

고속철도시스템의 기술이전을 통한 철도산업발전 방안

A Study on the Development Countermeasure of Railway Industry through Technology Transfer of Train System

이희성[†] · 강태원*

Hi Sung Lee · Tae Won Kang

Abstract This paper suggests that the introduction of Seoul-Pusan High Speed rail system makes related railway industry to be developed through transfer of high technology and other related industries to be jointly grown by technology' ripple effects. Technology transfer and localization implementation process in the period of technology introduction was reviewed synthetically and problems at that period was also analyzed. And technology development countermeasures of railway industry was discussed in order to maintain and expand railway system technology in the future.

Keywords : Technology transfer, Localization, Technology development

요 지 고속철도시스템 기술도입은 관련 철도산업을 발전시키고 타 산업에 파급효과를 주어 철도기술을 동반 발전시켰다. 이에 고속철도시스템의 기술 도입시의 기술이전 및 국산화 과정을 검토하고, 기술이전 및 국산화과정에서 나타난 문제점을 분석하였다. 그리고 철도시스템 기술을 유지 및 확대하기 위하여 기술이전을 통한 철도산업발전방안이 검토되었다.

주요어 : 기술이전, 국산화, 기술개발

1. 서론

우리나라 철도는 1899년 9월 제물포에서 노량진까지 경인선 철도가 개통되면서 108년의 역사를 넘어 발전하고 있으며 '04년 4월에는 300km/h 고속철도시대를 열었다. 고속철도시스템은 차량, 전차선, 열차제어시스템, 하부구조 등 전체적인 시스템을 최첨단 기술로 향상시켰다. 우리나라 철도는 증기기관차, 디젤기관차, 전기기관차, 전동차 등으로 새로운 시스템을 도입하면서 외국의 기술을 이전 받아 유지 발전시켜 왔으며, 그동안의 기술이전사례를 분석하고 특히 고속철도차량의 기술이전 및 국산화 과정을 검토 및 분석하고, 기술이전 및 국산화과정에서 나타난 문제점을 분석하여 향후

고속철도시스템 기술을 유지·발전시켜 철도산업의 발전에 기여하고자 한다.

2. 기술이전의 정의와 추진과정

2.1 기술이전의 정의

기술이전이라는 용어가 국제경제분야와 기술 분야 등에서 사용되기 시작한 것은 1960년대 후반부터로서, 그 근원은 1969년에 있었던 '피어슨위원회보고'에서 기인한다. 즉, 개발도상국 원조의 새로운 비전(vision)을 제시한 것으로 유명한 '피어슨위원회보고'는 개발도상국의 자립적 성장에 있어서의 기술의 중요성과 기술을 이전시키는 선진공업국가들의 원조에 대한 본연의 자세를 지적하였다.

그 지적 중에서 지식과 노하우(know-how)의 이전이 개발도상국의 경제도약을 돕는 일이라고 하였고, 여기에서 그 이동을 파악하는 개념으로서 기술이전이라는 용어가 생겼다[1-4].

[†] 책임저자 : 정회원, 서울산업대 철도전문대학원 교수
E-mail : hslee@snut.ac.kr
TEL : (02)970-6877 FAX : (02)971-6877

* 정회원, 서울산업대 철도전문대학원, 한국철도시설공단 강원지역본부

• **Brooks**의 기술이전

과학과 기술이 인간의 활동을 통하여 확산되어가는 과정으로 정의하고, 기술이전은 어떤 종류의 실질적 생산에 체화된다는 점에서 일반적으로 과학정보의 이전과는 다르다고 구분

• **Kohler**의 기술이전

국가 간 기술이전이란 타국에서 과거 또는 현재에 성취한 기술적 성과를 도입국에 이익이 되게 재현하거나 유용하게 복제할 수 있는 능력을 창출하는 것이라고 정의

• **UNCTAD**의 기술이전 [United Nations Conference on Trade and Development]

