

## 고속전철 기술조사 전문위원회

고속전철 기술조사 전문위원회 위원장 김 용 주

### 1. 서론

산업화와 인구의 도시집중 현상이 진전됨에 따라, 일본, 프랑스, 독일, 영국, 캐나다, 스웨덴, 이탈리아를 포함한 세계 각국은 1960년대부터 도시간 여객의 고속화 및 대량 수송을 위하여, 주로 300-500Km의 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 알맞은 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, 에너지절약, 폐적 측면과 아울러 저공해 측면의 대중 교통 수단으로서 새로운 관심을 끌게 되었다.

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 국내 기술수준 및 소요기술을 파악하여 경부고속전철 사업의 효율적인 추진 방향을 제시하는 것을 목적으로 하는 본 위원회의 활동현황을 소개하고자 한다.

### 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 파리와 리옹간을 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 300Km/h급 (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 해저터널을 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 고속화시킬 계획을 가지고 있다. 아울러 일본도 해저 터널을 건설하여 전국을 하나의 철도 교통망으로 연결하는 계획도 추진하고 있다.

이상에서 기술한 바와 같이 고속전철 기술개발을 선도하

고 있는 프랑스, 일본, 독일의 철도 시스템 발달 과정을 정리하면 <그림1>과 같다.

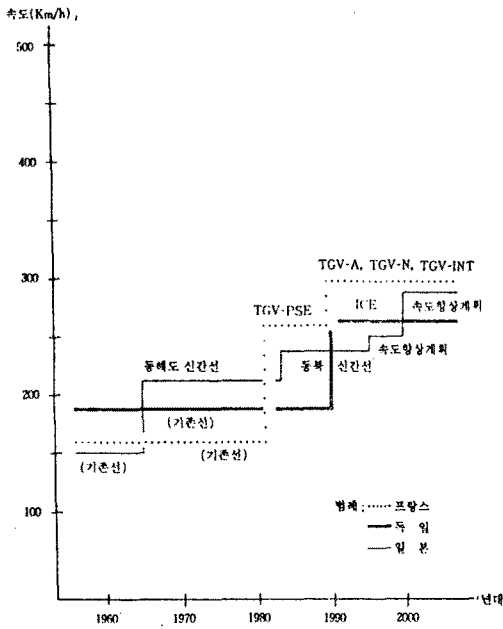


그림 1. 주요 고속전철시스템의 발달과정

3. 국내 현황

철도분야의 기술개발은 1970년대 초반까지는 거의 전무한 실정이었으나 1980년대에 들어서 경부간 고속전동열차 개발과 서울 지하철 노선의 확충에 따라서 주로 외국기술 도입에 의존하여 기술개발이 진행되었다. 그러나 철도차량의 시장 자체가 불연속적으로 형성되고 국내시장이 협소했던 관계로 아직까지 충분한 기술개발투자는 이루어지지 않고 있는 실정이다. 특히 전기철도차량 기술의 근간을 이루는 기계분야기술과 전기 추진장치 기술 중에서 (그림 2 참조) 전인전동기와 전기추진장치를 중심으로 하는 전장품 분

야의 설계 및 제작기술이 연구인력, 개발경험, 시험장비, 시스템 종합기술의 측면에서 일천한 상태이다. 이의 이유로는

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

따라서 현재 정부가 추진 중인 경부고속전철 사업은 나후되어 있는 국내 관련기술을 비약적으로 발전시킬 수 있는 계기가 되며, 또한 이러한 기술습득을 토대로 하여 나

