

■ 論 文 ■

지역간 철도역의 열차운행체계 연구

Train Service Analysis of Intercity Rail Station

이 진 선

(우송대학교 철도경영학부 조교수)

김 경 태

(한국철도기술연구원 선임연구원)

박 범 환

(한국철도대학 철도경영정보과 전임강사)

목 차

- | | |
|------------------------|-----------------|
| I. 서론 | IV. 영향인자 및 효과측도 |
| II. 이론적 고찰 | V. 사례분석 |
| III. 열차운행 및 수송수요 현황 분석 | VI. 결론 |
| 1. 개요 | 참고문헌 |
| 2. 열차운행 현황 분석 | |

Key Words : 정차역, 지역간 철도통행, 역별 정차횟수, 차종별 정차횟수, 승하차 수송수요
 station, intercity rail trip, station stopping schedule, rail transit stopping schedule, ridership

요 약

지역간 철도역을 운행하는 열차운행계획 또는 열차 정차횟수에 대한 논리는 매우 중요한 문제이다. 현재까지 철도운영회사는 지역의 민원, 통행패턴, 현재까지의 운행실적 등을 근거로 하여 필요할 때마다 열차운행계획을 수립하고 있으며, 각 지방자치단체의 추가역 설치 또는 정차횟수 증대 요구에 대하여 적절한 대응이 미흡하였다. 본 연구에서는 철도역 정차횟수 선정에 영향을 줄 수 있는 요인들에 대한 분석과 정차에 가장 큰 영향을 주는 요소인 수송수요를 근거로 하여 예정된 정차역을 대상으로 적정 정차횟수를 설정하는 방법에 대해 분석하고자 하였다. 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 타 교통수단에서 전환되는 수요와 역 통과에 따른 해당역의 이용자수 감소 등이 복합적으로 발생하게 된다. 정차역 선정은 먼저 전체적인 이용자의 관점에서 예측된 수송수요를 최대한 수용하는 방향으로 정차역을 설정하는 것을 우선적으로 고려하였으며, 역별 정차횟수를 기준으로 적정 열차운행계획을 설정하고자 하였다. 향후 연구과제로는 운영자의 관점에서 수송수요를 최대화하는 전략 이외에도 운행비용을 고려하여 수익을 최대화하는 전략 방안의 연구가 필요하다고 본다.

This paper investigates the rail service patterns by train class. The emphasis in intercity rail planning is to more efficiently use of existing station facilities. Rail transit operations are affected by the system layout and ridership patterns and by work rules. Operations are also influenced by past practices and the institutional setting. Main factors to decide train service patterns are the location, socioeconomic characteristics, land use and travel demand of the station. In this context, the travel demand of intercity rail station is of crucial significance. Tests on a KTX case shows that train service frequency can be efficiently decreased in weekday to transport the same passenger demand. The work has shown many subjects that need further research including various factors influencing on train frequency. This study serves the railroad authorities in planning and determining business strategy in the increasingly competitive environment of regional rail transport.

I. 서론

지역간 철도통행에서 각 정착역별로 정착횟수를 산정하는 문제는 논란이 되어 왔으나 현재까지 지역간 철도역의 정착횟수 산정 기준에 대한 명확한 논리적 근거는 부족하다. 이러한 상황에서 철도운영회사는 여러 민원이나 현재까지의 운행실적 등을 근거로 하여 필요에 의해 열차운행계획을 수립하고 있는 실정이며, 각 지방자치단체의 추가역 설치 또는 정착횟수 증대 요구에 대하여 적절한 대응이 미흡한 면이 있다. 실제로 지역간 철도의 정착횟수 산정은 열차운행계획으로 구현되며, 열차운행계획은 주로 과거의 열차운행, 수송실적, 장래 예견되는 수송수요를 근거로 하여 설정하게 된다. 따라서 정착횟수 설정에 영향을 주는 주요한 요인은 정착역이 입지한 물리적인 위치, 역 주변 역세권의 인구 등 각종 사회경제지표와 토지이용 등 다양한 요소가 작용할 수 있지만 이러한 모든 요인이 복합적으로 작용하여 나타나는 것이 수송수요로서 정의된다.

현재 철도역의 열차운행계획을 수립하기 위한 정착횟수 산정은 민원, 지자체의 요구 등에 의한 특별한 경우를 제외한다면 수송수요에 의해서 결정된다고 할 수 있다. 즉, 철도역의 정착횟수 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 및 감소 추세를 대한 분석과 주변 지역의 토지이용에 따른 이용자수 변화 등에 대한 분석이 필요하다. 본 연구에서는 기존 정착역은 이미 정해져 있는 것으로 보고, 현재의 지역간 철도역의 정착횟수의 타당성에 대한 분석을 시행하고자 한다.