기술은 생산에 필수적인 투입재이며, 자본재 노동력, 정보 등에 체화되어 상품으로서 세계시장에 판매된다고 정의

• **Setwart**의 기술이전

숙련기술(skill), 지식(knowledge) 그리고 제품을 생산하여 사용하고, 유용하게 하는 모든 절차들을 기술의 범주에 포함

• **R.S.Rosenbloom**(하버드 대학)

기술이전이란 도입 측에서 기술이 획득되고, 개발되며, 이용되는 것이라고 정의

이와 같은 여러 정의들을 종합하여 본다면, 기술이전이란 생산능력의 이전이란 의미에서 외국의 기술지식을 도입국의 실정에 맞게 의도적, 계획적으로 도입, 소화흡수, 개량시켜 생산에 활용하는 과정이라고 해석할 수 있다.

2.2 기술이전의 중요성

한 나라가 기술혁신을 이룩하는 방법은 두 가지가 있을 수 있다.

- 첫째, 자체의 연구개발을 통하여 기술혁신을 이룩하는 것
- 둘째, 외국으로 부터의 기술이전에 의해 기술 혁신을 이룩하는 것

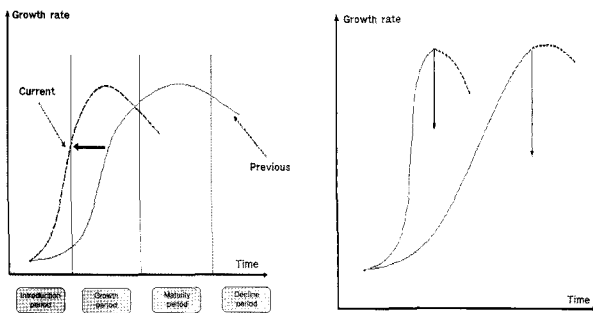


Fig. 1. Life cycle of the technical products

물론 자체의 연구개발을 통하여 모든 기술을 자급자족할 수 있다면 이보다 더 바람직한 일은 없을 것이다. 그러나 현대와 같이 다양하고 전문화된 사회에서 필요한 모든 기술을 자급자족한다는 것은 거의 불가능한 일이며 따라서 기술이전은 필히 이루어지기 마련이다. 특히, 우리나라와 같이 선진국으로 도약하고자 하는 국가의 경우 첨단기술을 확보하기 위해서는 반드시 기술이전이 필요하며 따라서 기술이전은 자체 연구개발 만큼 중요한 문제로 제기 되고 있다.

기술도입의 동기 및 기대 효과	경영목표 달성에의 연결 구조
다른 업종분야 진출 및 유사 업추진을 위한 확실한 대안	매출 증대, 기업의 성장, 사업구조의 개편(재편)
실증화된 기술의 도입으로 생산비의 절감, 시장기회의 선점 및 조기 사업화	손익개선, 매출증대 및 신장
첨단 핵심기술의 도입으로 산업구조 조정에 전략적으로 대응	성장 기반 구축, 사업구조 조정
연구개발단계의 기술을 도입 함으로써 비용절감 및 사업기회의 선점	손익개선, 매출증대
자체 연구개발에 따르는 리스크의 회피	경영의 안정, 전략적 제휴의 기초
제품 다각화로 매출신장 및 확대 재생산	기업의 성장 및 투자재원의 확보

이러한 관점으로 볼 때 첨단기술을 확보하는 한 방법인 기술이전 문제는 단순히 기술이전에 국한되는 것이 아니라 대외 경제정책에서 중요한 결정요인이 되는 것이며, 국내 산업 간 기술이전 문제는 산업정책의 기본이 된다고 할 수 있다. 결국 기술이전의 방향은 국내 및 국제 경제의 성장에 중요한 요소로 작용한다고 볼 수 있다.

2.3 기술이전의 유형

기술이전은 투자를 위한 타당성 조사로부터 사업계획서 작성, 설계, 엔지니어링, 제조기술, 훈련 및 경영전반에 걸친 자문 등 그 형태가 다양하며 그 유형도 이전 주체와 내용에 따라 여러 형태로 구분 될 수 있다. 또한, 선진 외국기업으로부터의 기술이전의 유형으로는 아래의 8가지로 구분할 수 있다.

