

국내외 경전철 O&M 분야의 운영방안에 대한 비교연구

A Comparative Study on the Operation Plan of LRT O&M between Domestic and Japanese

정수영* 이기수** 차관봉*** 심상집****
Chung, Su Young Lee, Ki Su Cha, Goan Bong Shim, Sang Jeom

ABSTRACT

The study of this study is to suggest the advanced vision of LRT O&M through comparing the domestic and Japanese. Currently local government attract a private capital to construct the LRT competitively. It was investigated the O&M field participation of Light Rail Transit by the Seoul metro which operates Seoul subway 1,2,3,4 lines at this time. But, according to the restricted operation experiences in domestic, Japanese companies which operates a Light Rail Transit in Japan were analysed using several statistics. It were compared with operation plan of domestic execution design phase of representative 4 lines. The analysis gives us some points in common and suggestions that are very important and prerequisite for advancing seoul metro into LRT O&M business.

1. 서론

본 연구는 현재 각 지자체에서 민자를 유치하여 경쟁적으로 추진하고 있는 경전철의 건설 완료 후 운영방안에 대하여 각 건설사 별로 운영방안을 제시하고 있으나 과연 안전하고 효율적인 방안인가에 대해서는 연구가 전무 하였다. 금번에 서울지하철 1,2,3,4호선을 운영하고 있는 서울 메트로에서 경전철의 O&M 분야에 참여를 검토하게 되어 서울 메트로가 경전철 O&M 분야에 경쟁력 있게 진출할 수 있는 방안에 대하여 살펴보고자 한다. 그러나 경전철을 운영해본 경험이 국내에서는 전무하기 때문에 일본에서 최소 10Km 이상의 경전철을 운용하고 있는 대표적인 4개 노선(고베 신교통, 도쿄 외곽의 사이타마 이나선, 요코하마 씨사이드선, 도쿄 유리카모메선)의 운영방안과 국내에서 가시적으로 경전철 건설이 추진되고 김해, 용인, 의정부, 광명 4개 노선의 실시설계 단계에서 제시된 운영 방안에 대하여 비교하여 유사점과 차이점을 밝히고, 이를 통해 경전철 O&M 추진시의 문제점 및 개선방향, 공사의 경전철 사업 참여방안에 대한 방향을 제시하고자 한다.

* 서울메트로 기술연구센터팀장, 정회원

E-mail : 19882@hananet.net

TEL : (02)520-5980, FAX: (02)520-5969

** 서울메트로 기술연구센터연구원

*** 서울메트로 기술연구센터연구원

****서울메트로 기술연구센터센터장, 정회원

1.1 연구배경

자동차 문화 확산과 더불어 심각해져가는 교통체증 해소를 위하여 자동차 중심의 교통체제로부터 다중이 이용하는 공공 교통 중심의 교통체제로의 전환이 필요하게 되었다. 따라서 대도시의 교통난 해결을 위해서 지하철과 같은 대량의 수송시설을 도입하여 급증하는 교통수요에 대처하고 있지만 지하철과 같은 중전철의 경우 대규모 재정 수요, 만성적인 운영적자 등의 문제를 안고 있다. 이러한 배경으로 인해 국내에서는 건설비 및 운영비가 저렴하고 교통수요에 탄력적으로 대처할 수 있는 경전철의 도입이 지방자치 시대를 맞아 각 지자체에서 민자사업으로 적극 검토 추진되고 있다. 또한, 그 방식도 여러 교통기관의 특성, 도시의 규모 및 기대 효과 등을 고려하여 여러 가지 관점에서 추진되고 있는 실정이다. 또한, 그 운영관리방안도 각각 건설주체에 따라 외국의 경전철 운영사례나 엔지니어링사에서 제시한 자료를 참조하여 제시한 수준이다. 따라서 과연 국내의 경전철 운영관리방안이 외국과 비교하여 적절한지 국내의 경전철사 사이에는 어떤 차이가 있는지에 대해서는 체계적인 연구가 부족하였다. 따라서 본 논문에서는 이러한 점을 연구 하고자한다

