

지역간 철도역의 정차횟수 산정에 관한 연구

A Study on Train Frequency of Intercity Rail Station

김경태* 문대섭** 이진선*** 박범환**** 이 석**
Kim, Kyoung Tae Moon, Dae Seop Lee Jin Sun Park, Bum Hwan Lee, Suk

ABSTRACT

This paper explored train frequency of intercity rail station. Main factors to decide train frequency are location of station, social-economic index and land use of station area and travel demand. In this paper, we focused on travel demand which is critical factor to decide train frequency. Tests on a KTX case show that train frequency can be efficiently decreased in weekday to transport same demand. The work has shown many subjects that need further research. It is important to include various factors influencing on train frequency decision.

1. 서론

지역간 철도에서 각 차종별 정차횟수 산정은 매우 중요한 과제이며 항상 이슈가 되고 있는 문제이나, 현재 지역간 철도역의 정차횟수 산정 기준에 대한 연구는 많지 않은 실정이다. 실제로, 철도 운영자는 명확한 논리적 근거가 부족한 상황에서 각 지역의 민원, 현재까지의 운행실적 등을 근거로 하여 필요할 때마다 열차운영계획을 수립하고 있는 실정이며, 각 지자체의 추가역 설치 또는 정차횟수 증대 요구에 대하여 적절한 대응이 미흡한 실정이다. 지역간 철도의 정차횟수 산정은 열차운영계획으로 구현되며, 열차운영계획은 주로 과거의 열차운행, 수송실적, 장래에 예견되는 수송수요를 근거로 하여 설정하게 된다. 따라서 정차횟수 설정에 영향을 주는 주요한 요인은 정차역이 입지한 물리적인 위치, 역 주변 역세권의 인구 등 각종 사회지표와 토지이용 등 다양한 요소가 작용할 수 있지만 이러한 모든 요인이 복합적으로 작용하여 나타나는 것이 수송수요로 정의될 수 있을 것이다. 과거의 정차역 선정과 관련된 연구도 주로 수송수요에 근거하여 정차역을 설정한 것도 이와 무관하지 않다.

현재 철도역의 정차횟수 산정(열차운영계획의 수립)은 민원, 지자체의 요구 등에 의한 특별한 경우를 제외한다면 수송수요에 의해서 결정된다고 할 수 있다. 즉, 철도역의 정차횟수 산정에 가장 중요한 요소는 수송수요이며, 수송수요는 역별 이용자 규모로 정의될 수 있을 것이다. 역별 이용자수에 대한 분석은 시기별 수요(시간대별, 일별, 월별, 계절별, 연간 등)에 대한 분석뿐만 아니라 시계열적 분석 즉, 역 이용자수의 증가, 감소 추세에 대한 분석과 주변지역의 토지이용에 따른 이용자수 변화 등에 대한 분석도 필요하다. 본 연구에서는 이러한 시계열적 분석, 장래 주변지역의 토지이용, 지자체의 민원에 의한 정차, 운영체의 경영수지 개선을 위한 정책적인 결정 등은 본 연구의 범위에 포함시키지 않는다. 즉, 이러한 부분에 대한 분석도 장기적으로는 포함되어야 하지만 많은 시간과 비용을 필요로 하기 때문에 본 연구에서는 정차역은 이미 정해져 있는 것으로 보고, 현재의 철도역의 정차횟수가 타당한가에 대한 분석을 시행하는 것으로 한정한다.

* 한국철도기술연구원, 철도정책물류연구본부, 정희원

E-mail : ktkim@krri.re.kr

TEL : (031)460-5479 FAX : (031)460-5499

** 한국철도기술연구원

*** 우송대학교

**** 한국철도대학

정차의 문제는 수송수요와 밀접한 관련이 있으며, 수송수요는 여러 변수에 의해서 영향을 받게 된다. 즉, 역별 이용자수는 해당역의 정차빈도와도 밀접한 관련을 가지고 있으며, 역 통과에 따른 통행시간 절감으로 인해서 타수단에서 전환되는 수요와 역 통과에 따른 해당역의 이용자수 감소 등이 복합적으로 발생하게 된다. 운영자의 입장에서는 이용자수 변화에 따른 수입의 변화와 열차운행비용의 변화 등도 고려 대상이 될 수 있다. 정차역 선정은 타수단과의 경쟁도 고려되어야 하고, 효율적인 열차운행을 위해서는 적정 정차역간 거리도 확보되어야 할 것이다. 따라서 본 연구는 철도역의 정차횟수 산정에 가장 중요한 요소로 작용하는 수송수요를 대상으로 하여, 역별 정차횟수를 기준으로 하여 적정 열차운행계획을 설정하는 방향을 제시하는 것이 목적이다. 열차운행 패턴이 설정되었다 하더라도 이는 불변이 아니라 여건 변화와 과거의 운행실적 등을 참고하여 지속적으로 보완해 나가야 한다는 점에서 현재의 정차횟수와 열차운행에 대한 분석은 필요하다.

2. 선행연구 분석

기존의 연구는 주로 철도 정차역의 선정과 관련된 연구이다. 기존의 철도정차역 선정 연구는 주로 수송실적에 근거하여 일정한 기준에 의해서 정차역을 선정¹⁾하거나, 역별 영업실적을 근거로 하여 적자역 운영합리화²⁾ 측면으로 접근하였다.

『기존선 전철화에 따른 중장거리 전기차량 운행방안 연구』에서는 역별 이용수요, 현재의 열차운영 계획, 정차역간 거리, 교통 네트워크상의 입지 등을 고려하여 정차역을 선정하였으며, 정차역 선정의 기본원칙은 다음과 같다.

- ① 기존 역사활용 및 부지확보 이점을 고려하여 기존선 정차역에 우선권 부여, 토지이용상 수요가 높은 곳, 여객 승하차 실적이 많은 역을 선정
- ② 타 교통수단과 연계환승의 편리성 등을 고려하여 주변 교통체계 변화 및 접근성이 우수한 역과 환승역, 즉 위 1항의 가정을 따르기로 하고,
- ③ 운행속도 향상 및 이용객 편의 증진을 고려, 정차역간 적정거리 유지
- ④ 따라서 구간 시종점역과 구간 승하차수요의 일정수준 이상을 포함할 수 있도록 역을 선정, 전체 승하차수요에 대한 해당역의 승하차수요 비율의 일정 수준 이상을 분담하는 역을 추가 선정
- ⑤ 정차역 선정시 가장 타당성이 있다고 판단되는 수송수요와 네트워크상 필요한 역으로 한정

이러한 기본원칙을 근거로 하여 다음과 같은 기준에 의해서 정차역을 선정하였다.

