

중국의 도시형 자기부상열차 개발과 상용화 현황



Guobin Lin
Tongji University,
Shanghai Maglev Transportation
Development Company Ltd.
12154@tonji.edu.cn



한 형 석
도시철도차량시험인증센터장
한국기계연구원
T. 042.868.7814
hshan@kimm.re.kr

1. 서론

바퀴 대신에 자석의 힘으로 선로로부터 떠서 주행해 친환경적인 자기부상열차의 상용화가 국내외에서 전기를 맞이하고 있다. 일본은 나고야에서 2005년에 상용화해 10년간 사고 없이 하루 2만 명을 수송하면서 자기부상열차의 안전성을 입증하였다. 또한 거의 유지보수가 필요 없는 선로의 장점을 비롯하여 운영비의 경제성도 확인하였다. 그러나 일본 자기부상열차의 일본 내 추가 적용이나 수출이 이루어지지 않고 있어 아쉽다. 국내에서는 인천국제공항에 6.1km의 시범노선 건설을 이미 마치고 개통을 준비하고 있다. 대전도시철도 2호선에 자기부상 열차를 상용화하기로 돼 있었으나 최근에 차종을 트램으로 변경하여 추진하면서 자기부상열차 상용화는 좀 더 두고 봐야할 상황이다. 이러한 즈음에 일본이나 한국에 비하여 자기부상열차의 상용화에 활발한 중국의 현황을 살펴보는 것은 의미가 있다고 할 수 있다. 이를 위하여 중국의 도시형과 초고속 자기부상열차 기술개발 모두를 총괄하고 있는 Lin 교수로부터 중국의 자기부상열차 기술개발과 상용화 현황을 제공받아 본지에 소개한다.

2. 개발 배경

중국은 현재 급속한 도시화가 진행 중에 있다. 1978년에 중국 도시화율이 17.9% 이었는데 2012년에는 무려 52.6%에 도달했다. 이 비율은 계속 증가하여 2020년경에

55~60%, 2030년경에 약 65%에 이를 것으로 전망되고 있다. 이와 같은 도시화율의 증가는 매년 1,000만 명의 인구가 도시로 유입되고 있음을 의미한다. 그 결과 현재 중국에는 1,000만 명 이상의 인구를 갖는 도시가 13개, 500만 명 이상의 도시는 88개나 있다. 급속한 도시로의 인구 유입으로 인하여 베이징, 상하이 등을 비롯한 대도시들은 심각한 교통문제, 환경문제를 겪고 있다. 2000년 이래, 중국 자동차시장 역시 급팽창해 16백만 대 소유에서 100백만 대로 증가했다. 이로써 중국이 전 세계에서 가장 큰 자동차 시장이 된 것이다. 중국의 자동차 소유는 계속 증가해 2020년에는 200백만 대로 증가할 것으로 전망되고 있다. 이러한 자동차 증가는 교통체증, 공기오염, 에너지 부족의 우려를 낳고 있다.

지난 10년간 중국 대도시들은 도시교통 문제를 해결하는 주요 수단으로 철도교통에 우선적으로 투자했다. 그러나 지하철의 건설비용은 높고 고가선로식 경전철은 소음 공해, 기존도시 매물 문제가 있어 철도의 지속적인 건설을 가로막고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위한 대안으로 자기부상열차가 떠오르게 되었다. 자기부상열차는 저소음 이면서 급곡선, 급구배 성능이 우수해 소음문제가 없으면서도 선로 선형결정이 유연한 장점을 갖기 때문이다. 그 결과 자기부상열차는 지하철에 비하여 건설비가 낮고 기존 고가선로식 경전철에 비하여 도시 매물이 적어 도시철도로 적합한 것이다.

