

철도역 연계서비스수준(LOS) 평가지표 설정 및 적용방안

김시곤* · 김동환**

Kim, Si Gon*, Kim, Dong Hwan**

Development and Application of LOS (Level of Service) for Accessibility to Railway Stations

ABSTRACT

This paper presents how LOS (Level of Service) of connectivity at railway stations is developed. Based on interview surveys to railway users at 56 railway stations, the catchment areas for railway is defined and MOE (Measures of Effectiveness) is also developed. The MOE is determined to be the weighted access time (min) and LOS "D" was set up between 45 mins and 60 mins. The 56 railway stations is evaluated based on this MOE and most of them is found to be below LOS "E". Finally some guideline for improving the LOS of accessibility. They are an expansions of accessibility facility, an expansion of bus route, an improvement of congestion roads, and expansions of parking lots for automobile users.

Key words : Catchment areas, MOE, Accessibility, Level of service, Accessibility system

초록

본 논문에서는 철도역 연계서비스수준 평가지표 설정 및 적용방안 도출을 위하여 전국 철도역 중 56개소를 선정하여 이용자 접근시간 조사를 수행하고 이를 기반으로 KTX, 일반철도의 연계영향권과 서비스수준(LOS) 평가지표를 도출하였다. 또한 도출된 평가지표를 활용하여 56개 철도역의 연계서비스수준을 평가하였다. 평가 결과 KTX, 일반철도 모두 일부 권역을 제외하고 연계서비스 수준이 모두 "E"등급으로 매우 열악하다는 것을 알 수 있었다. 마지막으로 연계체계 개선을 위한 정비방향을 연계시설 확충, 연계노선의 확충, 혼잡구간 교통체계 개선, 개인교통수단 이용자 및 연계교통시설 이용자를 위한 해당시설의 용량 확충 방향 등을 제안하였다.

검색어 : 연계영향권, 평가지표, 연계, 서비스수준, 연계체계

1. 서론

고속철도가 개통된 2004년 이후 광역철도, 지역 간 철도 이용객은 꾸준히 증가하고 있으나 철도역을 중심으로 하는 연계교통체계는 미비한 실정이다. 철도역을 중심으로 하는 연계교통체계는 철도를 이용하는데 있어서 매우 중요함에도 그동안 소홀하게 취급되어 왔다. 이러한 시점에서 현재 철도이용을 저해하는 주요 요인이 되고 있는 철도역 중심의 연계 교통체계를 개선하여 철도이용객의 편의를 도모하고 철도의 역할이 증대될 수 있도록 철도역 중심의 연계 교통체계를 효율화할 필요성이 제기되었다.

본 연구의 목적은 철도역 중심 연계서비스 수준(LOS)지표를 설정하고 이를 기반으로 전국 56개소역의 연계서비스수준을 평가하는 것이다. 최종적으로는 그 결과에 따라 연계체계를 개선 할 수 있는 방안을 제시하는 것이다.

* 서울과학기술대학교 철도전문대학원 교수 (Seoul National University of Science & Technology · signokim@seoultech.ac.kr)

** 종신회원 · 교신저자 · 서울과학기술대학교 철도전문대학원 철도경영정책학과 박사과정

(Corresponding Author · Seoul National University of Science & Technology · dhwan21@daum.net)

Received November 17, 2015/ revised November 24, 2015/ accepted January 7, 2016

2. 선행연구검토

철도역 연계교통체계에 대한 연구는 KTX가 운행을 시작한 이래 꾸준히 지속되어 왔으며 현재에도 대규모 개발사업에 따른 교통시설연계와 철도역 중심의 연계교통체계에 대한 연구는 지속되고 있다. 환승서비스 수준의 경우 다양한 연구가 이루어졌으며 평가지표도 개발되어 복합환승센터 설계 및 배치기준에서 서비스 수준을 명시하고 있다. 그러나 연계서비스수준(LOS)은 고속철도역을 대상으로 연계교통체계 구축을 위한 연구는 다소 진행되었지만 평가지표를 설정하여 구체적으로 철도역을 평가한 연구는 매우 미흡한 실정이다. 따라서 본 논문에서는 환승서비스 수준 및 고속철도역을 대상으로 한 연계교통체계 관련 선행연구를 검토하였다.

