

도시철도 환승시설 실태조사 및 LOS 분석연구



오 인택
교통안전공단
미래교통IT본부장
T.054.459.7008
ohintack@ts2020.kr



박 선영
교통안전공단
대중교통팀장
T.054.459.7441
psy@ts2020.kr



이 승 철
교통안전공단
연구원
T.054.459.7447
nemoph@gmail.com

1. 서론

대중교통 이용 시 빈번하게 발생하며, 대중교통의 이용률을 저하시키는 주요한 요인 중 하나는 환승 시 발생하는 불편함이다. 그럼에도 불구하고 기초자료 수집의 어려움으로 인해 환승체계에 관한 연구는 미흡한 실정이다. 최근 들어 대중교통 환승시설 관련 설계 기준 및 지침에 대한 보완·개정을 통해 대중교통 환승체계 개선을 위한 노력을 기울이고 있다. 하지만 환승시설에 대한 설계기준은 개별 시설 요소별로 설정된 각각의 서비스수준에 기반하고 있기 때문에 개별 시설물에 대한 최소 설계기준은 제시할 수 있으나, 환승시설 전체의 서비스수준 평가를 통한 종합적인 설계 적정성과 타당성 판단은 할 수 없는 한계가 있다. 또한, 기존 설계지침에서 설정한 설계요소별 서비스수준이 실제 이용자들이 체감하는 서비스수준과 일치하는 지에 대한 검증이 이루어지지 않아 서비스수준 평가결과에 대한 신뢰성을 확보하기 어렵다. 본 연구에서는 도시철도 환승시설의 효율적인 개선대책 수립을 위해, 환승시설의 설계 적정성과 타당성을 판단할 수 있도록 환승시설의 종합적인 서비스수준 평가 방법론을 구축하고, 방법론을 통해 산출된 서비스수준과 보행자 행태조사의 산출물인 이용자 체감 서비스수준의 비교분석을 통해 서비스수준 평가방법의 객관성과 신뢰성을 확보하였다.

2. 도시철도 환승시설 서비스 평가 및 지표 관련 연구

도로용량편람(2003)에서 도시철도역사의 서비스수준 평가는 보행통로, 계단, 대기공간에 대한 보행자시설의 평가기준을 준용하고 있으며, 효과적도로는 보행교통류율과 보행점유공간이 쓰인다. 계단에서의 서비스수준은 보행자가 균을 이루었을 경우와 그렇지 않은 경우로 구분되며, 대기공간에서의 서비스수준은 한국인 표준체형을 기준으로 제시하고 있다.

장성용(2010)은 우리나라 인체 표준의 최신자료를 반영하여 기존 인체타원 및 점유면적을 재산정하고, 단순 보행/대기자, 복합 보행/대기자에 대한 반영방법을 개발하여 도시철도 환승시설의 서비스수준 평가 모델을 제시하였다. 특히 기존 연구와는 다르게 에스컬레이터 및 엘리베이터, 개찰구 등의 서비스수준을 제시하였으며, 매표소와 자동발매기 이용자의 서비스수준을 결정하기 위해 대기행렬 이론을 반영하여 서비스수준을 결정하는 평가모델을 제시하였다.

이외에 김황배(2010), Hensher(2013), Iseki(2007) 등 기존의 국내외 연구들은 각 평가항목에 대한 명확하고 다양한 기준을 제시하였지만 환승시설에 대한 종합적인 평가가 아닌 개별 시설물에 대한 서비스수준 평가만 가능하도록 되어있다. 그리고 종합적인 평가 시에는 해당 시설물의 개선효과를 금전적 가치로 계량화하여 분석을 수행하거나 설계지침을 제시하는 것이 대부분이었기 때문에 환승시설 전체를 평가하기에 어려움이 있었다. 따라서 본 연구에서는 환승시설의 설계 적정성과 타당성을 판단할 수 있도록

서비스수준 기준 및 평가항목들을 제시하고, 환승시설의 분류를 통해 특성에 따른 종합적인 서비스수준 평가가 가능한 방법을 제시하였다.

3. 도시철도 환승시설 서비스수준평가 방법론

3.1 서비스수준 평가 방법론 및 절차

본 연구는 기존의 서비스수준 평가의 적용한계를 개선하고, 서비스수준 평가결과와 이용자 체감 서비스수준과의 비교를 통해 분석의 신뢰성을 확보하고자 하였다. 환승시설의 종합적인 서비스수준 평가를 위하여 하위수준의 서비스수준 평가항목을 설정하고 개별 서비스항목에 대한 평가지표를 설정하였다.

