

■ 論 文 ■

**경부선(KTX) 직결운행 도입 효과에 관한 연구**

A Study on the Direct connection Service Effectiveness in Gyeongbu(KTX)

**김 익 희**

(KORAIL 철도연구원 과장)

**김 영 진**

(KORAIL 철도연구원 부장)

목 차

- |  |   |
|--|---|
| <p>I. 서론</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 연구 배경 및 목적</li> <li>2. 연구 내용</li> </ol> <p>II. 이론적 고찰</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 직결운행 개요</li> <li>2. 관련사례 검토</li> </ol> <p>III. 수송수요분석 및 예측</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 수송수요분석</li> <li>2. 수요예측결과</li> </ol> | <p>IV. 도입 타당성분석</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 경제적 효과 분석</li> <li>2. 수익/비용분석</li> <li>3. 소결론</li> </ol> <p>V. 결론 및 향후 연구과제</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 연구 종합 및 결론</li> <li>2. 향후 연구과제</li> </ol> <p>참고문헌</p> |
|--|---|

Key Words : 경부선, 직결운행, 경제적 효과, 도입 타당성, 수익/비용분석  
 Gyeongbu, The Direct connection service, Economic Effectiveness, Pre-feasibility, Profitability-Cost Analysis

요 약

본 연구는 KTX의 고속운행에 의한 통행시간단축과 일반열차(새마을, 무궁화)의 다수 정차에 의한 접근 편의성 등 복합 장점을 지닌 직결운행이란 새로운 대안을 제시하고 도입 타당성을 검토하고자 하였으며, 이에 경부선의 과거 철도 수송수요 Data를 근거로 KTX 개통전·후 수요변화 및 경부선 2단계(동대구~부산) 개통에 의한 유발수요 등을 고려하여 예측하였다.

분석 결과 직결운행 도입(본 연구 2011년 가정)전·후 이용자 구간통행시간은 일반열차 이용시에 비해 70~100분 이상 절감될 것으로 나타났으며, 1일 열차 총 수송수요의 증가로 인해 운영수입은 1억 3천여만원/일 증가할 것으로 예측되었다. 또한 새마을(디젤차량)을 KTX(전기차량)로 대체함에 따라 연간 이산화탄소 배출량이 20~50%수준으로 감소되어 보다 환경 친화적 효과가 클 것으로 기대된다.

단, 직결운행 수요를 위한 고가의 차량구입비용(본 연구에서는 KTXⅡ 도입 가정, 1조 3천여억원)과 연간 운영비용을 감안해 볼 때 운영자입장에서의 수익/비용분석결과는 매우 낮은 것으로(PI=0.54) 나타났다. 따라서, 보다 정확한 직결운행 도입 타당성을 객관적으로 검토하기 위해서는 차량구입 재원확보 방안 및 운행효율 극대화를 위한 제약조건 개선 등이 수반되어야 할 것이다.

This study suggests direct connection service which has advantage of high-speed operation of KTX and access convenience of general train, and Pre-feasibility studies on the direct connection service. And analyze transportation demand change by the method as follows: It is to analyze the demand change of before and after KTX operation by previous transport data of Gyeongbu line, and calculate the coefficient of utilization using triggering demand by opening the 2nd phase of Gyeongbu line (Dongdaegu~Busan).

Through Pre-feasibility analysis, reduction 70~100 minutes of train travel time and total revenue will increase about \$100 thousand per day. Also, there will be environment-friendly effects of decreasing CO<sub>2</sub> emissions. But, Direct connection service need to highly cost : Buying and Operation cost of KTX train.

Therefore, we will be get more correct result of Pre-feasibility study on direct connection service, if there are concrete on buying the KTX action plans.

# 1. 서론

## 1. 연구의 배경 및 목적

지난 20여년간 우리나라는 급격한 경제성장에 따라 지속적 교통수요 증가 추세를 보였으며, 이에 대한 SOC 투자로 국가간선교통망이 형성되었다. 특히 철도의 경우는 1990년 이후 지역간 통행을 담당하는 일반철도에 비중을 두어 투자가 이루어졌다.

그러나 2004년 KTX 개통이후 일반열차는 운행회수 축소로 인해 지속적인 수요 감소 추세를 나타내고 있으며, 이러한 일반열차의 수요 감소는 운영자의 경영 악화뿐 아니라 이용자 서비스의 저하를 야기 시켰다.

이에 기존 자원의 효율적 활용과 장래 수요에 효과적으로 대응하기 위한 중장기적 열차운영계획 수립 필요성이 제기되었다.

현재 KTX는 고속운행에 의한 통행시간 단축의 장점이 있는 반면 미정차지역이 많아 승하차 수요를 유인하기 힘들며, 반대로 일반열차(새마을, 무궁화)는 다수의 정차지역에 의한 승하차 수요 유인은 용이하나 통행시간 및 열차 운행간격 증가로 인해 이용자의 불편이 가중된다는 문제가 있다.

따라서 본 연구에서는 KTX의 고속운행에 의한 통행시간단축과 일반열차(새마을, 무궁화)의 다수 정차에 의한 접근 편의성 등 복합 장점을 지닌 직결운행이란 새로운 대안을 제시하고, 직결운행 도입에 따른 열차별 수송수요변화 및 도입 타당성을 검토하고자 한다.

