

## 컨테이너, 양회, 철강을 중심으로 한 철도의 화물수송경쟁력 분석

### The Analysis on Competitiveness of Railroad Transport Focused on Container, Cement, Steel

김은미<sup>†</sup> · 박동주\* · 고영승\*\* · 김현승\*\* · 박형준\*\*

Eun-mi Kim · Dong-joo Park · Young-seung Ko · Hyun-seung Kim · Hyeong-jun Park

**Abstract** The modal split of highway has been increased and the one of railway has been decreased from 17.2%(1990) to 6.3%(2006). In this context, it is meaningful to examine the competitiveness of the railroad of Korea. The objective of this study is to analyze the competitiveness of railroad transport compared with the highway so that countermeasures improving the competitiveness of railroad could be suggested. For this, first of all, indicators representing the competitiveness of the railroad transport are determined. The main influencing factors for mode choice include transport time, transport cost and level of service. Three types of commodity, container, cement and steel are the target for the analysis. It was found that the overall competitiveness of railroad transport is weaker compared with highway even for the main freight origin-destination pairs. It means that the freight transport system is focused on road rather than railroad. Therefore, we need to remeasure the competitiveness of railroad transport related to methods for freight railroad competitiveness improvement.

**Keywords** : Railroad Transport, Competitiveness Indicators, Transport Time, Transport Cost, Level of Service

**요 지** 우리나라 도로화물수송 분담률(영업용, 톤 기준)은 꾸준히 증가 하고 있는 반면, 철도화물수송 분담률(영업용, 톤 기준)은 1990년 17.2%에서 2006년 6.3%로 감소하는 추세를 보이고 있다. 본 연구는 철도화물수송경쟁력 강화 방안을 모색하기 위한 전단계로서 도로화물수송에 대한 철도화물수송의 경쟁력을 평가하였다. 이를 위해 본 연구에서는 SP조사결과 화물 수단선택 시 중요도가 높은 수송시간, 수송비용, 서비스수준을 주요변수로 선정하여 품목별(컨테이너, 양회, 철강) 철도화물수송경쟁력지표를 개발하였다. 또한, 철도화물수송경쟁력지표를 통해 컨테이너, 양회, 철강에 대한 주요변수별 철도화물수송경쟁력을 분석하였다. 분석결과를 살펴보면, 대체로 도로에 대한 철도의 화물수송경쟁력은 화물발생기중점에서조차 현저하게 낮게 나타났다. 이는 도로중심의 화물수송체계를 반영하는 결과이다. 이와 관련하여 향후 2단계 경부고속철도, 호남고속철도가 개통되고 기존 철도시설을 개량할 경우 도로대비 철도의 화물수송경쟁력이 어떻게 변화할 것인지에 대해 추가적으로 분석하여 철도화물수송경쟁력 제고방안과 연계하여 재분석할 필요가 있다.

**주 요 어** : 철도수송, 도로수송, 수송경쟁력지표, 수송시간, 수송비용, 서비스수준

## 1. 서 론

우리나라 국내 화물수송량은 1990년 약 3억4천만톤에서 2006년 약 6억천만톤으로 증가하는 추세이나 철도의 화물

수송은 1990년 약 5천8백만톤(17.2%)에서 2006년 4천3백만톤(6.3%)으로 지속적으로 감소하는 추세이다. 이에 반해 국내 도로화물수송 분담률은 약 76.6%(2006년 기준)에 이를 정도로 화물수송의 도로 편향이 심각하다.<sup>1)</sup>

도로위주의 화물수송구조는 교통 혼잡 가중과 교통사고 증가 등 많은 사회적 비용을 야기하여 국가예산의 낭비를 초래하므로 수송체계의 전환이 시급하다. 철도수송은 도로

<sup>†</sup> 책임저자 : 정회원, 한국교통연구원, 국가교통조사분석사업단, 연구원  
E-mail : ongsa22@koti.re.kr

TEL : (031)910-3260 FAX : (031)910-3224

\* 교신저자 : 정회원, 서울시립대학교, 교통공학과, 교수

\*\* 서울시립대학교, 교통공학과, 석사과정

1) 건설교통부, 건설교통통계연보

수송에 비해 대량성, 정시성, 환경친화성 등의 장점을 지니고 있으나 선로용량 부족과 타 교통수단과의 연계체계 구축 미흡 등의 이유로 철도 화물수송실적은 더욱 악화되어가고 있다. 이와 같이 전반적인 감소추세를 면치 못하고 있는 철도화물의 운송증대를 도모하기 위해서는 철도화물수송현황을 객관적으로 측정하여 이에 상응하는 철도화물수송경쟁력 강화 방안을 마련해야 한다. 본 연구에서는 국내 도로 대비 철도의 화물수송경쟁력을 보다 객관적이고 정량적으로 측정하여 우리나라의 철도화물수송현황을 살펴보았다.

품목별 수단선택특성분석결과 화물수단선택에 있어서 중요도가 높은 수송시간, 수송비용, 서비스수준 등 3가지 주요변수를 평가항목으로 설정하여 품목별(컨테이너, 양회, 철강) 도로화물수송대비 철도화물수송경쟁력지표를 개발하였다. 또한, 품목별 철도화물수송경쟁력 분석을 통해 시사점과 결론을 도출하였다.

본 연구의 구성은 Fig. 1과 같다. 선행 연구에 대한 고찰을 통해 기존 철도화물수송경쟁력 분석 방법의 한계점 및 타 분야의 경쟁력지표 개발사례를 정리하였다. 다음으로 수단선택특성 분석결과와 RP조사자료 수집 결과를 활용하여 품목별 항목별 데이터를 구축하였다. 또한, 철도화물수송경쟁력의 객관적이고 정량적인 측정을 위해 철도화물수송경쟁력지표의 구성요소 및 산정방법론을 제시하였다. 철도화물수송경쟁력지표를 이용하여 우리나라 246개 존에 대한 품목별 철도화물수송경쟁력지표 값을 도출한 결과를 제시하고, 크게 4가지 측면에서 개별 기준점 간 지표 값을 집계하여 분석한 결과와 시사점을 정리하였다. 도로화물수송경쟁력지표도 철도화물수송경쟁력지표 산정방법론을 적용하여 산출하고 246개 존에 대해 분석결과를 비교하여 정리하였다.

