

도시철도 열차편성의 적정성에 관한 연구  
- 광역전철 중앙선을 중심으로 -

**The Research on the Adequacy of Urban Trainset**  
**- focus the Jung-ang Line for Urban -**

정예성\*  
Jung, Ye-Seoung

김문홍\*\*  
Kim, Moon-Hong

-----  
**ABSTRACT**

With its critical pending task of putting the management into the right track, it is extremely important for the Korea Railroad Corporation to incorporate more reasonable distribution into train consists to cut down its operation costs and attain higher income surplus in the Metropolitan Train Business. Furthermore, for Jung-ang Line soon to be operated without any crew on-board, more adequate train formation looks very indispensable mainly to satisfy transportation demands as well as enhance the passenger safety.

This paper will examine the Jung-ang Line with hourly-basis congestions and inter station O/Ds to get the better operation schedules and trainset numbers.

-----

**1. 서론**

철도에 있어 수송계획은 대단히 중요한 부문이다. 왜냐하면 철도는 ‘운송서비스’라는 재화를 생산하는 교통수단으로서 수송수요에 따른 수송계획이 바로 가장 기본이 되면서도 종합적인 성격을 띤 것이기 때문이다. 그러므로 수송계획은 단순히 철도운영기관의 수송능력을 결정짓는 요소로만 작용되는 것이 아니라 철도건설 단계에서부터 고려되어야 하는 요소이기도 하다. 즉, 수송수요를 정확히 예측하는 것이야말로 철도건설의 규모와 시기를 결정하게 되며 나아가 철도운영기관의 수송서비스 제공능력을 좌우하게 된다고 하겠다.

최근 철도구조개혁에 의하여 철도운영주체가 된 한국철도공사는 정부로부터 경쟁력 확보와 부채 해결을 위한 방안으로 철도경영 정상화를 요구받고 있다. 이러한 중대과제를 목전에 두고 있는 시점에서 특히 광역철도사업의 경영개선을 위해서는 열차편성량수를 합리적으로 분대하는 것이 매우 중요하다. 더구나 차장승무를 생략할 계획을 가지고 있는 중앙선의 경우 효율적인 수송수요에 대처하고 승객의 안전도를 높이기 위해서는 열차당 편성량수의 적정성이 요구되고 있다.

이 연구는 최근 수도권광역철도의 범위가 갈수록 확대되고 수송수요가 급격히 변화하고 있으며 급행전철 도입 필요성의 대두와 운임체계의 개선이 요구되고 있는 가운데 수도권광역철도 수송수요에 효율적으로 대처하고 도로와의 경쟁력을 확보하기 위한 방안의 하나로 중앙선(청량리-용문간) 광역전철의 혼잡도 및 역간 O/D자료를 분석하여 적정 배차간격과 편성량수 산정 등 효율적인 운용방안을 제시해 보고자 하는 기초연구이다.

-----  
\* 우송대학교 철도경영학부 교수, 정회원

E-mail : [ysj21@wsu.ac.kr](mailto:ysj21@wsu.ac.kr)

TEL : (042)630-9198 FAX : (042)630-9779

\*\* 우송대학교 철도경영학부 교수, 정회원

## 2. 중앙선 수송수요 분석

### 2.1. 중앙선 운행 및 건설 현황

중앙선 복선전철 사업은 총 사업비 7,236억원을 투입, 1997년 10월 착공하여 8년3개월 만에 완공한 것으로 기존의 단선철도를 복선전철화해 서울 중랑구와 경기 동부의 구리시 및 남양주시 지역에 교통편의 제공과 지역개발 촉진 및 철도수송력 증대를 목적으로 2006년 12월16일 청량리-덕소간 복선전철이 개통되었으며 나아가 향후 2009년까지 용산-용문간 60.4km를 광역전철화 할 계획으로 있다.