- ① 분석대상구간 역간 O/D에 근거하여 역별 승하차 수요가 크고, 누적비율이 95% 이상을 차지하는 역을 우선 선정
- ② ①에서 분석대상구간 기종점역이 포함되어 있지 않은 경우에 기종점역 추가
- ③ ①, ②의 조건에 의해서 제외된 역이라 하더라도 전체 승하차수요에 대한 해당역의 승하차수요 비율이 1% 이상인 경우 이를 추가 선정
- ④ ①, ②, ③에 의해 선정된 역 이외에 네트워크상의 위치상 정차할 필요가 있다고 판단되는 역 추가

『철도영업정책 효율성 향상방안 연구』에서는 고속철도의 개통으로 인해서 기존의 일반철도의 운행시간 증가에 따른 민원의 해결 차원에서 일반철도의 정차역을 조정하였다. 즉, 고속철도 운행으로 인한 일반열차 운행체계 조정으로 기존의 통일호가 폐지되고 KTX와 일반열차의 연계운행 및 일반열차 정차역의 증가로 통행시간의 대폭적 증가가 발생하였으며, 종별로 차이가 있지만 서울-부산 구간의 새마을이 최대 41분 증가되는 등 KTX가 운행되는 경부선과 호남선에서 통행시간의 증가가 큰 문제로 대두되었다. 이러한 문제는 경부선, 호남선, 전라선, 장항선 등에서 문제가 발생하였으며, 주요 5개 노선인 경부선, 호남선, 전라선, 장항선, 중앙선에 대해서 정차역을 조정함으로써 고속철도 개통 이전의 통행시간으로 환원하도록

1) 기존선 전철화에 따른 중장거리 전기차량 운행방안 연구(한국철도기술연구원, 2000), 철도영업정책 효율성 향상방안 연구(한국철도기술연구원, 2004)

2) 철도경영환경변화에 대비한 적자선/적자역 운영합리화 실행방안수립 연구(교통개발연구원, 2004)

하였다.

정차역 설정의 기본방향은 경부선 새마을 4시간 30-40분대, 무궁화 5시간 20-30분대로, 호남, 전라, 장항선은 고속철도 개통 이전의 운행시간으로 환원시키는 것을 기본적인 전제조건으로 하여 이 목표에 부합할 수 있도록 정차역을 조정하였다. 즉, 필요에 의한 정차역 조정으로서 열차운영의 효율성 등에 대한 고려는 없었다. 본 연구에서는 정차역 조정에 따른 철도역사의 폐쇄 등은 해당 지자체와 국가 교통정책적인 고려 등의 복합적인 접근이 필요하기 때문에, 열차를 정차할 것인지 아니면 통과시킬 것인지만 결정하며, 해당 역사의 물리적인 시설에 대한 존폐여부는 고려하지 않았다.

도표 1. 정차역 설정의 기본방향

구분	모든열차 정차역	일부열차 정차역
새마을호	2003년도 새마을 정차역 중에서 일간 이용인원 10,000명 이상역	2003년 새마을, 무궁화 정차역 중 일간 이용인원 1,000명 이상역
무궁화호	2003년도 무궁화호 전열차 정차역	일간 이용인원 100명 이상역 중 지역특성고려 (출, 퇴근)
통근열차	2003년도 통일호 정차역	

주: 이용인원 기준은 고속철도 개통 이전의 경부선 철도역사의 실적을 근거로 작성

정차역 통과로 해당 정차역을 이용하던 수요는 인접역을 활용하거나 수단전환을 강요받게 되는 불이익을 받으며, 열차의 승차인원은 무정차 통과로 인해 시간절감 효과를 받을 수 있고, 운영자는 여행시간 감소로 인한 수요 증가와 정차역 감소로 인한 열차 운행비용의 절감효과를 얻을 수 있다. 그러므로 통과역의 선정은 이러한 ① 기존역 사용자, ② 통과수요, ③ 운영자의 불이익과 편익의 증가에 대한 Trade-Off를 고려하여 결정하여야 하지만, 본 연구에서는 단기적인 관점에서 정차역을 조정하는 것, 즉 엄밀한 의미에서는 주요 노선의 차종별 목표치를 설정하고 이를 충족하도록 정차역을 조정하는 것으로서 앞의 기준에서 제시한 역별 수송수요 실적만이 고려되었다.

『철도경영환경변화에 대비한 적자선/적자역 운영합리화 실행방안수립 연구』에서는 철도 경영정상화 대책의 일환으로서 적자선·적자역의 합리적 운영방안을 제시하는 방향으로 연구가 진행되었다. 즉, 운영체의 입장에서의 분석이며, 본 연구의 방향과는 거리가 있지만 적자역을 선정하는 방법 등에서 시사점을 얻을 수 있다.

적자역을 선정하기 위한 방법으로서, ① 역별 원가 및 수입을 추정한 후 역별 영업계수에 의한 방법, ② 역별 각종 자료에 대한 계량통계적 방법으로 군집분석(Cluster Analysis)에 의한 카테고리 분류방법, ③ 이상의 분석에서 도출된 적자역의 평균 1일 승하차인원 및 화물발착톤수를 기준으로 하여 그룹을 나눈 후 여객 및 화물취급실적에 의한 판단방법을 활용하였다. 이러한 방법에 의해서 세 가지 방법에 의한 분류 결과 모두 공통적으로 해당되는 적자역의 경우는 폐지대상으로 분류하였다. 즉, 본 연구가 추구하는 적자선 폐지는 보다 적극적인 정차역 조정의 방법으로도 볼 수 있다.

또한, 적자노선은 각 노선별 적자역의 분포정도를 감안하였고, 적자정도가 가장 심한 역부터 순차적으로 폐쇄해나갈 경우 노선의 영업계수의 호전 정도를 기준으로 하여 적자선을 판단하였다. 이 경우 해당 노선의 역 전체를 폐쇄한다고 하더라도 기준영업계수(100)이하로 호전되지 않을 경우 적자선으로 분류하였고, 해당노선의 전체역 중 3/4 이상이 폐쇄되는 경우까지도 적자선의 범주로 고려되어야 하는 것으로 보았다. 적자가 심한 역은 어떤 의미에서 수송실적이 저조한 역으로 해석이 될 수 있으며, 이를 순차적으로 폐쇄해 나간다는 것은 수송실적이 낮은 역부터 순차적으로 통과역으로 설정한다는 것으로도 해석할 수 있다. 즉, 본 연구에서도 수송수요가 저조한 역을 통과시키는 방식으로 접근하여 영업계수가 호전되는 정도를 파악한 것이다. 이러한 방식은 운영자의 입장을 대변하는 방식이라고 볼 수 있으며, 전체 교통시스템의 효율성은 충분히 고려되지 않은 것이다.