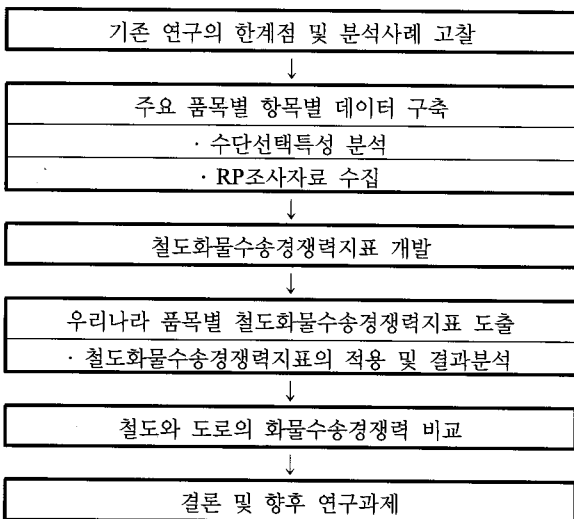


Fig. 1. Research process

## 2. 선행연구 고찰

### 2.1 철도화물수송경쟁력 분석에 관한 연구

국내연구에서 철도화물수송을 대상으로 경쟁력을 분석하여 경쟁력 제고방안을 제시한 사례는 박대룡 외 2인(1994)[4], 양동인(2004)[7], 유재균 외 1인(2005)[9], 이상민(2007)[8] 등이 있다. 박대룡 외 2인(1994)은 도로중심으로 이루어지고 있는 컨테이너 내륙수송에서 철도수송의 잠재적 경쟁력을 분석하기 위해 SP실험법을 이용하여 수단선택모형을 구축하고, 각 변수(시간, 비용, 수송시간의 신뢰도)의 상대적인 중요도를 파악하였다. 민감도 분석결과를 통해 컨테이너 철도수송의 경쟁력 확보방안을 제시하였다. 그러나 이는 조사대상 지역을 특정지역(부산)으로 한정하였고 실체가 아닌 가상 수송체계를 구축하여 현실과 상이할 수 있다는 한계점이 있다. 양동인(2004)은 철도화물의 경쟁력 제고방안을 제시하기 위해 철도화물운송 관련자들을 대상으로 설문조사를 수행하였다. 조사항목은 철도화물운송의 문제점을 포함하여 철도화물운송의 경쟁력확보 근거, 경쟁력 제고방안에 대한 우선순위 등 7가지 기본 조사항목을 포함하고 있다. 유재균(2005)은 철도화물수송의 경쟁력 제고방안으로써 철도화물 운임제도 및 체계를 전반적으로 검토하였다. 이상민(2007)은 철도물류서비스 경쟁력 강화방안을 제시하기 위해 3가지(철도물류의 인프라, 수송체계, 마케팅 및 영업전략)측면에서 문제점을 분석하였다. 양동인(2004), 유재균(2005), 이상민(2007)의 연구는 일반적인 문헌고찰과 통계자료를 이용하여 철도화물수송경쟁력 제고방안을 제시한 사례로, 구체적인 분석기법을 이용하거나 정량적인 지표를 개발하여 분석을 수행하지 않았다. 특히 유재균(2005)은 철도의 수송경쟁력 분석대상을 철도화물 운임체제로 한정하였다. 국외연구에서는 철도화물수송을 대상으로 경쟁력을 분석하여 경쟁력 제고방안을 제시한 사례가 드물었다. 다만 여객을 대상으로 분석한 사례가 있었는데, D J Hardy(1997)[12]는 여객수송 측면에서의 철도와 도로를 주로 비교하면서 화물수송에 있어 철도의 경쟁력이 강화될 필요가 있음을 언급 하였다. 그리고 영국의 통계자료를 활용하여 철도와 도로를 비교하고, 이를 기초로 경쟁력 제고방안을 제시하였다. Harun Al-Rasyid S. LUBIS(2005)[13]는 여객수단을 대상으로 로짓 모형과 SP조사 분석기법 등을 이용하여 수단간 경쟁력 분석을 시도하였다. 또한, Algis Zvirblis(2004)[11]는 여객 철도수송시스템의 효율성을 증대시키는 것과 관련하여 경쟁력에 영향을 미치는 기술적인 요인에 대한 이론적인 분석을 시도하였다.

## 2.2 정량적 지표를 통한 경쟁력분석에 관한 연구

철도화물수송을 대상으로 경쟁력 분석지표를 개발하여 분석한 사례는 전무하지만, 대중교통·관광경쟁력 분야 등에서는 유사한 사례를 찾을 수 있다. 신성일(2004)[6]은 서울시를 대상으로 승용차와 대중교통의 이동성을 정량적으로 측정할 수 있는 지표를 개발하여 대중교통경쟁력을 확보하는 방안을 강구하였다. 금기용(2006)[1]은 동아시아 6개국 도시 관광경쟁력의 평가항목 및 평가지표를 개발하여 관광경쟁력을 종합적으로 평가하였다. 김동준 외 3인(2006)[2]은 세계주요도시의 대중교통 경쟁력을 비교하기 위해 각 도시의 대중교통경쟁력을 대표할 수 있는 지표를 선정하고 대중교통경쟁력 수준을 평가하였다. 위와 같이, 정량적 지표를 통한 경쟁력분석에 관한 연구는 효과적인 정책수립 및 평가를 위해 대중교통분야에서 주로 이루어졌다.

## 2.3 시사점

최근 연구동향을 살펴보면, 철도화물수송을 대상으로 한 경쟁력 분석사례나 도로에 대한 철도의 화물수송경쟁력 분석사례는 국내·외적으로 전무한 실정이다. 본 연구의 목적은 철도화물수송의 경쟁력 강화방안을 마련하기 위해 도로에 대한 철도의 화물수송경쟁력지표를 개발하고, 이를 통해 철도의 화물수송경쟁력을 정량적으로 측정하는 것이다. 즉, 철도화물수송의 경쟁력강화를 위한 방향을 마련하기 위한 기초분석으로써 우리나라 철도화물수송현황에 대한 객관적 측정 및 분석을 하고자 한다. 이를 위해 본 연구에서는 분석 범위로써 컨테이너, 양회, 철강을 주요 품목으로 선정하고 주요 평가항목으로써 수송시간, 수송비용, 서비스수준을 선정하였다.

## 3. 연구방법

### 3.1 품목별 수단선택특성분석

본 연구에서는 고속철도 개통이후 철도시설 개량을 통하여 수요가 증가할 것으로 예상되는 컨테이너, 양회, 철강을 주요 품목으로 선정하였다. 즉, 품목선정기준을 크게 철송의 경쟁력, 철도시설 개량을 통한 철송 전환가능성, 절대량, 장래수요 등으로 정하여 한국철도공사의 화물수송실적자료를 기초로 평가과정을 거쳐 주요품목을 선정하였다. 그리고 전문가설문조사결과를 활용한 품목별 수단선택특성 분석결과를 이용하여 평가항목을 선정하였다.

평가항목에는 수송시간, 수송비용, 정시성, 파손/분실에 대한 안전성 등을 포함하였으며 이를 세분화하여 수단 선택 시 중요도를 묻는 26개 문항과 현재 이용 중인 수단의 만족도를 묻는 22개 문항으로 설문지를 구성하였다. 본 연구에 사용된 자료는 화주 또는 운송업자의 수단 선택 시 영향을 미치는 요인에 대해 조사하였다.