## 2. 연구 내용

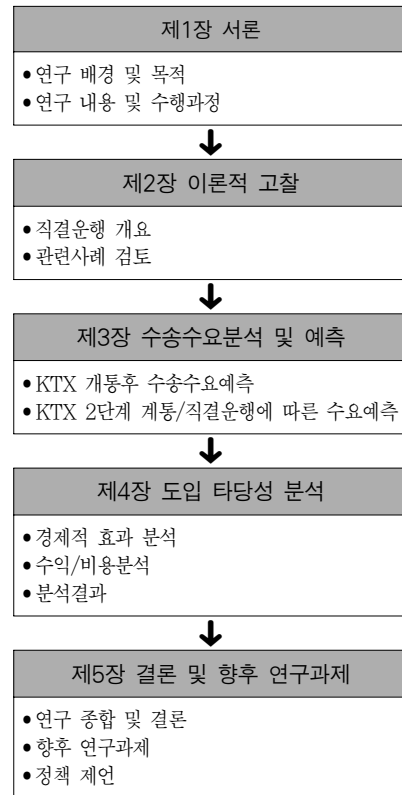
본 연구는 총 5장으로 구성되며 각 장의 내용은 다음과 같다.

제2장에서는 본 연구에서 검토한 직결운행의 정의 및 유형에 대해 살펴보고 국내·외 직결운행 운영사례 및 이에 대한 기존 연구사례를 검토하여 간략하게 설명한다.

제3장에서는 연구 대상노선인 경부선에 대해 KTX 개통전·후 수요를 분석하여 열차별 이용률을 산정하고, 2단계 개통 및 직결운행 도입에 따른 연도별 수요를 예측한다.

제4장에서는 직결운행 도입에 따른 경제적 효과 및 수익/비용을 분석하고 그 결과를 제시한다.

끝으로 제5장에서는 본 연구의 내용을 종합해 보고한계점 및 보완점을 도출하고 향후 필요한 연구과제를 제시하고자 한다.



〈그림 1〉 연구 수행과정

## II. 이론적 고찰

### 1. 직결운행 개요

직결운행에 대해 사전적 의미와 본 연구에서의 의미로 구분하여 제시하였으며, 그 내용은 다음과 같다.

직결운행의 사전적 의미는 철도 교통에서 다른 철도회사(또는 동일한 철도회사)의 다른 노선에 걸쳐 동일한 열차가 운행하는 것을 의미하며, 본 연구의 의미는 기존선과 고속선의 일부구간을 동일한 고속열차가 운행함으로써 기존 일반열차(새마을, 무궁화)에 비해 통행시간을 단축하고 KTX에 비해 미정차지역(수원, 평택 등)에서의 접근 편의성을 증대하기 위한 열차운행방식을 의미한다.

본 연구에서 분석한 직결운행 유형은 다음과 같다.

〈표 1〉 직결운행 유형

구분	유형
직결 운행 1	서울-영등포-수원-평택-천안-조치원-대전-동대구-부산 
직결 운행 2	서울-대전-영동-김천-구미-대구-동대구-부산 
직결 운행 3	서울-대전-동대구-경산-밀양-구포-부산 

2. 관련사례 검토

1) 국내·외 사례 검토

직결운행은 고속철도 차량이 기존 일반철도노선 도심(역)을 운행함으로써 경쟁수단인 항공에 비해 터미널 접근시간을 단축시키고 도심 진입에 따른 신선건설비용을 최소화한다는 장점이 있다.

이러한 이유로 프랑스 TGV와 독일의 ICE, 스페인의 AVE 등 유럽 철도 선진국은 고속철도와 기존철도의 호환성을 높이기 위한 직결운행을 전제로 개발되었으며, 특히 스페인의 Talgo형(지멘스기관차+Talго객차) 고속차량은 차축의 폭을 변환할 수 있는 장치가 설비되어 신선구간(표준궤)과 기존구간(광궤)의 직결운행이 가능하게 하였다.

우리나라의 경우 직결운행을 도입하게 된 배경은 다소 차이가 있으나 경부고속철도의 경우도 기존선(서울~광명, 동대구~부산)과 고속신선(광명~동대구)을 운행하는 직결운행이라 할 수 있다.

다음은 국내·외 고속신선 및 기존선 현황 비교 결과와 장래 유럽고속철도 건설계획을 제시한 것이다.

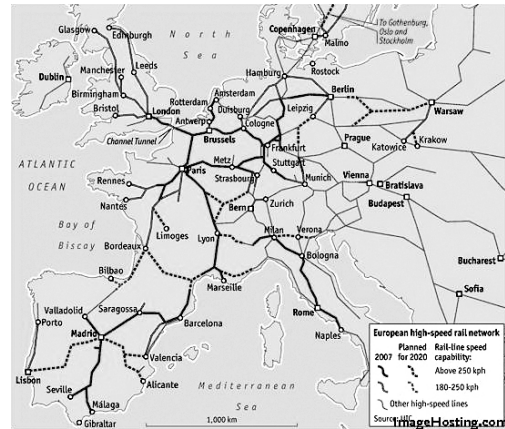
〈표 2〉 국내·외 기존선 활용 현황 (단위 : km)

구분	고속신선 연장	기존선 활용 연장	고속철도 서비스 연장	
프랑스	TGV 남동선	538.0	2,105.0	2,560.0
	TGV 북유럽선	333.0	327.0	660.0
	TGV 대서양선	282.0	2,100.0	2,380.0
독일(ICE)	612.0	1,550.0	2,000.0	
스페인(AVE)	1,043.0	220.0	1,263.0	
한국(KTX)	271.4	137.1	408.5	

주 : 1) 한국(KTX)은 경부고속철도 1단계 역간 연장을 근거로 산정한 결과임.

2) 스페인(AVE)은 2005년 이후 644km 건설계획구간은 제외한 결과임.

자료 : 『새로운 철도 100년 경부고속철도 운영준비, 철도청, 1999』



〈그림 2〉 장래 유럽고속철도 건설계획

자료 : <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=497714>

국의 고속철도와 기존선 직결운행사례에 대한 검토 결과는 다음과 같다.