먼저 The Development and Application of the Service Evaluation Indicators of Transfer Facilities in the High-speed Railway Stations (Kim et al., 2008)에서는 고속철도역 내부 환승시설의 서비스 평가를 위하여 환승시설의 서비스수준(LOS), 시설배치의 적정성, 정보수준으로 구성된 항목을 설정 AHP 분석을 통하여 지표를 개발하고 이를 활용하여 고속철도역 환승시설에 대한 평가지표별 평가 기준과 방법론을 제시하였다. 또한 최종적으로 평가 기준을 적용하여 서울역, 광명역, 용산역 등 7개소의 KTX 역의 환승서비스 수준을 분석하였다.

Suggestions for Improvement of Connectivity between Railway Stations in Small and Medium-sized Cities Based on a Survey Focused on the Joongang Line (Choi, 2013)에서는 지역 간 철도인 중앙선의 일부 철도역을 사례로 연계교통체계 정비 방향을 제시하였다. 철도 이용자 설문조사를 통하여 중소도시의 철도 이용자는 시내버스 등 대중교통 중심의 연계교통을 희망하고 있으나, 현재 중앙선 철도역의 연계교통체계는 미흡한 것을 제시하였다. 또한 지방 중소도시의 철도역의 연계교통체계는 대도시 지역 철도역과 달리 대규모 입체시설의 필요성이 낮은 반면 주변 배후도시로 신속하고 편리하게 이동할 수 있는 연계교통체계 구축을 강화하여 시간적, 공간적 접근성을 확보하는 방향이 최적의 정비방향임을 제시하였다.

Development of Intermodal Connectivity Index for High-Speed Rail (Kim et al., 2014)에서는 고속철도역의 연계교통망 차원에서 고속철도와 연계교통수단의 연계기능을 객관적이고 정량적으로 분석하기 위한 새로운 연계성 분석기법을 제시하였다. 서울역, 부산역, 울산역, 신경주역을 공간적 범위로 설정하였고 고속철도역사내의 내부 환승시설을 제외한 고속철도역과 영향권내 기·종점간을 연결하는 연계교통수단의 세부 연계기능 지표를 조사·분석하였으며, 구축된 자료를 이용하여 구조방정식 모형을 적용한 연계성 분석 기법을 제시하고 연계성 지표를 개발하였다. 이를 통하여

개발된 모형을 이용하여 버스공급, 도시철도공급, 택시공급, 연계방향, 연계시설배치, 연계교통정보의 세부 연계기능 지표에 따른 고속철도역의 연계성을 평가할 수 있는 방안을 제시하였다.

기존 선행연구는 환승서비스수준(LOS) 지표 개발을 통한 서비스수준 분석, 철도 이용자 설문조사를 통한 연계교통체계의 정비방향 도출, 연계교통수단간 연계성 지표 개발을 통한 고속철도역의 연계성 평가방안 등을 제시하고 있으나, 철도역의 연계서비스 수준(LOS)을 정량적으로 제시하고 이를 기반으로 연계교통체계 정비방향을 제시한 연구는 미흡한 실정이다.

따라서 본 논문에서는 전국 56개소 철도역 이용자 접근시간 조사를 수행하고 이를 기반으로 KTX, 일반철도의 연계영향권과 서비스수준(LOS) 평가지표를 도출하여 연계서비스 수준을 향상시킬 수 있는 연계교통체계 정비방향을 제시하고자 한다.

3. 연계서비스수준(LOS) 평가지표

3.1 연계영향권 설정

철도역별 동일한 조건에서 연계서비스 수준을 평가하기 위해서는 철도역의 연계영향권 설정이 매우 중요하다. 이론적으로 철도역별로 연계영향권이 모두 다를 것이다. 연계영향권은 “해당 철도역에서 각 방향에서 철도를 이용하는 승객의 최초출발지를 포함하는 면적”으로 정의할 수 있다. 철도역의 연계영향권은 이론적으로 역간거리가 길수록 해당 철도역의 연계영향권이 커질 것이다. 일반적으로 철도의 평균운행속도가 높을수록 역간거리는 길어진다. 예컨대 고속철도역 연계영향권은 일반철도의 연계영향권보다 클 것이며, 일반철도의 연계영향권은 도시철도의 연계영향권보다 클 것이다.

