

# 고속전철 기술조사 전문위원회

고속전철 기술조사 전문위원회 위원장 김용주

## 1. 서론

산업화와 인구의 도시집중 현상이 진전됨에 따라, 일본, 프랑스, 독일, 영국, 캐나다, 스웨덴, 이태리를 포함한 세계 각국은 1960년대부터 도시간 여객의 고속화 및 대량 수송을 위하여, 주로 300 - 500 Km의 중장거리 도시간 철도의 고속화를 추진하게 되었다.

이러한 노력은 1970년대에 유류파동을 겪으면서 선진국 중에서도 산유국이 아니거나 석유의 생산량이 적은 일본, 프랑스, 독일을 중심으로 고속화는 물론 경량화와 에너지 절약에 대한 연구도 가속화 되었다. 이들 3개국 뿐만 아니라, 캐나다, 이태리, 스웨덴 등도 자국의 지형과 실정에 알맞는 고속철도차량을 개발하는데 많은 노력을 기울여 왔다. 또한 자동차 배기가스를 포함한 대기오염물질의 다량 배출과 소음등의 환경 공해문제가 전 세계적으로 심각한 사회문제로 등장하면서, 철도는 안전성, 대량 수송, 고속, 에너지 절약, 쾌적 측면과 아울러 공해 측면의 대중 교통 수단으로서 새로운 관심을 끌게 되었다.

## 2. 외국의 고속전철 개발 현황

1960년대 이전까지는 디젤 기관차를 주종으로 하던 철도 차량은 1960년대 중반에 선보인 일본의 고속전철, 즉 운행 최고속도 210km/h의, 도쿄와 오사카를 연결하는 신간선의 출현과 그후의 유류파동을 겪으면서 점차 전기 기관차 위주로 전환되었다. 또한, 전철화에 따라 고속화, 경량화, 에너지절약 및 고급화 등도 급속도로 진행되었다. 마침내 1980년대초에는 프랑스의 파리과 리용간을 최고속도 270km/h로 운행하는 최고속도의 고속전철인 TGV(Train a Grande Vitesse = High Speed Train) - PSE(Paris South East)가 상업운행을 개시하게 되었다.

지난 20여년 동안 지속적으로 철도 고속화에 대한 연구를

추진한 프랑스와 독일은 운행속도 300km급 (시험 최고속도 400km/h급)인 TGV Atlantique과 270km/h급인 ICE를 개발하여 '89년부터 운행하고 있다.

이와 더불어 전통적으로 철도 교통망을 중시하고 발달시킨 유럽에서는 1987년 7월 영.불 양국이 도버 해협에 해저 터널을 건설하여 프랑스와 영국을 철도로 연결하는 야심적인 EUROTUNNEL 협정을 체결하여 최근에 보조터널이 연결되어 빙하시대이후 처음으로 영국과 프랑스가 육로로 연결되는 등 순조로운 공사가 진행되고 있다. 이 EUROTUNNEL이 1993년에 완공되면 전유럽은 하나의 철도 교통망 시대를 열게 될 것이다.

일본 또한 신간선의 속도 향상을 꾸준히 추진하여 1990년대에는 신간선의 대부분의 구간에서 운행속도를 250 - 270km/h로 향상시키며, 궁극적으로는 300km/h대로 고속화시킴 계획을 가지고 있다. 아울러 일본도 해저 터널을 건설하여 전국을 하나의 철도 교통망으로 연결하는 계획도 추진하고 있다.

## 3. 분야별 기술 동향

고속전철 보유 3국은 차량, 신호통신 및 집전 시스템분야에서 주행속도의 향상에 따른 기술발전을 꾸준히 이룩하여 왔다.

차량분야에서는 300km/h 주행을 목표로 공력저항을 줄이려고 열차 단부설계의 최적화, 대차수의 절감 그리고 집전 장치의 소형경량화를 통해 300km/h 주행시 공력저항을 100KN 정도로 낮추었으며 차체의 재질은 steel 용접에서 aluminum 사출조립으로 차체의 cursh resistance를 증가시키고 부식을 방지시킴과 동시에 차체 경량화 및 노동력 절감에 의한 생산성 향상을 이룩하였다. 이러한 장점들로 인하여 앞으로의 세계적인 추세는 aluminum 차체에 의한 차량

표 1. 차량 특성 비교

항 목	불 란 서	독 일	일 본
차 체	철제 / 알루미늄	알루미늄	철제 / 알루미늄
동력방식	동력 집중식	동력집중식	동력분산식
전인전동기	DC → 동기기 → 유도기	유도기	DC → 유도기
전력변환장치	· S.C.R. 소자사용 · Dynamic Brake · Regenerative Brake	· G.T.O. 소자사용 · Regenerative Brake	· GTO 소자사용 · Regenerative Brake
대 차	관절대차	정상적인대차	정상적인대차
집전장치	· Single arm · 300 km/h 가능	· Single arm · 350 km/h 가능	· Cross-arm · 300 km/h 개발중
전차선	Simple catenary	Stitched Simple Catenary	heavy compound catenary
ATC	· 양방향 · jointless	· 양방향 · jointless	· 단방향 · joint
CTC	· 범용 컴퓨터사용	· 범용컴퓨터 사용	· custom-Logic 사용
연동장치	· 전기계전장치	· 전자계전장치	· 전자계전장치