1.2 연구범위 및 방법

국내에서 현재 건설 공정이 원만히 진행 되고 있는 노선 중에서 대표적으로 김해, 용인, 의정부, 광명 경전철을 선정하였으며 일본의 경우는 국내와 유사한 조건으로 운행 중인 노선 중에서 최소 영업연장이 10km이상이고, 보유차량수도 70량 이상을 보유하고 있으며 1일 수송인원도 최소한 3만명 이상을 수송하는 노선 중에서 고베 신교통, 도쿄 외곽의 사이타마 이나선, 요코하마 씨 사이드선, 도쿄 유리카모메 선을 선정하였다. 모노레일의 경우, 국내에서는 아직 가시적으로 건설 중이거나 민간 투자 사업 대상으로 선정된 사례가 없고, 지상설비의 유지보수 방식 등이 AGT시스템과 상이하기 때문에 비교대상에서 제외하였다. 또한 연구방법도 일본과 국내사에서 제시한 각종 데이터를 동일 조건으로 하여 비교 검토 하였다.

2. 국내의 경전철 도입계획 및 추진현황

경전철시스템은 1967년 미국 디즈니랜드에 관광객 수송수단으로 세계 최초로 도입된 이래 공항지역, 위락단지, 도시 내 간선 및 연계수송체제로 확산되어 왔다. 경전철은 이미 유럽(프랑스, 독일, 영국, 이태리 등) 과 일본, 미국을 중심으로 전 세계 60여개국 약 750-800여개 노선에서 운행중에 있으며 건설 또는 설계중인 노선은 약 130-150여개 노선에 달하고 있는 것으로 파악되었다. 경전철 시스템은 국가별로 각기 다른 도입형태를 취하고 있는데 AGT, 모노레일, 자기부상, LIM, 가이드웨이 버스 등 다양한 신개념 대중교통수단이 운영되고 있다.

국내에서는 아직까지 경전철이 도입되어 운영중인 사례는 없으나 1995년부터 김해 경전철을 시작으로 용인 경전철, 의정부 경전철, 광명 경전철, 우이-신설 경전철 등이 추진되고 있으며, 이밖에도 서울권 14개소, 인천경기권 26개소, 부산경남권 22개소, 대구경북권 16개소, 광주전라권 3개소, 대전충청권12개소, 제주도 2개소 등 전국적으로 약95개소에서 계획 중이거나 진행되고 있다.

표 1. 2006년 9월 현재 추진 중인 주요 경전철의 개요

지역별	건설비 (억)	연장	역수	차량수	주조사	개통 시기	진행단계
부산-김해	7,742	22.1K	18	50-86	현산+ 포스코	2011.4	06.6착공차량, 시스템은계약전
용인	6,970	18.8(구갈-용인-에버랜드)	15	30	봄바르디	2009	05.12착공
의정부	4,839	10.3 (송산-장암)	8	34량(고무차륜, VAL208 지멘스)	GS건설	2011.4	06.4실시협약, 설계중

광명	4,512	10.4 (관악-철산)	8	28 (미쓰비시)	고려개발 (현산49%)	2010	기예처심의완료 ,우선협상협의중
우이- 신설	6,997	10.7 (미아-삼양)	13	32-40 (철재코펜하 겐)	포스코건설	2013.1	건교부도시기본계획승 인,기예처업무협의중
당산- 신월	6,500	10.9 (목동선)			현산+ 콘소사업	2011	PIMAC검토완,서울시 재검토중(재정사업)
청량- 신내	8,320	10.9 (면목선)			포스코건설	2013	PIMAC검토중 (05.9제안서제출)
강남 모노레일	2160	7.2 (개원중-신사)			M트랜스+ 강남 구청		PIMAC검토완료 (경제성부족)
여의도 모노레일	2100	7.0(대방-63 -국회의사당)			한신		"
신림경전 철	7759	9.71(여의 -신림-서울대)	11	32-40 2량1편(kAgt)	고려개발+ 콘소 사업	2013	서울시검토중 (06.09제안)
서부경전 철	8609	13.8 (노량진-녹번)	13	75(K-AGT) 3량25편성	바우컨설턴트	2013	서울시검토중 (06.08제안)
난곡선	2600	2.6 (난곡-신대방)			재정사업GRT		재정사업추진예정 (GRT)
하남경전 철	4200	7.8(상일 -하남창우동)			현대건설		기예처- 타당성 부적정

