 | 대체공공시설 관련 법령 및 시행령

구분	내용
간선급행버스체계의 건설 및 운영에 관한 특별법 (제13조 대체공공시설 등의 설치)	<p>제13조(대체공공시설등의 설치)</p> <p>① 실시계획승인권자는 체계건설사업에 편입되는 부지에 대통령령으로 정하는 공공시설, 군사시설 또는 공용건축물이 있는 경우에는 그 공공시설 등의 관리청 또는 소유자의 신청을 받아 사업시행자로 하여금 기존의 공공시설 등을 대체하는 공공시설등(이하 이 조에서 “대체공공시설 등”이라 한다)을 설치하게 할 수 있다.</p>
간선급행버스체계의 건설 및 운영에 관한 특별법 시행령 (제13조 대체공공시설 등의 설치)	<p>제13조(대체공공시설등의 설치)</p> <p>① 법 제13조 제1항에서 “대통령령으로 정하는 공공시설, 군사시설 또는 공용건축물”이란 다음 각 호의 시설을 말한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제2조 제13호에 따른 공공시설 2. 「국방·군사시설 사업에 관한 법률」 제2조 제1호에 따른 국방·군사시설 3. 국가 또는 지방자치단체의 청사와 그 부대시설 4. 그 밖에 제1호부터 제3호까지의 시설과 유사한 시설로서 국토교통부장관이 정하여 고시하는 시설
국토의 계획 및 이용에 관한 법률 (제2조 정의)	<p>제2조(정의) 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.</p> <p>13. “공공시설”이란 도로·공원·철도·수도, 그 밖에 대통령령으로 정하는 공공용 시설을 말한다.</p>
국토의 계획 및 이용에 관한 법률 시행령 (제4조 공공시설)	<p>제4조(공공시설) 법 제2조 제13호에서 “대통령령으로 정하는 공공용시설”이란 다음 각 호의 시설을 말한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 항만·공항·광장·녹지·공공공지·공동구·하천·유수지·방화설비·방풍설비·방수설비·사방설비·방조설비·하수도·구거 2. 행정청이 설치하는 시설로서 주차장, 저수지 및 그 밖에 국토교통부령으로 정하는 시설

〈자료〉 간선급행버스체계의 건설 및 운영에 관한 특별법, 연구진 재정리(접속일 2024. 06. 11.)

3. 간선급행버스체계 보행자 안전확보 시스템

한국도로교통공단의 교통사고 분석 시스템에 따르면 2015년부터 2023년까지 고양시 중앙로 BRT 정류장 인근에서 발생한 보행자와 노선버스 간에 발생한 안전사고 수는 총 118건으로 나타났다. 연도별 안전사고 발생 건수는 감소 추세에 있지만, 타 정류장 대비 대화역, 주엽역, 정발산역, 마두역 등 일산선 출입구 인근의 정류장을 중심으로 높은 안전사고 발생 건수를 확인할 수 있다⁷⁾.

사고 지점을 고려했을 때 이러한 안전사고는 정류장에서 승·하차하거나 승·하차 후 일산선 이용을 위한 횡단 시 발생하는 것으로 판단되며 이 같은 안전사고를 사전에 방지하기 위해 보행자 안전확보 시스템의 구축이 필요하다고 판단된다.

BRT 보행자 안전확보 시스템은 CCTV, VMS(Variable-Message Sign) 전광판, 지향성 스피커 등의 기반 시설 설치와 통합관제 및 모니터링이 가능한 중앙관제센터의 구축이 필요하다. 적색 보행신호에 무단횡단을 하거나 횡단보도가 아닌 지역으로 횡단하는 보행자가 발생할 경우 인근에 설치된 CCTV가 보행자의 무단횡단을 감지하여 이를 VMS 전광판에 표출하고 보행자 및 인근의 차량 운전자가 무단횡단 보행자의 존재를 명확히 인지할 수 있도록 한다. 또한 인근에 설치된 지향성 스피커를 통해 무단횡단 보행자에게 안전사고 위험성을 경고하고 동시에 통합관제센터를 거쳐 버스 차량에 설치된 단말기를 통해 버스 운전기사에게 전달하여 만일의 상황에 대비하도록 전달한다.

그림 5-5 | 중앙로 가로변 시설물 설치 현황



<출처> 한국건설기술연구원(2023). Super BRT 우선 신호기술 및 안전관리 기술 개발 사업

7) 한국도로교통공단, “교통사고 분석 시스템(TAAS)”, (<https://taas.koroad.or.kr>) (접속일 2024. 08. 11.)

제3절 수단경쟁력 및 효율성 향상

1. 추월차로 신설 및 도로 다이어트

1) 추월차로 설치에 따른 서비스 수준

2021년 한국건설기술연구원은 한국철도기술연구원에서 주관하는 「Super BRT 우선 신호기술 및 안전관리 기술 개발 사업」에서 S-BRT 차로설계 지침(안) 중 추월차로 유·무에 따른 BRT 서비스 분석을 수행하였다.

추월차로가 미설치된 마두역(중) 정류장과 추월차로가 설치된 백마주유소(現 백석동·요진와이시티(중) 정류장에서 발생하는 서비스 실패(Service Failure)를 분석함으로써 BRT 구간의 추월차로가 가지는 기능적 의미를 검증하고자 했다. BRT 서비스 실패는 버스가 정류장의 정차면에 들어설 때 선행 차량의 정차면 점거로 인해 원활한 승·하차 서비스를 수행하지 못할 때 발생한다.

2021년 10월 14일 마두역(중) 정류장과 백석동·요진와이시티(중) 정류장 인근의 CCTV 영상 분석을 통해 첨두시(07시~09시)와 비첨두시(14시~16시)에 발생하는 버스 정차 시도 및 서비스 실패 건수를 통해 서비스 실패율, 총 지연시간, 추월차로 사용 등의 지표를 분석하였다.

그림 5-6 | 추월차로 유·무에 따른 서비스 분석 대상

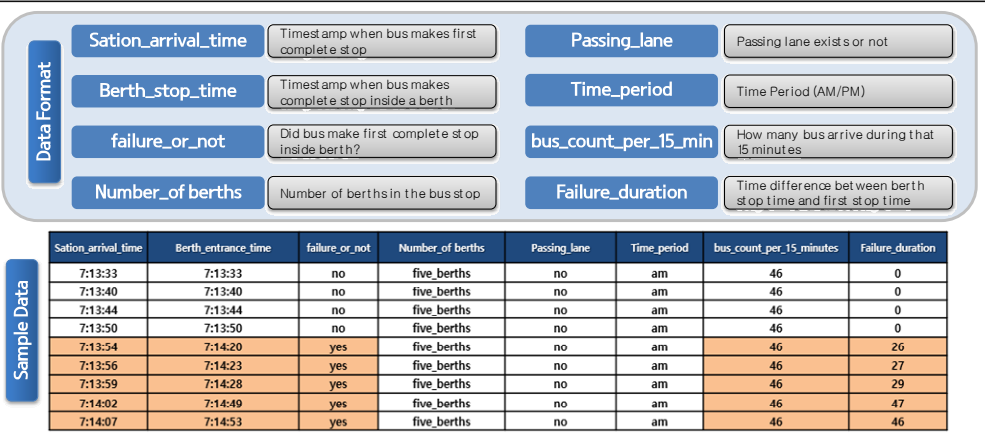


〈자료〉 한국건설기술연구원(2021). Super BRT 우선 신호기술 및 안전관리 기술 개발 사업

2) 데이터 추출

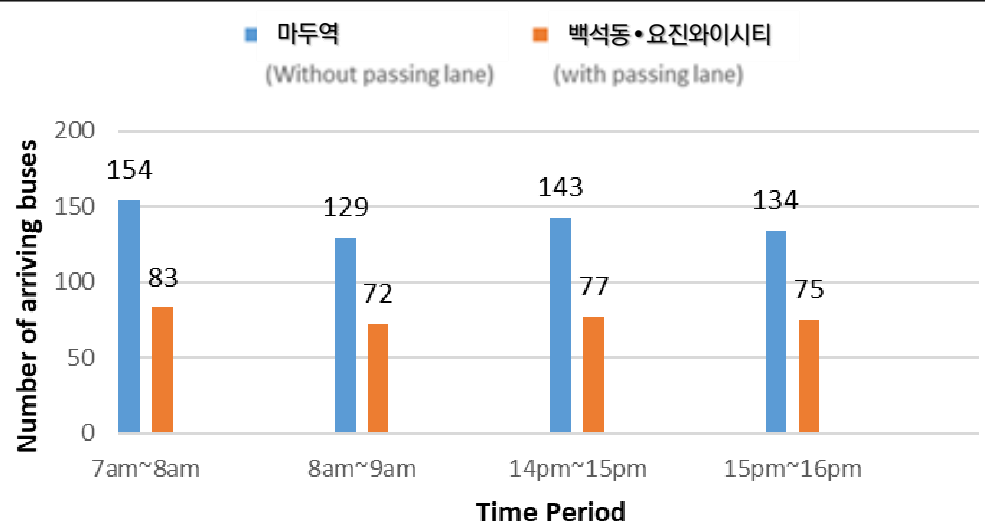
고양시 교통정보센터로부터 제공된 CCTV 영상 데이터를 통해 정류장 도착 시간, 정차면 입장 시간, 서비스 실패 여부, 정차면 수, 추월차로 설치 여부, 서비스 지연 시간 등의 데이터를 추출하였으며, [그림 5-7]과 같은 데이터 수집을 수행하였다. 수집된 데이터는 총 867개이며, 정류장별·시간대별 도착 버스의 수는 [그림 5-8]과 같다.

그림 5-7 | 추월차로 유·무에 따른 서비스 분석 데이터 추출



〈자료〉 한국건설기술연구원(2021). Super BRT 우선 신호기술 및 안전관리 기술 개발 사업

그림 5-8 | 정류장별·시간대별 버스 도착 대수



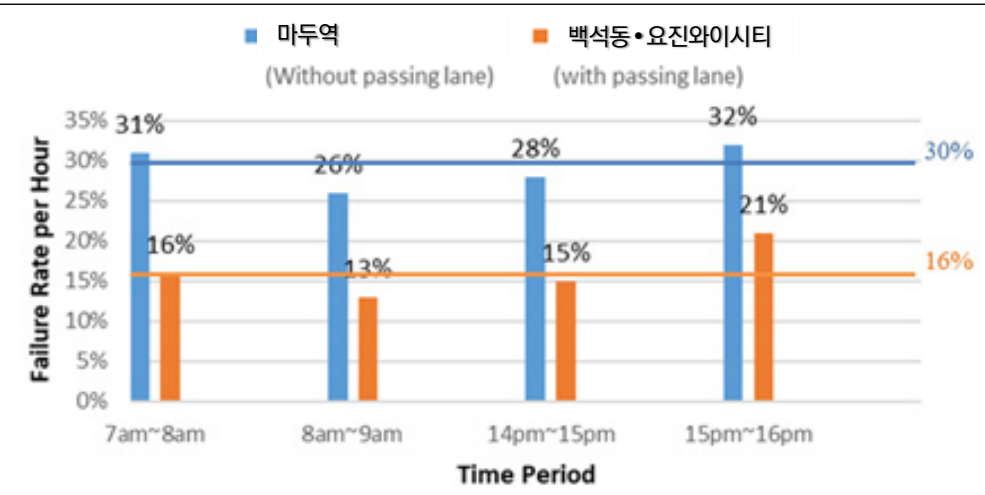
〈자료〉 한국건설기술연구원(2021). Super BRT 우선 신호기술 및 안전관리 기술 개발 사업

3) 추월차로 설치에 따른 서비스 효과

분석 결과에 따른 서비스 실패율(Service Failure Rate)은 정류장에 도착한 총 버스 대비 승·하차 서비스를 시작하지 못한 버스의 비율을 의미한다. 분석 결과 마두역(중) 정류장에서 발생하는 서비스 실패율은 평균 약 30%로 나타나며, 백석동·요진와이시티(중) 정류장에서 발생하는 서비스 실패율은 평균 약 16%로 약 14%의 차이를 보인다. 두 정류장 모두 오전 7시~8시, 오후 15시~16시의 서비스 실패율이 높게 나타났다.