3.2 평가의 범위

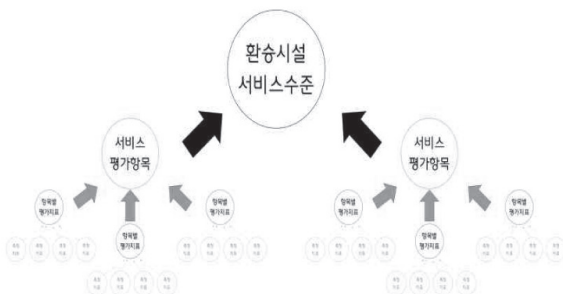
대중교통의 환승유형에는 개인교통수단과 대중교통수단간 환승, 그리고 대중교통수단간의 환승이 있다. 개인교통수단과 대중교통수단간 환승은 국외에서는 활발하게 이

루어지고 있으나 국내에서는 기반시설의 부족과 교통 환경의 차이로 해당 환승통행량이 매우 적어 분석 시 고려하지 않았다. 또한, 대중교통수단간의 환승유형 중 시내버스간 환승은 일반적으로 하차한 정류장에서 이루어지는 것이 대부분이기 때문에 분석에서 제외하였다. 이에 따라 본 연구에서는 대중교통수단간의 환승유형 중 가장 빈번하게 발생하는 도시철도간 환승에 중점을 두어 연구를 진행하였다.

도시철도 환승시설 실태조사는 수도권지역과 4개 광역시를 대상으로 하였다. 수도권 80개소, 부산 8개소, 그리고 대구와 대전, 광주는 환승역이 1개 이하로 각 지역의 이용자 수가 많은 역 5개소를 대상으로 실시하였다. 이와 더불어 이용자 체감 서비스수준 조사를 위해 시행된 보행자 행태조사는 총 43개 지점을 대상으로 수행하였다.

<표 1> 조사 지점수

구분	수도권	지방	합계
환승시설 실태조사 (2013. 11~12)	80	23*	103
보행자 행태조사 (2013. 12)	20	23	43



<그림 1> 서비스 수준 평가 방법론

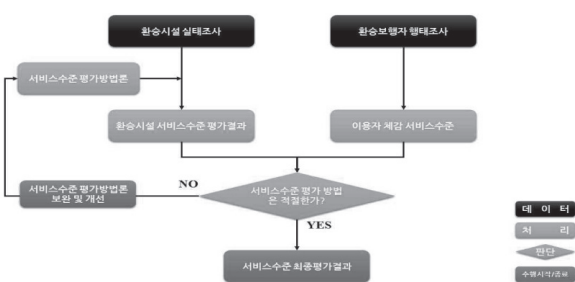
3.3 서비스평가항목 및 지표 설정

환승서비스의 평가항목은 이용자가 체감하는 환승시설의 서비스수준을 대표할 수 있는 요소들로 설정하였다. 환승가능 수단 및 노선 수나 수단의 빈도와 같은 운영적 측면의 반영으로 인해 발생하는 평가결과의 편향성을 최소화하기 위해 서비스평가 항목 중 연계성을 제외하고, 정보제공, 이동편리성, 쾌적성, 편의시설, 안전 및 보안성으로 설정하였다.

평가항목에 대한 방법론은 <표 2>와 같으며, 이동편리성, 정보제공, 쾌적성, 편의시설 항목은 국토교통부 지침을 준용하였다. 적정 설치기준을 만족하거나 서비스수준 A를 만족하면 10점, 기준을 만족하지 못하거나 서비스수준 F일 경우 0점을 기준으로 직선 보간법을 적용하여 평가점수를 산정하였다.

