

수도권 교통축별 도시철도와 간선도로 승용차 이용자 통행속도 비교연구

A study of comparing the travel time between urban railways and arterials in the Seoul metropolitan area

김양지*
Kim, Yang-Ji

김정철**
Kim, Gyeng-Chul

ABSTRACT

The aim of this study is to compare the travel time of urban railway with that of arterial roads in the Seoul metropolitan area, focusing on the five main railways and arterials - Ilsan, Bundang, Kwacheon, Kyoungwon, and Kyoungin in order to make suggestions about improvements of railways.

We found that the travel times of railways and arterials are about one and a half hour and an hour respectively, also the ratio of railway travel time to arterial travel time is 1.34 at peak and 1.58 at off-peak. We conclude that the competitiveness of the railroads is lower than the arterials.

It will be necessary that we research the ways to improve the service of railways and investment ranking among the five main railways.

1. 서론

수도권 도시철도의 표정속도는 33.5km/h로, 동경권의 52.5km/h, 파리권의 52.2km/h, 런던권의 59km/h와 비교했을 때 현저하게 낮은 수치를 보인다. 표정속도의 저하로 수도권 외곽에서 서울 도심으로 진입하는 통행시간이 증가함에 따라, 타수단 특히, 간선도로의 승용차 이용자와의 경쟁성이 저하되고 도시철도의 수요 감소로 이어져 운영자에게는 운영적자, 사회적 관점에서는 국가경쟁력의 약화라는 결과를 초래하였다.

본 연구에서는 서울시를 포함한 수도권 주요 5개 교통축을 대상으로 도시철도와 승용차의 통행시간을 비교하고 도시철도의 경쟁성을 분석함으로써 향후 도시철도 정책 수립시 투자우선 교통축 및 개선 목표치를 설정하기 위한 실증적 근거의 기초자료를 제시하고자 한다.

2. 연구 범위와 기존연구 고찰

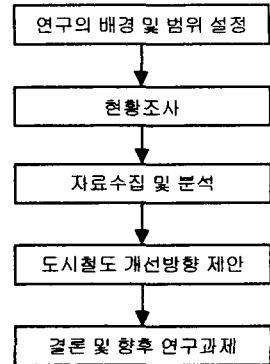
연구의 시간적 범위와 연구 자료는 2000년 지하철수송계획을 토대로 도시철도의 통행속도를 산출하고 간선도로의 통행속도는 2000년 서울시 정기속도조사자료를 토대로 승용차의 통행시간을 추정하였다.

* 서울시정개발연구원 연구원

** 서울시정개발연구원 연구위원, 정회원

연구의 내용적 범위는 수도권인 신도시에서 서울 도심으로 이어지는 주요 교통축인 일산선, 분당선, 과천·안산선, 경원선, 경수선의 5개 교통축을 대상으로 한다. 교통축별 기준 역은 노선별 승하차인원이 가장 많은 역을 기준으로 하고, 서울도심의 기준역은 시청역을 1차 목적지로, 부도심인 영등포역과 역삼역을 2차 목적지로 정의하고 역간 통행시간을 산출한다.

연구의 내용적 범위는 5개 교통축을 대상으로 도시철도와 간선도로 이용자들이 도심 진입에 소요되는 평균통행시간을 비교·분석하고 이를 통하여 도시철도의 문제점과 향후 도시철도의 개선방향을 제안하는 것이다. 본 연구의 수행과정은 <그림 1>과 같다.



<그림 1> 연구수행과정도

국내에서 도시철도와 간선도로의 통행시간을 실증적으로 비교 분석한 연구사례는 찾아보기 힘들다. 건설교통부의 '광역교통망계획 수립'에서 분석한 결과가 있으나, 환승시간을 3분으로 일괄 적용하는 등 연구의 한계점을 보인다. 이 외에 도시철도의 속도향상 방안과 관련한 연구로, 김경철의 '도시철도 급행화 계획을 위한 기초연구'가 있는데, 도시철도의 속도향상을 위해 급행열차의 도입을 가정하여 통행시간 단축효과를 분석하는 방법론 정립하고 외국 급행열차 운행사례를 정리하였으며, 급행운행시 대피선 위치 선정 등에 관한 알고리즘을 작성, 사례지역을 선정하여 시뮬레이션을 통해 분석하였으나 속도향상의 목표치 설정 등의 연구에는 미흡한 점이 있다.