- 1) 외자도입법상 기술도입 : 방위산업, 우주항공기술 및 조세면제신청의 고도기술 도입
- 2) 외국인 관리법상 기술도입 : 고도기술이외의 반복사용 가능한 기술의 도입
- 3) 엔지니어링 기술진흥법상의 엔지니어링 기술도입 : 30 만불 이상

- 4) J/V(joint Venture)에 의한 기술도입 : 외자도입법에 따른 자본, 경영노하우, 기술 등
- 5) 해외투자에 의한 개발 도입방식 : 해외개발 기술을 국내로 가져오는 기술획득 방식
- 6) 기술 자료의 구매(purchase) : 도면, 마이크로필름 등의 기술자료 구매방식
- 7) 기술용역계약에 의한 기술 습득 : 객관화되지 않은 기술 경험자의 지도
- 8) 외국인 기술자 고용 : 상시 고용하여 기술문제 해결

한편, 국제경영 전략상으로서의 기술이전으로 구분하면 아래의 5가지로 크게 구분할 수 있다. 즉

- 1) 라이선싱(licensing)
- 2) 프랜차이즈(franchising)
- 3) 국제하청생산(international subcontraction)
- 4) 턴키프로젝트(turn-key project)
- 5) 해외 직접투자(foreign direct investment)

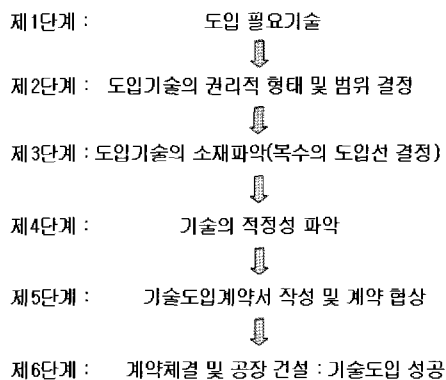
2.4 기술이전방법

국가간의 기술이전은 단독투자 및 합작투자 그리고 라이선싱(licensing) 등의 형태를 나타내고 있는데, 대개의 경우 기술이전은 국제기업을 통하여 이루어지고 있다고 볼 수 있다. 이렇게 국제기업에 의해 기술이 선진국에서 개발도상국으로 이전되는 방법은 크게 나누어 직접이전과 간접이전으로 나눌 수 있다.

- 1) 직접이전 : 제품의 판매, 사용자의 훈련과 제품서비스, 직접투자, 원료와 제품의 구매, 연구개발 및 엔지니어링
- 2) 간접이전 : 관찰과 모방, 일차시장의 창조, 강력한 수요의 창출, 국내기업들에 대한 경쟁 압력

2.5 기술 도입단계의 추진과정

기술도입의 추진 및 시행과정을 단계별로 살펴보면 아래와 같지만 기술을 도입하기 위한 협상, 도입기술의 수정보완, 추



가적 엔지니어링작업등을 검토하여 착오 없이 추진되도록 하고 기업의 특수여건 및 현지사정에 맞아야 하므로 기술도입 기업은 최소한의 소화능력 및 응용능력을 갖추고 있어야 한다.

3. 철도시스템의 기술이전 사례

3.1 KTX 기술이전

KTX는 고속열차 시스템을 운용하는 프랑스, 독일, 일본에서 각각의 고속열차 시스템을 제의하였고, 이중 프랑스의 TGV 시스템이 선정되었으며, 이때 TGV 시스템을 국내 운용 환경 및 사용조건에 맞도록 설계를 보완하였다. KTX는 46편성을 도입하였고 이중 12편성은 프랑스 현지 제작공장에서 제작하였고, 나머지 34편성은 기술이전을 받은 국내 차량제작사에서 제작하였다.