조사결과 세 품목 모두 수송시간, 수송비용, 목적지 정시도착 신뢰성, 화물의 손실 및 부패/파손 비용의 중요도가 가장 높은 것으로 나타났다. 품목별로 살펴보면, 컨테이너의 경우 수송비용, 화물의 손실 및 부패/파손비용, 수단간 운임의 차이/할인 비용 항목에 대한 중요도는 높은 반면 만족도는 낮은 것으로 나타났다. 양회의 경우 수송비용, 수송시간, 목적지 도착시간 준수여부, 수단간 운임의 차이/할인에 대한 만족도가 중요도에 비해 낮게 나타났으며, 이와 더불어 철도시설에 대한 접근성과 화물의 손실, 부패/파손비용에 대한 만족도가 중요도에 비해 낮게 나타났다. 철강은 철도 표본수가 적어 분석에 한계가 있었으며 도로 이용자의 경우 수송비용 관련 항목과 수송 소요시간, 목적지 도착시간 준수 여부, 화물정보 제공에 대한 만족도가 중요도에 비해 낮은 것으로 분석되었다.

본 연구에서는 조사결과 화물수단 선택 시 중요도가 높은 항목을 크게 수송시간, 수송비용, 서비스수준으로 분류하여 품목별로 분석을 수행하였다.

## 3.2 데이터구축 및 연구방법론

### 3.2.1 데이터구축

본 연구에서는 국가교통DB센터의 「2005 전국지역간 기종점통행량 조사사업」을 활용하여 2006년(고속철도 개통 이후)자료로 보정하였다. 교통존은 연구대상지역을 일정한 기준에 따라 구분한 공간적인 단위로 「2005 전국지역간 기종점통행량 조사사업」의 교통존 구분내역(전국 246개 대존 15개(울릉도·제주도 제외))을 활용하였다. 또한, 철도가 없거나 철도 물동량이 발생하지 않더라도 수단별로 수단을 전환하여 수송하는 경우도 존재하기 때문에 전국 246개 존 전체에 대해 분석을 수행하였다.

본 연구에서 적용한 전체 246개 존의 기종점별 수송시간, 수송비용, 서비스수준의 데이터 구축 방법론은 Table 2, Table 3과 같다.

Table 1. Studies for development of competitiveness indicators

구분	연구영역	경쟁력지표
신성일(2004)	대중교통경쟁력	이동성 분석지표
금기용(2006)	국제관광경쟁력	관광경쟁력 평가지수
김동준 외(2006)	대중교통경쟁력	대중교통체계 평가지표

Table 2. The estimation methodology for freight transport time and cost

구분	수단	적용 원단위	비고	
컨테이너	시간	도로	· 상(하)차 소요시간: 120분 · 도로수송시간: 1.22분/km · 20FT 기준	· 상차시간+(도로수송시간×거리)+하차시간 · 240분+(1.22분/km×거리)
		철도	· 셔틀수송시간: 1.22분/km · 상(하)차 소요시간: 120분 · 철도수송시간: $\frac{\text{운송거리}}{\text{운송속도}(60\text{km/h})}$ (분) · 40FT 기준	· 셔틀수송시간+상차시간+철도수송시간+하차시간+상차시간 +도로수송시간+하차시간 · 480분+철도수송시간(분)+(1.22분/km×거리)
	비용	도로	· 상(하)차 소요비용: 10,500원 · 도로수송비용: 1,572원/km · 20FT 기준	· 상차비용+(도로수송비용×거리)+하차비용 · 21,000원+(1,572원/km×거리)
		철도	· 셔틀수송비용: 24,000원/km · 상(하)차 소요비용: 10,500원 · 철도수송비용: 674원/km · 40FT 기준	· 셔틀수송비용+상차비용+철도수송비용+하차비용+상차비용 +도로수송비용+하차비용 · 42,000원+(674원/km×거리)+(1,572원/km×거리)+(24,000원/km×거리)
양회	시간	도로	· 상(하)차 소요시간: 0.39분/톤 · 양회트럭: 25톤 · 도로수송시간: 1.17분/km	· 상차시간+도로수송시간+하차시간+상차시간+하차시간 · 39분+(1.17분/km×거리) ※ 트럭한대당 톤수는 25톤이므로, 상(하)차시간은 약 9.75분
		철도	· 상(하)차 소요시간: 0.39분/톤 · 열차 1량: 52톤 · 1편성: 약 17량 · 철도수송시간: 6.82분/km	· 상차시간+철도수송시간+하차시간+상차시간+도로수송시간+하차시간 · 700분+(6.82분/km×거리)+20분+(1.17분/km×거리) ※ 철도 1량은 52톤이고, 1편성은 17이므로, 1편성 상(하)차시간은 약 350분
	비용	도로	· 상(하)차 소요비용: 1,516원/톤 · 양회트럭: 25톤 · 도로수송비용: 65.60원/km	· 상차비용+도로수송비용+하차비용+상차비용+하차비용 · 152,000원+(65.60원/km×거리) ※ 트럭한대당 톤수는 25톤이므로, 상(하)차비용을 약 38,000원
		철도	· 상(하)차 소요비용: 1,516원/톤 · 열차 1량: 52톤 · Silo적재비용: 184원/톤 · 철도수송비용: 37.04원/km	· 상차비용+철도수송비용+하차비용+상차비용+도로수송비용+하차비용 +Silo적재비용 · 78,000원+(37.04원/km×거리)+76,000원+(65.60원/km×거리) +(184원/톤×52톤) ※ 철도 1량의 적재비용은 52톤에 해당되는 78,000원
철강	시간	도로	· 상(하)차 소요시간: 0.37분/톤 · 철강트럭: 25톤 · 도로수송시간: 1.64분/km	· 상차시간+도로수송시간+하차시간 · 18.5분+(1.64분/km×거리) ※ 트럭한대당 톤수는 25톤이므로, 상(하)차시간은 약 9.25분
		철도	· 상(하)차 소요시간: 0.37분/톤 · 열차 1량: 52톤 · 1편성: 약 17량 · 철도수송시간: 3.11분/km	· 상차시간+철도수송시간+하차시간+상차시간+도로수송시간+하차시간 · 660분+(3.11분/km×거리)+18.5분 ※ 철도 1량은 52톤이고, 1편성은 17이므로, 1편성 상(하)차시간은 약 330분
	비용	도로	· 상(하)차 소요비용: 2,450원/톤 · 철강트럭: 25톤 · 도로수송비용: 71.36원/km	· 상차비용+도로수송비용+하차비용 · 120,000원+(71.36원/km×거리) ※ 트럭한대당 톤수는 25톤이므로, 상(하)차비용은 약 60,000원
		철도	· 상(하)차 소요비용: 2,450원/톤 · 열차 1량: 52톤 · 철도수송비용: 46.73원/km	· 상차비용+철도수송비용+하차비용+상차비용+도로수송비용+하차비용 · 120,000원+(46.73원/km×거리)+ 120,000원 ※ 철도 1량의 적재비용은 52톤에 해당되는 60,000원