그 외 서비스 실패 시 지연시간은 마두역(중) 정류장이 평균 27초, 백석동·요진와이시티(중) 정류장이 평균 24초로 나타났으며, 추월차로가 설치된 백석동·요진와이시티(중) 정류장의 추월차로 이용률은 평균 약 17%, 오전 첨두시 약 21.2%로 나타났다.

그림 5-9 | 정류장별 · 시간대별 서비스 실패율



〈자료〉 한국건설기술연구원(2021). Super BRT 우선 신호기술 및 안전관리 기술 개발 사업

표 5-6 | 정류장별 분석 결과

분석 항목	마두역(중) 정류장	백석동·요진와이시티(중) 정류장
추월차로 이용률	-	약 17% (오전 첨두 시 약 21.2%)
서비스 실패율	최고 약 30%	최고 약 16%
서비스 실패 시 지연시간	평균 27초	평균 24초

〈자료〉 한국건설기술연구원(2021). Super BRT 우선 신호기술 및 안전관리 기술 개발 사업

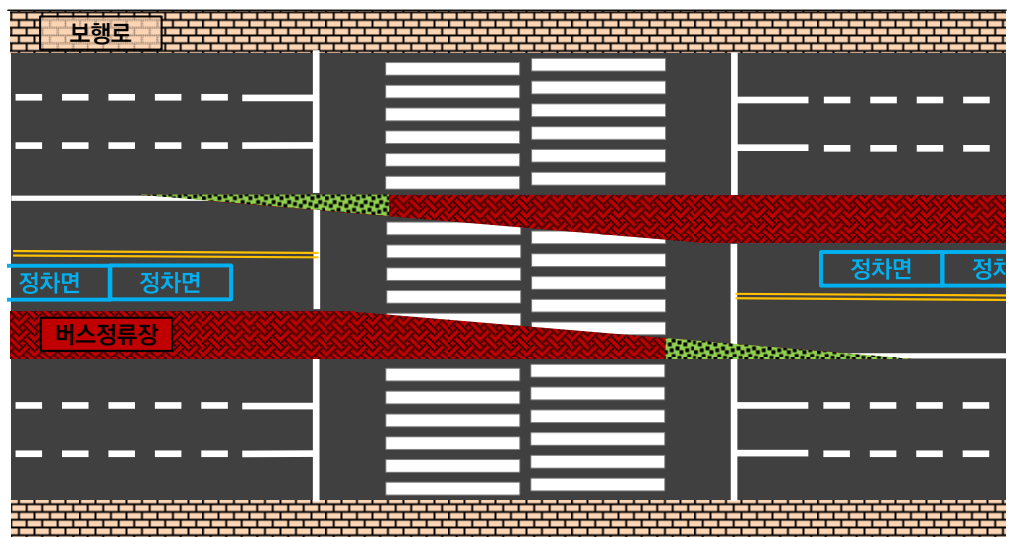
4) 고양시 중앙로 BRT 구간 추월차로 설치 방향

고양시 BRT 구간 운행 현황 결과에 따르면 고양시 중앙로 BRT 구간 내 주엽역(중) 정류장과 마두역(중) 정류장은 추월차로가 설치되지 않아 선행 차량의 승·하차 지연과 후속 차량의 서비스 실패(Service Failure)가 빈번한 것으로 나타난다. 추월차로 설치 여부에 따른 서비스 분석 결과에 따르면, 추월차로 설치 여부에 따른 서비스 실패율은 약 14%의 차이를 보이며, 중앙로의 추월차로 설치 시 이용률은 평균 약 17%, 오전 첨두시 이용률은 약 21.2%로 나타난다. 즉 해당 구간에 추월차로가 설치된다면 기존의 선행 차량 서비스 지연으로 인한 후속 차량의 서비스 실패율이 감소하고 이에 따른 교통정체가 개선될 것으로 판단된다.

[그림 5-10]은 현재 고양시 중앙로 주엽역(중) 정류장과 마두역(중) 정류장의 현황을 나타낸 것이다. 단방향 기준 일반차로 3개와 버스전용차로 1개가 양방향으로 설치되어 있으며, 일반차로와 버스전용차로 사이에 버스정류장이 설치되어 반대편 차로와 대칭을 이루는 상대식 정류장이 설치되어 있다. 차로별 폭원은 1차로와 2차로가 약 3.2m, 최하위 차로인 3차로가 약 3.5m로 조사되며, 중앙버스전용차로의 폭원은 약 3.5m로 조사되었다.

고양시 중앙로 BRT 구간의 주엽역(중), 마두역(중) 정류장에 추월차로를 설치하기 위해서는 중앙선과 버스정류장 사이 공간을 종전의 1개 차로에서 추월차로를 포함한 2개의 차로로 확장해야 한다. 이를 위해 기존의 버스정류장 위치를 보행로 방향으로 소폭 이전하는 작업이 필요할 것으로 판단된다.

그림 5-10 | 추월차로 미설치 구간 정류장 현황



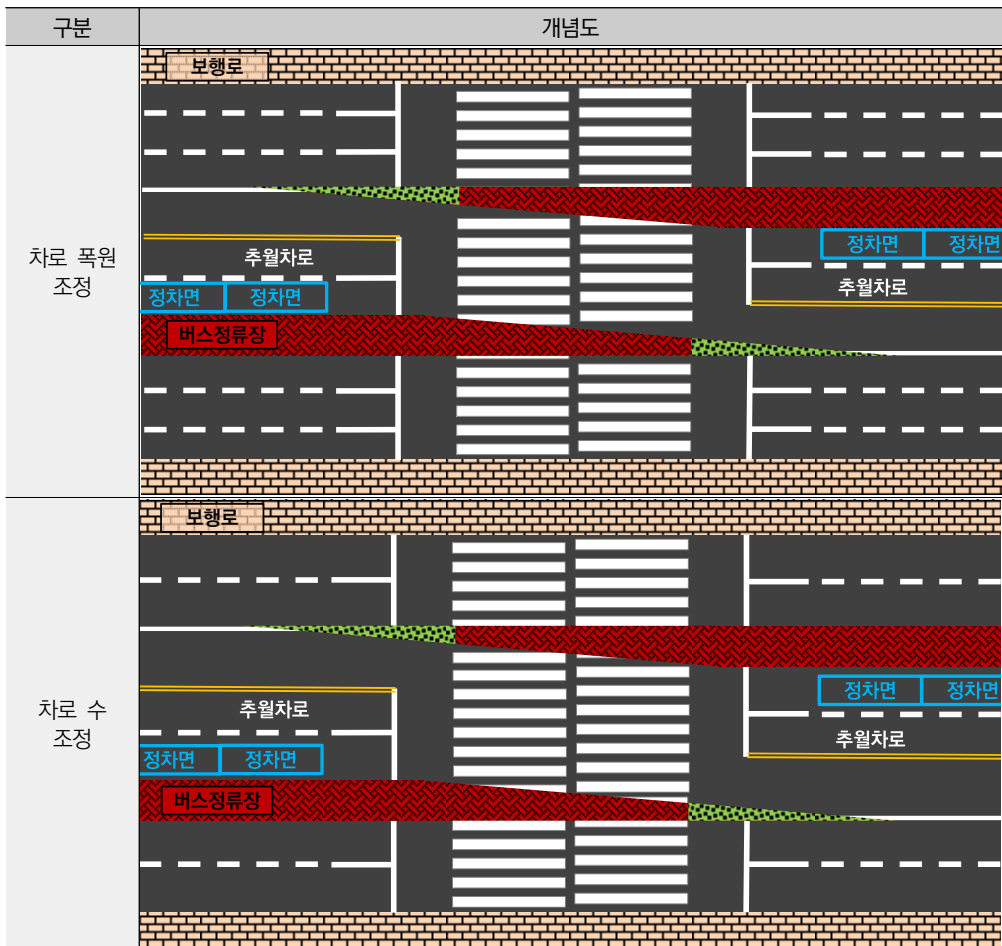
〈자료〉 고양연구원 작성

5) 추월차로 신설 및 도로 다이어트 적용

기존의 주엽역(중) 정류장과 마두역(중) 정류장의 중앙버스전용차로 2개 노선의 폭원의 합이 약 7.0m에 불과하여 추월차로의 신규 설치를 위해서는 각 정류장의 보행로 방향으로의 위치 조정과 일반차로의 도로 다이어트가 필요한 것으로 판단된다.

해당 구간의 중앙버스전용차로 외 일반차로의 도로 다이어트 방안은 ‘차로 폭원 조정’과 ‘차로 수 조정’으로 구분할 수 있다. [그림 5-11]은 방안별 추월차로 설치 및 도로 다이어트를 적용한 BRT 구간 평면도를 나타낸 것이다. 차로 폭원 조정은 기존의 단방향 기준 3차로를 유지하되 차로별 폭원을 축소하는 방안이며, 차로 수 조정은 기존의 단방향 기준 3개 차로를 2개로 축소하는 방안이다.

그림 5-11 | 추월차로 설치 방안 개념도



〈자료〉 고양연구원 작성

2. 정류장 설치 간격 및 노선중복도 개선

1) 정류장 설치 간격 검토

BRT 정류장의 설치 간격은 버스 차량의 운행 속도에 직접적인 영향을 미치는 요인 중 하나로, 일정 수준 이상의 통행속도를 확보하기 위해서는 정류장 간의 적절한 거리 유지가 중요하다⁸⁾. [표 5-8]은 고양시 중앙로 BRT 구간의 정류장 간의 거리를 나타낸 것이다. 정류장 간 거리가 가장 긴 구간은 일산동부경찰서(중) ~ 일산동구청(중) 구간으로 평균 약 820m로 조사되며, 단방향만 설치된 백석역(중) 정류장을 제외한다면 가장 짧은 구간은 대화역 ~ 백병원(중) 구간으로 평균 약 370m로 조사된다.

2022년 8월에 시행된 「간선급행버스체계시설의 기술기준」에 따르면 BRT 정류장 간의 평균 거리 기준을 전용형과 혼용형과 같은 노선 운영 방식으로 구분하고 있다. 전용형은 신규 개발 지역과 기존 도심을 연결하기 위해 BRT 체계를 구축하는 경우 적용되는 운영 방식이며, 이때 권장하는 정류장 간 평균 거리는 800m 이내이다. 혼용형은 기존의 버스 운행 체계가 과도한 교통정체를 유발하여 이를 해결하고자 BRT 체계를 구축하는 경우 적용되는 운영 방식이며, 이때 권장하는 정류장 간 평균 거리는 500m 이내이다.