정차의 문제는 수송수요와 밀접한 관련이 있으며, 수송수요는 여러 변수에 의해서 영향을 받게 된다. 즉, 역별 이용자수는 해당역의 정착빈도와도 밀접한 관련을 가지고 있으며, 역 통과에 따른 통행시간 절감으로 인해서 타 교통수단에서 전환되는 수요와 역 통과에 따른 해당역의 이용자수 감소 등이 복합적으로 작용하게 된다. 운영자의 입장에서는 이용자수 변화에 따른 수입의 변화와 열차운행비용의 변화 등도 고려대상이 될 수 있다. 정차

역 선정은 타 교통수단과의 경쟁도 고려되어야 하고, 효율적인 열차운행을 위한 적정 정착역간 거리도 확보되어야 할 것이다. 따라서 본 연구는 철도역의 정착횟수 산정에 가장 중요한 요소로 작용하는 수송수요를 대상으로 하여, 역별 정착횟수를 기준으로 적정 열차운행계획을 설정하는 방향을 제시하고자 한다. 기존 열차운행패턴은 가변적이고, 여건 변화와 과거의 운행실적 등을 참고하여 지속적으로 보완해 나가야 한다는 점에서 현재의 정착횟수와 열차운행에 대한 분석이 요구된다.

II. 이론적 고찰

기존 연구는 주로 지역간 철도계획 관련 연구와 철도 정착역의 선정과 관련된 연구 중심으로 이루어졌다. 지역간 철도계획 연구는 계획적인 연구에 있어 도시를 통과하는 지역간 철도시설의 효과적인 정비방안을 다룬 「지역간 철도의 도심통과구간 개선방안」이 있고, 운영적인 연구에 있어서는 모형분석 접근을 통한 「정수계획모형을 이용한 지역간 철도운영체계 개발과 평가」, 지역간 철도통행을 위한 용량증대 방안을 연구한 「지역간 철도 선로용량 관리를 위한 지표개발 연구」 및 「지역간 통행의 효율성 제고를 위한 고속철도 이용증대방안 연구」 등이 있다. 철도 정착역 선정과 관련된 연구는 주로 수송수요에 근거하여 일정한 기준에 의해서 정착역을 선정¹⁾하거나, 역별 영업실적을 근거로 하여 적자역 운영합리화²⁾ 측면으로 접근하였다.

「기존선 전철화에 따른 중장거리 전기차량 운행방안 연구」에서는 역별 이용수요, 현재의 열차운행계획, 정착역간 거리, 교통 네트워크상의 입지 등을 고려하여 정착역을 선정하였으며, 정착역 선정의 기본 원칙은 다음과 같다.

- ① 기존 역사 활용 및 부지확보 이점을 고려하여 기존 선 정착역에 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 환승역을 선정
- ③ 운행속도 향상 및 이용객 편의 증진을 고려, 정착역간 적정거리 유지가능한 역을 선정

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

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

- ④ 구간 시종점역과 구간 승하차수요의 일정수준 이상을 포함할 수 있는 역을 선정하고, 전체 승하차 수요에 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 기존 일반철도 운행시간 증가에 따른 민원 해결 차원에서 일반철도 정차역을 조정하였다. 즉, 고속철도 운행으로 인한 일반열차 운행체계 조정으로 기존 통일호가 폐지되고 KTX와 일반열차의 연계 운행 및 일반열차 정차역의 증가로 통행시간의 대폭적 증가가 발생하였으며, 종별로 차이가 있지만 서울~부산 구간의 새마을호가 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 하였다.

정차역 설정의 기본방향은 경부선 새마을호 4시간 30~40분대, 무궁화호 5시간 20~30분대로, 호남, 전라, 장항선은 고속철도 개통 이전의 운행시간으로 환원시키는 것을 기본적인 전제 조건으로 하여 이 목표에 부합할 수 있도록 정차역을 조정하였다. 즉, 필요에 의한 정차역 조정으로서 열차운영의 효율성 등에 대한 고려는 하지 못했다. 그러나 본 연구에서는 정차역 조정에 따른 철도

역사의 폐쇄 등은 해당 지방자치단체와 국가 교통정책적인 고려 등 복합적인 접근이 필요하기 때문에, 열차를 정차할 것인지 아니면 통과시킬 것인지만 결정하며, 해당 역사의 물리적인 시설의 존폐여부는 고려하지 않았다.

