

# 광역철도 운행시격 산정방법의 문제점 및 개선방안에 관한 연구

## A study on the improved headway calculating method in the metropolitan railway system

박철호†  
Park, Chul-Ho

김병섭\*\*  
Kim, Byoung-Seop

노선화\*\*\*  
No, Sun-Hwa

장성용\*\*\*  
Jang, Seong Yong

### ABSTRACT

Metropolitan railway headway is calculated and decided by external conditions such as appropriate level of service and competitiveness rather than passenger demand for the peak time which is based on transport passenger capability of train. On contrast of inter-city urban railways, train time intervals of sub-urban metropolitan railway were fixed more than 20 mins in the peak time which results in low level of convenience. Big gap of headway brings a vicious circle of deteriorating competitiveness and decreasing the number of customers. Also this time gap of train interval results in stagnation of passenger demand, and makes it difficult to reduce headway.

This thesis is a basic research to identify headway problems and their solutions of metropolitan railway. This thesis suggests passenger demand and the calculated standard for setting the headway, and reviews the level of passenger crowdedness, the numbers of coach for each train and time-competitiveness.

At the last, thesis suggests the need for making headway by means of train services throughout benefit & cost analysis. And it also recommends the improved calculating method of setting up headway considering the different train headway standards by regional situation, flexibility in the number of coaches for a train, government policy to activate railway business and the need for setting up the standard for train service level.

### 국문요약

전동열차 운행시격은 적정 서비스 수준 유지 또는 경쟁력 향상 등 외부여건에 대한 고려보다는 수요를 기반으로 한 침두시 재차수요와 열차별(편성량수에 따라 변경) 수송능력에 따라 일률적으로 산정되므로, 도시철도와 달리 수요 집중도가 낮은 수도권 외곽 광역철도 노선의 경우 침두시 운행시격이 최대 20분 이상으로 설정되어 이용 편의성 부족으로 인한 경쟁력 저하 및 이에 따른 이용고객 증가가 곤란해지며, 이러한 수요 정체는 운행시격 단축의 저항 논리로 작용하는 악순환이 지속되고 있다.

본 논문에서는 광역철도 운행시격 산정의 문제점과 개선방안 도출을 위한 기초 연구로서 수요 특징과 운행시격 산정 기준을 제시하고, 운행시격 산정 기준의 문제점을 혼잡도, 편성당 차량수 및 시간 경쟁력 측면에서 검토하였고 철도운행시격과 수단이용률의 상관성 조사 및 운행시격 단축에 따른 비용-수익 분석을 통해 철도 서비스 측면에서의 운행시격 접근의 필요성을 제시하였다. 또한 운행시격 산정방식 개선을 위해 지역별 특성을 고려한 기준 적용의 탄력성 부여, 편성당 차량수 차별화, 철도 활성화를 위한 정부 정책적 고려 및 운행시격에 대한 철도 서비스 기준 설정의 필요성을 제안하였다.

† 책임저자 : 정희원, 한국철도공사, 부장, 철도산업대학원 철도경영정책학과 석사과정  
E-mail : [nadaeropak@hanmail.net](mailto:nadaeropak@hanmail.net)  
TEL : (02)3149-36524 FAX : (02)3149-2810

\*\* 정희원, (주) 유신코퍼레이션, 도시철도부 상무이사, 철도산업대학원 철도경영정책학과 석사과정 [y10149@yooshin.co.kr](mailto:y10149@yooshin.co.kr)

\*\*\* 비희원, 한터기술 엔지니어링 사업팀장, 철도산업대학원 철도경영정책학과 석사과정 [nosee45@hanmail.net](mailto:nosee45@hanmail.net)

\*\*\* 정희원, 서울산업대학교 산업정보시스템공학과 교수 [syjang@snut.ac.kr](mailto:syjang@snut.ac.kr)

## 1. 서 론

전동열차 열차운행시격은 적정 서비스 수준 도입이나 경쟁력 향상 등 외부여건에 대한 고려 없이 수요를 기반으로 한 침두시 재차수요와 열차별(편성량수에 따라 변경) 수송능력에 따라 일률적으로 산정되므로, 수요가 적은 수도권 외곽노선의 경우 침두시 운행시격이 20분 이상으로 설정되는 등 광역철도의 기능보다는 일반철도의 기능을 수행하고 있고, 이로 인해 수요를 창출하는 데 한계가 있는 실정이다.

대중교통인 버스의 경우에는 운행시격과 운행시간을 기준으로 서비스수준을 설정하고 있고, 특히 운행시격기준 대도시(특별시, 광역시)와 중소도시(시, 군, 읍) 특성을 반영하여 차별화된 기준을 마련<sup>1)</sup>하고 있는 반면에 철도의 서비스평가는 정시성, 안전성과 시설적 측면 위주로 시행되고<sup>2)</sup> 있어 고객 서비스 수준을 감안한 운행시격 기준이 마련되어 있지 못한 실정이다.

본 연구에서는 국내 도시철도와 광역철도의 운행시격 비교 및 운행시격 산정방법의 문제점을 도출하고, 효율적 운행시격 산정을 위한 개선방안을 제시하게 될 것이다.

서비스 수준	대도시 (특별시, 광역시)	중소도시 (시, 군, 읍)
A	≤ 3분	≤ 10분
B	≤ 6분	≤ 20분
C	≤ 10분	≤ 40분
D	≤ 15분	≤ 60분
E	≤ 25분	≤ 100분
F	> 25분	> 100분

<표 1>시외, 장거리 버스 운행시격별 서비스수준

출처 : 도로용량편람(2001, 국토해양부) p451 참고

서비스 수준	운행시간 /일	내 용
A	>20시간	새벽부터 늦은 밤까지 서비스 제공
B	≤20시간	새벽부터 저녁까지 또는 아침부터 늦은 밤까지 서비스 제공
C	≤18시간	아침부터 저녁까지 서비스 제공
D	≤16시간	아침부터 이른 저녁까지 서비스 제공
E	≤14시간	낮 동안의 서비스 제공
F	≤13시간	서비스 제공이 부분적으로 제한됨

<표 2> 버스 운행시간에 따른 서비스수준

## 2. 국내 광역철도 운행현황

### 가. 도시철도와 광역철도간 비교

현재 수도권에는 KORAIL에서 운영하는 광역철도를 비롯하여 서울METRO, 도시철도공사, 인천지하철 공사 등 4개 연락운송기관이 운행되고 있으며, 전국적으로는 부산지하철, 대전지하철, 대구지하철, 광주지하철 등이 운행하고 있다.