〈표 3〉 직결운행사례 검토 결과

구분	검토 결과
프랑스 (TGV)	<ul style="list-style-type: none"> <li>파리~리옹간 427km 최초 개통(1981년)</li> <li>전국 각지에서 TGV 신설 요구 → 건설부채 급증</li> <li>기존선 활용 필요성 증대(기존선과의 호환성 확보)</li> <li>기존선 전철화 및 선로개량으로 속도 향상 (파리~브레스트 9%, 파리~로렝 28% 수요 증가)</li> </ul>
독일 (ICE)	<ul style="list-style-type: none"> <li>하노버~뉘른부르크, 맨하임~슈투트가르트 427km 개통 (1991년)</li> <li>고속선과 기존선 통합 네트워크로 추진</li> <li>수요에 따른 단계적 신선건설 → 기존선 적극적 활용</li> <li>기존선 구간 개량 (함부르크~베를린 73억원/km, 뉘른~스탈스문트 23.7억원/km)</li> </ul>
일본 (신칸센)	<ul style="list-style-type: none"> <li>도쿄~오사카 515.4km개통(1964년)</li> <li>신간선과 기존선의 운행시스템 상이, 건설비용 급증, 기존선 활용도 저하 → 적자누적</li> <li>정비 신간선 건설계획(1987년) → 재래선 활용 정책으로 전환</li> </ul>

자료 : 『고속철도와 기존철도의 직결운행 타당성조사, 철기연, 1997』(p60~67)

2) 기존 연구사례 검토

우리나라의 경우 직결운행도입 배경이 앞서 언급한 유럽의 철도 선진국과는 다소 차이가 있다.

경부고속철도는 초기 건설비용증가 및 추가 정차역 건설에 대한 지속적 요구 등에 의해 장기간 공사지연이 야기되었으며, 국제적 행사(2002년 월드컵 등)의 차질이 예상되어 고속철도와 기존선의 직결운행이 1996년 6월 건설교통부 장관에 의해 제기되었다.

직결운행에 대한 기존 연구사례는 서울대공학연구소의 「경부고속철도의 기존선 활용 기본계획」, 「고속철도 운영체계 개선을 위한 연구(고속철도 재래선 직결운행방안을 중심으로)」 등이 있다. 특히 철도기술연구원의 「고속철도와 기존철도의 직결운행에 대한 타당성조사」는 국외 운영사례, 직결운행에 따른 수요예측 및 경제성 분석결과를 제시하였다.

위 연구는 경부고속철도의 기존선 구간(동대구~부산) 활용에 대한 타당성 검토를 목적으로 한 연구인데 반해, 본 연구는 경부선 기존 역의 고속차량운행에 따른 접근성과 이동성 향상 특성을 지닌 직결운행 도입에 따른 수송수요변화 및 경제적 효과, 수입 비용분석을 목적으로 한 점에서 차이가 있다.

### III. 수송수요 분석 및 예측

#### 1. 수송수요 분석

장래 열차 수송수요 및 이용률에 영향을 미치는 요인은 통행시간, 통행요금, 운행회수, 사회경제적 변화 등 여러 가지가 있으며 직결운행 도입에 따른 열차 이용률 예측시 이러한 모든 요인을 고려하는 것이 타당하나, 자료 수집 및 분석상 어려움이 있어 본 연구에서는 다음과 같은 전제조건하에서 분석하였다.

첫째, 연도별 수송수요는 경부선 1단계(현 상황)에서의 자연증가수요(정규수요)와 2단계 개통에 따른 추가수요로 구분하여 예측하였다.

둘째, 경부선 직결운행 정착 예정역은 일반열차 주요역(수원 외 9개)으로 설정하였다.

#### 1) KTX 개통후 경부선 열차별 수송수요예측

KTX 개통후 열차별 수송수요는 앞서 언급한 바와 같이 정규수요와 추가수요로 구분하여 예측하였다.

정규수요는 기존 철도 수송실적 자료를 근거로 열차별 증가율을 산정하여 적용하였으며, 2단계 개통에 따른 추가수요는 기존 연구의 직접수요모형<sup>1)</sup>에 의해 예측하였다.

본 연구의 열차별 연도별 수송수요예측결과는 다음과 같다.

KTX 개통후 열차별 수송실적 비교 결과 수원~동대구, 수원~부산 등과 같은 장거리 구간의 경우 일반열차

〈표 4〉 열차별 수송수요예측결과 (단위 : 인/일)

구분		2006년	2011년	2015년	2020년
KTX	정규수요	82,716	118,419	142,705	162,760
	추가수요	0	12,782	12,658	12,572
	총 수요	82,716	131,201	155,363	175,331
일반 열차	새마을	17,503	15,074	14,963	14,661
	무궁화	63,257	62,587	61,547	59,693
	총 수요	80,759	77,661	76,510	74,354

주 : 정규수요는 2단계 개통전 자연증가수요, 추가수요는 2단계 개통에 따라 추가 발생한 신규수요임.

수요가 급격히 감소한데 반해, 수원~대전, 천안~대전 등과 같이 단거리 구간의 경우 일반열차 수요가 증가하였다.

이는 일반열차를 이용하던 장거리 수요가 KTX개통후 일반열차→KTX간 환승수요로 전이되었기 때문이라 판단되며, 이에 본 연구에서는 KTX개통전·후 수송실적 비교에 의해 열차간 전환에 의한 이용율을 다음과 같이 산정하였다.

#### 2) 열차별 이용률 산정

직결운행 도입에 따른 열차간 전환율을 산정하기 위해 다음과 같이 구분하였다.

직결운행구간의 열차 이용률 및 KTX추정수요비율 산정 결과는 다음과 같다.