〈표 1〉 정차역 설정의 기본방향

구분	모든 열차 정차역	일부 열차 정차역
새마을호	2003년도 새마을호 정차역 중 일간 이용인원 10,000명 이상인 역	2003년도 새마을호, 무궁화호 정차역 중 일간 이용인원 1,000명 이상인 역
무궁화호	2003년도 무궁화호 전열차 정차역	일간 이용인원 100명 이상 역 중 지역특성고려(출퇴근 등)
통근열차	2003년도 통일호 정차역	

주 : 이용인원 기준은 고속철도 개통 이전의 경부선 철도역의 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 기존역 사용자, 통과수요, 운영자의 불이익과 편익 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 실적만을 고려하였다.

『철도경영환경변화에 대비한 적자선/적자역 운영합리화 실행방안수립 연구』에서는 철도 경영정상화 대책의 일환으로서 적자선·적자역의 합리적 운영방안을 제시하는 방향으로 연구가 진행되었다. 즉, 운영회사 입장에서 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 분류결과 모두 공통적으로 해당되는 적자역의 경우는 폐지대상으로 분류하였다. 즉, 본 연구

가 추구하는 적자선 폐지는 보다 적극적인 정차역 조정의 방법으로도 볼 수 있다.

또한, 적자노선은 각 노선별 적자역의 분포 정도를 감안하였고, 적자정도가 가장 심한 역부터 순차적으로 폐쇄해나갈 경우 노선의 영업계수의 호전 정도를 기준으로 하여 적자선을 판단하였다. 이 경우 해당노선의 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. 그러나 이러한 방식은 운영자의 입장을 대변하는 방식이라고 볼 수 있으며, 전체 교통시스템의 효율성은 충분히 고려되지 않은 것이다.

본 연구는 지금까지 적자역 및 적자노선 등에 대한 개념 정의 또는 그 기준이 존재하지 않았던 현실에 비추어 볼 때, 나름대로 매우 의미 있는 지표 제공이라는 점과 앞으로 정부와 철도운영회사간의 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 어려우므로 보다 합리적인 대안연구가 필요하다.

III. 열차운행 및 수송수요 현황 분석

1. 개요

현재³⁾ 우리나라에서 운행되고 있는 지역간 철도는 KTX, 새마을호, 무궁화호, 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 <표 2>와 같이 총 177개의 운행

<표 2> 차종별 열차운행 현황

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

주: 1) 2004.12.17-12.23 기간의 일주일 평균 자
 2) 시종착 유형은 차종별로 열차의 시점역과 종점역의 유형
 3) 총운행거리는 열차의 운행거리 기준

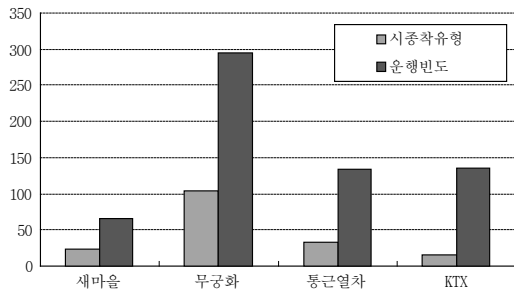
자료: 한국철도공사 Sagent Information Studio 자료를 재구성

패턴이 있는 것으로 분석된다.

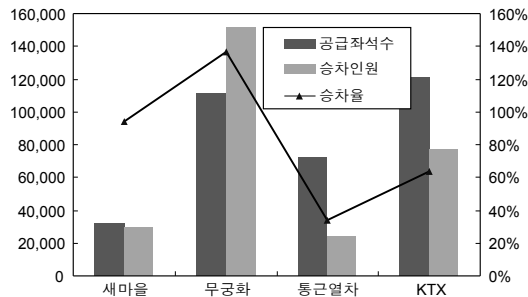
차종별로는 무궁화호의 운행 패턴이 가장 많은 104개의 유형을 가지고 있고, 통근열차, 새마을호, KTX의 순이다. 운행 빈도에서도 무궁화호가 1일 평균 294회로 가장 많이 운행하고 있으며, KTX, 통근열차, 새마을호의 순서를 보이고 있다. 새마을호와 무궁화호는 시종착 유형별로 평균 2.8 열차가 투입되고 있으며 통근열차는 4.0, KTX는 8.4개의 열차가 운행하고 있어 KTX의 운행패턴이 가장 단순한 것으로 분석된다.