KORAIL의 광역철도를 제외한 모든 노선은 법제상 도시철도로 구분되어 있다, 광역철도와 도시철도는 도시내 또는 도시간 교통이라는 운행지역을 기준으로 구분<sup>3)</sup>하고 있으나, 향후 서울도시철도가 인천시까지 연장될 것임을 감안할 때 지역적 구분은 약화될 것으로 예측되며, 차량사양, 운행시스템 등 운영적 측면에서의 대동소이하다고 할 수 있다.

광역철도와 도시철도의 가장 큰 차이는 도시철도가 수요가 집중된 광역권을 중심으로 운행되어 운행시격이 좁은 반면, 광역철도는 수도권외곽과 수도권 중심을 연결하는 기능을 수행함에 따라 도시철도에 비해 운행시격이 크며, 특히 수요가 적은 수도권 외곽에서는 그 차이가 심해진다는 것이다.

현재 광역철도와 도시철도의 운행시격은 아래 <표3>과 같이, 도시철도는 대부분 침두시 5분 이내, 비침두시에도 10분을 넘지 않는 반면, 광역철도는 운행구간에 따라 침두시 4.4분 ~ 20분, 비침두시 5.1분~30분으로 구간별 운행시격 차이가 큼을 알 수 있다.

1) 도로용량편람(2001, 국토해양부) p451

2) KORAIL 공기업고객만족도 결과(2009.3, KMAC)

3) 도시철도와 광역철도의 구분

☞ 도시철도 : 도시교통의 원활한 소통을 위하여 도시교통권역에서 건설·운영하는 철도·모노레일·노면전차·선형유도전동기·자기부상열차 등 궤도(궤도)에 의한 교통시설 및 교통수단 (도시철도법 제3조)

☞ 광역철도 : 2개이상의 시·도에 걸쳐 운행되는 도시철도 또는 철도로서 대통령령이 정하는 요건에 해당하는 도시철도 또는 철도 (대도시권 광역교통관리에 관한 특별법 제2조)

운영기관	노선	운행구간	운행시격(분)		운행거리 (km)	1일 운행횟수 (회, 평일기준)
			첨두시	기타시간대		
KORAIL	경부선	서울~천안	5.7	7.2	96.6	446
	장항선	천안~신창	20.0	30.0	19.4	82
	경인선	구로~인천	2.7	5.1	27.0	532
	경원선	청량리~의정부	4.0	5.6	17.1	412
		의정부~소요산	10.0	20.0	24.4	205
	중앙선	용산~덕소	8.6	14.6	35.6	167
		덕소~국수	17.1	28.0	15.9	89
	안산선	금정~오이도	6.0	8.7	26.0	284
	과천선	남태령~금정	5.5	9.2	14.4	284
	분당선	선릉~보정	4.4	7.0	27.7	297
일산선	지축~대화	6.0	8.6	19.2	276	
서울METRO	1호선	서울~청량리	3.0	4.0	7.8	595
	2호선	순환선	2.5	6.0	60.2	1,008
	3호선	지축~수서	3.0	6.5	35.2	424
	4호선	당고개~남태령	2.5	5.5	31.7	506
서울 도시철도공사	5호선	방화~상일동	2.5	6.0	52.3	458
	6호선	응암~봉화산	4.0	8.0	35.1	338
	7호선	장암~온수	2.5	6.0	46.9	406
	8호선	암사~모란	4.5	8.0	17.7	312
인천지하철공사	1호선	계양~동막	4.5	8.5	22.9	304
부산교통공사	1호선	신평~노포동	4.0	6.0	32.5	364
	2호선	양산~장산	4.5	6.7	45.2	349
	3호선	대저~수영	5.0	7.5	18.1	320
대구도시철도공사	1호선	대곡~안심	5.0	7.0	25.9	312
	2호선	문양~사월	5.0	7.0	28.0	312
대전도시철도공사	1호선	관암~반석	5.0	10.0	20.5	242
광주도시철도공사	1호선	소태~평동	5.0	8.0	20.5	256

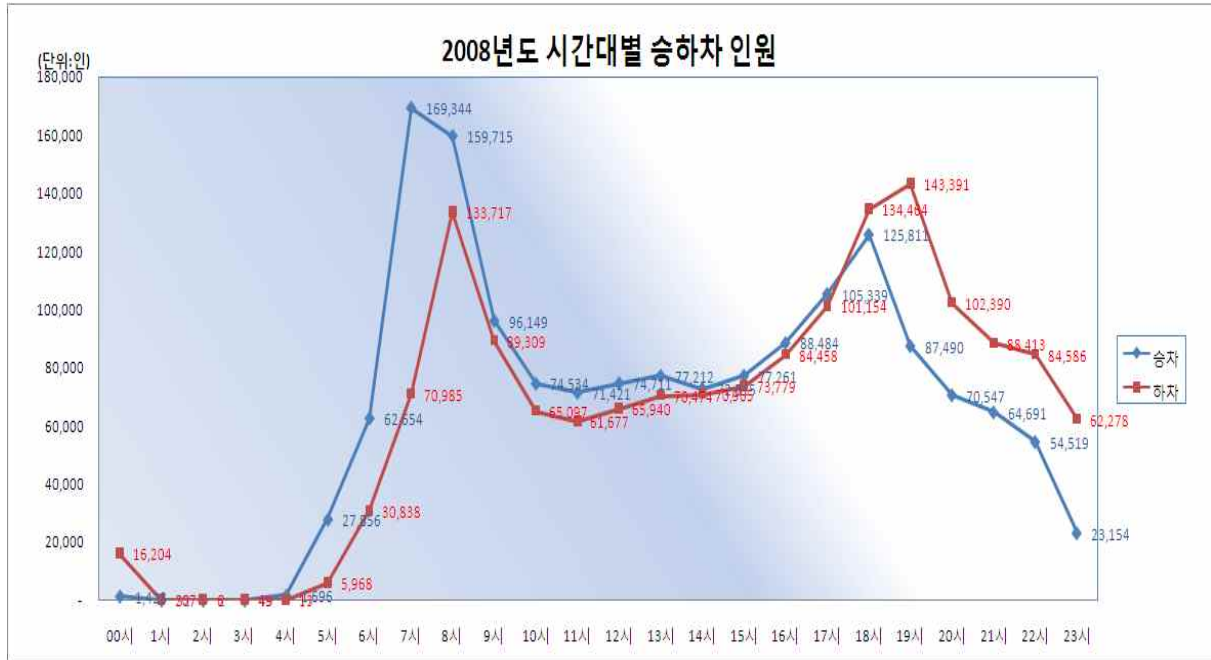
<표3> 광역, 도시철도 운영기관별 열차운행현황, 출처 : '09.4.10일 기준 각 운영기관 홈페이지