자료: 서울시립대학교 외(2007), “고속철도 개통 시너지 효과 극대화를 위한 철도시설 개량방안 연구” 중간보고서

### 3.2.2 철도화물수송경쟁력지표의 개념

철도화물수송경쟁력지표란 컨테이너, 양회, 철강 등 3가지 품목에 대해 수송시간, 수송비용, 서비스수준 측면에서 도로 대비 철도의 화물수송경쟁력을 정량적으로 나타낼 수 있는 지표를 의미한다. 수송시간과 수송비용은 낮을수록, 서비스수준은 높을수록 도로에 비하여 경쟁력이 있다고 할 수 있다.

### 3.2.3 철도화물수송경쟁력지표를 구성하는 요소 및 산정 방법론

도로 대비 철도의 수송시간, 수송비용, 서비스수준 등 항목별 수송경쟁력은 향후 구체적인 철도화물수송경쟁력 제고방안 수립 시 매우 중요하다. 즉, 화물수단선택에 있어서 주요 요인으로 선정된 항목별로 철도의 화물수송경쟁력을 정량적으로 측정할 수 있는 지표를 개발하여 철도화물수송

Table 3. The estimation methodology for level of service

수단	적용 원단위	산정방법
도로	· 원단위 적용 안함 · 권역 서비스 점수	· 도로 서비스 점수 = 도로 권역 서비스 점수
철도	· 거리 당 서비스 원단위 · 철도 영향권 설정 · 영향권범위(0~50km)	· 원단위 = 철도 서비스점수(RP조사결과) / 철도거리(km) 원단위(거리당 서비스) = $\sum T_p \div \sum T_{len}$ $= 7975 \div 22207.82 km = 0.3591$ $\therefore 0.36(\text{점}/km)$ $T_p$ = 철도서비스 점수(RP 조사 결과) $T_{len}$ = 철도거리(km) · 철도 서비스 점수 = 철도 권역 서비스점수(영향거리×원단위) ※ 영향권 설정 - $t_{len} = 0 \sim 50km$ $T_p = t_p - (t_{len} \times 0.36)$ $T_p$ = 철도서비스 점수 - $t_{len} = 50km \sim$ $T_p = t_p$ $t_p$ = 원점수(권역서비스 점수) $t_{len}$ = 철도거리(km)

자료: 서울시립대학교 외(2007), “고속철도 개통 시너지 효과 극대화를 위한 철도시설 개량방안 연구” 중간보고서

의 경쟁력을 확보하는 방안을 강구해야한다. 본 연구에서 제시하는 철도화물수송경쟁력지표는 수송시간, 수송비용, 서비스수준 등 항목별로 구성되어 있으며, 이는 중존 경쟁력지표로 표현하였다.

첫째로, 철도화물수송경쟁력지표를 구성하는 요소를 나타내면 다음과 같다.

- 수송시간:  $TCR_{ijm}^K$
- 수송비용:  $CCR_{ijm}^K$
- 서비스수준:  $LCR_{ijm}^K$

여기서, T, C, L은 각각 수송시간(Time), 수송비용(Cost), 서비스수준(Level of service)을 의미한다. i, j는 기종점을 나타내며, m은 도로(t), 철도(r) 등 수단, K는 컨테이너(c), 양회(b), 철강(c) 등 화물품목을 의미한다.

둘째로, 본 연구에서는 도로에 대한 철도의 화물수송경쟁력지표를 설명이 간편한 하나의 측정치로 나타내기 위해 점대점(point-to-point: 개별기종점)의 중존 경쟁력지표로 나타났다.

Table 4. The characteristics of competitiveness indicator for railroad transport

지 표	특 성
중존 경쟁력지표	· 울릉도, 제주도를 제외한 246개 존 대상 · 네트워크분석 중심의 점대점(point-point) 분석

중존 경쟁력지표는 전체 246개 존을 대상으로 개별 기종점간 철도화물수송경쟁력을 나타낸다. 이를 도로에 대한 상대 값으로 나타내기 위해 각 항목별 기본수식은 수식 (1) ~ 수식 (3)과 같다. 일반적으로 수송시간과 수송비용은 낮

을수록 서비스수준은 높을수록 경쟁력이 있으므로 지표개발 시 이를 고려하였으며, 각 항목별 지표 값은 수단간 상대적인 비율이다. 수송시간( $TCR_{ijm}^K$ ) 경쟁력지표와 수송비용( $CCR_{ijm}^K$ ) 경쟁력지표는 개별 기종점간 도로의 수송시간, 수송비용을 철도의 수송시간, 수송비용으로 나누어 비율(%)로 나타낸 값이다. 지표 값이 100 이상의 값을 갖는다는 것은 철도수송의 경쟁력이 높음을 의미한다. 즉, 수송시간과 수송비용 경쟁력 지표 값이 클수록 철도의 수송경쟁력이 높음을 의미한다. 서비스수준( $LCR_{ijm}^K$ ) 경쟁력지표는 개별 기종점간 철도수송의 서비스수준을 도로수송의 서비스수준으로 나누어 비율(%)로 나타낸 값이다. 수송시간 및 수송비용과 동일하게 지표 값이 100 이상의 값을 갖는다는 것은 철도수송이 도로수송보다 경쟁력이 높음을 의미한다. 결론적으로 중존 경쟁력지표 값이 클수록 도로에 대한 철도의 수송경쟁력이 높은 것이다.

$$TCR_{ijr}^K = \left[ \frac{T_{ijt}^K}{T_{ijr}^K} \right] \times 100 \quad (1)$$

$$CCR_{ijr}^K = \left[ \frac{C_{ijt}^K}{C_{ijr}^K} \right] \times 100 \quad (2)$$

$$LCR_{ijr}^K = \left[ \frac{L_{ijr}^K}{L_{ijt}^K} \right] \times 100 \quad (3)$$