본 연구에서는 철도역의 연계영향권 설정을 위하여 철도역 56개소를 대상으로 철도역을 이용하는 사람이 역까지 접근하기 위하여 어느 정도의 통행시간을 소비하는지 조사하였으며, 그 결과 KTX역의 접근교통시간은 30분 이내가 83.8%, 60분 이내가 100%이고, 일반철도역의 접근시간은 30분 이내가 93.3%, 60분 이내가 100%로 분석되었다. 세부내용은 Table 1과 같다.

Table 1. Average Access Time at Railway Station

Access time	KTX		Regional railway	
	Passenger	Ratio	Passenger	Ratio
~15 minute	2,702	51.4%	1,977	63.9%
15~30 minute	1,704	32.4%	909	29.4%
30~45 minute	678	12.9%	155	5.0%
45~60 minute	171	3.3%	51	1.6%
Total	5,255	100%	3,092	100%

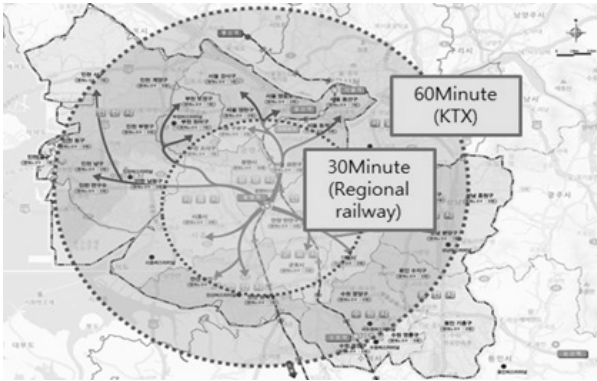


Fig. 1. Set Conjunction Sphere of Catchment Area

상기 조사결과와 두 가지 가정 1) “상기의 접근통행시간은 대기 시간과 차내 통행시간만을 고려” 2) “각 철도역별로 연계영향권을 보다 확일적이고 쉽게 설정하기 위하여 승용차의 통행시간을 기준”으로 연계영향권을 설정하였다. 그 결과 KTX역은 KTX운행특성상 지역(광역권)간 수송임을 고려하여 연계영향권을 60분 접근거리로 형성되는 지역을 연계영향권으로 설정하였고 일반철도는 30분 이내가 93.3%로 30분 접근거리로 형성되는 지역을 연계영향권으로 설정하였다.

3.2 연계서비스수준(LOS) 설정

철도역의 연계서비스 수준은 상기의 연계영향권에 위치한 시군구별로 주민이 가장 빠른 대중교통수단으로 소비하는 접근통행시간(평균대기시간과 차내 통행시간의 합)의 가중평균 연계시간을 기준으로 설정하였으며 가중평균 연계시간은 다음 수식으로 나타낼 수 있다.

$$\sum \frac{P_i \times T_i}{P}, P = \sum P_i \tag{1}$$

여기서 P_i 는 철도역을 이용하기 위한 시군구(i)의 인구(인)을 나타내며, T_i 는 시군구(i)에서 대중교통의 접근 통행시간으로서 평균대기시간과 차내 통행시간의 합(분)을 나타낸다. 평균대기시간은 배

차간격의 1/2로 설정한다. 연계서비스 수준(LOS)을 설정하기 위하여 대기시간을 포함하여 LOS “D”에 해당하는 가중평균 연계시간을 KTX의 경우 60분, 일반철도의 경우 40분으로 설정하였다. LOS “D”의 의미는 국가가 철도역을 이용하는 국민에게 해당시간 내에 철도역에 접근할 수 있도록 연계수단을 제공해야 함을 의미한다.