무궁화호의 운행횟수가 가장 많기 때문에 총 운행거리가 가장 많은 수준을 보이고 있으며, KTX, 새마을호, 통근열차의 순서를 보이고 있다. 차종별 평균운행거리는 새마을호가 389km로서 가장 길고, KTX가 376km, 무궁화호 253km, 통근열차 62km이며, 전체 차종의 평균은 253km이다. 차종별 정차역을 보면 KTX의 경우 KTX 전용역사인 광명역과 천안아산역을 포함하여 21개역에 운행하고 있으며, 새마을호는 82개역, 무궁화호는 362개역, 통근열차는 161개역에 운행하고 있다. KTX가 운행하는 역은 전용역사와 행신역을 제외한 18개 역에 새마을호, 무궁화호가 동시에 운행하고 있으며, 새마을호가 운행하는 82개역 모두 무궁화호가 운행하고 있다. 무궁화호 정차역 362개소 중에서 95개역이 통근열차가 운행하고 있으며, 통근열차만 운행하는 역은 66개역이다. 즉, 주요 지역간 수송은 KTX와 새마을호가 서비스하고 있으며, 무궁화호가 KTX와 새마을호를 보완하는 역할

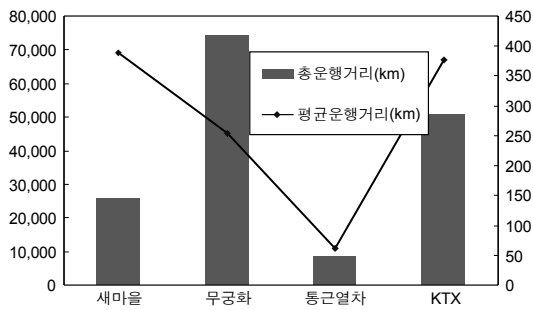
3) 분석 시기는 2004년 12월 열차운영계획 변경 후 기준



〈그림 1〉 차종별 시종착 유형 및 운행빈도



〈그림 2〉 차종별 승차율 분석



〈그림 3〉 차종별 평균운행거리 분석

을 수행하고 있다. 통근열차는 무궁화호가 서비스하지 못하는 지역을 담당하고 있다.

2. KTX 열차운행 현황 분석

1) KTX 시종착 유형 분석

KTX는 매일 정기적으로 운행하는 열차가 132회이고 (2004년 12월 기준), 주말에 추가로 운행하는 열차가 경부축 8회, 호남축 2회이다. 본 분석에서는 매일 운행하는 132회에 대해서 분석하였다. KTX의 시종착 유형

〈표 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

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

KTX 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 광주~행신 구간의 경우 11개역에 달한다. 전체 평균 역간거리는 76.8km 수준이다.

2) KTX 열차별 운행 현황

KTX의 시종착 유형을 보다 세분화하면, 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 4

4) 정차역수는 시종착역을 포함한 값

개역에 정차하는 패턴이다. 경부선의 역간평균거리의 최소값은 서울~대전 구간을 운행하는 열차의 53.3km 수준이다. 호남선으로 운행하는 열차는 고속철도 정차역이 경부선에 비해서 많기 때문에 1개 열차당 정차역수도 늘어나 용산~목포를 운행하는 205호 열차의 경우 가장 많은 12개역에 정차하며, 평균역간거리는 36.8km 수준에 불과하다.

KTX 열차별 운행 현황의 한 가지 특징으로는 시종착역만을 운행하는 열차가 없다는 것이다. 호남선의 경우 절대적인 열차운행횟수가 적고 정차 대상역은 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) 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 포함하기 때문이다. 호남선의 경우 용산역과 서대전역, 익산역에 모든 열차가 정차하여 1일 36회 수준이며, 2004년 10월 15일부터 서비스가 시작된 두계역(현 계룡역)이 6회로 가장 적다.

〈표 4〉 KTX 정차역별 일평균 정차횟수

역명	정차 횟수	역명	정차 횟수	역명	정차 횟수	역명	정차 횟수
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

4) KTX 정차역간 서비스 분석

KTX 정차역 21개역의 O/D간 서비스횟수(총 2,285회)를 살펴보면 서울↔동대구, 서울↔대전간에 서비스되

는 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 광명역, 천안아산역과 경부축의 주요 도시간의 운행빈도도 상위에 위치하고 있으며, 반대로 1일 1회만 서비스되는 구간도 25개로서 주로 행신역과 호남선 구간의 역에 집중되어 있다.