3. 분석자료 및 분석방법

2000년 지하철 수송계획과 서울시 정기속도조사자료를 토대로 도시철도와 간선도로 이용자의 통행시간 자료를 수집하였다.

우선, 도시철도의 통행시간은 접근시간(access time), 대기시간(waiting time), 차내시간(in-vehicle time), 환승시간(transfer time), 도착시간(egress time)으로 구성하고, 승용차의 통행시간은 차내시간만으로 구성하였으며¹⁾, 각 시간의 산정기준은 <표 1>과 같다.

<표 1> 통행시간 산정 기준

구분	접근시간 access time	대기시간 waiting time	차내시간 합 in-vehicle time	환승시간 transfer time	도착시간 egress time
도시철도 이용자	13.03분	배차시간의 1/2	차내시간	환승통로 보행시간+ 갈아타는 노선 대기시간	10.2분
승용차이용자	0	-	차내시간	-	0

자료 : 서울시정개발연구원, 대중교통 지원을 위한 보행환경 개선방안, 1996, p.33

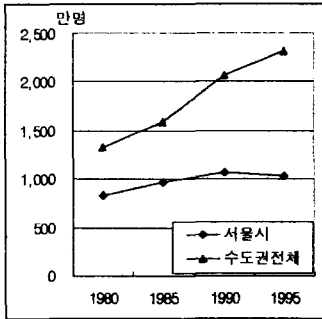
접근시간은 1996년 서울센서스 조사에서 수집된 지하철/전철 접근시간의 평균값인 13.03분을, 도착시간은 접근시간의 0.8의 값을 적용하였다.²⁾ 환승시간은 환승통로의 통행시간과 갈아타는 노선의 대기시간으로 구성하고, 환승통로의 통행시간은 수직이동거리와 수평이동거리를 수직·수평보행 속도로 각 각 나누어 산출하였으며, 갈아타는 노선의 평균대기시간은 갈아타는 노선의 배차간격의 1/2의 값을 적용하였다.

간선도로 승용차 이용자의 차내시간 산출시 주이동경로의 통행시간을 합산하여 적용하되, 주이동경로가 없는 경우 교통류의 연속성을 가정하여 거리를 접속도로의 평균통행속도로 나누어 산출하였다.

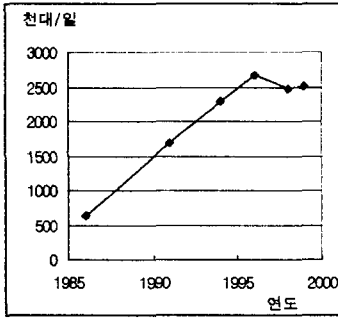
1) 승용차의 출근통행은 정기적 통행으로 주차장의 위치가 이미 결정된 것으로 볼 수 있으므로, 도착시간과 접근시간은 없는 것으로 가정하였다.
2) 우리나라의 경우 도착시간(egress time)에 대한 조사치가 없어 일본의 센서스 조사치인 비율, 0.8을 적용하였다.

4. 수도권 외연화와 교통축별 교통실태

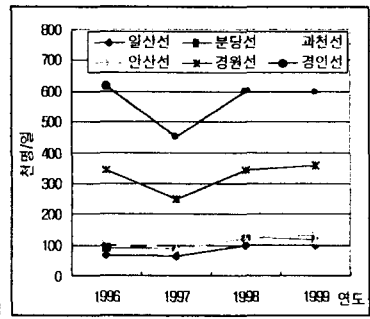
서울시의 인구는 1,000만명 수준에서 유지되고 있는 반면, 수도권의 인구는 서울시의 인구감소 추세와는 반대로 12%이상의 인구성장을 기록하고 있다. 95년 기준 수도권의 인구는 서울 인구의 2.3배인 2,300만명에 이르고 있다. 이는 서울의 인구집중을 완화하기 위하여 서울시 외곽에 5개 신도시를 건설함으로써 서울의 인구는 일정수준으로 유지할 수 있었던 반면, 서울의 인구를 수도권으로 유입시켜 수도권의 지리적·평면적 확산이 이루어졌다. 또한, 승용차 위주의 신도시를 건설함으로써 승용차의 분담율이 서울시 평균 29.3%보다 높은 수치인 46.7%에 이르고 있어³⁾ 통행시간의 증대, 자동차 주행거리의 증가 등의 부작용을 초래하였다.