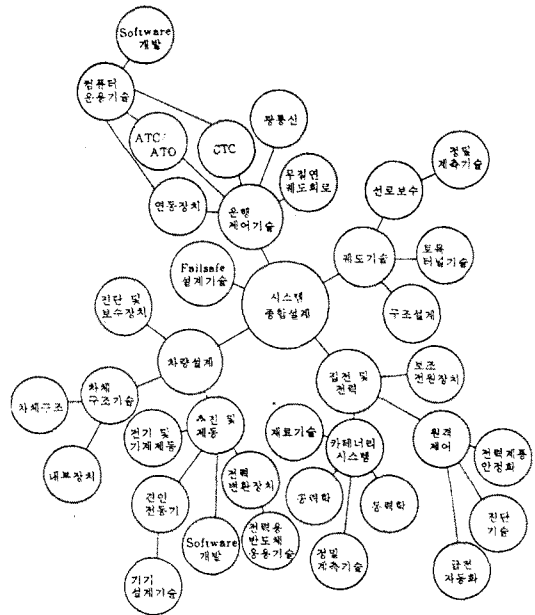


그림 2. 고속전철의 Technology Tree

명칭	TGV-SE	上越 275	ETR 450	IC 25	TGV-A	ICE	Super 하카리	TMST	ETR 500
개발국	프랑스	일본	이탈리아	영국	프랑스	독일	일본	영국	이탈리아
개발경	1981-9	1982-11	1988-5	1989-5	1989-9	1991-5	1992-3?	1993-6?	.....
영업	1983-9	1990-3	.....	1990-5	1990-9	1991-9?	1993-3	1993-9?	.....
주요 구간	파리-리옹	上野-新馬	밀라노-로마	런던-에딘버러	파리-로망	함부르크-빈	동경-신대판	런던-파리-브리핑	밀라노-로마
최고 [영업] 속도 [최용]	270 285	275 275?	250 250	225 240	300 315	250 280	270 275?	300 310?	270 300?
차량 수	2M8T연결	12M	6-10M1T	1M9mT	2M10T연결	2MT	10M6T	2M18T연결	2M12mT
동력비	3M3.5T	525	3-5M4+6T	320	2MS.5T	1100	1050	3M9T	1100
모터종류	역류직전	역류직전	직류직전	직류직전	역류	유도기	유도기	유도기	유도기
최대속중	17	17	13	20.5	17	20	13	17	18
1동차 정원2동차	111/275	52/833	48M/0		116/369			계 794	

표 1. 각국의 고속전철 현황 비교표

로 높아지는 무역장벽을 뚫을 수 있는 기술력을 구비할 수 있는 좋은 기회가 될 것이다.

4. 위원회 활동 현황

1991년 3월 본 위원회가 설립된 이후 위원장 (김용주 실장, 한국전기연구소)의 추천에 의하여 28 명의 위원이 임명되어 1,2차회의를 거치는 동안 각 조사분야설정 위원별 조사내용이 결정되었으며 이 위원회를 중심으로 학회 및 한국전기연구소의 후원을 받아 고속전철 기술이전 및 국산화 개발정책에 관한 심포지움을 개최하였다.

가. 1차 회의

1) 1차 조사위원회 개최

일 시 : 1991년 7월 16일 오전 11시 - 오후 1시

장 소 : 서울대 구내 호암생활관 OAK실

안 건 : 분야별 업무 분장 및 위원 선정

2) 회의 내용

안건 1. 분야별 업무분장

· 조사위원회를 차량, 지상설비 2개의 분야로 구성하고 각 분야에 해당 세부분야 선정

· 분야별 조사내용

차량분야 : (분야책임자 : 오성철 위원)

전력변환

전인전동기

진단 및 모니터링

시스템 종합

지상설비분야 : (분야책임자 : 황치우 위원)

신호설비

전력계통

통신 (미정)

안건 2. 위원선정

현재 구성된 조사위원 16명 이외에 산, 학의 보다 많은 참여를 통한 위원회의 활성화를 도모하기 위해 추가로 산, 학에 계신분들을 위원으로 추대

나. 2차회의

1) 2차 조사위원회 개최

일 시 : 1991년 8월 16일 오전 11시 - 오후 1시

장 소 : 서울대 교수회관 4회의실

안 건 : 추가위원선정 및 위원별 업무분장

2) 회의 내용

안건 1. 추가위원 선정

· 13명의 조사위원이 추가로 선정되어 조사위원회는 총 29명의 위원으로 구성

안건 2. 위원별 업무분장

1. 차량분야

a. 전인전동기

· 차량성능과 전인전동기 : (한성수)