본 연구는 지금까지 적자역 및 적자노선 등에 대한 개념정의 또는 그 기준이 존재하지 않았던 현실에 비추어 볼 때, 나름대로 매우 유의미한 지표의 제공이라는 점과 앞으로 정부와 철도운영자간의 각종 정책적 판단 지표로서 활용이 가능함을 시사하였다. 그러나 실제 철도이용자와 지역주민 등을 대상으로 조사한 결과에서 보여주는 바와 같이, 적자역이나 적자노선이라고 하더라도 폐지에 대해서는 대다수가 적극적인 반대 입장을 표명하고 있어서 적자역 폐지 등 합리화방안을 추진하는 것은 현실적으로 매우 어려운 과

제이므로 보다 합리적인 대안발굴에 의한 보완연구가 필요함을 지적하였다.

3. 열차운행 및 수송수요 현황 분석

3.1 개요

현재³⁾ 우리나라에서 운행되고 있는 지역간 철도는 KTX, 새마을, 무궁화, 통근열차의 4개 차종이 운행하고 있다. 분석기간 중에 운행한 열차를 대상으로 하여 차종별, 시종착역별로 구분할 경우 총 203개의 운행 패턴을 가지고 있으며, 평균적으로 1일 1회 이상 운행하는 조건으로 한정할 경우 다음의 표와 같이 총 177개의 운행 패턴이 있는 것으로 분석된다.

도표 2. 차종별 열차운행 현황

항목	일반				고속	합계
	새마을	무궁화	통근열차	소계	KTX	
시종착 유형	24	104	33	161	16	177
운행빈도	67	294	134	495	135	629
공급좌석수	31,914	111,027	72,140	215,082	121,239	336,321
승차인원	30,033	151,340	24,324	205,697	77,336	283,033
공급차량수	605	1,567	561	2,733	2,415	5,148
총운행거리	25,874	74,507	8,337	108,719	50,738	159,457

주: 1) 2004.12.17-12.23 기간의 일주일 평균 자료
 2) 시종착 유형은 차종별로 열차의 시점역과 종점역의 유형
 3) 총운행거리는 열차의 운행거리 기준
 자료: 한국철도공사 Sagent Infomation Studio 자료를 재구성

차종별로는 무궁화의 운행 패턴이 가장 많은 104개의 유형을 가지고 있고, 통근열차, 새마을, KTX의 순이다. 운행 빈도에서도 무궁화가 1일 평균 294회로 가장 많이 운행하고 있으며, KTX, 통근열차, 새마을의 순서를 보이고 있다. 새마을과 무궁화는 시종착 유형별로 평균 2.8 열차가 투입되고 있으며, 통근열차는 4.0, KTX는 8.4개의 열차가 운행하고 있어 KTX의 운행패턴이 가장 단순한 것으로 분석된다. 공급좌석수는 KTX가 가장 많고, 무궁화, 통근열차, 새마을의 순서이다. 승차인원도 이와 같은 순서이지만, 승차율은 무궁화가 가장 높고 새마을, KTX, 통근열차의 순서를 보이고 있다. 무궁화의 운행횟수가 가장 많기 때문에 총운행거리가 가장 많은 수준을 보이고 있으며, KTX, 새마을, 통근열차의 순서를 보이고 있다. 차종별 평균운행거리는 새마을이 389km로서 가장 길고, KTX가 376km, 무궁화 253km, 통근열차 62km이며, 전체 차종의 평균은 253km이다. 차종별 정차역을 보면 KTX의 경우 KTX 전용역사인 광명, 천안아산역을 포함하여 21개역에 운행하고 있으며, 새마을은 82개역, 무궁화는 362개역, 통근열차는 161개역에 운행하고 있다. KTX가 운행하는 역은 전용역사와 행신역을 제외한 18개 역에 새마을, 무궁화가 동시에 운행하고 있으며, 새마을이 운행하는 82개역 모두 무궁화가 운행하고 있다. 무궁화 정차역 362개소 중에서 95개역이 통근열차가 운행하고 있으며, 통근열차만 운행하는 역은 66

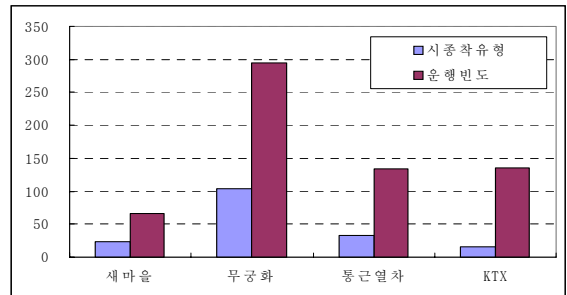


그림 1. 차종별 시종착 유형 및 운행빈도

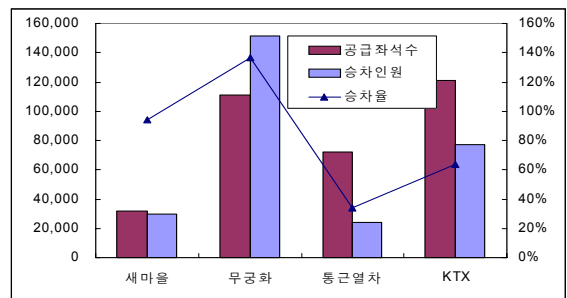


그림 2. 차종별 승차율 분석

3) 분석 시기는 2004년 12월 열차운행계획 변경 후 기준

개역이다. 즉, 주요 지역간 수송은 KTX와 새마을이 서비스하고 있으며, 무궁화가 KTX와 새마을을 보완하는 역할을 수행하고 있다. 통근열차는 무궁화가 서비스하지 못하는 지역을 담당하고 있다.

3.2 열차운행 현황 분석

3.2.1 KTX 시종착 유형 분석

KTX는 매일 정기적으로 운행하는 열차가 132회이고, 주말에 운행하는 열차가 경부축 8회, 호남축 2회이다. 본 분석에서는 매일 운행하는 132회에 대해서 분석하였다.

KTX의 시종착 유형은 경부축 8개, 호남축 8개로서 모두 16개 유형이다. 하행 기준으로 운행횟수는 서울-부산 구간이 1일 35회로 가장 많은 수준이며, 행신-부산 구간까지 포함한다면 37회가 되어 전체의 56%에 달한다.

전체 운행열차의 평균적인 운행거리는 376.8km이며, 가장 긴 운행거리는 행신-부산 구간으로서 423.2km이며, 서울-대전 구간의 159.8km가 가장 짧은 구간이다. 평균정차역수⁴⁾는 운행거리에 의해서 크게 영향을 받는데 평균적으로는 6.1개/열차이며, 서울-대전 구간은 4개역이고 목포-행신 구간의 경우 11개역에 달한다. 평균역간거리는 76.8km 수준이다.