위와 같은 기준에 따르면 고양시 중앙로 BRT 구간은 혼용형에 해당하며 이에 따른 적정 정류장 간격은 500m이기 때문에 일산동부경찰서(중) ~ 일산동구청(중) 구간과 일산동구청(중) ~ 마두역(중) 구간을 제외한 나머지 구간의 정류장 간 간격은 적절한 것으로 보인다.

표 5-7 | 고양시 중앙로 BRT 구간 정류장 간 거리

대화 → 백석 방면	정류장 간 거리	백석 → 대화 방면	정류장 간 거리
대화역 ~ 백병원(중)	361.2m	대화역 ~ 백병원(중)	383.2m
백병원(중) ~ 문촌마을(중)	483.5m	백병원(중) ~ 문촌마을(중)	463.5m
문촌마을(중) ~ 주엽역(중)	516.6m	문촌마을(중) ~ 주엽역(중)	514.8m
주엽역(중) ~ 강선마을(중)	477.5m	주엽역(중) ~ 강선마을(중)	516.6m
강선마을(중) ~ 일산동부경찰서(중)	557.4m	강선마을(중) ~ 일산동부경찰서(중)	531.9m
일산동부경찰서(중) ~ 일산동구청(중)	824.0m	일산동부경찰서(중) ~ 일산동구청(중)	815.3m
일산동구청(중) ~ 마두역(중)	668.9m	일산동구청(중) ~ 마두역(중)	676.8m
마두역(중) ~ 호수마을(중)	523.3m	마두역(중) ~ 흰돌마을(중)	522.3m
호수마을(중) ~ 알미공원(중)	433.2m	흰돌마을(중) ~ 안산공원(중)	424.8m
알미공원(중) ~ 백석역(중)	208.4m	안산공원(중) ~ 백석역(중)	-

〈자료〉 고양연구원 작성

8) 국토교통부 · 대도시권광역교통위원회(2022). 「간선급행버스체계시설의 기술기준」

표 5-8 | 노선운영 방식에 따른 BRT 정류장 간 평균거리

구분	노선 운영 방식 선정 기준	정류장 간 평균 거리
전용형	• 새롭게 개발되는 지역과 기존 도심을 연결하기 위해 간선급행버스체계를 구축하는 경우 전용형으로 운영	800m 이내
혼용형	• 기존 버스 운행에 있어 극심한 정체를 겪으며 운행되던 도심 지역에 간선급행버스체계를 구축하는 경우 혼용형으로 운영	500m 이내

〈출처〉 국토교통부·대도시권광역교통위원회(2022). 「간선급행버스체계시설의 기술기준」

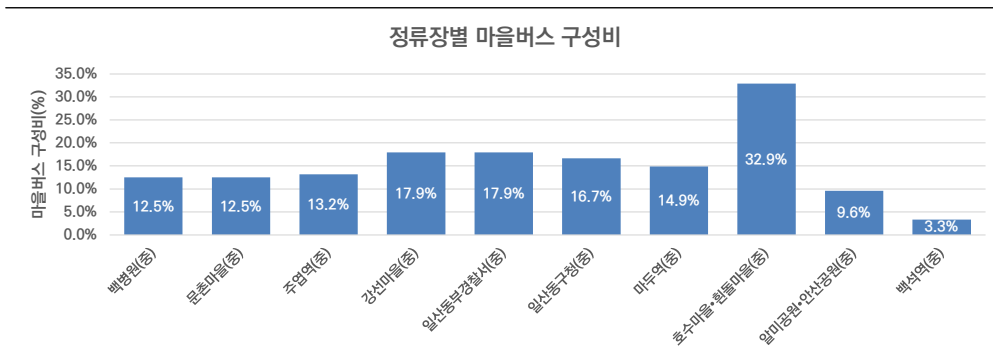
2) 노선중복도 개선의 필요성 도출

고양시 중앙로 BRT 정류장의 설치 간격 검토 결과 대부분의 구간에서 정류장 간 거리는 적정한 것으로 판단되나, 본 연구에서 수행한 고양시 BRT 구간 운영의 문제점 분석에 따르면 현재 해당 구간은 관련 법률에 따라 규정되는 전용차량 수 이상의 버스 노선이 운행되고 있다는 점에서 고양시 중앙로 BRT 구간의 수단경쟁력을 저하한다는 문제점을 보인다.

또한 구간별 노선중복도 분석 결과에 따라 마을버스의 버스전용차로 통행에 따른 노선중복도가 매우 높게 나타나며, 특히 침두시 구간별 차량 대수가 늘어난다는 점에 착안할 때 중앙로 BRT 구간의 광역수송 효율성과 대중교통으로서의 수단경쟁력을 향상시키기 위해서는 현재의 노선중복도를 개선할 필요가 있다고 판단된다.

[그림 5-12]와 [표 5-10]은 BRT 구간 내 정류장별 운행 노선 중 마을버스의 구성 비율을 나타낸 것이다. 운행 노선 중 마을버스 구성비율은 백석역(중) 정류장에서 3.3%로 가장 낮고, 호수마을·흰돌마을(중) 정류장에서 32.9%로 가장 높은 것으로 분석되며, 본 연구에서 제시한 마을버스 정류장 분산배치(안)를 적용한다면 평균 약 15.1%의 노선중복도가 개선될 것으로 여겨진다.

그림 5-12 | 정류장별 운행 노선 중 마을버스 노선 구성 비율



〈자료〉 고양연구원 작성

표 5-9 | BRT 구간 정류장별 · 유형별 노선운행 현황

정류장명	유형	노선수	구성비	정류장명	유형	노선수	구성비
백병원(중)	일반	21	65.6%	마두역(중)	일반	19	40.4%
	마을	4	12.5%		마을	7	14.9%
	좌석	0	-		좌석	2	4.3%
	광역	2	6.3%		광역	7	14.9%
	직좌	4	12.5%		직좌	8	17.0%
	공항	1	3.1%		공항	2	4.3%
	시외	0	-		시외	2	4.3%
	소계	32	100%		소계	47	100%
문촌마을(중)	일반	19	59.4%	호수마을(중)	일반	11	57.9%
	마을	4	12.5%		마을	4	21.1%
	좌석	0	-		좌석	2	10.5%
	광역	3	9.4%		광역	0	-
	직좌	5	15.6%		직좌	1	5.3%
	공항	1	3.1%		공항	1	5.3%
	시외	0	-		시외	0	-
	소계	32	100%		소계	19	100%
주엽역(중)	일반	20	52.6%	힘돌마을(중)	일반	11	64.7%
	마을	5	13.2%		마을	2	11.8%
	좌석	0	-		좌석	0	-
	광역	5	13.2%		광역	2	11.8%
	직좌	7	18.4%		직좌	1	5.9%
	공항	1	2.6%		공항	1	5.9%
	시외	0	-		시외	0	-
	소계	38	100%		소계	17	100%

정류장명	유형	노선수	구성비	정류장명	유형	노선수	구성비
강선마을(중)	일반	20	51.3%	알미공원(중)	일반	13	52.0%
	마을	7	17.9%		마을	1	4.0%
	좌석	1	2.6%		좌석	3	12.0%
	광역	5	12.8%		광역	2	8.0%
	직좌	5	12.8%		직좌	5	20.0%
	공항	1	2.6%		공항	1	4.0%
	시외	0	-		시외	0	-
	소계	39	100%		소계	25	100%
일산동부 경찰서(중)	일반	20	51.3%	안산공원(중)	일반	14	38.9%
	마을	7	17.9%		마을	2	5.6%
	좌석	1	2.6%		좌석	3	8.3%
	광역	5	12.8%		광역	5	13.9%
	직좌	5	12.8%		직좌	8	22.2%
	공항	1	2.6%		공항	2	5.6%
	시외	0	-		시외	2	5.6%
	소계	39	100%		소계	36	100%
일산동구청(중)	일반	24	50.0%	백석역(중)	일반	12	40.0%
	마을	8	16.7%		마을	1	3.3%
	좌석	1	2.1%		좌석	3	10.0%
	광역	7	14.6%		광역	3	10.0%
	직좌	7	14.6%		직좌	7	23.3%
	공항	1	2.1%		공항	2	6.7%
	시외	0	-		시외	2	6.7%
	소계	48	100%		소계	30	100%

〈자료〉 고양연구원 작성

3. 교차로 설계 개선

간선급행버스체계 구간의 교차로 처리방식은 중앙버스전용차로를 통행하는 BRT 전용차량의 수단경쟁력과 대중교통으로써의 효율성에 직접적인 영향을 미치는 설계 요소이다. 이를 위한 주된 처리 방안으로는 원활한 교차로 통행과 정시성 확보를 위해 전용주행로의 지하·고가화를 통한 입체교차로 처리방식이나 교차로의 우선신호, 회전 통행 제한 등의 방안을 검토하는 평면교차로 처리방식 등이 있다.

평면교차로 처리방안은 간선급행버스체계를 전용형과 혼용형으로 구분할 때 전용형의 경우 전용차량에 대한 우선신호 처리를 원칙으로 하지만, 혼용형의 경우 우선신호처리, 연동신호, 회전 처리방식 제한 등 구간 내 교통 여건에 적합한 처리방식을 선택한다.

중앙로 BRT 구간은 혼용형으로 후자에 속하며 일반적으로 일반차량과 BRT 전용차량의 상충으로 인한 사고 발생 등을 방지하기 위해 좌회전이나 유턴을 제한하는 타 지자체와는 다르게 대부분의 교차로에서 일반차량의 좌회전 및 유턴을 허용하고 있으며 BRT 전용차량의 좌회전 차로를 운영하는 구간 또한 존재한다. 해당 구간이 타 지자체의 일반적인 사례와 차이를 보이는 것은 중앙로가 교통운영 관점에서 보았을 때, 일산신도시의 주요 간선도로 역할을 수행하기 때문에, 2006년 10월 중앙로 BRT 구간을 개통할 당시의 회전 처리방식을 유지하고 있기 때문인 것으로 판단된다.

중앙로 BRT 시스템의 수단경쟁력 향상을 위해서는 교차로별 회전 통행량을 고려하여 상대적으로 회전 통행 수요가 낮은 교차로의 좌회전 및 유턴을 제한하는 방안을 고려해야 할 수 있을 것이다. 또한 창릉 신도시 등 신규 택지개발사업 지역의 경우 개발 계획 단계에서 입체교차로 처리방식이나 우선신호의 도입 등을 적극적으로 검토하는 방안이 필요하다.