- 속도 전인 성능

- 전동기 용량 및 사양 결정 요인

- 정격설정시 고려사항

- 동력집중식과 동력분산식의 비교

· 전인전동기 구조 : (최성덕, 강세형, 심상식, 박창순)

- 설계상의 특징

- 전인전동기 크기 결정요인

- 온도 상승

- 냉각 방식

- 소음 진동

· 전인전동기 특성 : (최성덕, 강세형, 심상식, 박창순)

- Inverter와의 결합 운전에 따른 특성

- 전압, 전류, 효율, 역률

- 입력 고조파

- 발생 torque

- 정격

· 전인전동기 시험 : (최성덕, 강세형, 심상식, 박창순)

- 규격 (KS, JIS, DIN)

- 특성 시험

- 온도 시험

- 내진압 시험

- 진동 시험

- 소음 시험

- 과속도, 과부하 시험

- 내습 시험

b. 전력 변환 장치

1) 주 전력 회로 분석 (정용호)

가. 주회로 방식 비교

나. 스위칭 소자의 특성 및 냉각 방식

2) 콘버터의 제어방식 분석 (원중현)

가. PWM 콘버터의 원리 (역행, 회생)

나. 제어상의 계 문제점

3) 인버터의 제어방식 분석 (설승기)

가. 모터의 병행 운전 방식

- 나. 재점착 제어
- 4) Static Inverter의 특성 (정진홍)
- 가. 사양 및 주회로 방식
- 나. 제어 방식상의 특성
- 다. 실장상의 특성
- 5) 전력변환에서의 신제어 방식의 적용 (김홍근)
- 6) 전력변환장치와 견인전동기와의 협조 (오성철)
- c. 모니터링
- 1) On-Line Diagnosis 기술 (위상봉)
- 가. 적용 사례
- 나. Software 및 Hardware 구조
- 다. 3개국 기술 비교
- 2) Off-Line Diagnosis 기술 (김상태)
- 가. 적용 사례
- 나. Software 및 Hardware 구조
- 다. 3개국 기술 비교
- 3) Diagnosis에 인공지능 (AI) 기술적용 현황 (이승재)
- 가. 적용 알고리즘
- 나. 향후 개발 방향
- 다. 신제어 방식의 적용
- d. 시스템 종합 분야
- 1) 성능 향상을 위한 연구 동향 (정용환)
- 가. 차량의 보수에 관련된 실적
- 나. 제어장치의 신뢰도 확보
- 다. 제동방식의 개선
- 2) 주변 시스템과의 관련된 문제점 (황치우)
- 가. 개선에의 영향
- 나. 유도 장애 대책
- 다. 정전 검지 및 대책
- 3) 시험 설비 현황 분석 (신한순)
- 가. 견인장치에 대한 모의 부하 시험장치
- 나. 실차 시험에 관련된 사항
2. 지상 설비 분야
- a. 전력계통
- 1) 고속전철 전력공급계통 운영측면 (이종근)
- 고속전철부하 예측
- 전철화 계획 (고속전철, 일반전철)
- 운영측면에서본 고속전철 전력공급 특성
- 신뢰도 (사고율 data)
- 유지보수
- 철도부하의 특성
- 2) 전기철도 부하 전력공급 (정태호)
- 전력공급 기준 (수전방식, 공급기준)
- 전력공급시 규제치 및 "규제대책
- 발명형용
- 고조파
- 전압변동
- 3) 전력공급기기 (홍기돈, 김제봉)
- 전철변전소 변압기 제작기술
- Scott, Woodbridge, 단상
- 전압조정장치
- 차단기
- 피뢰기
- 진단, 상태감시
- 4) 공급시스템 설계 (김창배)
- 고속전철 전력소비량
- 고속전철 공급시스템 설계
- 송전선로
- 변전설비
- 전차선로 (가선방식, 임피던스)
- b. 신호
- 1) ATC/CTC (김국현, 김양모)
- 2) ATC (장덕용)
- 3) CTC (장기동)
- 4) 연동장치 (이기서)
- 5) Headway 산정방법 (류승균)
- 다. 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)
- 원충연 위원 (성균관대학교)
- 설승기 위원 (서울대학교)

