

도시철도·간선버스 간 환승보행환경 개선방안

신성일 이광훈

Improvement Strategies for Transfer Walking Environment for Urban Rail-Arterial Bus System



서울연구원
The Seoul Institute

**도시철도·간선버스 간
환승보행환경 개선방안**

연구책임

신성일	교통시스템연구실 연구위원
이광훈	교통시스템연구실 선임연구위원

연구진

류민환	교통시스템연구실 연구원
-----	--------------

이 보고서의 내용은 연구진의 견해로서
서울특별시의 정책과는 다를 수도 있습니다.

요약

도시철도·간선버스 환승보행 거리 5분 이내로 두 시스템 간 보행구간 연계환승통로로 정비

서울의 도시철도·간선버스시스템 간 연계환승 이용률 낮아

서울시의 간선대중교통체계는 중앙버스전용차로로 대표되는 간선버스 시스템과 9개 노선의 도시철도 시스템으로 두 개의 간선대중교통 시스템을 갖춘 도시이다.

하지만 두 시스템 연계 환승정도는 열악하여 지하철-지하철 환승 5,851,106통행(50.1%), 버스-버스(마을버스 포함) 환승 2,404,245통행(20.6%)에 비해 도시철도-간선버스(간선+광역간선)의 환승은 1,714,889통행(14.7%)으로 활성화되어 있지 않다(2014년 10월 17일 수도권 대중교통카드 분석자료).

두 간선대중교통시스템 간의 낮은 연계환승은 대중교통 분담률의 정체 요인(과거 10년간 대중교통수단 분담률 평균변화율 2.4%에서 최근 4년간 0.7%로 둔화)으로 대두되고 있다(제2차 서울특별시 대중교통계획).

두 시스템 간 환승시간 평균 6.7분 ‘이용자 인내가능 시간 초과’

도시철도역 간의 환승시간이 평균 3.04분인 데 반해 도시철도와 간선버스 간의 환승시간은 평균 6.7분으로 2.2배이다.

도시철도-간선버스의 평균 환승시간 6.7분은 이용자가 인내할 수 있는 평균 환승시간 5.7분을 상회하며, 10분 이상 소요되는 경우도 상당수 존재한다.

환승거리도 도시철도 간의 환승거리 평균이 200m인 데 비해 도시철도와 일반간선버스 정류장 간의 환승거리는 189m이고 특히 중앙버스전용차로 정류장과의 환승거리는 265m로 1.33배에 달하며, 일부 중심지 간선버스 정류장은 500m 이상인 경우도 있다.

도시철도·간선버스 환승보행구간에선 교통사고 발생률 높아

도시철도역 간 환승은 자동차 교통사고에 노출이 전혀 안 되는 반면, 도시철도·간선버스 환승 보행구간에서는 교통사고 발생비율이 높게 나타난다.

특히 중앙버스전용차로 정류장 주변의 경우 교통사고 발생건수 및 부상자가 매년 증가하고 있다. 특히 중앙버스전용차로 정류장 주변의 교통사고 사망자는 서울시 무단횡단사고 교통사고 사망자의 42.9%를 차지하며, 최근 5년간 연도별로는 서울시 전체 교통사고 평균의 최대 4.2배의 높은 치사율을 나타내고 있다.

이러한 현상은 환승시간이 길고 출퇴근 목적 등 시간에 쫓기는 통행의 특성과 열악한 환승보행 환경에 기인한 것으로 보인다.

두 시스템 간 환승거리·환승시간이 길수록 환승률도 낮아

도시철도·간선버스 환승률은 도시철도역사와 중앙버스전용차로 상하행 정류장이 모두 떨어져 있는 D유형이 3.4%로 도시철도 정류장과 중앙버스전용차로 상하행 정류장이 인접되어 있는 A유형인 9.2%보다 매우 낮았다.

평균 환승보행시간 역시 D유형이 7.7분으로 A유형 5.6분보다 길게 나타났다.

평균 환승거리는 D유형이 345m, A유형이 187m로 분석되었다.

[표 1] 도시철도-중앙버스전용차로 유형별 정류장 평균환승통행 분석

유형	도시철도- 중앙차로 정류장의 환승률 (%)	도시철도- 전체 버스 정류장 환승률 (%)	도시철도- 중앙차로 정류장 간의 평균 환승시간 (분)	도시철도- 중앙차로 정류장 간의 평균 환승거리 (m)
A	9.2	7.6	5.6	187
B	7.5	6.7	7.1	225
C	6.3	6.1	7.2	296
D	3.4	4.0	7.7	345
E*	5.4	10.2	7.3	326
평균	6.8	6.7	6.7	263

* : 특수유형

[표 2] 중앙버스전용차로 정류장 입지패턴으로 분류한 도시철도역 유형

유형	도시철도 정류장 입지패턴 및 특징
A유형	- 도시철도 정류장과 중앙버스전용차로 상하행 정류장의 보행 거리가 가까운 경우 - 평균 환승거리 187m
B유형	- 도시철도 정류장과 중앙버스전용차로 상하행 정류장 중 보행거리가 한 방향만 가까운 경우 - 평균 환승거리 225m
C유형	- 도시철도 정류장과 중앙버스전용차로 상하행 정류장의 보행 거리가 떨어진 경우 - 중앙버스전용차로 상하행 정류장의 보행거리가 가까운 곳에 위치 - 평균 환승거리 296m
D유형	- 도시철도 정류장과 중앙버스전용차로 상하행 정류장의 보행 거리가 떨어진 경우 - 중앙버스전용차로 상하행 정류장의 보행거리가 떨어진 경우 - 평균 환승거리 345m
E유형	- 도시철도 정류장과 중앙버스전용차로 정류장의 한 방향만 존재하는 경우 - 보행데크가 설치된 경우 등 - 평균 환승거리 326m

[표 3] 도시철도역사 5개 유형별 사례

유형	평면도	역명
A유형		고속터미널
B유형		잠실
C유형		경주
D유형		노량진
E유형		대방

● : 중앙버스전용차로 정류장

환승교통시설 설계는 배리어프리... 방화시설도 도입 바람직

환승시간과 환승거리가 환승을 저하에 크게 기여하는 만큼 간선버스-도시철도 환승보행의 시공간적 거리를 5분 이내로 설정한다.

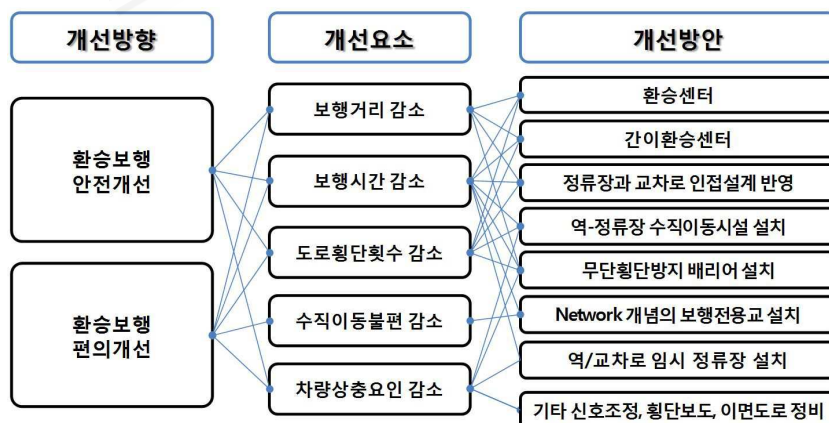
간선버스-도시철도 간 환승보행구간을 연계환승통로 개념으로 정비하고 환승수요가 많은 구간은 전용통로를 적극 확보한다.

고령자와 교통약자를 위한 배리어프리(Barrier-Free) 설계를 원칙으로 하고 교통안전을 위한 방화시설을 적극 도입한다.

환승보행환경 개선을 위한 툴박스(Tool-Box)로 환승교통시설과 운영체계를 패키지(Package)로 개발한다.

환승보행환경 개선 전후 평가할 모델 개발해 개선구간에 적용

환승보행환경 개선방안별로 개선요소를 현장조사해서 입력 평가하는 평가모형체계를 구축하였다.



[그림 1] 교통안전 및 보행환경 개선체계 구축

평가모형 적용을 통한 현황 및 개선대안 평가는 환승보행행태모형과 모형에서 도출되는 지표를 통해 분석한다.

$$\begin{aligned} \min \quad & \sum_a d_a \cdot x_a \\ \text{s.t.} \quad & q_{rs} = \sum_r \sum_s \sum_k f_k^{rs} \quad \forall r, s \\ & f_k^{rs} \geq 0 \quad \forall r, s, k \\ & x_a = \sum_r \sum_s \sum_k f_k^{rs} \cdot \delta_{k,a}^{rs} \quad \forall a \end{aligned}$$

a : 링크 a q_{rs} : $r-s$ 간 보행수요(인)
 r, s : 출발지 r , 도착지 s f_k^{rs} : $r-s$ 간 k 경로의 보행량(인)
 k : $r-s$ 간 k 번째 경로($k=1$) x_a : 링크 a 의 보행량(인)
 d_a : 링크 a 통행거리(m) δ_{ka}^{rs} : $r-s$ 간 k 가 a 를 통과하면(1), 아니면(0)

[표 4] 보행안전환경 개선을 위한 평가지표 구축현황

평가지표	산정식	비고
보행거리 (m)	$\frac{\sum_r \sum_s \sum_k f_k^{rs} \cdot \delta_{k,a}^{rs} \cdot d_a}{\sum_r \sum_s \sum_k f_k^{rs} \cdot \delta_{k,a}^{rs}}$	
보행시간 (분)	$\frac{\sum_r \sum_s \sum_k f_k^{rs} \cdot [\delta_{k,a}^{rs} \cdot t_a + \delta_{k,ab}^{rs} \cdot t_{ab}]}{\sum_r \sum_s \sum_k f_k^{rs} \cdot \delta_{k,a}^{rs}}$	t_a : 링크 a 통행시간 t_{ab} : 링크 a - 링크 b 대기시간 ξ_a : 링크 a 의 불편도 파라메타 veh_a : 링크 a 의 차량수
보행 불편도 (분-불편)	$\frac{\sum_r \sum_s \sum_k f_k^{rs} \cdot \xi_a \cdot [\delta_{k,a}^{rs} \cdot t_a + \delta_{k,ab}^{rs} \cdot t_{ab}]}{\sum_r \sum_s \sum_k f_k^{rs} \cdot \delta_{k,a}^{rs}}$	
보행-차량 상충도 (대)	$\frac{\sum_r \sum_s \sum_k f_k^{rs} \cdot \delta_{k,a}^{rs} \cdot veh_a}{\sum_r \sum_s \sum_k f_k^{rs} \cdot \delta_{k,a}^{rs}}$	

환승보행환경 개선사업을 교통중심 도시재생 프로젝트로 추진

77개 개선대상 도시철도역별로 맞춤형 환승보행환경 개선 리스트를 제시하고 환승보행환경 개선사업의 특성을 고려한 사업 우선순위를 제시하였다.

D유형에서는 도시철도 2호선 구로디지털단지역, 국철 1호선 회기역, C유형에서는 4호선 길음역, 중앙선 망우역, B유형에서는 중앙선 가좌역, 국철 1호선 제기역, A유형 3호선과 6호선의 환승역인 연신내역이 우선순위가 높았다.

가칭 『지역거점 도시철도 역사중심 마을만들기 사업』의 형태로 도시철도-간선버스 환승보행환경 개선사업을 교통중심의 도시재생 프로젝트 사업으로 추진한다.

[표 5] 도시철도역사 유형별 우선사업 대상지역 선정

유형	역 이름
D	구로디지털단지역(2호선), 회기역(국철 1호선)
C	길음역(4호선), 망우역(중앙선)
B	가좌역(경의선), 제기역(국철 1호선)
A	연신내역(3호선, 6호선)

목차

01 도시철도-간선버스 환승보행환경 개선은 왜 필요한가?	2
1_정체된 대중교통 수단분담률 제고를 위한 연계강화	2
2_도시철도와의 환승을 배려하지 못한 중앙버스전용차로 정류장	3
3_높은 교통사고 잠재력을 지닌 환승보행환경	6
02 교통카드데이터 분석을 통한 도시철도-간선버스 환승보행교통	10
1_환승보행분석 대상구간선정-77개 도시철도역 중심	10
2_환승보행 교통특성 파악을 위한 분석방법과 항목	16
3_환승보행특성 분석결과	22
4_환승보행교통 분석을 통해 본 시사점	25
03 어떻게 도시철도-간선버스 환승보행환경을 개선할 것인가?	28
1_환승보행환경 개선목표 설정: 시공간적 거리를 5분 이내로 단축해야	28
2_간선버스-도시철도 간 환승보행구간을 연계환승통로 개념으로 정비	30
3_고령자와 교통약자를 위한 쾌적하고 안전성이 담보된 환승보행환경 조성	31
4_환승보행환경 개선을 위한 환승보행교통시설 설치·운영 패키지 개발	33
04 도시철도-간선버스 환승보행환경 구간별 최적 개선방안 도출방법	40
1_최적 개선방안 도출을 위한 평가모형의 개발	40
2_평가모형 적용을 위한 개선대안 개발	44
3_평가모델 적용 결과 분석	46

05 도시철도-간선버스 환승보행환경 개선을 위한 추진전략	54
1_사업개선효과와 난이도를 고려한 개선사업 우선지구의 선정	54
2_교통중심의 도시재생프로젝트 사업으로 추진	55
3_환승보행환경 개선을 위한 정책 및 제도의 보완	56
참고문헌	61
Abstract	62



표

[표 1-1] 수도권 대중교통통행 수단분담률(2014.10.17., 목)	2
[표 1-2] 수도권 대중교통환승통행(2014.10.17., 목)	2
[표 1-3] 서울시 전체 및 중앙버스전용차로 설치구간 무단횡단사고 발생현황(2011-2013)	6
[표 1-4] 서울시 중앙버스전용차로 교통사고 발생 추이	7
[표 2-1] 도시철도-중앙버스전용차로 77개 역 지점현황	11
[표 2-2] 중앙버스전용차로 정류장 입지패턴으로 분류한 도시철도역 유형	13
[표 2-3] 도시철도역사 5개 유형	14
[표 2-4] 도시철도역사 5개 유형별 사례	15
[표 2-5] 분석항목과 계산방법	18
[표 2-6] 77개 도시철도-간선버스 환승통행 분석	19
[표 2-7] 도시철도-중앙버스전용차로 유형별 정류장 평균환승통행 분석	22
[표 3-1] 보행시설별 불편계수	31
[표 4-1] 보행안전환경 개선을 위한 평가지표 구축현황	43
[표 4-2] 도시철도역사 5개 유형	44
[표 4-3] 유형별 환승보행특성에 따른 개선 프로그램	45
[표 4-4] 구로디지털단지-시흥대로 환승보행환경 현황 분석표	47
[표 4-5] 구로디지털단지-시흥대로 환승보행환경 개선분석표	49
[표 4-6] 신도림-경인로 환승보행환경 현황분석표	51
[표 4-7] 신도림-경인로 환승보행환경 개선분석표	52
[표 5-1] 도시철도역사 유형별 우선사업 대상지역 선정	54
[표 5-2] 지상공간과 관련된 관리주체와 관계법령	57
[표 5-3] 지하공간과 관련된 관리주체와 관계법령	58

