철도 기술이전 전문가 지원 시스템 개발 기획

A Strategy Plan on Development of Railway Technology Transfer Specialist Support System

최경진† 김상암* 김정평**

Kyung-Jin Choi Sang-Ahm Kim Jung Phyung Kim

ABSTRACT

For many years Korean railway industry has experienced substantial growth based on foreign advanced technology. Recently some problems was clearly stated on effective management, practical use and transfer of the railway technology. This paper presents some results of the study on necessary requirements of the expert system for railway technology transfer. We propose a general plan to develop the expert system and the contents on railway technology transfer in the text of this article

1. 서론

세계의 철도 선진국은 물론 많은 국가는 지구 환경 문제에 많은 관심을 가지고 특히, 녹색산업성장의 공감대와 고유가 시대가 지속되면서 그린에너지 산업으로 친환경성과 고속성, 안전성을 모두 갖추고 있는 철도교통을 대중교통의 수단으로 각광을 받고 있다. 고속철도는 2004년 1단계 서울-대구간 개통과 2011년 대구-부산 구간의 개통으로 2시간 10분대의 운행으로 더욱 성공적인 경부고속철도 건설과 철도차량등 기술이전에 대한 성과로서 철도 선진국의 혜택을 누리고 있다. 특히, 한국형 고속철도 연구개발과 철도산업의 급격한 성장은 해외시장에 진출하기 위한 노력이 적극 추진되고 있는 것이다.

그 동안 해외 철도 선진국의 기술을 바탕으로 고도성장을 하였으나, 최근은 독자 기술개발 노력과 해외에서 이전을 받은 기술을 해외의 새로운 시장으로 제공하고 활용하기 위해 필요한 기술이전의 준비와 전문가를 지원할 수 있는 전문지식 관리체계에서 많은 부분에 취약성과 문제가 대두되고 있다. 해외시장 개척의 가장 중요한 고급기술의 보유는 생산을 통한 제품기술이 주류이지만, 상세설계를 바탕으로 핵심기술을 다루는 철도 기술분야별 전문가가 필요하고, 전문지식과 엔지니어링에 필요한 다양한 건설 및 기술개발 경험과 기술축적에 대하여 지속적인 기술 관리체계가 요구되고 있다. 현재는 전문가 개인의 지식기반으로 기술관리가 되고 설계 및 해석 파라메터와 실험데이터등 연구개발 결과에 대하여 지식정보의 공유와 기술이전관리와 이전에 필요한 핵심기술의 제공에 필요한 재가공에 어려움이 많이 있다.

본 연구는 철도 전문분야의 기술이전에 필요한 전문가 지원 시스템의 개발에 필요한 방안을 도출하기 위해 기획하였으며, 본 연구 결과를 통하여 기술이전 전문가 지원 시스템의 체계적인 개발 기획과 전문기술 분야의 다양한 전문가 컨텐츠를 개발하기 위한 방안을 제안하고자 하였다.

† 최경진, 한국철도기술연구원, 시험인증·안전센터
E-mail : kjchoi@krri.re.kr
* 김상암, 한국철도기술연구원, 시험인증·안전센터
E-mail : sangahm@krri.re.kr
** 김정평, 한국철도대학
E-mail : 23003622@hanmail.net

2. 철도 기술이전의 현황

2.1 국내 철도 기술이전과 전문지식 관리체계

철도는 다양하고 복합적인 기술이 모여 완성되는 대형 복합시스템 기술로서 특정분야의 기술만이 주도적인 역할을 해낼 수가 없다. 철도신선을 구상하는 단계에서부터 건설계획과 전문분야별 시스템 기술을 통합 및 인터페이스를 위한 시스템 엔지니어링이 중요하다.

국내 철도의 건설과 엔지니어링은 해외철도 선진국의 기술을 도입하기 위한 노력으로 시작하였으며, 독자 개발은 시간과 공간적으로 매우 어려우므로 프랑스의 고속철도 기술은 기술이전으로 추진되었다. 운행속도 300km/h인 TGV열차를 도입하면서 철도차량 및 통합 시스템 엔지니어링을 통하여 국내의 철도기반에 적합하도록 일부 시스템은 변경하거나 초기 아이디어로부터 최종 산출물까지 기술개발 활동의 모든 단계에서 계약에 의한 공식적인 활동은 물론이고, 개인간의 비공식적 상호활동, 추가적인 자문, 출판, 워크숍(Workshop), 인적교류, 다른 기관 간의 공동사업, 특허, 저작권 면허, 계약 사항을 중심으로 이루어져 왔다. 또한, 차세대 연구개발 수요를 집중적으로 연수하는 등 나름의 기술이전을 통한 국내기술발전에 많은 인력과 비용이 투자되었다.