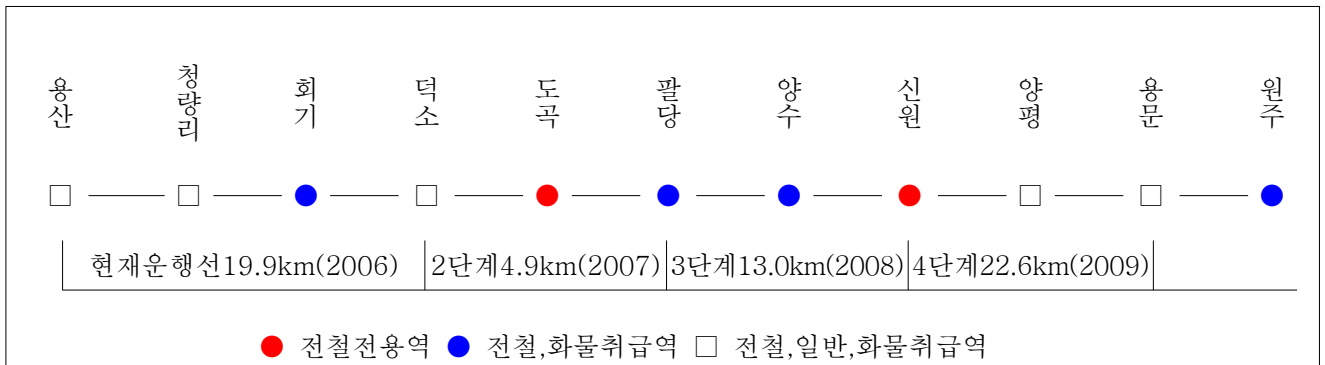


그림1. 중앙선 건설현황

현재 중앙선을 운행하는 광역전철은 1열차당 10량으로 편성된 전동열차가 일 166회(RH시간대 9.2분 시격, NH시간대 15.4분 시격) 운행되고 있으며 총 14편성이 운용되고 있다. 앞으로 4단계 사업이 완공되어 용산-용문까지 운행될 경우 추가로 8편성의 열차가 투입될 예정<sup>1)</sup>이다.

### 2.2. 수송수요 분석 및 예측

현재 운영 중인 용산-덕소 구간 중 신설구간인 중랑-덕소간의 역별 1일 승차인원<sup>2)</sup>을 보면 일평균 약 25,751명으로 나타났으며 이는 교통영향평가에서 추정된 수송수요의 25%수준이다. 또한, 교통영향평가에 의하면 향후 용문역까지 전 구간 개통시 2010년의 수송수요는 44,333명으로 추정하고 있으나 실질적인 수송수요는 통상적으로 그러하듯이 약 25% 정도의 수준으로 예상되고 있다.

(단위 : 명)

구분	역명	교평(2010)		예상		비고
1일	덕소→용문	6,632	44,333	1,658	11,083	교통영향평가의 25%적용
	덕소←용문	37,701		9,425		
첨두시최대재차 (인/시)	덕소→용문	10,888	19,510	2,722	4,878	
	덕소←용문	8,622		2,156		

표1. 중앙선 신설구간 1일 승차인원 추정치(철도공사자료)

표1에서 보는 바와 같이 교통영향평가보고서의 수송수요에 대한 25% 적용시 1일당 평균 승차인원 추정치는 11,083명이며 첨두시 최대 재차인원도 4,878명으로 예상되어 2010년 용산-용문간 승차인원은 편도 최대인원을 산정하더라도 용산-덕소간 25,751명에 9,425명을 더한 35,176명일 것으로 추정된다.

1) 2007년말까지 14편성으로 운영하고 2008년 3단계 개통시 4편성, 4단계 개통시 4편성을 추가로 투입할 예정이다.

2) 철도공사 2006년도 수송실적(통계자료)

### 3. 중앙선의 혼잡도 분석

#### 3.1. 현재 운행구간에 대한 혼잡도 조사

현재 운영 중인 중앙선 광역전철의 혼잡도를 분석하기 위하여 용산-덕소 구간 중 실질적으로 최대 혼잡구간에 해당하는 청량리-중랑 구간의 혼잡도를 조사하였다. 조사기간은 2006.12.12.~14.까지 3일간에 걸쳐 환승역인 회기역 승강장에서 실시하였으며 조사대상은 가장 혼잡한 시간대인 출근시간대에 운행하는 상행 6개 열차를 지정하여 재차인원을 목적으로 조사하였다. 또한, 혼잡도 산정은 한국철도공사에서 정한 표2.의 기준에 따라 측정되었다.

차내 승객 분포	개략인원(명)	혼잡도(%)
◦ 좌석에 5명씩 앉음	38	24
◦ 좌석에 모두 앉음	54	34
◦ 좌석에 모두 앉고 손잡이를 5명 정도 잡음	94	59
<b>이하 좌석에 모두 앉은 상태</b>		
◦ 손잡이를 5명씩 잡고 각출입문에 2명씩 서 있음	120	75
◦ 손잡이를 모두 잡고 각출입문에 2명씩 서 있음	160	100
◦ 손잡이를 모두 잡고 중앙에 1열, 각출입문에 2명 정도 서 있음	184	115
◦ 손잡이를 모두 잡고 중앙에 1열, 각출입문에 6명 정도 서 있음	216	135
◦ 손잡이를 모두 잡고 중앙에 2열, 각출입문에 8명 정도 서 있음	240	150
◦ 손잡이를 모두 잡고 중앙에 3열, 각출입문에 8명 정도 서 있음	280	175
<b>이하 차량내 빈공간 없음</b>		
◦ 손잡이를 모두 잡고 중앙에 3열, 각출입문에 10명 정도 서 있음	320	200
◦ 서 있는 승객들의 신체가 밀착되고 각 출입문이 혼잡함	368	230
◦ 차량 중앙부와 각출입문 혼잡이 심하고 승객들의 신체가 압박된 상태	400	250
◦ 차량내 포화상태, 승차가 곤란하며 승객 일부가 승차하지 못하는 상태	432	270