3.4 가중치산정

도시철도 환승시설의 서비스 수준에 대하여 항목간의



<그림 2> 서비스수준 평가 절차

〈표 2〉 서비스수준 평가항목별 측정지표

평가항목	측정지표	평가방법
이동편리성	도시철도간 환승거리	- 복합환승센터 설계 및 배치기준, (국토해양부, 2011) - 도시철도간 최소 환승경로를 기초로 산출된 평면환산거리를 이동편리성의 평가지표로 선정 - 환승경로별 평면환산거리를 조사하여 환승보행량 가중평균 값 적용
	환승이동 고저차	
	계단, E/S, M/W 설치길이 및 비율	
정보제공	환승정보제공시설 설치개소 수	- 복합환승센터 설계 및 배치기준, (국토해양부, 2011) - 환승정보안내 표지판 최소설치 기준을 만족하지 못하는 경우 0점, 적정설치기준을 만족하는 경우 10점으로 선정 - 환승경로별 평가점수를 보행량 가중평균 하여 서비스수준으로 산정
	교차통행지점 수	
쾌적성	온도, 조도, 소음, 공기청정도	- 도시철도 정거장 및 환승편의시설 보완설계지침, (국토교통부, 2013) - 서비스 수준 A의 상태를 10점, F의 상태를 0점으로 설정 - 보행통로와 대기공간의 가중치는 0.5:0.5로 적용
	환승통로 및 대기공간 밀도	
편의시설	화장실개소 수	- 복합환승센터 설계 및 배치기준, (국토해양부, 2011) - 서비스수준 A를 만족할 경우 10점, 서비스수준 F인 경우 0점 - 화장실과 에스컬레이터의 가중치는 0.5:0.5로 적용
	E/S, M/W, E/V 설치기준 및 부합여부	
	교통약자 편의시설 설치현황	
안전 및 보안성	역내안전사고 및 범죄 발생건수	- 안전사고 및 범죄발생건수를 안전 및 보안성의 평가 지표로 채택 - 연간 발생건수가 0건인 역사를 10점, 평균+3σ 이상인 곳을 0점으로 설정하고, 범위 내 값은 직선보간법을 적용하여 서비스수준 평가점수를 산정 - 안전사고와 범죄 발생에 대한 가중치는 0.5:0.5로 적용

중요도를 구분하기 위하여 가중치 분석을 실시하였다. 가중치 산정을 위한 설문지 설계와 산정방법은 매우 다양하나, 본 연구에서는 통계적 처리 및 평가결과 분석을 위해 상대적으로 많은 정보를 포함하고 있는 평점법을 통해 산출된 가중치를 평가에 활용하였다. 각 평가항목에 따라서 1~5순위까지 작성을 하여 순위에 대한 설문을 하였으며, 7점 척도를 이용하여 각 평가항목에 대한 중요도를 점수화하였다.

평점법을 통하여 가중치를 산정한 결과는 <표 3>과 같으며, 산정결과 이용자들은 이동편리성, 쾌적성, 정보제공, 안전 및 보안성, 편의시설의 순으로 중요도를 느끼고 있는 것으로 나타났다.

〈표 3〉 가중치 분석 결과

구분	이동편리성	정보제공	쾌적성	편의시설	안전 및 보안성	합계
가중치	0.270	0.189	0.192	0.174	0.176	1.000

4. 도시철도 환승시설 서비스수준 평가

4.1 평가방법의 적정성 검증

본 연구에서 구축한 서비스수준 평가 방법론을 통해 산출된 서비스수준과 보행자 행태조사의 결과물인 이용자 체감 서비스수준의 비교분석을 통해 연구진이 구축한 서비스수준 평가방법론의 신뢰성과 적정성을 진단하였다. 보행자 행태조사가 수행된 도시철도 환승시설 43개소에

〈표 4〉 평가항목별 일관성 비율

구분	빈도수	비율
이동편리성	825	91.36%
정보제공	755	83.61%
쾌적성	796	88.15%
편의시설	693	76.74%
안전 및 보안성	719	79.62%
종합점수	846	93.69%

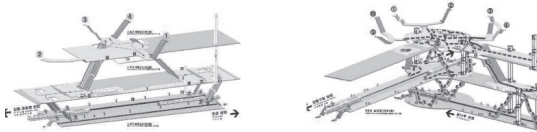
해당하는 각 역의 점수를 쌍대비교를 실시하여 전체 903개 경우에 대해 순위일관성을 검토하였다.

도시철도 환승시설의 일관성 확보비율을 측정한 결과 세부 서비스수준 평가항목별로는 최소 76.74%에서 최대 91.36%까지로 나타났고, 환승시설 종합 서비스수준의 경우에는 93.66%의 비율이 일관성을 확보하는 것으로 나타나 본 연구에서 제시한 서비스수준 평가방법론의 정확성과 객관성이 검증되었다고 판단된다.

