

고속전철의 電氣・電子분야 技術移轉 전략

桑 相 烽
한국전기연구소

Basic Electrical & Electronic Technology Transfer in High Speed Rail

WEE, SANG BONG
KERI

ABSTRACT

This paper reports the importance of basic electrical and electronic technology transfer compatible with domestic environment. At first, several kind of problems in technology transfer was issued in view of domestic environment. For example, the differences between France & Korea were illustrated in power system, signalling, electronics including computer system. And then technology tree was showed based on technology transfer strategy.

1. 序 言

경부고속전철 사업은 말 그대로 그 규모와 효과면에서 단군 이래 최대의 사업이며, 향후 100년 이상 대한민국의 장거리 교통축 확보의 시금석이 될 중차대한 사업이다. 따라서 그 시행 초기 단계에서 부터 많은 우려곡절을 겪은 끝에 차량 선정을 완료한 후 현 시점에 와 있다.

필자는 그동안 고속전철 분야의 조사연구, 기획평가 사업에의 참여 경험에 비추어 이 분야의 국내 고유 기술의 확보 및 사업 시행과 관련하여 반드시 고려되어야 할 몇가지 문제점을 간략히 기술하고, 이러한 제안이 국내의 기술개발에 조금이나마 도움이 됐으면 한다.

고속전철사업에서 발생될 수 있는 문제점과 관련해서 최근에 발생한 과천선 사고를 한 예로 들고 싶은데, 필자의 견해로는 이러한 유형의 사고가 발생하지 않도록 사전에 충분한 기술적인 설계 및 검토가 있어야 하는 것이 가장 우선이며, 설상 사고가 발생했다 하더라도 보다 정확한 사고의 원인규명과 그에 따른 조치가 보다 신속하게 이루어지는 것이 차선책 일 것으로 생각된다.

그러나 이번 사고에서 보듯이 국내 기술진의 이 분야의 기술확보가 미비한 관계로 사고원인 규명과 조치가 미흡했고, 따라서 부득이 일본 기술진의 도움을 얻어서 문제점을 해결한 것으로 신문지상에 보도되었다.

필자가 이러한 예를 든 이유는 경부고속전철 시스템은 전기철도기술 분야에서는 가장 상위기술로서 지하철보다 기술적으로 한단계 높은 기술들이 적용되어 있는데, 이러한 고급 기술 부분에서 국내의 고유기술의 확보 없이는 과천선 사례와 같은 문제는 항상 상존하며, 이러한 문제발생 소지를 최소화 하기 위해서도 보다 源泉的인 기술의 이전 및 습득은 아무리 강조해도 지나치지않다고 생각된다.

이런 관점에서 전기, 전자분야의 몇가지 기술적 문제를 예로 들어 보다 치밀한 기술이전 전략이 필요함을 강조하고자 한다.

2. TGV SYSTEM의 國內環境과의 調和性 - 導入技術의 完備性 有無 -

과천선 사고의 예를 들면 사고의 주원인은 일본 및 국내의 업체가 제작한 열차 추진용 주변환장치 및 보조변환장치가 새로 개발된 신형제품으로서, 일본 내에서는 문제가 없이 잘 사용된 실적이 있으나, 국내에 설치되는 국내의 환경(선로, 통신 및 전력 시스템, 접지, 기타 자연환경 등)이 일본과 다르기 때문에 사고가 발생되었을 것으로 추정되고 있다. TGV 시스템도 위의 상황과 유사한 부분이 있어서, 현재 우리가 들여올 TGV 시스템도 비록 프랑스 자국내에서는 완벽하게 운행되고 있다고 할지라도, 이 시스템을 그대로 국내에 적용시키는 경우 과연 국내의 여러가지 다른 환경과 잘 조합되어서 운용이 가능한지는 보다 면밀한 기술적인 검토가 필요하다고 생각된다.

이와 관련해서 특히 그 기술적인 변화가 빠른 전기, 전자 분야를 예로 든다면, 한국에서 고속전철이 운행되는 2000년대에는 현재의 시점에서 확립된 기술 보다는 보다 진보된 미래의 기술들이 고속전철 시스템에 적용될 것이므로, 경우에 따라서는 한국의 경부고속전철 시스템은 선진국에서 새로 개발된 신제품 및 신기술의 시험무대가 될 수도 있을 것이라는 생각은 전혀杞憂가 아닐 것으로 사료된다.

