



경부고속철도 1단계 노하우 D/B 구축

D/B Construction of KNOW-HOW for Korea High Speed Railway (1 Phase)

1. 서론



문재석 | Moon Jae Suk
한국철도시설공단
KR연구소 소장

1990년대 초반 국내에 고속철도 운영을 계획한 이래 2004년 4월 경부고속철도의 1단계 구간(서울~대구구간)이 우선 개통되고, 현재 2단계구간(대구~부산구간)이 2010년을 목표로 시공 중에 있다. 우선 개통된 경부고속철도 1단계 구간의 계획, 설계, 시공이 급속하게 추진되었으며, 1단계 구간의 각 공구들에 대한 설계 및 시공 자료들이 현재 문서 위주로 정리되어 있는 실정이다. 경부고속철도 1단계 구간의 완료에 따른 계획, 설계, 시공, 감리 및 운영상에서 습득한 고속철도 설계 제반 기술, 현장 대처 능력과 국외 SYSTRA, DE-C, BECHTEL 등의 선진 기술 자문 및 적용 노하우를 체계적으로 정리하고, 그 노하우를 경부고속철도 2단계 구간, 호남고속철도 및 해외진출의 기반으로 활용하기 위한 필요성이 제기되었다(그림 1). 노반, 궤도, 건축, 차량, 전기, 통신, 신호, 제어 등의 모든 분야에 대한 기술노하우 정리가 필요하나, 각 분야에 대한 자료가 방대하므로 노반 및 궤도 분야에 대하여 우선 수행하였으며, 경부고속철도 1단계 건설과정에서 습득한 노반·궤도분야의 모든 자료의 분류·가공 및 핵심 노하우를 선별·가공하여 지식 D/B(Data Base)를 구축하고 있으며, 이를 바탕으로 고속철도의 설계/시공/감리 전반에 대한 원천기술 정립과 현장의 개선사례를 통한 효율적 기술능력 향상, 고속철도 핵심기술분야에 대한 국제 경쟁력을 확보할 수 있을 것으로 사료된다. 또한, 산재되어 있는 문서위주의 자료에서 필요한 자료의 확보에 많은 시간이 소요되므로, 키워드 중심의 검색을 통한 신속한 자료 확보에 유용할 것으로 판단된다. 더불어 경부고속철도 1단계 구간에 대한 주요시설물의 현황 파악이 용이한 시설물 배치도를 통하여 손쉽게 자료의 접근이 용이할



[그림 1] 고속철도 노하우 DB 구축 개요

것으로 판단된다. 추후 건축, 차량, 전기, 통신, 신호, 제어 등에 대한 핵심기술 노하우의 정립이 필요하다.

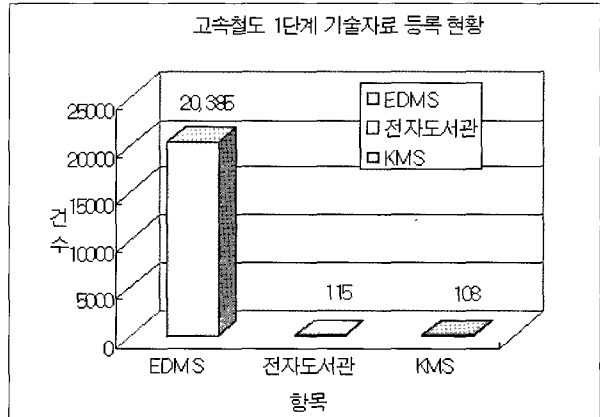
본고에서는 경부고속철도 1단계 구간에 대한 핵심 기술 및 노하우에 대한 정리 및 활용을 위한 데이터베이스 구축에 대하여 소개하고자 한다.