4.2 항목별 평가결과

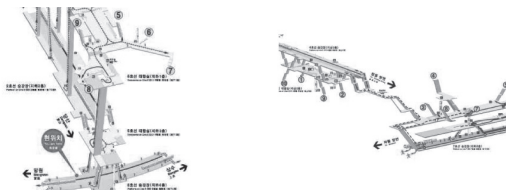
본 연구에서 개발한 평가방법을 토대로 전국 103개 환승역사를 평가한 결과는 다음과 같다.

(1) 이동편리성



섬식(=)구조 : 승강장 양쪽에 환승노선이 위치해 승강장에서 환승

십자(+구조) : 두 노선의 승강장이 위아래로 교차하여 수직으로 환승



티(T)자구조 : 한쪽 노선 승강장의 끝에서 환승 발생

엘(L)자구조 : 두 노선의 승강장 끝과 끝에서 환승 발생

이동편리성 항목에서는 성수역과 같이 하차승강장에서 환승이 이루어지는 역은 환승이 편리한 반면, 노원역이나 종로3가역과 같이 환승거리가 300m 이상으로 길고 구조가 복잡한 곳은 환승이용에 매우 취약한 것으로 나타났다. 환승역 구조에 따른 편의성은 섬식(=)구조, 십자(+구조), 티(T)자 구조 또는 엘(L)자 구조 순으로 편의성이 높은 것으로 나타났다.

(2) 정보제공

정보제공 항목에서는 최소한의 정보제공만으로도 환승

이 편리한 단순한 역사(강동역, 구로역, 금천구청역, 성수역 등)가 우수한 평가를 받았으며, 환승거리에 비해 정보 안내시설이 부족한 지방권 역사(사상역, 사월역, 상무역 등)는 서비스 수준이 낮은 것으로 나타났다.

(3) 쾌적성

보행통로 및 대기공간에 비해 이용객이 많은 신도림역, 강남역, 서울역이 쾌적성에서 낮은 평가를 받았으며, 가산 디지털단지, 기흥, 김포공항역은 쾌적한 환경을 조성하기 위해 개선공사를 하거나 환승통로를 개통한 역사로서 우수한 평가를 받았다.

(4) 편의시설

편의시설은 수도권에 위치한 영등포구청역, 을지로4가역, 이수역이 비교적 우수한 역사로 나타났으며, 지방권 역사 중 이용객수가 많은 양동시장역과 원인재역은 화장실의 대기시간이 많고, 에스컬레이터 처리 용량이 부족하여 서비스 수준이 낮은 것으로 나타났다.

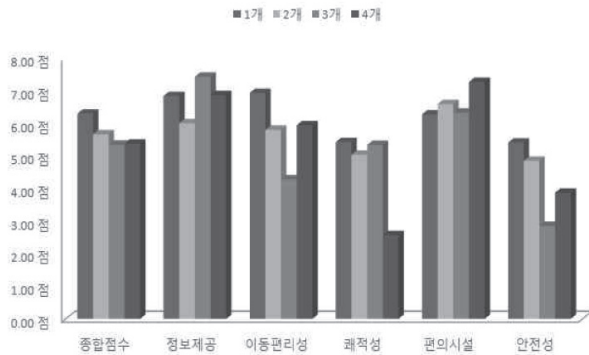
(5) 안전 및 보안성

안전성 항목에서는 구로역, 김포공항역, 홍대입구역, 잠실역 등 대체적으로 이용객수가 많고 혼잡한 역들이 안전사고 및 범죄에 취약하여 안전사고 예방과 범죄 사각지대 축소에 많은 노력이 필요한 것으로 나타났다.

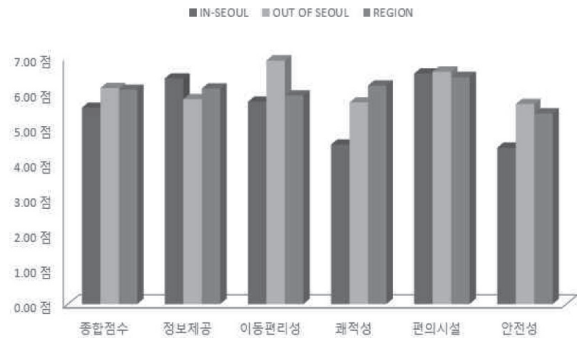
4.3 환승시설 구분별 평가결과

도시철도 환승시설 103개 역사에 대해 환승시설 특성에 따른 비교분석을 실시하였다. 환승가능 노선 수에 따라 분석한 결과 정보제공과 편의시설 항목에서 환승가능 노선수가 2개 이하일 때 보다 3개 이상인 경우에 점수가 더 높게 나타난 반면, 안전성 점수는 낮은 것으로 나타났다. 종합점수는 환승가능 노선수가 많을수록 낮아지는 것으로 나타났으며, 이는 환승가능 노선수가 많아질수록 이동거리가 길어지고, 이동편리성 항목이 다른 항목에 비해 높은 가중치가 적용된 결과로 판단된다.