#### 나. 출·퇴근시간대 수송수요 집중

2008년도 광역철도는 평균 19시간을 운행하고 있으며(명절 대수송시에는 새벽시간에도 연장운행) 시간대별 수송수요는 출,퇴근시간(첨두시)과 기타시간대간의 차이가 크게 나타나고 있다. 2008년도 한국철도공사의 광역철도 시간대별 수송수요를 분석해보면 출근시간인 7~8시에 전체 수요의 17.5%를 수송하고 있고, 퇴근시간인 18시~19시에는 16.1%를 수송하고 있어, 1일 수송수요 중 출퇴근 4시간의 수송비율이 33.6%로 집중되어 있다.

시간대	승차	하차	합계인원	%	시간대	승차	하차	합계인원	%
1시	32	207	239	0.0%	13시	77,212	70,474	147,686	4.8%
2시	2	6	8	0.0%	14시	72,815	70,965	143,780	4.7%
3시	49	49	98	0.0%	15시	77,261	73,779	151,040	5.0%
4시	1,696	13	1,709	0.1%	16시	88,484	84,458	172,942	5.7%
5시	27,856	5,968	33,824	1.1%	17시	105,339	101,154	206,493	6.8%
6시	62,654	30,838	93,492	3.1%	18시	125,811	134,464	260,275	8.5%
7시	169,344	70,985	240,329	7.9%	19시	87,490	143,391	230,881	7.6%
8시	159,715	133,717	293,432	9.6%	20시	70,547	102,390	172,937	5.7%
9시	96,149	89,309	89,309	2.9%	21시	64,691	88,413	153,104	5.0%
10시	74,534	65,097	139,631	4.6%	22시	54,519	84,586	139,105	4.6%
11시	71,421	61,677	133,098	4.4%	23시	23,154	62,278	85,432	2.8%
12시	74,711	65,940	140,651	4.6%	24시	1,428	16,204	17,632	0.6%
총계	1,490,765	1,556,362	3,047,127	100.0%					

<표4> 2008년도 광역철도 일일 시간대별 수송인원, 출처 : korail 광역철도 수송실적



<그림1> 2008년도 광역철도 일일 시간대별 수송인원 그래프

#### 다. 철도서비스 기준

철도서비스 품질항목은 주로 공급자 위주의 1일 운행횟수, 철도서비스 제공시간, 정시율 등으로 결정되며<sup>4)</sup> 고객위주의 지표인 환승시간, 운행시격 등은 노선간 공통지표 개발 또는 측정의 어려움 등으로 실제 서비스 평가시 고려되지 않고 있으며, 1일 운행횟수나 철도서비스 제공시간은 일반적인 철도산업에 대한 공통기준인 관계로 열차운행횟수가 많고, 서비스 제공시간이 큰 광역철도에 적용하는데는 한계가 있어 보인다.

'지역 간 선로용량 관리를 위한 지표개발, 2006, 김훈외 2명'에서 제시하고 있는 철도 서비스 품질 기준을 정리하면 아래와 같다.

주체	서비스 품질 항목	
승객	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 철도서비스 제공지역, 운행시간</li> <li>• 열차운행계획</li> <li>• 환승시간 및 비용</li> <li>• 안전 및 보안</li> <li>• 정보 이용 가능성 및 정확성</li> <li>• 운행 정시성에 기반을 둔 신뢰성</li> <li>• 차량, 정거장의 청결 수준, 외양, 이용의 안락성 등</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 정거장 접근성</li> <li>• 차량 또는 정거장 편의 시설</li> <li>• 총 통행시간 및 비용</li> <li>• 차내 혼잡수준</li> <li>• 고객 만족도</li> </ul>
화주	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 통행시간 및 비용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 운행 정시성</li> </ul>
운영자	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 희망 시간대 열차경로 확보</li> </ul>	
시설관리자	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 선로시설의 유용성</li> </ul>	

<표5> 관련 주체별 철도서비스 품질항목

4) 지역 간 선로용량 관리를 위한 지표개발, 2006, 김훈외 2명

평가항목	평가지표
공급성	운행횟수, 평균운행속도, 혼잡도
신뢰성	정시성, 운행 취소율
안전성	차량 사용연수, 교통약자를 위한 시설, 열차운행관령 사상자수
고객만족도	예약 및 매표의 용이성, 역 시설 이용의 편리성, 종사원의 친절도, 열차의 쾌적성, 정보제공의 적정성, 이용객의 민원제기

<표6> 국내 철도서비스 평가항목 및 지표 설정 사례

서비스 수준	운행횟수/일	비고
A	16회 이상	하루 전체에 걸쳐 많은 서비스를 제공하는 수준
B	12~15	정오 시간과 첨두시간 때 빈번하게 서비스를 제공하는 수준
C	8~11	정오시간 또는 첨두시간 때 빈번하게 서비스를 제공하는 수준
D	4~7	통행시간대를 선택할 수 있는 최소 서비스 수준
E	2~3	하루에 왕복이 가능한 서비스 수준
F	0~1	하루에 왕복이 어려운 서비스 수준

<표7> 정거장에서의 열차운행횟수에 따른 서비스 수준

물론 한국교통연구원의 2003년 '철도서비스 평가체계 구축방안(1단계)' 연구용역에서는 고객입장에서의 철도 서비스 품질 평가지표로 배차간격이 필요함을 제시하였으나, 배차간격에 대한 구체적인 기준은 향후 철도구조개혁이후 운영이 안정된 이후 재검토하는 것으로 미룬 것은 아쉬운 부분이다.