이때의 내용을 개략적으로 살펴보면, 코어시스템 엔지니어링, 시스템 인터페이스 엔지니어링, 기술이전 감독, 연구개발 등이 KHRC(한국고속철도건설공단)에 차량시스템 엔지니어링, 차량시스템 주요부품 및 조립 등은 차량제작사에 이전되었다. 이와 함께, 전차선(Catenary), 열차제어장치(TCS)의 기술이전 항목이 별도 구분되었다.

KTX의 기술이전계획과 진도보고 단계는 프랑스측에서 기술이전 일반종합계획(GMP), 실행종합계획(IMP), 세부기술이전계획(STTP)을 제출하고 공단에서 승인하므로써 기술이전 진행상황을 공단에서 감독하는 형태이었으며, 기술이전 수행방법으로는 기술자료 제공, 기술훈련, 기술지원으로 나누어 실행되었다. 따라서 기술이전은 기술자료, 기술훈련 및 기술지원을 시행하여 설계, 제작, 시험 등의 관련 기술이전이 추진되었다. 이제부터 고속철도시스템의 기술이전 제안 중 일본과 독일의 차량시스템 부문에 대한 내용을 살펴보기로 한다.

3.2 신칸센의 기술이전 제의내용

일본에서 한국철도로의 기술이전은 처음에는 서울지하철 1호선에서 시작했는데, 결과적으로 성공적이었으며, 이에 따라 서울지하철 2호선과 부산지하철 전동차 제작 등에도 역시 협조하였다.

우리나라 고속철도시스템의 기술이전을 위한 일본측의 제안은 차량시스템부문에 있어서는 일본철도차량 제작사 3개사가 컨소시엄¹⁾을 형성하였고, 이 3개사는 당시 철도차량의 안전, 고성능, 승차감, 환경 분야에서 최첨단 선진기술을 보유하고 있던 것으로 분석되고 있다. 차체와 대차의 설계, 제작부문의 기술이전은 설계, 해석, 도면작성을 포함한 엔지니어링기술이

1) Nippon Shargo. Ltd., Kawasaki Heavy Industries. Ltd., Hitachi. Ltd.

전은 시제차 설계단계에서는 국내차량제작사 엔지니어가 일본차량제작사에서 훈련을 받고 향후 일본엔지니어와 공동으로 설계하는 것으로, 차량제작, 조립, 시험기술이전은 제작, 조립, 시험의 초기단계에는 국내차량제작사 기술자가 일본차량제작사에서 OJT 훈련을 시행하고, 국내차량 제작사에서는 국내분 차량 제작시에는 일본차량제작사 엔지니어와 기술자가 국내차량제작사²⁾에서 기술지도하는 것으로 구분되어 있다.

3.3 ICE 기술이전 제의내용

독일 ICE의 기술이전은 국내차량 제작 및 설계시에 고속철도제작에 참여할 국내 제작사 및 공급사를 최대한 활용할 계획과 국내 철도산업에 기여하도록 기술이전과정을 도입하여 철도수송 하부시스템에 새로운 부품과 새로운 주행모드를 갖도록 하고, 새로운 제작설비와 기술을 갖도록 하여 고속철도 기술이 다른 유사 산업에 파급되어 발전되고 국내 경제활성화에 도움을 줄 수 있도록 제공한다는 것이 주된 제의 내용이였다.

기술이전을 위한 훈련에 있어서는 국내 기술진에게 ICE 고속철도차량을 운영하는데 필요한 기술, 자격을 갖추 수 있도록 훈련하고, 국내기술진이 ICE 시스템을 독자적으로 운영할 수 있는 능력을 갖추 수 있도록 훈련계획 수립하는 것으로 구분되어 있다. 이때 훈련은 독일과 국내에서 실시하고, ICE 시스템을 운용하고 유지보수인력을 대상으로 차량, 전차선, ATC 부품에 대한 이론적 지식과 실제 사용하는 훈련에 대한 내용을 포함하였다.