경부고속철도 사업은 철도차량, 전차선 및 ATC 분야의 프랑스 이전기술과 독자적인 한국형고속전철 기술개발사업 등을 통해 국내의 고속철도시스템에 대한 종합적인 기술을 비약적으로 발전시켜왔으며, 철도산업 전반에 있어서 고도의 기술력이 향상되었다. 동시에 터 G-7 프로젝트로서 속도 향상을 통한 한국형 고속열차 시스템 개발 사업을 시작하였고, 2008년 12월에는 주행거리가 약 21만 km를 돌파하는 눈부신 성과를 이룩하였으며, 주행하면서 열차의 성능 검증과 신뢰성 확보를 위해 84개 항목의 시험이 수행되어, 이제는 실용화를 위한 신뢰성 입증과 상용화 기반을 확보하게 되었다.

현재 국내 고속철도기술의 수준은 상당한 선진국 수준에 도달하였다고 자부 할 수 있지만, 국내 기술력이 세계시장에 진출하기 위한 준비에는 아직 많은 노력과 전문적인 기술관리체계가 미흡한 것이 사실이다. 프랑스에서 기술이전한 방대한 세부기술의 자료관리에 대한 담당 주체와 실질적 지식관리가 되어 있지 않아 자료 활용성이 비교적 낮고 고급인력과 관련기업의 수익에 대한 불확실성으로 선택과 집중이 불분명하여 철도의 해외시장 진출 시에 기술력을 발휘하는 데 많은 애로사항이 예상되고 있다.

2.2 해외 철도 산업과 기술이전

최근 해외의 철도산업은 매우 활발하게 추진되고 있으며, 고속철도의 건설과 운영에 대한 유용성이 높게 평가되고 저연비의 녹색 교통수단으로 확산되고 있다. 프랑스의 TGV는 2007년 4월에 최고 속도 574.8㎞/h 를 시험하여 성공하였으며, 중국은 2009년 12월 21일 우한(武漢)-광주(廣州)간 최고속도 394 km/h를 시험하고, 2010년 12월 3일 486.1㎞/h 로 최고기록을 세운 후 대륙의 고속열차 시대를 예고하고 있다. 브라질의 브라질 고속철도 프로젝트는 총사업비 331억 헤알(약 22조4600억 원)을 들여 리우데자네이루～상파울루～캄피나스를 잇는 511km 구간에 고속철도를 건설하는 대형 사업이 추진되고 있으며, 일본, 중국, 프랑스, 독일 등이 관심을 보이고 있으나 한국이 우선협상대상자 선정에 유리한 위치에 있다. 미국의 경우는 플로리다와 캘리포니아에 고속철도 건설계획이 추진되었으나 최근 사업비용의 부담문제로 사업이 취소되거나 답보상태에 있다. 중국의 경우 단기간에 사업을 시행하고 있으며, 2010년 11월 7,531㎞의 철도를 건설해 세계 최장(最長) 철도 보유 국가가 됐고, 2020년까지 1만 6,000㎞의 고속철도 구간을 포함해 총연장 12만㎞의 철도망을 구축한다는 목표를 세워놓고 있다. 2,495km 노선을 9,886억 위안으로 건설하는등 철도의 지속가능성을 높게 하는 산업 동향이 뚜렷하며, 2011년에는 세계최고시속 574.8㎞에 도전할 계획으로 알려지고 있다. 2011년도에는 베이징(北京)~상하이(上海)간을 개통 예정으로 중국대륙의 거점 도시간 고속철도건설을 계획하고 있다.

