2025 년도 한국철도학회 추계학술대회 논문집 KSR2025F103

서울 도시철도 2호선 시스템 개량 및 효과분석

양경모*

초 록 본 연구는 서울 지하철 2호선 열차제어시스템 개량이 고객 만족도와 삶의 질에 미친 영향을 정량적으로 분석하는 데 목적이 있다. 기존의 ATS/ATP/ATO 시스템 병행운전 시기(2단계: 2017.08~2018.07)와 ATP/ATO 시스템 100% 구현 시기(3단계: 2024.01~2024.12)의 고객 민원 데이터를 비교하고, 행정안전부 고객 만족도 조사(2015년 vs. 2023년) 및 연간 승하차 인원 데이터(2018년 vs. 2024년)를 통합 분석하였다. 분석 결과, 3단계 시기에 열차 지연 관련 민원이 39.9% 감소했으며, 출입문 민원 총합계는 32% 줄었다. 이는 열차 정시운행 만족도 점수(2015년 80.0점 → 2023년 90.7점)와 안전성 만족도 점수(2015년 76.05점 → 2023년 89.6점)의 획기적인 상승으로 이어졌다. 또한, 2025년 1,2분기 최고 혼잡도(147%)는 2017년(170%)에 비해 혼잡에서 보통단계로 두 단계 하향조정 되었다. 본 연구는 기술적 진보가 민원 감소와 고객 만족도 향상을 통해 대중교통 이용자의 삶의 질을 실질적으로 개선했음을 입증한다.

주요어 : 2호선, ATS, ATP/ATO, 고객민원, 혼잡도, 고객만족도

1. 서 론

1. 연구 배경 및 필요성

서울 지하철 2호선은 1984년 개통 이후 수도 서울의 핵심 교통 동맥으로서 중추적인 역할을 담당해왔다. 그러나 기존의 자동폐색식(ATS) 시스템은 기관사 수동 운전에 기반하여 열차 운행 간격 조정 및 정시성 확보에 한계가 있었다. 이에 서울교통공사는 열차 운행 효율성과 안전성을 강화하기 위해 자동열차방호/자동열차운전(ATP/ATO) 시스템으로의 대대적인 개량을 추진했다. 이 시스템은 궤도회로 기반의 고정폐색 방식을 유지하면서도 ATO 자동운전 기능을 도입하여 정밀한 열차 제어를 가능하게 한다. 2호선 열차제어시스템 개량은 단계적으로 진행되었다. 2011년부터 시작된 2단계 시기는 기존 ATS 시스템 열차와 ATP/ATO 시스템 열차가 혼용 운행되면서 운행 패턴의 불균형과 시스템 간섭으로 인한 안전 및 효율성 문제가 지속적으로 제기되었다. 대표적인 사례가 2014년 상왕십리역 열차 추돌 사고이며, 이는 2단계 시스템의 취약성을 단적으로 보여준다. 이후, 모든 열차에 ATP/ATO 차상장치 설치를 완료하여 ATP/ATO 시스템을 100% 구현한 3단계 시기에 돌입하면서 시스템의 안정화가 이루어졌다.본 연구는 이러한 시스템 개량의 실질적인 효과를 고객 관점에서 분석하는 데 초점을 맞춘다. 특히, 기술적 개선이 고객 민원 감소로 이어지고, 나아가 고객 만족도와 삶의 질에 어떤 긍정적인 영향을 미쳤는지를 정량적 데이터를 통해 입증하고자 한다.

2. 연구의 목적 및 범위

본 연구의 핵심 목적은 2호선 열차제어시스템 개량에 따른 고객 민원 데이터를 비교 및 분석하여 신호 시스템 개량이 고객 경험에 미치는 긍정적 효과를 정량적으로 밝히는 것이다.

연구 범위는 다음과 같다.

민원 데이터 분석: **ATS/ATP/ATO 시스템이 혼용되던 2단계 시기(2017.08~2018.07)와 ATP/ATO시스템 100% 구현된 3단계 시기(2024.01~2024.12)의 고객 민원 데이터**를 정량화하여 비교한다. 민원 항목은 정시성, 객실 쾌적성, 고객 불편, 혼잡도로 분류하여 분석한다.

만족도 및 혼잡도 데이터 연계: 민원 분석 결과를 **행정안전부 고객 만족도 조사 자료(2015년, 2023년) 및 서울교통공사 수송계획서의 연간 승**

하차 인원 및 최고 혼잡도 데이터(2017년, 2025년 1,2분기)와 연계하여 시스템 개량의 효과를 다각적으로 조명한다.

삶의 질 분석: 정량적 데이터 분석 결과를 토대로 열차 이용객의 삶의 질에 미치는 긍정적 영향을 논한다.

2. 본 론

1. 2단계와 3단계 시기별 고객 민원 변화 분석

고객센터 민원 자료를 항목별로 수치화하여 2단계와 3단계 시기를 비교하였다.