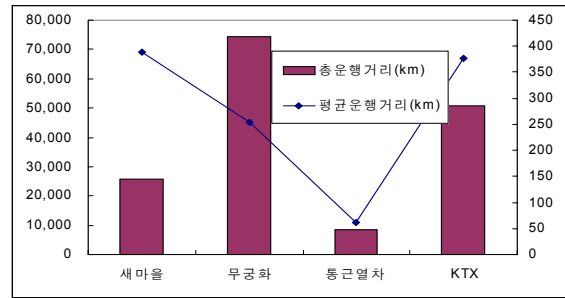


그림 3. 차종별 평균운행거리 분석

도표 3. KTX 시종착 유형별 운행 현황

순번	시발역	종착역	운행횟수	운행거리	평균정차역수	평균역간거리
1	서울	부산	35	408.5	5.7	87.7
2	부산	서울	35	408.5	5.6	88.8
3	서울	동대구	9	293.1	4.9	75.4
4	동대구	서울	9	293.1	4.9	75.4
5	용산	광주	9	349.6	7.6	53.3
6	광주	용산	9	349.6	7.0	58.3
7	용산	목포	7	404.4	8.3	55.5
8	목포	용산	7	404.4	8.3	55.5
9	행신	부산	2	423.2	5.0	105.8
10	부산	행신	2	423.2	7.0	70.5
11	서울	대전	2	159.8	4.0	53.3
12	대전	서울	2	159.8	4.0	53.3
13	목포	행신	1	422.3	8.0	60.3
14	행신	목포	1	422.3	6.0	84.5
15	행신	광주	1	367.5	6.0	73.5
16	광주	행신	1	367.5	11.0	36.8
전체 평균				376.8	6.1	76.8

3.2.2 KTX 열차별 운행 현황

KTX의 시종착 유형을 보다 세분화하여 열차별로 분석해 보자. 먼저 서울-부산 구간의 경우 9, 23호 열차가 시종착역을 포함하여 3개역을 운행하고 있으며, 평균역간거리는 204.3km이다. 시간대는 오전 10시와 오후 5시에 운행하고 있다. 서울-부산 구간의 고속철도 정차역인 8개역 모두에 정차하는 열차는 8대로서 역간거리는 58.4km 수준이다. 부산-서울 구간도 이와 유사한 패턴으로 운행하고 있다.

서울-동대구 구간의 경우 상하행 각각 1개 열차(4개역 정차)를 제외한 모든 열차가 5개역에 정차하는 패턴을 보이고 있으며, 서울-대전 구간은 상하행 모든 열차가 4개역에 정차하는 패턴이다. 경부선의 역간 평균거리의 최소값은 서울-대전 구간을 운행하는 열차의 53.3km 수준이다. 호남선으로 운행하는 열차는 고속철도 정차역이 경부선에 비해서 많기 때문에 1개 열차당 정차역수도 늘어나서 용산-목포를 운행하는

4) 정차역수는 시종착역을 포함한 값

205호 열차의 경우 가장 많은 12개역에 정차하여 평균역간거리는 36.8km 수준에 불과하다.

KTX 열차별 운행 현황의 한가지 특징으로는 시종착역만을 운행하는 열차가 없다는 것이다. 호남선의 경우 절대적인 열차운행횟수가 적고 정차대상역은 많기 때문에 시종착역간의 직통 운행은 효율성이 떨어질 수 있지만 서울-부산 구간의 경우에는 서울-부산간 직통 운행도 충분히 수요를 확보할 수 있다면 고려해볼 수 있을 것이다.

3.2.3 KTX 정차역별 일평균 정차횟수 분석

KTX 정차역별 일평균 정차횟수를 보면 고속철도 정차대상역 21개역에 1일 정차하는 빈도는 총 800회이며, 이 중에서 경부선의 출발역인 서울역이 96회로 가장 많고, 대전역과 동대구역이 92회, 광명역, 부산역, 천안아산역의 순서이다. 부산역이 광명역에 비해서 정차횟수가 적은 것은 광명역은 호남선으로 운행하는 열차도 정차한다는 점과 광명역의 성장성을 목표로 의도적으로 정차횟수를 확대한 점이 작용한 것이다. 호남선의 경우 용산역과 서대전역, 익산역이 모든 열차가 정차하여 1일 36회 수준이며, 2004년 10월15일부터 서비스가 시작된 두계역이 6회로 가장 적다.

도표 4. KTX 정차역별 일평균 정차횟수

역명	정차횟수	역명	정차횟수	역명	정차횟수	역명	정차횟수
서울	96	구포	37	광주	20	나주	8
대전	92	서대전	36	목포	16	행신	8
동대구	92	용산	36	송정리	16	두계	6
광명	86	익산	36	김제	12	합계	800
부산	74	밀양	24	논산	12		
천안아산	58	정읍	23	장성	12		

주: 정차횟수에는 시발역, 종착역 포함

3.2.4 KTX 정차역간 서비스 분석

KTX 정차역 21개역의 O/D간 서비스횟수(총 2,285회)를 살펴보면 서울↔동대구, 서울↔대전간에 서비스되는 열차수가 46회로 가장 많은 수준이며, 대전↔동대구 구간이 44회, 서울↔부산, 동대구↔부산 구간이 37회, 대전↔부산 구간이 35회의 순서로서 경부축의 주요 대도시인 서울, 대전, 동대구, 부산역간의 6개 O/D에 서비스가 집중되어 있다. 이외에도 광명, 천안아산역과 경부축의 주요 도시간의 운행빈도도 상위에 위치하고 있으며, 반대로 1일 1회만 서비스되는 구간도 25개로서 주로 행신역과 호남선 구간의 역에 집중되어 있다.

3.2.5 KTX 수송수요 분석

도표 5는 KTX가 정차하는 역 중에서 정차횟수가 많은 순서로 정리한 것이다. 해당역사의 승하차수요와 순위, 1회 정차시의 평균적인 승하차수요와 순위에 대해서도 분석하였다. 서울역의 경우 정차횟수, 승하차수요, 열차당 승하차수요에서 다른 역들에 비해서 매우 높은 수준을 보이고 있다. 동대구역의 경우 승하차수요는 정차횟수의 순위와 동일하지만 열차당 승하차수요는 부산역에 못 미치는 것으로 분석되었다. 즉, 서울역과 부산역은 시종착역으로서 중간 정차역에 비해서 열차당 승하차수요가 높은 것으로 분석되었다. 이러한 현상은 대전역과 용산역의 관계에서도 확인된다.