따라서 아무리 선진기술을 그대로 도입해도 기술의 완벽성 이란 없으며 우리가 너무 기술도입국의 기술을 盲信해서는 안될 것이다.

어차피 경부고속전철사업은 남의 나라일이 아니고 우리의 일이며 이 사업에서 발생하는 모든 문제도 우리의 기술력 배양과 우리의 주관하에 해결해 나가는 것이 바람직한 일이다. 그러한 觀點에서도 보다 원천 기술의 배양은 필수적이며 이러한 부분에 대한 배려 및 연구부자의 부문에서 정부가 실제적으로는 좀 소홀하게 대처하고 있지 않은가 하는 개인적인 생각이다.

3. 國內의 環境을 고려한 技術적인 問題의 實例

TGV SYSTEM을 국내에 적용할 경우, 국내의 여러가지 환경을 고려해서 실제로 시스템을 세설해하거나 수정되어야 하는 부분은 토목, 기계, 전기, 전자 등 모든 기술분야에서 발생될 것으로 예견되나, 여기서는 보다 원천적인 기술이전 및 기술개발 전략의 중요성을 필자와 관련된 전기, 전자 분야에서 몇가지 사례를 들어서 강조하고자 한다.

3.1 電力系統의 週波數의 차이점

고속전철에 공급되는 電力은 독일과 같이 전기철도에 독자적인 전력을 공급하는 전력 시스템 및 발전소를 철도회사

가 독자적으로 갖고 있는 경우를 제외하고는, 대부분 自國內의 전력 시스템에 의존하게 된다.

따라서 프랑스의 경우는 사용 전력의 주파수가 50 Cycle 인데 반해서 국내의 전원 계통은 60 Cycle의 다른 주파수로 운전되고 있다. 전기의 주파수가 다른 것이 고속전철에서 무슨 직접적인 문제가 있는가가 반문하실 분도 계시겠지만

兩國의 전력시스템은 주파수의 관점에서 볼때 전혀 다른 체계이며, 이러한 차이로 인해서 고속전철의 차량 및 지상 설비에 들어가는 전력기기 뿐만 아니라 제어설비, 신호설비의 기술적 사양에도 많은 영향을 미친다. 즉 엄밀히 말해서 경부고속전철에 적용될 전기 및 전자 장비의 많은 부분은 50 Cycle 계통인 프랑스나 스웨덴의 TGV 시스템에 사용된 부품을 그대로 적용할 수 없으며, 국내의 계통주파수에 맞게 재설계하여 제작되고 그 성능이 입증되어야 한다.

이 문제와 관련하여 일본의 경우 한 예를 든다면 일본은 50 & 60 Cycle을 공용해서 지역마다 다르게 사용하는 국가이다. 그런데 일반적으로 어느 지역의 계통 주파수 (예를 들면 60 Cycle 사용 지역) 에 경험이 풍부한 중전기회사가 아닌 경우 (즉: 50 Cycle 기기를 설계 개발한 경험이 많은 회사) 는 60 Cycle 지역의 설비의 발주자가 제의한 전기설비 입찰에 가능하면 참여 하지 않는 것이 관례라고 한다.

위와 같은 관례의 주된 이유는 한 중전기 회사가 원천 기술을 가진 경우, 50 Cycle 계통을 60 Cycle 계통으로, 혹은 그 역으로도 재 설계 및 제작이 가능하지만, 실제로 50 Cycle기기 개발 경험이 많은 회사가 60 Cycle 설비를 수주해서 개발 설치하면 경험부족에 의한 사고율이 높아지기 때문이라는 설명이다.

國內의 경우 과천선 사고의 예를 들면 같은 60 Cycle 계통을 갖고 있는 일본의 전장품을 국내에서 개발한 전동차에 탑재한 경우 인데도 사고가 발생한 경우를 볼때, 異電源계통 주파수 차이에서 발생될 소지가 있는 기술적인 문제들은 우리가 시스템 및 부품 분야에서 원천적인 기술을 갖고 있어야 만 보다 쉽게 문제의 해결이 가능하고, 이에 따른 제품의 국산화 및 수출경쟁력을 확보 할 수 있을 것이다.

계통 주파수 차이에서 야기될 수 있는 또 다른 문제인 信號 설비에의 영향은 다음 절에서 자세히 언급하기로 한다.

3.2 신호및 제어 시스템에의 μ - Electronics 기술의 채용

고속전철의 신호및 열차제어 시스템은 안전성 면에서 확립된 기술이면서도 전자분야의 첨단 기술의 적용을 요구하고 있다.