3. 국내의 경전철 운영관리에 대한 각 분야별 검토

3.1. 운영관리에 따른 비교 검토

국내 경전철 운영인력의 적정성을 검토하기 위하여 국내와 일본의 유사노선의 운영인력을 비교 검토하였으며 검토 결과, 영업연장 km당 운영인력은 일본 4개 노선이 평균 14.3명이고 국내 4개사 평균은 10.7명으로 오히려 적은편이나, 차량 1량당 직원수는 일본이 1.6명이고 국내는 4.8명으로 많으며, 량-km당 직원수도 일본이 0.14명이고 국내는 0.30명으로 2배이상 많이 책정되어 있다. 이는 영업 연장은 일본의 경우 4개사 평균11.6km이고 국내 4개사는 15.85km으로 일본에 비해 37%길고, 운영 차량수는 일본이 평균 105량으로 국내 4개사 평균 35량의 3배에 달하는 것으로 나타나 상대적으로 일본 경전철 4개사가 짧은 구간에 많은 차량을 투입하여 효율적으로 운영하고 있는 것으로 판단되며 국내 경전철의 경우는 운영차량수는 적고 구간은 길어 운영을 위한 최소한의 인력 배치를 위해서는 불가피한 측면이 있는 것으로 보인다.

표2. 국내의 경전철의 운영인력 비교

구분	김해	용인	의정부	광명	고베 신교통	도쿄 사이타마 이나선	요코하마 씨사이드 선	도쿄 유리카모 메선
연장(km)	23.7	18.5	10.3	10.3	10.9	12.7	10.6	12.0
차량수	50	30	34	28	116	78	85	144
운영요원수	341	198	119	65	190	163	117	191
영업 km당 직원수	14.4	10.7	11.5	6.3	17.4	12.8	11.0	15.9
량당 직원수	6.82	6.6	3.5	2.3	1.6	2.0	1.4	1.3
량-km당직원수	0.29	0.36	0.34	0.22	0.15	0.16	0.13	0.11

3.2 km당 연간 인건비 비교

km당 인건비는 의정부>김해>용인>광명의 순으로 많은 것으로 나타났으며 광명이 타 경전철 대비 적

게 산정되어있다. (의정부:4.7억원, 김해:3.8억원, 용인:3.6억원, 광명:1.9억원, 일본 고베 신교통:13억원, 일본 요코하마:10억원, 프랑스 릴리:5.4억원임) 또, 국내 4개사 경전철의 평균 1년간 km당 인건비는 3.5억원으로 프랑스 릴리의 65%수준, 일본 고베 신교통의 27%수준에 불과하여 인건비를 상대적으로 적게 책정한 것으로 나타났으며 총운영비에서 차지하는 인건비의 비중은 평균 25%수준이다. 이는 향후 경전철 운영에서 운영 인력을 최소화하고 경영 효율을 높여야하는 상당한 부담을 운영기관이 가지게 됨을 의미한다고 할 수 있다. 특히 서울 메트로의 km당 인건비는 04년도 기준 35.2억원인데, 경전철의 km당 인건비는 공사의 10%에 불과하여 공사가 경전철 운영 참여시에는 사전에 사업타당성 및 인건비를 줄일 수 있는 충분한 검토가 선행되어야 하겠다.