철도의 대형 프로젝트는 필요한 기술을 자체적으로 연구개발 할 수 있다하더라도 경제성, 개발기간

등 여러 제약사항이 있고, 현재와 같은 다양하고 전문화 된 사회에서 필요한 기술을 모두 동시에 자체 개발 한다는 것은 거의 불가능하다. 자체개발 능력이 없는 개도국이나 저개발 국가에서 단기간 내에 선진국 철도기술을 확보해서 발전하기 위해서는 기술도입이 필요하므로 "기술이전"은 중요한 문제로 제기되고 있다. 이러한 관점에서 볼 때 첨단기술을 확보하는 한 방법인 기술이전 문제는 단순히 기술의 이전에만 국한되는 것이 아니라 대외 경제정책에서 중요한 결정요인이 되며, 자국 산업 간 기술이전 문제는 산업정책의 기본이 된다고 할 수 있다. 일반적으로 기술이전은 기술을 소유하고 있는 선진공업국에서 저개발국으로 이전되고, 정부간, 기업 간, 지역 간 또는 정부기관과 민간 간에 이루어지며, 기술은 기밀사항이므로 기술을 갖고 있는 소유자가 독점적이고 우월적 지위를 행사하고, 기술이전을 하는 경우 기술이 하나의 생산요소인 동시에 다른 생산요소와 유기적으로 결합된 시스템이므로 기술만 이전하는 것이 아니고 다른 요소인 설계, 설비, 건설, 생산, 판매, 훈련 등과 함께 이전되는 특징을 갖는 것으로 부가가치가 매우 크다고 할 수 있다.

3. 기술이전 전문가 지원 시스템 개발 기획(안)

3.1 개발 기획 및 추진체계

기술이전에 필요한 각종 전문기술 정보는 일반정보와 같이 대중이 이용하는 시스템으로 구축할 수는 없으며, 그렇다고 광범위하게 알려진 기술을 보안에 집중하여 관리할 필요는 없다. 경부고속철도 기술이전과 국내 컨설팅에 있어 다양한 문제점과 향후 시스템 개발 개선 요구사항은 표 1과 같으며, 기술이전에 필요한 기술 수준의 내용은 표 2와 같이 제시하였다. 그림 1은 기술이전 지원 시스템 연구개발 추진체계를 보여주고 있다. 특히, 프랑스에서 도입한 대규모의 기술이전 자료의 사용이 가능하도록 개발하는 것은 그 효율을 매우 높일 것으로 판단된다. 특히, 기술개발에 필요한 핵심자료는 국내 기업 및 전문가에게 실시간 제공되도록 하고, 설계/시험평가 등의 기술지도와 공동개발 등 기술이전 업무가 신속하며 지속가능한 전문가 지원 시스템으로 구축되어야 할 것으로 분석된다.

표 1. 시스템 개발 개선 요구 사항

문제점 도출	주요 개선 요구사항
• 전문 기술이전 자료의 공유 애로 -세미나 및 발표(일시적)	• 기술이전 자료의 전문가/기업 공유 지원 -기술분석에 의한 공유(보안 등급별)
• PC 운영시스템 -네트워크 검색 불가능 -DB 구축과 보안	• 네트워크 또는 웹 운영시스템 -본문 검색이 가능한 DB설계&생성 -설계/해석/제작/시험/검증/폐기 절차
• 전문가 보고서 양식 -기술분류, 수요자 제공불가	• 전문가의 엔지니어링 결과물 작성 -다양한 보고서 양식의 제공과 생성
• 신기술의 구축과 보급 -종전기술과 연계 없음 -국내외 기술동향 분석 없음	• 신기술 개발 내용의 시간적 입력 -종전기술과 차별성 -국내외 차별화된 기술 동향

표 2. 기술이전에 필요한 기술 수준 내용

평가	기술 수준 내용	해외 시장
5(P)	선진국 동등 이상, 독자개발 필요 ->해외이전	해외시장 확산
4(H)	실용화 단계, 독자개발 필요 ->해외이전	해외시장 진입
3(M2)	실용화 초기단계, 기술이전과 개발 필요	중급기술 해외협력
2(M1)	응용연구 단계, 기술 도입과 연구개발 필요	국내시장 확산/협력
1(B)	기초연구 단계, 기술 도입과 연구개발 기획 필요	해외기술 지원
0(Z)	기술개발 무, 기술개발 및 원천기술 도입 필요	해외기술 종속