LOS와 접근시간의 관계는 인간의 한계효용체감의 원리에 따라 접근시간이 길어질수록 둔감해지는 특성을 지니고 있기 때문에 접근시간을 균등배분하면 LOS 등급을 매기기가 편리하다. 이를 기초로 연계서비스 수준을 KTX는 15분 간격으로, 일반철도는 10분 간격으로 균등 배분하여 설정하였다.

4. 연계 서비스수준 평가

설정된 연계 서비스수준(LOS) 평가지표를 활용하여 조사대상 철도역의 연계 서비스수준(LOS) 평가지표를 활용하여 조사대상 철도역의 연계 LOS를 분석하였다. KTX역의 경우 전국평균 64.1분으로 LOS “E”로 분석되었다. 대전충청권과 대구경북권은 KTX역의 서비스수준이 “D”로 양호한 것으로 분석되었으나, 타 권역은 서비스수준이 “E”이하로 연계교통 및 노선공급이 열악한 것으로 분석되었다.

일반철도역의 경우전국 평균 70.2분으로 LOS “F”로 분석되었다. 수도권과 대구경북권이 서비스수준이 “D”로 양호한 것으로 분석되었으나, 타 권역은 서비스수준이 “E”이하로 연계교통 및 노선공급이 열악한 것으로 분석되었다. 권역별 세부 서비스수준은 다음 Table 3과 같다.

각 권역 및 역사별로 수도권은 KTX가 정착하는 광명역이 “F”로 가장 열악한 것으로 나타났으며, 대전충청권은 천안아산역, 논산역, 조치원역, 영동역, 홍성역, 대천역, 예산역, 대구경북권은 영주역, 부산울산권은 구포역, 밀양역, 창원중앙역, 창원역, 진영역, 진주역, 함안역, 전북권은 남원역과 김제역, 광주권은 순천역, 여천역, 장성역, 나주역, 곡성역, 구례구역, 여수엑스포역, 함평역등이 연계 서비스수준이 열악한 것으로 나타났다. 권역 별 세부 역사에 대한 연계서비스수준은 다음 Table 4와 같다.

Table 2. Level of Service(LOS) of Railway Stations

Level of Service	Express railway station	Regional railway station(Saemaul)
A	15 minute under	Under 10 minute under
B	15 minute over ~ 30 minute under	10 minute over ~ 20 minute under
C	30 minute over ~ 45 minute under	20 minute over ~ 30 minute under
D	45 minute over ~ 60 minute under	30 minute over ~ 40 minute under
E	60 minute over ~ 75 minute under	40 minute over ~ 50 minute under
F	75 minute over	50 minute over

Table 3. Accessibility Time and LOS by Regional Group

	Weighted average travel time		Level of Service	
	KTX	Regional railway	KTX	Regional railway
Urban	62.8	33.9	E	D
Daejeon-Chungcheong region	55.7	49.1	D	E
Daegu-Gyeongbuk region	51.9	37.2	D	D
Busan, Ulsan, Gyeongnam region	80.7	148.6	F	F
Jeonbuk region	67.8	-	E	-
Gwangju - Jeonnam region	65.4	111.3	E	F
Gangwon region	-	40.9	-	E
Average of Nation	64.1	70.2	E	F

Table 4. Accessibility Time and LOS by Railway Station

Item	Station	Type of stop	Weighted average travel time (min)	Level of Service
Urban	Seoul	KTX+Saemaul	54.9	D
	Yeongdeungpo	KTX+Saemaul	51.0	D
	Yongsan	KTX+Saemaul	65.2	E
	Gwangmyeong	KTX	78.1	F
	Haengsin	KTX	56.5	D
	Suwon	KTX+Saemaul	68.9	E
	Cheongryangri	Saemaul	32.1	D
	Pyeongtaek	Saemaul	49.7	E
Daejeon-Chungcheong region	Daejeon	KTX+Saemaul	34.2	C
	Seodaejeon	KTX+Saemaul	40.4	C
	Osong	KTX	73.9	E
	Cheonan Asan	KTX	89.2	F
	Nonsan	KTX+Saemaul	83.2	F
	Jochiwon	Saemaul	63.7	F
	Jecheon	Saemaul	45.0	E
	Yeongdong	Saemaul	74.4	F
Daejeon-Chungcheong region	Cheonan	Saemaul	40.9	E
	Hongsung	Saemaul	78.8	F
	Daecheon	Saemaul	54.2	F
	Onyangoncheon	Saemaul	42.3	E
Daegu-Gyeongbuk region	Yesan	Saemaul	83.3	F
	Dongdaegu	KTX+Saemaul	40.8	C
	Singyeongju	KTX	68.3	E
	Gimcheon Kumi	KTX	98.1	F
	Gyeongsan	KTX+Saemaul	61.1	E
	Daegu	Saemaul	32.9	D
	Gumi	Saemaul	47.2	E
	Andong	Saemaul	40.4	E
Yeongju	Saemaul	60.3	F	