3.3 km당 연간 총운영비 비교

km당 연간 총운영비를 비교해보면 의정부>용인>광명>김해의 순으로 많은 것으로 나타났으며 국내 4개사 경전철의 km당 연간 총운영비는 평균 14.3억원이고, km당 연간 총유지보수비는 의정부>용인>김해>광명의 순으로 많으며 4개사 평균3.4억원으로 총운영비의 24%를 차지하고 있다. 종합해보면 의정부의 경우가 총운영비, 유지보수비용, 인건비에서 전반적으로 높고 광명의 경우가 낮게 산정되어 있다 하겠다. 영업연장 km와 운영차량수가 비슷한 의정부와 광명시가 이러한 차이를 보이는 것은 두 사업의 경전철 설계시기, 발주방법, 엔지니어링사의 상이, 차종의 상이, 외주용역의 범위 등 여러 면에서 기인한다고 하겠으며 추후 이 2개사의 경전철 운영방법, 운영비 등에 대한 검토를 통하여 공사의 경전철 분야 O&M 진출시 사업타당성을 검토해보면 경쟁력있는 방안이 도출될 수 있을 것으로 판단된다.

표3. 국내 경전철의 분야별 운영비 비교

구 분	김해경전철		용인경전철		의정부경전철		광명경전철	
총 운영비	8,144		7,450		5,849		4,131	
매출원가	7,695	94.5%	5,073	96.3%	5,360	91.6%	3,965	96.0%
인건비	2,444	30.0%	1,913	25.7%	1,176	20.1%	517	12.5%
제경비	3,714	45.6%	1,567	49.2%	2,858	48.9%	1,469	35.5%
추가 및 대체투자비	1,537	18.9%	733	9.8%	1,325	22.7%	1,986	48.0%
간접경비 및 관리비			861	11.6%				
관관비	449	5.5%	274	3.7%	495	8.4%	166	4.0%
인건비	289	3.6%	99	1.3%	275	4.7%	85	2.0%
제경비	145	1.8%	171	2.3%	200	3.4%	74	1.8%
추가 및 대체투자비	15	0.2%	4	0.0%	15	0.2%	8	0.2%
유지보수비 세부내역	1,653	20.3%	2,103	28.2%	1,750	29.9%	636	10.9%
토목부문	369	4.5%	285	3.8%	1,249	21.4%	117	2.0%
궤도부문	35	0.4%	145	1.9%	176	3.0%	49	0.8%
건축부문	35	0.4%	283	3.8%	52	0.9%	42	0.7%
전기부문	64	0.8%	95	1.3%	34	0.6%	35	0.6%
신호부문	105	1.3%	132	1.8%	49	0.8%	63	1.1%
통신/AFC부문	87	1.1%	291	3.9%	23	0.4%	69	1.2%
기계부문	80	1.0%	84	1.1%	39	0.7%	65	1.1%
검수부문	80	1.0%	66	0.9%	87	1.5%	16	0.3%
철도차량부문	799	9.8%	722	9.7%	40	0.7%	180	3.1%
전기전자기기							1	0.0%

(운영비:30년 운영 총액 기준 단위:억원)

3.4 운영비 산정의 적정성 검토

유지보수비용중 매출원가에 해당하는 직접 인건비의 비중이 20-30% 차지하는데 광명의 경우, 12.5%만을 반영하여 타 3개 경전철 대비 상대적으로 적게 반영하였다. 제 경비는 35-49%로 대체로 비슷하게 반영하였으며 광명의 경우, 추가 및 대체 투자비를 타 경전철 대비 2배 이상 반영하였다.

유지보수비 세부내역을 각 사별로 총 유지보수비용중 분야별 %비율에 따라 비교하였으며 의정부의 경우, 토목 분야가 70%이상을 차지하였으나 타 경전철의 경우는 약 20% 내외를 반영하였고, 차량분야의 경우도 김해 등

3개 경전철은 30-50%를 차지하나 의정부에서는 단지 0.7%만을 반영하는 등 유지보수비 산정에 상당한 차이를 보이고 있으며 이는 각사가 유지보수비 산정에 충분한 검토를 행하지 않았음을 반증한다고 할 수 있겠다.