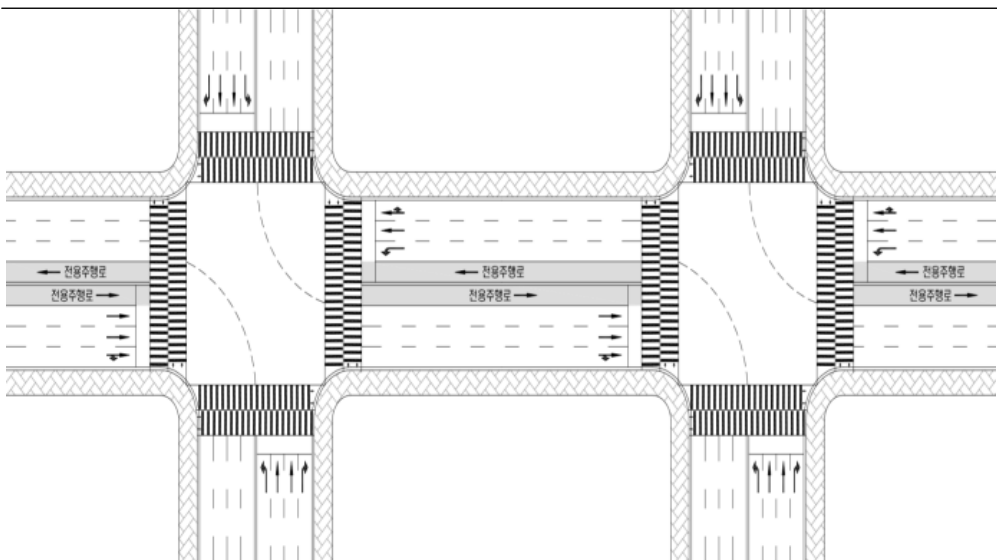
1) 평면교차로 개선

「간선급행버스체계시설의 기술기준」에 따르면 BRT 시스템의 효율적인 평면교차로 처리방식으로 우선신호, 연동신호, 회전금지 등이 있으며, 우선신호 처리를 원칙으로 하는 전용형 BRT 시스템과 달리 고양시와 같은 혼용형 BRT 시스템의 경우 해당 구간의 교통 여건에 적합한 처리방식을 선택한다. 고양시의 경우 대부분 교차로에서 일반차량의 좌회전 및 유턴을 허용하고 있어 BRT 시스템의 효율성이 저하될 것으로 여겨지며, 구간 내 교차로별 회전 통행량을 검토하여 상대적으로 회전 통행수요가 적은 교차로의 좌회전 및 유턴을 제한하는 방안을 검토하고자 한다.

(1) 좌회전 및 유턴 제한 방안

평면교차로에서의 좌회전 제어는 간선급행버스의 우선 통행을 위한 대표적인 처리기법 중 하나이며, 전용주행로의 횡단 폭원 등 물리적 여건이 좌회전 차로를 설치하기에 부적합한 경우 교차로의 신호 운영을 단순화함으로써 버스전용차로의 정체를 최소화하는 방안이다. 이때 일반차량의 원활한 통행을 위해 P턴 등의 이면도로를 활용하는 회전처리 방안을 적용할 수 있다. 중앙로 BRT 구간 내 회전 통행수요가 적은 교차로를 파악하여 [그림 5-13]과 같이 일반차량의 좌회전 통행을 제한하는 평면교차로 처리방식을 제안하고자 한다.

그림 5-13 | 좌회전 제한 시 교차로 평면처리



〈출처〉 국토교통부 · 대도시권광역교통위원회(2022). 「간선급행버스체계시설의 기술기준」

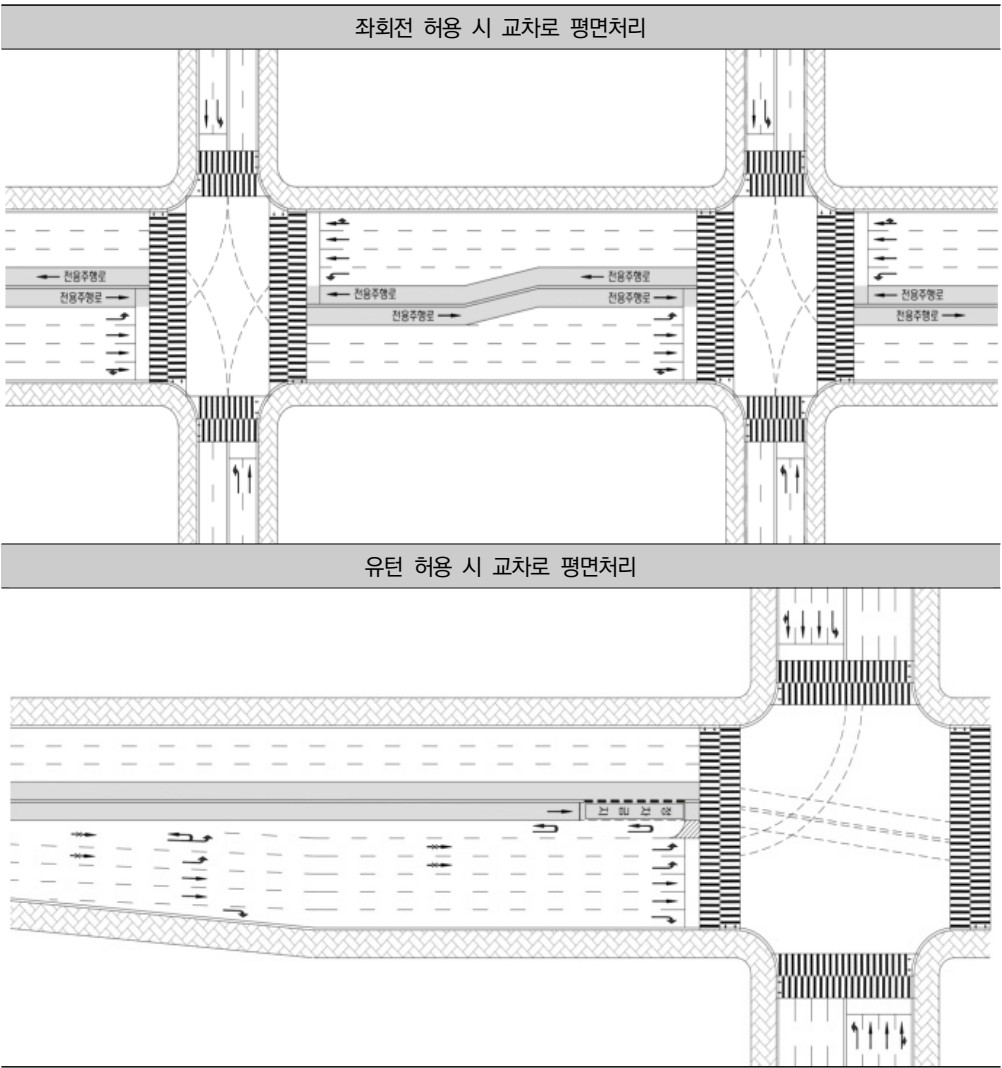
(2) 좌회전 및 유턴 허용 방안

[그림 5-14]는 BRT 시스템 구간 내 교차로에서 일반차량의 좌회전 및 유턴이 필요한 경우 평면교차로 처리방식을 나타낸 것이다. 현재 중앙로 대부분의 교차로가 좌회전 및 유턴을 허용하고 있으며 해당 구간의 평면교차로 처리방식의 설계제원이 기준을 충족하고 있는지 검토가 필요할 것으로 판단된다.

BRT 시스템 구간 내 교차로에서 좌회전이 필요한 경우에는 접근로를 포함한 일반 차로의 길이, 폭원 등을 고려하여 좌회전 차로를 설치해야 한다. 또한 구간 내 교차로에서 유턴 통행의 허용이 필요한 경우 좌회전 차로와는 별도의 유턴 차로를 설치해야 한다. 즉 BRT

시스템 구간 내 교차로에서 회전 통행을 허용하는 경우 그에 따른 별도의 좌회전·유턴 차로
 로의 설치가 필요하기 때문에 구간 내 도로공간 활용면에서도 효율성이 떨어질 수 있다. 이
 때 버스전용차로의 정지선은 「교통노면표시 설치·관리 매뉴얼」의 내용과 같이 12~18m
 후퇴하여 설치해야 한다.

그림 5-14 | 좌회전 및 유턴 허용 시 교차로 평면처리

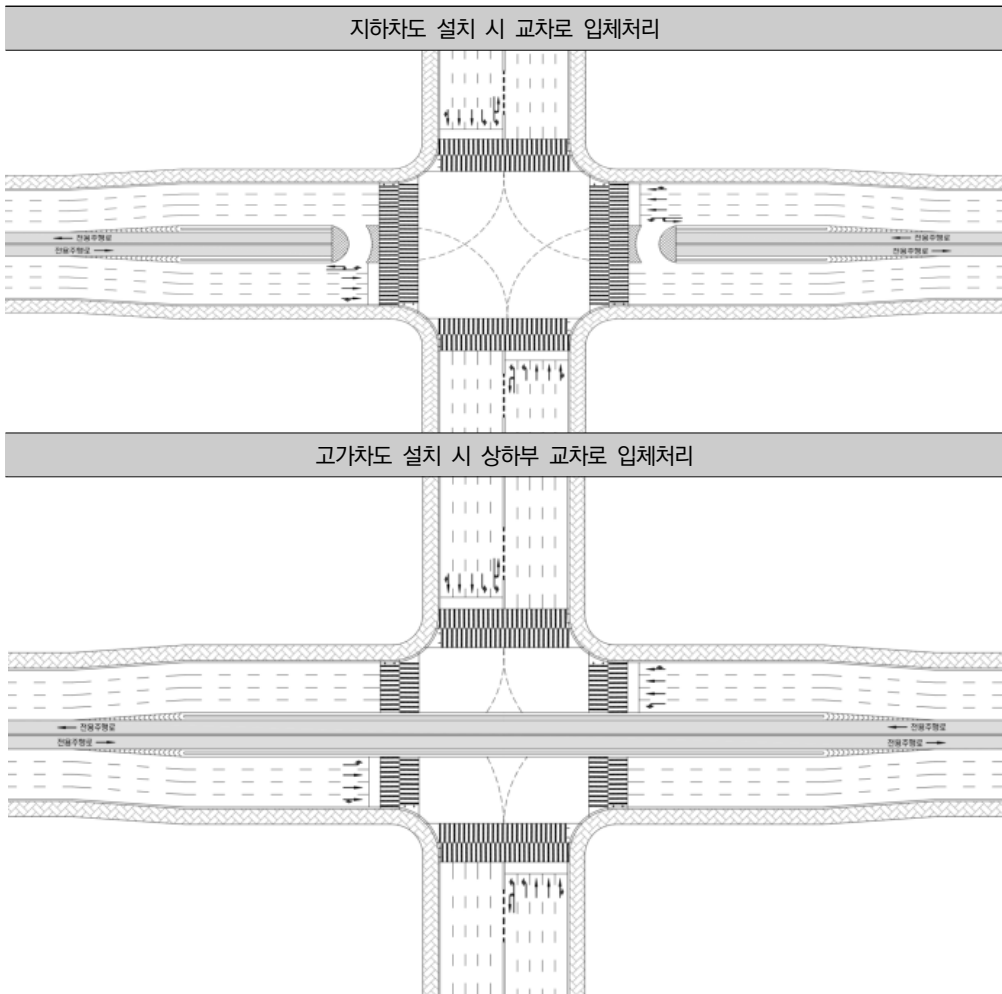


〈출처〉 국토교통부·대도시권광역교통위원회(2022). 「간선급행버스체계시설의 기술기준」

2) 입체교차로 처리 방안

BRT 시스템 상의 전용차로와 일반차로가 교차하는 경우 교차로의 지하·고가화를 통해 간선급행버스의 주행속도 및 정시성을 확보할 수 있다. 일반적으로 BRT 시스템의 교차로 입체처리는 일반차로와 병행처리가 가능하도록 설계되어야 하지만 교통환경 여건에 따라 버스전용차로만 입체처리 할 수 있다. [그림 5-15]는 BRT 시스템의 교차로 입체처리 방안을 나타낸 것이며, 관련 세부 기준은 「도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙」을 따른다.