5) KTX 수송수요 분석

〈표 5〉는 KTX가 정차하는 역 중에서 정차횟수가 많은 순서로 정리한 것으로 해당역사의 승하차수요와 순위, 1회 정차시의 평균적인 승하차수요와 순위에 대해서 제시하였다. 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 시

〈표 5〉 역별 정차횟수와 수송수요 분석 (KTX)
(단위: 회/일, 인/일)

역명	정차횟수		승하차수요		열차당 수요		지표	
	순위 (A)	순위 (B)	순위 (C)	순위 (D)	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

종착역으로서 중간 정차역에 비해서 열차당 승하차수요가 높은 것으로 분석되었다. 이러한 현상은 대전역과 용산역 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 분석되고, 반대의 경우는 광주, 목포, 용산, 행신, 부산, 나주, 두계역인 것으로 분석되었다. 이러한 결과가 의미하는 것은 정차횟수에 비해서 열차당 승하차수요가 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, 두계역(현 계룡역)인 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.

〈표 6〉은 KTX의 운행횟수당 수송수요가 많은 순서로 상위 50개역에 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 열차당 수송수요와의 관계는 없는 것으로 보인다. 즉, 특정 구간에 열차운행횟수가 많다 하더라도 이것이 열차당 수송수요가 높다

〈표 6〉 KTX 역간 수요 분석 결과

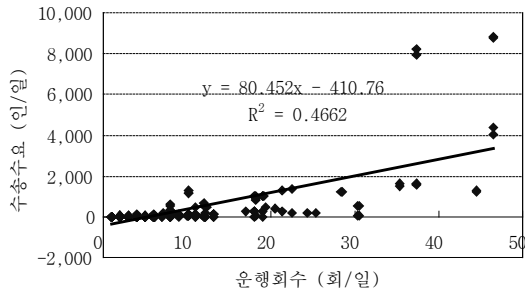
(단위: 회, 인/일, 인/회)

출발역	도착역	운행횟수	수송수요	회당수요
서울	부산	37.3	8,251	221
부산	서울	37.3	7,947	213
서울	동대구	46.6	8,828	190
동대구	서울	46.6	8,789	189
광주	용산	10.1	1,274	126
용산	광주	10.1	1,134	112
대전	서울	46.6	4,394	94
서울	대전	46.6	4,066	87
목포	용산	8.0	573	72
용산	목포	8.0	520	65
서울	천안아산	21.3	1,309	62
천안아산	서울	22.6	1,337	59
서울	구포	18.0	1,036	58
익산	용산	18.1	1,018	56
밀양	서울	12.0	654	55
광명	부산	19.1	1,025	54
서대전	용산	18.1	968	53
구포	서울	19.0	1,010	53
부산	광명	19.0	985	52
용산	서대전	18.1	850	47
대전	부산	35.3	1,639	46
용산	익산	18.1	831	46
서울	밀양	12.0	546	46
송정리	용산	8.0	357	45
동대구	광명	28.3	1,221	43
동대구	부산	37.3	1,600	43
광명	동대구	28.4	1,219	43
부산	동대구	37.3	1,592	43
천안아산	부산	11.0	468	43
부산	대전	35.3	1,474	42
용산	송정리	8.0	309	39
부산	천안아산	12.3	466	38
대전	동대구	44.6	1,279	29
동대구	대전	44.6	1,215	27
광명	광주	8.1	208	26
두계	용산	3.0	76	25
나주	용산	4.0	100	25
광주	광명	7.1	173	24
천안아산	동대구	19.3	445	23
부산	행신	2.0	44	22
용산	나주	4.0	76	19
논산	용산	6.0	113	19
동대구	천안아산	20.6	386	19
광명	대전	30.4	561	18
대전	광명	30.3	558	18
동대구	행신	2.0	35	18
행신	부산	2.0	35	17
행신	동대구	2.0	34	17
대전	구포	18.0	290	16
광명	목포	5.0	79	16

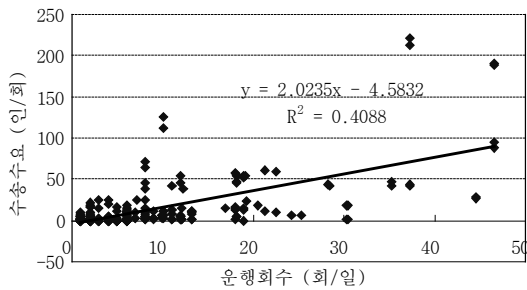
5) 정차횟수의 순위와 비교해서 승하차수요의 순위가 2순위 이상 떨어지는 경우

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

는 것을 의미하지는 않는다. 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.