〈표 5〉 열차 구분 및 내용

구분	내용
일반 열차 고정수요	• KTX 개통에 관계없이 일반열차를 그대로 이용하는 수요 (KTX 개통후 일반열차 수요)
일반 열차 가변수요	• KTX 개통후 일반열차를 이용하지 않는 수요 (일반열차가변수요 = KTX 개통전 수요 - 개통후 수요)
KTX 추정수요	• KTX 수요에서 KTX 개통에 의한 일반열차 증가분을 제외한 수요(KTX 추정수요 = KTX수요 - KTX 환승수요)
KTX개통전	수원 일반열차 부산 20,738인/일(100.0%)
KTX개통후	수원 일반열차 부산 7,329인/일(35.32%) : 일반열차 고정수요 일반열차 대전 KTX 13,413인/일(84.68%) : 일반열차 가변수요 대전 (환승)
KTX수요	타 수단도로, 항공 등에서 전환수요 일반열차(새마을, 무궁화)에서의 전환수요 일반열차 → KTX 환승수요 : KTX 환승수요

주 : 1) 일반열차가변수요는 타 수단으로의 전환(이탈)수요를 포함함.  
2) KTX 환승수요는 KTX 개통후 일반열차 ↔ KTX간 환승에 의해 증가된 KTX 수요를 의미하며 본 연구에서는 환승역까지의 일반열차 증가분에 의해 추정.

1) 경부선 전철화 및 고속선 2단계 개통에 따른 고속열차 운행수송수요 및 차량소요 판단 자문(최종보고서), 2006, 한양대학교 산학협력단

〈표 6〉 열차이용률 및 KTX추정수요비율결과

구간		열차 종류	합계 (A+B)	일반열차 고정수요		일반열차 가변수요	
출발역	도착역			수송 인원(A)	기존선 이용률	수송 인원(B)	이용 변화율
조치원	부산	새마을	1,067	541	50.65	527	49.35
수원	동대구		10,859	7,795	71.79	3,064	28.21
천안	동대구		2,183	1,340	61.37	843	38.63
천안	부산	무궁화	3,799	2,089	54.98	1,710	45.02
서울	구미		11,494	6,455	56.16	5,039	43.84
서울	김천		10,478	5,580	53.26	4,898	46.74
수원	경산		2,387	1,356	56.79	1,031	43.21
수원	동대구		11,366	5,465	48.08	5,901	51.92
수원	부산		20,739	7,326	35.32	13,413	64.68
천안	동대구		4,081	1,951	47.81	2,130	52.19
천안	부산		9,575	3,107	32.45	6,468	67.55

직결운행구간		KTX환승수요		KTX수요		KTX 추정수요 비율(%)	
출발역	도착역	구간	수송 인원	구간	수송 인원		
서울	영동	영동	8,901	서울	대전	126,110	92.94
	김천	김천	2,938			126,110	97.67
	구미	구미	6,284			126,110	95.02
영동	서울	영동	9,274	대전	서울	137,608	93.26
김천		김천	2,861			137,608	97.92
구미		구미	6,357			137,608	95.38
수원	동대구	수원	5,466	대전	동대구	43,721	87.50
평택		평택	3,535			43,721	91.91
천안		천안	12,292			43,721	71.89
조치원	동대구	조치원	10,073	대전	동대구	43,721	76.96
수원		수원	4,577			42,113	89.13
평택		평택	2,670			42,113	93.66
천안	대전	천안	11,254	대전	동대구	42,113	73.28
조치원		조치원	8,362			42,113	80.14

주: 1) KTX 추정수요비율(%) = (KTX 수요 - KTX 환승수요) ÷ KTX수요  
 2) KTX 환승수요는 KTX 개통후 일반열차 ↔ KTX간 환승에 의해 증가된 KTX 수요임.  
 3) 개통전·후 수송실적은 구간별 월 평균수송인원임.

3) 본 연구의 기존선 이용률 산정

다음은 직결운행구간을 일반열차에서 KTX로 환승시 통행시간절감분과 기존선 이용률을 정리한 결과이며, 이는 환승(대기)시간이 포함되어 있으므로 직결운행에 따른 실질적 시간절감효과는 이보다 더 클 것으로 판단된다.

이에 본 연구에서는 환승역인 대전에서의 일반열차(새마을, 무궁화) 도착시간과 KTX 출발시간을 매칭 비교하여 평균 환승(대기)시간을 산정하였으며, 그 결과 새마을은 13.38분, 무궁화는 11.65분으로 나타났다.

이를 고려하여 통행시간절감비율과 기존선 이용률의 상관관계를 분석하였다.

또한 현재 KTX 운행구간인 밀양(구포)의 통행은 KTX(경부선) 2단계 개통후 직결운행으로 전환될 것으로 판단하여 본 기존선 이용률 산정시 포함하지 않았으

며, 양방향의 경우 통행시간절감비율이 동일하기 때문에 일방향 Data만 고려하였다.

환승(대기)시간을 고려한 실질적인 통행시간절감비율과 기존선 이용률과의 관계를 열차별로 구분하여 제시한 결

〈표 7〉 통행시간절감분과 기존선 이용률

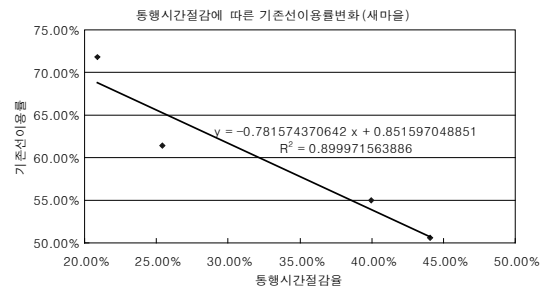
열차 구분	직결운행구간	구간통행시간(분)			기존선 이용률(%)
		기존선이용시 (A)	환승시 (B)	차이 (B-A)	
새마을	조치원 부산	200.5	98.8	-101.7	50.65
	수원 동대구	177.5	127.0	-50.5	71.79
	천안 동대구	146.0	95.5	-50.5	61.37
	천안 부산	221.0	119.3	-101.7	54.98
무궁화	서울 구미	204.0	140.0	-64.0	56.16
	서울 김천	188.0	124.0	-64.0	53.26
	수원 경산	222.0	148.0	-74.0	56.79
	수원 동대구	210.0	138.0	-72.0	48.08
	수원 부산	311.0	161.8	-149.2	35.32
	천안 동대구	173.0	101.0	-72.0	47.81
	천안 부산	274.0	124.8	-149.2	32.45

주: 1) 통행시간(분)은 열차별 출발, 도착시간에 의한 평균통행시간 산정 결과임.  
 2) 열차 환승시 통행시간(B)은 일반열차(○○-대전) + KTX(대전-○○) 평균 통행시간을 합하여 산정한 결과이며, 열차 환승(대기)시간이 포함 되지 않아 실질적 통행시간절감 효과는 낮음.