표 2. 고속전철의 기술개발 방향

항 목	기 술 내 용
추진시스템	· 유도전동기 · GTO 소자 · 무공해냉매 · Regenerative Brake
진단시스템	· Man-Machine Interface · On-line diagnosis
집전장치	· Single arm · Simple catenary
ATC CTC 연동장치	· fail - operational · 범용 컴퓨터 사용 · jointless 궤도회로 · 전자연동장치 · ATO

으로 진전될 것으로 예측된다. 또한 승차감 향상을 위한 대차형식도 관절형 대차로의 발전을 이루어 대차수 감소로 인한 차체중량감소 및 공력저항 감소에 기여하였다.

추진시스템은 DC 전동기를 채용하는 분산식 전인시스템으로부터 집중식 DC 전동기를 채용한 시스템으로 전환이 이루어졌으나 정류자편들의 보수유지상의 문제점으로 인하여 동

기전동기 채택의 단계를 거쳤으나 이역시 회전자 및 고정자에 동시 공급하는 전원 장치의 복잡성과 여전히 slip ring 이 존재하며 회전자의 돌기 구조로 인하여 전동기의 신뢰성 문제가 대두되었으며 이로인하여 보수유지가 간절한 농형유도전동기로 전환이 이루어졌다. 이는 대용량 전력전자의 발전과 고밀도자속 및 전류설계에 의한 slot 구조 및 냉

각방식으로 전동기 및 전력변환장치의 경량화를 이루었기 때문이다.

전력변환장치 또한 SCR 소자의 사용에서 경량화 및 신뢰성 향상을 이룩한 GTO 소자 사용으로의 전환이 이루어졌으며 냉각방식 또한 freon 증발 방식의 냉각에서 FC 77을 사용한 무공해 냉매에 의한 냉각방식으로 바뀌었다. 제동시스템은 dynamic brake 방식에서 에너지 절약을 위한 regenerative brake 방식으로 전환되었으며 이는 전동기 동력전달장치의 개선으로 축에 disk brake의 장착이 가능한 구조로되어 가선의 단선시에도 기계적 제동이 가능하기 때문이다. 차량 연결장치는 정보전송선, 전원 및 기계적 coupling 장치를 일체화시킨 automatic coupling 방식을 채용하고 정보전송은 fiber optic 을 사용함으로써 noise free, 정보전송량의 증대 및 digital화를 이룩하였다.

또한 모니터링 및 진단분야에서도 급격한 진전을 이루어 Man-machine interface에 의한 열차 주행중 진단이 가능하여졌으며 주행중 무선 통신에 의한 기지창과의 정보교환으로 진단 및 보수를 신속, 정확하게 이루게 되었다.

전자선 분야도 꾸준한 발전을 이루어 heavy compound에서 stiched simple catenary로 그리고 simple catenary 방식으로 전환하여 전자선의 경량화가 이루어졌으며 접촉선 역시 내마모성이 우수한 bronze를 사용하는 단계로 되었다. 또한 350km/h 의 주행시에도 판토틀라프와 접촉선의 동적특성이 우수하여 접촉압력의 편차가 100N 미만으로까지 이루어졌으며 이는 고속전철의 속도향상에 획기적인 기여를 한 것으로 평가되고 있다.

신호분야의 발전은 다른분야에 비하여 상대적으로 중요하며 ATC는 양방향 전송 및 3분시각이 가능한 정보전송속도 계산이 실행되고 있으며 이는 마이크로프로세서 및 전자부품들의 신뢰성확보 (<math>10^{-9}</math>), fail - operational 한 시스템설계 그리고 열차위치의 초정밀 분해능 (12.5m)에 기인한다.

연동장치는 계전장치에서 전자연동장치로의 변환이 이루어져 시스템의 확장 및 변경이 용이해졌으며 궤도회로의 jointless화를 이루어 승차감 향상 및 보수가 불필요한 시스템으로 개선되었다.

CTC의 경우는 hardware에서 범용의 computer 사용이 가능하여졌으며 사용되는 software도 high level language로의 전환이 이룩되었다.