그림 5-15 | 간선급행버스체계 교차로 입체처리



〈출처〉 국토교통부·대도시권광역교통위원회(2022). 「간선급행버스체계시설의 기술기준」

4. 우선신호 시스템 구축

1) 우선신호 처리

간선급행버스체계를 이용하는 버스 차량의 교차로 접근을 감지하여 교차로 우선 통행권을 부여하기 위한 신호처리 방식이며, 적절하게 활용할 경우 평면교차로에서도 입체교차로와 같은 수준의 통행 처리 기능을 기대할 수 있다. 단 우선신호 처리방식을 도입하는 경우 [표 5-11]과 같이 구간별 교차로의 특성 및 현황을 고려해야 한다.

표 5-10 | 간선급행버스체계 우선신호 도입 시 주요 고려사항

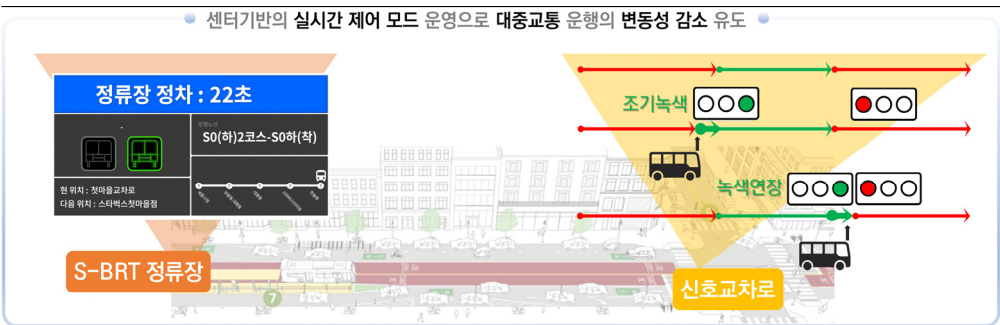
구분	주요 항목
도로 기하구조	<ul style="list-style-type: none"> 주변 토지이용현황, 교차로 형태 정류장 위치
교통량	<ul style="list-style-type: none"> 차종별 교통량, 시간대·방향별 교통량, 보행자 통행량 등
교통신호 하드·소프트웨어	<ul style="list-style-type: none"> 제어기와 소프트웨어 현황 및 BRT 우선신호 활용가능 여부
신호운영정책 및 현황	<ul style="list-style-type: none"> 대중교통정책, 신호운영정책 및 신호제어전략 인접 교차로/지구 신호 운영 (연동화 계획수립 시)

〈출처〉 국토교통부·대도시권광역교통위원회(2022). 「간선급행버스체계시설의 기술기준」

2) 우선신호 제어

중앙로 BRT 구간의 우선신호 제어를 위해 교통관제센터의 설치와 교차로 개선을 병행함으로써 구간 내 교차로 버스 우선통행을 지원하는 신호시간 계획에 관한 검토가 필요하며, 버스 차량의 정류장 간 이동에 있어 출발 제어와 감응 제어를 통해 버스 차량의 교차로 우선 통행을 지원하여야 한다.

그림 5-16 | 중앙제어식 우선신호 시스템 개념도



〈출처〉 한국건설기술연구원(2023). Super BRT 우선 신호기술 및 안전관리 기술 개발 사업

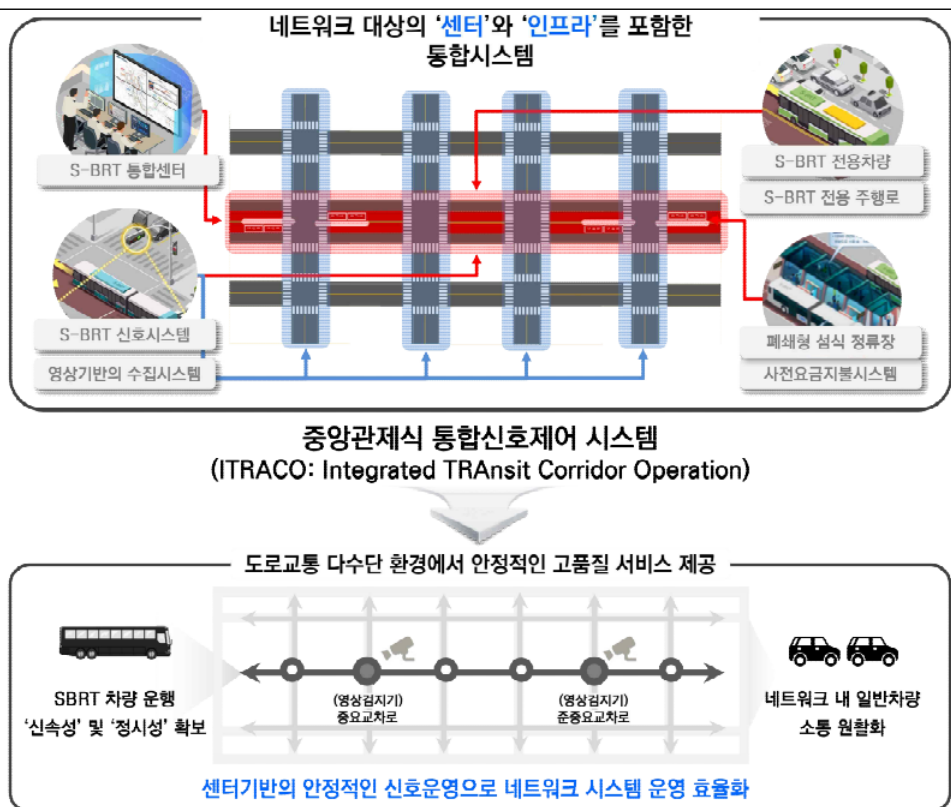
3) 중앙관제식 통합신호제어 시스템

2023년 서울시립대학교는 「Super BRT 우선 신호기술 및 안전관리 기술 개발 사업」에서 S-BRT 우선신호 시스템 구축을 위한 중앙관제식 통합신호제어시스템인 ITRACO (Intergrated TRAnsIt Corridor Operation) 설계를 수행하였다.

ITRACO는 대중교통에 고품질 우선신호 서비스를 제공하여 연속된 교차로의 무정차 통과를 지원하여 BRT의 도시철도 수준의 신속성과 정시성을 확보하고 폐쇄형 정류장, 사전요금징수, 대용량 차량 병행 시 도시철도 수준의 대중교통 서비스 제공을 도모하고자 하였다.

스마트 영상검지기반의 정보수집을 통해 교차로 정지 최소화를 위한 우선신호 시스템과 우선신호 영향권 내 일반차량의 지체 감소를 위한 통합신호 시스템으로 구분하여 제어하였다. 이때 우선신호 부문의 연동형 우선신호와 통합신호 부문의 영향권 제어는 사전제어로, 우선신호 부문의 정류장 출발 제어와 감응형 우선신호는 실시간 제어로 운영된다.

그림 5-17 | ITRACO 시스템 개념도



〈출처〉 한국건설기술연구원(2021). Super BRT 우선 신호기술 및 안전관리 기술 개발 사업

제4절 시설개선 및 편의성 향상

1. 국내 간선급행버스체계 시설 현황 및 개선 방향

본 연구에서 수행한 고양시 BRT 구간 운영의 문제점 분석에 따르면, 고양시를 포함한 국내 대다수의 BRT 체계는 ITDP의 'BRT STANDARD'를 기준으로 보았을 때 하급 BRT 수준인 것으로 나타난다. 편리하고 신속한 대중교통 버스 서비스의 제공을 위해 기존 BRT 체계시설을 국토부가 의욕적으로 추진 중인 S-BRT 수준으로 향상하고자 하며, [그림 5-18]은 이러한 개선된 BRT 체계시설이 가지는 차별화 요인을 나타낸 것이다.

BRT 체계시설 개선에 따른 차별화 요인은 크게 차량, 정류장 및 우선신호 시스템으로 구분할 수 있다. 차량 및 정류장 부문은 폐쇄형 섬식 정류장, 사전요금지불 시스템, 양문형 및 대용량 굴절버스와 같은 고급 전용차량으로 구성되며, 우선신호 시스템 부문은 통합운영관제 시스템을 바탕으로 차량 접근 감지, 신호제어 등으로 구성된다.

그림 5-18 | BRT 체계시설 개선 방안 개념도

구분	개념도	차별 요인
차량 및 정류장		<ul style="list-style-type: none"> 폐쇄형 섬식 정류장: 지하와 연결된 지상정류장으로 양방향 승하차 가능 고급 전용차량(양문형, 굴절버스 등) 사전요금지불 시스템 구축
우선신호 시스템		<ul style="list-style-type: none"> 우선신호시스템 <ul style="list-style-type: none"> 교차로 버스 접근 감지 신호 전환 및 녹색신호 연장 교차로 우회차 및 우선통과 통합운영관제 시스템 구축

〈출처〉 한국건설기술연구원(2021). Super BRT 우선 신호기술 및 안전관리 기술 개발 사업

2. 폐쇄형 섬식 정류장

1) 폐쇄형 정류장

폐쇄형 정류장은 반개방형 쉼터 출입구에 개찰구를 설치하고 사전요금지불 방식을 적용하여 요금을 지불한 승객만 이용할 수 있는 안전과 쾌적성을 갖춘 고급화된 정류장이다. 쉼터 내 주요 시설로는 개찰구, 스크린도어, 간이의자 등을 갖추고 있으며 이용자 편의를 위한 교통약자 시설, 정보 안내시설이 마련되어 있다.