평가항목	평가지표
공급성	배차간격, 평균운행속도
신뢰성	정시성, 운행취소율
안전성	차량사용연한, 교통약자를 위한 시설
고객만족	예·매표의 용이성, 대기시설의 안락성, 친절도, 열차의 쾌적성, 정보제공

<표8> 철도서비스 평가항목 및 평가지표

표 5, 6, 7, 8 출처 : 지역 간 선로용량 관리를 위한 지표개발, 2006, 김훈익 2명

### 3. 운행시격 산정기준

#### 가. 운행시격 산정기준

국내 광역철도의 운행시격은 도시철도와 동일하게 이용 고객수 등 영업적요인과 선로용량 등 기술적요인 등을 감안하여 탄력적으로 조정 시행하고 있으나, 개통초기의 운행시격은 교통영향평가 등에 의한 예측수요 중 첨두시 최대재차인원을 전동차 편성당 수송가능인원(혼잡율 150% 기준)으로 나누어 산정하고 있어 상대적으로 수요가 적은 수도권외곽 광역철도의 운행시격이 증가하는 결과가 나타나는데, 광역철도의 운행시격 산정공식은 아래와 같다

$$\text{첨두시 열차운행횟수}(A) = \frac{\text{첨두시 최대재차인원} \times 4(\text{시간})}{1 \text{ 편성당 수송인원}(a)} \quad \text{≒ (계산값 중 소숫점이하 올림처리)}$$

$$\text{첨두시 열차시격}(B) = \frac{240(4\text{시간} \times 60\text{분})}{A(\text{첨두시 운행횟수})}$$

$$\text{비첨두시 열차시격} = \text{첨두시 열차시격}(B) \times 1.5$$

$$1 \text{ 편성당 수송인원}(a) = \text{혼잡율 } 150\%(\text{좌석정원} + \text{입석의 } 175\%) \text{를 적용한 편성당 수송인원}$$

편성당량수	좌 석		입 석		편성당 수송인원 (a)+(c)
	정원(a)	좌석	정원(b) (a) x 2	입석률(175%)(c) (b) x 175%	
6량(3M3T)	312	312	624	1,092	1,404
8량(4M4T)	420	420	836	1,462	1,883
10량(5M5T)	528	528	1,048	1,834	2,362

<표9> 편성별 수송인원, 출처 분당선, 수인선 등 교통영향평가 적용기준

교통영향평가에서 제시하는 광역철도운행시격 산정기준을 적용한 향후 개통예정인 광역철도 노선의 운행시격을 산정하면 아래와 같다

선 명	운행구간		운행 거리(km)	첨두시 재차수요	편성당 량수	운전시격(분)		열차횟수 (회/왕복)	개통 년도	비고
	시점	종점				출근	평시			
경의선	성산	문산	38.6	9,571	8량	12.0	15.0	160	09.6월	
	서울	성산	7.4	-	8량	30	60	46	09.6월	
	용산	문산	48.6	16,248	8량	6.6	10.0	254	12.12월	
중앙선	국수	용문	19.7	1,448	8량	20	30	82	09.12월	팔당~국수 동일
경춘선	신상봉	춘천	81.0	6,906	8량	15.0	22.5	112	10.12월	
분당선	왕십리	선릉	6.6	17,139	6량	4.0	7.6	356	11.12월	선릉 ~죽전 시격유지
	오리	기흥	7.7	18,744	6량	4.0	7.7	356	11.12월	
	기흥	수원	10.5	18,744	6량	4.3	6.5	390	13.12월	
수인선	오이도	송도	12.4	10,511	10량	12.0	18.0	140	11.12월	
	인천	송도	7.6	7,367	10량	15.0	22.5	112	13.12월	
	수원	한대앞	19.0	8,318	6량	10.0	15.0	168	15.12월	
동해남부	부전	일광	28.8	7,837	6량	10	15	168	15.12월	
	일광	울산	40.0	3,918	6량	20	30	84	15.12월	부전~일광 50%
부전선	부전	마산	51.4	2,121	6량	20	30	84	15.12월	부전~일광 50%
여주선	판교	여주	54.8	8,763	6량	8.5	12.7	202	15.12월	

<표10> 장래 광역철도 개통노선 운행시격 산정(안)

#### 나. 수도권 고속 직행철도 운행시격 산정기준

현재 수도권의 고속화를 위해 추진중인 대심도 철도(수도권 고속 직행철도)의 경우, 고속운행에 따른 여객의 승차 쾌적성 증대 및 열차이용 편의성 향상을 위해 첨두시간을 도시·광역철도(4시간) 1시간으로 적용하고, 혼잡율도 노선별 연도별로 118%~142%까지 차별화하여 적용하고 있다(도시·광역철도는 150%로 통일). 이에 따라 운행시격도 4.5분~6.0분으로 책정하고 있다.

$$\text{첨두시 열차운행횟수}(A) = \frac{\text{첨두시최대재차인원} \times 1(\text{시간})}{1 \text{ 편성당 수송인원}(a)} \quad \text{≒ (계산값 중 소숫점이하 올림처리)}$$