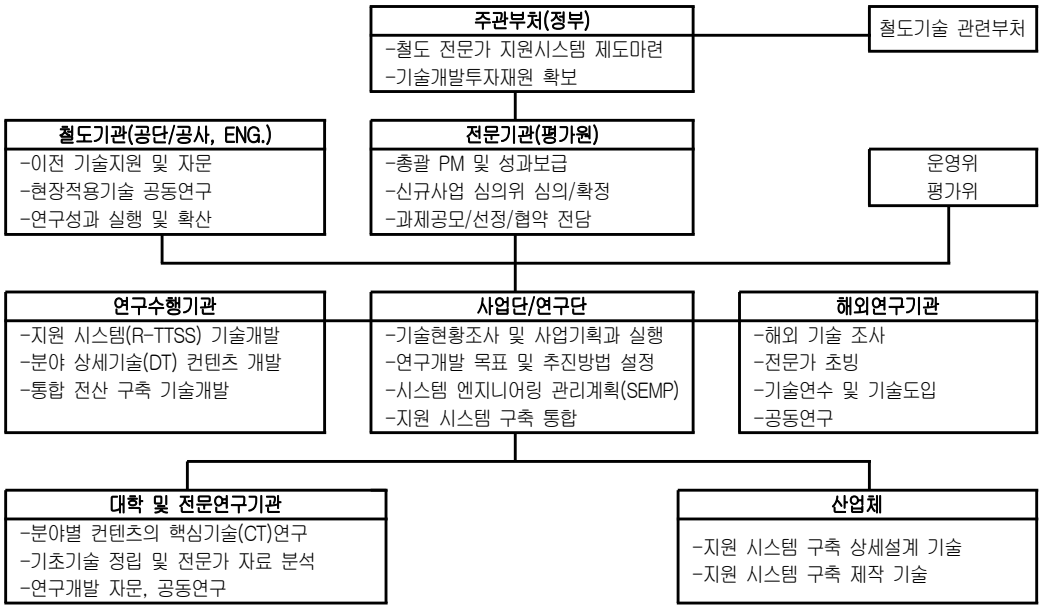

그림 1. 기술이전 지원 시스템 연구개발 추진체계(안)

표 3 철도 기술이전의 SWOT 분석

내부 요인	강점 (S)	-KTX 개통(2004년 4월) 6년 이후 독자 운용과 기술이전/자립 -한국형고속열차시스템 개발의 연구성과 활용(HSR-350) -녹색산업에 대한 기대 및 지원 필요성에 대한 공감대 형성 -최신 지식관리시스템과 융합으로 신속하고 고도의 기술 제공
	약점 (W)	-철도 서브시스템 수준, 기술의 취약점 잠재(핵심부품) -TGV차량의 기술 종속에 의한 기술료 문제 -철도기업의 기술이전 지원체계의 법적 미비점
외부 요인	기회 (O)	-해외 고속철도 건설사업에 철도종합기술 수출 가능 -철도 선진국의 기술이전에 대한 소극적 자세 -해외 고속철도 건설사업의 참여(브라질 및 미국등) -해외수출시장의 국내 전문가에게 고급기술을 지원 필요
	위협 (T)	-철도 선진국의 기술수준에 미달(핵심부품의 기술종속) -핵심기술 및 인력의 수명주기에 따른 폐기(고급기술력 저하) -KTX도입 기술력의 정체로 해외수출산업 지원에 장애

3.2 전문가 지원 시스템 개발

철도 기술이전 전문가 지원(technology transfer specialist support)을 위한 시스템 개발을 위하여 철도 정보관리체계 및 기술이전체계 구축에 필요한 및 개발 요구사항을 분석하였다.

1) 정보관리체계의 지원과 개발 요구사항

• 해외기술정보 및 국내철도의 분야별 광범위한 산업기술에 대한 정보는 기 구축된 관련 정보사이트와 신속하게 네트워크 접속이 가능하도록 구성한다. 철도분야는 '한국건설교통기술평가원'의 '철도산업정보센터'와 '한국철도기술연구원' 기술정보의 지식센터의 네트워크를 활용하여 사용하기 용이하게 구성하고, 전문가 지원에 필요한 기술 분야 정보 사이트를 정의하고 분류하도록 한다.

• 철도 전문가가 필요한 지원 시스템에 구축하기 위한 개발 요구사항에 대하여 시스템 및 서브시스템 레벨과 상세기술(DT : Detail Technology) 및 핵심기술(CT : Core Technology)에 대하여 쉽게 접속할 수 있고 검색이 용이하도록 주요 요구사항을 개발한다. 전문가 지원에 필요한 기술분야를 정의하고 분류하며 신규로 발생하는 신기술에 대하여 기술분류에 포함되도록 한다. 국내외 기술자료를 전문가 수준

의 DT 및 CT의 분야별로 지속적으로 업데이트할 수 있도록 한다. 국내외 철도 신기술 동향을 분석하고 예측하는 프로그램으로 개발한다.

