

요약

환승우세 역사에 시설구조면적 확장 포함 승강장 통행특성별 혼잡도 개선방안 필요

도시철도 하루 800만명 이용...승강장 혼잡은 열차지연·사고초래 우려

수도권 도시철도는 전체 600여 개 역사에서 하루 평균 약 800만 명이 이용하는 대중교통 수단이다. 이용 승객이 출퇴근 첨두시간에 집중됨에 따라 열차가 지연되어 각종 안전사고와 범죄에 노출되어 있다. 서울시는 역사 내 승강장, 통로, 계단, 에스컬레이터와 같은 물리적인 시설 개선을 통해 승강장 혼잡도를 관리하는 방안을 시행하고 있다. 하지만 물리적 시설 확충이 예산 대비 효과가 크지 않아 첨두시 집중되는 수요를 분산하는 방안의 실행이 보다 요구된다.

특히 다수의 도시철도 승객의 열차 대기 및 역사이동행태가 집중되는 승강장은 역사 내부 시설 중 가장 혼잡한 공간 중 하나이다. 승강장 혼잡은 열차지연을 초래할 뿐만 아니라 화재와 같은 긴급 상황에서 혼란을 더욱 가중시킬 수 있다. 따라서 도시철도 승강장의 적정한 혼잡도 관리는 효율적인 열차운행권리와 더불어 승객안전사고위험 방지를 위해 중요성이 점차 부각되고 있다.

승강장 동적 혼잡도 추정에 AFC·ICT 접목한 교통카드자료 활용 필요

승강장의 적정 혼잡도 관리를 위해서는 승객통행의 집중행태 파악이 선행되어야 한다. 수도권 모든 역사의 승객이동이 유기적으로 연관되어 있기 때문에 수도권 네트워크 차원에서 분석할 필요가 있다. 하지만 기존 승강장 혼잡도는 1-2년 주기로 특정 장소와 선별된 시간에 추정된다. 시공간으로 제한된 이러한 방식은 혼잡도 개선정책 도입을 위해 활용하기에는 한계가 있다. 최근 자동요금징수체계(AFC)와 정보통신기술(ICT)이 접목된 교통카드자료 기반의 혼잡도 추정방안이 대안으로 논의되고 있다. 수도권 카드자료는 매일 실시간 생성되는 전수데이터로서 시간대, 요일, 월, 연 단위의 승강장 혼잡에 대한 저렴한 기초자료의 생성대안으로 활용될 수 있다.

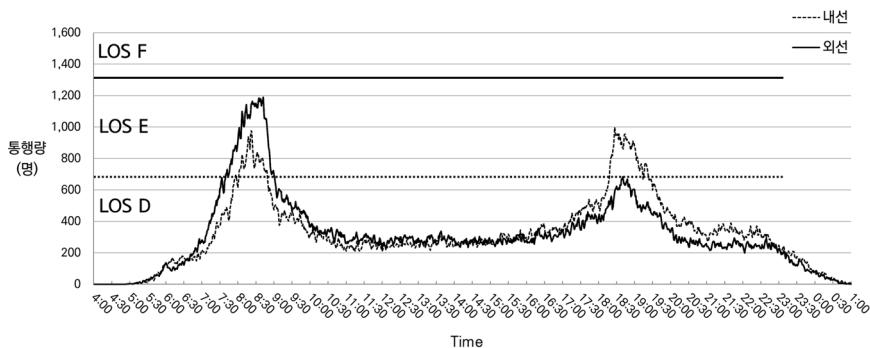
본 연구는 교통카드자료를 활용하여 수도권 도시철도 승강장의 혼잡도를 동적으로 추정하는 방안을 제안하였다. 여기에서 ‘동적’이란 용어는 교통카드자료를 활용하여 모든 도시철도 이용자가 움직이는 시간대별 귀적을 파악하여, 집중 및 분산되는 수요를 1분 단위로 추정하는 동적 통행이동모형으로 시간대별 통행량과 혼잡도 변화 양상을 추정하는 것을 의미한다. 즉, 1분 단위로 도시철도 역사 승강장 수요를 자체역사 환승통행, 자체역사이용통행, 노선 간 환승통행으로 구분하여 개별 역사의 승강장 혼잡도를 추정하였다. 마지막으로, 개별 역사별 특성에 맞는 개선전략을 제안하고, 정책 사례 분석으로 수요관리 정책의 일종인 Early Bird 정책 도입 효과를 평가하였다.