1편성당 수송인원(a) = 혼잡율 118~142%를 적용한 편성당 수송인원

구	분	첨두시간대 혼잡구간 재차인원(명)	운전시격 (분)	혼잡률 (%)
2016년도	A LINE	10,249	6.0	118.7
	B LINE	13,132	5.0	131.1
	C LINE	12,693	5.0	124.6
	D LINE	14,925	4.5	140.7
2021년도	A LINE	10,323	6.0	120.1
	B LINE	13,183	5.0	131.9
	C LINE	12,903	5.0	127.7
	D LINE	14,974	4.5	141.4
2026년도	A LINE	10,483	6.0	122.9
	B LINE	13,239	5.0	132.7
	C LINE	13,159	5.0	131.5
	D LINE	15,026	4.5	142.1
2031년도 (2046년도)	A LINE	10,505	6.0	123.3
	B LINE	13,221	5.0	132.5
	C LINE	13,037	5.0	129.7
	D LINE	14,957	4.5	141.2

<표11> 수도권 고속 직행철도 운행시격 산정기준 산정(안)5)

#### 다. 철도 선로용량 산정기준

철도 선로용량 산정기준은 서비스 수준을 감안한 열차의 적정 운행시격을 산정하는 기준이라기 보다는 해당노선의 시설(선로, 신호 등)적 요건에 따라 최대한 운행할 수 있는 열차횟수와 최소로 단축해서 운행할 수 있는 시격을 판단하는 근거로서, 도시철도와 같이 열차운행횟수가 많은 노선에서는 열차 투입의 제한요건이 될 수 있으나, 운행시격이 긴 광역철도 외곽노선의 운행시격 산정의 제한요건으로 적용되지 않고 있다. 광역철도에 적용하는 선로용량 산정모형을 소개하면 아래와 같다

$$* \text{선로 용량} = \frac{\text{주기시간} \times \text{선로이용율}}{\text{최소안전시격} + \text{제어역정차시간} (+ \text{운영여유시간})} \quad 6)$$

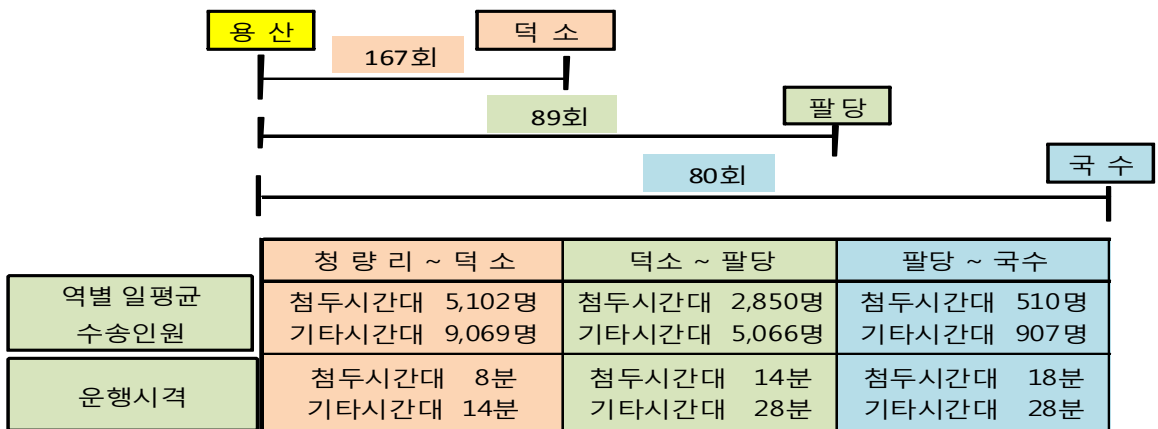
- ✓ 주기시간 : 1,440분
- ✓ 최소안전시격 : 최소안전시격+제어역 정차시간(+운영여유시간)
- ✓ 최소안전시격 : 선행열차와 후속열차간의 시간간격의 최소치

#### 4. 광역철도 운행시격 산정의 문제점

##### 가. 지역 특성을 고려하지 않은 일률적 혼잡율 적용

광역철도는 도시철도와 환승 및 연계수송을 함에 따라 수송수요가 밀집된 도시철도와 동일한 수준의 혼잡율(150%)을 적용하고 있으며, 차내 혼잡율을 기준으로 차량시격과 소요량을 산정하므로, 수요가 적은 수도권외곽의 광역철도 구간의 운행시격이 커지는 원인이 되고 있다. 중앙선 용산~국수의 경우 구간별 이용고객수의 차이로 인해 수요가 가장 많은 용산~덕소간은 1일 167회의 열차가 운행하고 있는데 비해 수요가 적은 팔당, 국수간은 1일 열차횟수가 89회와 80회로 줄어, 수요가 적은 외곽구간의 경우 운행시격 과다로 외곽구간의 경우 고객 이용이 더욱 줄어들어는 원인이 되고 있는 실정이다.

<그림2> 중앙선(용산~국수) 구간별 열차운행 현황



2007년도 광역철도 혼잡도<sup>7)</sup> 조사결과의 선별 구간별 최고혼잡도를 보면 수요가 많은 경인선의 역곡→구로 구간이 180으로 가장 높으며, 경부선 구로→신도림 구간이 혼잡도 165, 중앙선 회기→청량리 구간이 160으로 기준치인 150을 초과하는 것으로 나타나고 있으나, 기타 노선과 구간에서는 혼잡도 기준인 150을 초과하는 구간이 없는 것으로 조사되었으며, 이는 광역철도 운행횟수 산정기준이 되는 혼잡도 (150) 기준이 현실보다 높다는 것을 의미한다고 하겠다.

5) 수도권 고속 직행철도 민간투자사업 제안자료  
 6) 기존 지하철 광역화 방안 연구 (김경철, 2008년)  
 7) 2007년도 광역철도 혼잡도 조사결과(KORAIL)

특히 수도권 외곽구간의 출근시간대(7시~8시) 혼잡도를 보면 도심권과의 차이가 상당함을 알 수 있는데, 경부선 병점~천안의 최고 혼잡도는 100, 경원선 의정부~소요산의 59, 중앙선 망우~덕소구간 75에서 보듯이 수도권 외곽구간의 혼잡도를 도심과 동일하게 적용할 경우에는 열차시격이 커지는 문제가 발생하게 된다.