2) 철도 기술이전체계 지원과 개발 요구사항

- 국내의 전문가가 고도의 DT 및 CT을 기술이전하기 위하여 필요한 요구사항을 작성한다. 기초에서 응용연구・개발단계를 거쳐 실용화 단계로 이동하는 기술이전 과정에 필요한 절차를 작성하고, 현재 철도의 기술이전계약에 필요한 절차와 국가의 기술이전절차를 수렴하도록 한다. 또한, 전문가가 쉽게 절차에 따라 기술이전에 대한 기술이전계약, 기술지도, 기술자문, 사전 기술이전 협의에 필요한 제도적인 절차를 제공한다. 기술이전 관련법규를 수렴하여 지원 시스템에 반영되도록 한다.
- 전문가의 지식과 기관이 보하고 있는 지식을 구분하여 기술이전에 필요한 컨설팅을 시작하기 이전부터 최종 기술이전 완료까지의 모든 절차는 지원 시스템 개발 구축에 적용되어야 함으로 시범구축 이전에 필요한 요구사항을 현재의 행정적인 절차와 사용자의 편의성을 전산서식의 제공 등을 일관성 있게 구축할 수 있어야 한다. 대가성이 있는 경우는 연구결과의 사용, 라이센싱, 모델이관, 설계기술 공여, 제조기술 공여, 향후 공동연구개발 협의, 기술자문, 기술지도 등을 제공하기 위한 요구사항을 개발한다. 입력과 출력에 필요한 양식은 현행의 법규에 있는 형식을 따르되 전산작업과 전문가의 요구사항, 기술이전 대상자의 요구사항을 면밀히 분석하여 지원 시스템 개발에 반영되도록 개발한다. 기술이전 절차의의 단계별 기술이전 형태의 예비모델은 그림 2과 같다.

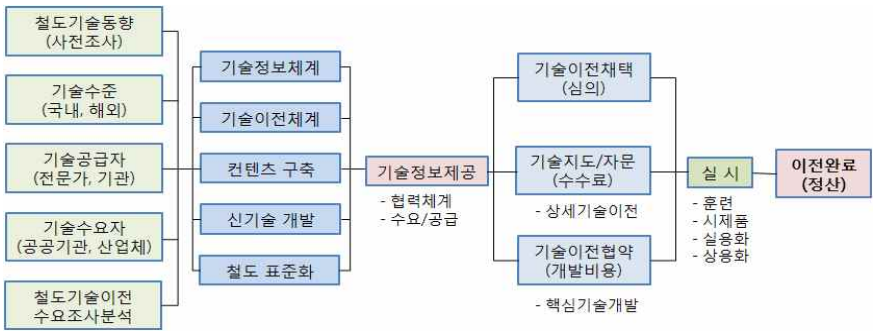

그림 2. 단계별 기술이전 지원 시스템 구축 모델

3.3 전문가 기술 컨텐츠 개발

철도 대형 복합 시스템으로서 철도 기술이전에 필요한 전문가 컨텐츠는 다양하고 복잡하여 무한하다고 할 수 있다. 다만, 기술의 난이성과 DT의 분류와 CT의 차별성에 의하여 기술지식의 컨텐츠 구축의 우선 순위를 정하여야 하며, 해외 기술이전과 국내 기술개발 성과물, 향후 연구추진 방향과 기술 지속가능성등을 충분히 고려하여 구축해 나가야 할 것이다. 표 4는 컨텐츠개발 요구사항과 목표이고, 표 5는 철도 기술이전 전문가 지원 컨텐츠 개발의 일부를 나타내고 있다

표 4. 컨텐츠 개발 요구사항 및 목표

핵심기술	세부 기술과제	성능지표	2016년	2021년
철도 지식 컨텐츠 체계화	철도지식 컨텐츠 로드맵 및 분류코드 개발	로드맵 완성율	50%>	80%>
	컨텐츠 전문용어 표준화	전문용어(어휘수)	100>	150>
	컨텐츠 업무처리 절차	국제표준화수용도	60%>	80%>
철도 지식 컨텐츠 융합	전문가 지원 비즈니스 프로세스 개발	기업 수	20>	40>
	전문가 컨텐츠 방법론 및 Model-kit 개발	문제 수	30문제>	50문제>
	전문가 컨텐츠 사례 수집	사례 수	500개>	1,000개>
	전문가 컨텐츠 인증시스템 개발	컨텐츠개발 인증 수	60개>	120개>
	전문가 컨텐츠 지원서비스 포탈(지식관리포함)	본문 검색정확도	60%	70%

표 5. 철도 기술이전 전문가 지원 콘텐츠 개발(안)