그림 5-19 | 폐쇄형 정류장 예시



〈출처〉 한국건설기술연구원(2021). Super BRT 우선 신호기술 및 안전관리 기술 개발 사업

표 5-11 | 정류장 외부분리 형태별 특징

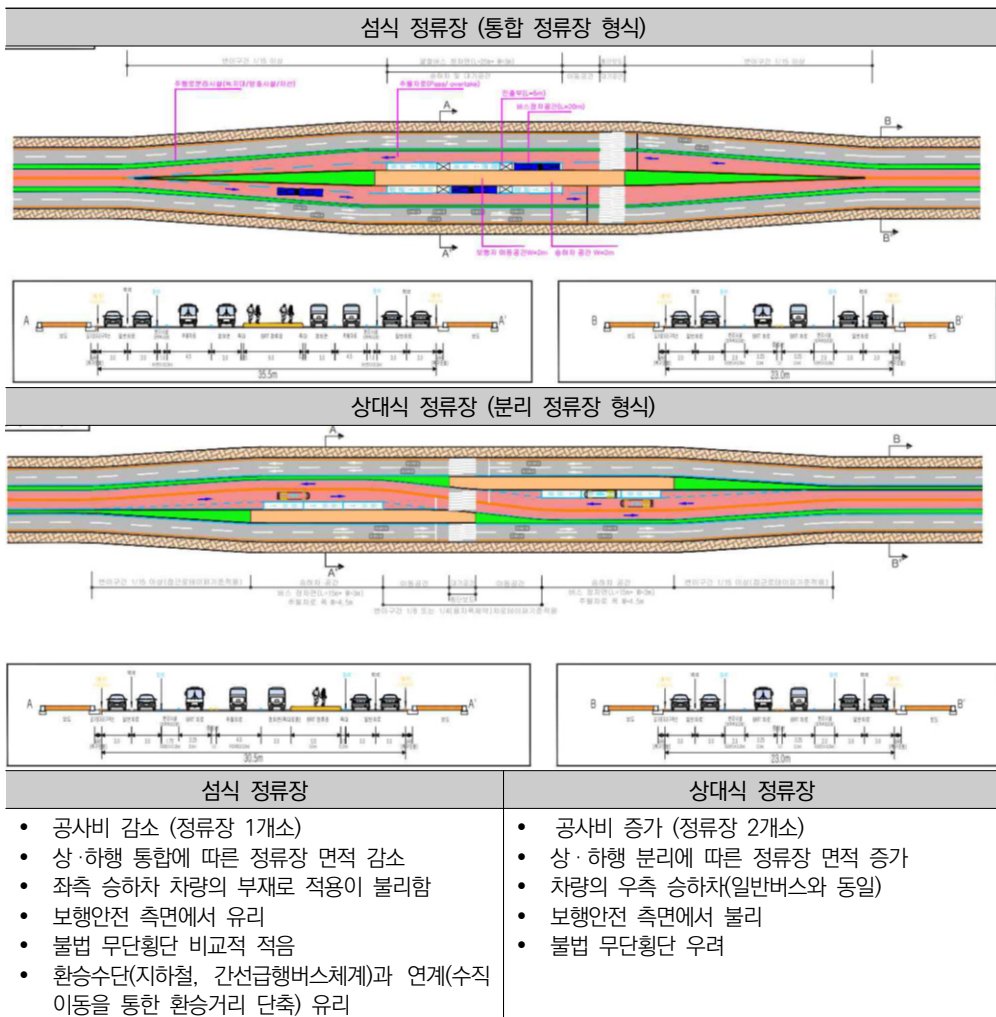
구분		폐쇄형	반개방형	개방형
정의		쉼터가 폐쇄되어 이용자의 안전과 쾌적한 휴식공간의 제공여건이 향상된 정류장	쉼터가 반개방형으로 설치되어 이용자의 안전과 쾌적한 휴식공간의 제공여건이 향상된 정류장	기본형 쉼터로 충분한 폭을 가진 지붕과 측면 바람막이 등을 갖춘 쉼터 구조물, 간이의자, 정보안내 및 광고판을 갖춘 정류장
관련 시설	쉼터	상단, 측면, 후면, 전면	상단, 측면, 후면	상단, 측면(일부), 후면
	개찰구	○	X	X
	스크린도어	○	○	X
	냉난방시설	○	○	X
	폭원	5m 이상	3m 이상	3m
	교통약자시설	○	○	○
	간이의자	○	○	○
	정보안내시설	○	○	○
	조명시설	○	○	○

〈출처〉 국토교통부·대도시권광역교통위원회(2022). 「간선급행버스체계시설의 기술기준」

2) 섬식 정류장

섬식 정류장은 상대식 정류장과 함께 BRT 정류장의 설치 형식에 따른 대표적인 정류장 유형이다. 2개의 정류장을 설치해야 하는 상대식 정류장과 달리 1개의 정류장이 설치되기 때문에 정류장 설치에 필요한 물리적인 면적과 공사비를 감축할 수 있다는 장점이 있다. 또한 타 대중교통수단으로의 환승 시 수직이동을 통한 환승거리를 단축을 기대할 수 있으며, 상대적으로 보행자의 불법 무단횡단에 관한 위험도가 적기 때문에, 보행자의 안전성 측면에서도 유리하다는 장점을 가지고 있다.

표 5-12 | 정류장 설치 형식별 개념도 및 특징



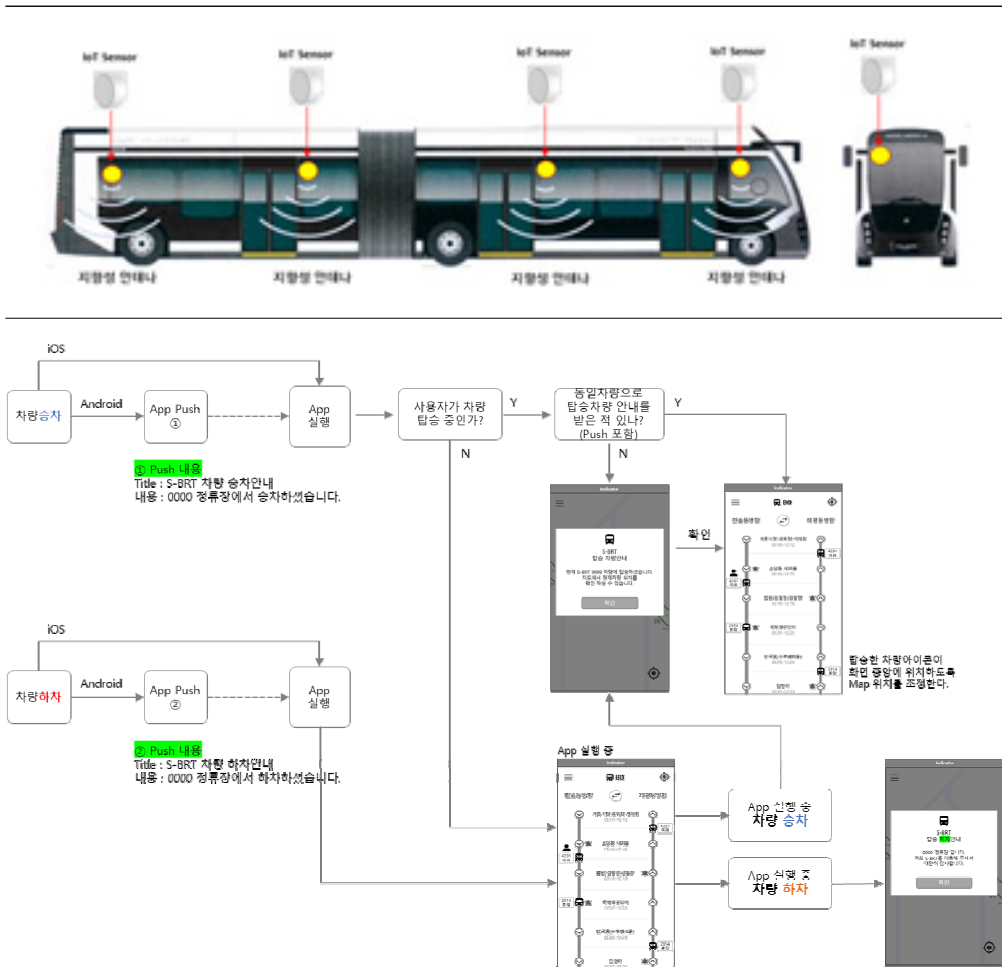
〈출처〉 국토교통부·대도시권광역교통위원회(2022). 「간선급행버스체계시설의 기술기준

3) 비접촉 요금지불 체계

ITDP(Institute for Transportation and Development Policy)에서는 이상적인 BRT 요금지불 체계로 사전요금징수 방식을 제안하고 있지만, 국내의 경우 지자체별 대중교통 요금체계의 차이, 노선 및 정류장 이용 현황 등을 고려하여 비접촉(Tagless) 요금지불 시스템의 시행 및 개발이 추진 중이다.

비접촉 요금지불 방식은 별도의 단말기 접촉 없이 요금이 지불되고, 하차 시 자동적으로 하차벨이 울리는 서비스이며, 버스 차량 내 설치된 지향성 블루투스 센서인 비콘(Beacon)이 승객의 스마트폰 블루투스 신호를 감지하여 승·하차 여부 등을 판별한다.

그림 5-20 | 비접촉 요금지불 시스템 개념도



〈출처〉 한국건설기술연구원(2021). Super BRT 우선 신호기술 및 안전관리 기술 개발 사업

3. 대용량 버스 도입 검토

1) 대용량 버스 종류 및 특징

출·퇴근 및 등·하교를 위한 통행이 집중되는 침두시의 대중교통 수요에 대응하기 위해 교통혼잡을 발생할 수 있는 버스 차량의 증차보다는 대용량 버스 차량을 도입하여 좌석 부족 문제를 해결할 수 있다. 대표적인 대용량 버스는 크게 2층 버스와 3도어(door) 버스로 구분할 수 있다.

2층 버스는 차량 내부에 계단을 설치하여 2개의 여객 칸이 층별로 갖추어져 있는 유형으로 기존의 일반 버스 대비 약 1.5배 이상의 수송량을 지닌다는 장점이 있다. 하지만 안전한 승·하차를 위해 일반 버스 차량 대비 승·하차 시간이 늘어나고, 차량 특성상 통행 제한 높이가 존재하여 투입 시 노선별 현황에 관한 고려가 필요하다. 3도어 버스는 승차문 1개와 하차문 2개까지 총 3개의 출입문을 갖추고 있어 승·하차 시간을 크게 단축할 수 있으며, 일반 버스 대비 약 1.3배의 수송량을 지닌다는 장점이 있다. 하지만 두 유형의 대용량 버스 모두 일반 버스 차량 대비 높은 단가로 인해 전면적인 투입이 어려우며, 노선별 혼잡도와 도로 여건을 고려하는 적절한 도입 방안이 필요하다.

표 5-13 | 대용량 버스 종류 및 특징

구분	2층버스	3도어 버스
이미지		
특징	<ul style="list-style-type: none"> 계단으로 연결된 2층 구조 	<ul style="list-style-type: none"> 출입문이 3개(승차문 1개, 하차문 2개)
장점	<ul style="list-style-type: none"> 기존 버스 대비 수송량 1.5배 증가 승객 편의 및 안전성 확보 	<ul style="list-style-type: none"> 기존 버스 대비 수송량 1.3배 증가 승·하차 시간 단축 기대 및 승객 편의성 확보
단점	<ul style="list-style-type: none"> 승·하차 시간 증가로 인한 운행시간 증가 차량 단가가 높고 일부도로 운행 제한 	<ul style="list-style-type: none"> 일반버스 대비 높은 차량 단가

〈출처〉 국토교통부·대도시권광역교통위원회(2022). 「간선급행버스체계시설의 기술기준」

2) 도입 방안

고양시는 2023년 6월 「제4차 고양시 지방대중교통계획」에서 대용량 버스 도입을 검토하기 위해 버스운송관리시스템(BMS)의 노선별 버스카드데이터를 통해 노선별 재차율 분석을 수행하였다. [표 5-15]는 노선별 재차율을 바탕으로 한 혼잡노선 분석 결과 상위 10개 노선의 운행 현황을 나타낸 것이다. 상위 10개 노선 중 고양시 중앙로 BRT 구간을 통행하는 노선은 명성운수의 1000번, 1500번, 1200번 3개 노선과 고양교통의 96번, 1001번 2개 노선이 3위부터 7위인 것으로 나타난다.