그림

[그림 1-1] 망우역 환승보행경로	4
[그림 1-2] 구로디지털단지역 환승보행경로	4
[그림 1-3] 교차로에 근접 설치된 합정역 중앙버스전용차로 정류장	5
[그림 1-4] 일본 나고야 중앙버스전용차로 정류장	5
[그림 2-1] 중앙버스전용차로 정류장과 반경 300m 이내에서 환승이 발생하는 도시철도 역사	10
[그림 2-2] 도시철도-간선버스 환승통행자로 계산방법	17
[그림 2-3] 도시철도-간선버스 정류장의 환승사례(노량진역)	17
[그림 2-4] 도시철도-중앙버스전용차로 정류장 환승률	23
[그림 2-5] 도시철도-간선버스 정류장 환승률 비교	23
[그림 2-6] 도시철도-중앙버스전용차로 정류장 환승보행시간	24
[그림 3-1] 대중교통 환승에 대한 불만족 의견현황	28
[그림 3-2] 대방역 직결통로 설치 예시	29
[그림 3-3] 도시철도역사를 통과하는 자유통로	29
[그림 3-4] 도시철도역사를 통행하는 연속 보행전용도로	30
[그림 3-5] 보행거리와 사고잠재력 관계	32
[그림 3-6] 간선버스 환승센터	33
[그림 3-7] 구로디지털단지 간이 버스환승센터	34
[그림 3-8] 석수역 보행네트워크 설치	34
[그림 3-9] 대방역 직결통로	35
[그림 3-10] 광저우 지하철-BRT 연결통로	35

[그림 3-11] 잠실역 중앙버스차로 직결통로	36
[그림 3-12] 합정역 사례	36
[그림 3-13] 강남-신논현-논현	37
[그림 3-14] 환승보행승객의 무단횡단과 명확한 환승보행경로 유도시설	38
[그림 4-1] 환승보행환경 개선방향	40
[그림 4-2] 교통안전 및 보행환경 개선체계 구축	41
[그림 4-3] 구로디지털단지 환승보행환경 주변현황	46
[그림 4-4] 구로디지털단지 환승보행환경 현황	47
[그림 4-5] 개선프로그램 시행	48
[그림 4-6] 개선프로그램 개념도	48
[그림 4-7] 개선안 도출	49
[그림 4-8] 구로디지털단지역↔시흥대로 효과 개선 전후 비교	50
[그림 4-9] 개선안 조감도	50
[그림 4-10] 신도림-경인로 주변현황	51
[그림 4-11] 개선프로그램 시행	52
[그림 5-1] 일본의 역전광장 사례	55
[그림 5-2] 다양한 형태의 보행연결시설	56
[그림 5-3] 보행공간의 연계를 위한 통합적 제도운영 관련법 및 문제점	59

01

도시철도-간선버스 환승보행환경 개선은 왜 필요한가?

- 1_정체된 대중교통 수단분담률 제고를 위한 연계강화
- 2_도시철도와의 환승을 배려하지 못한 중앙버스전용차로
정류장
- 3_높은 교통사고 잠재력을 지닌 환승보행환경

01 | 도시철도-간선버스 환승보행환경 개선은 왜 필요한가?

1_정체된 대중교통 수단분담률 제고를 위한 연계강화

현재 간선버스네트워크와 도시철도네트워크의 상호연계 활성화는 매우 낮은 상황이다. 수도권 대중교통수단의 환승연계통행은 총 11,684,419통행으로 나타나고 있으나, 이 중 도시철도-간선버스 환승통행은 광역버스를 포함하여 1,714,889통행으로 14.7%에 불과한 것으로 나타났다.

[표 1-1] 수도권 대중교통통행 수단분담률(2014.10.17., 목)

수 단	통행 수(건)	비율(%)	비고
도시철도	8,591,932	38.6	(환승) 5,851,106*
간선버스	7,354,615	33.1	
지선버스	5,277,828	23.7	지선, 마을, 순환
광역간선버스	1,003,677	4.2	
총 통행	22,228,052	100.0	

* : 환승계수 1.681 적용

[표 1-2] 수도권 대중교통환승통행(2014.10.17., 목)

환승수단(총계)		환승(건)	비율(%)
도시철도-도시철도		5,851,106	50.08
도시철도-버스	철도-간선	1,452,979	12.44
	철도-지선	1,714,179	14.67
	철도-광역	261,910	2.24

특히 도시철도와 간선버스의 환승률은 12.4%, 도시철도와 광역버스의 환승률은 2.2%로 나타나 두 간선 대중교통 간의 상호 환승연계율은 낮은 것으로 분석되었다.

간선버스에서 도시철도 개찰구까지의 환승시간은 6.7분으로 설문조사에서 나타나 서울시민의 희망 환승시간 5.7분¹⁾에 비하여 높으며, 도시철도역사 내 이동시간과 열차대기시간을 고려하면 실제 환승소요시간은 더욱 늘어날 것으로 파악된다.

민선6기 핵심시정의 하나로 추진하고 있는 도심 등 중심지를 보행중심의 교통체계로 구축하기 위해서는 대중교통 수단분담률을 지금보다 더 끌어올려야 하는데 이를 위해서는 도시철도-간선버스 환승보행환경의 개선이 요구된다.

2_도시철도와의 환승을 배려하지 못한 중앙버스전용차로 정류장

서울시는 2004년도에 시행된 버스체계개편에서 버스를 R(광역간선버스), B(간선버스), G(지선버스), Y(순환버스)의 4가지 기능으로 분류하였다. 당시 버스체계개편은 버스체계만으로 지역 간 이동을 원활하게 한다는 차원에서 진행되었고 그 결과 도시철도와의 연계는 고려되지 못했다.

10년이 지난 지금 간선버스체계에 의한 서울시 전역 간 이동은 구현되지 못하고 있다. 이 시점에서 간선버스와 도시철도의 연계기능 강화에 대한 논의가 필요하다.

현재는 도시철도역과 버스정류장 위치는 지선버스 성격인 마을버스와 순환버스는 근접 설치된 반면 간선버스, 중앙버스전용차로 정류장의 경우는 주로 미드블록형(Mid-Block)으로 교차로와 교차로 중간지점에 설치되었다. 그러다 보니 [그림 1-1]과 같이 도시철도역과 중앙버스전용차로 정류장과의 거리가 400m 이상 이격된 경우도 많고, [그림 1-2]와 같이 환승방향에 따라 환승보행거리가 크게 차이 나는 경우도 많이 존재한다.

1) SI정책리포트, 2014, 서울시민 대중교통행복지수 높이기

4 / 도시철도·간선버스 간 환승보행환경 개선방안

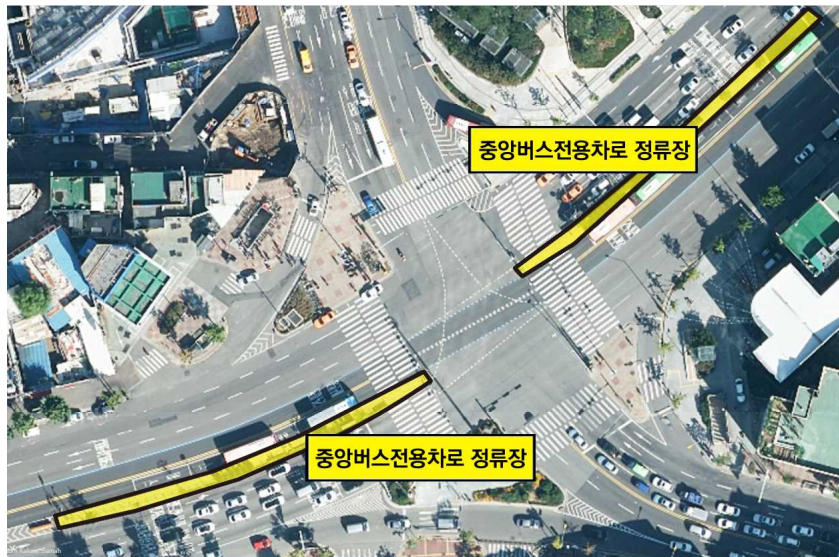


[그림 1-1] 망우역 환승보행경로



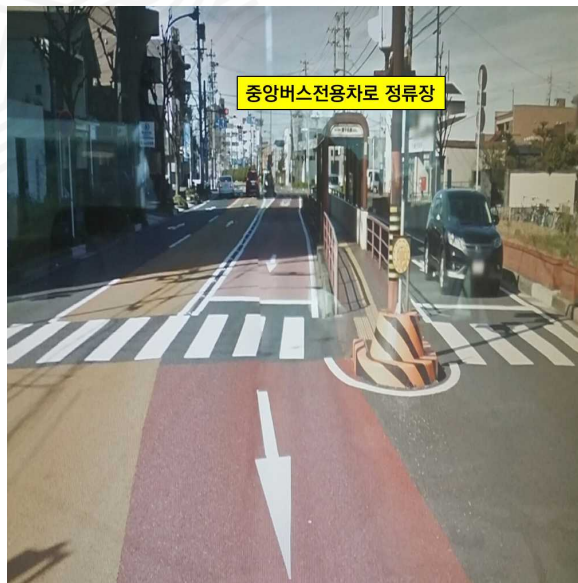
[그림 1-2] 구로디지털단지역 환승보행경로

현재와 같이 중앙버스전용차로 정류장이 도시철도와의 환승을 고려하기보다 일반교통류의 원활한 소통을 위해 어쩔 수 없다고 항변할 수도 있겠으나, 최근 설계되는 합정역 중앙버스 정류장은 [그림 1-3]과 같이 도시철도역과 근접한 정류장 형태로 설계되었다.



[그림 1-3] 교차로에 근접 설치된 합정역 중양버스전용차로 정류장

해외사례로는 일본 나고야 중양버스전용차로와 같이 중양버스전용차로 정류장 구간이 교차로와 직결되는 구간도 존재한다([그림 1-4] 참조).



[그림 1-4] 일본 나고야 중양버스전용차로 정류장

3. 높은 교통사고 잠재력을 지닌 환승보행환경

도시철도-간선버스 환승보행경로상에서 발생하는 것으로 추정되는 중앙버스전용차로 교통사고는 발생빈도나 치사율에서 일반 교통사고보다 높다. 서울시 무단횡단사고 발생현황(2011-2013)을 살펴보면 중앙버스전용차로 설치구간에서 발생한 것이 140건으로 전체 발생건수 657건 중 21.3%를 차지한다. 특히 무단횡단교통사고 총사망자 35명 중 15명(42.9%)이 중앙버스전용차로 구간에서 사망한 것으로 나타나 매우 높은 치사율을 중앙버스전용차로 구간에서 보이는 것으로 나타났다.

[표 1-3] 서울시 전체 및 중앙버스전용차로 설치구간 무단횡단사고 발생현황(2011-2013)

구분		발생건수	사망자 수	중상자 수	경상자 수	부상신고자 수
서울시 전체		657	35	412	227	38
(%)		(100)	(100)	(100)	(100)	(100)
중앙 버 스 전 용 차 로	소계	140	15	85	46	9
	(%)	(21.3)	(42.9)	(20.6)	(20.3)	(23.7)
	통일로	63	8	36	20	5
	도봉로	25	2	15	15	1
	강남대로	14	3	9	0	2
	경인로	11	0	8	2	1
	천호대로	11	0	9	2	0
	시흥대로	9	1	4	4	0
	한강대로	7	1	4	3	0

자료 : 서울시 보행자 교통사고 관련정보(<http://traffic.seoul.go.kr/archives/19606>)

또한 [표 1-4]와 같이 최근 5년간 중앙버스전용차로의 교통사고 치사율은 일반 교통사고보다 1.7-4.2배 높은 것으로 나타났다.

[표 1-4] 서울시 중앙버스전용차로 교통사고 발생 추이

(단위 : 건, 명, %)

구분		2010	2011	2012	2013	2014
서울시	발생건수	41,601	40,393	40,829	39,439	40,792
	사망자	424	430	424	378	400
	부상자	59,595	57,479	58,583	56,761	57,345
	치사율	1.02	1.06	1.04	0.96	0.98
중앙버스 전용차로	발생건수	188	176	393	293	260
	사망자	8	3	14	6	6
	부상자	509	410	1,007	597	531
	치사율	4.26	1.70	3.56	2.05	2.31

자료 : 국가교통데이터베이스(<http://www.ktdb.go.kr/web/guest/541>)

02

교통카드데이터 분석을 통한 도시철도-간선버스 환승보행교통

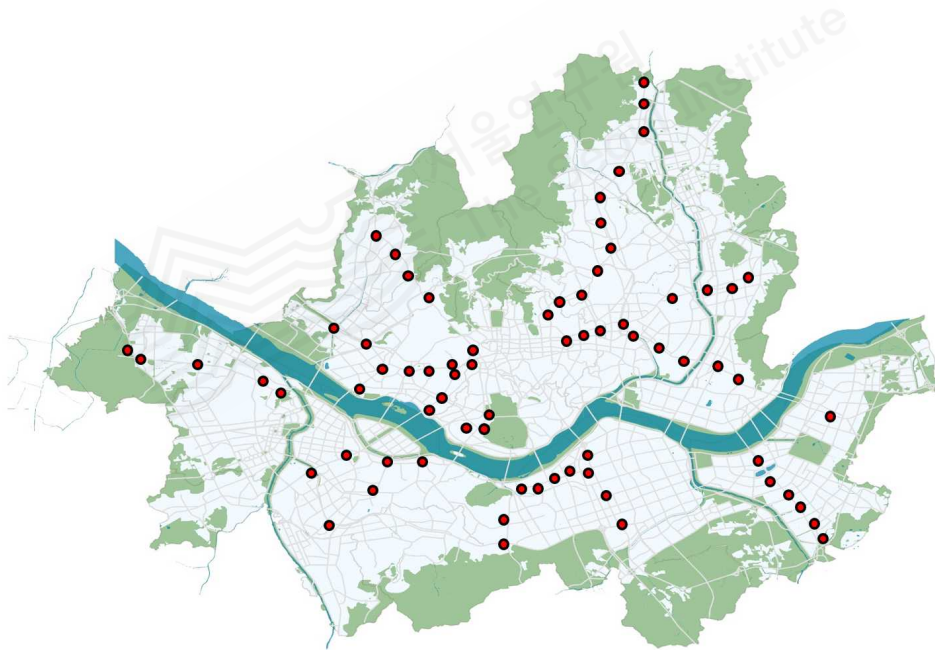
- 1_환승보행분석 대상구간선정-77개 도시철도역 중심
- 2_환승보행 교통특성 파악을 위한 분석방법과 항목
- 3_환승보행특성 분석결과
- 4_환승보행교통 분석을 통해 본 시사점

02 | 교통카드데이터 분석을 통한 도시철도-간선버스 환승보행교통

1_환승보행분석 대상구간선정-77개 도시철도역 중심

서울시 중앙버스전용차로는 민선 3기 핵심정책이었던 버스개혁의 일환으로 도입된 이후 꾸준히 확충되어 현재 13개 노선 221개의 정류장이 운영되고 있다.