3.4 도시철도시스템 기술이전

도시철도시스템의 기술이전은 1974년 지하철 1호선 개통시에 일본 히타치(日立)에서 제작된 차량이 도입시에 시작되었다. 1977년부터 대우중공업에서 국내 조립하였으며 전장품 및 제어장치는 일본 미쯔비시(三菱) 제품을 적용하였다. 국내 도시철도기술발전추이를 1차 도입기부터 3차 기술안정기로 세분화하면, 1차 도입기에서는 일본식의 저항차량을 사용하여, 차체는 Mild steel로 제작되어 대차는 볼스타구조이면서 1차 스프링은 코일, 2차 스프링은 공기스프링을 적용하였다. 1985년부터 추진방식을 DC 초과 제어방식으로 바뀌는 때를 2세대로 보는데, 1세대 저항방식과는 달리 가감속도의 원활화와 소비전력을 감소하기 위해서 초과제어기술을 적용하였으며 자기진단장치로 TGIS, 신호장치는 ATC 등을 적용하였다. 이 2세대를 도시철도 기술의 발전단계로 볼 수 있다. 3세대에서는 경량화에 역점을 두고 차체는 스테인레스, 대차는

볼스타레스, 1차 스프링장치를 고무타입을 적용하여 승차감 향상과 중량 감소를 시키는 효과를 가져왔다. 추진제어방식에서도 초과제어방식에서 GTO VVVF으로 바뀌었다. 이 3세대를 도시철도기술의 안정화 단계로 보고 있으며 상당한 신뢰성을 확보하게 되지만 여전히 도시철도시스템 외국에 대한 기술의존도가 상당히 높은 단계라고 할 수 있다. 하지만 국내 기술자립을 위한 노력도 병행되어 국제 UIC 기준을 만족하는 도시철도 기술을 필요하게 되어 국산화 연구개발을 추진하면서 차체 중량을 6.5톤, AC IGBT 인버터 장치를 비롯하여 핵심장치를 국내기업들이 제작하기 시작했고 현재 광주지하철 1호선에 제작되어 납품되었다. 향후에 국내에서도 차세대 도시철도시스템 개발을 함으로써 '차세대 일류상품'으로 전동차 분야에서 유럽과 일본의 선진기술을 제치고 확고한 기술우위를 지켜나가야 할 것이다.

4. 고속철도시스템 기술이전을 통한 철도산업 발전방안

새로운 철도시스템의 도입시 기술이전은 새로운 기술확보뿐만 아니라 관련산업을 발전시키고 경제를 활성화시키므로 매우 중요하다. 초기 철도시스템 도입과정에서는 기술이전 개념이 없어서 단지 유지보수관점에서 기술제공업체에서 제공하는 일반적인 기술자료, 유지보수 메뉴얼, 유지보수를 위한 소수인력 훈련 등이 고작이었다.

KTX 도입시에는 첨단고속철도기술을 이전 받아 제조가격의 50% 이상을 국산화하고 고속철도기술을 확보하여 관련 철도산업을 발전시키는 물론 국내에서 한국형 고속열차를 개발하고 해외시장에도 진출한다는 계획으로 기술이전 및 국산화가 핵심사항으로 부각되었고, 그에 따라 기술이전 및 국산화에 대한 이행실태를 관리하는 전담조직이 참여하여 기술이전계획, 기술훈련, 기술지원, 기술자료제공 등의 진도관리, 이행상태 검증 및 사후관리 등을 모니터링함으로써 계약요건에 따라 기술이전 및 국산화가 이루어져 국내 기술전수업체에서 제작된 KTX는 장기간의 시운전을 거쳐 '04. 4월부터 경부선과 호남선에서 300kph 고속으로 영업운행을 하고 있으며, 정시율 96%~97%를 보이고 있다.

또한, KTX 도입시 이전받은 기술을 바탕으로 한국형 고속열차를 '97년부터 개발하여 '03. 9월부터 300kph 주행을 시작하고, '04.12월에는 350kph 주행시험에 성공했다.