정차횟수에 비해서 승하차수요가 저조한 역⁵⁾들은 대전, 광명, 서대전, 익산, 정읍, 김제, 장성역인 것으로 분석되었으며, 정차횟수에 비해서 수송수요가 높은 역⁶⁾들은 광주, 용산, 행신, 부산역인 것으로 분석되었으나, 대전역과 광명, 부산, 용산, 광주역을 제외한 역들의 경우에는 수송수요가 매우 낮은 값을 가지기 때문에 의미를 부여하기는 힘들다. 보다 의미가 있는 값은 정차횟수와 열차당 승하차수요를 비교하는 것이다. 비슷한 방법으로 정차횟수에 비해서 열차당 승하차수요가 저조한 역은 정읍, 광명, 장성, 김제, 익산, 서대전, 대전, 천안아산역인 것으로 분석되었고, 반대의 경우는 광주, 목포, 용산, 행신, 부산, 나주, 두계역인 것으로 분석되었다. 이러한 결과가 의미하는 것은 정차횟수에 비해서 열차당 승하차

5) 정차횟수의 순위와 비교해서 승하차수요의 순위가 2순위 이상 떨어지는 경우

6) 정차횟수의 순위와 비교해서 승하차수요의 순위가 2순위 이상 높아지는 경우

수요가 저조한 역들은 수송수요에 비해 정차횟수가 많은 것이고, 반대의 경우는 수송수요에 비해서 정차횟수가 적은 것이다.

이 중에서 시종착역은 조정이 거의 불가능하지만 중간 정차역의 경우는 일부 조정이 가능할 것으로 판단된다. 위에서 언급된 수요에 비해서 정차횟수가 많은 역 중에서 시종착역을 제외하고 특히 문제가 될 수 있는 역으로는 광명역과 정읍역이며, 그 반대의 경우는 나주, 두계역인 것으로 분석된다. 이러한 분석 결과를 바로 적용할 수는 없겠지만 현재의 수요를 기준으로 열차운영계획을 효율화한다면 본 분석의 결과로 미루어 볼 때 광명역과 정읍역의 정차횟수는 줄어 들고, 나주, 두계역은 늘어날 가능성이 높다.

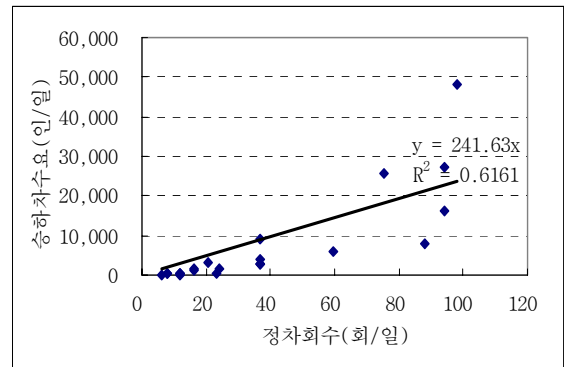


그림 4. KTX 정차횟수와 승하차수요의 관계

도표 5. 역별 정차횟수와 수송수요 분석 (KTX)

단위: 회/일, 인/일

역명	정차횟수		승하차수요		열차당 수요		지표	
		순위(A)		순위(B)		순위(C)	A-B	A-C
서울	98.3	1	48,259	1	491	1	0	0
동대구	94.3	2	27,151	2	288	3	0	-1
대전	94.3	2	16,379	4	174	5	-2	-3
광명	88.0	4	7,952	6	90	10	-2	-6
부산	75.1	5	25,637	3	341	2	2	3
천안아산	59.7	6	5,821	7	97	9	-1	-3
구포	37.0	7	3,823	8	103	7	-1	0
용산	36.6	8	9,095	5	249	4	3	4
서대전	36.6	8	2,873	10	79	11	-2	-3
익산	36.6	8	2,572	11	70	12	-3	-4
밀양	24.0	11	1,660	12	69	13	-1	-2
정읍	23.3	12	478	15	21	19	-3	-7
광주	20.6	13	3,284	9	160	6	4	7
목포	16.0	14	1,635	13	102	8	1	6
송정리	16.0	14	1,001	14	63	14	0	0
논산	12.0	16	278	17	23	17	-1	-1
김제	12.0	16	198	19	17	20	-3	-4
장성	12.0	16	157	20	13	21	-4	-5
행신	8.0	19	283	16	35	15	3	4
나주	8.0	19	229	18	29	16	1	3
두계	6.0	21	138	21	23	18	0	3

도표 6은 KTX의 운행횟수당 수송수요가 많은 순서로 상위 82개역에 대해서 정리한 것이다. KTX의 경우 서울↔부산, 서울↔동대구, 용산↔광주의 단위 운행횟수당 수송수요가 100명 이상으로 높은 것으로 분석되었다. 특히, 서울↔부산과 서울↔동대구 구간은 특히 높은 수요를 보이고 있는데, 서울-동대구-부산을 운행하는 열차의 빈도를 높이는 근거가 될 수 있다.

역간 운행횟수가 많을수록 이용수요도 증가하는 양상을 보이고 있어, 수송수요가 많은 지역에 보다 많은 서비스가 제공되고 있다. 그러나 운행횟수와 1열차당 수송수요와의 관계는 없는 것으로 보인다. 즉, 특정 구간에 열차운행횟수가 많다 하더라도 이것이 열차당 수송수요가 높다는 것을 의미하지는 않는다.