<그림 2> 서울 및 수도권의 인구추이



<그림 3> 서울시 유출입 교통량 추이



<그림 4> 5개 교통축의 수송수요현황

수도권의 철도망은 2001년 현재 운행중인 노선연장은 서울시계내 지하철과 전철의 노선연장 334.1km와 인천지하철 노선연장 24.6km, 수도권 전철 116.7km를 합하여 482.9km이며, 기존 국철노선의 복선 전철화 사업과 더불어 151km 구간이 광역전철 건설사업으로 추진 중에 있다. 그러나, <표 3>의 철도운행의 주요지표를 비교할 경우 수도권의 철도시설은 아직까지 선진 외국의 대도시권에 비해 시설측면에서 크게 열악하며, 수도권의 수단분담율 20.7%는 외국 대도시권에 비해 저조한 편이다.

<표 2> 수도권과 외국의 도시철도 운행특성 비교

도시권별 (기준연도)	수도권('97)		동경권('96)		파리권('95)		런던권('96)	
	서울시	서울시, 인천,경기	동경도	동경도, 4현	파리시	Ile-de-France	Greater London	South-East
철도연장 (km)	219.1	171.3	270.4	1,872.6	211	1,401	438	3,119
철도연장밀도 (km/천 km ²)	390.4		2,143		1,612		3,557	
	33.4		109.1		134.2		130.7	
철도의 수송분담율 ()는 통근목적	29.4%	20.7%	66.7%	55.5%	49.2% (60.9)	21.8% (33.8)	-	18.5% LATS지역
통근목적 유출입통행 철도분담율	30.7%		91.6% (동경 23구-외곽)		68.4%		74.6%	
철도표정속도 (km/h)	33.5	39.5	-	RH 52.5 64.1	-	53.2	31.5	59.0

자료 : 건설교통부, 광역교통망계획수립-최종보고서, 2000, p245

3) 서울특별시, 서울시 교통센서스 및 데이터베이스 구축, 1997
교통개발연구원, 수도권 신도시 교통영향분석, 1998

본 연구의 대상노선인 일산선, 분당선, 과천·안산선, 경원선, 경인선 5개 교통축의 현황은 <표 2>와 같다. 서울시 시외유출입 교통량은 평균 22.5%의 증가율을 보이며 증가하는 추세에 있음에도 불구하고(<그림 3> 참조) 도시철도의 수송수요는 평균 1.9%증가율로 크게 늘어나지 않고 있는 실정이다.(<그림 4> 참조)

<표 3> 수도권 전철 운영현황(2000년 기준)

노선명	구분		연장 (km)	표정속도 (km/h)	운행시격 (첨두비첨두 분)	운송수요 (천명/일)				
	구간	대표역 ^{주)}				96년	97년	98년	99년	증가율(%)
일산선	지축~대화	주엽	19.2	41.9	8 / 9	64	62	97	99	18.2
분당선	수서-오리	서현	18.5	39.6	5 / 8	90	86	121	117	10.0
과천선	남태령~금정	범계	14.4	36.8	6 / 7.5	116	86	122	113	-2.6
안산선	금정~안산	상록수	19.5	45.0	5.2 / 7.5	104	84	122	113	2.9
경원선	용산~의정부	의정부	31.2	36.7	5 / 5.2	345	248	344	357	1.2
경인선	구로~인천	부평	27.0	33.8	2.5 / 5.8	618	448	599	596	1.2

주) 대표역은 노선 가운데 일평균 승하차인원이 가장 많은 역을 기준으로 선정하였으며, 노선별 특성 혹은 연구의 목적에 따라 승하차인원 2위 역을 선정하였다.

자료: 서울시지하철공사, 지하철수송계획(각연도)

5개 주요축별 간선도로 중 주요구간의 통행속도는 <표 4>와 같다. 서울시 경계의 유입도로 중 경원구간, 경인구간의 속도가 타구간에 비해 상대적으로 낮은 값을 보이고 서울시계 내에서는 20 km/h 내외의 속도분포를 보인다.