학자인 Zhou Ganzhi는 2004년 11월에 일본 나고야의 도시형 자기부상열차 Linimo에 대한 논문을 통하여 저속 자기부상열차의 경제적, 기술적 특징을 소개하면서 중국

의 도시교통에 적용하는 연구를 제안했다. Zhou Ganzhi는 2005년 1월에 상하이시 지도자들과 상하이자기부상연구센터(Shanghai Maglev Research Center)에 저속 자기부상 교통연구를 착수하도록 제안하였다. 이어서 상하이자기부상연구센터는 상하이시의 지원을 받아 저속 자기부상 열차 시험선의 설계와 건설을 시작했다. 이후로 2005년부터 2011년까지 3개의 연구개발 그룹은 상하이, 탕산, 주저우에 1.5~1.7km의 시험선을 각각 건설하게 되었다.

3. 개발 현황

3.1 상하이

2005년 5월부터 2007년 말까지 상하이자기부상교통기술연구개발센터(Shanghai Maglev Transportation



〈그림 1〉 상하이 도시형 자기부상열차 시험선

Engineering R&D Center)는 상하이전기그룹(Shanghai Electric Group)과 합동으로 3개 차량으로 구성된 열차와 시험선을 건설했다. 시험선은 궤간이 1.9m, 본선 길이는 1,704m, 유지보수선 길이는 276m, 하나의 2-way 분기개로 구성된다. 열차의 총 길이는 47m, 차폭은 2.8m, 최고 설계속도는 100km/h 이다. 차량의 부상방식으로는 상전도흡인식(Electromagnetic Suspension), 추진방식으로는 선형유도전동기(LIM)를 이용하고 있다. 시험선의 최소 곡선반경은 50m, 중곡선 반경은 1,500m, 최대 구배는 7% 이다. 2008년 4월에는 101km/h의 최고속도를 달성했다. 시운전 시험을 통하여 도시철도에서 요구하는 소음, 전자장, 주행안정성, 에너지소비와 같은 성능 목표들을 만족함을 확인하였다. 그러나 2011년 말에 상하이에 적용하는 계획이 변경돼 시험선에서의 연구활동이 중단되기도 하였다. 그 이유는 상하이의 정책 결정자가 바퀴식을 채택했기 때문이다. 다행히 2014년 초부터 자기부상열차 적용 계획이 변경돼 시험선에서의 연구활동이 재개되고 시험선의 수리도 이루어졌다.

3.2 탕산

베이징 소유 자기부상기술개발주식회사(Beijing Holding Maglev Technology Development Co., Ltd), 국가



〈그림 2〉 탕산 도시형 자기부상열차 시험선

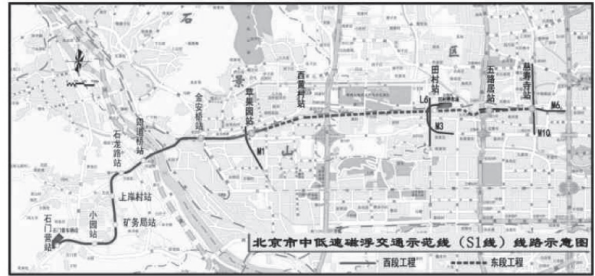
국방과학기술대학(National Defense Science and Technology University) 및 탕산철도차량주식회사(Tangshan Railway Vehicle Co., Ltd)는 1.5km의 저속 자기부상열차 시험선을 탕산에 건설하고 2008에 시운전에 돌입했다. 상하이 시험선과의 가장 큰 차이점은 궤간이 2m (상하이=1.9m), 차량폭은 3m라는 것이다. 열차의 누적 주행거리는 70,000km이고 안전과 가용성 평가를 위한 110 종의 시험을 완료했다.