2. 지식 D/B 구축

2.1 경부고속철도 1단계 구간 자료 현황

경부고속철도 1단계 구간(서울~대구구간)에 대하여 현재 한국철도시설공단에서 보유중인 자료의 대부분은 [그림 2]와 같이 offline상으로 20,000권 이상의 준공보고서, 감리보고서를 한국철도시설공단 본사 및 경주기록사무소에, [그림 3]과 같이 online상으로 20,000여 이상의 사업관련보고서, 사업보고서, 준공보고서를 한국철도시설공단 본사 EDMS내에 보유하고 있으나 이들 자료의 대부분은 단순보고서 및 준공성과품이 목록형식으로 나열되어 있어 세부정보 및 세부공법 등에 대한 기술적인 분류, 파악 및 접근이 용이하지 않다. 또한, 감리보고서 및 준공보고서의 기술검토사항 및 개선사례 등에 상당한 핵심기술 노하우가 포함되어 있으나, 이들 대부분은 전산화가 되어있지 않고 공종별에 따른 다양한 사례 유형별로 구축이 되어있지 않은 실정입니다. 그러므로 본 사업을 통한 감리보고서 및 준공성과품에서 국외

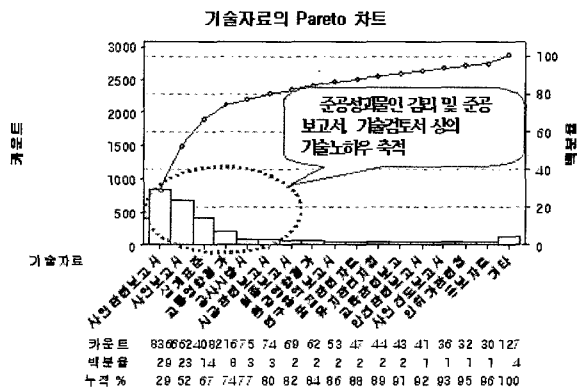
선진 기술진의 설계검토 및 자문 등을 포함한 핵심 기술노하우를 선별, 가공하는 작업을 수행하고 있으며, 노반, 궤도분야별 내·외부 전문가의 의견수렴과 준공도서 분석을 통한 기준 및 지침의 정립을 진행중에 있다.