정진홍 위원 (코오롱 Eng)

정용호 위원 (금성산전연구소)

c. 모니터링 분야

위상봉 위원 (한국전기연구소)

이승재 위원 (명지대학교)

김상태 위원 (현대중전기)

d. 시스템 종합

정용환 위원 (고속전철사업기획단)

신한순 위원 (현대정공)

b. 신호

김국현 위원 (한국전기연구소)

이기서 위원 (광운대학교)

김양모 위원 (충남대학교)

신한순 위원 (현대정공)

2. 지사설비분야 (총 12명) 분야책임자 : 황치우 위원

a. 전력계통

황치우 위원 (한국전기연구소)

이종근 위원 (고속전철사업기획단)

정태호 위원 (한국전력공사)

홍기근 위원 (효성중공업)

김재봉 위원 (이천전기)

김창배 위원 (한국종합기술)

b. 신호

김국현 위원 (한국전기연구소)

이기서 위원 (광운대학교)

김양모 위원 (충남대학교)

류승균 위원 (고속전철사업기획단)

장덕용 위원 (삼성전자 컴퓨터부문 시스템사업본부)

장기동 위원 (테크이음 제1 연구단지)

라. 고속전철의 기술이전 및 국산화 개발정책 심포지움

고속전철 기술조사 전문위원회가 주관하고 대한전기학회 및 한국전기연구소의 후원으로 개최된 본 심포지움에는 철도 관련 기술인들이 100여명 참가하여 많은 관심을 보여 주었으며 황영문 전기학회장님 축사와 안우희 전기연구소장님의 격려사가 있었다.

또한 본 심포지움에는 많은 중전기 및 신호통신 관련업체의 적극적인 참여속에 진지한 주제발표가 있었으며 마지막 순서인 질의 및 토의시간에는 정부의 정책적인 지원과 산업계의 기술개발에의 과감한 투자의 필요성이 재삼 강조

되었다.

특히 중소기업인 유경통신은 지하철관련 ATC Software의 독자적인 개발을 완료하여 철도청 및 산업계의 많은 관계자들에게 모범적인 기술개발의 한 예를 보여주었다.

1) 일 시 : 1991년 8월 16일 오후 1시

2) 장 소 : 서울대학교 기초전력연구소 국제회의실

3) 발표내용

“고속전철사업과 관련한 기술 이전”

김신호 과장 (고속전철사업기획단)

“철도차량용 전장품의 기술현황과 고속전철기술의 이전방향” 김영남 소장 (현대중전기)

“고속전철/신호부문의 기술이전 및 국산화 개발에 관하여” 박기복 본부장 (삼성전자)

“전력변환 및 신호처리 시스템에 관한 기술보유 현황 및 전망” 최경수 제 2 연구실장 (금성산전)

“고속전철 전장품의 국산화 방안에 관련한 기술 검토”

조규복 이사 (효성중공업)

“고속전철용 전력기기의 국산화 개발 및 사업화 방안”

강세형 부소장 (이천전기)

“국산화개발 정책 및 콘소시움의 운영”

이영철 소장 (코오롱 Eng)

“고속전철 신호시스템의 기술현황 및 국산화 개발” 권의용 이사 (유경통신)

5. 앞으로의 추진 계획

지난 1,2차 위원회를 통하여 분야별 위원 및 조사내용 선정작업을 끝냈으며 앞으로는 각 분야별 진행상황 토의를 위한 3차 위원회를 12월중순에 개최할 예정이며 91년 3월 중에 각 위원회의 보고서 초안 검토 및 발표회를 위한 4차 위원회를 개최할 예정이다.

최종보고는 4월중에 완료하여 5월중순까지 본 조사위원회의 보고서를 발간한다.

본 위원회의 위원으로 위촉되신 학계의 교수님들과 산업계의 전문가들께서 적극적으로 참여하여 주셔서 위원회가 활성화되고 또한 앞으로 좋은 결실을 맺어 알찬 보고서가 나올수 있도록 수고하여 주시기를 바라오며 본 지면을 빌어 다시한번 감사드립니다.