#### 4. 철도화물수송경쟁력지표의 적용 및 결과분석

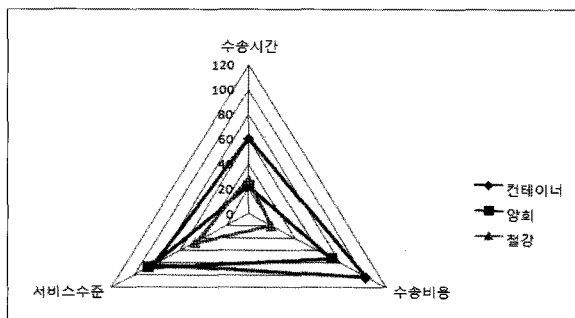
##### 4.1 항목별 품목별 철도화물수송경쟁력지표 산출결과

본 연구에서는 앞 장에서 살펴본 바와 같이 항목별 품목별로 도로에 대한 철도화물수송경쟁력지표를 제안하였다. 본 연구에서는 개별 기종점간 철도화물수송경쟁력을 주로 분석하기위해 246개 중존에 대한 철도화물수송경쟁력지표

와 각 품목별 항목별 데이터를 이용하여 분석결과를 도출하였다. 이는 항목별 품목별 경쟁력지표 전국평균으로 나타낼 수 있다. 항목별 품목별 철도화물수송경쟁력지표의 전국평균은 Table 5와 같고, 전체적인 지표 값이 100 이하로 도로에 비해 철도의 화물수송경쟁력이 낮은 것으로 분석되었다. 전체 246개 종의 물동량 가중 평균 값을 중심으로 살펴보면 항목에서는 컨테이너가 60.3으로 지표 값이 가장 큰 것으로 나타났다. 이는 컨테이너 품목에 대해 도로수송의 상대적인 수송시간이 철도수송의 약 0.6배(60.3%)임을 의미한다. 평균적으로 컨테이너, 양회, 철강에 대한 수송시간 철도화물수송경쟁력이 상대적으로 낮은 것으로 분석되었다. 수송비용 항목에서도 컨테이너가 102.6으로 지표 값이 가장 큰 것으로 나타났다. 이는 평균적으로 도로수송의 상대적인 수송비용이 철도수송의 약 1.03(102.6%)배로 철도수송이 도로수송보다 수송비용에 있어 경쟁력이 있음을 의미한다. 서비스수준 항목에서는 철강의 지표 값이 46.8로 나타나 물동량 대비 철도화물수송경쟁력이 상당히 낮은 것으로 나타났다.

**Table 5.** The average of railroad transport competitiveness indicators for whole country

구분	수송시간	수송비용	서비스수준
컨테이너 물동량가중평균 <sup>2)</sup>	60.3	102.6	83.0
양회 물동량 가중평균	22.2	72.3	87.2
철강 물동량 가중평균	27.7	19.4	46.8



**Fig. 2.** The average of railroad transport competitiveness indicators for whole country

## 4.2 철도화물수송경쟁력지표의 적용 및 분석

### 4.2.1 물동량 기준 주요 기종점의 철도화물수송경쟁력

앞 절에서 산정한 철도화물수송경쟁력지표의 결과를 살펴보면 품목별 철도화물수송경쟁력지표 값은 전반적으로 100 이하의 값을 나타냈다. 이는 철도수송이 도로수송

에 비해 경쟁력이 상대적으로 낮은 것을 의미한다. 품목별로 살펴보면, 컨테이너의 철도화물수송경쟁력지표 값이 상대적으로 가장 큰 것으로 분석되었다. 특히, 수송비용 측면에서 컨테이너 철도수송은 도로수송보다 경쟁력이 있는 것으로 나타났다. 본 절에서는 품목별로 전체 물동량에서 상위 10%를 차지하는 주요 기종점을 선정하여 철도화물수송경쟁력을 분석하였다. Table 6은 컨테이너 품목에 대한 주요 기종점별 철도화물수송경쟁력지표 값을 나타낸다. 주요 기종점의 물동량 가중평균 지표 값은 수송시간 58.5, 수송비용 95.2, 서비스수준 79.5로 나타났다. 이는 주요 기종점의 수송시간, 수송비용, 서비스수준 측면 모두 철도수송이 도로수송보다 수송경쟁력이 낮음을 의미한다.

**Table 6.** The container competitiveness indicator for railroad transport

출발종명	도착종명	컨테이너 철도화물수송경쟁력지표			물동량 (톤)
		수송 시간	수송 비용	서비스 수준	
전남 여수	전남 광양	33.6	31.5	72.6	16025.2
경남 마산	부산 동구	62.2	72.5	87.9	16013.5
경북 구미	부산 동구	73.4	125.7	91.4	15587.4
부산 동구	경기 의왕	83.2	186.4	90.2	13888.4
경기 의왕	부산 동구	88.6	183.2	92.5	13636.3
울산 남구	부산 동구	62.0	72.3	87.9	11983.7
부산 동구	경남 의령	64.0	103.0	87.9	11463.7
경남 의령	부산 동구	66.5	94.4	87.9	9359.8
부산 동구	경북 구미	70.9	134.9	84.2	7134.0
부산 동구	경남 마산	59.8	79.7	87.9	5062.6
부산 동구	경남 밀양	57.9	69.1	70.3	4884.5
인천 중구	인천 서구	0.3	3.3	91.5	4774.9
전남 광양	경기 의왕	67.8	164.4	89.2	4676.2
광주 광산	부산 동구	75.8	163.1	87.9	4366.9
울산 북구	부산 동구	63.5	78.9	87.9	4228.7
경남 밀양	부산 동구	60.2	62.7	70.3	4198.9
광주 광산	전남 광양	42.6	87.0	84.2	4168.9
부산 동구	부산 사하구	52.0	27.4	85.7	4019.8
전남 여수	부산 동구	72.5	149.8	87.9	3890.1
인천 부평구	인천 중구	50.8	36.4	92.6	3705.7
울산 동구	부산 동구	65.6	87.7	87.9	3634.3
인천 중구	부산 동구	94.5	194.1	92.5	3555.6
물동량 가중평균					-
		58.5	95.2	79.5	

Table 7은 양회 품목에 대한 주요 기종점별 철도화물수

2) 평균값은 물동량(철도물동량+도로물동량) 가중평균을 기본으로 하였다.

송경쟁력지표 값을 나타낸다. 주요 기종점의 물동량 가중 평균 지표 값은 수송시간 22.5, 수송비용 76.8, 서비스수준 87.0으로 나타났다. 이는 양회 품목에 대해 물동량이 발생하는 주요 기종점들의 경우 수송시간, 수송비용, 서비스수준 항목에 대해 철도화물수송경쟁력이 도로수송에 비해 상당히 낮음을 의미한다. 특히, 철도의 수송시간이 도로의 약 5배로 나타나 주요 기종점에서 도로를 이용하였을 때 수송시간 경쟁력이 훨씬 높은 것으로 분석되었다.