승강장 혼잡도, 2호선 동대문역사문화공원역이 도시철도 역사 중 최고

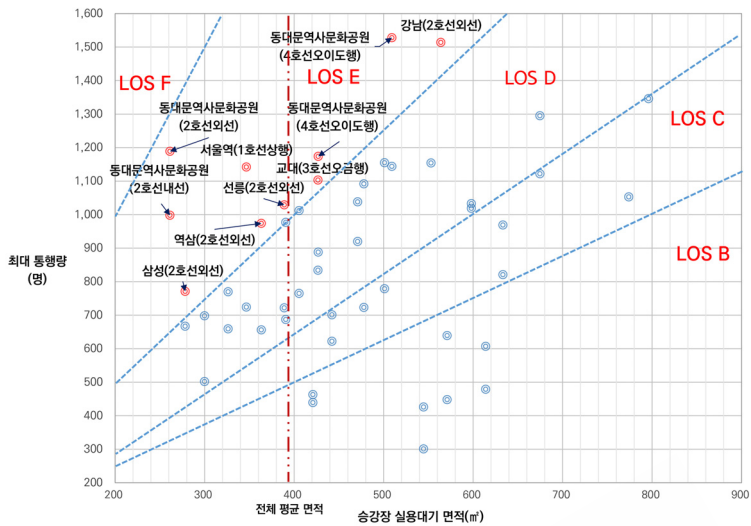
도시철도 정거장 및 환승편의시설 설계 지침에 따르면 역사 승강장은 서비스 수준 D로 설계하도록 제안하고 있다. 이를 기준으로 도시철도 역사 승강장에 대한 서비스 수준을 평가하였다.

도시철도 역사 중 가장 혼잡도가 높은 역사는 2호선 동대문역사문화공원역으로 나타났다. 특히 외선 방향 승강장의 경우 면적이 매우 협소한 반면 출근 첨두시간에 승객이 매우 집중하여 가장 혼잡한 시간의 승객 1인당 대기면적은 $0.22\text{m}^2/\text{인}$ 으로 서비스 수준 F에 육박하고 있다. 내선 방향의 승강장에서도 퇴근 첨두시간에 $0.26\text{m}^2/\text{인}$ (서비스 수준 E)으로 혼잡도가 매우 높다.

기타 강남 도심에 위치한 강남역, 역삼역, 삼성역, 선릉역과 주요 환승 역사인 동대문역사문화공원역, 서울역 등에서 서비스 수준 E로 나타나 개선이 필요한 것으로 진단된다.



[그림 1] 동대문역사문화공원역 통행량 시계열 및 서비스 수준



[그림 2] 첨두 통행량과 실용대기면적에 따른 승강장 혼잡도

승하차통행·환승통행 우세 등으로 나눠 승강장 혼잡도 완화정책 마련

승하차 통행이 우세한 역사에서는 승객의 이동 경로가 명확하기 때문에 수요 분산이나 대체수단 도입을 통해 승객을 분산시켜 승강장 혼잡도를 완화시키는 방안이 효과적이다. 시간 차등 요금제 및 기업체 유연근무제 등을 통해 출·퇴근 목적 통행 분산을 위한 다양한 수요 분산 정책 도입과, 수요대응형 버스 도입을 검토해야 할 것이다. 반면 환승 통행 비율이 높은 역사에서는 해당 역사의 기종점이 결정되지 않고 이동 방향성이 불확실한 통행이 지배적이기 때문에, 수요 분산 정책이나 대체수단 도입 등을 통한 혼잡 완화 방안은 효율성이 떨어질 수밖에 없다.

따라서 승강장 구조 개선 전략을 통해 시설 구조 용량을 확장하는 방안이 타당하다. 환승 통행의 비율이 높은 동대문역사문화공원역사의 경우 2호선 승강장은 수도권 도시철도 역사 전체와 비교했을 때 승강장 면적이 매우 협소한 역 중 하나이다. 동시에 고속터미널역, 사당역, 교대역, 서울역은 통행량에 비해 승강장 면적이 매우 협소하다. 또한 서울역, 동대문역사문화공원역, 종로3가역은 노선 간 환승거리가 길어 역사의 승강장 혼잡을 가중시키는 것으로 나타났다. 따라서 환승통행비율이 높은 역사의 혼잡도를 개선하기 위해서는 승강장구조면적을 확장하고, 동시에 기타 환승시설에 대한 개선사업을 병행하여 실시할 필요가 있다.

[표 1] 혼잡도 개선 주요 전략

정책	전략	세부 내용	현재 반영	장래 반영
구조 개선 정책	승강장을 비롯한 도시철도 내부 구조 개선	<ul style="list-style-type: none"> 승강장 면적 확장을 통한 혼잡 완화 승강장과 환승통로의 연결성 개선 	△	○
첨두 수요 분산 정책	첨두시간 수요 분산 전략	<ul style="list-style-type: none"> 차등 요금제 적용 기업체 유연근무제 권장 	△	○
	도시철도 무임승차 개선	<ul style="list-style-type: none"> 무임승차 승객 출퇴근 혼잡시간 요금 부과 무임승차 승객 조건 강화(연령 상향 조정) 	×	○
수단 간 분산 정책	DeRoute 전략	<ul style="list-style-type: none"> 혼잡 역사 간 수요대응 버스 도입 	×	○