이 중에서 도시철도역을 중심으로 반경 300m 이내에 있는 중앙버스전용차로 정류장이 있는 77개 도시철도역을 우선적으로 선정하였다. 선정된 77개 도시철도역을 중심으로 철도역과 중앙버스전용차로 정류장까지의 환승보행구간을 이 연구의 대상으로 선정하였다.



[그림 2-1] 중앙버스전용차로 정류장과 반경 300m 이내에서 환승이 발생하는 도시철도 역사

[표 2-1] 도시철도-중앙버스전용차로 77개 역 지점현황

번호	지하철역명	도로명	중앙버스전용차로 정류장	
			정류장명	환승거리(m)
1	충정로	새문안로	충정로역	78
2	무악재	통일로	무악재역	93
3	강동	천호대로	강동역	95
4	공덕	마포대로	공덕역	99
5	미아사거리	도봉로	미아사거리역	107
6	쌍문	도봉로	쌍문역	107
7	반포	신반포로	반포역	117
8	홍제	통일로	홍제역	120
9	연신내	통일로	연신내역, 연서시장	128
10	신설동	왕산로	신설동역	152
11	이대	신촌로	이대역	152
13	홍대입구	양화로	홍대입구역	161
14	도봉산	도봉로	도봉산역	162
15	동대문	종로	동대문(홍인지문)	165
16	고속터미널	신반포로	고속터미널	167
17	삼각지(A)	한강대로	삼각지역	177
18	신반포	신반포로	신반포역	184
19	수유	도봉로	수유역, 강북구청입구	191
20	염창	공항대로	염창역	228
21	불광(A)	통일로	서부시외버스터미널	230
22	숙대입구	한강대로	숙대입구역	238
23	충신대입구	동작대로	남성시장	262
24	디지털미디어시티	수색로	디지털미디어시티역	266
25	도봉	도봉로	서울북부지방법원	278
26	등촌	공항대로	등촌역	312
27	합정	양화로	합정역, 남경호텔	333
28	강남	강남대로	강남역	414
29	아차산	천호대로	어린이대공원후문 아차산역	90
30	장지	송파대로	장지역, 가든파이버	178
31	송정	공항대로	송정역	203
32	가좌	수색로	모래내시장, 가좌역	226
33	불광(B)	통일로	불광역	238
34	영등포	경인로	영등포역	254
35	애오개	마포대로	아현초등학교	275
36	용두	천호대로	동대문구청	280
37	제기동	왕산로	제기동역, 서울약령시	282
38	잠실	송파대로	잠실역, 롯데월드몰	374
39	양재	강남대로	양재역	411
40	길음	동소문로	길음뉴타운	175
41	송파	송파대로	송파역	212

번호	지하철역명	도로명	중앙버스전용차로 정류장	
			정류장명	환승거리(m)
42	녹번	통일로	녹번역	221
43	성신여대입구	동소문로	돈암사거리. 성신여대입구	221
44	장한평	천호대로	장한평역	276
45	미아	도봉로	미아역. 신일중고	284
46	상봉	망우로	상봉역. 중랑우체국	290
47	석촌	송파대로	석촌역	332
48	군자	천호대로	용마초등학교	342
49	망우	망우로	망우역. 상봉터미널	362
50	가락시장	송파대로	가락시장역	373
51	신도림	경인로	신도림역	379
52	방학	도봉로	도봉소방서. 방학남부역	380
53	이현	신촌로	이현역	190
54	보라매	여의대방로	보라매역	226
55	중랑	망우로	중랑역. 동부시장	259
56	마포	마포대로	마포역	271
57	신촌	신촌로	신촌오거리2호선. 신촌역	283
58	한성대입구	창경궁로	삼선교. 한성대학교	300
59	노량진	노량진로	노량진역	300
60	신용산	한강대로	신용산역	302
61	동묘앞	종로	동묘앞	317
62	구로디지털단지	시흥대로	구로디지털단지역	365
63	답십리	천호대로	답십리역사거리	370
64	용산	한강대로	신용산역	395
65	삼각지(B)	한강대로	KT용산지사	400
65	회기	망우로	삼육서울병원	402
66	구반포	신반포로	구반포역. 심산문화센터	405
67	문정	송파대로	문정로데오거리입구	421
68	신사	강남대로	신사역	459
69	논현	강남대로	신사역	605
70	서대문	통일로	서대문역	166
71	발산	공항대로	발산역	224
72	석수	시흥대로	석수역	245
73	서울역	한강대로	갈월동	267
74	대방	영등포로	대방역	304
75	공항시장	공항대로	송정역	366
76	사당	동작대로	방배경찰서앞	475
77	혜화	창경궁로	명륜3가. 성대입구	558

77개 도시철도역을 중앙버스전용차로 정류장의 위치와 환승거리를 중심으로 다음 [표 2-2]에서 제시하는 5개 유형으로 구분하였다.

[표 2-2] 중앙버스전용차로 정류장 입지패턴으로 분류한 도시철도역 유형

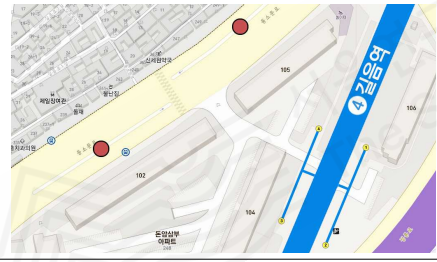
유형	도시철도 정류장 입지패턴 및 특징
A유형	- 도시철도 정류장과 중앙버스전용차로 상하행 정류장의 보행 거리가 가까운 경우 - 평균 환승거리 187m
B유형	- 도시철도 정류장과 중앙버스전용차로 상하행 정류장 중 보행거리가 한 방향만 가까운 경우 - 평균 환승거리 225m
C유형	- 도시철도 정류장과 중앙버스전용차로 상하행 정류장의 보행 거리가 떨어진 경우 - 중앙버스전용차로 상하행 정류장의 보행거리가 가까운 곳에 위치 - 평균 환승거리 296m
D유형	- 도시철도 정류장과 중앙버스전용차로 상하행 정류장의 보행 거리가 떨어진 경우 - 중앙버스전용차로 상하행 정류장의 보행거리가 떨어진 경우 - 평균 환승거리 345m
E유형	- 도시철도 정류장과 중앙버스전용차로 정류장의 한 방향만 존재하는 경우 - 보행데크가 설치된 경우 등 - 평균 환승거리 326m

[표 2-2]에서 제시된 정류장 입지패턴 유형을 77개 도시철도역사에 적용한 결과는 [표 2-3], 평면도를 포함한 대표사례는 [표 2-4]와 같다.

[표 2-3] 도시철도역사 5개 유형

유형	특징	역명
A유형	중앙버스전용차로 정류장이 둘 다 가까이 있는 경우 카드태그 환승시간 5.5분 네이버지도 환승거리 187m	신설동, 동대문, 반포, 고속터미널, 무악재, 충정로, 수유, 불광(A), 도봉산, 등촌, 연신내, 도봉, 삼각지(A), 홍대입구, 숙대입구, 공덕, 신반포, 염창, 홍제, 미아사거리, 강동, 디지털미디어시티, 쌍문, 강남, 이대, 총신대입구, 신설동, 합정
B유형	중앙버스전용차로 정류장이 하나만 가까이 있는 경우 카드태그 환승시간 7.1분 네이버지도 환승거리 225m	잠실, 가좌, 영등포, 제기동, 아차산, 송정, 용두, 양재, 장지, 불광(B), 애오개
C유형	중앙버스전용차로 정류장이 떨어져 있는 경우(100m 이상) 중앙버스전용차로 상행-하행 정류장이 가까이 있는 경우 카드태그 환승시간 7.2분 네이버지도 환승거리 296m	녹번, 성신여대입구, 길음, 미아, 송파, 장안평, 상봉, 방학, 석촌, 신도림, 군자, 가락시장, 망우
D유형	중앙버스전용차로 정류장이 떨어져 있는 경우(100m 이상) 중앙버스전용차로 상행-하행 정류장이 떨어져 있는 경우 카드태그 환승시간 7.7분 네이버지도 환승거리 345m	아현, 신촌, 마포, 신용산, 보라매, 한성대입구, 중랑, 동묘앞, 구로디지털단지, 노랑진, 답십리, 용산, 논현, 회기, 구반포, 신사, 문정, 삼각지(B)
E유형	중앙버스전용차로 정류장이 하나만 있거나 특수한 경우 카드태그 환승시간 7.3분 네이버지도 환승거리 326m	발산, 석수, 서대문, 대방, 서울역, 공항시장, 혜화, 사당

[표 2-4] 도시철도역사 5개 유형별 사례

유형	평면도	역명
A유형		고속터미널
B유형		잠실
C유형		경주
D유형		노량진
E유형		대방

● : 중앙버스전용차로 정류장

A유형이 28개(37%)로 제일 많고, 그다음으로 D유형이 17개(22%), C유형이 13개(17%), B유형이 11개(14%), E유형이 8개(10%)로 나타났다

D유형의 경우 평균 환승거리가 345m이고 최대 환승거리는 634m이며 중앙버스전용차로 상행 및 하행 정류장에서 도시철도역사와의 접근거리 차이는 최대 224m로 1.9배까지 차이가 났다.

A유형에서 볼 수 있듯이 도시철도역사가 위치한 교차로에 인접되도록 중앙버스전용차로 정류장을 설계하여 환승보행거리를 단축할 수 있다. 이를 감안하여 B, C, D, E유형에서도 환승보행거리 단축을 위한 환승보행환경 개선노력이 필요함을 알 수 있다.

2_환승보행 교통특성 파악을 위한 분석방법과 항목

본 연구대상으로 선정된 77개 도시철도역과 반경 300m 이내에 위치한 중앙버스전용차로 정류장을 대상으로 2014년 10월 17일 수도권에서 이용된 버스와 도시철도 통행자료를 이용하여 환승보행의 특성을 파악하였다.

77개 도시철도역사를 중심으로 환승통행이 발생하는 일반간선버스 정류장과 중앙버스전용차로 정류장을 이용하는 개별 승객의 환승이동행태를 통합하여 환승특성을 나타내는 지표를 도출하였다.

분석방법은 대중교통카드자료의 환승통행특성을 파악하기 위하여 승객이 도시철도역사의 교통카드 태그지점과 간선버스의 교통카드 태그지점까지를 환승보행구간으로 정의하였다.

환승보행시간은 1) 도시철도역사에서 나오면서 카드태그(Tag-out)하고 간선버스를 탑승하면서 태그(Tag-in)하는 경우와 2) 간선버스를 하차하면서 태그(Tag-out)하고 도시철도역사로 들어가면서 태그(Tag-in)하는 경우 등 두 가지 경우를 모두 합산하여 도출하였다.



<도시철도 태그>

<간선버스 태그>

[그림 2-2] 도시철도-간선버스 환승통행자료 계산방법

[그림 2-3]은 노량진 도시철도역사와 환승이 발생하는 주변지역의 일반버스정류장과 중앙버스전용차로 정류장을 사례로 보여주고 있다.



[그림 2-3] 도시철도-간선버스 정류장의 환승사례(노량진역)

계산된 양 대중교통수단 간의 환승시간을 기초로 한 분석항목은 [표 2-5]와 같다.

[표 2-5] 분석항목과 계산방법

(단위 : 명, %, 분, m)

분석항목	분석방법
도시철도하차인원	A
중앙버스하차인원	B
도시철도-중앙차로환승인원	C
중앙버스환승률	$C/(A+B) \times 100$
총버스하차인원	D
총환승인원	E
총환승률	$E/(A+D) \times 100$
최소환승시간	C통행 최소시간
최대환승시간	C통행 최대시간
평균환승시간	C통행 평균시간
최소거리	C통행 최소거리
최대거리	C통행 최대거리
평균거리	C통행 평균거리

[표 2-6]은 76개 도시철도역별로 분석항목별 결과를 나타낸 것이다.