#### 4. 국내 현황

국내에서 철도분야의 기술개발은 1970년대 초반까지는 거의 전무한 실정이었으나 1980년대에 들어서 정부간 고속전동열차 개발과 서울 지하철 노선의 확충에 따라서 주로 외국기술 도입에 의존하여 기술개발이 진행되었다. 그러나 철도차량의 시장 자체가 불연속적으로 형성되고 국내시장이 협소했던 관계로 아직까지 충분한 기술개발 투자는 이루어지지 않고 있는 실정이다. 특히 전기철도차량 기술의 근간을 이루는 기계분야기술과 전기, 전자기술 중에서도 견인전동기와 전기추진장치를 중심으로 하는 전장품 분야의 설계 및 제작기술이 연구인력, 개발경험, 시험장비, 시스템 종합 기술의 측면에서 일천한 상태이다. 이의 이유로는

- 철도차량 시장의 협소
- 지하철을 비롯한 상당부분의 철도차량 사업의 외국차관 의존에 따른 주요 부품의 외국업체 독점 공급
- 이분야의 빠른 기술 변화에 국내업체의 대처 능력 미흡
- 각 기술별 전문업체 육성 미흡 등을 들 수 있다.

따라서 현재 정부가 추진중인 경부고속전철 사업은 나후되어 있는 국내 관련기술을 비약적으로 발전시킬 수 있는 계기가 되며, 또한 이러한 기술습득을 토대로 하여 날로 높아지는 무역장벽을 뚫을 수 있는 기술력을 구비할 수 있는 좋은 기회가 될 것이다.

#### 5. 위원회 활동

1991년 3월 본 위원회가 설립된 이후 위원장(김용주, 한국전기연구소)의 추천에 의하여 총 28 명의 위원을 임명하였으며 1,2차 회의를 통해 조사분야 및 위원별 조사내용을 결정하였고 학회 및 한국전기연구소의 후원을 받아 고속전철 기술이전 및 국산화 개발정책에 관한 심포지움을 개최하였다. 또한 지난 1 년간의 본위원회 활동의 결산으로 고속전철 기술 보고서를 발간하였다.

##### 가. 위원회 명단

위원장 : 김용주 위원 (한국전기연구소)

1. 차량분야 (총 16명) 분과책임자 : 오성철 위원

##### a. 견인전동기

박창순 위원 (한국전기연구소)

최성덕 위원 (현대중전기)

한성수 위원 (대우중공업)

심상식 위원 (효성중공업)

강세형 위원 (이천전기)

b. 전력변환

오성철 위원 (한국전기연구소)

원중연 위원 (성균관대학교)

설승기 위원 (서울대학교)

김홍근 위원 (경북대학교)

정진홍 위원 (코오롱 Eng)

정용호 위원 (금성산업연구소)

c. 모니터링 분야

위상봉 위원 (한국전기연구소)

이승재 위원 (명지대학교)

김상태 위원 (현대중전기)

d. 시스템 종합

정용환 위원 (고속전철사업기획단)

신한순 위원 (현대정공)

2. 지상설비분야 (총 11명) 분야책임자 : 황치우 위원

a. 전력계통

황치우 위원 (한국전기연구소)

이종곤 위원 (고속전철사업기획단)

정태호 위원 (한우전력공사)

홍기근 위원 (효성중공업)

김재봉 위원 (이천전기)

김장배 위원 (한국종합기술)

b. 신호

김국현 위원 (한국전기연구소)

이기서 위원 (광운대학교)

김양모 위원 (충남대학교)

류승균 위원 (고속전철사업기획단)

장기동 위원 (택기금성 제 1 연구단지)

나. 활동 내용

1차 회의

일시 : 1991년 7월 16일 오전 11시-오후 1시

장소 : 서울대 구내 호암생활관 OAK 실

내용 : 분야별 업무 분장 및 위원 선정

2차 회의

일시 : 1991년 8월 16일 오전 11시-오후 1시

장소 : 서울대 교수회관 4 회의실

내용 : 추가위원선정 및 위원별 업무분장

심포지움

제목 : 고속전철의 기술이전 및 국산화 개발정책

일시 : 1991년 8월 16일 오후 1시

장소 : 서울대 기초전력연구소 국제회의실

6. 맺음말

국내에서도 올해부터 본격적으로 경부고속전철 사업이 추진됨에 따라 산학연 협조체계에 의한 기술분석을 통하여 기술개발 및 기술이전에 필요한 준비작업의 필요성이 대두되었다. 이에 따라 고속전철기술 조사전문위원회를 구성하여 고속전철의 전기, 전자분야의 요소기술인 견인전동기, 전력변환장치, 모니터링, 전력계통, 신호분야의 국내의 기술수준 및 소요기술을 파악하여 경부고속전철 사업의 효율적인 추진 방향을 제시하는 것을 목적으로 본 보고서를 발간하게 되었다.

그러나 본 조사보고서는 각 분야의 세부적인 기술의 파악에 미비한점이 많은것으로 판단되며 더욱 조직적이고, 전문적인 조사연구가 필요하고 우선 정부차원에서 예산이 뒷받침된 기초연구가 수행되어야 한다고 사료된다.