혼잡노선을 대상으로 가장 혼잡한 구간 및 시간대를 파악하였으며, 1000번 노선의 경우 가장 혼잡한 시간은 오후 첨두시인 18~19시인 것으로 나타났다. 이러한 첨두시 수요가 높은 버스 노선을 위주로 우선적으로 대용량 버스를 도입하여 차량 내부의 혼잡도를 줄임으로써 승객의 대중교통 이용 편의성을 향상시킬 필요가 있는데, 현재 1000번 버스의 경우 2층 버스 5대를 도입하여 운영 중에 있다.

표 5-14 | 고양시 혼잡노선 분석 결과

순위	노선번호	업체명	운행거리 (km/회)	배차 (회/일)	정류장 수 (개소)	이용인구 (인/월)	재차율 100% 이상 초과횟수 (회/월)
1	799	서울여객	37.6	84	87	360,559	441
2	M7731	가온누리엠	35.1	126	122	370,313	382
3	1000	명성운수	26.9	242	88	416,487	330
4	1500	명성운수	43.1	114	147	360,559	319
5	1200	명성운수	33.6	152	62	370,313	239
6	96	고양교통	48.5	60	158	416,487	234
7	1001	고양교통	32.3	108	87	464,021	225
8	97	고양교통	38.1	70	122	333,377	207
9	1082	명성운수	33.5	192	88	249,460	195
10	85	서울여객	34.8	97	147	132,428	158

〈출처〉 고양특례시(2023). 제4차 고양시 지방대중교통계획수립 최종보고서

4. 대중교통 시스템 고도화 방안

1) BIS 및 BMS의 개념

BIS(Bus Information System)는 버스에 설치된 단말기로부터 파악된 위치정보가 교통 정보센터를 거쳐 BRT 구간 내 정류장에 설치된 버스 정보 안내 단말기(BIT)로 전달되는 버스정보시스템을 의미하며, 이를 통해 승객들이 실시간으로 버스 운행정보를 확인할 수 있다. 승객이 버스의 정류장별 정차 시간을 구체적으로 확인할 수 있을 뿐만 아니라, 교통정보 센터에서 버스 차량의 노선이탈, 과속 등의 운행 현황을 파악하여 안전 운행을 유도할 수 있다. 또한 버스 운전자 역시 노선별 선행·후속 차량의 위치 및 운행 상태를 파악할 수 있어 자율적인 배차간격의 조정이 가능하다.

BMS(Bus Management System)는 버스 운수업체 및 관리감독부서에서 운행 버스의 운행태 모니터링 및 실시간 관리를 위해 버스 운행 정보, 날씨 및 기후정보, 돌발상황 정보, 차량 내 혼잡도를 제공하는 시스템을 의미한다.

2) 고양시 BIS 및 BMS 현황

고양시 BIS 운영은 경기도와 통합 운영되어 인터넷, 스마트폰, ARS를 통해 대중교통 이용자들에게 버스 운행정보를 제공하고 있다. 2022년 기준 버스정보 안내단말기(BIT) 설치 정류장은 고양시 버스정류장 2,301개소 중 1,086개소로 약 47.2%의 설치율을 보이는 것으로 조사되었다⁹⁾.

표 5-15 | 고양시 대중교통 정보제공 기대효과

구분	내용
일반이용자	<ul style="list-style-type: none">실시간 버스도착정보 제공으로 질 높은 대중교통 서비스 이용다양한 정보제공 매체를 통한 버스 정보 이용편의성 및 접근성 증대버스운행 자료분석을 통해 정시성, 안정성이 향상된 대중교통 이용
행정기관	<ul style="list-style-type: none">객관적, 과학적 운행관리를 통한 신뢰성 있는 대중교통정책 실현 시내버스 이용편의 증진을 통한 대중교통 이용활성화 유도
버스운전자	<ul style="list-style-type: none">노선버스간 간격정보 제공을 통한 정시성 개선다양한 운행정보 제공을 통한 안전운행 유도
버스회사	<ul style="list-style-type: none">서비스 개선을 통한 버스이용승객 증가계획적인 버스운행 관리로 원가 및 유지비 절감돌발상황 발생에 대한 관리 및 대응능력 향상

〈출처〉 고양특례시(2023). 제4차 고양시 지방대중교통계획수립 최종보고서

9) 고양특례시(2023). 제4차 고양시 지방대중교통계획수립 최종보고서

3) 고양시 BIS/BMS 구축 방안

경기도 시군의 버스 운행 정보는 경기버스정보 웹페이지 및 스마트폰 앱을 통해 실시간 버스 운행 정보와 출발·목적지 설정에 따른 이동 정보 등이 제공되고 있다. 현재 국내 대중교통 정보제공 시스템의 지속적인 개선 및 보완이 진행되고 있으며 추후 빅데이터 분석을 통한 대중교통 수요 변화에 따른 실시간 노선 및 배차간격에 관한 정보제공이 이루어질 것으로 보인다.

따라서 고양시의 경우 별도의 버스운행 정보제공 시스템을 구축하기 보다는 경기도 버스 정보 시스템을 적극적으로 활용하여 이용 활성화를 도모하고 고양시 내 BRT 정류장을 중심으로 BIT 설치 및 유지관리 계획을 수립하는 것이 중요하다고 판단된다.

고양시는 2023년 6월 「제4차 고양시 지방대중교통계획」에서 2026년 기준 1,166개의 BIT를 설치하여 설치비율 50.7%를 목표로 설정하였으며, BIT 설치를 위한 재정규모 분석 결과 연도별 약 2억 원의 예산이 소요될 것으로 예상하였다.

그림 5-21 | 경기도 버스정보 시스템



〈출처〉 고양특례시(2023). 제4차 고양시 지방대중교통계획수립 최종보고서

표 5-16 | 고양시 BIT 단계별 설치계획

구분	2024년	2025년	2026년
BIT 설치계획	20개소	20개소	20개소
소요예산	200백만 원	200백만 원	200백만 원
누적설치비율	48.9%	49.8%	50.7%

〈출처〉 고양특례시(2023). 제4차 고양시 지방대중교통계획수립 최종보고서

제5절 시책 및 제도개선

1. 간선급행버스체계 효율화 추진계획

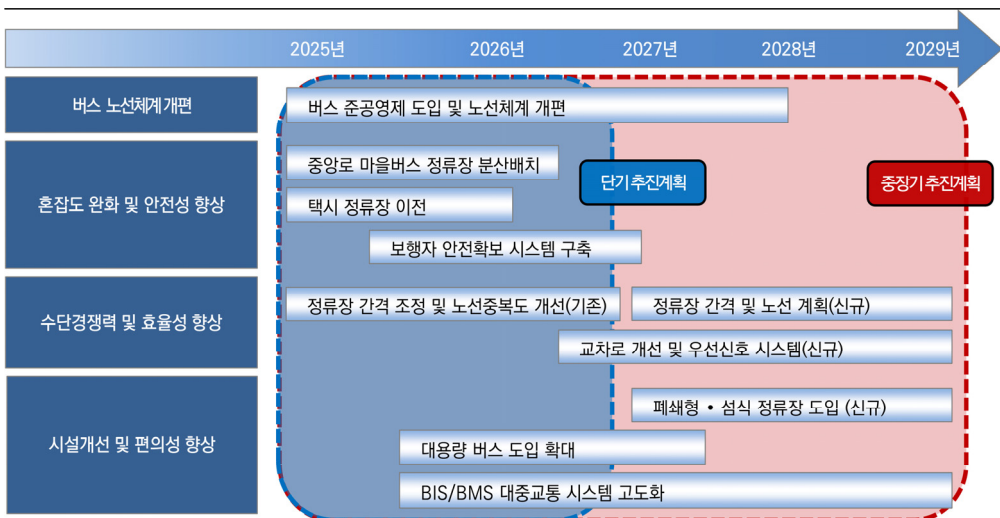
1) 단기 추진계획

본 연구에서 제시한 고양시 간선급행버스체계 효율화 방안의 단기 추진계획으로는 고양시에서 추진 중인 버스 준공영제 도입과 향후 추진 예정인 노선체계 개편에 따라 안전성 향상 부문의 중앙로 마을버스 정류장 분산배치 방안과 그에 따른 택시 정류장 이전 방안, 보행자 안전확보 시스템 구축방안을 우선 단기적으로 수행하고자 한다. 또한 효율성 향상 부문 중 정류장 간격 및 노선중복도 개선 방안을 단기 추진계획으로 설정하고자 한다.

2) 중·장기 추진계획

중·장기 추진계획으로는 효율성 향상 부문에서 제시한 정류장 간격 및 노선 계획과 편의성 향상 부문에서 제시한 폐쇄형·섬식 정류장 도입을 신규 구축하게 될 간선급행버스체계 시설 설계 단계에 적용하고자 한다. 더불어 대중교통 시스템 고도화 방안의 경우 마을버스 정류장 분산배치 방안 적용과 함께 고양시 중앙로와 신규 구축 BRT 구간에 적용하여 이용자의 편의성을 향상하고 국내 S-BRT 추진계획에 대응하고자 한다.

그림 5-22 | 고양시 간선급행버스체계 단계별 효율화 추진계획



〈자료〉 고양연구원 작성

2. 대중교통수단 위계 정립 및 BRT 이용편의 증진 조례의 필요성

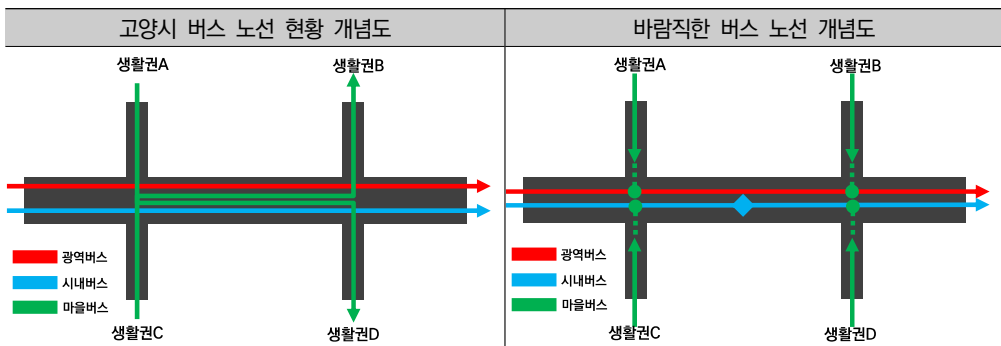
1) 대중교통수단 위계 정립

간선급행버스체계를 비롯한 대중교통의 효율적인 운영을 위해서는 우선 고양시 대중교통수단의 위계 정립이 우선되어야 한다. 일반적으로 바람직한 대중교통수단의 위계 구조는 우선 철도 교통과 함께 광역 및 직행좌석 버스를 간선 교통 축으로 설정하고, 하위 대중교통수단으로 시내버스가 운행되어야 한다. 마을버스는 각 생활권으로부터 간선 교통 축까지를 연결하는 지선 교통의 역할을 하는 것이 바람직한 대중교통수단의 위계라고 할 수 있다.