[표 2-6] 77개 도시철도-간선버스 환승통행 분석

역 이름	도시철도 하차인원 (명)	중앙버스 하차인원 (명)	환승 인원 (명)	중앙 버스 환승률 (%)	버스 하차 인원 (명)	총 환승 인원 (명)	총 환승률 (%)	최소 환승 시간 (분)	최대 환승 시간 (분)	평균 환승 시간 (분)	최소 거리 (m)	최대 거리 (m)	평균 거리 (m)
충정로	21,361	3,106	570	2.3	44,453	2,471	3.8	4.1	7.4	6.25	122	33	78
무악재	4,838	930	198	3.4	8,797	370	2.7	2.7	5.1	4	127	58	93
강동	17,770	9,088	10,792	40.2	45,010	13,201	21.0	4	6.7	5.4	98	92	95
공덕	42,114	2,266	1,658	3.7	48,783	5,564	6.1	4.8	6.7	5.6	133	64	99
미아사거리	37,369	12,691	3,985	8.0	59,846	6,226	6.4	4.2	6	5.3	58	156	107
쌍문	33,018	7,226	8,929	22.2	34,826	11,231	16.6	3.1	5.7	4.4	114	100	107
반포	7,290	2,470	1,131	11.6	35,981	1,380	3.2	3.5	9.1	5.5	115	119	117
홍제	22,097	3,934	571	2.2	22,291	851	1.9	4.1	9.1	6.4	168	72	120
연신내	43,311	2,238	489	1.1	36,535	12,435	15.6	3.9	6.7	5.3	91	165	128
이대	29,005	4,989	1,602	4.7	41,761	2,329	3.3	2.3	9.1	5.7	146	158	152
신설동	23,738	1,491	264	1.0	45,763	2,891	4.2	4	5.4	4.8	141	163	152
홍대입구	94,839	3,863	1,432	1.5	47,170	3,873	2.7	4.1	6.6	5	157	165	161
도봉산	17,534	4,775	6,799	30.5	39,587	12,094	21.2	3.3	5.1	4.2	154	170	162
동대문	50,614	915	173	0.3	38,290	2,382	2.7	5.6	6.8	6.2	165	165	165
고속터미널	99,565	6,434	3,328	3.1	49,435	7,746	5.2	5.1	12.3	8.24	196	138	167
삼각지(A)	14,289	4,675	4,869	25.7	58,586	6,583	9.0	3.9	5.8	4.7	179	174	177
신반포	3,571	1,685	180	3.4	13,654	247	1.4	5.1	9.3	7.2	268	99	184
수유	50,487	12,708	6,376	10.1	70,342	8,876	7.3	3.4	7.9	5.9	191	190	191
염창	15,100	3,770	3,240	17.2	39,139	4,947	9.1	3.4	5.5	4.4	227	228	228
불광(A)	28,006	1,758	427	1.4	17,682	1,879	4.1	5	9	7.4	219	256	238
숙대입구	20,139	7,520	2,824	10.2	70,009	4,969	5.5	3.4	5.1	4.3	224	252	238
삼각지(B)	14,289	2,886	1,220	7.1	58,586	6,583	9.0	4	8.8	6.2	249	266	258
충신대입구	47,961	2,282	1,003	2.0	26,668	4,803	6.4	4.8	5.2	5	254	269	262
디지털미디어시티	31,908	4,939	5,489	14.9	21,699	6,906	12.9	3	6	4.6	279	253	266
도봉	6,973	1,536	489	5.7	17,278	858	3.5	3.1	4.2	3.7	277	279	278
등촌	13,367	4,220	305	1.7	31,932	1,637	3.6	4.1	11.4	6.7	285	339	312
합정	54,031	10,987	12,073	18.6	45,061	14,615	14.7	2.8	9.3	5.5	322	343	333

역 이름	도시철도 하차인원 (명)	중앙버스 하차인원 (명)	환승 인원 (명)	중앙 버스 환승률 (%)	버스 하차 인원 (명)	총 환승 인원 (명)	총 환승률 (%)	최소 환승 시간 (분)	최대 환승 시간 (분)	평균 환승 시간 (분)	최소 거리 (m)	최대 거리 (m)	평균 거리 (m)
강남	135,146	14,929	12,333	8.2	139,596	34,378	12.5	4.8	11.9	7.4	400	427	414
아차산	15,376	2,687	866	4.8	16,425	1,666	5.2	4.4	8.4	6.2	79	100	90
장지	12,886	1,321	628	4.4	16,265	1,884	6.5	3.8	10	7.4	140	215	178
송정	11,779	7,253	6,653	35.0	38,567	7,620	15.1	4.3	8.2	6.2	243	162	203
가좌	1,980	1,999	210	5.3	13,508	357	2.3	2.1	6.9	5.1	177	275	226
불광(B)	28,006	1,871	646	2.2	17,682	1,879	4.1	4.1	10.2	7.5	219	256	238
영등포	59,801	5,776	3,701	5.6	70,243	11,503	8.8	5.2	6.1	5.5	198	309	254
애오개	6,769	378	9	0.1	13,124	97	0.5	11.3	11.3	11.3	246	303	275
용두	2,762	1,695	145	3.3	17,096	498	2.5	6.7	9	7.73	225	334	280
제기동	22,277	1,651	473	2.0	41,379	1,431	2.2	4.4	5.5	5	199	364	282
잠실	112,449	11,921	11,640	9.4	71,880	30,899	16.8	7	10.5	8.85	311	437	374
양재	62,428	7,315	7,118	10.2	66,786	12,361	9.6	4.2	12.2	7.7	373	449	411
길음	31,813	8,744	2,085	5.1	54,673	7,107	8.2	4.9	5.3	5.1	158	191	175
송파	6,332	2,589	243	2.7	17,005	388	1.7	6	9.5	7.4	150	273	212
녹번	15,224	3,724	2,868	15.1	15,429	4,007	13.1	2.5	8.3	5.2	203	238	221
성신여대입구	31,797	10,147	3,367	8.0	60,834	6,479	7.0	5.1	7.1	6.1	208	234	221
장한평	21,666	1,112	87	0.4	13,690	341	1.0	6.6	8	7.4	255	296	276
미아	19,713	3,768	730	3.1	48,590	1,315	1.9	5.8	8.6	7.1	285	283	284
상봉	24,436	6,098	7,521	24.6	54,268	12,501	15.9	4	6.6	5.3	249	331	290
석촌	11,234	2,448	107	0.8	25,640	1,393	3.8	6.9	16.6	11.2	331	332	332
군자	25,255	1,682	457	1.7	20,105	1,428	3.1	6.4	11.2	8.2	340	344	342
망우	8,654	2,466	88	0.8	22,489	1,039	3.3	9.8	10.2	10	310	413	362
가락시장	18,680	3,634	583	2.6	36,570	2,644	4.8	7.7	10.4	9	360	385	373
신도림	81,739	9,729	14,536	15.9	42,841	17,092	13.7	4.6	6.8	5.7	355	402	379
방학	10,788	1,823	211	1.7	17,842	683	2.4	5.1	5.5	5.3	359	401	380
아현	10,131	2,633	686	5.4	36,942	891	1.9	5.2	6.9	5.8	150	230	190
보라매	11,158	577	475	4.0	14,687	1,616	6.3	3.4	14.9	8.2	192	260	226
중랑	6,139	4,415	366	3.5	17,650	508	2.1	4.7	7.7	6.1	230	288	259

역 이름	도시철도 하차인원 (명)	중앙버스 하차인원 (명)	환승 인원 (명)	중앙 버스 환승률 (%)	버스 하차 인원 (명)	총 환승 인원 (명)	총 환승률 (%)	최소 환승 시간 (분)	최대 환승 시간 (분)	평균 환승 시간 (분)	최소 거리 (m)	최대 거리 (m)	평균 거리 (m)
마포	17,398	3,872	312	1.5	17,401	444	1.3	5.8	10.7	7.6	159	383	271
신촌	56,518	2,646	285	0.5	68,231	221	0.2	7.9	10.2	8.9	387	179	283
한성대입구	19,356	9,297	932	3.3	28,755	1,218	2.5	7.6	7.9	7.75	256	343	300
노량진	82,709	8,153	7,687	8.5	64,482	11,093	7.5	3.8	7.1	5.7	269	330	300
신용산	16,188	1,722	862	4.8	24,584	1,799	4.4	5.6	6.1	5.8	288	315	302
동묘앞	19,911	811	127	0.6	37,649	1,146	2.0	5.9	9.5	7.7	298	335	317
구로디지털단지	74,791	5,106	5,212	6.5	31,322	10,787	10.2	3.4	9.2	6.1	250	479	365
답십리	16,677	708	181	1.0	20,057	3,246	8.8	9.2	9.3	9.3	342	398	370
용산	33,737	2,314	540	1.5	31,967	2,892	4.4	8.4	8.7	8.6	394	396	395
회기	32,039	3,301	1,318	3.7	33,119	2,964	4.5	5.6	9.9	7.9	314	490	402
구반포	3,802	1,774	210	3.8	9,976	467	3.4	5.8	9.4	7.6	398	412	405
문정	6,022	1,109	15	0.2	6,221	65	0.5	6.8	14.1	11.3	392	449	421
신사	40,190	9,044	1,528	3.1	63,994	3,664	3.5	6.6	8.5	8	415	503	459
논현	26,630	7,947	2,317	6.7	68,642	4,862	5.1	7.5	9.9	8.4	575	634	605
서대문	20,944	942	351	1.6	49,760	2,807	4.0	3	4	3.5	166	166	166
발산	12,283	1,753	973	6.9	25,610	1,712	4.5	4.2	12.7	6.7	224	224	224
석수	12,237	4,634	5,234	31.0	18,120	7,559	24.9	2.8	5	4.1	235	255	245
서울	124,144	2,171	126	0.1	134,753	21,257	8.2	10	10	10	267	267	267
대방	17,717	2,138	596	3.0	41,649	1,667	2.8	3.3	9.6	6.9	304	304	304
공항시장	3,756	6,711	38	0.4	20,720	252	1.0	7.5	11.7	10.7	366	366	366
사당	89,420	554	254	0.3	66,598	51,456	33.0	5.3	8.4	6.9	475	475	475
혜화	58,425	2,005	144	0.2	46,622	3,213	3.1	9.5	9.5	9.5	558	558	558
총계	2,435,896	328,479	188,490	-	3,001,202	446,743	-	-	-	-	-	-	-

3_환승보행특성 분석결과

[표 2-7]은 5개 도시철도역사 유형별로 중앙차로 정류장과의 환승률과 환승시간의 분석 결과를 포함하고 있다.

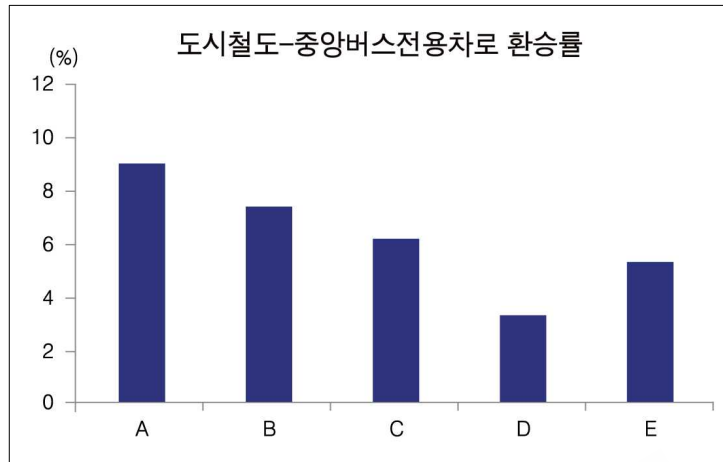
[표 2-7] 도시철도-중앙버스전용차로 유형별 정류장 평균환승통행 분석

유형	도시철도- 중앙차로 정류장의 환승률(%)	도시철도- 전체 버스 정류장의 환승률(%)	도시철도- 중앙차로 정류장의 평균환승시간(분)	도시철도- 중앙차로 정류장의 평균환승거리(m)
A	9.2	7.6	5.6	187
B	7.5	6.7	7.1	225
C	6.3	6.1	7.2	296
D	3.4	4.0	7.7	345
E	5.4	10.2	7.3	326
평균	6.8	6.7	6.7	263

1) 도시철도-중앙버스전용차로 환승률

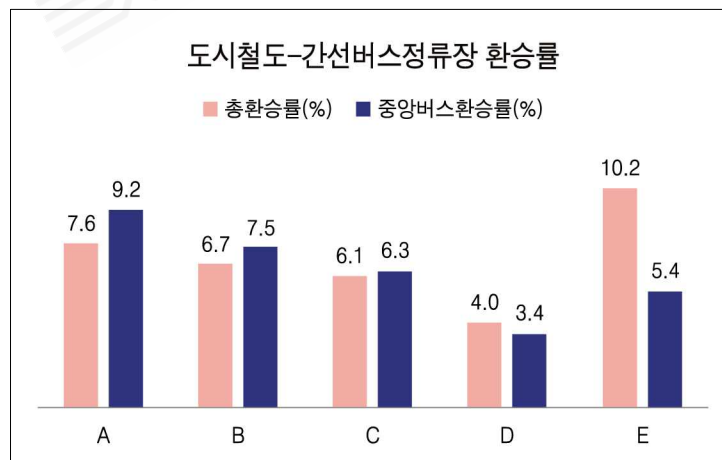
중앙버스전용차로 정류장이 철도역사와 양방향 모두 인접된 A유형에서 환승률이 가장 높게 나타났으며, 한 방향이 인접된 B유형의 환승률이 두 번째로 나타났다. 또한 도시철도 역사에서 양방향 정류장이 모두 떨어져 있으나, 양방향 정류장이 인접되어 있는 C유형이 세 번째의 환승률을 보이고 있으며, 양방향 정류장이 떨어져 있는 D유형의 경우 가장 낮은 환승률을 보이고 있다.

전체적으로 평균 환승보행시간이 적을수록 환승률이 높게 나타나고 있으며, 양방향 버스 전용차로를 인접하게 설치하는 경우 환승률이 상대적으로 높게 나타난다. 따라서 환승보행시간을 줄이거나 버스전용차로와의 환승거리를 줄이는 방안이 환승보행률을 높이는 현상을 반영한다고 할 수 있다.



[그림 2-4] 도시철도-중앙버스전용차로 정류장 환승률

주목할 점은 [그림 2-5]와 같이 도시철도역사 유형별로 바라본 중앙버스전용차로 환승률이 전체 대중교통정류장과의 환승률과 동일한 경향을 보인다는 사실이다. 이는 중앙버스전용차로의 통행흐름이 도시철도역사 주변 전체의 대중교통통행에 영향을 미치는 요인이라는 추론이 가능하다. 따라서 도시철도역사와 중앙버스전용차로의 환승보행환경을 편리하고 안전하게 구축하는 것이 도시철도와의 연계교통을 원활하게 해주는 기본방안으로 고려될 수 있다.