〈표 8〉 통행시간절감비율과 기존선 이용률

열차 구분	직결운행 가능구간	구간통행시간(분)		환승 대기 시간 (C)	통행 시간 절감 (D)	통행 시간 절감비율 (E)	기존선 이용률
		기존선 이용시 (A)	열차 환승시 (B)				
새마을	조치원 부산	200.5	98.8	13.38	88.3	44.03	50.65
	수원 동대구	177.5	127.0	13.38	37.1	20.91	71.79
	천안 동대구	146.0	95.5	13.38	37.1	25.42	61.37
	천안 부산	221.0	119.3	13.38	88.3	39.95	54.98
무궁화	서울 구미	204.0	140.0	11.65	52.4	25.66	56.16
	서울 김천	188.0	124.0	11.65	52.4	27.85	53.26
	수원 경산	222.0	148.0	11.65	62.4	28.09	56.79
	수원 동대구	210.0	138.0	11.65	60.4	28.74	48.08
	수원 부산	311.0	161.8	11.65	137.5	44.22	35.32
	천안 동대구	173.0	101.0	11.65	60.4	34.88	47.81
	천안 부산	274.0	124.8	11.65	137.5	50.19	32.45

주: 1) 통행시간 절감(D) = A-(B+C)이며, 통행시간 절감비율(E) = D/A\*100임.  
 2) 통행시간 절감은 환승대기시간을 감안한 실질적 통행시간 단축분임.



〈그림 3〉 열차별 통행시간절감비율과 기존선 이용률의 관계

과는 다음과 같다.

직결운행 도입시 환승(대기)시간 만큼 통행시간절감 효과가 증가되며 기존선 이용률은 감소된다. 직결운행에 의한 환승(대기)시간 0일 때의 기존선 이용률 재산정 결과는 다음과 같다.

〈표 9〉 본 연구 기존선 이용률 재산정결과 (단위 : %)

열차 구분	직결운행 가능구간	환승시(A) (환승대기시간 포함)		직결운행(B) (환승대기시간=0)		차이 (B-A)	
		통행시간 절감비율	기존선 이용률	통행시간 절감비율	기존선 이용률	통행시간 절감비율	기존선 이용률
새마을	조치원 부산	44.03	50.65	50.71	45.53	6.67	-5.12
	수원 동대구	20.91	71.79	28.45	62.92	7.54	-8.86
	천안 동대구	25.42	61.37	34.59	58.13	9.16	-3.24
	천안 부산	39.95	54.98	46.00	49.20	6.05	-5.78
무궁화	서울 구미	25.66	56.16	31.37	49.96	5.71	-6.20
	서울 김천	27.85	53.26	34.04	47.31	6.20	-5.94
	수원 경산	28.09	56.79	33.33	48.02	5.25	-8.77
	수원 동대구	28.74	48.08	34.29	47.07	5.55	-1.01
	수원 부산	44.22	35.32	47.96	33.50	3.75	-1.82
	천안 동대구	34.88	47.81	41.62	39.80	6.73	-8.02
	천안 부산	50.19	32.45	54.44	27.07	4.25	-5.38

〈표 10〉 KTX 개통전·후 역별 수요분석결과

역명	열차종류	개통전(A)	개통후(B)	증감(B-A)	
				인/월	인/일
수원	KTX	0	0	0	0
	새마을	105,912	134,765	28,853	962
	무궁화	317,581	268,244	-49,337	-1,645
	합계	423,493	403,009	-20,484	-683
평택	KTX	0	0	0	0
	새마을	0	13,033	13,033	434
	무궁화	142,345	128,286	-14,059	-469
	합계	142,345	141,319	-1,026	-34
천안	KTX	0	0	0	0
	새마을	30,023	48,052	18,030	601
	무궁화	258,424	239,535	-18,889	-630
	합계	288,446	287,587	-859	-29
경산	KTX	0	0	0	0
	새마을	1,686	7,046	5,361	179
	무궁화	104,298	105,091	793	26
	합계	105,983	112,137	6,154	205
밀양	KTX	0	90,262	90,262	3,009
	새마을	9,278	9,982	704	23
	무궁화	137,244	134,371	-2,873	-96
	합계	146,522	234,615	88,093	2,936
구포	KTX	0	193,602	193,602	6,453
	새마을	46,767	33,921	-12,846	-428
	무궁화	179,301	137,726	-41,576	-1,386
	합계	226,068	365,249	139,181	4,639

주: 1) 개통전(A)은 2003년 7월~12월, 개통후(B)는 2006년 7월~12월 역별 월 평균 승하차인원임.  
2) 일 평균 증감인원은 월 평균증감인원(B-A)을 30으로 나눈 개략적 산정 결과임.

4) 직결운행시 정치 예정역 수송수요분석

KTX 개통전·후 열차종별 월 평균 수송수요를 비교하여 타 수단으로의 전환수요를 추정하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

분석 결과 KTX 개통후 수원은 1일 680여명, 평택과 천안은 30명 정도가 타 수단으로 전환된 것으로 추정되었으며, 이는 열차간 수요전환이라기 보다는 KTX 개통에 따른 일반열차 운행회수 감소로 인해 이용자 불편가 증되어 타 수단으로 전환된 수요라고 할 수 있다.