**Table 7.** The cement competitiveness indicator for railroad transport

출발존명	도착존명	양회 철도화물수송경쟁력지표			물동량 (톤)
		수송 시간	수송 비용	서비스 수준	
강원 영월	경기 남양주	25.5	91.4	103.4	3394.5
강원 영월	경기 의왕	24.0	91.2	103.4	3394.5
전남 광양	부산 사하구	25.6	90.9	87.9	2867.0
충북 단양	경기 남양주	23.1	91.2	102.3	2328.0
충북 단양	경기 의왕	22.0	90.9	102.3	2328.0
포항 남구	대구 북구	24.2	63.8	88.9	2125.5
포항 남구	부산 사하구	23.1	64.5	91.4	1801.1
강원 영월	서울 마포구	23.4	65.4	103.4	1613.3
강원 영월	강원 동해	33.4	64.7	86.0	1323.3
전남 광양	광주 광산	23.2	151.6	84.2	1259.4
강원 영월	충남 천안	22.4	64.8	100.0	1180.0
충북 단양	청주 흥덕구	25.3	90.1	88.9	1166.1
충북 단양	대구 북구	24.6	65.4	88.9	1082.2
전남 광양	전남 순천	21.7	87.0	80.0	994.3
전남 광양	울산 남구	23.7	91.9	87.9	983.1
포항 남구	대구 동구	22.7	63.6	88.9	982.5
충북 단양	강원 동해	31.7	65.1	100.0	977.3
전남 광양	경남 김해	22.2	90.0	87.9	948.0
포항 남구	경북 칠곡	22.6	89.3	94.4	931.7
전남 장성	전남 나주	26.6	62.9	72.6	891.2
충북 제천	청주 흥덕구	22.9	89.4	88.9	890.2
충북 단양	충남 천안	22.4	64.7	88.9	890.1
강원 영월	청주 흥덕구	23.6	90.1	100.0	836.9
물동량 가중평균		22.5	76.8	87.0	-

Table 8은 철강 품목에 대한 주요 기종점별 철도화물수송경쟁력지표 값을 나타낸다. 주요 기종점의 물동량 가중 평균 지표 값은 수송시간 22.6, 수송비용 16.3, 서비스수준 39.1로 나타났다. 타 품목과 비교했을 때 철도화물수송경쟁력이 도로수송에 비해 상당히 낮은 것으로 나타났다. 특

히, 철도의 수송시간이 도로의 약 6배로 나타나 주요 기종점에서 도로를 이용하였을 때 수송시간 경쟁력이 훨씬 높은 것으로 분석되었다.

**Table 8.** The steel competitiveness indicator for railroad transport

출발존명	도착존명	철강 철도화물수송경쟁력지표			물동량 (톤)
		수송 시간	수송 비용	서비스 수준	
전남 광양	전남 순천	22.0	35.4	80.0	1546.0
전남 광양	포항 남구	60.5	39.2	100.0	1370.0
전남 광양	경기 의왕	57.3	44.1	89.2	1349.6
포항 남구	부산 사상구	56.3	34.1	91.4	1249.5
전남 광양	대구 달성	51.2	37.5	100.0	1109.0
포항 남구	울산 울주	46.8	33.3	91.4	909.5
포항 남구	경남 양산	59.6	33.8	86.0	800.9
포항 남구	경남 창원	57.9	34.4	86.0	762.9
포항 남구	경기 의왕	63.3	40.6	92.0	634.8
전남 광양	인천 중구	58.5	44.7	89.2	616.3
전남 광양	부산 사상구	60.0	37.9	87.9	593.0
포항 남구	인천 남동구	62.3	37.7	92.0	483.0
포항 남구	포항 북구	23.5	32.5	91.1	453.8
전남 광양	울산 북구	62.0	38.9	87.9	433.2
전남 광양	인천 부평구	55.8	44.6	89.2	382.9
포항 남구	안산 상록구	62.8	37.4	92.0	371.5
전남 광양	울산 동구	63.6	39.0	87.9	357.2
전남 광양	전북 군산	56.1	38.0	84.2	336.6
전남 광양	충남 당진	57.2	39.7	86.0	315.2
전남 광양	충북 진천	58.4	39.5	86.0	301.6
포항 남구	대구 달성	50.5	33.7	88.9	295.9
포항 남구	경북 영천	33.6	32.8	78.9	287.4
포항 남구	울산 남구	36.1	33.0	91.4	286.0
물동량 가중평균		22.6	16.3	39.1	-

**4.2.2 철도화물수송경쟁력지표 값이 100 이상인 기종점의 비율**

항목별 품목별 철도화물수송경쟁력지표 값이 100 이상인 기종점은 철도수송이 도로수송보다 경쟁력이 높다는 것을 의미한다. 따라서 항목별 품목별로 철도화물수송경쟁력지표 값이 100 이상인 존이 많을수록 철도화물수송경쟁력이 높은 것이다. Fig 3은 항목별 품목별 철도화물수송경쟁력지표 값이 100 이상인 기종점의 비율(%)을 나타낸다. 수송시간과 수송비용 항목을 살펴보면, 컨테이너 품목을 제외한 양회, 철강 품목의 경우 전체 기종점의 1% 이하만이 철도화물수송경쟁력이 있는 기종점으로 나타났다.

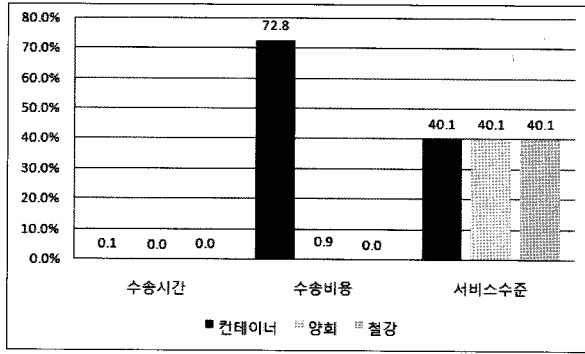


Fig. 3. The rate of O-D pairs where railroad is competitive compared with highway

#### 4.2.3 O-D거리별 철도화물수송경쟁력

본 절에서는 항목별 품목별로 O-D 거리에 따라 철도화물수송경쟁력지표 값의 변화를 분석하였다. Table 9는 수송시간에 대한 O-D 거리별 철도화물수송경쟁력지표 값의 변화를 나타낸다. 50km 미만의 단거리 수송의 경우 컨테이너, 양회, 철강의 철도화물수송경쟁력지표 값은 각각 37.9, 15.4, 3.5로 해당 기종점에 물동량 발생 시 철도보다는 도로를 더 이용하는 것으로 나타났다. 반면, O-D 거리가 증가할수록 품목별 철도화물수송경쟁력지표 값이 증가하는 경향을 보여 장거리일수록 철도 이용가능성이 높아지는 것으로 분석되었다.