도표 6. KTX 역간 수요 분석 결과

단위: 회, 인/일, 인/회

출발역	도착역	운행횟수	수송수요	회당수요	출발역	도착역	운행횟수	수송수요	회당수요
서울	부산	37.3	8,251	221	논산	용산	6.0	113	19
부산	서울	37.3	7,947	213	동대구	천안아산	20.6	386	19
서울	동대구	46.6	8,828	190	광명	대전	30.4	561	18
동대구	서울	46.6	8,789	189	대전	광명	30.3	558	18
광주	용산	10.1	1,274	126	동대구	행신	2.0	35	18
용산	광주	10.1	1,134	112	행신	부산	2.0	35	17
대전	서울	46.6	4,394	94	행신	동대구	2.0	34	17
서울	대전	46.6	4,066	87	대전	구포	18.0	290	16
목포	용산	8.0	573	72	광명	목포	5.0	79	16
용산	목포	8.0	520	65	용산	두계	3.0	47	16
서울	천안아산	21.3	1,309	62	구포	광명	17.0	254	15
천안아산	서울	22.6	1,337	59	용산	논산	6.0	88	15
서울	구포	18.0	1,036	58	구포	대전	19.0	275	14
익산	용산	18.1	1,018	56	광명	구포	18.0	258	14
밀양	서울	12.0	654	55	정읍	용산	12.1	172	14
광명	부산	19.1	1,025	54	천안아산	용산	8.0	112	14
서대전	용산	18.1	968	53	동대구	구포	18.0	246	14
구포	서울	19.0	1,010	53	용산	정읍	11.0	140	13
부산	광명	19.0	985	52	구포	동대구	19.0	239	13
용산	서대전	18.1	850	47	김제	용산	6.0	74	12
대전	부산	35.3	1,639	46	목포	광명	6.0	73	12
용산	익산	18.1	831	46	광명	서대전	13.1	152	12
서울	밀양	12.0	546	46	천안아산	대전	21.3	239	11
송정리	용산	8.0	357	45	광명	송정리	5.0	55	11
동대구	광명	28.3	1,221	43	서대전	광주	10.1	110	11
동대구	부산	37.3	1,600	43	장성	용산	6.0	65	11
광명	동대구	28.4	1,219	43	광주	서대전	10.1	109	11
부산	동대구	37.3	1,592	43	목포	서대전	8.0	85	11
천안아산	부산	11.0	468	43	서대전	광명	13.1	139	11
부산	대전	35.3	1,474	42	천안아산	구포	9.0	95	11
용산	송정리	8.0	309	39	송정리	광명	6.0	62	10
부산	천안아산	12.3	466	38	용산	김제	6.0	61	10
대전	동대구	44.6	1,279	29	서대전	목포	8.0	81	10
동대구	대전	44.6	1,215	27	용산	천안아산	7.0	69	10
광명	광주	8.1	208	26	대전	천안아산	22.6	218	10
두계	용산	3.0	76	25	익산	광명	13.1	124	9
나주	용산	4.0	100	25	행신	광주	1.0	9	9
광주	광명	7.1	173	24	대전	행신	2.0	18	9
천안아산	동대구	19.3	445	23	용산	장성	6.0	53	9
부산	행신	2.0	44	22	광주	행신	1.0	9	9
용산	나주	4.0	76	19	구포	천안아산	11.0	94	9

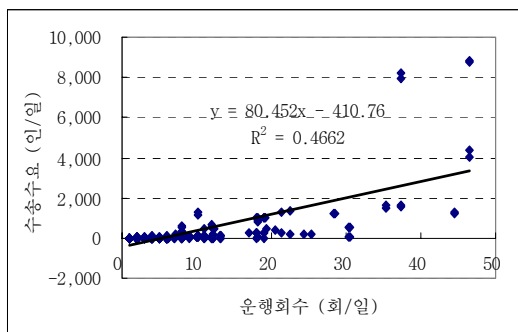


그림 5. 역간 운행횟수와 역 이용수요의 관계 (KTX)

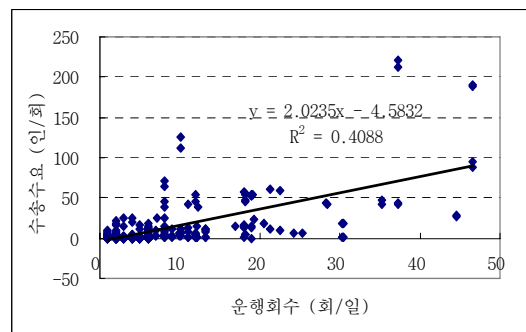


그림 6. 역간 운행횟수와 정차횟수당 수송수요 (KTX)

4. 영향인자 및 효과척도

4.1 영향인자 분석

철도역 정차횟수 산정에 영향을 주는 인자로는 정차역 또는 정차횟수 변화에 따른 수입과 비용을 고려하느냐에 따라서 운영자 관점과 이용자 관점에서 살펴볼 수 있을 것이다. 운영자 측면에서는 열차운영계획의 변동에 따른 수입과 비용에 보다 많은 관심이 있을 것이다. 본 분석에서는 수입과 비용의 변화는 현 시점에서의 기초자료의 취득이 용이하지 않으므로 고려하지 않는다.

어떤 특정역에 정차를 결정함으로써 발생할 수 있는 정의 효과와 부의 효과에 대한 분석이 필요하다. 먼저, 역 통과로 인해서 얻을 수 있는 정의 효과로는 역을 통과함으로써 전체 통행시간을 절감할 수 있다는 것이다. 예를 든다면 역에 정차함으로써 발생하는 제동시간과 정차에 따른 여객취급시간, 가속시간 등을 원천적으로 차단할 수 있다는 것이다. 이러한 효과는 운행하는 차종의 속도와의 밀접한 관련이 있다. 또한, 전체 통행시간이 절감됨으로써 타 교통수단과의 경쟁력 강화로 인한 수송수요의 증가도 예상할 수 있다. 또한, 열차 가감속에 따른 열차운영비의 절감도 기대할 수 있다. 그리고 주요 여객취급의 거점을 중심으로 운영함으로써 여객취급의 거점화도 가능하다.

역 통과로 인한 부의 효과로는 통과역에서의 직접적인 수송수요의 감소가 발생할 수 있고, 역 통과로 인한 사회적인 부정적 영향(철도에 대한 부정적인 이미지, 철도의 공익성 문제, 대체교통수단이 없는 경우 해당지역 주민들의 반발) 등이 발생할 수 있다.

열차운영계획을 변경함에 있어 고려해야 될 요소로는 해당역의 이용자 규모의 추이(시간대별, 일별, 계절별, 장기적인 관점에서의 증가 또는 감소추세, 주변지역의 개발계획과 관련된 신규수요의 발생 가능성 등), 인접역사와의 지리적인 위치, 타 교통수단과의 경쟁력 정도, 해당역사에 대한 지역주민들의 철도 서비스에 대한 희망 등이 해당될 수 있다.

결국, 이러한 모든 인자들은 수송수요와 밀접한 관련을 가지고 있다. 따라서 철도역의 정차횟수 산정 시에는 정량화가 가능한 측면에서는 먼저 수송수요를 우선적으로 고려하고, 운영자 측면에서는 수송수요와 수익을 고려해야 하는 것이 일반적이다. 기타 추가적인 정차역 고려는 별도로 반영하는 것이 타당하다. 따라서 본 연구에서는 수송수요를 고려할 경우의 정차횟수 산정에 영향을 주는 요소에 대해서 분석한다. 운영자의 수익을 고려하는 부분은 현재까지 취득할 수 있는 자료로는 한계가 있으므로 향후과제로 남겨둔다.