주: ○(반영), △(일부반영), ×(미반영)

유연근무제 등 수요분산정책 적극 도입때 승강장 혼잡도 완화에 기여

승강장 혼잡을 완화하기 위해 국내외 관련 정책을 검토하고 국내 실정에 적합한 승강장 혼잡도 개선전략을 구축한다. 현재 국내 실정을 감안한 적절한 승객분산전략은 차등요금제와 같은 요금할인정책의 시행이다. 정책사례로서 현재 서울시는 첨두시간에 집중되던 통행량을 비첨두시간으로 유인하는 조조할인제도를 시행하고 있다. 조조할인제도는 기업체 유연근무제(Early Bird, 자율출퇴근, 책임근무제 등)와 같은 조직문화의 정착을 지원하는 방안으로 활용되는 첨두시 수요분산정책이다. 실제 국내외 다수의 기업에서 유연근무제를 시행하고 있다. 통행수요에 영향을 미치는 기업체에서 보편적으로 시행되면 승강장 혼잡 완화에 긍정적인 효과를 나타낼 것으로 예상된다.

본 연구에서는 Early Bird 정책에 따른 혼잡 완화 기대효과를 추정하기 위해 사례분석을 하였다. 정책이 시행된다는 가정하에 첨두시 통행량이 감소될 경우를 대비한 승강장 혼잡도의 민감도를 분석하였다. 사례분석지역으로 2호선 강남 도심권역에 위치한 역사를 선정하였다. 특히 사당-삼성역 구간은 통행량이 가장 많고, 혼잡도도 가장 높은 구간으로 개선이 필요하여 사례 분석 지역으로 적합하다. 시간대의 경우 승객이 집중되는 오전 8~9시에서 오전 7~8시로 통행시간을 이전하는 가정을 도입하였다.

[표 2] 대안별 세부 내용

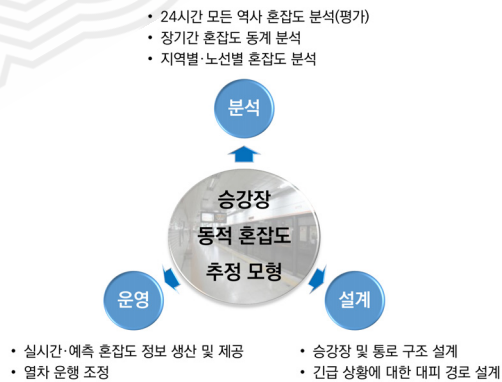
	기준	대안 1	대안 2
공간 설정	-	사당-강남 외선 (5개 역사)	사당-삼성 외선 (8개 역사)
시간 설정		08:00 ~ 09:00	
통행량 변화	-	-20%	-20%

분석 결과, 강남역의 경우 대안 2의 외선 승강장에서 혼잡도 서비스 수준이 LOS E에서 D로 개선되었으며, 통행량은 최대혼잡시간 기준 11.2%가 감소되었다. 사당역도 대안 2에서 LOS D에서 C로 개선되었으며, 통행량은 최대혼잡시간 기준 9.7%가 감소되었다. 또한 주변 혼잡역사(신도림역, 잠실역)에서도 간접적인 혼잡도 완화 효과가 증명되었다. 신도림 역사의 경우 대안 2에서 통행량이 최대혼잡시간 기준 6.0%가 감소하였고, 잠실역의 경우 10% 감소하였다.

Early Bird 정책을 포함한 수요분산정책을 적극적으로 도입할 경우 승강장 혼잡도 완화에 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

‘동적 혼잡도 추정모형’은 승강장 혼잡도 분석·운영·설계에 활용 가능

—



[그림 3] 승강장 동적 혼잡도 추정 모형 활용방안

본 연구는 승강장 혼잡도 분석, 운영, 설계 등 3가지 측면에서 승강장 동적 혼잡도 추정 모형의 향후 활용방안에 대해 제시하였다.

첫째, 분석 측면에서는 혼잡도 추정의 시공간적인 제약이 없기 때문에 혼잡도 변화에 대한 장기간 분석이 가능하고, 지역별·노선별 도시철도 혼잡도 평가에 활용 가능하다.

둘째, 운영 측면에서는 승객에게 실시간 및 예측 혼잡도 정보를 제공함으로써, 승객 스스로가 혼잡 시간을 피하거나, 경로를 변경하도록 해 초기 단계의 혼잡도를 개선하기 위한 대응책으로 활용할 수 있을 것이다. 또한 혼잡 완화에 대응하기 위한 열차 스케줄 조정 및 추가 투입 등의 근거자료로 활용할 수 있다.

셋째, 설계 측면에서는 실시간 통행량 정보를 토대로 승객수를 산출하기 때문에 승강장 구조 설계 및 변경에 적극 활용할 수 있다. 또한 긴급 상황에 대비하여 대피 공간 및 대피 경로 설계 등에 활용할 수 있다.

