

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-중양버스전용차로 유형별 정류장 평균환승통행 분석

유형	도시철도-중양차로 정류장의 환승률 (%)	도시철도-전체 버스 정류장 환승률 (%)	도시철도-중양차로 정류장 간의 평균 환승시간 (분)	도시철도-중양차로 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] 중양버스전용차로 정류장 입지패턴으로 분류한 도시철도역 유형

유형	도시철도 정류장 입지패턴 및 특징
A유형	<ul style="list-style-type: none"> 도시철도 정류장과 중양버스전용차로 상하행 정류장의 보행거리가 가까운 경우 평균 환승거리 187m
B유형	<ul style="list-style-type: none"> 도시철도 정류장과 중양버스전용차로 상하행 정류장 중 보행거리가 한 방향만 가까운 경우 평균 환승거리 225m
C유형	<ul style="list-style-type: none"> 도시철도 정류장과 중양버스전용차로 상하행 정류장의 보행거리가 떨어진 경우 중양버스전용차로 상하행 정류장의 보행거리가 가까운 곳에 위치 평균 환승거리 296m
D유형	<ul style="list-style-type: none"> 도시철도 정류장과 중양버스전용차로 상하행 정류장의 보행거리가 떨어진 경우 중양버스전용차로 상하행 정류장의 보행거리가 떨어진 경우 평균 환승거리 345m
E유형	<ul style="list-style-type: none"> 도시철도 정류장과 중양버스전용차로 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		길음
D유형		노량진
E유형		대방

● : 중앙버스전용차로 정류장

환승교통시설 설계는 배리어프리... 방화시설도 도입 바람직

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

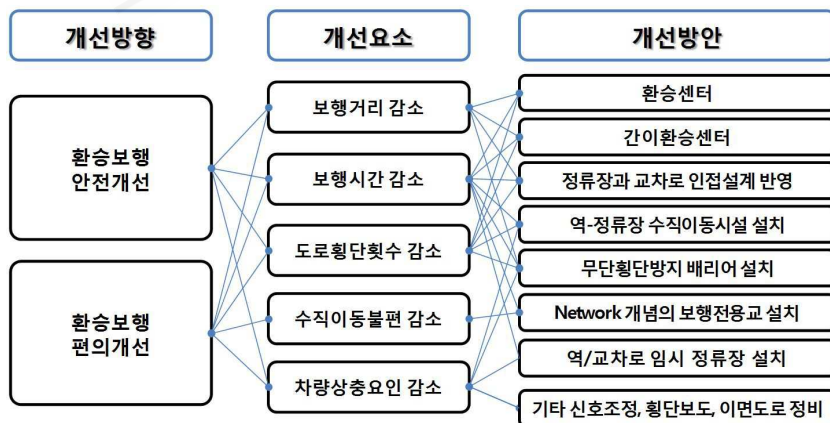
간선버스-도시철도 간 환승보행구간을 연계환승통로 개념으로 정비하고 환승수요가 많은 구간은 전용통로를 적극 확보한다.

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 환승보행태모형과 모형에서 도출되는 지표를 통해 분석한다.

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

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] 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