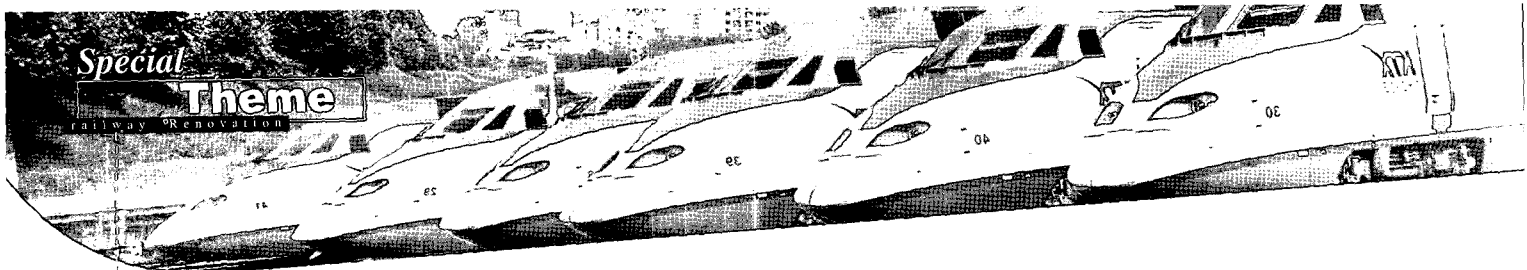
[그림 3] 고속철도 1단계 구간의 한국철도시설공단의 기술자료 현황

2.2 자료 수집 및 분석

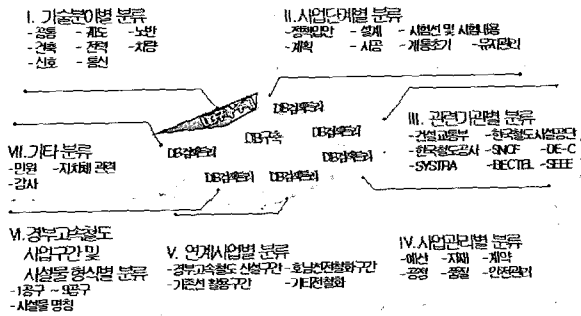
경부고속철도 1단계 구간의 노하우 자료 수집 대상은 한국철도시설공단의 지식정보 통합관리시스템 내의 online 자료, 경주기록보존소의 offline 자료와 경부고속철도 1단계 건설공사에 참여했던 외국 선진 기술진 (SYSTRA, DEC, BECHTEL, SEEBE)의 설계 및 기술 자료, 고속철도 선진 외국의 연구 및 논문 등이다. 이러한 자료를 바탕으로 [그림 4]와 같이 경부고속철도 기술지식과 관련한 분야별로 분류하였다. DB 구축 시스템은 크게 기술분야별, 사업단계별, 관련기관별, 사업관리별, 연계사업별, 경부고속철도 사업구간 및 시설물 형식별, 기타 분류의 7가지로 나누어 분류하였는데 DB 구축 주체를 기술분야 분류를 중심으로 하였고, 연계사업의 경우는 경부고속철도에 일반철도 분야와 추후에 진행될 호남고속철도의 노하우도 포함할 수 있도록 하였다. 특히, 기술분야 분류의 여러 분야들 중 각 분야에 대한 자료가 방대할 뿐만아니라 산재되어 있어, DB 시스템 구축과 고속철도 주요 분야인 노반 및 궤도 분야에 대하여 효율적으로 수행하기 위하여 우선적으로 노반과 궤도분야를 중심으로 자료를 수집, 분석하였다.



[그림 2] 한국철도시설공단의 기술자료 Pareto 차트



Special Theme
railway Renovation



[그림 4] 기술지식 분야별 분류

데이터베이스 구축의 핵심은 노하우 기술의 선별, 가공 및 정리라고 볼 수 있으며, 이를 효율적으로 표현하기 위하여 효율적 장표의 개발이 필수적이며, 장표와 관련한 부분은 다음 절에서 설명하겠다. 핵심노하우 분석에서는 고속철도 요구사항 분석, 설계 현장 적용사례, 설계/시공 개선사례 및 노하우 정리, 기술자문 자료를 정리하고, 개선사례 분석에서는 기술검토서 및 감리보고서를 통한 기술개선사항 정리, 설계/시공/품질관리 등의 개선사항을 체계적으로 정리하여 추후 업데이트 할 예정이며, 핵심노하우 및 개선사례의 분석을 통하여 경부고속철도 1단계구간의 활용가치가 높은 기술노하우 선별 구축과 한국철도시설공단 보유 자료의 선별/가공을 통한 핵심기술 노하우 자료를 구축하고, 추후 경부고속철도 관계자분들의 소장/보유중인 자료에 대하여도 핵심기술로 축적이 가능하도록 할 예정입니다. 현재 주요 수집자료 중 설계기술 노하우 및 시공/감리 노하우 자료 외에 해외기