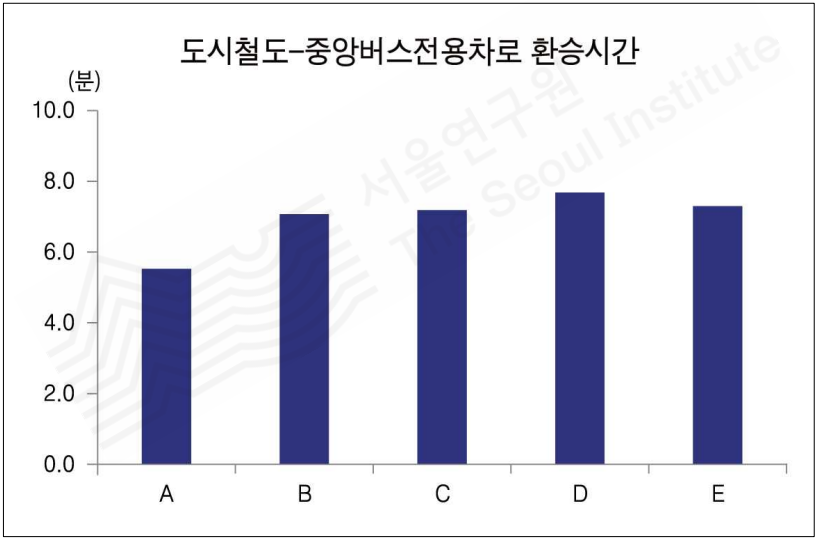


[그림 2-5] 도시철도-간선버스 정류장 환승률 비교

2) 도시철도-중앙버스전용차로 평균환승보행시간

[그림 2-6]은 중앙버스전용차로 정류장과 유형별 철도역사의 평균환승시간은 환승률과 반비례의 경향을 나타내고 있는 현상을 보여주고 있다. 중앙버스전용차로 상하행 정류장 모두 인접된 A유형에서 환승보행시간이 가장 낮으며, 하나의 방향이 인접된 B유형의 환승보행시간이 두 번째, 도시철도역사에서 양방향 정류장이 모두 떨어져 있으나 양방향 정류장이 인접되어 있는 C유형이 세 번째, 양방향 정류장이 떨어져 있는 D유형의 경우 가장 높은 환승보행시간을 보이고 있다.

이는 환승보행시간이 짧아지도록 도시철도역사와 중앙버스전용차로 정류장 시설을 구축하는 것이 대중교통의 환승이용률을 증가시킨다는 상황을 반영하는 것이다.



[그림 2-6] 도시철도-중앙버스전용차로 정류장 환승보행시간

4_환승보행교통 분석을 통해 본 시사점

77개 도시철도역과 간선버스 정류장 간의 환승보행교통 특성을 분석한 결과 다음의 시사점을 도출할 수 있었다.

첫째, 안내할 만한 환승환경을 넘는 곳이 많다. 정류장의 위치에 따라 환승시간이 최대 10분 이상 소요되는 도시철도역이 18개 존재했다. 특히 D유형의 경우 평균 환승시간이 7.7분이 소요되는 것으로 분석되었다.

둘째, 동일 도시철도역이라도 진행방향에 따라 보행환승환경의 차이가 컸다. 100m 이상 차이를 보인 도시철도역이 회기, 가좌역 등 10개 구간에 이른다.

셋째, 도시철도역사와 물리적으로 환승이 어려운 간선버스 정류장이 존재한다. 간선버스 정류장에서 도시철도 개찰구까지 300m 이상 떨어진 환승보행구간이 51개 구간이고 400m 이상 떨어진 환승보행구간은 13개에 이른다.

넷째, 도시철도역사와 간선버스 정류장 입지가 환승인원과 환승률에 영향을 준다. 도시철도-간선버스 간의 환승인원수는 절대수가 적고, 전체 환승인원에서 차지하는 비율이 2%~20%까지 차이가 크다. 이러한 현상은 도시철도-간선버스 환승개념의 정착에 대한 새로운 시각이 필요함을 시사한다. 또한 도시철도-간선버스 간의 환승률 역시 2%~15%로 차이가 크게 나타난다. 또한 환승률의 차이가 큰 것은 도시철도역과 중앙버스전용차로 정류장 사이에 정책적 배려가 부재한 것으로 검토된다. 이는 두 정류장의 입지환경에 따른 시공간적 차이가 그대로 반영된 것으로 생각된다.

다섯째, 도시철도-도시철도 환승규모에 비해 도시철도-간선버스 환승규모가 적은 것은 두 간선대중교통시스템의 연계성이 낮다는 것 이외에 간선버스시스템 자체가 네트워크 차원에서 기능하고 있지 못하다는 것을 시사한다. 총 버스하차 인원 중 불과 90만 통행 수준이 간선버스-간선버스 환승을 하고 도시철도-간선버스 환승은 145만 통행으로 도시철도-도시철도 환승통행 585만 통행에 비해 매우 적다.

03

어떻게 도시철도-간선버스 환승보행환경을 개선할 것인가?

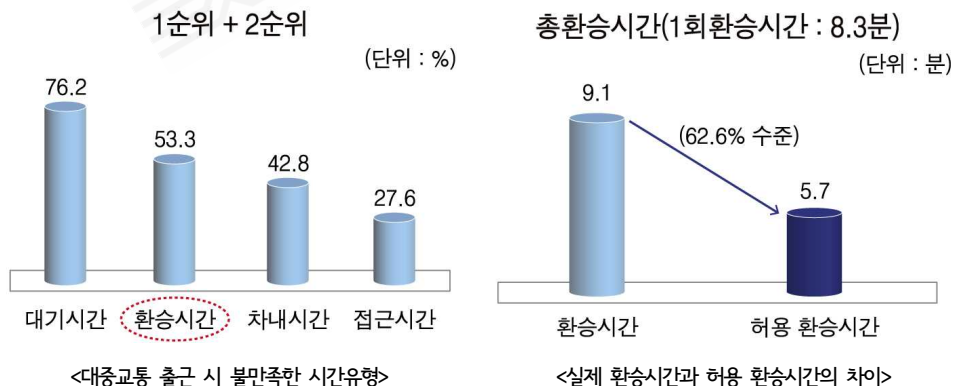
- 1_환승보행환경 개선목표 설정: 시공간적 거리를 5분 이내로 단축해야
- 2_간선버스-도시철도 간 환승보행구간을 연계환승통로 개념으로 정비
- 3_고령자와 교통약자를 위한 쾌적하고 안전성이 담보된 환승보행환경 조성
- 4_환승보행환경 개선을 위한 환승보행교통시설 설치·운영 패키지 개발

03 | 어떻게 도시철도-간선버스 환승보행환경을 개선할 것인가?

1_환승보행환경 개선목표 설정: 시공간적 거리를 5분 이내로 단축해야

도시철도-간선버스 환승보행환경에 대한 서울시민의 불만족에 대한 의견을 경청할 필요가 있다. 서울시민을 대상으로 한 설문에서 가장 불만족해 하는 항목은 대기시간 76.2%이고, 다음으로 환승시간 53.3%인 것으로 나타났다. 일반적으로 환승시간에서 탑승차량의 대기시간 비중이 크다는 측면을 고려하면 대중교통 환승시간에 대한 심리적 불편도는 매우 클 것으로 추론된다.

시민들은 또한 환승시간에 대해 희망 허용시간은 실제 환승시간(9.1분)에 비해 62.2% 수준에 해당하는 5.7분인 것으로 응답하고 있다. 이들 환승시간이 차량 대기시간까지를 포함하고 있어 실제 보행환승구간의 환승시간은 더욱 짧다고 할 수 있다. 따라서 시민들이 편리하게 생각하는 환승시간인 5분 거리 정도로 환승보행을 위한 시공간적 거리를 단축하는 방안이 요구된다.



자료 : 서울시 출근자의 대중교통행복지수 높이기, 2014, SI정책리포트

[그림 3-1] 대중교통 환승에 대한 불만족 의견현황

이를 위해 환승보행시간이 5분을 현저히 초과한 사례구간에 대해서는 전용보행 네트워크 구축시설을 포함하여 경로를 단축시킬 수 있는 도시철도역 직결통로와 공공보행통로²⁾를 적극 도입해야 한다.



[그림 3-2] 대방역 직결통로 설치 예시

[그림 3-3]은 도시철도역사 주변의 보행자의 흐름을 원활하게 하기 위해서 설치되는 일본의 자유통로를 나타낸 것이다.



[그림 3-3] 도시철도역사를 통과하는 자유통로

2) 공공보행통로 : 지구단위계획에서 대지안에 일반인이 보행통행에 이용할 수 있도록 조성한 24시간 개방된 통로

2_간선버스-도시철도 간 환승보행구간을 연계환승통로 개념으로 정비

현재 도시철도-간선버스 환승보행구간을 경로의 개념에서 정비한 사례는 없다. 현실적으로 간선버스정류장의 적극적 이전 없이는 전용통로 개념의 보행환경 조성은 어렵다.

하지만 중앙버스전용차로 정류장에서의 교통사고를 예방하고 도시철도와의 환승시간을 줄이기 위해서는 보다 적극적인 환승보행환경 개선방안이 강구되어야 하고 환승보행환경 개선방안은 연계환승통로 구축의 차원에서 검토되어야 한다.

이를 위해 필요에 따라서는 중앙버스전용차로 정류장 이용승객 중 도시철도 환승자만을 위한 전용통로를 별도로 구축할 필요가 있다.

[그림 3-4]는 버스정류장에서 도시철도역사를 연결하는 환승보행전용통로를 나타낸 것이다.



[그림 3-4] 도시철도역사를 통행하는 연속 보행전용도로

3_고령자와 교통약자를 위한 쾌적하고 안전성이 담보된

환승보행환경 조성

고령화에 따라 교통약자의 이동성 보장은 중시되어야 하고, 대중교통수단의 경우는 특히 중요하다. 이를 위해 도시철도-간선버스 환승보행환경은 무장애(Barrier-Free) 설계를 원칙으로 하면서 계단이 없고 경로를 쉽게 인식할 수 있도록 조성되어야 한다. 따라서 교통약자 및 일반 시민들이 이용하는 다양한 보행시설을 불편도 개념으로 파악하여 보행시설 정비에 대한 정확한 인지가 요구된다.

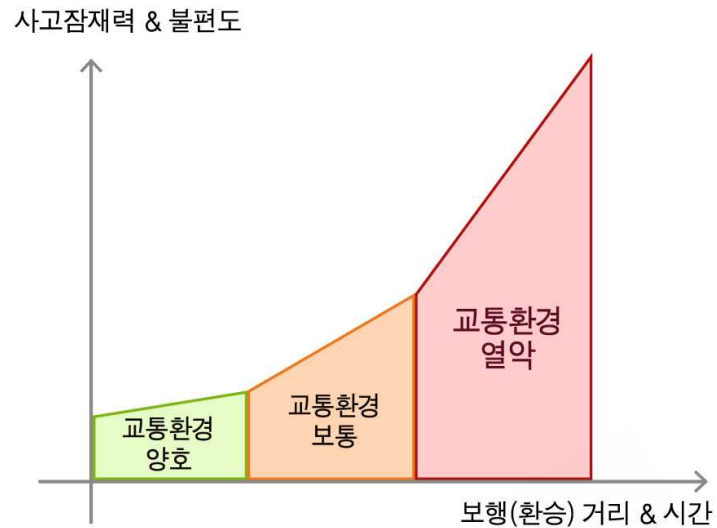
설문조사를 통한 보행 불편도 자료를 보면 대중교통 이용 시 육교와 연관될 수 있는 계단(4.67)이 가장 불편한 것으로 나타났으며 그다음으로 횡단보도(4.35)가 불편한 것으로 조사되었다. 그 외 지하보행 > 에스컬레이터 > 엘리베이터 > 지상보행 순으로 불편도가 나타났다. 특히 지상보행(1.00)에 비해 지하보행(3.98)은 상황에 따라 아주 불편하게 여겨지고 있다.

[표 3-1] 보행시설별 불편계수

구분	지상보행	지하보행	횡단보도	엘리베이터	계단	에스컬레이터
불편계수	1.00	3.98	4.35	2.76	4.67	2.88

자료 : 신성일, 2013, 대규모 복합교통시설 보행활성화 방안, 서울연구원

기존 여건 검토를 종합해 보면, 시민들은 대중교통시설 접근시간이나 거리에 매우 민감하다. 특히 환승이나 보행을 포함한 접근시간이나 접근거리 등이 일정수준을 초과하는 경우 사고 잠재력이 급격하게 증가하고 불편도도 높아지는 것으로 나타났다.



[그림 3-5] 보행거리와 사고잠재력 관계

불편한 보행환경에 노출되는 빈도수가 증가하고, 보행자와 차량 간 상충횟수가 증가하고, 우회거리 증가나 신호대기시간으로 인해 무단횡단이 야기되는 접근 및 환승시간 증가 등이 대중교통 이용 시 불편도를 증가시킨다. 이는 대중교통시설 주변의 사고가능성을 급증시키는 주요한 요인이 될 수 있다. 이러한 문제점을 정성적으로 완화시키는 데는 시간이 걸리므로 우선 보행거리, 보행시간, 불편도 및 상충도 등 정량적 지표 등을 활용하여 대중교통 이용환경을 효율적으로 조성해주는 정책방안을 검토해 볼 수 있다.

4_환승보행환경 개선을 위한 환승보행교통시설 설치·운영 패키지 개발

환승보행환경을 종합적 관점에서는 물론 맞춤형 개선방안에 이르기까지 쉽게 개발할 수 있도록 환승보행교통시설 설치 및 운영 패키지를 개발한다.

국내의 우수사례에서 제시되고 있는 환승보행교통시설 유형과 시설운영방법 등을 체계적으로 정립하여 도시철도역과 중앙버스정류장의 기능과 입지에 따른 보행환경 개선방안 도출을 지원한다.

1) 환승보행환경 개선 교통시설

(1) 간선버스 환승센터

주요 철도역(서울역, 청량리역)이나 지역교통거점(여의도역)에 설치되어 복수의 간선버스 노선과 복수의 철도노선 간의 유기적 환승연계를 도모하는 시설을 말한다.



<서울역 환승센터>



<청량리 환승센터>

[그림 3-6] 간선버스 환승센터

(2) 간이 버스환승센터

도시철도가 2-3개 노선이 환승하는 규모의 역사나 순환도시철도(도시철도 2호선) 역사 주변에 위치하게 되며 환승센터보다는 규모는 작으나 입지 면에서 도시철도와의 연계성을 증시하고 복수의 버스노선이 정차 및 체류할 수 있도록 하는 시설을 말한다.



[그림 3-7] 구로디지털단지 간이 버스환승센터

(3) 도시철도역과 중앙버스전용차로 정류장의 지상보행네트워크

일본의 역전광장 사례에서 볼 수 있는 방법으로 도시철도역의 규모가 작은 서울시의 경우 간이 경구조물에 의해 도시철도역과 간선버스정류장 주요건물을 연계하는 보행네트워크 시설을 말한다.



[그림 3-8] 석수역 보행네트워크 설치

(4) 도시철도역 직결연결로

도시철도역까지 공간적 거리가 길고 환승보행구간이 복잡한 경우 보행량을 분산시키고 접근시간을 단축시키기 위해 도시철도 플랫폼으로 직접 진입하는 직결 연결로나 티켓팅(Ticketing) 시설을 말한다.

아울러 중국 광저우의 BRT와 지하철 1, 3호선을 직접 연결하는 도시철도-간선버스 직결연결로([그림 3-10]), 서울시 잠실역 지하철 2호선과 중앙버스전용차로 정류장을 직결 연결하는 에스컬레이터도 도시철도역 직결연결로([그림 3-11]) 유형이다.