〈그림 4〉 KTX 역간 운행횟수와 이용수요 관계



〈그림 5〉 KTX 역간 운행횟수와 정차횟수당 수송수요

IV. 영향인자 및 효과척도

철도역 정차횟수 산정에 영향을 주는 인자로는 정차역 또는 정차횟수 변화에 따른 수입과 비용을 고려하는냐에 따라서 운영자 관점과 이용자 관점에서 살펴볼 수 있을 것이다. 운영자 측면에서는 열차운영계획의 변동에 따른 수입과 비용에 보다 많은 관심이 있을 것이다.

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 증가

도 예상할 수 있다. 또한, 열차 가감속에 따른 열차운행비의 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), 인접역 사와의 지리적인 위치, 타 교통수단과의 경쟁력 정도, 해당역사에 대한 지역주민들의 철도서비스에 대한 희망 등이 해당될 수 있다.

결국, 이러한 모든 인자들은 수송수요와 밀접한 관련을 가지고 있다. 따라서 철도역의 정차횟수 산정시에는 정량화가 가능한 측면에서는 먼저 수송수요를 우선적으로 고려하고, 운영자 측면에서는 수송수요와 수익을 고려해야 하는 것이 일반적이다. 따라서 본 연구에서는 수송수요를 고려할 경우의 정차횟수 산정에 영향을 주는 요소에 대해서 우선적으로 분석하였다.

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 반복 작업이 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.

V. 사례 분석

사례분석을 위한 자료는 평일과 주말에 대하여 각각 분석하기 위해서 2004년 12월19일(일요일)과 12월22

일(수요일)의 KTX에 대해서 분석하였다. 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.

이를 분석하기 위해 본 연구에서는 「박범환 외 3인(2005년)」에서 제시한 최적화 모형을 이용하였다. 이 연구에서 제시한 최적화 모형은 다양한 정차 패턴을 고려함과 동시에, 역별 정차 횟수, 열차별 정차 횟수 제한, 승객의 전체 여정 시간 등, 문제의 조건에 맞는 다양한 제약식 및 목적함수를 설정할 수 있는 장점을 가지고 있다. 본 연구에서 고려하는 모형은 수송수요를 모두 만족함과 동시에, 전체 승객의 여정시간을 최소화하며, 역별, 열차별 정차시간, 미충족 수요 등에 대한 제약조건은 고려하지 않으므로, 아래와 같은 보다 간단한 형태의 최적화 모형을 적용할 수 있다.

$$\min M \sum_k b^k + \sum_k \sum_{ij} \sum_{od} t_{ij} \lambda_{ijk}^{od} \quad (1)$$

$$s.t. \sum_{j: j \in A_L(k)} x_{ij}^k - \sum_{j: j \in A_L(i)} x_{ij}^k = \begin{cases} b^k & i = s(k) \\ -b^k & i = t(k) \forall i, k \\ 0 & o/w \end{cases} \quad (2)$$

$$\sum_{j: j \in A_L(k)} \lambda_{ijk}^{od} - \sum_{j: j \in A_L(k)} \lambda_{ijk}^{od} = \begin{cases} D_k^{od}, & i = o \\ -D_k^{od}, & i = d \quad \forall k, od \\ 0, & o/w \end{cases} \quad (3)$$

$$\sum_k D_k^{od} = D^{od} \forall od \quad (4)$$

$$\sum_{od \in A(ij)} \lambda_{ijk}^{od} \leq C_L x_{ij}^k \quad \forall k \in K, \forall ij \in A_L(k) \quad (5)$$

$$x_{ij}^k b^k \in \{0, 1\}, \lambda_{ijk}^{od} : \text{비음정수} \quad (6)$$

위 식에서 사용된 결정변수는 아래와 같다.