기반 분야	DT(구성품 H/W중심)	CT(S/W포함)					
		설계 해석	VE 목업	건설 제작	시험 평가	검증 체계	RAMS
100 철도 SE (통합/안전/환경)	110 철도 시스템 건설 계획	○	◑	◉	◉	○	○
	120 철도 시스템 I/F(표준화)	○	◑	▦	▦	▦	▦
	121~9 인프라 계획/열차도입	○	○	○	○	○	○
	136 열차시스템 I/F	▦	▦	▦	▦	○	▦
	150 국가 안전관리체계(SMS)	○	◑	▦	○	▦	▦
	160 철도 환경관리체계	○	◑	▦	○	▦	▦
200 철도운영 및 유지보수	210 철도 물류운영 및 경영	○	◑	◉	△	△	△
	220 물류/경영 서브시스템 I/F	○	◑	◉	◉	◉	◉
	221~9 여객/화물	○	◑	◉	◉	◉	◉
	250 철도 유지보수 시스템	○	◑	◉	◉	◉	◉
	251~9 검수/수명예측/상태진단/모니터링	○	◑	◉	◉	◉	◉
	360 검수 설비 및 기준	◑	◑	◑	▦	▦	▦
300 철도차량	310 차량 시스템	▦	◑	▦	▦	▦	▦
	320 차량 서브시스템 I/F	◉	◑	◉	▦	▦	▦
	321~9 동력전달/차체/대차/제동	◉	◑	◉	○	△	○
	350~9 집전/추진/전력/보조전원/진단제어	◉	◑	◉	○	△	○
400 전기 및 신호통신	410 전기 시스템	▦	◑	◉	▦	▦	▦
	420 전기 서브시스템 I/F	▦	◑	◉	▦	▦	▦
	421~9 전력 공급/열차제어/전자연동	◉	◑	◉	○	△	○
	431~9 신호/통신	◉	◑	◉	○	△	○
500 궤도/토목 및 구조물	510 궤도토목 시스템	▦	◑	◉	▦	▦	▦
	520 궤도토목 서브시스템 I/F	▦	◑	◉	▦	▦	▦
	521~5 철도 궤도/노반/교량/터널	◉	◑	◉	○	△	○

주 1) 세부기술과 핵심기술의 구성은 전문가 집단의 심의에 의하여 추가/삭제 가능하도록 구성
2) 기호 ◉핵심(core), ○응용(application), ◑협조(friendship), ▦연계통합(interface & intigration), △기타(others)

4. 결론

철도분야의 기술이전에 대한 행정 지원 업무 절차는 많은 발전이 이루지고 있으며 성과확산과 기술이전관련제도 시행의 활용을 위한 홍보도 이루어지고 있다. 다만, 실질적으로 전문가가 보유하고 있는 핵심기술을 효과적으로 제공하기 위하여는 특허를 중심으로 제공되고 있는 현재의 기술형태를 기술이전 전문가를 지원하는 시스템으로 개발할 필요가 있다. 다양한 수요자가 기술이전을 요청 시 신속하고 효율적인 기술이전 절차와 기술제공에 어려움이 많다. 기술수요자의 요구사항을 수렴하기 위한 상세하고 핵심인 기술을 재가공하는 데 많은 시간과 노력이 필요하므로 이를 수요자에게 유료 부담하거나 기술공급자가 무료의 엔지니어링을 실행하는 것에 의존하고 있다.

본 연구는 전문기술 제공자의 연구결과인 기술 데이터와 해외 기술도입으로 발생한 기술자료를 중심으로 실시간 기술제공하기 위한 레포지터리를 구축하고 이를 기반으로 수요자에게 용이한 기술이전을 실행할 수 있는 전문가 지원 시스템 개발이 필요함을 알게 되었으며, 이를 효과적으로 개발하기 위한 연구기획을 수립하였다. 다양한 철도기술정보와 기술이전체계를 지식관리시스템에서 능동적으로 제공하기 위하여 철도분야 세부기술(DT)과 핵심기술(CT)에 대하여 지속적으로 업데이트가 가능해야 하며, 기술이전 지원 시스템 구축과 핵심 컨텐츠를 개발하여 전문 검색과 문서편집 기능을 통하여 기술제공이 용이한 전문가 지원 시스템 구축방안을 제시하였다.

참고문헌

1. 김윤미,최경진, “철도 기술이전전문가지원방안에관한연구,” 한국철도학회추계학술대회논문집, p77, 2010
2. 강태원,문대섭,이희성, "철도시스템의기술이전사례분석", 한국철도학회추계학술대회논문집, pp35~40, 2005
3. 김기환외, 경부고속철도 기술자료 이전, 한국철도기술연구원, 1997.12