따라서 가장 보수적인 철도분야에도 가장 신뢰성이 요구되는 신호, 열차제어 분야에의 μ - Electronics 기술의 적용이 가속화되고 있다. 그러나 Digital회로를 열차제어의 Vital한 분야 (예를 들면 연동장치 같이 고장이 발생하면 열차의 충돌과 같은 치명적인 사고가 일어날 소지가 있는 열차의 제어장치 분야) 에 적용하는 기술은 아직도 기술적으로 완벽하지 않기 때문에 선진국에서 계속 연구를 진행하고 있는 분야이다. 이 와 관련하여 경부고속전철에 사용되는 전자연동장치(Interlocking System) 는 영국 GEC 사의 SSI (Solid State Interlocking) 인데 이 장치는 정작 프랑스 자국내의 연동장치로는 아직 적용하고 있지 않은 기술이다. 이러한 근본적인 이유는 프랑스의 철도청인 SNCF 가 프랑스 전기철도 분야에서 전자연동장치의 적용을 안전성의 미흡을 이유로 규제하고, 따라서 프랑스의 TGV 시스템은 기술적으로는 舊式이지만 보다 안전성이 검증된 계전연동장치(Relay interlocking) 를 아직도 적용하고 있기 때문이다. 그런데도 프랑스가 경부고속전철에 전자연동장치를 적용한 것은 국내의 기술요구사항이 가장 최신의 전자기술이 신호 설비에 적용되기를 원했고, 따라서 프랑스로서는 최초의 제안에는 자국설비인 계전연동장치를 제외하였다가 우리의 요구조건에 따라서 결국 영국의 GEC 사의 SSI를 제외하였다.

필자가 여기서 말하려는 의도는 전자 연동장치의 적용은 오늘날과 같이 전자기술이 비약적으로 발전하는 기술적인 추세에서 매우 타당성이 있는 우리의 선택이지만 결국 전자연동장치가 적용된 TGV System은 경부고속전철이 그 최초의 것일 수도 있으며 어떻게 보면 이러한 새로운 조합 내지 신형의 신호 시스템의 시험장 역할을 할지도 모른다는 사실이다. 이런 관점에서도 원천 기술의 확보 없이는 우리가 사용하는 시스템에서 발생될지도 모르는 여러가지 기술적인 문제를 우리힘으로 풀어나갈수 없고, 이런 문제들을 계속 외국기술에 의존한다는 발상처럼 무책임한 생각도 없으며, 결국 초기에 돈이 좀 더 들더라도 보다 源泉 技術 開發의 기술이전 접근 방법 밖에는 대안이 있을수 없지 않으나 생각된다.

3.3 신호시스템의 고조파 문제의 兩立性

이 문제는 전술한 異電源주파수와 신호시스템에의 μ - Electronics 적용에 따른 복합적인 현상에서 발생하는 문제로서, 특히 열차 구동장치로 TGV 시스템 에서와 같이 주동력 및 보조 동력 장치에 VVVF (Variable Voltage & Variable Frequency System) 시스템을 적용하는 경우에 발생된다. 이러한 광범위한 전기적 노이즈 스펙트럼에 의한 電磁氣의 간섭및 장애는 특히 해결하기가 매우 까다로운 기술적인 문제로서, 국내의 신호 시스템 설계 기술이 거의 전무한 상태이기 때문에 필히 기술적인 검증이 필요한 분야이다.

이 부분을 보다 구체적으로 서술하면 전력시스템 內의 고조파 및 고조파 발생은 전원계통 구성 요소와 열차 주변환경 치에서 많이 발생해서 주로 신호및 제어 장치에의 동작주파수에 영향을 줌으로 해서 기기가 오동작하거나, 기능이 불시에 정지될 수 있다. 특히 이러한 문제에 의한 고장발생은 그 고장의 원인을 발견하기가 매우 어려운 것으로 알려져 있다. 이렇게 발생하는 고조파 문제 (보다 넓은 의미로서는 EMI/EMC 문제) 는 어떻게 보면 국내의 여러가지 고유환경 (한 예로 진진주파수가 앞절에서 설명한 바와 같이 TGV 기술 보유국인 프랑스와는 상이하고, 또 지상및 터널에서의 전원및 제어장치, 접지환경등이 프랑스와는 다른 조건을 갖을수 있음) 에서 파생되는 국내적인 문제로서, 현재 TGV가 운행되고 있는 프랑스 와는 다른 현상을 보일수 있고, 이 분야 역시 국내의 기술자립이 없이는 결정적인 기술적 문제가 발생되는 경우 그 해결이 쉽지 않을 것으로 전망된다.