- k번째 후보 열차가 i역과 j역 사이를 무정차로 운행하면 $x_{ij}^k = 1$, 그렇지 않으면 0
- k번째 후보 열차가 투입되면 $b^k = 1$, 그렇지 않으면 0.
- λ_{ijk}^{od} : i역과 j역 사이를 무정차 운행하는 k번째 후보 열차상의 od 수요량

- D_k^{od} : k번째 열차에 배분되는 od수요량

위 최적화 모형은 주어진 노선망을 다양한 정차 패턴을 고려할 수 있도록 논리망(logical network)으로 변환한 후, 열차 투입 변수(b^k), 열차의 역간 무정차운행을 나타내는 변수(x_{ij}^k), 열차별 OD별 승객 탑승 인원을 나타내는 변수(λ_{ijk}^{od})를 도입하여, 각 열차별 정차 패턴을 구하기 위한 최적화 모형이다. 식 (1)은 수송 수요를 만족하면서 최소의 열차를 투입함과 동시에, 그 열차에 탑승하는 승객의 여정시간합을 최소화하기 위한 식이며(여기서 M은 충분히 큰 양의 정수), 식 (2)는 열차의 정차 패턴을 나타내는 흐름 보존식이고, 식 (3)은 OD별 승객의 열차 탑승에 관한 흐름 보존식이며, 식 (4)는 열차별 OD별 수송 수요의 합이 전체 OD별 수요와 같음을 의미한다. 마지막으로 식 (5)는 각 열차에 탑승하는 승객의 좌석수 제약을 의미한다. 식 (6)은 각 역의 최소 요구 정차회수를 설정하기 위한 제약식이다. 이 식의 우변항 S_i 는 해당역의 서비스 수준을 일정하게 유지하기 위해 필요한 적정 수준의 정차회수를 의미한다. 그러나 본 연구에서는 이에 대한 계량적 분석이나 정차회수에 따른 수요 창출효과에 대한 분석 보다는 주어진 수요의 충족이라는 관점에서 열차 정차 패턴을 분석하는 것이므로 본 연구에서는 식 (6)을 완화하여 계산하였다. 실제로 역의 정차회수에 따라 추가적인 수요 혹은 이탈 수요가 나타날 개연성이 충분하여, 만약 정차 횟수(결국 승객의 대기시간)에 따른 수요 변화량에 대한 함수식 형태를 만들 수 있다면 위 최적화 모형상의 수요 D^{od} 를 역에 정차하는 열차횟수 $\sum_k \sum_j x_{ij}^k$ 의 함수식으로 표현한 다른 형태의 최적화모형을 구성할 수 있다.

위 최적화 모형은 두 개의 다품종 흐름 모형(multi commodity flow problem)이 중첩된 형태의 모형이며, 상용 최적화 소프트웨어(CPLEX)를 이용하여, 1시간 안에 해를 구할 수 있었다. 위 모형의 각 제약식 및 변수에 대한 상세한 설명은 「박범환 외 3인(2005년)」에 제시되어 있다.

본 연구에서는 목적함수로서 전체 이용수요의 총 통행시간을 최소화하였지만, 이 외에도 관련 자료만 보완된다면 운행비용 최소화 관점에서 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 전체 수요의 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 진행되었다.

〈표 6〉 및 〈표 7〉의 분석 결과에 의하면 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

〈표 7〉 사례 분석 결과

구분		현행	분석
평일	상행	66	51
	하행	66	51
주말	상행	71	70
	하행	71	62

〈표 8〉 역별 정차횟수 및 수송수요(수요일)

역명	수요일				
	수송수요(A)	정차횟수(B)		B/A	
		현행	분석	현행	분석
서울	40,603	96	65	423	625
동대구	22,315	92	65	243	343
부산	20,734	74	64	280	324
대전	14,172	92	34	154	417
용산	6,241	36	37	173	169
광명	6,534	86	50	76	131
천안아산	4,808	58	36	83	134
구포	3,059	37	34	83	90
광주	2,333	20	20	117	117
서대전	2,021	36	37	56	55
익산	1,739	36	37	48	47
밀양	1,408	24	26	59	54
목포	1,292	16	17	81	76
송정리	744	16	17	47	44
정읍	341	23	28	15	12
논산	155	12	19	13	8
나주	141	8	11	18	13
김제	158	12	15	13	11
장성	98	12	17	8	6
두계	87	6	6	15	15
합계	128,983	792	635	163	203

〈표 9〉 역별 정차횟수 및 수송수요(일요일)

역명	일요일				
	수송수요(A)	정차횟수(B)		B/A	
		현행	분석	현행	분석
서울	57,494	104	93	553	618
동대구	35,728	100	93	357	384
부산	34,144	78	90	438	379
대전	18,960	100	40	190	474
용산	13,931	38	39	367	357
광명	11,125	93	58	120	192
천안아산	7,030	64	41	110	171
구포	4,792	37	35	130	137
광주	5,193	22	21	236	247
서대전	4,208	38	39	111	108
익산	3,928	38	39	103	101
밀양	2,055	24	32	86	64
목포	2,289	16	18	143	127
송정리	1,497	16	18	94	83
정읍	882	24	28	37	32
논산	437	12	18	36	24
나주	402	8	12	50	34
김제	310	12	18	26	17
장성	247	12	21	21	12
두계	182	6	7	30	26
합계	204,834	842	760	243	270