표2. 혼잡도 측정 조건표<sup>3)</sup>

그 결과 표3.에서 보는 바와 같이 가장 혼잡한 구간인 청량리-중랑 구간의 가장 혼잡시간대인 출근시간임에도 불구하고 재차인원에 대한 혼잡도는 최대 중랑⇒회기간 114%, 회기⇒청량리간 148%였으며 회기역 출발 후에는 최대 34%에 불과한 것으로 조사되었다.

열차번호	구간별승차인원(량당,명)		혼잡도(%)		회기역승차 후 차이	
	중랑→회기	회기→청량리	중랑→회기	회기→청량리	인원(명)	혼잡율(%)
K5022(7:40)	56	108	35	68	52	33
K5024(7:48)	125	174	78	109	48	31
K5026(8:00)	183	237	114	148	53	34
K5028(8:11)	165	198	103	124	33	21
K5030(8:20)	156	195	98	122	39	24
K5032(8:29)	121	163	76	102	41	26
평균	134	179	84	112	44	28

표3. 중랑⇒청량리 간 열차별 량당 승차인원 및 혼잡도

3) 한국철도공사 광역사업본부에서 정한 혼잡도 측정 조건표임.

### 3.2. 향후 혼잡도 예측

위의 조사결과에 따라 현재 운행구간에 대한 혼잡도를 열차당 편성량수 8량 및 6량 운행시의 경우를 적용하여 추정한 결과 표4.와 같이 나타났다.

열차번호	구분	구간별(량당)		편선별 추정			
				중랑↔회기		회기↔청량리	
		중랑→회기	회기→청량리	8량	6량	8량	6량
K5022 (7:40)	혼잡율(%)	35	68	44	58	85	113
	승차인원(명)	56	108	70	93	135	180
K5024 (7:48)	혼잡율(%)	78	108	98	130	135	181
	승차인원(명)	125	174	156	208	218	290
K5026 (8:00)	혼잡율(%)	115	148	144	191	185	247
	승차인원(명)	183	237	229	305	296	395
K5028 (8:11)	혼잡율(%)	103	124	129	172	155	206
	승차인원(명)	165	198	206	275	248	330
K5030 (8:20)	혼잡율(%)	97	122	121	163	153	203
	승차인원(명)	156	195	195	260	244	325
K5032 (8:29)	혼잡율(%)	75	102	94	126	128	170
	승차인원(명)	121	163	151	201	204	271
평균	혼잡율(%)	83	112	105	140	140	187
	승차인원(명)	134	179	168	224	224	298

표4. 출근시간대 편성별 승차인원 및 혼잡도

위 표4.에서 보는 바와 같이 가장 혼잡한 시간대인 출근시간대 6개 열차의 혼잡도가 8량 편성으로 운행할 경우 200%이상의 혼잡율을 보이는 열차가 없으며 150%이상 200%미만이 3개 열차, 나머지 3개 열차는 혼잡도가 150%에도 미치지 못하는 것으로 나타났다.

그러나 이 구간에 편성당 6량으로 운행할 경우 혼잡율 200%이상이 2개 열차, 150%이상 200%미만이 1개 열차로 혼잡도가 8량 1편성에 비하여 매우 증가하는 것으로 나타났다.

또한, 향후 용문역까지 개통시 표1.을 적용하여 출근시간대 혼잡도를 추정한 결과 표5.와 같이 조사되었다. 8량 편성으로 운행할 경우 혼잡율 200%이상이 1개 열차 150%~200%미만이 4개 열차이며, 편성당 6량으로 운행할 경우 혼잡율 200%이상이 4개 열차로 확대되었다.

열차번호 (회기역시간)	열차당 승차인원(명)		구간별 승차인원(량당, 명)			
			8량 편성		6량 편성	
	중랑→회기	회기→청량리	중랑→회기	회기→청량리	중랑→회기	회기→청량리
K5022(7:40)	710	1,230	89	154	118	205
K5024(7:48)	1,580	2,060	198	258	263	343
K5026(8:00)	2,320	2,850	290	356	387	475
K5028(8:11)	2,090	2,420	261	303	348	403
K5030(8:20)	1,980	2,370	248	296	330	395
K5032(8:29)	1,530	1,940	191	243	255	323
평균	1,701	2,145	160	201	284	358

표5. 용문역까지 개통시 혼잡도<sup>4)</sup>

4) 편의상 10량 편성의 조사내용은 회기-청량리 구간이 K5026열차의 178% 1회에 불과하며 타 열차의 경우 실질적으로 혼잡도가 높지 않아 표에서 제외하였음.