[그림 3-9] 대방역 직결통로



[그림 3-10] 광저우 지하철-BRT 연결통로

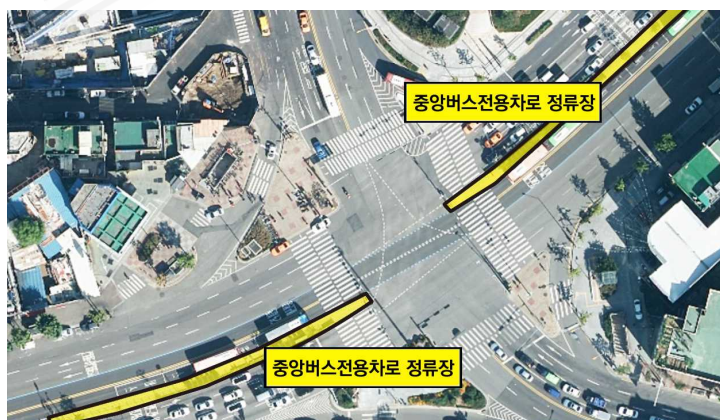


[그림 3-11] 잠실역 중앙버스차로 직결통로

(5) 중앙버스전용차로 정류장 위치 재조정 및 시설개량

도시철도-중앙버스전용차로 정류장의 위치와 방향별 환승보행시간이 차이가 클 경우 근원적 해결을 위해 가능한 지점을 대상으로 중앙버스전용차로 정류장 위치를 도시철도역 출입구 근접지점으로 변경한다.

중앙버스전용차로 정류장 위치 재조정은 먼저 사업효과가 증시되어야 하고 설계가능성도 고려되어야 한다. [그림 3-12]는 합정역에 근접 설치된 중앙버스전용차로 정류장이다.



[그림 3-12] 합정역 사례

(6) 도시철도 환승연계 중앙버스전용차로 간이 정류장

기존 도로구간의 교통류 관리상 어쩔 수 없이 도시철도역에 인접하여 중앙버스전용차로 정류장을 설치할 수 없을 경우 동 구간을 운영하는 노선별 버스 일부만을 제한적으로 도시철도역에 근접하여 정차할 수 있도록 수용하는 시설이다.

도시철도역 간이 정류장에 정차하는 버스는 버스 외부에 특정마크를 부착하여 환승승객이 쉽게 알 수 있도록 유도할 필요가 있다.



[그림 3-13] 강남-신논현-논현

(7) 환승보행 안전 및 경로 유도시설

환승보행 승객의 무단횡단과 명확한 전용통로로의 환승유도를 위해 설치하는 시설로 방호책과 스크린도어 등이 있다.



[그림 3-14] 환승보행객의 무단횡단과 명확한 환승보행경로 유도시설

(8) 교통운영 규제시설 합리화

도시철도-간선버스 환승보행경로상에 위치한 횡단보도와 세 가로를 대상으로 교통신호운영과 관련된 교통규제를 환승보행의 안전과 신속성을 중심으로 합리화하는 방법이다.

- 교통신호주기 조정 → 환승보행경로 우선 교통신호 연장
- 교통규제 조정 → 교통표지·노면표지에서 환승보행경로 우선 조정·추가신설

04

도시철도-간선버스 환승보행환경 구간별 최적 개선방안 도출방법

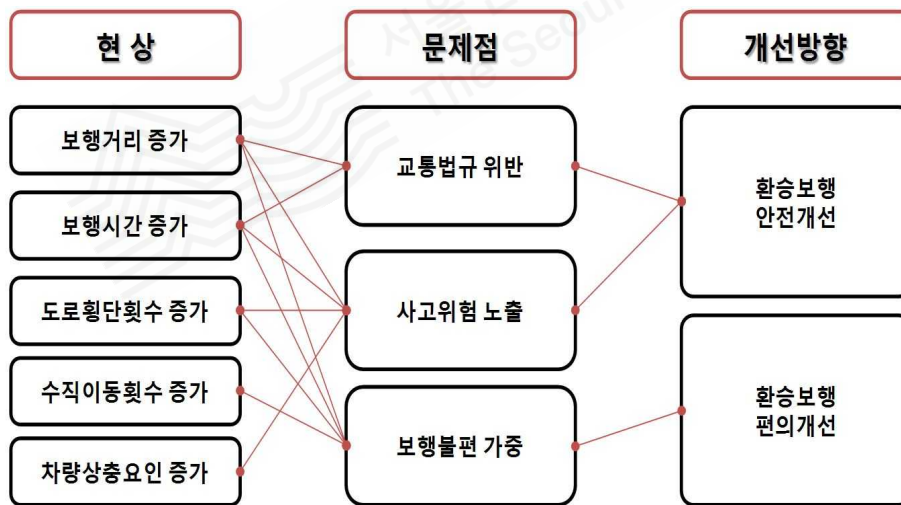
- 1_최적 개선방안 도출을 위한 평가모형의 개발
- 2_평가모형 적용을 위한 개선대안 개발
- 3_평가모델 적용 결과 분석

04 도시철도-간선버스 환승보행환경 구간별 최적 개선방안 도출방법

1_최적 개선방안 도출을 위한 평가모형의 개발

1) 환승보행환경 개선방향

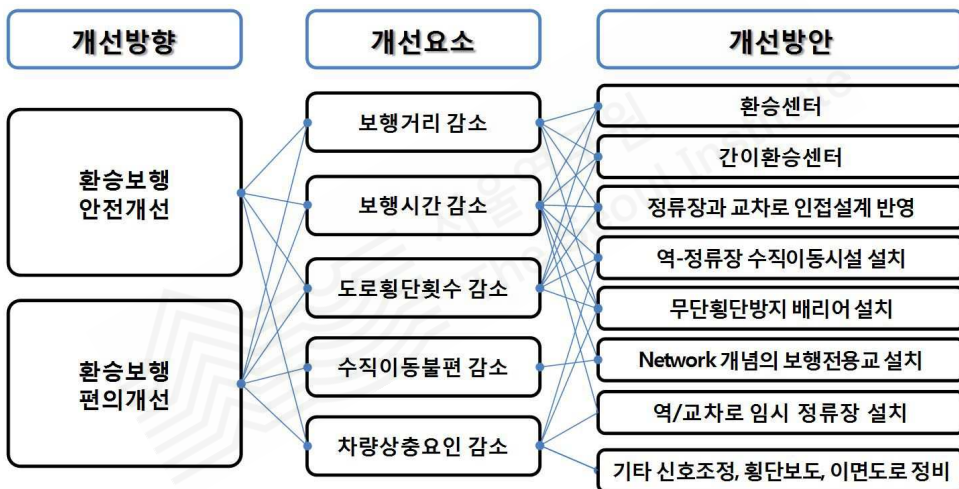
도시철도-간선버스 환승구간의 보행환경은 일반적으로 낙후되어 있는 경우 보행거리 및 시간이 길며, 도로횡단횟수의 증가로 인해 자동차와 상충될 가능성이 높으며, 상/하 (Up/Down) 이동에 불편도가 증가한다. 이러한 현상의 문제점으로 교통법규를 위반하거나, 무리한 횡단에 의한 사고위험에 노출, 긴 거리를 우회하는 보행의 심각한 불편 등으로 나타난다. 따라서 환승보행환경은 환승보행의 안전 및 편의를 개선하는 방향으로 추진하는 것이 바람직하다.



[그림 4-1] 환승보행환경 개선방향

2) 환승보행환경 개선전략

도시철도-간선버스 환승보행을 위한 교통안전과 교통편의 개선은 환승보행 거리 및 시간 감소, 도로횡단횟수 감소, 수직이동불편도 감소, 차량상충요인의 제거에 의한 사고요인 감소로 나타난다. 이를 위한 다양한 개선방안으로 환승센터 및 간이환승센터와 같은 대형 인프라를 구축하는 방안에서부터, 역-정류장 수직이동설치 및 육교 등 보행전용교를 설치하는 방안과 같이 중소규모의 보행인프라를 구축하는 방안, 정류장과 교차로를 인접하도록 설계에 반영하는 방안, 무단횡단방지 배리어 등 안전시설 설치방안, 기타 신호조정, 횡단보도 개선, 이면도로 정비와 같이 운영을 개선하는 방안 등 다양한 개선방안이 환승보행환경의 개선전략으로 검토될 수 있다.



[그림 4-2] 교통안전 및 보행환경 개선체계 구축

3) 환승보행환경 평가모형

도시철도-간선버스 환승보행의 개선은 직접 보행을 하는 시민뿐만 아니라 보행로 주변을 이용하는 시민의 보행에도 영향을 미치게 된다. 따라서 환승보행환경 개선안이 얼마나 효과적인가는 환승보행로를 이용하는 영향지역의 보행영향권을 검토하여 평가지표를 검토하는 것이 타당하다.

이 연구에서 제시하는 환승보행환경 평가모형은 주변지역의 시민의 보행이 보행을 위해

최단경로를 선택하는 경우 얼마나 보행안전과 편의 측면에서 개선되었는가를 포함한다. 따라서 보행네트워크상에서 보행의 편리성과 안전성을 평가하는 보행통행 배정모형의 구축이 필요하다.

여기서 제시되는 모형의 기본 가정은 환승영향권의 다양한 출발지와 도착지를 통행하고자 하는 보행자는 최단거리를 이용한다는 가정을 기반으로 구축되었다. 아래 식은 이러한 가정을 함축하는 선형목적 함수식이며, 수요와 경로의 이동을 나타내는 제약조건으로 구성되었다.

보행네트워크상에서 개선대안이 만들어지는 경우 보행자의 이동경로가 변경되므로 이는 보행거리, 보행시간, 보행불편도 및 보행 중 차량과의 상충과 같은 보행안전 및 편의성에서 변화가 발생한다. 이러한 평가항목을 평가지표로 구성하면 [표 4-1]과 같이 설명된다.

$$\min \sum_a d_a \cdot x_a$$

s.t.

$$q_{rs} = \sum_r \sum_s \sum_k f_k^{rs} \quad \forall r, s$$

$$f_k^{rs} \geq 0 \quad \forall r, s, k$$

$$x_a = \sum_r \sum_s \sum_k f_k^{rs} \cdot \delta_{k,a}^{rs} \quad \forall a$$

a : 링크 a

q_{rs} : $r-s$ 간 보행수요(인)

r, s : 출발지 r , 도착지 s

f_k^{rs} : $r-s$ 간 k 경로의 보행량(인)

k : $r-s$ 간 k 번째 경로($k=1$)

x_a : 링크 a 의 보행량(인)

d_a : 링크 a 통행거리(m)

δ_{ka}^{rs} : $r-s$ 간 k 가 a 를 통과하면(1), 아니면(0)

[표 4-1] 보행안전환경 개선을 위한 평가지표 구축현황

평가지표	산정식	비고
보행거리 (m)	$\frac{\sum_r \sum_s \sum_k f_k^{rs} \cdot \delta_{k,a}^{rs} \cdot d_a}{\sum_r \sum_s \sum_k f_k^{rs} \cdot \delta_{k,a}^{rs}}$	
보행시간 (분)	$\frac{\sum_r \sum_s \sum_k f_k^{rs} \cdot [\delta_{k,a}^{rs} \cdot t_a + \delta_{k,ab}^{rs} \cdot t_{ab}]}{\sum_r \sum_s \sum_k f_k^{rs} \cdot \delta_{k,a}^{rs}}$	t_a : 링크 a 통행시간 t_{ab} : 링크 a - 링크 b 대기시간 ξ_a : 링크 a 의 불편도 파라메타 veh_a : 링크 a 의 차량수
보행 불편도* (분-불편)	$\frac{\sum_r \sum_s \sum_k f_k^{rs} \cdot \xi_a \cdot [\delta_{k,a}^{rs} \cdot t_a + \delta_{k,ab}^{rs} \cdot t_{ab}]}{\sum_r \sum_s \sum_k f_k^{rs} \cdot \delta_{k,a}^{rs}}$	
보행-차량 상충도 (대)	$\frac{\sum_r \sum_s \sum_k f_k^{rs} \cdot \delta_{k,a}^{rs} \cdot veh_a}{\sum_r \sum_s \sum_k f_k^{rs} \cdot \delta_{k,a}^{rs}}$	

* 신성일·이광훈, 2013, 대규모 복합교통시설 보행활성화 방안, 설문조사 파라메타 반영

2_평가모형 적용을 위한 개선대안 개발

제2장에서 77개 도시철도역사와 중앙버스전용차로 정류장을 유형별로 설명한 [표 2-2]와 대중교통 카드태그를 통해 도시철도-간선버스 환승시간을 도출한 [표 2-3]의 결과를 종합하면 다음의 표와 같다.

[표 4-2] 도시철도역사 5개 유형

유형	특징	역 수
A	· 중앙버스 정류장이 둘 다 인접 · 환승시간 5.5분, 환승거리 187m	고속터미널역 외 27개 역
B	· 중앙버스 정류장이 하나만 인접 · 환승시간 7.1분, 환승거리 255m	잠실역 외 10개 역
C	· 중앙버스 정류장이 둘 다 이격(100m 이상) · 상행과 하행 중앙버스 정류장이 서로 인접 · 환승시간 7.2분, 환승거리 296m	길음역 외 12개 역
D	· 중앙버스 정류장이 둘 다 이격(100m 이상) · 상행과 하행 중앙버스 정류장이 서로 이격 · 환승시간 7.7분, 환승거리 345m	노랑진역 외 16개 역
E	· 특수한 경우 · 환승시간 7.3분, 환승거리 326m	대방역 외 7개 역

환승시간 및 환승거리 측면의 개선을 통해 철도역과 중앙차로 정류장의 환승률을 높이고 동시에 대중교통 수단분담률을 증진시키는 방안에 대하여 철도역사 유형별로 검토를 시행했다. 교통카드 분석결과를 토대로 볼 때 시간적, 공간적 거리를 줄이는 효과 측면에서 유형별 사업우선 순위는 D, C, B, A유형 순으로 나타났다.

유형별 사업 우선순위에 대하여 환승보행환경 특성을 파악하고 적정 개선프로그램을 시행하는 분석은 [표 4-3]과 같다. 도시철도역사 유형별 환승보행환경은 일반적인 환승보행에 나타나는 보행에 따른 보행편의 및 안전의 문제점을 진단하는 내용을 담고 있다. 개선 프로그램은 철도역사 유형별 환승보행환경의 안전 및 편의성을 제공하기 위해 보행이동거리, 이동시간, 불편도, 차량과의 상충문제를 개선하기 위한 실행 내용을 담고 있다.