선별	혼잡구간	혼잡시간대	혼잡율
경부선	구로 → 신도림	07:40~08:20	165
경인선(급행)	역곡 → 구로	07:30~08:30	180
경인선(일반)	구일 → 구로	07:20~08:20	150
경원선	회기 → 지하청량리	08:00~08:30	130
안산·과천선	인덕원 → 과천청사	07:30~08:30	150
중앙선	회기 → 청량리	07:30~08:30	160
일산선	삼송 → 지축	07:30~08:30	115
분당선	복정 → 수서	07:30~08:30	130

선 별	운행구간	혼잡율
경부선	병점~천안	100
경원선	의정부~소요산	59
중앙선	망우~덕소	75

<표12> 2007년 KORAIL 최고혼잡구간 및 혼잡율  
출처 : 2007년도 코레일 광역철도 혼잡도 조사결과

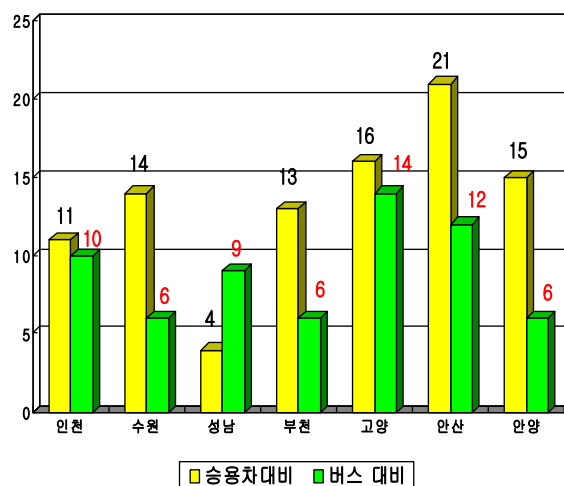
<표13> 07년 외곽구간 7시~8시 혼잡율

#### 나. 교통수단간 경쟁력 확보 곤란

교통수단으로서 철도의 약점은 접근성(door-to-door)이 부족하다는 점이다. 광역철도와 버스간 주요 수도권 거점에서 서울까지의 접근시간을 비교한 표8)에서 보면 모든 수도권 외곽구간에서 광역철도가 버스나 승용차에 비해 시간 경쟁력이 없는 것으로 조사되었다. 이는 운행시간보다도 전철역까지의 접근시간과 대기시간에 따른 영향으로 분석되었다.

광역철도의 속도경쟁력 향상을 위해서는 선로개량을 통한 속도향상, 접근시간 단축, 대기시간 단축 등이 있으나, 선로속도 향상은 막대한 투자비용으로 실행이 곤란하고, 접근시간 단축은 전철역 주변에 버스 정류장 설치, 환승센터 설치를 통해 개선할 수 있으나, 대부분의 전철역 주변에 버스 정류장이 있는 것을 감안할 때 개선효과는 1~2분 정도로 적을 것으로 예상된다. 다만 운행시격 단축을 통한 대기 시간은 운영자의 영업정책에 따라 개선이 가능할 것으로 판단된다.

도시	교통수단별 통행시간(분)		
	버 스	승용차	전철
인천	68	67	78
수원	70	62	76
성남	53	58	62
부천	55	48	61
고양	57	55	71
안산	70	61	82
안양	59	50	65



☞ 전철은 접근시간(10분) 및 대기시간 포함  
<표 14 주요구간별 수단별 서울접근시간>

<그림3 구간별 타 교통대비 전철 추가소요시간>

8) 2003년 국가교통 DB 구축사업 수도권 및 광역권 가구통행실태조사 분석, '04. 교통개발연구원



**다. 편성당 차량수 고정화**

광역철도는 노선별 전체 운행구간 중 최고 혼잡구간의 수송인원에 맞는 수송능력 확보를 위해 열차 편성당 차량수가 노선별로 동일하게 운행되고 있으며(경인, 경부선 10량, 중앙선 8량, 분당선 6량 등), 이에 따라 수요가 적은 외곽구간의 경우는 동일편성 차량의 운행횟수를 감축하여 수송능력을 조절하고 있다. 만약 혼잡구간과 비 혼잡구간의 편성당 차량수를 차별화하여 운행한다면, 비 혼잡구간의 열차횟수 증대 및 이로 인한 운행시격을 단축할 수 있을 것이다. 다만 노선별로 서로 다른 편성의 열차를 운행할 경우 첨두시간대에는 축소한 편성을 증결 운행함에 따른 인력, 시간적 손실과 비 첨두시에 운행하지 않는 차량 과다로 인한 차량 운용을 저하의 문제가 예상되며 이러한 문제에 대한 해결방안이 먼저 검토되어야 할 것이다.

**라. 운행시격 단축에 따른 수익성 부족**

광역철도 운행시격 단축에 따른 수송분담율 변화를 예측하기 위해 중앙선 덕소역을 기준으로 다항로짓모형을 사용하여 분석한 결과 첨두시 운행시격을 현 8.6분에서 4분으로 축소할 경우 광역철도의 수송분담율은 37.8%에서 40.0%로 2.2%(당초기준 5.8%) 증가하고, 비 첨두시 운행시격을 현 14.6분에서 5분까지 축소하더라도 수송분담율이 35.0%에서 39.5%로 4.5%(당초기준 12.9%)로 증가폭이 미미한데 반해 열차횟수 증가에 따른 비용(승무원 인건비, 동력비 등)은 2배에서 3배로 증가되어 수요증가량에 비해 비용 증가요인이 커 운영상의 이득이 없는 것으로 분석되었다. 특히 현 첨두시 운행시격인 8.6분보다 운행시격을 단축할 경우에는 운행 차량 추가 구입비가 소요되어 운행시격 단축의 효과는 더 나빠질 것으로 판단된다.

현재 보유하고 있는 차량소요량을 기준으로 운행시격을 단축할 경우 비첨두시간대 운행시격을 8.6분까지 단축이 가능하며, 이 경우 운행시격 단축에 따른 운영손익을 분석한 결과 운행시격을 12분까지 단축할 경우에는 수익이 발생하나, 12분보다 더 단축할 경우에는 손실이 증가하는 것으로 분석되었다 (표16, 그림4 참조)

따라서 수요가 적은 외곽노선의 운행시격 단축은 철도운영자의 수익성 차원이 아닌 공공성 제고관점에서 접근하여야 하며 운영자의 손실 부담 완화를 위한 국가차원의 보조 또는 지원이 요구된다.