Table 9. The competitiveness indicators of railroad transport w.r.t transport time as a function of O-D distance

구분	컨테이너	양회	철강
50km 미만	37.9	15.4	3.5
50km~100km 미만	59.9	24.6	54.7
100km~200km 미만	68.8	22.6	58.2
200km~300km 미만	79.1	22.0	59.5
300km 이상	85.1	22.5	58.4

Table 10은 수송비용에 대한 O-D 거리별 철도화물수송경쟁력지표 값의 변화를 나타낸다. 50km 미만의 단거리 수송일 경우 컨테이너, 양회, 철강의 철도화물수송경쟁력지표 값은 각각 33.6, 47.9, 4.6으로 해당 기종점에 물동량 발생 시 철도보다는 도로를 더 이용하는 것으로 나타났다. 반면, O-D 거리가 증가할수록 품목별 철도화물수송경쟁력지표 값이 대체적으로 증가하는 경향을 보여 장거리일수록 철도 이용가능성이 높아지는 것으로 분석되었다. 특히 컨테이너 수송은 300km 이상의 장거리 수송일 때 지표 값이 183.6으로 나타나 철도화물수송경쟁력이 높은 것으로 나타났다.

Table 10. The competitiveness indicators of railroad transport w.r.t transport cost as a function of O-D distance

구분	컨테이너	양회	철강
50km 미만	33.6	47.9	4.6
50km~100km 미만	88.8	76.6	34.2
100km~200km 미만	136.6	76.9	37.8
200km~300km 미만	171.5	65.6	40.0
300km 이상	183.6	85.5	39.1

Table 11은 서비스수준에 대한 O-D 거리별 철도화물수송경쟁력지표 값의 변화를 나타낸다. 50km 미만의 단거리 수송의 경우 컨테이너, 양회, 철강의 철도화물수송경쟁력지표 값은 각각 69.1, 49.8, 11.1로 해당 기종점에 물동량 발생 시 철도보다는 도로를 더 이용하는 것으로 나타났다. 반면, O-D 거리가 증가할수록 품목별 철도화물수송경쟁력지표 값이 대체적으로 증가하는 경향을 보여 장거리일수록 서비스수준에 대한 철도화물수송경쟁력이 높아지는 것으로 분석되었다. 또한, 서비스수준 항목은 다른 항목에 비해 O-D 거리가 증가함에 따라 품목별 철도화물수송경쟁력지표 값이 각각 91.4, 100.0, 90.7로 철도수송서비스수준과 도로수송서비스수준간 차이가 크지 않은 것으로 나타났다.

Table 11. The competitiveness indicators of railroad transport w.r.t level of service as a function of O-D distance

구분	컨테이너	양회	철강
50km 미만	69.1	49.8	11.1
50km~100km 미만	88.7	89.4	89.3
100km~200km 미만	88.3	96.7	93.0
200km~300km 미만	89.1	98.7	90.8
300km 이상	91.4	100.0	90.7

#### 4.2.4 철도역 부근(20km 이내) 기종점간의 철도화물수송 경쟁력

본 절에서는 우리나라 철도역(지하철역 제외)으로부터 20km 이내의 기종점간 철도화물수송경쟁력을 분석하였다. Fig 4는 각 항목별 품목별로 철도역으로부터 20km 이내 기종점 간 철도화물수송경쟁력지표 값을 나타낸다. 전체적인 철도화물수송경쟁력지표 값은 100 이하로 도로수송보다 경쟁력이 낮은 것으로 나타났다. 특히, 항목별로 컨테이너와 양회 품목의 경우는 평균과 비교했을 때 거의 차이가 없었다. 그러나 철강 품목은 철도역 부근의 기종점간 철도화물수송경쟁력지표 값이 전체평균과 비교했을 때 큰 것으로 나타났다. 이는 우리나라에 철강을 취급하는 철도역이 상당히 적고, 철도역으로부터 근거리일 경우 철도를 이용할 가능성이 높아지기 때문인 것으로 추정된다.



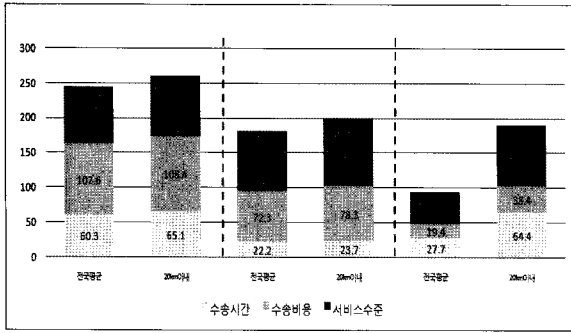


Fig. 4. The competitiveness indicator of railroad transport of the O-D pairs which are within 20km from railway station

### 4.3 도로와 철도의 화물수송경쟁력 비교

본 연구에서는 도로에 대한 철도의 화물수송경쟁력지표를 도출하여 전국 246개 존에 대해 품목별 항목별로 철도의 화물수송경쟁력을 분석하였다. 본 절에서는 품목별 항목별로 철도의 화물수송경쟁력 위위를 파악하기 위해 도로대비 철도의 화물수송경쟁력지표 도출방법을 동일하게 적용하여 철도대비 도로화물수송경쟁력지표를 도출하여 비교하였다. Table 12, Table 13, Table 14는 품목별로 전국 246개 존에 대해 철도와 도로의 화물수송경쟁력지표 값이 100 이상인 기종점의 수를 분석한 결과이다. 3개는 수송시간, 수송비용, 서비스수준 항목 3개에서 모두 경쟁력이 있는 기종점을 의미한다. 2개는 수송시간-수송비용, 수송비용-서비스수준, 수송시간-서비스수준 등 2개 항목에서 경쟁력이 있는 기종점을 의미한다. 1개는 수송시간, 수송비용, 서비스수준 중 1개 항목에서 경쟁력이 있는 기종점을 의미한다.

컨테이너 품목은 철도화물수송경쟁력이 있는 기종점이 3개 항목에서 19개로 도로(14,726개)에 비해 경쟁력이 매우 낮은 것으로 나타났다. 2개 항목에서 철도화물수송경쟁력이 있는 기종점은 19,675개로 도로에 비해 상당히 적은 것으로 나타났으나, 비용-서비스수준 면에서 철도화물수송경쟁력이 있는 기종점은 19,619개인 반면 도로의 화물수송경쟁력이 있는 기종점은 0개로 나타났다. 이는 컨테이너 품목의 경우, 수송비용-서비스수준면에서 상대적으로 도로수송에 비해 철도수송이 경쟁력이 있음을 의미한다.

양회 품목은 3개 항목에서 철도화물수송경쟁력이 있는 기종점이 0개, 2개 항목에서 철도화물수송경쟁력이 있는 기종점이 251개로 상당히 적은 것으로 나타났다. 그러나 컨테이너 품목과 동일하게 수송비용-서비스수준 면에서 철도화물수송경쟁력이 있는 기종점이 251개로 도로수송(0개)에 비해 철도수송이 경쟁력이 있는 것으로 나타났다.