본 연구에서는 직결운행 도입시 이러한 타 수단으로 전환된 수요가 재전환될 것이라 판단하여 수요예측시 반영하였다.

2. 수요예측결과

앞의 분석 결과를 반영한 직결운행 도입전·후 연도별 수송수요예측결과는 다음과 같다.

직결운행 도입시 현재 서울~밀양, 서울~구포 등 KTX수요는 직결운행으로 전환되는 것을 고려하여 세분화하여 비교하였다.

〈표 11〉 직결운행도입전·후 수요예측결과

구분	열차구분		연도별 수요예측결과(인/일)			
			2006년	2011년	2015년	2020년
직결운행 도입전	KTX	밀양(구포)외 수요	64,179	101,975	120,707	136,182
		일반열차 환승수요	9,759	15,592	18,433	20,777
	밀양(구포) 수요		8,778	13,633	16,224	18,373
	일반 열차	새마을	17,503	15,074	14,963	14,661
		무궁화	63,257	62,587	61,547	59,693
계(A)			163,475	208,861	231,873	249,686
직결운행 도입후	KTX	밀양(구포)외 수요	64,179	101,975	120,707	136,182
		일반열차 환승수요	9,759	0	0	0
	밀양(구포) 수요		8,778	0	0	0
	일반 열차	새마을	17,503	0	0	0
		무궁화	63,257	57,630	56,672	54,965
직결운행			0	54,325	60,015	64,410
계(B)			163,475	213,930	237,395	255,557
증가율(%) (B/A)			-	2.43	2.38	2.35

주: 1) 2011년은 경부선(KTX) 2단계 완료 및 직결운행 도입시점(가정)이며, 직결운행 도입시 새마을호의 100% 대체를 가정으로 함.  
2) KTX수요는 밀양(구포) 수요와 이외 지역과의 수요, KTX개통후 일반열차와 KTX간의 환승수요로 구분하여 제시하였음.

2011년 직결운행 도입후 열차 총 수송수요는 약 2.4% 증가할 것으로 예측되며, KTX는 약 22.3%, 일반열차는 약 25.9%(이 중 새마을호는 100%, 가정)가 직결운행으로 전환될 것이라 분석되었다.

### IV. 도입 타당성분석

#### 1. 경제적 효과 분석

직결운행 도입에 따른 2011년 수요예측결과를 근거로 하여 이용자 (구간통행시간절감 효과) 및 운영자측면 (운영수입증대 효과)과 사회적측면 (환경오염저감편익 효과)으로 구분하여 제시하였으며 그 결과는 다음과 같다.

##### 1) 구간통행시간절감 효과

직결운행 도입시 기존 일반열차(새마을, 무궁화) 이용자들은 구간에 따라 다소 차이가 있으나 평균적으로 새마을은 79.8분(38.81%), 무궁화는 95.3분(44.04%)의 통행시간 절감 효과가 있는 것으로 나타났으며, 이는 앞서 전환수요예측시 언급한 바와 같이 일반열차와 KTX간 환승(대기)시간이 포함된 결과이다.

또한 2011년 통행시간절감편익 산정 결과는 1일 1,300여만원(새마을 약 200만원, 무궁화 약 1,100만원)이며 다음과 같다.

〈표 12〉 열차별 통행시간절감편익 (단위 : 분, %)

열차 구분	일반열차 통행시간	직결운행 통행시간	통행시간 절감	통행시간 절감율	통행시간 절감편익 (원/일)
새마을	203.3	123.4	-79.8	-38.81	1,986,472
무궁화	217.0	121.7	-95.3	-44.04	11,099,846

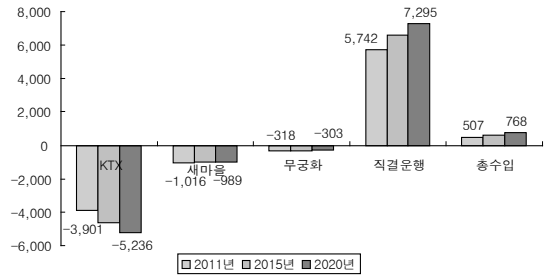
주 : 1) 통행시간차이(C) = 직결운행통행시간(B) - 일반열차통행시간(A)  
 2) 통행시간절감율(D) = 통행시간차이(C) ÷ 일반열차통행시간(A) × 100

##### 2) 운영수입증대 효과

직결운행 도입전·후 열차별 수송수요에 의한 운영수입비교 분석 결과, 1일 1억 3천여만원(연간 500억여원)

〈표 13〉 운영수입산정 결과

구분		KTX	새마을	무궁화	직결	총수입	
연간 총수입 (억원/년)	2011년	직결운행전	16,091	1,016	1,743	0	18,850
		직결운행후	12,189	0	1,426	5,742	19,357
		차이	-3,901	-1,016	-318	5,742	507
	2015년	직결운행전	19,076	1,009	1,714	0	21,799
		직결운행후	14,444	0	1,402	6,578	22,424
		차이	-4,631	-1,009	-313	6,578	625
2020년	직결운행전	21,545	989	1,663	0	24,196	
	직결운행후	16,309	0	1,360	7,295	24,963	
	차이	-5,236	-989	-303	7,295	768	



〈그림 4〉 직결운행도입에 따른 열차별 운영수입변화

주 : 운영수입은 역간 통행요금(2006년 11월)과 본 연구의 역간 수요예측결과에 의한 산정치이며, 열차별 할인 및 PSO는 제외함.

정도 증가할 것으로 산정되었다.

##### 3) 사회·경제적 편익 효과

직결운행도입에 따른 사회·경제적편익은 앞서 제시한 통행시간절감편익이외에 환경오염저감편익이 있다.