<표 4> 주요 간선도로의 통행특성(2000년 기준)

단위 : km/h

교통축	주요구간 속도평균								
	구간	첨두	비첨두	구간	첨두	비첨두	구간	첨두	비첨두
일산	자유로 중양로	71.23 32.26	74.22 35.61	강변로 (행주대교-성산대교)	16.19	33.15	올림픽대로 (행주대교-한남대교)	25.69	33.18
분당	경부고속도로	33.78	50.04	한남로 (퇴계2가-한남대교)	27.27	23.03			
과천·안산	47번국도 1번국도	27.26 35.26	30.34 44.40	한강로, 서빙고로, 동작대로	22.29	23.69	시흥대로 (대림3가-시흥시계)	29.50	24.2
경원	동부간선도로 동1로 동2로	23.57 17.76	32.67 21.07	대학, 미아, 도봉로	19.41	22.0	언주로 (성수대교-역삼)	15.75	17.03
경인	46번국도 경인고속국도	21.97 14.02	24.99 24.73	경인로, 마포로 (중앙일보-경인시계)	17.62	23.3	남부순환로 (오류IC-양재)	26.77	33.72

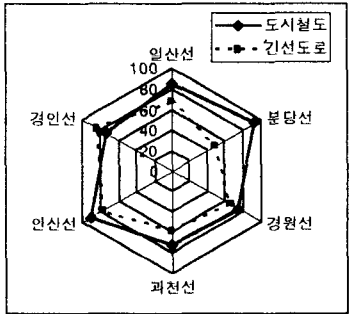
자료: 서울시 교통관리실, 2000년도 정기속도조사, 2000

5. 분석 결과

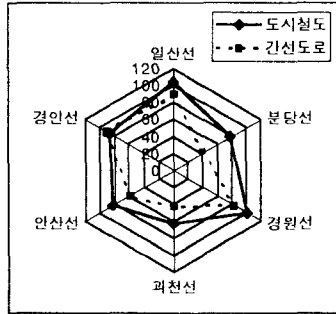
<그림 5>~<그림 7>은 첨두시의 시청, 역삼, 영등포역까지의 도시철도와 간선도로의 통행시간을, <그림 8>~<그림 9>은 비첨두시의 도시철도와 간선도로의 통행시간을 도식화한 것이며, <표 3>은 수도권 5개 교통축의 도시철도와 간선도로의 통행시간을 비교 정리한 것이다.

첨두시의 경인선을 제외한 모든 노선에서 도시철도의 통행시간은 간선도로에 비해 통행시간이

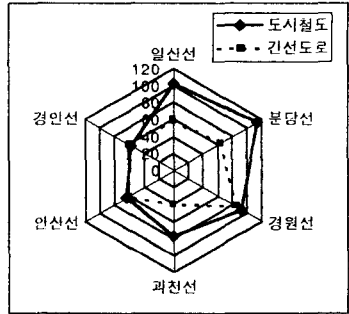
더 소요되는 것으로 나타났으며, 첨두시의 경우 평균 1.34배, 비첨두시의 경우 평균 1.58배에 더 소요되는 것으로 나타났다.



<그림 5> 통행시간비교(시청, 첨두)



<그림 6> 통행시간비교(역삼, 첨두)



<그림 7> 통행시간비교(영등포, 첨두)