고속철도시스템을 도입하면서 기술이전 및 국산화과정에서 기술전수자 사후관리 미흡, 프랑스규격이 적용된 부품의 규격현실화 어려움, 추가물량이 확보되지 않아 설치된 설비, 장비 등 기술인력을 육성 발전시키지 못하는 사항 등은 향후

2) 당시 한진중공업, 현대정공, 대우중공업

우리가 극복해야 할 과제이며, 이러한 과제를 극복하고 이전 받은 첨단고속철도기술을 유지 발전시켜서 한 단계 업그레이드된 기술을 확보하여 철도산업의 경쟁력을 높이기 위해서는 다음과 같은 방안이 추진되어야 한다.

- 예비품 국산화 개발

KTX 차량운용에 소요되는 예비품을 기술전수업체에서 조달하고 국산화개발이 되지 않은 부품은 중소기업청에서 지원하는 구매조건부 신제품 개발사업에 의거 국산화 개발

- 미래철도기술개발사업에 의한 국산화 개발

미래철도기술을 중점개발하고 육성하는 국가 미래철도개발사업에 의거 건교부의 지원을 받아 고속철도시스템의 국산화 기술개발로 첨단 교통기술 자립기반 마련

- 부품의 표준화

정부의 지원하에 추진되는 시스템 및 부품의 표준화를 시행하여 관련철도산업의 확대발전 및 국가경쟁력 제고

- 기술전수업체의 유지보수 참여

고속철도기술을 이전 받아 부품을 국산화 제작한 KTX 기술전수업체가 KTX의 유지보수, 중정비 사업에 참여하게 함으로써 이전받은 기술을 활용하고 발전시켜 고속철도기술을 유지발전

- 호남고속철도사업의 조속 추진

KTX를 제작하기 위해 기 설비된 시설, 장비 및 기술 인력을 유지 발전시킬 수 있도록 추가물량을 확보할 수 있도록 호남고속철도사업 조속 추진

고속철도차량시스템 기술을 유지발전 시키기 위해서는 기술전수업체가 이전 받은 기술을 활용시킬 수 있도록 예비품을 일정기간 공급토록 하고, 중수선에도 참여할 수 있는 길을 정부에서 제도적으로 지원해주고 확보해 줌으로써 기술전수업체가 이전 받은 기술을 계속 심화시킬 수 있도록 우선권을

부여해 주고, 국산화가 안 된 부품을 국산화 하기 위해서는 신제품 개발에 따르는 기술, 비용, 판매 등의 리스크 부담이 생김으로 이런 위험을 경감할 수 있는 정부의 지원책이 필요하다.

고속철도차량 46편성 운용에 따른 수요 외에는 다른 판매 시장이 없는 국내의 소규모 판매시장에서 관련 산업을 발전시켜 해외시장에 진출하기 위해서는 정부에서 주도적으로 이끌어주고 지원하는 방안이 바람직하므로 고속철도를 운영하는 기관 및 관련기관에서 협의체를 구성하고 이 협의체를 중심으로 발전방안에 대한 구체적인 실행방안이 협의되고 관리되어야 한다.

5. 결론

우리나라 최초의 고속열차 해외기술 도입시의 기술이전 및 국산화 과정을 검토·분석하고, 기술이전 및 국산화과정에서 나타난 문제점을 분석하여 향후 고속철도 시스템기술을 유지 발전시킬 수 있는 고속철도산업의 발전방안을 제시하였다. 그러나 이는 제언적 성격이 강하므로 향후 철도의 근원적 발전을 위한 보다 심층적 추진방안의 수립을 위하여는 그간 한 국철도공사에서 전기기관차, 전동차, 디젤기관차 등 기존철도의 차량시스템 도입시 기술이전 실태 및 외국의 철도시스템 기술이전사례 등을 종합적으로 분석, 연구할 필요성을 제기하고 있다.

참고문헌

1. 건설교통부, 안전관리 개선방안 -철도안전부문, 2003.
2. 허재관 저 「기술도 상품이다」, 새로운 제안, 1997.
3. 권원기 共著 「국제 기술이전론」, 나남출판사, 1991.
4. 기술이전협의회 「기술이전활성화를 위한 포럼」, 2000. 12.

(2007년 11월 1일 논문접수, 2007년 12월 5일 심사완료)