※ 다항로짓모형 분석

$$U_{ijm} : C_{ijm} + \beta(T - Time)_{ijm} + \epsilon(T - Cost)_{ijm}$$

구분	상수	T-time(10분)	T-Cost(100원)	대기시간	차내시간
승용차	0	-0.39896	-0.01704	0	22분
택시	-2.55838			-	-
버스	0.0776925			5분	50분
지하철	-0.0579425			운행시격x0.5	26분

주) 도로철도부문사업의 예비타당성조사 표준지침 수정,보완연구 4판, 2004.9

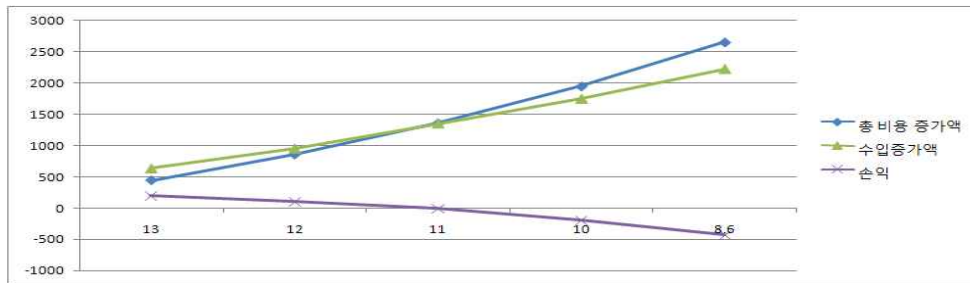
주) 접근시간은 없는 것으로 가정, 차내 시간은 현 청량리~덕소 수단별 운행시간 기준, 택시는 수단분담율 산정시 제외

기점	종점	시나리오	운행시격	대기시간	효용				수단분담율			
					승용차	택시	버스	지하철	승용차	택시	버스	지하철
청량리	덕소	첨두시	8.6분	4.3분	0.28093		0.10332	0.23358	45.5%	0.0%	16.7%	37.8%
			7분	3.5분	0.28093		0.10332	0.24116	44.9%	0.0%	16.5%	38.6%
			6분	3분	0.28093		0.10332	0.24601	44.6%	0.0%	16.4%	39.0%
			4분	2분	0.28093		0.10332	0.25603	43.9%	0.0%	16.1%	40.0%
		비첨두시	14.6분	7.3분	0.28093		0.10332	0.20723	47.5%	0.0%	17.5%	35.0%
			10분	5분	0.28093		0.10332	0.22715	45.9%	0.0%	16.9%	37.2%
			7분	3.5분	0.28093		0.10332	0.24116	44.9%	0.0%	16.5%	38.6%
			5분	2.5분	0.28093		0.10332	0.25097	44.2%	0.0%	16.3%	39.5%

<표 15> 청량리~덕소간 운행시격 단축에 따른 수송분담율 변화 예측

운행시격(분)	14.6	13	12	11	10	8.6
증가열차횟수(일/회)	-	9	19	30	44	60
승무원 증가소요(인)	-	3	5	8	11	15
수송분담율(%)	35.0	35.8	36.2	36.7	37.2	37.8
승무원 인건비(백만원)		171	285	456	627	855
동력비 증가액(백만원)		270	570	900	1,321	1,801
<b>총 비용 증가액</b>		<b>441</b>	<b>855</b>	<b>1,356</b>	<b>1,948</b>	<b>2,656</b>
수입증가액		636	954	1352	1750	2227
<b>손익</b>		<b>195</b>	<b>99</b>	<b>-4</b>	<b>-198</b>	<b>-429</b>

<표 16> 청량리~덕소간 비 첨두시간대 운행시격 단축에 따른 손익 변화



<그림 4> 청량리~덕소간 비 첨두시간대 운행시격 변화에 따른 손익 변화 그래프

주) 청량리~덕소 17.2km. km당 동력비 1,745원, 승무원 1인당 연간 인건비 57백만원, 비첨두시 청량리~덕소간 수송인원 (2008년 연간 14,349,683명) \_08년 korail 수송실적 및 경영성적 기준

#### 마. 사회적 서비스 기준 제정 필요

철도서비스 평가기준은 공급자 측면의 평가요소인 1일 운행횟수, 철도서비스 제공시간, 정시율 등은 반영되어 있는데 비해 이용자측면의 평가 요소인 환승시간, 운행시격 등은 평가요소에 제외되어 수도권 광역철도 외곽노선의 적정 운행시격 유지를 위한 기준이 마련되어 있지 못한 실정이다.

철도 구조개혁이후 철도운영 관련 인가권 및 전반적인 영업정책 권한이 국토해양부로 이전되었으나, 철도 운영자가 제공할 서비스 수준에 대한 가이드라인을 제시하지 못하고 있으며, 공익서비스 보상(PSO : Public Service Obligation)<sup>9)</sup>의 범위에도 운영자가 철도 공익성 향상을 위해 열차횟수를 증가할 경우에 발생될 운영손실 보전을 위한 국가의 책무는 설정되어 있지 않아, 운영자가 수익결손을 부담하면서 운행시격을 단축하는 것은 현실적으로 불가한 실정이다.

9) 철도산업발전기본법에는 국가의 서비스 보장의무인 운임요금 감면, 적자선 운영, 국책사업운영의 경우 PSO를 보상하도록 되어 있으나, PSO 보상 대상인 적자선의 경우 수도권전철은 1일 열차운행횟수가 많은 노선이라는 이유로 그 대상에서 제외하고 있음

## 5. 광역철도 운행시격 단축을 위한 개선방안

광역철도 운행시격 단축을 위한 개선 대안을 제시하는 수준에서 검토하였으며, 구체적인 효과 및 실행방안은 향후 보완 검토할 예정이다.