3.4 열차制御, 通信, 信號, 電力, 診斷 및 유지 보수시스템에 사용되는 전자장비의 Hardware 호환성 및 대체성 문제

경부고속전철 시스템의 각분야에 시스템 및 부품으로 사용되는 Computer는 소형의 μ - Electronics 기술의 채용에서부터 대형의 Mainframe에 이르기까지 매우 다양하다. 여기서 사용되는 각종 Software는 초기에는 거의 수입에 의존할 것으로 보여지고 Hardware장비는 부분적으로는 수입하고, 일부는 국내제품을 사용할 것으로 여겨진다. 현 시점에서 Hardware 장비의 사양을 결정하는 것은 현실적으로 매우 무모한 것이며 현재의 반도체 및 Computer의 발전속도를 고려할 때 6-7 년 후에 사용되는 각부분의 Hardware는 현재 사용되고 있는 시스템과는 그 구조와 용량, 그리고 기능면에서 전혀 다른 시스템이 사용될 것이다. 따라서 이부분도 국내 실정에 적합하게 계속 새로 재설계가 요구되는 부분이며, 이 분야도 국내 기술진이 고속전철 시스템의 각종 Software의 구조와 그 기능을 이해하여야만 하다 못해 유지 보수및 개체라도 가능할 것이고, 더 나아가서는 우리가 생산하는 Hardware에의 접목이 가능할 것이다.

이러한 부분의 기술축적이 없으면 설치, 운용, 사후 유지보수에 이르기 까지 외국기술인에 끌려 다니면서 바가지 쓰기 십상이며, 실제 그동안의 원자력 발전설비와 지하철용 전장품 분야가 그러한 실례를 반증하고 있다.

4. 電氣, 電子분야의 기술이전 방향

고속전철분야의 전기, 전자 기술은 그 정확도와 복잡도 측면에서 원자력발전 및 항공기분야의 기술수준과 대등한 것으로 평가된다. 그러나 컴퓨터 기술과 같은 전자기술의 적용에 있어서는 철도분야가 산업전자설비보다 5-10 년 늦게 적용되는 예가 일반적인데 이는 안전성 및 신뢰도 면에서 다른 산업설비에서 충분히 검증을 받아야만 비로소 철도분야에의 적용을 고려하는 이 분야의 보수성 때문이다. 이런 이유로 안전성과 신뢰성을 고려한 전자장비의 HARDWARE & SOFTWARE 설계 및 제작, 그리고 시험 및 인증기술은 이 분야의 기술에서 가장 중요한 요소로 볼 수 있다. 이와 관련하여 한 예를 든다면 우리가 은행에 ON-LINE으로 돈을 송금하거나 현금인출기를 이용하려 갈때 가끔 통신망의 고장이나 단말기 고장으로 업무를 볼수 없는 경우를 경험하는데, 이러한 수준의 전자 및 통신설비 기술로는 시속 300 Km로 달리면서 어떤 한 부분에서만 고장이 발생해도 전구간의 불통과 대형 사고의 위험성이 있는 고속전철시스템에는 결코 적용될 수 없을 것이다.

따라서 원자력 발전설비, 항공기, 고속전철 시스템과 같이 안전성이 최우선적으로 요구되는 설비의 전기, 전자장비는 그 고장을 최소화 하기 위해서 부품과 시스템의 설계, 제작, 시험 및 인증 분야에서 국내업체가 갖지 못한 광범위한 기술소스를 갖고 있는데 이 분야의 국내기술 자립 그리고 전문인력을 양성하는 것은 고속전철사업에서 가장 중요한 기술개발전략의 하나일 뿐 아니라, 국산화가 거의 안되어 있는 원자력 발전설비, 그리고 향후 예상되는 우주, 항공 분야의 전기, 전자 기술 분야의 발전에도 큰 도움을 줄수 있을 것으로 전망된다.

고속철도와 관련하여 예상되는 중요한 전기, 전자 관련 기술 분야를 큰 줄거리로 요약해서 열거하면 아래와 같다.