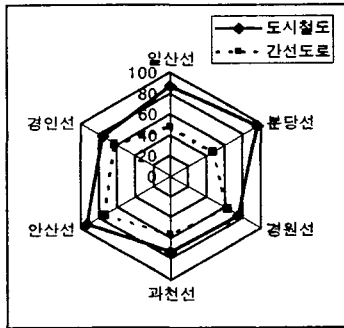
<표 5> 수도권 5개 교통축의 도시철도와 간선도로의 통행시간 비교

단위 : 분

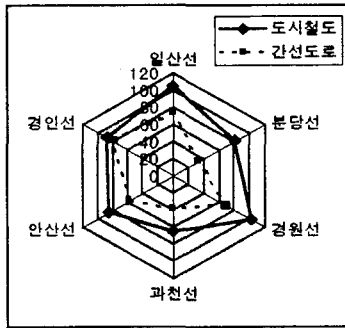
구간			첨두시			비첨두시			간선도로 주경로	환승경로
교통축	기점	종점	도시 철도(A)	자가용 (B)	A/B	도시 철도(A)	자가용 (B)	A/B		
일산	주엽	시청	85.2	67.0	1.27	86.2	47.5	1.79	자유로-서대문-시청	3호선-1호선
		역삼	102.6	87.7	1.17	104.4	73.6	1.39	자유로-한남대교-역삼	3호선-2호선
		영등포	102.2	59.6	1.71	103.2	45.5	2.25	자유로-여의교-영등포역	3호선-1호선
분당	서현	시청	92.4	48.0	1.93	95.7	45.9	2.01	서현-경부고속도로-한남대교-퇴계로-시청	분당선-8호선-2호선
		역삼	77.4	42.1	1.84	80.7	33.7	2.30	서현-양재IC-서초IC-역삼	분당선-8호선-2호선
		영등포	112.4	63.6	1.77	115.7	52.8	2.13	서현-경부고속도로-한남대교-여의대교-영등포	분당선-8호선-2호선
과천	범계	시청	72.1	58.6	1.23	73.6	56.2	1.31	범계역-47번국도-서울역	4호선-1호선
		역삼	62.6	43.4	1.44	64.9	38.8	1.67	범계역-47번국도-양재IC-역삼역	4호선-2호선
		영등포	77.2	40.0	1.93	78.7	38.7	2.03	범계역-1번국도-영등포역	4호선-1호선
안산	상록수	시청	91.1	77.5	1.18	92.6	74.5	1.24	상록수역-47번국도-서울역	4호선-1호선
		역삼	81.6	60.1	1.36	83.9	56.4	1.49	상록수역-47번국도-양재IC-역삼역	4호선-2호선
		영등포	64.2	61.5	1.04	65.7	61.3	1.07	상록수역-1번국도-영등포역	4호선-1호선
경원	의정부	시청	74.5	65.1	1.14	75.1	61.5	1.22	의정부-도봉로-이화동-중앙청-시청	
		역삼	99.9	82.0	1.22	101.9	67.0	1.52	의정부-성수대교-역삼	1호선-2호선
		영등포	91.5	83.5	1.10	92.1	86.6	1.06	의정부-도봉로-이화동-중앙청-시청-영등포역	
경인	부평	시청	73.5	83.6	0.88	75.4	61.9	1.22	46번국도-중앙일보-시청	
		역삼	85.2	90.3	0.94	88.4	80.3	1.10	46번국도-서초IC-역삼역	1호선-2호선
		영등포	56.5	60.5	0.93	58.4	45.7	1.28	46번국도-영등포역	
평균			83.4	65.2	1.34	85.4	57.1	1.58		

도시철도와 간선도로의 통행시간은 첨두시에 각각 평균83.4분, 평균65.2분, 비첨두시에 각각 85.4분, 57.1분 소요되는 것으로 나타났다. 특히, 비첨두시의 경우 간선도로의 통행시간은 줄어드는 반면, 도시철도는 배차간격의 증가로 통행시간이 증가해, 간선도로와 비교했을 때 분당선의 경우 최고 2.3배의 시간이 소요되는 것으로 분석된다.

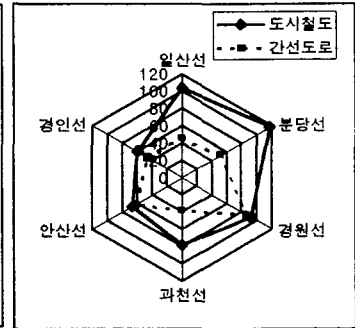
한편, 비교적 개통시기가 늦은 일산선과 분당선의 경우 도시철도와 간선도로의 통행시간 격차가 타노선에 비해 더 크게 나타났는데, 이는 지하철망이 갖추어진 후 일산선과 분당선을 연결하였기 때문에 노선 선정의 가변성이 적어 노선의 굴곡도가 타노선에 비해 높은 것이 원인으로 지적된다.