먼저, 현재의 열차운영계획 하에서의 기준이 되는 수송수요에 대한 정립이 필요하다. 일반적으로 수송수요는 예측되는 것이 일반적이지만 기준이 되는 수요는 실적자료로도 대체가 가능하다. 기준이 되는 수요는 열차운영계획의 변화에 따라서 새롭게 예측될 필요가 있으며, 이러한 과정은 반복작업이 필요하다. 즉, 먼저 기준이 되는 수송수요가 확정되고, 확정된 수요를 처리하는 전략에 의해서 현재의 열차운영계획이 변동되고, 변동된 열차운영계획에 의해서 새로이 수요가 예측되고, 새롭게 예측된 수요를 처리하기 위한 열차운영계획이 변동되는 상황이 반복되는 작업이 필요하다. 열차운영계획이 변동됨에 따라서 고려해야 될 주요 인자로는 정차빈도, 통행시간, 공급좌석수 등이 있다. 또한, 수요를 처리하는 전략과 관련된 인자로는 총수송수요, 총통행시간, 수송수입, 운행비용 등이 고려될 수 있다.

이 외에도 지자체의 정차횟수 증가에 대한 요구, 정차횟수 축소에 대한 지역의 반발, 철도의 공익적인 역할 등의 요소가 많겠지만 이러한 요인들은 수송수요와 직접적인 관련성을 찾기가 곤란하므로 제외한다.

4.2 효과척도

열차운영계획의 변경으로 인한 철도수요에 영향을 주는 요소에 대해서 살펴보았다. 앞에서 살펴본 바와 같이 정차빈도, 역 통과에 따른 열차통행시간의 변화 등에 의해서 수요는 영향을 받을 수 있다. 따라서 이러한 부분에 대한 수요의 조정이 완벽하게 이루어진 후에 열차운영계획에 대한 분석이 되어야 한다. 향후 연구에서는 이러한 부분에 대한 명확한 탄력도 분석이 선행되어야 한다.

제시된 수송수요를 근거로 하여 열차운영계획을 작성할 때 어떠한 관점에서 수송수요를 처리할 것인지에 관심을 둔다면, 먼저 전체적인 이용자의 관점에서 보자면 예측된 수송수요를 최대한 수용하는 방향으로 정차역을 설정하는 것을 우선적으로 고려할 수 있다. 본 연구에서의 사례분석은 이러한 관점에서 접

근한 것이다. 그러나 모든 수요를 충족하기 위해서는 열차운영계획상의 비효율성이 작용할 수 있다. 즉, 열차별로 승차율이 크게 떨어지는 경우가 발생할 수 있다는 것이다. 이러한 문제를 해소하기 위해서는 어느 수준까지 예측된 수요를 고려할 것인지에 대한 분석이 필요하다. 즉, 효율적인 열차운영계획을 수립하기 위해서 버려지는 수요도 고려해야 한다는 것이다. 어느 수준이 적정 수준인가에 대한 연구도 향후 수행되어야 할 것이다.

또한, 운영자의 관점에서 본다면 수송수요를 최대화하는 전략 이외에도 운행비용을 고려하여 영업수지가 맞지 않는 역에서의 정차는 최대한 줄일 수 있도록 비용과 수요를 동시에 고려하는 방법, 즉 수익을 최대화하는 전략도 고려될 수 있을 것이다. 즉, 이러한 관점에서의 분석은 운영자가 가장 관심을 가지는 부분이기기는 하지만 현 시점에서는 자료의 미비로 인하여 향후 연구과제로 남겨둔다.

5. 사례 분석

분석 자료는 평일과 주말에 대하여 각각 분석하기 위해서 2004년 12월19일(일요일)과 12월22일(수요일)의 KTX에 대해서 분석한다. 열차의 시종착역은 현재 운행하고 있는 시종착역이 그대로 유지된다는 가정하에 분석하였다. 따라서 시종착역간 직통운행은 고려하지 않는다. 기초자료를 분석하여 2시간 단위의 시간대별 역간 O/D를 도출하고, 인접역간 통행시간을 산출하였다. 인접역간 통행시간은 직통 운행하는 경우로 산정하였고, 중간에 정차하는 경우에는 정차시간과 가감속에 따른 손실시간이 고려되도록 하였다.

목적함수는 주어진 수요를 모두 충족하면서, 전체 이용수요의 총 통행시간을 최소화하는 관점에서 분석하였다. 또한, 동일한 시간대에 존재하는 수요는 모두 전이가 되는 것으로 가정하였으며, 열차의 최대 구간승차율은 현재의 수치를 고려하여 설정하였다. 본 연구에서는 목적함수로서 전체 이용수요의 총 통행시간을 최소화하였지만, 이 외에도 관련 자료만 보완된다면 운행비용 최소화 관점에서도 접근이 가능하며, 비용과 수입을 고려한 수익 극대화도 고려해 볼 수 있다. 또한, 예측된 수송수요의 처리도 100% 모두 수용하는 방안으로 고려하였지만, 이 부분도 열차운영의 효율성을 위해서 전체수요의 일부분만을 고려하는 것도 하나의 방법이다. 실제 적용시에는 본 분석에 의해서 도출된 새로운 열차운영계획을 현실에 맞게 방향별 열차수 조정 등의 과정을 거치고, 최종 확정된 열차운영계획에 따른 수요의 재예측과 열차운영계획의 조정 등을 반복적으로 수행하여야 하며, 이러한 반복 수행은 특정 오차범위 내에 들어올 때까지 계속해야 한다.

분석 결과 현재의 수요를 모두 처리할 수 있도록 열차를 설정할 경우 평일(수요일) 하행의 경우 총 51개의 열차가 필요한 것으로 분석되었다. 평일 상행의 결과도 하행과 마찬가지로 51개의 열차가 필요한 것으로 분석되었으며, 이 결과는 현재의 열차운행횟수인 방향별 66개 열차의 77% 수준이다. 즉, 평일의 경우 현재 운행하는 열차의 77% 수준으로도 동일한 수요를 처리할 수 있는 것으로 분석되었다. 주말(일요일)의 경우 하행은 62회, 상행은 70회의 열차가 필요한 것으로 분석되어 방향별로 편차가 발생하였으나 실제 운행현황을 보면 방향별 편차가 없으므로 이 단계에서 방향별 조정이 필요하다.