최근 철도기술연구원의 『철도 전철화효과 계량지표 개발 연구(최종보고서), 2006』에 의하면 KTX는 전기기관차(전기동차)에 비해 1대당 CO<sub>2</sub>배출량이 55%, 디젤차량에 비해 20%이하라고 제시하고 있다.

직결운행에 의해 경부선 새마을호(디젤차량)를 KTX(전기차량)로 대체함에 따라 연간 CO<sub>2</sub>배출량 감소 효과는 증가할 것이며, 이는 교토의정서에 따른 온실가스 저감 대책에 부합된다.

차량별 연간 CO<sub>2</sub>배출량 추이는 다음과 같다.

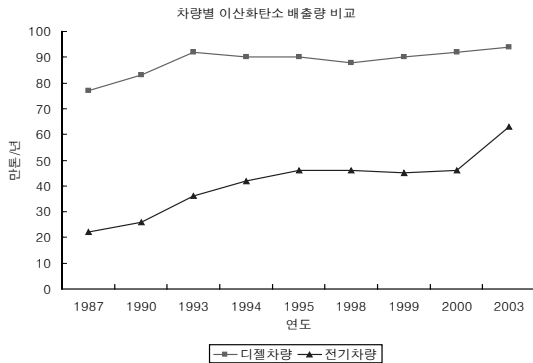
〈표 14〉 차량별 연간 CO<sub>2</sub>배출량 현황

(단위 : 만톤/년, %)

연도	디젤차량(A)	전기차량(B)	비율(B/A)
1987년	77	22	28.57
1990년	83	26	31.33
1993년	92	36	39.13
1994년	90	42	46.67
1995년	90	46	51.11
1998년	88	46	52.27
1999년	90	45	50.00
2000년	92	46	50.00
2003년	94	63	67.02
2004년	81	81	100.00
평균 연간배출량	90	46	50.83

주 : 평균 연간배출량은 1995년~2000년 배출량에 의한 산정치임.(2000년 이후 전철화 및 KTX개통에 따라 이산화탄소 배출량이 급격히 변화하여 배제하였음.)

자료 : 『철도 전철화 효과 계량지표 개발 연구(최종보고서), 철기연, 2006.12』(p96)



〈그림 5〉 차량별 CO<sub>2</sub>배출량 비교 결과

비교 결과 2004년 디젤차량의 CO<sub>2</sub>배출량은 전년대비 13.83% 감소한 반면 전기차량의 경우 28.57%가 증가하였으며, 이는 디젤차량의 성능 개선 때문이라기보다 2004년 전철화 및 KTX개통에 의한 차량별 수적 변화(디젤차량 감소, 전기차량 증가)가 원인이라 판단된다.

이렇듯 연간 CO<sub>2</sub>배출 총량은 차량운행대수 및 운행회수 등에 영향을 많이 받으므로 이에 대한 단순 비교는 무리가 있으며, 단위 차량당 CO<sub>2</sub>배출량(톤/대) 또는 운행회수당 CO<sub>2</sub>배출량(톤/회)를 비교하는 것이 보다 합리적이라고 생각된다.

참고로 직결운행에 의한 환경편의효과를 정량적으로 제시하여야 하나, 연차별 열차 대체계획 등 향후 추진계획에 따라 차이가 있을 수 있으므로 본 연구에서는 제시하지 않았다.

## 2. 수익/비용분석

### 1) 전제조건

본 연구에서는 열차별 수요에 의한 승차수입과 초기

〈표 15〉 직결운행 수익비용분석 전제조건

구분	전제조건
직결운행	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 도입시점 : 경부선(KTX) 2단계 개통시점인 2011년</li> <li>• 도입차량 : 호남선 도입예정인 KTX II (10량/편성)</li> <li>• 초기 차량구입비용 : KTX II (327억원/편성, VAT포함) ⇒ 차량구입비 경제성분석시 부가세 10%제외 ⇒ 327억원/편성 × 44편성 × 90% = 1조 2,949억원</li> </ul>
분석방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 분석기간 : 2011년~2035년(25년간, 차량 내구연한)</li> <li>• 적용할인율 : 6.5%</li> <li>• 추가 운영비용 : 직결운행 도입시 추가 발생하는 연간 운영비용 ⇒ KTX, 새마을의 2006년 열차km당 운영비용을 근거로 하여, 직결운행시 연간 운영비용 산정 ⇒ 연도별 운영비용은 총 열차수요의 연평균증가율(1.54%)반영 ⇒ 추가 운영비용 = 직결운행 운영비용 - 새마을호 운영비용</li> </ul>

자료 : 『도로·철도부문사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완연구(제4판), KDI, 2004』

차량구입비용 및 운영비용을 고려하여 수익/비용분석을 수행하였으며, 전제조건은 다음과 같다.

### 2) 분석결과

앞서 제시한 전제조건하에서의 수익/비용분석 결과 고가의 차량구입비용으로 인해 수익성지수(Profitability Index: PI)가 매우 낮은 수치(0.54)를 나타냈다.