3.3 주저우

주저우전기기관차주식회사(Zhuzhou Electric Locomotive Ltd), 서남교통대(Southwest Jiaotong University) 그리고 중국철도어유안기술그룹주식회사(China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd)는 1.5km의 시험선을 주저우에 건설하고 2012년 초부터 시



〈그림 3〉 주저우 시험선
(구배 = 7%, 최소곡선반경 = 50m)
(자료제공 : CSR Zhuzhou Electric Locomotive Co.,Ltd)



〈그림 4〉 베이징 S1 자기부상 노선
(자료제공 : Beijing Holding Maglev Technology Development Co., Ltd)

험운행에 들어갔다. 열차는 3량 편성으로 구성되고 궤간은 1.86m, 차량폭은 2.8m이다. 2014년 6월까지 누적 주행거리는 16,000km에 달한다. 주요성능시험과 가용성 평가가 완료되었다. 이 시험결과는 창사(Changsha) 프로젝트의 바탕이 된다.

4. 상용화 현황

4.1 베이징

베이징의 자기부상열차 상용화 노선은 S1이라 불리운다. S1의 총 길이는 10.2km이고 8개의 역으로 구성된다.

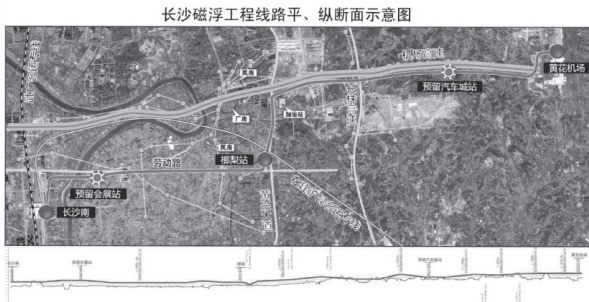


〈그림 5〉 베이징 S1 건설(2014년 8월)

개통 초기에는 6량으로 구성된 10편성이 투입될 예정이다. S1은 2013년 10월에 착수되었으며 2015년 11까지 시운전을 완료할 계획이다.

4.2 창사

창사(Changsha) 자기부상 노선은 공항과 도시 남쪽 고속철도역을 연결하는데, 길이는 18.5km이고 3개의 역을 두고 있다. 선로는 모두 고가선로이다. 열차는 3량 5편성이 운행할 예정이다. 이 사업은 2014년 5월 16일에 시작되었으며 2015년 말까지 시운전을 완료할 계획이다.



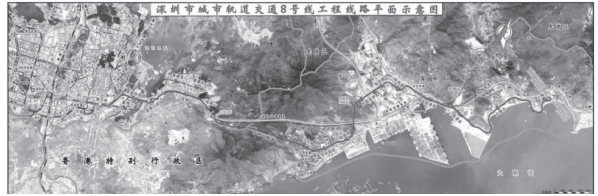
〈그림 6〉 창사 자기부상 노선 (자료제공 : China Railway Eryuan Engineering Group Co.,Ltd)



〈그림 7〉 창사 Liuyang 강 교량(2014년 12월)



〈그림 8〉 창사 자기부상선로 교각 건설(2014년 12월)



〈그림 9〉 심천 자기부상 노선(자료제공 : Shenzhen Metro Co.,Ltd)

4.3 심천

심천(Shenzhen) 에 건설하고자 하는 노선은 Metro No. 8 으로 불리며 현재 타당성 연구 중에 있다. 총 연장거리는 27.5km이고 15개 역으로 구성된다. 역 중에 9개는 지하에 위치하고 5개 역은 고가에 건설된다. 열차는 8량 27편성을 투입하는 것으로 고려하고 있다.

5. 전망

중국의 급속한 도시화에 따라서 많은 대·중도시들에서 도시철도가 활발하게 건설되고 있는 상황이다. 때문에 새로 건설될 노선들 중에는 자기부상열차의 친환경성이 보다 적합한 곳들이 있다고 할 수 있어 자기부상열차 기술개발의 필요성이 있다. 현재 건설 중인 베이징 S1과 창사 선의 성공에 따라서 중국내에서의 자기부상열차의 폭넓은 상용화가 이루어질 것으로 전망되고 있다. ☺