3.5 국내의 경전철 각 분야별 유지보수비 비교 검토

외국에서 운영중인 경전철과 비교를 해보면 인건비의 비중이 외국사는 40%수준으로 국내 4개사가 선정된 25%보다 높게 산정하였으며, 유지보수비용도 국내4개사의 24% 보다 높은 35%로 산정되어 있는데 이는 국내에서 경전철을 운영해본 경험이 없어 검증하기가 어려운 실정이고, 관련 자료도 적어 외국의 경전철 운영사 그중에서도 국내 4개사와 차종, 영업거리 및 수송인원이 비슷한 규모의 경전철 운영사의 자료를 심층 검토하여야 하겠다.

표4. 외국의 경전철 운영비 내역

구분	인건비	동력비	유지보수비	관리비
프, 릴리시 VAL	39%	14%	39%	8%
일본 오사카 뉴트램	42%	17%	31%	10%

표5. 일본 경전철사 운영비 현황(2003년도) (단위: 백만엔, 명)

노선명	자본금	직원수	영업수입	영업비용	손익	수송인원
고베 신교통	21400	190	4263	3715	548	23,971,000
도쿄 유리카모메선	11,000	191	8487	7126	1361	34,550,000
요코하마 씨사이드선	7600	117	3333	2492	842	16,520,000
사이타마 이나선	2000	163	2679	2550	129	12,613,000

일본 신교통 시스템 중 AGT를 운용중인 노선 11개중에서 영업이익을 내고 있는 노선은 고베 신교통을 비롯하여 4개 노선이고 7개 노선은 2003년도 기준으로는 영업적자를 기록하고 있다. 흑자 노선은 연간 수송인원이 평균 2200만명을 수송하고 있고, 영업거리가 10-13km이며 운영차량수도 105량, 직원수 165명, 연간 객차 주행거리 770만km 으로 경영효율성을 높일 수 있는 조건을 갖추고 있다 하겠다.

4. 국내 경전철 운영관리에 관한 평가 및 검토

4.1 경전철 사업 추진시 주관 건설사에 의해 사업의 경제성을 맞추는데 초점을 맞추었기 때문에 운영 및 유지보수 비용의 산정이 각사별로 상당한 차이를 보이고 있어 그 내용의 정확성을 신뢰하기 어렵다.

4.2 현재 국내에서 도입 추진중인 경전철 시스템은 약 5-6종류로(고무차륜, 철제차륜, LIM등) 시스템의 종류가 다양한 반면 국내 시장 규모가 크지 않아 부품개발의 경제성이 낮아 전량 수입에 의존해야 하는 실정이므로 유지보수비용이 당초 설계시 보다 많이 증가될 것으로 예상되고 부품수급상의 애로, 기술의 해외 종속 등 유지보수에 상당한 어려움이 예상된다.

4.3 경전철 시스템은 궤도, 전기, 차량, 제어/통신, 운영, 유지보수 등으로 이루어진 종합 시스템이므로 시스템 엔지니어링을 통한 사업관리가 이루어 져야한다. 그러나 국내에 도입되는 경전철의 운영 및 유지보수와 관련하여 시스템의 안전성과 관련된 국내 기관의 검증이 없어 현재 외국 엔지니어링사에 의해 일방적으로 추진되는 시스템 엔지니어링은 경전철 운영상의 국내외 관습이나 문화의 차이 등에 따른 운영상의 문제발생이 예상되며 추가비용으로 작용할 가능성이 있다.

4.4 민간 기업이 경전철을 운행할 경우, 경영상의 흑자를 최우선으로 할 것이므로 경전철의 안전을 확보하기 위하여는 최소한의 유지보수 관련 조직이나 점검주기, 점검방법 등이 표준화되어 있어야하나 아직까지 이루어지지 않았다.

5 기존 도시철도 운영기관의 효과적인 국내 경전철 O&M 참여방안

5.1 기존 도시철도 운영기관은 경전철 운영경험은 없으나 중전철을 운영한 경험은 30년 이상 풍부하므로 운영 노하우를 활용하여 사전에 경전철 운영 시스템에 대한 사전검증을 시행하는 엔지니어링 업무를 수행하는 것이 기존 운영기관의 역량을 극대화할 수 있는 방안으로 판단되며 필요시 일정지분의 참여도 적극 검토하여야 할 것이다. 이것이 국내에 처음 도입되는 경전철의 안전운행과 경영다각화를 이룰 수 있는 최선의 방안으로 판단된다.