〈표 16〉 수익비용분석결과

구분	할인율적용시	할인율미적용시
PI	0.54	0.89
NPV	-8,432	-2,547

구분	비용 (Cost)				수입 (Revenue)	
	초기비용 (차량구입비)	추가 운영비용	할인전 비용	할인 비용	승차 수입	할인 수입
2011년	12,949	360	13,309	13,309	507	507
2012년	0	366	366	343	538	505
2013년	0	371	371	327	586	516
2014년	0	377	377	312	586	485
2015년	0	383	383	298	625	486
2016년	0	389	389	284	652	476
2017년	0	395	395	271	680	466
2018년	0	401	401	258	708	456
2019년	0	407	407	246	738	446
2020년	0	413	413	235	768	435
2021년	0	420	420	224	796	424
2022년	0	426	426	213	825	413
2023년	0	433	433	203	853	401
2024년	0	439	439	194	882	389
2025년	0	446	446	185	910	377
2026년	0	453	453	176	939	365
2027년	0	460	460	168	967	353
2028년	0	467	467	160	995	341
2029년	0	474	474	153	1,023	329
2030년	0	482	482	146	1,051	318
2031년	0	489	489	139	1,078	306
2032년	0	497	497	132	1,105	295
2033년	0	504	504	126	1,132	283
2034년	0	512	512	120	1,159	272
2035년	0	520	520	115	1,186	262
합계	12,949	10,886	23,835	18,337	21,288	9,905

주 : 1) 초기 차량구입비는 직결운행에 필요한 차량구입비의 부가세를 제외한 경제적 비용임.

2) 추가운영비용은 직결운행도입시 추가적으로 발생하는 운영비용 임.(직결운행의 연간 운영비용 - 새마을호 연간 운영비용)

또한 차량구입비용의 정부지원 비율에 따른 민감도분석결과, 65%이상 정부지원시 운영자 수익이 발생하는 것으로 나타났다.



〈표 17〉 정부지원에 따른 민감도분석결과

재원 분담 (%)	KORAIL	100	90	80	70	60	50	40	30
	정부지원	0	10	20	30	40	50	60	70
차량구입비 (억원)		12,949	11,654	10,359	9,064	7,770	6,475	5,180	3,885
PI		0.54	0.58	0.63	0.69	0.75	0.83	0.94	1.07
NPV (억원)		-8,432	-7,137	-5,842	-4,547	-3,252	-1,957	-662	632

주 : PI(Profitability Index)는 수익성지수로서, 수입과 비용의 비율을 의미함

### 3. 소결론

앞서 분석한 바와 같이 직결운행도입은 통행시간 절감 및 환경오염저감 등 이용자의 서비스 측면이나 사회·경제적 측면에서 긍정적 효과가 있는 것으로 나타났으나, 운영을 위한 차량구입비용이 높아 운영자입장에서의 수익성은 매우 낮은 것으로 판단된다.

따라서 차량재원확보 및 열차운행계획 등에 대한 검토가 추가적으로 요구된다.

## V. 결론 및 향후 연구과제

### 1. 연구 종합 및 결론

2003년까지 점진적 감소 추세를 보이던 열차 수송수요는 2004년 KTX 개통에 따라 급격한 증가를 나타냈으나 운행회수 축소로 인해 일반열차 이용자의 서비스 불평은 가중되었다.

이에 기존 자원의 효율적 활용과 장래 수요에 효과적으로 대응하기 위한 중장기적 열차운행계획 수립 필요성이 제기되었으며, 본 연구에서는 직결운행(기존선+고속선 복합구간 운행방식)이라는 새로운 대안의 도입효과를 제시하였다.

본 연구에서 얻은 결론은 다음과 같다.

직결운행 도입에 따른 경제적 효과 분석 결과, 이용자 측면에서는 일반열차 이용시에 비해 평균 70~100분 이상의 통행시간절감효과가 있을 것으로 기대되며, 운영자 측면에서는 도입시점(2011년, 가정) 열차 총 수송수요 5,000여명/일(약 2.4%) 증가로 인해 운영수입이 연간 500억여원 이상 증대될 것으로 예상된다.

또한 일반열차(디젤차량)를 KTX(전기차량)으로 대체함으로써 온실가스(CO<sub>2</sub>)배출량이 50%이상 저감될 것으로 기대되며, 이는 기후변화협약 등 온실가스 저감

을 위한 국제 정세에도 부합된다.

다만, 수입/비용분석 결과 직결운행 수송수요를 위해 44편성(KTX II, 10량 가정)의 신규 차량의 구입이 요구되며 추가적인 운영비용까지 감안한다면 수익성지수(PI)가 0.54로 낮아 타당하지 않다고 판단된다.

이에 직결운행 도입에 의한 고속선 구간 활용을 극대화하고 사회·경제적, 긍정적 효과를 높이기 위해 신규 차량비용의 정부 지원이 필요하다. 다음은 신규 차량비용의 정부 지원 비율에 따른 민감도분석 결과이며, 그 결과 65%이상 정부 지원시 운영자의 수익이 발생하는 것으로 나타났다.

### 2. 향후 연구과제

본 연구에서의 부족한 점을 보완하고 본 논문과 관련하여 지속적으로 연구되어야 할 향후 연구과제를 다음과 같이 제시하였다.

- 1) 본 연구에서는 직결운행도입에 따른 열차별 이용률을 KTX 개통전·후 수송실적분석에 의해 산정하였기 때문에 타 수단에서의 전환수요가 폭넓게 고려되지 못한 면이 있다. 이러한 면을 보완하기 위해 향후 연구에서는 수송실적 Data에 근거한 수단분담모형 산정 및 검증, 이에 대한 수요예측이 수행되어야 할 것이다.
- 2) 또한 직결운행을 위한 KTX 차량구입계획 및 경부선 디젤차량(새마을)의 연차별 폐차계획, 열차별 수요예측결과에 근거하여 최적열차운행계획 수립에 대한 추가적 연구가 요구된다.
- 3) 본 연구과제 수행을 통해 얻은 결과에 의하면 직결운행 도입효과는 많은 긍정적 효과가 있음에도 불구하고, 고가의 차량구입비용 및 선로용량의 한계라는 궁극적 문제를 안고 있다.

따라서 보다 정확한 직결운행 도입효과를 분석, 도출하기 위해서는 차량 재원확보 및 선로용량제한 개선 등에 대한 구체적 추진계획의 수립과 검토가 수반되어야 할 것이다.

### 참고문헌

1. 김동선(1999), “고속철도 도입효과 극대화 방안”.