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 원인으로는 분석단위가 2 시간이고, 동일한 분석단위에서는 수요가 자유롭게 전이 되는 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. 〈표 8〉의 일요일 분석 결과는 조금 다른 양상을 보여주고 있다. 경부선의 부산역의 경우 정차횟수가 더 늘어나서 1회 정차횟수에 대한 수송수요는 더 낮아지는 것으로 분석되었는데, 이러한 원인으로는 상행의 수요가 많고, 하행의 수요가 낮은 수송수요의 방향별 편차 때문으로 판단된다.

VI. 결론 및 향후 연구과제

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 대해 분석하였다.

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 철도 정차역의 정차빈도에 대해서 관심을 두었다.

현재 운행되고 있는 지역간 철도 중에서 KTX의 열차 운행 현황에 대해 차종별 시종착 유형, 열차별 운행 실태, 정차역별 일평균 정차횟수, 정차역간 운행횟수에 대한 분석을 수행하였다. 또한, 열차운행 현황과 수송수요와의 관계를 파악하기 위하여 역별 승차차 수요 및 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.

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

본 연구에서의 결과를 당장 적용하기에는 무리가 있지만, 향후 여러 요인들에 대한 연구를 위한 기초자료로는 활용이 가능할 것으로 판단된다. 이러한 모든 요인들에 대한 분석은 많은 시간과 비용을 필요로 하는 것으로서 앞으로 이와 관련된 지속적인 연구가 필요하다. 또한, 운영자의 관점에서 본다면 수송수요를 최대화하는 전략 이외에도 운행 비용을 고려하여 영업수지가 맞지 않는 역에서의 정차는 최대한 줄일 수 있도록 비용과 수요를 동시에 고려하는 방법, 즉 수익을 최대화하는 전략도 고려될 수 있을 것이다.

참고문헌

1. Dial R. B (1971), A Probabilistic Multipath Traffic Assignment Model Which Obviates Path Enumeration, Transportation Research, Vol. 5, No. 2, pp.83~111.
2. Jayakrishna R., McNally M. G., Marar A. G. (1995) Recursive Structure for Exact Line Probabilities and Expected Waiting Times in Multipath Transit Assignment, TRR 1493, pp.78~187.
3. Spiess, H., Florian, M. (1989) Optimal Strategies : A New Assignment Model for Transit Networks, Transportation Research B, Vol. 23, pp.83~102.
4. Wu J. H., Florian M., Marcotte P. (1994) Transit Equilibrium Assignment: A Model and Solution Algorithms, Transportation Science Vol. 28, No. 3, pp.193~203.
5. 교통개발연구원 (1999년), "지역간 철도의 도심통과구간 개선방안".
6. 한국철도기술연구원 (2000년), "기존선 전철화에 따른 중장거리 전기차량 운행방안 연구".
7. 한국철도기술연구원 (2004년), "철도영업정책 효율성 향상방안 연구".
8. 교통개발연구원 (2004년), "철도경영환경변화에 대비한 적자선/적지역 운영합리화 실행방안수립 연구".

9. 황규석 (2004년), "정수계획모형을 이용한 지역간 철도운영체계 개발과 평가", 한양대학교 석사학위논문.
10. 한국철도기술연구원 (2005년), "지역간 철도정차역 선정기준에 관한 기초 연구".
11. 한국교통연구원 (2005년), "지역간 통행의 효율성 제고를 위한 고속철도 이용증대방안 연구".
12. 박범환·오석문·홍순흠·문대섭(2005년), "다양한 정차 패턴을 고려한 열차 노선계획의 수립", 대한교통학회지, 제23권 제6호, 대한교통학회, pp.115~125.
13. 한국교통연구원 (2007년), "지역간 철도 선로용량 관리를 위한 지표개발 연구".

✉ 주 작 성 자 : 이진선

✉ 교 신 저 자 : 이진선

✉ 논문투고일 : 2007. 7. 25

✉ 논문심사일 : 2007. 9. 18 (1차)

2007. 10. 10 (2차)

✉ 심사판정일 : 2007. 10. 10

✉ 반론접수기한 : 2008. 2. 29