지역권별로 서울, 인천·경기도권(out of seoul), 지방지역(부산, 대구, 대전, 광주)으로 나누어 분석한 결과 전체 종합 점수는 인천·경기도권이 가장 높은 점수를 가지는 것으로 나타났다.



<그림 3> 환승가능노선수별 비교



<그림 4> 지역구별 비교

이용객 수가 많은 서울은 쾌적성과 안전성 점수는 가장 낮은 반면 정보제공과 편의시설 항목은 가장 높은 점수를 기록하였다.

을 정량적으로 평가하는 과정이 필수적이다. 이를 위해서는 정량적 서비스수준 평가 기반의 객관적인 의사결정체계를 제도적으로 뒷받침할 수 있는 관련 설계지침 및 법령개정 작업이 시급하게 추진되어야 할 것으로 판단된다. ☺

5. 결론 및 제언

본 연구에서는 도시철도 환승시설의 물리적 특성, 이용 수요 및 교통 환경 등 정량적인 요소와 환승시설에 대한 이용자 서비스수준의 정성적인 요소간의 연관성 분석을 통하여 환승시설에 대한 LOS 평가 방법을 개발하였다. 이를 토대로 도시철도 환승시설에 대한 서비스수준을 평가한 결과, 동일 지하철 노선으로 환승시 발생하는 불편함이 적은 성수역, 병점역 등이 상위권을 형성하는 것으로 나타났다. 반면 하위권에 위치한 노원역, 종로3가역, 고속터미널역 등은 환승거리가 길어 이용객이 불편함에 노출되는 잠재적 위험도가 타 시설에 비해 높기 때문에 서비스 수준이 낮은 것으로 나타났다.

대중교통 이용자 관점에서 대중교통 환승시설의 공급과 운영계획을 수립하기 위해서는 이용자 체감 서비스수준과 대중교통 환승시설의 서비스수준 평가결과와 일치하는 설계 및 운영 기준이 필요하다. 또한, 환승교통체계 개선사업의 계획과 타당성 평가에서 사회·경제적 타당성을 고려한 최적대안을 도출하기 위해서는 본 연구에서 제시하고 있는 방법론을 활용하여 대중교통 환승시설에 대한 서비스수준

※ 본 연구는 국토교통부 대중교통현황조사 사업의 일부로 진행되었습니다.

◆ 참고문헌

- [1] 국토교통부(2003), 도로용량편람
- [2] 김황배(2010), "고속버스터미널 이용자의 환승행태에 기반을 둔 환승저항 모형구축연구", 대한토목학회논문집, 제 30권, 제 2호, pp.99-103.
- [3] 김혜란(2009), "KTX역사 및 일반철도역사의 환승저항 산정", 대한교통학회지, 제 27권, 제 5호, pp.189-194.
- [4] 장성용(2010), "도시철도 환승역의 환승보행시설의 서비스수준에 관한 연구", 한국철도학회논문집, 제 13권, 제3호, pp. 339-348.
- [5] 한성엽(2009), "고속철도역의 연계환승시설 서비스수준 평가", 한국철도학회 2009년도 춘계학술대회 논문집, pp. 761-772.
- [6] 황연해(2007), "환승센터 설계기준 개발방향에 관한 연구", 교통기술과 정책, 제 4권, 제 1호, pp. 115-130.
- [7] D.R. Anderson, D.J. Sweeney, T.A. Williams (2011) International edition—Essentials of Statistics for Business by 6e, South-Western cengage learning, 5191 Natorp Boulevard Mason OH 45040 USA.
- [8] Hensher, A. David, Z. Li (2013) Crowding in public transport: a review of objective and subjective measures, Journal of Transportation Research Board, 16(2), pp. 107-134.
- [9] H. Iseki, M. Miller, A. Ringler, M. Smart, et al. (2007) Evaluating connectivity performance at transit transfer facilities, Bruce Chapman California Department of Transportation Division of Research and Innovation, Tool Development to Evaluate the Performance of Intermodal Connectivity (EPIC) to Improve Public Transportation.