철강 품목은 3개 항목에서 철도화물수송경쟁력이 있는 기종점이 0개, 2개 항목에서 철도화물수송경쟁력이 있는 기종점이 5개로 3개 품목 중 철도화물수송경쟁력이 가장

낮은 것으로 나타났다. 이는 우리나라에서 철강 품목 취급 화물역이 상당히 적어 도로이용률이 상대적으로 매우 높기 때문인 것으로 판단된다.

Table 12. The comparison of competitiveness indicators between railroad and highway (container)

구 분		도로의 수송경쟁력이 철도보다 우월한 기종점수(개)	철도의 수송경쟁력이 도로보다 우월한 기종점수(개)
3개 항목		14,726	19
2개 항목	수송시간-수송비용	1,374	56
	수송비용-서비스수준	0	19,619
	수송시간-서비스수준	38,654	0
소계		40,028	19,675
1개 항목	수송시간	4,956	0
	수송비용	0	23,986
	서비스수준	70	4,409
소계		5,026	28,395

Table 13. The comparison of competitiveness indicators between railroad and highway (cement)

구 분		도로의 수송경쟁력이 철도보다 우월한 기종점수(개)	철도의 수송경쟁력이 도로보다 우월한 기종점수(개)
3개 항목		52,976	0
2개 항목	수송시간-수송비용	6,252	0
	수송비용-서비스수준	0	251
	수송시간-서비스수준	474	0
소계		6,726	251
1개 항목	수송시간	78	0
	수송비용	0	301
	서비스수준	0	23,796
소계		78	24,097

Table 14. The comparison of competitiveness indicators between railroad and highway (steel)

구 분		도로의 수송경쟁력이 철도보다 우월한 기종점수(개)	철도의 수송경쟁력이 도로보다 우월한 기종점수(개)
3개 항목		53,429	0
2개 항목	수송시간-수송비용	6,328	0
	수송비용-서비스수준	21	0
	수송시간-서비스수준	0	5
소계		6,349	5
1개 항목	수송시간	0	19
	수송비용	2	0
	서비스수준	0	24,042
소계		2	24,061

## 5. 결론 및 향후 연구과제

우리나라 도로화물수송 분담률은 증가하는데 비해 철도의 화물수송 분담률은 지속적으로 감소하는 추세를 보이고 있다. 본 연구에서는 도로에 비해 대량성, 정시성 등의 장점을 지닌 철도의 화물수송경쟁력을 구체적으로 강화시키기 위한 전단계로써 다음과 같은 분석을 수행하였다. 즉, 2006년 기준 철도화물수송경쟁력을 정량적으로 측정하기 위한 지표개발 및 이를 통한 철도의 화물수송경쟁력분석을 수행하였으며 그 결과는 다음과 같다.

첫째, 주요 기종점에 따라서는 철도수송과 도로수송 체계를 효율적으로 조정할 필요가 있다. 현재 컨테이너, 양회, 철강 품목의 경우, 물동량이 주로 발생하는 주요 기종점에서 철도의 화물수송경쟁력지표 값은 100 이하로 현저하게 낮게 나타났다. 이는 도로중심의 화물수송체계를 반영하는 결과로 발생 물동량에 따라 주요 기종점간 효율적인 수송체계 구축이 필요하다.

둘째, 수송거리가 증가할수록 철도의 화물수송경쟁력이 증가하는 품목에 대한 비용이나 서비스 측면의 지원체계를 조정할 필요가 있다. 분석결과를 살펴보면, 각 품목에 대해 비용, 서비스 측면에서 수송거리가 증가할수록 철도의 화물수송경쟁력이 증가하는 비율이 높은 것으로 나타났다. 특히 컨테이너 품목의 경우, 평균 수송거리가 300km 이상인 장거리 수송일수록 철도의 화물수송경쟁력이 증가하는 것으로 나타났다. 그러므로 운임구조 개선이나 시설개량이 이루어질 경우 철도화물수송경쟁력이 현재보다 더 증대할 것으로 판단된다.

향후, 2단계 정부고속철도와 호남고속철도가 개통 되고, 기존 철도시설을 개량하고 철도 운임구조를 변경할 경우, 도로대비 철도의 화물수송경쟁력이 어떻게 변화할 것인지에 대해 추가적으로 분석하여 철도화물수송경쟁력 제고방안과 연계하여 재분석할 필요가 있다.

## 참고 문헌

1. 금기용(2006), "동아시아 도시간 국제관광경쟁력 비교 연구," 서울시정개발연구원, pp.61-66.
  2. 김동준, 김혜자, 장원재, 성현곤(2006), "세계주요도시의 대중교통 경쟁력 비교," 대한교통학회지 제24권 제4호, 대한교통학회, pp.81-91.
  3. 문진수, 이재민(2007), "철도화물운송증대를 위한 지원제도 개선방안," 한국교통연구원, pp.11-48.
  4. 박대룡, 하원의, 남기찬(1994), "철도 컨테이너 운송체계의 경쟁력 분석," 물류학회지 제4호, pp.167-189.
  5. 서울시립대학교 외(2007), "고속철도 개통 시너지 효과 극대화를 위한 철도시설 개량방안 연구," 중간보고서, pp.1-381.
  6. 신성일(2004), "대중교통 이동성 분석지표 개발," 서울시정개발연구원, pp.43-58.
  7. 양동인(2004), "철도화물운송의 경쟁력제고 방안에 관한 연구," 석사학위논문, 인하대학교.
  8. 유상민(2007), "철도물류서비스의 경쟁력 강화방안 연구," 석사학위논문, 충남대학교.
  9. 유재균, 권용장(2005), "우리나라 철도화물의 경쟁력 제고를 위한 운임체계에 관한 연구," 2005년도 춘계학술대회 논문집, 한국철도학회, pp.1023-1027.
  10. 정승주, 문진수(2004), "물류경쟁력 강화를 위한 철도화물운송 활성화 전략," 교통개발연구원, pp.75-98.
  11. Algis Zvirblis and Jonas Butkevicius(2004), "Evaluation of The Competitiveness of the System of Passenger Transportation by Railway," Transport, Vol XIX, No 4, pp.157-161.
  12. D J Hardy(1997), "Can railways compete with roads?" Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit, Vol. 211, pp.1-10.
  13. Harun Al-Rasyid S. Lubis, Henry Armijaya and Dimas Bayu Dha rmowijoyo(2005), "The Competition of Passenger Transport Modes Along Jakarta-Bandung Corridor," Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 5, pp.75-89.
- 접수일(2008년 9월 3일), 수정일(2009년 5월 7일),  
게재확정일(2009년 9월 1일)