[그림 5-23]은 고양시의 버스 노선 현황과 바람직한 버스 노선의 개념도를 나타낸 것이다. 중앙로를 고양시 간선 교통의 축으로 설정하고 광역 및 직행좌석 버스와 시내버스가 이를 통행함으로써 간선 대중교통수단의 역할을 수행하고 있다. 이러한 가운데 중앙로 인근의 생활권을 연결하는 대부분의 마을버스가 중앙로를 통해 생활권 A와 생활권 D, 생활권 B와 생활권 C 등을 연결하는 노선을 운행하고 있어 중앙로의 노선중복도와 함께 교통혼잡이 가중되고 있다.

한편 바람직한 버스 노선 개념도는 광역 및 직행좌석 버스와 시내버스가 중앙로를 통행하는 가운데 각 생활권으로부터 출발하는 마을버스는 해당 간선 대중교통 축까지만 운행한다. 마을버스는 중앙로의 중앙버스정류장이 아닌 인근 지선도로의 버스정류장까지 승객을 운송하고, 하차한 승객이 중앙로 중앙버스정류장으로 이동하여 간선 대중교통수단으로 환승한다. 이와 같은 버스 노선체계의 간선·지선 운행 체계가 확립된다면 주요 간선 축인 중앙로의 노선중복도를 크게 완화하고 간선급행버스체계의 효율성을 크게 향상할 것이며, 중앙로 BRT 구간의 혼잡도가 개선되어 시민의 안전성 및 이용 편의성이 향상할 것으로 여겨진다.

그림 5-23 | 고양시 중앙로 버스 노선 현황 및 바람직한 버스 노선 개념도



〈자료〉 고양연구원 작성

2) 고양시 대중교통 이용편의 증진 조례 개정(안)

고양시는 2024년 7월 「고양시 대중교통 이용편의 증진 조례」를 제정 및 시행하고 있다. 대중교통 서비스의 제공 및 이용에 관하여 시민의 권리 및 대중교통운영자의 의무에 관한 내용과 함께 대중교통의 이용편의 증진을 위한 이용 활성화 정책, 대중교통·환승수단 보급 및 시설 확충에 관한 내용을 시장의 책무와 대중교통 육성지원 부문에 담고 있다. 하지만 본 연구에서 제시하는 운영 효율화 방안과 대중교통수단 위계 정립을 위해 필요한 대중교통 시설의 체계적 확충 및 수단간 연계성 강화, 우선통행 조치 등에 관한 내용이 부족하다. [표 5-17]은 제3조 시장의 책무 부문을 보완하고, 대중교통 시설의 체계적 확충, 대중교통 연계성 강화, 대중교통수단 우선통행을 위한 조치에 관한 내용을 추가한 「고양시 대중교통 이용편의 증진 조례」 개정(안)을 나타낸 것이다.

표 5-17 | 고양시 대중교통 이용편의 증진 조례 개정(안)

구분	주요 내용
제1조 목적	<ul style="list-style-type: none"> 고양시 대중교통의 체계적인 구축·운영 대중교통 효율성 및 서비스 수준 향상을 통한 이용편의 증진
제2조 정의	<ul style="list-style-type: none"> 「대중교통 육성 및 이용촉진에 관한 법률」 제2조에 따름
(개정) 제3조 시장의 책무	<ul style="list-style-type: none"> 대중교통 이용 활성화 정책 다양한 대중교통수단의 보급 및 시설 확충 대중교통수단 간 환승 편의 증진 어린이·청소년 등의 대중교통 비용 부담 완화 대책 (신규) 대중교통체계 구축·운영·관리에 대한 지원 (신규) 대중교통 이용에 필요한 정보제공 (신규) 대중교통 서비스 연계성 강화
제4조 시민의 권리와 의무	<ul style="list-style-type: none"> 서비스 이용에 있어 차별 없이, 편리하고 안전하게 이용가능한 권리 대중교통수단의 안전을 해하지 않고, 안전수칙을 준수하는 의무
제5조 대중교통운영자의 의무	<ul style="list-style-type: none"> 고양시 대중교통정책에 협력하고, 시민에게 양질의 서비스 제공 의무 대중교통수단의 유지관리, 안전 운행 의무 운소종사자의 근무 및 복지여건 개선을 위한 노력에 관한 의무
제6조 대중교통 육성지원	<ul style="list-style-type: none"> 대중교통수단의 고급화·다양화 및 친환경 대중교통수단 보급 대중교통 환승할인 제도 정착 및 대중교통비 지원·환급사업 환승시설 등 대중교통 시설 확충 및 개선
(신규) 제7조 대중교통시설의 체계적 확충	<ul style="list-style-type: none"> 교통계획 수립 및 시설확충 시 대중교통 우선 확보 대중교통시설 확충에 필요한 행정·재정·기술적 지원 가능
(신규) 제8조 간선급행버스체계의 구축 및 운영	<ul style="list-style-type: none"> 대중교통을 활성화하기 위한 간선급행버스체계 구축 및 운영 권한
(신규) 제9조 대중교통 연계성 강화	<ul style="list-style-type: none"> 대중교통과 개인 교통 간 연계성 향상, 환승 편리성 향상 도모 복합환승센터 개발 시 타 대중교통과의 연계성 우선 고려
(신규) 제10조 대중교통수단 우선통행 조치	<ul style="list-style-type: none"> 대중교통 이용 촉진을 위한 노선버스 등 대중교통 우선 통행 조치 간선급행버스체계 구축, 고가·지하도로 등 교차로 입체화

〈자료〉 고양연구원 작성

참고문헌

[국내문헌]

- 고양시(2023). 「제4차 고양시 지방대중교통계획수립」.
- 고준호 외1(2015). 「서울시 간선급행버스시스템 해외 도시와 비교평가」. 서울연구원.
- 국토교통부(2010). 「간선급행버스체계(BRT) 설계지침」.
- 국토교통부 대도시권광역교통위원회(2022). 「간선급행버스체계시설의 기술기준」.
- 국토교통부 대도시권광역교통위원회(2021). 「간선급행버스체계(BRT) 종합계획 수정계획(2021~2030)」.
- 김도훈(2022). 「동인선 소외지역 순환형 BRT 추진 전략」. 수원시정연구원
- 김대호(2011). 「주민친화적인 간선급행버스체계 구축 추진방안: 교통사고 및 민원 대책」. 경기연구원.
- 김원호(2007). 「중앙버스전용차로 운영평가를 위한 지표개발」. 서울연구원.
- 백주현(2021). 「고양시 친환경 대중교통수단 도입 구상 연구용역」. 고양연구원
- 이은진 외1(2021). 「BRT 구축에 따른 서면지역 대중교통중심 지구형성 방안」. 부산연구원.
- 이원규(2015). 「간선급행버스체계(BRT)의 효율적 확대·운영방안 연구」. 부산연구원.
- 전상민(2022). 「2040 대중교통망 구축을 위한 거점연계 BRT 도입구상」. 창원시정연구원.
- 지남석 외1(2020). 「세종시 BRT환승센터 복합화방안」. 대전세종연구원.
- 한종학 외1(2013). 「간선급행버스체계(BRT) 추진을 위한 법제도 도입방안」. 인천연구원.

[국외문헌]

- Ardila, A. (2004). *Transit Planning in Curitiba and Bogotá, Roles in Interaction, Risk, and Change*. PhD dissertation. Massachusetts Institute of Technology, Cambridge.
- ITDP. (2024). *THE BRT STANDARD*. New York. NY: ITDP.
- Levinson, H., Zimmerman, S., Clinger, J., & Gast, J. (2003). Bus rapid transit: Synthesis of case studies. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, (1841), 1-11.
- Lindau, L. Hidalgo, D. & Facchini, D. (2010). Bus rapid transit in Curitiba, Brazil: A look at the outcome after 35 years of bus-oriented development. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, (2193), 17-27.
- Parra, R. (2006). F. Aportes para a Melhoria da Gestão do Transporte Público por Ônibus

de Bogotá, A Partir das Experiencias de Belo Horizonte e Curitiba (in Portuguese). *Papel Político*, Vol. 11, No. 2, 557-594.

Suzuki H. R. Cervero, and K. Iuchi (2013). *Transforming cities with transit: transit and land-use integration for sustainable urban development*. World Bank, Washington, D.C.

VTA. (2007). *BUS RAPID TRANSIT SERVICE DESIGN GUIDELINES*. San Jose. CA: VTA.

[기타문서]

국가법령정보센터. 간선급행버스체계의 건설 및 운영에 관한 특별법. <https://www.law.go.kr/lsInfoP.do?lsId=012179#0000>. (접속일 2024.07.15.)

국가법령정보센터. 대중교통의 육성 및 이용촉진에 관한 법률. <https://www.law.go.kr/lsInfoP.do?lsSeq=258113&efYd=20240710#0000>. (접속일 2024.07.15.)

공공데이터포털(2024). 서울특별시_지하철 호선별 역별 승하차 인원 정보. <https://www.data.go.kr/data/15071921/fileData.do>. (접속일 2024.07.15.)

부산시청 홈페이지(2024). 부산시 BRT노선 현황. <https://www.busan.go.kr/index>. (접속일 2024.07.11.)

Abstract

Goyang City Bus Rapid Transit Operation Improvement Plan

Joohyun Baek¹⁾, Hwansung Kim²⁾

Bus Rapid Transit refers to a transportation system operated in metropolitan areas to efficiently solve traffic problems on a wide scale. This transportation system consists of facilities such as driving lanes, bus stops, and intersections, and dedicated vehicles.

Goyang City has various problems in the driving lanes, bus stops, and dedicated vehicles, and as a result, it has lost its role of rapid metropolitan transportation, which is the purpose of installing BRT, and safety issues for users are also occurring.

The purpose of this study is to present a plan to improve the operational efficiency of Goyang City's BRT system, thereby restoring the function of BRT and suggesting the direction of advanced BRT facility construction that Goyang City should consider when constructing new BRT.

We reviewed related laws and plans and analyzed operational cases in other regions to suggest a direction for desirable Bus Rapid Transit operation. In addition, we presented an efficiency plan based on the results of an analysis of the characteristics of public transportation users and routes through data analysis.

The efficiency plan is divided into bus operation efficiency and system improvement. The efficiency improvement plan proposes a plan to improve the safety, efficiency, and convenience of BRT by improving bus stops and routes, improving driving lanes and stops, and establishing advanced BRT system facilities. The system improvement proposes the establishment of a hierarchy of public transportation methods and the revision of related ordinances that Goyang City must carry out to support such efficiency improvement plans.

1) Research Fellow, Goyang City Institute, Korea

2) Assistant Researcher, Goyang City Institute, Korea

기본 24-01

고양특례시 간선급행버스체계 운영 효율화 방안

발행일	2024년 10월 31일
저자	백주현, 김환성
발행인	김현호
발행처	고양연구원
주소	10393 경기도 고양시 일산동구 태극로 60 빛마루방송지원센터 11층
전화	031-8073-8341
홈페이지	www.goyang.re.kr
S N S	https://www.facebook.com/goyangre/
I S B N	979-11-92971-49-0

이 보고서의 내용은 연구진의 개인적인 견해로서, 고양연구원의 공식 견해와는 다를 수 있습니다.
해당 보고서는 KoPubWorld서체를 사용하여 제작되었습니다.