Table 4. Accessibility Time and LOS by Railway Station (Continue)

Item	Station	Type of stop	Weighted average travel time (min)	Level of Service
Busan, Ulsan, Gyeongnam region	Busan	KTX+Saemaul	51.6	D
	Gupo	KTX+Saemaul	95.8	F
	Ulsan	KTX	56.9	D
	Miryang	KTX+Saemaul	77.4	F
	Changwon-jungang	KTX+Saemaul	104.1	F
	Masan	KTX+Saemaul	55.5	D
	Changwon	KTX+Saemaul	86.6	F
	Jinyeong	KTX+Saemaul	94.6	F
	Jinju	KTX+Saemaul	215.7	F
	Haman	KTX+Saemaul	148.6	F
Jeonbuk region	Iksan	KTX+Saemaul	57.8	D
	Jeonju	KTX+Saemaul	52.9	D
	Jeongeup	KTX+Saemaul	71.7	E
	Namwon	KTX+Saemaul	123.9	F
	Kimje	KTX+Saemaul	97.2	F
Gwangju - Jeonnam region	Gwangju	KTX+Saemaul	41.3	C
	Gwangju Songjeong	KTX+Saemaul	37.4	C
	Mokpo	KTX+Saemaul	66.6	E
	Suncheon	KTX+Saemaul	77.3	F
	Yeocheon	KTX+Saemaul	78.6	F
	Jangseong	KTX+Saemaul	147.7	F
	Naju	KTX+Saemaul	127.5	F
	Gokseong	KTX+Saemaul	188.3	F
	Guryegu	KTX+Saemaul	119.8	F
	Yeosu Expo	KTX+Saemaul	86.0	F
Gangwon region	Hampyeong	Saemaul	111.3	F
	Won-ju	Saemaul	40.9	E

5. 철도역 연계체계 정비방향 도출

본 논문에서는 대상 철도역 연계영향권 내 인구밀집도를 분석하여 연계교통체계 현황의 문제점 등을 도출하여 정비할 수 있는 방향을 크게 5가지로 제시하고자 한다.

첫째, 인구가 밀집한 지역의 도로, 철도 등 연계시설이 부족한 곳의 연계시설을 확충하는 것이다. 가중평균 연계시간을 산출하는 산정식은 인구에 영향을 받으므로 인구가 밀집된 지역에 연계시설이 부족한 곳은 접근성을 확보하기 위하여 역으로 접근하기 위한 연계수단을 신설하는 것이 연계서비스 수준을 높이는 방안이 된다.

둘째, 수요가 많은 지역에 연계노선이 적거나 배차간격으로 인한 대기시간이 높은 지역의 연계노선 및 배차간격을 개선하는 것이다. 수요가 많은 지역에 연계노선이 부족하거나 배차간격이

길다면 역으로 접근하는 접근성이 떨어져 철도역을 이용하는 수요가 감소되므로 이를 보완하기 위하여 버스노선을 조정하고 운행빈도를 높여 철도역 접근시간을 단축시켜야 한다(Choi, 2013). 이를 해결하기 위해서는 해당 지자체의 노력도 필요하다.

셋째, 연계영향권 내 주요도로 혼잡구간의 교차로, 신호체계, 노선조정 등의 교통흐름을 개선하는 것이다.