역별 정차횟수 및 수송수요 변화를 보면 경부선의 경우 1회 정차횟수에 대한 수송수요가 증가하는 것으로 분석되었다. 이러한 결과는 전체 이용수요는 동일한 상황에서 정차횟수는 감소하였기 때문에 당연한 결과이다. 호남선의 경우는 현재와 비슷하거나 조금 낮은 수준을 보이고 있다. 즉, 본 분석결과에 따르면 경부선의 수송 효율은 높아지고, 호남선의 수송 효율은 낮아지는 것으로 분석되었다. 이러한 결과의 원인으로서는 분석단위가 2시간이고, 동일한 분석단위에서는 수요가 자유롭게 전이되는 것으로 가정하였고, 수송수요가 많은 경부선은 열차의 운행빈도를 낮추더라도 승차율이 증가하는 방향으로 결과가 도출되었기 때문이다. 동일한 시간대에서 수요가 자유롭게 전이가 가능하다는 가정에 대한 검증도 필요한 것으로 판단된다. 일요일의 분석 결과는 조금 다른 양상을 보여주고 있다. 경부선의 부산역의 경우 정차횟수가 더 늘어나서 1회 정차횟수에 대한 수송수요는 더 낮아지는 것으로 분석되었는데, 이러한 원인으로서는 상행의 수요가 많고, 하행의 수요가 낮은 수송수요의 방향별 편차 때문으로 판단된다.

도표 7. 역별 정차횟수 및 수송수요 변화 비교

역명	수요일					일요일				
	수송수요 (A)	정차횟수(B)		B/A		수송수요 (A)	정차횟수(B)		B/A	
		현행	분석	현행	분석		현행	분석	현행	분석
서울	40,603	96	65	423	625	57,494	104	93	553	618
동대구	22,315	92	65	243	343	35,728	100	93	357	384
부산	20,734	74	64	280	324	34,144	78	90	438	379
대전	14,172	92	34	154	417	18,960	100	40	190	474
용산	6,241	36	37	173	169	13,931	38	39	367	357
광명	6,534	86	50	76	131	11,125	93	58	120	192
천안아산	4,808	58	36	83	134	7,030	64	41	110	171
구포	3,059	37	34	83	90	4,792	37	35	130	137
광주	2,333	20	20	117	117	5,193	22	21	236	247
서대전	2,021	36	37	56	55	4,208	38	39	111	108
익산	1,739	36	37	48	47	3,928	38	39	103	101
밀양	1,408	24	26	59	54	2,055	24	32	86	64
목포	1,292	16	17	81	76	2,289	16	18	143	127
송정리	744	16	17	47	44	1,497	16	18	94	83
정읍	341	23	28	15	12	882	24	28	37	32
논산	155	12	19	13	8	437	12	18	36	24
나주	141	8	11	18	13	402	8	12	50	34
김제	158	12	15	13	11	310	12	18	26	17
장성	98	12	17	8	6	247	12	21	21	12
두계	87	6	6	15	15	182	6	7	30	26
합계	128,983	792	635	163	203	204,834	842	760	243	270

6. 결론

지역간 철도에서 차종별 정차횟수 산정은 매우 중요한 과제이며, 항상 이슈가 되고 있는 문제이다. 현재 철도 운영체는 명확한 논리적 근거가 부족한 상태에서 각 지역의 민원, 현재까지의 운행실적 등을 근거로 하여 필요할 때마다 열차운영계획을 수립하고 있는 실정이며, 각 지자체의 추가역 설치 또는 정차횟수 증대 요구에 대하여 적절한 대응이 미흡한 실정이다. 본 연구에서는 철도역 정차횟수 선정에 영향을 줄 수 있는 요인들에 대한 분석과 정차에 가장 큰 영향을 주는 요소인 수송수요를 근거로 하여 예정된 정차역을 대상으로 하여 적정 정차횟수를 설정하는 방법에 대한 분석을 하였다.

정차횟수 산정에 영향을 주는 주요한 요인은 정차역이 입지한 물리적인 위치, 역 주변 역세권의 인구 등 각종 사회지표와 토지이용 등 다양한 요소가 작용할 수 있지만 이러한 모든 요인이 복합적으로 작용하여 나타나는 것을 수송수요로 정의하고, 정차횟수 변화에 따라 수요에 영향을 줄 수 있는 요인들에 대해서 분석하였다. 기존의 정차역을 폐지하거나 신설하는 것은 논리적으로 풀 수 있는 문제는 아니며, 이것은 역 통과에 따른 지역의 민원에 가장 먼저 직면하게 될 것이며, 대체 교통수단이 없는 경우에는 이동권 보장과도 관련된다. 따라서 본 연구에서는 정차역을 신규로 건설하거나 또는 폐지하는 것은 별도의 연구로 분류하여 다루지 않으며, 현재의 철도정차역의 정차빈도에 대해서 관심을 두었다.

현재 운행되고 있는 지역간 철도 중에서 KTX의 열차운행 현황에 대한 분석은 차종별 시종착 유형, 열차별 운행 실태, 정차역별 일평균 정차횟수, 정차역간 운행횟수에 대한 분석을 수행하였다. 또한, 열차운행 현황과 수송수요와의 관계를 파악하기 위하여 역별 승하차 수요의 분석과 역간 수요에 대한 분석을 수행하였다. 수송수요에 영향을 주는 요소로서 열차운영계획의 변화와 관련된 각종 요인들에 대한 분석과 수송수요에 미치는 영향에 대한 검토를 수행하였으며, 열차운영계획을 수립함에 있어 KTX에 대해서 현재의 수송수요를 최대한 수용하는 입장에서의 사례분석을 수행하여 그 결과를 제시하였다. 본 연구에서의 결과를 당장 적용하기에는 무리가 있지만, 향후 여러 요인들에 대한 연구를 위한 기초자료로는 활용이 가능할 것이다.

정차의 문제는 수송수요와 밀접한 관련이 있으며, 수송수요는 여러 독립변수에 의해서 영향을 받게

된다. 즉, 역별 이용자수는 해당역의 정차빈도와도 밀접한 관련을 가지고 있으며, 역 통과에 따른 통행시간 절감으로 인해서 타수단에서 전환되는 수요와 역 통과에 따른 해당역의 이용자수 감소 등이 복합적으로 발생하게 된다. 또한, 정차역 선정은 타수단과의 경쟁도 고려되어야 하고, 효율적인 열차운행을 위해서는 적정 정차역간 거리도 확보되어야 할 것이다. 또한, 운영자의 입장에서는 이용자수 변화에 따른 수입의 변화와 열차운행비용의 변화 등도 고려대상이 될 수 있다. 이러한 모든 요인들에 대한 분석은 많은 시간과 비용을 필요로 하는 것으로서 앞으로도 이와 관련된 지속적인 연구가 필요하다.

참고문헌

1. 한국철도기술연구원 (2005년), “지역간 철도정차역 선정기준에 관한 기초 연구”
2. 한국철도기술연구원 (2000년), “기존선 전철화에 따른 중장거리 전기차량 운행방안 연구”
3. 한국철도기술연구원 (2004년), “철도영업정책 효율성 향상방안 연구”
4. 교통개발연구원 (2004년), “철도경영환경변화에 대비한 적자선/적자역 운영합리화 실행방안수립 연구”