### 가. 수도권 외곽지역 경전철 등 활성화

현 수도권전철의 혼잡구간과의 연계 노선 또는 기존 노선의 연장개통이 아닌 수요가 적은 수도권 외곽노선은 대량수송 중심의 중전철이 아닌 경전철 등 신 교통시스템으로 건설하여 비용(건설, 운영비) 절감 및 소량편성(2~4편성), 무인운전을 통한 운행시격 단축 등 이용자 편의성 향상이 필요하다.

### 나. 지역별 열차운행시격 산정기준 차별화

현 수도권전철의 혼잡구간과의 연계 노선 또는 기존 노선의 연장노선의 경우, 수요 집중구간과 기타구간의 운행시격 산정시 혼잡율 적용기준을 차별 적용하여 외곽구간의 운행시격을 단축해야 한다.

2007년도 한국철도공사(KORAIL) 혼잡도 조사결과 수도권 외곽의 출근시간대 혼잡율이 100% 이하인 것을 감안할 때 수도권 중심구간의 혼잡율은 150%를 적용하되, 외곽구간의 혼잡율은 100%로 차별적으로 적용이 가능하며 이 경우 외곽구간의 운행시격 33%(1/3) 단축 가능, 다만 시격단축에 따른 운영비용 대비 수익성이 부족한 부분에 대해서는 운영자와 국가간 협의를 전제로 국가(또는 지자체)의 보조금 지원방안을 검토할 필요가 있다.

### 다. 편성당 차량수 차별화 및 셔틀전동차 운행

무인운전 시스템이 갖춰지지 않은 상태에서 편성당 차량수 축소(2~4량)를 통한 운행시격 단축은 운영비용(승무원 인건비 등) 부담으로 운영자가 선택하기 곤란한 대안임에는 틀림없다. 다만 동일노선에서 수송수요에 따라 시격을 달리하는 구간(예 중앙선 용산~국수)의 경우에는 동일한 편성의 열차를 운행하는 것 보다는 외곽구간만을 운행하는 셔틀전동차를 운행하고, 셔틀전동차의 편성당 차량수를 축소(4량이하) 운행할 경우, 운행시격을 단축할 수 있을 것이다.

다만, 셔틀열차와 기존 전철간의 환승시간 단축을 위한 선로배선 변경, 열차운행스케줄 조정이 필요하며, 셔틀열차 운행구간의 열차횟수 증가에 따른 수익과 비용 분석이 필요하다.

### 라. 친환경 교통수단 이용 활성화 정책 전환

철도 특히 전기철도의 경우 에너지 소비량은 승용차의 8분의 1, 도로의 14분의 1로 에너지 효율성이 높고, 전체 교통부분의 CO2배출량 중 철도가 차지하는 비율이 1.8%(도로94.5%)로 친환경적인 서비스임을 감안하여 UN기후협약 및 교통의정서에 따른 이산화탄소 배출량 감축 및 친환경 녹색성장을 위한 정부 정책 추진을 위해서도 철도 이용을 촉진하는 정책적 배려가 검토되어야 한다.

전기철도의 CO2 저감편익을 금전적으로 환산하면 승용차 대비 인km당 4.84원, 버스 대비 인km당 2.41원이 발생한다고 한다<sup>10)</sup> 공로를 통한 화물수송의 경우 유류세를 할인해 주는 것과 같이 친환경 녹색성장을 위해 전기철도 이용에 따른 환경편익만큼 운영자에게 보조를 해 주거나, 철도이용 활성화를 위해 사용자 위주의 서비스 수준인 최소한의 운행시격을 유지하도록 정부가 정책적으로 강제하고, 이에 따른 운영자의 손실을 환경편익만큼 대체 지원하는 것도 가능하리라 본다.

### 마. 적정 운행시격에 대한 서비스 기준 정립

버스, 전철, 광역버스간 수도권 통합환승체계가 도입되어 대중교통간 경쟁 보다는 보완 기능이 확대

10) 선로사용료 산정기준 정립방안 연구용역 최종보고서(안) (2009. 2. 국토해양부, KOTI)

되고 있는 반면, 버스, 전철간 이용고객의 구분이 없어짐에 따라 관련 교통수단간 서비스 수준에 대한 상대적인 평가가 가능해 졌다. 이에 따라, 교통서비스의 평가기준도 공급자 위주에서 수요자인 서비스 이용자의 입장에서 재정립되어야 하며, 노선별 특성을 감안한 운행시격, 운행시간 등이 새로운 서비스 기준으로 선정되어야 한다.

## 참 고 문 헌

1. 한국교통연구원. (2008). '수도권 광역철도 수송경쟁력 제고방안'
2. 김훈. (2008) '서비스수준을 고려한 지역간 철도 선로용량 산정모형 개발'
3. 한국교통연구원. (2003). '철도서비스 평가체계 구축방안'
4. 대한교통학회. (2006) '철도투자 평가편람'
5. 국토해양부. (2001). '도로교통편람'
6. 한국교통연구원. (2005). '교통산업 서비스 지수 개발에 관한 연구'
7. 김경철. (2002). '기존 지하철 광역기능화방안 연구'
8. 신영천, (2007). '사용자 및 운영자의 비용 최소화를 위한 서울시 버스노선 배차계획 수립'
9. 교통학회, 철도학회. (2001). '철도투자 분석 및 평가편람 개발'
10. 김훈. (2004). '광역철도사업의 효율적 추진을 위한 제도개선 방안'
11. 한국교통연구원. (2005). '철도서비스 평가체계 구축방안 연구'
12. 한국철도학회. (2006). '도시철도시스템에서의 운행시격 분석'
13. 고승영. (1998). '버스의 최적운행시격 및 보유대수 모형개발'
14. KDI. (2004). '도로철도부문사업의 예비타당성조사 표준지침 수정,보완연구 4판'
15. 교통개발연구원. (2004). '2003년 국가교통 DB 구축사업 수도권 및 광역권 가구통행실태조사 분석',
16. 국토해양부, KOTI. (2009). '선로사용료 산정기준 정립방안 연구용역 최종보고서(안)'