[표 4-3] 유형별 환승보행특성에 따른 개선 프로그램

유형	환승보행환경 특성	적정 개선 프로그램
D	· 긴 보행시간 및 거리 · 중앙차로 정류장 방향별 보행체감 차이 · 신호횡단보도 횡단 · 교차로 차량상충위험 · 이면도로 진출입구 차량 상충	· 간이버스 환승센터 · 중앙차로 정류장 재조정 · 도시철도역 간이정류장 · 도시철도역 직결연결로 · 환승보행안전, 경로유도시설 · 교통운영시설 합리화
C	· 긴 보행시간 및 거리 · 신호횡단보도 횡단 · 교차로 차량상충위험 · 이면도로 진출입구 차량 상충	· 간이버스 환승센터 · 중앙차로 정류장 재조정 · 도시철도역 간이정류장 · 도시철도역 직결연결로 · 환승보행안전, 경로유도시설 · 교통운영시설 합리화
B	· 중앙차로 정류장 방향별 보행체감도 차이 · 신호횡단보도 횡단 · 중앙차로 정류장 승하차 신호횡단 · 차량상충위험	· 중앙차로 정류장 재조정 · 도시철도역 직결연결로 · 지상보행네트워크 · 환승보행안전, 경로유도시설 · 교통운영시설 합리화
A	· 철도역사 주변보행 · 중앙차로 정류장 승하차 신호횡단 · 차량상충위험	· 도시철도역 직결연결로 · 지상보행네트워크 · 환승보행안전, 경로유도시설 · 교통운영시설 합리화

3_평가모델 적용 결과 분석

개선방안에 대한 적용사례를 제안된 모형을 통하여 분석한다. 적용되는 사례로는 D-C 유형의 도시철도역사에서 환승보행환경 개선이 요구되는 2가지 사례를 선정하였다.

- D유형 : 구로디지털단지 - 시흥대로 중앙버스전용차로 정류장 구간
- C유형 : 신도림 - 경인로 중앙버스전용차로 정류장 구간

1) 구로디지털단지-시흥대로

(1) 보행환승환경 현황

8차로의 시흥대로에 중앙버스전용차로가 설치되어 있고 구로디지털단지 철도역사와 버스 전용차로 상하행 정류장의 보행거리는 각각 250m 및 479m이다. 시흥대로 교통량이 교차로 전체 교통량의 78%를 차지하고 있으며 17개 버스노선이 통과하여 버스노선과 보행 인구의 이동이 활발하다. 철도역사 하부공간은 노후하고, 지장물이 많으며, 협소한 출입구로 이루어져 보행의 이동성, 접근성, 쾌적성이 낮아 환승보행환경 현황이 열악하다. 보행환승환경에 대한 현황은 [그림 4-3], [그림 4-4], [표 4-4]와 같다.



[그림 4-3] 구로디지털단지 환승보행환경 주변현황

(2) 보행환승환경의 주요 문제점

철도역사와 시흥대로 상행방향 정류장의 보행거리는 상대적으로 길지 않으나, 2개의 신호 횡단보도를 연속해서 통과해야 하므로 보행대기에 의한 불편도와 차량과의 상충문제가 심각하다. 특히 신호현시 중 교차로 전 방향 보행신호 중첩에 따른 대각선 보행횡단을 유발하여 일반적인 중앙버스전용차로 주변에서 나타나는 사망사고 발생에 대한 우려가 매우 높다. 철도역사와 시흥대로 하행방향 정류장의 보행거리가 길고 2개의 신호횡단보도를 통과해야 하므로 통행시간이 많이 소요되고 통행불편도가 높게 나타난다.



[그림 4-4] 구로디지털단지 환승보행환경 현황

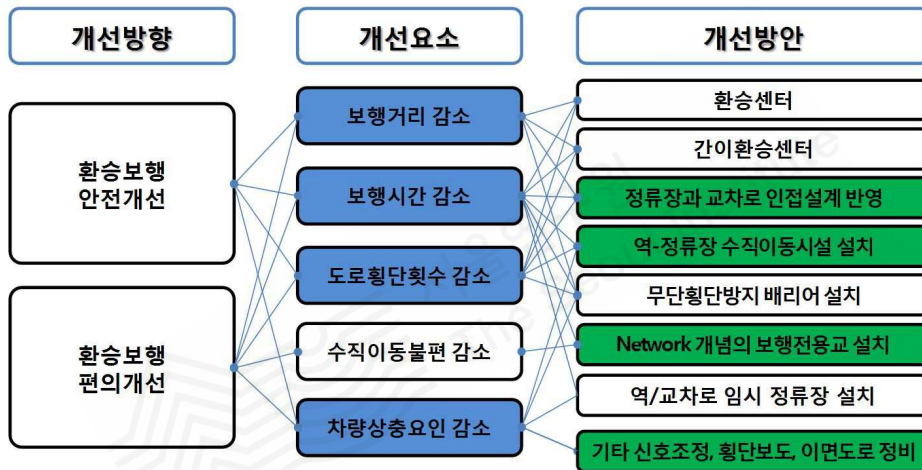
[표 4-4] 구로디지털단지-시흥대로 환승보행환경 현황 분석표

지하철역	버스 정류장	보행여건			도로횡단 (개수)		차량상충 (횟수)			수직이동 (개수)		
		보행 거리 (m)	보행 거리 (m)	신호 대기 (초)	비 신호	신호	도로 횡단	이면 도로 접속	차량 진출 입구	계단	E / S	E / V
구로 디지털 단지	구로 디지털 단지역	250	479	85	0	2	2	0	0	1	0	0

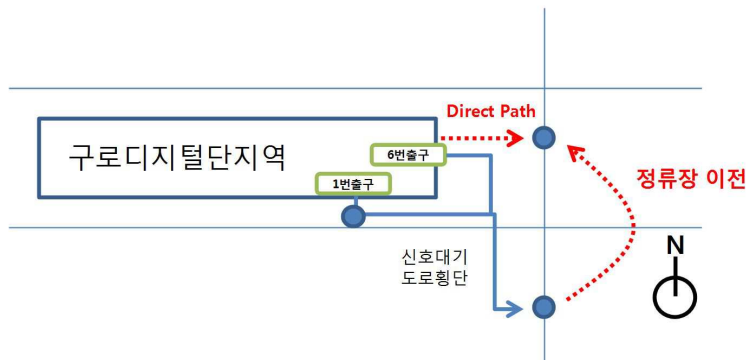
(3) 개선프로그램 시행

적용되는 개선프로그램으로 보행거리 및 보행시간의 감소를 위해 양방향 중앙차로 정류장의 위치를 구로디지털단지 고가도로 역사 하부로 이설이 필요하며, 도로횡단 및 차량상충의 감소를 위해 지상철도 역사와 중앙차로 정류장을 연결하는 직결 보행데크 설치를 검토한다. 교차로 전 방향 보행신호를 분리하여 대각선 횡단의 발생을 차단하는 방안을 마련한다.

[그림 4-5]는 프로그램의 시행방안, [그림 4-6]과 [그림 4-7]은 프로그램의 개선 개념도를 나타낸다.



[그림 4-5] 개선프로그램 시행



[그림 4-6] 개선프로그램 개념도

개선 전		개선 후	
구 분	결과값	구 분	결과값
평균거리	289m	평균거리	126m
평균시간	9분	평균시간	2분
불편도	31(분-불편)	불편도	4(분-불편)
상충도	311(인-veh-hr)	상충도	0(인-veh-hr)

[그림 4-8] 구로디지털단지역←시흥대로 효과 개선 전후 비교



[그림 4-9] 개선안 조감도

2) 신도림-경인로

(1) 보행환승환경 현황

최소보행거리 355m, 최대보행거리 402m로서 평균보행거리는 379m로 길다. 일일 대중교통하차 인원은 91,468명이며 이 중 환승인원은 14,536명이다. 중앙버스차로에서 신도림 역으로의 환승률은 15.9%로 대중교통 총 환승률 13.7%에 비해서 높게 나타나고 있다. 보행환승환경에 대한 현황은 [그림 4-10], [표 4-6]과 같다.



[그림 4-10] 신도림-경인로 주변현황

(2) 환승보행환경의 문제점

보행거리가 길지만 신축대형 주상복합건물 주변 보행환경이 양호하다. 경인로 횡단 보행 주기에서 평균대기시간이 85초 발생한다. 신도림역 1번 출구계단 상행으로 수직이동의 불편이 발생한다.

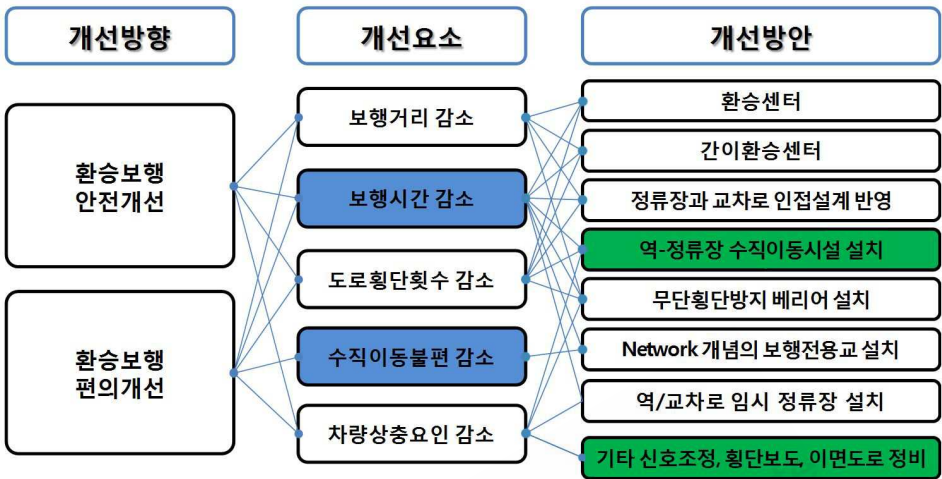
[표 4-6] 신도림-경인로 환승보행환경 현황분석표

지하철역	버스 정류장	보행조건			도로횡단 (개수)		차량상충 (횟수)			수직이동 (개수)		
		최소 보행 거리 (m)	최대 보행 거리 (m)	신호 대기 (초)	비 신호	신호	도로 횡단	이면 도로 접속	차량 진출 입구	계단	E / S	E / V
신도림	신도림	355	402	85	0	1	1	0	0	1	0	0

(3) 개선프로그램 시행

보행거리가 길지만 보행환경이 양호하며 기존 건물과 도로망의 특성으로 전용차로 정류장의 이설에 의한 거리감소가 어렵다. 우선 횡단보도 신호의 개선을 통해 대기시간을 감소시키는 방안을 관계기관과 협의하여 검토한다. 또한 신도림역 1번 출구에 수직이동에 의

한 불편도를 줄여주기 위한 에스컬레이터를 설치하는 방안을 강구한다. [그림 4-11]은 프로그램의 시행방안을 나타낸다.



[그림 4-11] 개선프로그램 시행

(4) 효과평가

신도림 2호선 1번 출구에 에스컬레이터를 설치하는 방안으로 수직이동에 대한 평균보행 거리, 보행시간, 차량과의 상충도에서 차이는 없으나 보행 불편도를 줄여줄 수 있다. [표 4-7]은 개선에 따른 보행환경의 변화를 나타낸다.

[표 4-7] 신도림-경인로 환승보행환경 개선분석표

지하철역	버스 정류장	보행여건			도로횡단 (개수)		차량상충 (횟수)			수직이동 (개수)		
		최소 보행 거리 (m)	최대 보행 거리 (m)	신호 대기 (초)	비 신호	신호	도로 횡단	이면 도로 접속	차량 진출 입구	계단	E / S	E / V
신도림	신도림	355	402	85	0	1	1	0	0	1	1	0

05

도시철도-간선버스 환승보행환경 개선을 위한 추진전략

- 1_사업개선효과와 난이도를 고려한 개선사업
우선지구의 선정
- 2_교통중심의 도시재생프로젝트 사업으로 추진
- 3_환승보행환경 개선을 위한 정책 및 제도의 보완

05 도시철도-간선버스 환승보행환경 개선을 위한 추진전략

1_사업개선효과와 난이도를 고려한 개선사업 우선지구의 선정

77개 연구대상 도시철도역을 4가지 환승보행환경 유형으로 구분하고 적용 가능한 방안을 4장에서 제시하였다. D유형과 C유형이 환승수요도 많고 공간적 범위도 넓어 개선사업의 효과가 높다고 할 수 있으나 상대적으로 개선을 위한 적용 규모가 크고 적지 않은 예산과 민원이 발생하는 등 난이도 측면에서는 어려움이 예상된다.

반대로 A, B유형의 경우 개선방안 적용은 비교적 용이하나 개선효과는 크지 않다고 할 수 있다. 그럼에도 일반적 평가와는 달리 도시철도역과 중앙버스 전용차로 정류장 각각의 입지 환경에 따라 최적의 개선방안을 맞춤형으로 적용하고 설계할 필요성이 있다.

[표 5-1]은 77개 연구대상 도시철도역사와 중앙버스전용차로 정류장 유형별로 개선사업 우선순위 선정을 위한 평가결과를 제시한 것이다. 우선순위 선정은 사업효과, 난이도 이외에도 주변 정비효과까지도 포함하였다.

평가 결과 D유형에서는 도시철도 2호선 구로디지털단지역, 국철 1호선 회기역이 사업 우선순위가 높고, C유형에서는 4호선 길음역, 중앙선 망우역으로 나와 있다. 비교적 단기간 저예산으로 개선사업 수행이 가능한 B유형에서는 경의선 가좌역, 국철1호선 제기역, A유형에서 3호선과 6호선의 환승역인 연신내역이 사업 우선순위가 높은 것으로 나타났다.

[표 5-1] 도시철도역사 유형별 우선사업 대상지역 선정

유형	역 이름
D	구로디지털단지역(2호선), 회기역(국철 1호선)
C	길음역(4호선), 망우역(중앙선)
B	가좌역(경의선), 제기역(국철 1호선)
A	연신내역(3호선, 6호선)

2_교통중심의 도시재생프로젝트 사업으로 추진

1) 지역거점 도시철도 역사중심 마을만들기

도시재생 프로젝트의 일환으로 낙후된 서울시 소재 도시철도역(지상역 3~4개와 지하철역 중에서 5~7개 선정)을 대상으로 역 주변 생활공간의 환승보행환경개선을 주 개선기법으로 적용하는 가칭 『지역거점 도시철도역사 중심 마을만들기 사업』을 제안한다. 『지역거점 도시철도역사 중심 마을만들기 사업』은 단순히 교통체계개편만이 아니라 지역중심공간을 창출하고 안심하고 안전한 보행중심 생활권창출 등 종합적인 개선사업으로 추진한다.