5.2 기존 도시철도 운영기관은 경전철 O&M분야에 진출시 단순히 경전철의 운영 및 유지보수만을 시행하여서는 경영의 효율성을 달성하기 어려우므로 사전에 사업타당성에 대한 충분한 검토후 참여여부를 결정하여야 할 것이다.

5.3 경전철 관련사업에 진출하기 위해서는 경전철 관련 기술축적 및 인력을 적극 양성하여야 할 것이다. 그러기 위해서는 해외 경전철 운영 전문기관과 업무 제휴를 모색하여 선진 외국의 경전철 운영노하우를 습득하고, 해외 경전철 운영기관에 역무, 사령, 차량 등 운영관련 직원을 3-6개월간 장기 파견하여 운영실태를 파악하는 등의 기반 조성이 필요할 것이다.

5.4 경전철 업무의 효율적인 추진을 위해서는 경전철 추진 전담팀의 구성도 적극 고려할 필요가 있다. 기존의 유지보수인력이 아닌 엔지니어링 업무 수행이 가능한 직원으로 작지만 5-6명 정도로 구성하여 경전철 관련 사업수주를 위한 영업활동, 경전철 운영 전문가 양성, 관련자료 수집 및 검토, 재무 분석 및 회계 관련 검토 등의 업무를 전문적으로 수행하게 할 경우 경전철 사업의 성공가능성은 훨씬 높아질 것이다.

5.5 경전철 사업중에서 경전철의 중정비업무 용역수행, 부대사업 업무대행 등 기존 도시철도 운영기관의 시설 및 인력을 활용하여 참여가능하거나 수익가능성이 높은 분야에 사안별로 참여하는 것도 효과적일 것이다. 또한, 국내에서 전동차 정비 용역 업무를 수행하고 있고 경정비 운영에 참여할 의사가 있는 중소 전문용역사와 제휴하여 컨소시엄을 구성하여 경전철 운영에 참여시 win-win 효과를 거둘 수 있을 것으로 생각된다.

6. 결론

본 연구는 국내에서 추진중인 경전철 사업을 노선 신설의 타당성이나 사업성 측면에서 검토하지 않고 건설 후 운영 및 유지보수 측면에서 과연 경전철이 안전하면서도 경영상 수익성을 달성할 수 있는지 검토하였다. 그러나 국내에는 아직까지 운영 경험이 없고 주로 경전철 주관 건설사에 의해 파악된 정보와 외국의 자료만을 토대로 검토하였기 때문에 정밀한 검토, 연구는 부족한 면이 많다고 생각된다. 그렇지만 경전철 관련하여 전반적인 운영 실태나, 사업가능성을 분석하기에는 충분하였다고 생각된다. 일본에서 운행중인 4개 노선에서는 효율적인 운영으로 흑자를 달성하고 있으며 본 논문에서 검토한 국내 4개 노선의 경전철 운영방안이 일본의 운영방안에 비해 오히려 경쟁력있게 검토, 계획되었기 때문에 이들 경전철의 운영관련 인력운영방안, 유지보수방안에 대하여 각 분야별로 심층 검토한 후 효율적인 공사의 대응방안을 수립하여 경전철 관련사업에 진출한다면 성공을 거둘 수 있을 것으로 생각된다.

참고자료

1. 일본 및 세계의 경전철 시스템, 삼보기술단, 2005.7
2. 박성복(2005),신교통 시스템도입 활성화 방안에 관한 연구
3. 정경련(2005), 경전철 산업 발전방안 연구
4. 광명 경전철 민간 투자사업 사업관리 및 운영계획보고서,2005.3
5. 부산-김해간 경량전철건설 민간투자시설사업 운영 및 유지보수계획 과 운영비 산출서 2002.6
6. 숫자로 보는 일본철도 2004, 한국철도기술연구원, 2005.10
7. 서울메트로 일반현황 2006.7