민원 분류	분석 기준	2단계 (2017.8~2018.7)	3단계 (2024.1~2024.12)	감소율
열차운영(지연)	일 평균	62건	37.3건	39.90%
열차환경	일 평균	34건	16.4건	51.80%
안내방송	일 평균	15건	14건	6.70%
출입문	총합계	450건	307건	31.80%
열차질서저해	일 평균	53건	32.8건	38.10%
역사내부질서[저해]	일 평균	11건	5.5건	50.00%
유실물	일 평균	44건	8.3건	81.10%

[표1] 서울교통공사 고객센타 자료(평일기준)

분석 결과, 정시성과 직접 관련된 열차운영(지연) 민원이 39.9% 감소하여 시스템 개량의 가장 직접적인 효과를 입증했다. 또한, 출입문 민원 총합계 역시 31.8% 감소했는데, 이는 ATO 시스템의 정위치 정차 정확도 향상과 관련이 깊다. 열차환경 민원은 51.8% 감소하여 열차 운행 안정화가 간접적으로 쾌적성 향상에 기여했음을 시사한다. 이와 함께 유실물 민원이 81.1%라는 놀라운 감소율을 보였는데, 이는 정시성 확보로 인해 승객들이 시간에 쫓기지 않고 여유롭게 하차할 수 있게 되었기 때문으로 추론된다.

2. 고객 만족도 및 혼잡도 변화 분석

민원 감소가 고객 만족도와 실제 운행 환경에 미친 영향을 추가 데이터로 분석했다.

2.1 고객 만족도 점수 변화

행정안전부 고객 만족도 조사 결과, 2015년(2단계)과 2023년(3단계) 점수는 다음과 같다.

평가항목(Measure)	2단계 (2015년)	3단계 (2023년)	점수 향상 폭
열차 정시운행	80	90.7	+10.7
안전성	76.05	89.6	+13.55
고객 불편 해소	76.5	88.8	+12.3
쾌적성	75.15	90.7	+15.55

[표2] 행정안전부 고객만족도 보고서 참고

열차 정시운행 점수는 민원 감소와 정확히 일치하며 10점 이상 상승했다. 이는 ATP/ATO 시스템의 자동 운전 기능이 운행 패턴을 통일하고 불필요한 서행/정차를 제거하여 고객이 체감하는 정시성을 획기적으로 개선했음을 보여준다.

안전성 점수의 대폭 상승은 2단계의 혼용 시스템이 가진 불안정성(2014년 상왕십리 사고)을 3단계의 단일 시스템이 완벽하게 해소했음을 시사한다.

고객불편 해소 점수 역시 민원 감소와 더불어 크게 상승하며, 시스템 개량이 고객의 문제 해결에 기여 했음을 증명한다.

2.2 열차 내 최고 혼잡도 변화

시스템 개량의 효과는 혼잡도 데이터에서도 명확하게 드러났다.

	2017	2025
열차 내 최고 혼잡도	**170%**	**147%**

[표3] 서울교통공사 수송계획서, 교통량 조사

2017년은 팬데믹 이전으로, 승객 수가 많았던 해이다. 2호선 열차 내 최고 혼잡도는 170%에 달하여 승객들이 극심한 불편을 겪었음을 보여준다. 그러나 ATP/ATO 시스템이 100% 구현된 현재 2025년도 1,2분기에는 최고 혼잡도가 147%로 혼잡도 단계가 **혼잡에서 보통**으로 두 단계 낮아졌다.

이는 ATP/ATO 시스템의 배차 간격 단축 능력과 정시성 확보가 승객들을 분산시키고 열차 운행의 효율성을 높여 혼잡도를 완화했음을 의미한다.

3. 결 론

본 연구는 2호선 열차제어시스템 개량이 고객

만족도와 삶의 질에 긍정적인 영향을 미쳤음을 다음의 세 가지 측면에서 입증했다.

첫째, 정량적인 민원 감소와 만족도 상승의 상관관계이다. ATP/ATO 시스템 100% 구현 이후 열차 지연 및 출입문 민원이 현저히 줄었으며, 이는 고객 만족도 조사에서 열차 정시운행 및 안전성 항목의 점수 상승으로 직접 연결되었다. 이는 기술적 개선이 고객의 불편을 줄이는 가장 효과적인 방법임을 보여준다.

둘째, 혼잡도 완화를 통한 쾌적성 증대이다. 열차제어시스템 개량으로 인해 최고 혼잡도가 크게 낮아졌으며, 이는 승객들이 보다 쾌적하고 여유로운 환경에서 열차를 이용할 수 있게 되었음을 의미한다. 혼잡도 감소는 열차 환경 민원 감소에도 간접적으로 기여했다.

셋째, 고객의 삶의 질 향상이다. 열차 지연 감소는 출퇴근 시간을 예측 가능하게 하여 고객의 일상에 안정감을 부여했다. 또한, 단일화된 시스템은 운행 안전성을 높여 심리적 불안을 해소하고, 유실물 민원 감소와 같이 삶의 사소한 불편까지 줄여주었다.

이러한 결과는 2호선 열차제어시스템 개량이 단순히 운행 효율성을 높이는 기술적 진보를 넘어, 고객의 일상 경험과 만족도를 획기적으로 개선하여 삶의 질을 향상시키는 중요한 계기가 되었음을 명확히 증명한다. 향후 도시철도 시스템 개량 사업은 기술적 목표뿐만 아니라, 이와 같은 고객 경험 향상 효과를 중요한 평가지표로 삼아야 할 것이다

참고문헌

[1] Ryoo, K. S. (2014). A study on the activation plan of Seoul Metro (lines 1-4) by analyzing customer satisfaction. Journal of the Korean Society for Railway, 17(5), 20-28.

[2] Kim, M. H., Yun, S. C., & Chung, S. B. (2016). A study on the improving effectiveness of urban rail customer satisfaction survey. In Proceedings of the Korean Society for Railway Spring Conference (pp. KSR2016S091).