연계영향권 내 신호 등 운영의 불합리, 일방통행제도 실시미흡, 교통량 침두시 교통정체 지역 등이 존재할 경우 우회도로 개설, 철도역으로 접근도로 개설, 접속시설(교통섬, 회전교차로, 전방향 횡단보도) 개선 등을 통하여 교통흐름을 개선하여 철도역으로의 접근성을 확보하는 것이다.

넷째, 승용차, 자전거 등 개인교통수단 이용자에 대한 환승주차장, 자전거보관소 등의 적정 용량(규모) 확충하는 것이다. 철도역

으로 접근 시 대중교통을 이용하지 않고 승용차, 자전거, 도보 등을 수단으로 하는 이용객을 위하여 환승주차장, 자전거 보관소 등의 지원시설을 제공을 통하여 접근 편리성을 확보하는 것이다.

마지막으로 버스 및 택시, 승용차 등 연계교통시설 이용자에 대한 베이(bay), Kiss & Ride 등의 적정 용량(규모) 확충하는 것이다. 연계교통시설이 충분히 고려되었다 하더라도 철도역 주변 이 이를 수용 할 수 있는 충분한 면적이 확보되지 않는다면 역 주변 혼잡이 발생하므로 이를 해결하기 위하여 적정 수준의 규모를 확충하는 것이다.

6. 결론 및 향후 연구과제

6.1 결론

본 연구에서는 철도역 연계서비스수준(LOS) 평가지표 설정 및 적용방안을 도출하기 위하여 크게 4가지 방향으로 접근하였다. 첫째, 철도역 56개소를 대상으로 철도역을 이용하는 이용객의 역 접근시간조사를 수행하여 연계영향권을 KTX역은 60분, 일반철도는 30분으로 도출하였다. 둘째, 연계서비스수준(LOS)설정을 위하여 가중평균 환산식을 제시하고 이를 통하여 LOS “D”에 해당하는 가중평균 연계시간을 KTX의 경우 60분, 일반철도의 경우 40분을 도출하였다. 셋째, 설정된 연계서비스수준(LOS) 평가지표를 활용하여 56개 철도역을 대상으로 LOS 수준을 도출하였다. 마지막으로 위의 내용을 종합하여 적용방안을 연계체계 정비방향을 연계시설 확충, 연계노선의 확충, 혼잡구간의 교통체계개선, 개인교통수단 이용자를 위한 환승시설의 용량 확충, 연계교통시설 이용자에 대한 베이(bay), Kiss & Ride의 적정용량 확충 등으로 제안하였다.

6.2 향후연구과제

본 연구에서는 철도역 연계체계의 정비방향을 서비스수준(LOS) 평가지표 만을 고려하여 제시하였다. 하지만 철도역 연계체계를 구축하기 위해서는 무엇보다 중요한 것은 재정지원 및 관련법의 뒷받침이 중요하다. 아무리 연계체계 수립 구상이 좋다고 할지라도 예산과 관련법이 지원되지 않는다면 의미가 없기 때문이다. 향후 실현 가능한 연계체계 구축을 위해서는 재정지원 방안, 관련법의 개선방안, 지자체와 중앙정부와의 협력 방안 등을 고려한 철도역 연계체계 정비방향을 도출하여야 한다.

감사의 글

이 연구는 서울과학기술대학교 산학협력단 교내연구비의 지원으로 수행되었습니다.

References

- Choi, C. H. (2013). “Suggestions for improvement of connectivity between railway stations in small and medium-sized cities based on a survey focused on the joongang line.” *Journal of the Korean Society for Railway*, Vol. 16, No. 1 pp. 52-58.
- Kim, B. K., Ha, O. K., Shin, H. J., Kim, H. K. and Wang, Y. D. (2014). “Development of intermodal connectivity index for high-speed rail.” *Journal of the Korean Society for Railway*, Vol. 17, No. 1, pp. 59-69.
- Kim, C. S., Kim, S. G. and Kim, J. H. (2008). “The development and application of the service evaluation indicators of transfer facilities in the high-speed railway stations.” *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*, Vol. 28, No. 4D, pp. 533-538.