우선 도시철도역을 중심으로 하는 지상보행네트워크에 대해 역사의 규모에 따라 지상보행네트워크 범위와 시설의 시공방법을 차별적으로 선택한다.



[그림 5-1] 일본의 역전광장 사례

다음은 평면 도로구간에서 지상보행네트워크로 연결되는 수직이동시설을, 효과적인 보행을 지원하는 복수의 장소에 설치한다.



[그림 5-2] 다양한 형태의 보행연결시설

또한 인근 주거지역과 지상보행네트워크를 연결하는 시설을 확충하고 안심보행을 위한 셉티드(CPTED : Crime Prevention through Environmental Design) 시스템을 도입한다.

마지막으로 지역보행, 환승보행교통의 시간을 단축시키기 위한 직결통로 및 공공보행통로를 적극 확보한다. 기본적으로는 일본의 1970년대 역전광장 개념을 원용하면서 서울형 『지역거점 도시철도역사 중심 마을만들기 사업』으로 추진한다.

3_환승보행환경 개선을 위한 정책 및 제도의 보완

기존 도시공간에서 특히 도시철도역과 중앙버스전용차로 정류장이 입지한 주요가로축에서 환승보행환경을 물리적 사업을 통해 개선하기에는 많은 어려움이 따른다. 특히 관련법과 제도는 긍정적으로 작용하기보다 부정적으로 작용될 가능성이 높으므로 환승보행을 위한 검토가 필요하다.

우선적으로 검토가 필요한 부분은 지상공간 및 지하공간이 모두 복잡한 관리주체와 관계법령으로 제약되고 있다는 점이다. <표5-2>과 <표5-3>은 각각 지상공간 및 지하공간과 관련된 관리주체 및 관계법령을 나타내고 있다. 사유지와 국공유지의 관리주체, 국가기관 및 서울시 관계법령이 복잡하게 연계되어 있음을 알 수 있다.

[표 5-2] 지상공간과 관련된 관리주체와 관계법령

구분		관리 주체	국가기관 관계법령	서울시 관계법령
사유지	공개공지	민간	· 건축법, 건축법 시행령 · 도시계획시설의 결정, 구조 및 설치기준에 관한 규칙	· 서울시 건축조례 · 제1종 지구단위계획 수립 지침
국공유지	일반도로	도시교통본부	· 국토의 계획 및 이용에 관한 법률 · 도시계획시설의 결정/구조 및 설치기준에 관한 규칙 · 도로교통법 · 도로법 · 도로의 구조/시설기준에 관한 규칙 · 장애인, 노인, 임산부 등의 편의증진 보장에 관한 시행규칙 · 자전거 이용활성화에 관한 법률	· 서울시 가로수 조성 및 관리조례 · 도시디자인 조례 · 서울시 도로기전 설비 설치 및 관리에 관한 규정 · 자전거도로의 구조와 시설기준에 관한 규칙 · 어린이 보호구역의 지정 및 관리에 관한 규칙 · 노인보호구역의 지정 및 관리에 관한 규칙
	보행자 전용도로			
	자전거 전용도로			
	도시공원	푸른도시국	· 환경정책기본법 · 국토의 계획 및 이용에 관한 법률 · 도시공원 및 녹지 등에 관한 법률 · 개발제한구역 관리 및 지정에 관한 특별조치법 · 도시계획시설의 결정/구조 및 설치기준에 관한 규칙	· 서울시 도시계획 조례 · 서울시 도시공원 조례 · 서울시 녹지보전 및 녹화추진에 관한 조례 · 서울시 환경, 교통, 재해영향평가 조례
	녹지			
	광장		· 국토의 계획 및 이용에 관한 법률 · 도시계획시설의 결정/구조 및 설치기준에 관한 규칙	· 서울시 서울광장의 사용 및 관리에 관한 조례 및 시행규칙 · 서울시 광화문광장의 사용 및 관리에 관한 조례 및 시행규칙
	공공공지			

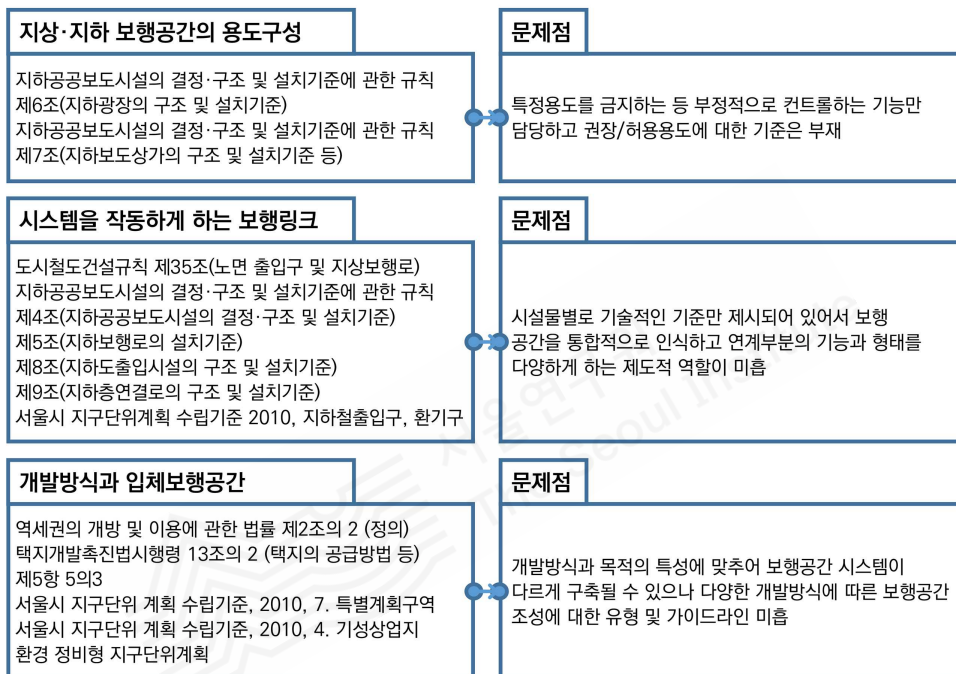
자료 : 여혜진·이창, 2010, 보행밀집지역의 보행채널 다양화 방안

[표 5-3] 지하공간과 관련된 관리주체와 관계법령

구분	관리주체	국가기관 관계법령	서울시 관련법령
지하보차도 및 지하도상가	도로관리사업소 및 자치구 시설관리공단 강남역 지하상가 사업시행 : (주)강남역지하쇼핑센터	도시계획시설의 결정·구조 및 설치기준에 관한 규칙 지하공공보도시설의 결정·구조 및 설치기준에 관한 규칙 다중이용시설 등의 실내공기질관리법 및 시행령 도로의 구조·시설기준에 관한 규정	서울시 지하도상가 관리 조례 서울시 지하생활공간 공기질기준조례 서울시 도로 등 주요시설물 관리에 관한 조례
주차장	시설관리공단 및 민간	도시계획시설의 결정·구조 및 설치기준에 관한 규칙 주차장법 시행규칙	서울시 주차장설치 및 관리조례
지하철	지하철공사, 도시철도공사 1~4, 9호선 : 서울메트로, 5~8호선 : 서울도시철도공사, 신분당 : 신분당선 주식회사	도시철도건설규칙/도시철도법 및 시행령/철도건설법	서울시 도시철도건설기준에 관한 규칙
상수도	상수도사업본부, 수자원공사	도시계획시설기준에 관한 규칙/수도법, 시행령, 시행규칙	서울시 수도 조례, 시행규칙
하수도	하수계획과, 환경과	도시계획시설기준에 관한 규칙/하수도법, 시행령, 시행규칙	서울시 하수도사용조례, 시행규칙 서울시 도로 등 주요시설물 관리에 관한 조례
통신시설	KT, 하나텔레콤, 데이콤, 시 정보통신담당관	도시계획시설기준에 관한 규칙/정보통신공사업법, 시행령, 시행규칙/정보통신기반보호법, 시행령, 시행규칙/전기통신기본법, 시행령, 시행규칙/전기통신설비의 기술기준에 관한 규칙	
지하전력시설 (전력구)	한국전력공사	도시계획시설기준에 관한 규칙/전력기술관리법, 시행령, 시행규칙/전기통신설비의 기술기준에 관한 규칙	
가스시설	한국가스공사, 강남, 극동, 대한, 서울한진도시가스	도시계획시설기준에 관한 규칙/고압가스안전관리법, 시행령, 시행규칙/도시가스사업법, 시행령, 시행규칙	
열공급 시설	한국지역난방공사, SH공사	도시계획시설기준에 관한 규칙/도시 및 주거환경정비법, 시행령, 시행규칙/지하공동구 내진설계기준(국토교통부)	
공동구	시설관리공단	도시계획시설기준에 관한 규칙	서울시 공동구 설치 및 점용료 등 징수조례
저류시설	치수과	도시계획시설기준에 관한 규칙	
유류저장 및 송유시설		도시계획시설기준에 관한 규칙/석유사업법/송유관안전관리법/위험물안전관리법	
문화스포츠 시설 등 지하 건축물		도시계획시설기준에 관한 규칙(도시계획시설의 경우)/건축법 및 시행령/소방기술기준에 관한 규칙/소방법, 시행령	

자료 : 여혜진·이창, 2010, 보행밀집지역의 보행채널 다양화 방안

또한 환승보행공간의 효율적 정비와 통합적 제도운영을 위해서는 보행공간의 연계를 위한 관계법과 제도가 통합 운영되는 부분에 대한 검토가 필요하다. [그림 5-3]은 보행공간의 연계를 위한 통합적 제도운영과 관련법 및 문제점을 제시한다. 보행공간의 용도, 보행 링크의 구축, 개발방식과 입체보행공간에 대한 다양한 제도를 통합하여 이해하는 노력이 요구된다.



자료 : 여혜진·이창, 2010, 보행밀집지역의 보행채널 다양화 방안(재작성)

[그림 5-3] 보행공간의 연계를 위한 통합적 제도운영 관련법 및 문제점

결국 도시철도-간선버스 환승보행환경을 개선하기 위해서는 환승보행공간 부지에서의 개발행위와 관련된 국토계획법, 동법시행령과 입체적 도로구역 설정과 관련된 도로법과 함께 통합적인 보완이 이루어져야 한다.

참고문헌

- 김순관, 2014, “서울시 출근차의 대중교통행복지수 높이기”, 「SI정책리포트」.
- 서울시정개발연구원, 2011, 「도시개발과 연계된 선제적 교통개선대책수립방안 연구」.
- 서울연구원, 2012, 「제2차 서울특별시 대중교통계획」, 서울특별시.
- 서울연구원, 2013, 「수도권 광역/도시철도 연락운임 및 일일정산 방안 연구」, 수도권 도시철도운송기관.
- 수도권교통본부, 2015, 「2014년도 수도권 여객 기종점통행량(OD) 현행화 공동사업」.
- 신성일·이광훈, 2013, 「대규모 복합교통시설 보행활성화 방안」, 서울연구원.
- 심관보·김종호, 2013, 「중앙버스전용차로 교통사고 원인분석 및 안전대책 연구-교통안전시설을 중심으로」, 도로교통공단 교통과학연구원.
- 여혜진·이창, 2010, 「보행밀집지역의 보행채널 다양화 방안」, 서울시정개발연구원.
- 建設省 都市局 都市交通調査室, 1998, 「驛前廣場計畫指針」.

Abstract

Improvement Strategies for Transfer Walking Environment for Urban Rail-Arterial Bus System

Seong-il Shin · Kwanghoon Lee

The arterial public transit system in Seoul can be classified greatly into arterial bus and urban rail systems. However the connection of two systems has not been well activated. In order to increase transportation demand, the effectively connected transfer systems and policy are required.

This study analyzes the influencing factor to transfer walking environment between urban rail and arterial stations and provides derived implications for building safe and convenient transferring walking environment.

For the analysis of transferring walking environment, 77 number of sections connecting urban rail stations to the bus stations located on exclusive median bus lane are selected and analyzed in terms of transfer time, distance and transfer rate etc. The reason of poor degree of transfer connection between two systems come out due to the long distance feeling of time and spatial separation between two systems.

The effective improvement seems to depend on how 5 minutes of time distance can be overcome, currently transfer walking times between urban rail stations and those of exclusive median bus lane are analyzed mostly exceeded over this value.

We classified transfer sections into 5 - A, B, C, D, E - types based on the arrangement distance between two system's stations, and proposed possible improvement strategies for each type. We proposed various pedestrian facilities and such as mid and light-scaled infrastructures and showed how these can be effectively installed and operated for the improvement of walking environment. Also, the importance of integrated design of two systems is emphasized and mentioned in terms of political and institutional standard.



Contents

01 Why Is Improvement of Walking Environment in Urban Railway - Arterial Bus Transfer Required?

- 1_Digested Mode Share Rate
- 2_Disconnected Walking Environment with Bus Stations on Neighboring Exclusive Median Bus Lane
- 3_Dangerous Transfer Walking Environment

02 Analysis of Public Transportation Card for Analysis of Transfer Walking Environment of Between Urban Railway and Arterial Bus Stations

- 1_Analysis Objectives - Focused on 77 Urban Railway Stations
- 2_Analysis Method and Components
- 3_Analysis Results
- 4_Implications of Analysis

03 How Can Transfer Walking Environment Be Improved?

- 1_Goal Set-Up : 5 Minutes Walking Distance
- 2_Introduction of Concept of Direct Transfer Passage
- 3_Consideration of Walking Ability for the Elderly and Handicapped
- 4_Package Development for Installation and Operation of Pedestrian Facilities

04 Development of Improvement Alternatives

1_Evaluation Model

2_Improvement Alternatives

3_Analysis Result by Evaluation Model

05 Promotion Strategies for Improvement of Transfer Walking Environment

1_Selection of Prior Improvement Districts

2_Participation in Urban Renewal Projects

3_Improvement Direction of Policy and Institution



서울연 2014-PR-37

도시철도·간선버스 간
환승보행환경 개선방안

발행인 _ 김수현

발행일 _ 2015년 6월 30일

발행처 _ 서울연구원

ISBN 979-11-5700-174-3 93530 6,000원

06756 서울특별시 서초구 남부순환로 340길 57

본 출판물의 판권은 서울연구원에 속합니다.