- 신호, 통신, 전력제어, 차량제어 부분의 시스템 통합 및 Engineering 기술
- Fail-safe & Fault Tolerant 한 통신, 제어 시스템 및 전자부품 개발 기술
- 국내의 전기, 전자환경을 고려한 EMI & EMC 관련 기술
- 대용량 전력변환장치, 견인전동기의 설계 및 제작 기술
- 철도 종합 자동화 및 정보화를 위한 각종 Software 및 Hardware 개발
- 설비들간의 각종 Interface 기술
- 시스템 및 부품의 Reliability & Safety 평가 및 인증, 국내 기술규격의 개발
- 설비의 정밀계측, 자동진단 및 체계적인 유지보수 기술
- 열차동력제어 및 신호제어장치의 시뮬레이터상에서의 신제품 개발 및 시험기술 등을 들수있다.

이러한 기술들은 현재 국내에서 극히 취약한 기술로서 우리가 원천기술을 확보 할수 있으면 다른 관련 산업에도 충분히 적용이 가능한 분야로 생각된다.

5. 結 語

전기철도분야의 전기, 전자 산업은 하나의 시스템 기술로 칼라 TV, Personal Computer 등과 같은 단위품목의 개발보다 한단계 수준 위의 투자 및 개발전략과 인력 양성을 필요로 하고 상대적으로 부가가치가 있는 산업이다.

그 실례로서 일본의 우수한 전기, 전자 회사는 전기철도 분야의 전장품 매출이 총매출액의 1/10 인데, 이 부분에서 발생하는 영업이익으로 타 부분의 적자를 보전하고도 전체적으로 이익을 낼 수 있었다고 한다.

이와는 대조적으로 그 동안 다른 산업분야의 전기, 전자 기술에 비해 상대적으로 미흡했던 국내의 철도분야의 전기, 전자산업은 주로 국내 철도 시장의 협소와 외자에 의한 철도 전장품 구매에 기인한다고 생각된다. 충분한 마진과 시장이 확보되지 않은 여건은 국내기업이 이 분야의 시설과 인력 투자를 주저하게 하였다.

그러나 전세계적으로 인구의 도시집중과 도로교통의 한계, 환경 문제, 교통 분야의 에너지 사용 급증등의 원인으로, 전기철도 시장은 향후 가장 유망한 산업의 하나로 대두되고 있으며, 특히 한국, 중국 등의 아시아 지역과 통일후 동북을 포함한 동유럽 지역이 가장 유망한 시장으로 부상되고 있다.

이러한 시점에서 경부고속전철사업은 이 분야에 국내의 업계 및 연구소에서 시설과 인력투자를 할수 있는 절호의 기회일 것으로 보여진다.

여기서 하나 강조할 부분이 있다면 고속전철사업에서의 기술이전은 제작기술의 기술이전은 물론 보다 원천적인 설계, 제작, 시험기술의 기술이전이 아무리 강조해도 지나치지 않다는 사실이다. 앞 절에서 전기, 전자분야의 몇가지 실례를 들었지만 원천적인 기술에 대한 이해가 없이는 전기철도분야의 국제경쟁력은 고사하고, 통일후 한반도의 대동맥 역할을 할 국내의 고속전철 시스템 및 도심의 지하철의 보다 원활한 운영 및 유지 보수 조차도 어려울 것으로 생각된다.

따라서 정부 및 산학연의 이 분야의 사업주체는 과거의 낡은 국내의 철도체계에 경험을 기반으로한 사업수행 개념보

다는 한차원 높여서 보다 실질적으로 국내기술 확립의 확실한 의지에 기반을 둔 고속전철사업의 시행이 절실히 요구된다 하겠다.

경부고속전철 사업에서의 1조인이 웃도는 전기, 전자분야의 시장규모는 50 % 수준으로 예상되는 국내업체 참여분과 10년이라는 장기간의 사업기간 때문에 1년 단위로 본 시장 규모로는 이미 부분적으로는 국제규모로 성장한 국내업체의 눈으로 볼때 그다지 큰 비중이 아닌 것으로 간주 될수도 있다고 사료된다. 그러나 고속전철기술이 전기철도 분야의 기술에서 가장 상위기술을 보유하고 있고, 폭증하고 있는 국내의 지하철의 시장과 향후 예상되는 중소도시의 경전철, 통일 후의 북한, 그리고 급성장 할 것으로 예상되는 중국 및 아세안의 시장등을 고려할 때 경부고속전철사업의 기술중심적인 사업시행은 정부가 주장하는 국가적인 경쟁력확보의 가장 최선책 일 것으로 믿어 의심치 않는다.