#### 4. 조사결과 분석

현재 광역철도 중앙선 승차인원은 1일 약 25천명이나 최고혼잡시간인 출근시간대 5개열차가 1일 전체 수송량의 약 40%를 점유하고 있으며 혼잡도는 150%에 미치지 못하고 있는 것으로 조사되었다. 그리고 중앙선 개통후 수송실적은 건설에 반영된 교통영향평가의 약 25% 정도의 수준에 머무르고 있어 편성당 10량으로 총 14편성이 운행 중인 현재는 수송능력에 여유가 있는 것으로 나타났다.

그러나 향후 2009년 4단계 구간인 용문까지 개통되었을 경우 혼잡도가 상승될 것으로 예상되고 RH 시간대와 NH시간대의 혼잡도 편차가 클 것으로 추정되며 운행시격이 넓어 버스와 경쟁에서 비교우위를 확보하기 어려울 것으로 판단된다.

대중교통의 선택요인은 가격과 시간, 그리고 서비스 품질 등 다양한 선택요인이 있겠으나 도시내 및 광역철도의 경우 운행시격이 매우 중요한 선택요인으로 작용된다는 것은 이미 확인된 바 있다. 중앙선 광역전철의 경우 아침 출근시간대를 제외하고는 광역전철의 이용률이 저조한 것은 운행시격이 여러 요인 중 하나일 수 있으며 향후 용문까지 전구간 개통시 운행시격은 선택의 주요한 요소로 인식될 것이 분명하다.

따라서 버스와 비교우위를 확보하고 수송수요를 확대하기 위해서는 운행시격을 단축하여 목적지까지의 총이동시간을 단축해야 한다. 예컨대 기존의 10량 편성을 8량 편성으로 하여 16편성을 운영하거나 혹은 6량 편성으로 19편성을 운영하는 방안이 그것이다.

8량 편성의 경우 혼잡도가 크게 증가하지 않으면서도 시격을 줄일 수 있는 것으로 판단되나 6량 편성의 경우 시격은 더욱 줄일 수 있겠지만 혼잡도가 크게 증가하여 승객들의 불편을 초래하게 된다는 점과 수송수요가 급격하게 증가할 경우 편성량수를 제차 조정해야 한다는 단점이 있다.

#### 5. 결론

수송계획은 교통정책분야에서 오랫동안 연구의 중점으로 다루어져 왔으며 매우 중요한 것이다. 이전까지는 철도의 공공성이 지나치게 강조된 나머지 공공성의 입장에서만 열차 스케줄이 설정되었으나 최근 수익성을 고려해야 한다는 주장이 빈번하게 제기되고 있으며 열차용량 할당에 대한 연구들이 지속적으로 나오고 있다.

특히 한국철도공사는 경영정상화라는 측면에서 경쟁력 강화를 위한 효율적인 열차편성 및 배분이 필요한 시점에 도달했다고 보여진다. 왜냐하면 더 이상 공공재로서의 역할만을 유지하는데 한국철도의 미래를 맡길 수 없기 때문이며 나아가 공사체제로서 생존하기 위해서는 타 교통수단과의 경쟁에서 이기기 위한 수익성 추구의 모델을 고려하지 않을 수 없기 때문이다.

이 논문에서 제시된 기초연구를 토대로 앞으로 광역전철 전 구간에 대한 열차용량의 재편성에 대한 연구들이 활발해 지길 기대한다.

#### 감사의 글

본 연구가 원활하게 이루어질 수 있도록 각종 자료와 데이터를 제공해 준 한국철도공사 광역사업본부 관계자에게 감사드립니다.

#### 참고문헌

1. 문대섭 외(2001년), “철도수송수요를 고려한 정차역 선정과 열차운행방안”, 한국철도학회 2001춘계

학술대회논문집, pp.80-87

2. 방연근 (2003년), “도시철도 운행패턴 변화에 관한 연구”, 한국철도학회 2003춘계학술대회 논문집, pp.251-256
3. 최인상 외(2005년), “공공성을 고려한 열차용량 할당”, 한국철도학회논문집 제8권 제6호 pp.602-609
4. 김동희 외(2004년), “고객수요를 고려한 열차용량패턴에 관한 연구”, 한국철도학회 2004춘계학술대회 논문집, pp.507-513
5. 김경철(2002년), 『도시철도론』, 노해출판사, pp.133-146