<그림 8> 통행시간비교(시흥, 비첨두)



<그림 9> 통행시간비교(역삼, 비첨두)



<그림 10> 통행시간비교(영등포, 비첨두)

도시철도를 이용한 통행시간이 오래 소요되는 데에는 몇 가지 원인을 지적할 수 있다. 우선, 노선의 굴곡도에 대한 문제점을 제기할 수 있는데, 예를 들어, 일산선(대화역과 삼성역 기준)의 굴곡도는 1.47, 분당선(서현역과 종로3가역 기준)은 1.53인 반면, 경인선(인천역과 서울역 기준)의 굴곡도는 1.19로, 타노선에 비해 굴곡도가 적은 경인선의 통행속도가 간선도로와 유사하게 나타나 노선의 굴곡도가 통행시간에 영향을 미친다고 할 수 있다.

또한, 선진 외국 대도시권에서는 급행과 완행을 분리하여 운행함으로써 급행의 표정속도를 높여 장거리 통행자의 통행시간을 단축시킴으로써 대도시권 진입시 통행시간을 1시간 이내로 단축시킬 수 있었다. 수도권은 경우 각역정차방식을 채택하고 있어 표정속도향상에 장애요인으로 작용하고 있어 급행열차를 도입하는 방안에 대해 밀도있는 연구가 필요하다.

6. 결론 및 향후 연구과제

수도권 5개 교통축의 통행시간은 간선도로와 비교했을 경우 첨두시 평균 1.34배, 비첨두시 1.58배로 조사되었으며, 간선도로의 경우 도심 진입시간이 1시간 내외인 반면 도시철도는 1시간 30분 가량 소요되는 것으로 나타났다. 결과적으로, 간선도로와의 경쟁력이 낮아 도시철도의 속도를 향상시키기 위한 대책이 요구된다. 이러한 도시철도의 경쟁성 저하의 원인으로서는 굴곡노선, 운영방식의 경직성 등이 지적될 수 있으며, 속도향상 대책은 총체적 관점에서 파악되어야 한다.

1999년 기준 수도권 경기지역에서만 52,969천㎡에 이르는 대규모 택지개발계획이 추진되고 있다. 택지개발로 인한 수도권의 광역화 추세는 지속될 것이며 향후 광역교통의 처리가 중대한 문제로 제기될 것이다. 또한, 기존 국철노선의 복선 전철화 사업과 더불어 151km 구간이 광역전철

4) 이창운 외, 수도권 개발확산에 대비한 광역교통대책의 기초연구, 교통개발연구원, 2000, p29

5) 이창운 외, 수도권 개발확산에 대비한 광역교통대책의 기초연구, 2000, p8

건설사업으로 추진 중에 있으나 질 낮은 서비스를 제공하는 양적 팽창은 수요의 저하, 운임수입감소, 적자운영의 악순환만을 반복하게 될 것이다.

따라서 광역교통망으로써의 도시철도의 위계를 되찾기 위해서 속도향상을 위한 개선사업은 조속히 시행되어야 할 사안임에 틀림없다. 이를 위해서, 5개 교통축별 우선순위가 높은 노선을 선정하고, 노선별 특성을 고려한 속도향상방안에 대한 심도있는 연구가 요구된다.

구체적으로, 노선의 우선순위 선정시 적은 비용으로 개선효과가 높은 곳, 수단전환 효과가 큰 곳, 간선도로의 포화상태로 도시철도로의 수단전환이 필요하며 서울시계 유출입통행량이 많은 곳, 마지막으로 장래 택지개발예정지역으로 광역교통 대책이 시급한 곳 등을 선정기준으로 삼을 수 있으며, 이러한 척도를 기준으로 노선별 우선순위를 종합적으로 판단하는 연구가 필요하다.

<참고문헌>

건설교통부, 광역교통망계획 수립-최종보고서-, 2000

김경철, 도시철도론, 노해출판사, 2001

김경철, 도시철도 급행화 계획을 위한 기초연구, 서울시정개발연구원, 1998

서울특별시, 서울시 교통센서스 및 데이터 베이스 구축, 1997

서울특별시 교통관리실, 2000년도 정기속도조사자료, 2001

서울특별시 지하철공사, 2000년도 지하철운송계획, 2001

이창운 외, 수도권 개발확산에 대비한 광역교통대책의 기초연구-광역교통투자재원 확충방안을 중심으로-, 교통개발연구원, 2000

정 석, 대중교통지원을 위한 보행환경 개선방안, 서울시정개발연구원, 1996