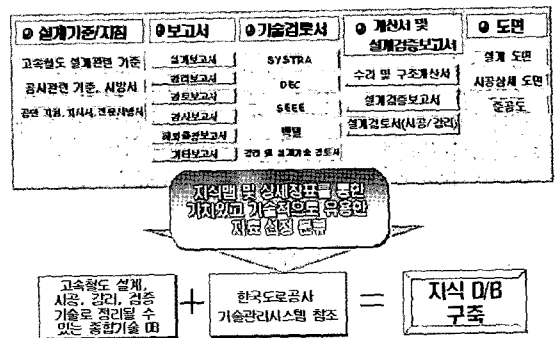
DESCRIPTION	경부고속철도
이 문서는 기사용된 PC BOX(2@40m)의 Tendon 3의 즉시 긴장으로 인한 종방향 콘크리트의 응력 영향 여부를 파악한 DEC 기술 검토서이다.	
PC BOX 타설시 콘크리트의 타설 단계에 따라 단면의 항성 여부에 따른 응력의 변화가 발생하게 되는데, 항성 단면에 대한 폭발적인 거동을 현상단면의 거동에 대한 콘크리트의 응력 및 시공시 허용오차의 범위(32mm) 이내에 들어오는 지 등을 검토하기 위하여 모든 시공단계, MSS의 타설과 시공된 Tendon의 선형, 실제 적용된 Prestress 형과 긴장 순서를 고려한 응력 해석을 수행한 결과 Tendon 3를 즉시 긴장하여도 ballast 시공 전 동안에 콘크리트에 인장응력이 발생하지 않음을 확인하였으므로, 시공된 Tendon Layout과 시공공법의 작은 수정은 사용하지 않아서 필요한 콘크리트의 응력에 영향을 주지 않는다.	

[그림 5] 지식DB 등록자료의 요약 예

술노하우 자료의 경우 SYSTRA 및 DEC, 백텔 등의 Letter 및 기술검토서 등의 자료를 포함하고 있으며, 국외선진 기술 자료로 연구보고서 41권, 설계 매뉴얼/핸드북, 지침, 기준 등 16권, 국내외 논문 46편, 기타 자료 8권의 자료를 확보하였다. [그림 5]는 시스템에 등록된 노하우 자료의 요약 샘플이다.

2.3 지식 D/B구축 시스템

지식 D/B 시스템을 구축하기 위하여 유사기관의 시스템을 살펴본 결과 한국도로공사에서 기술검토 자료 및 시공 노하우를 정리하고자 2002년에 시스템을 구축하였으나, 꾸준한 기술지식의 축적 및 활용이 상대적으로 저조한 것으로 분석되었다. 한국도로공사의 경우 시스템 구축 초창기인 2003년 7월에 7400여 건의 자료를 보유하고 있었고, 2005년 4월에 2만건의 자료를 보유하고 있으며, 실시간으로 주요 기술노하우를 검색하고 활용하는데 이용하고 있으나, 대부분의 등록된 자료가 도로분야에서의 현장사례 기술 위주와 일반적으로 많이 알려진 공법설명 등 단편적 지식위주로 구성되어 있었다. 따라서, 본 시스템에서는 [그림 6]과 같이 고속철도 전반에 대한 설계/시공/감리의 기반기술을 포함하고, 고속철도 분야에 적합한 설계기술 및 국외 선진기술을 포함하여 DB화하고자 하였다. 즉, 고속철도 설계관련 기준과 공사관련 기준, 시방서, 공단 지침, 지시서, 전문시방서 등의 설계기준/지침, 설계/감리/검토/감사/해의출장 보고서, SYSTRA/DEC/SEEE/백텔 등의 감리 및 설계기술 검토서,



[그림 6] 지식 D/B 구축 시스템

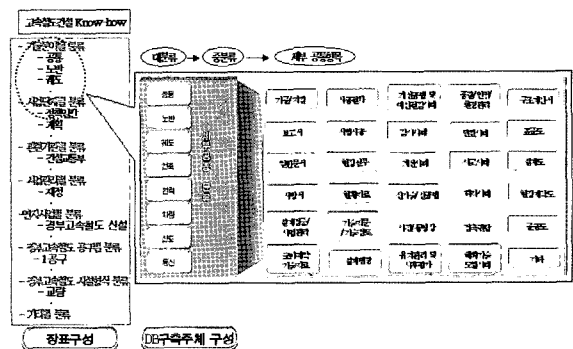
Journal of the Korean Society for Railway

계산서 및 설계검증보고서와 설계도면, shop drawing, 준공도 등의 도면을 포함하도록 하는 고속철도 전반에 대한 기술 DB를 구축할 수 있도록 하였다.

2.4 지식 분류체계 및 장표 개발

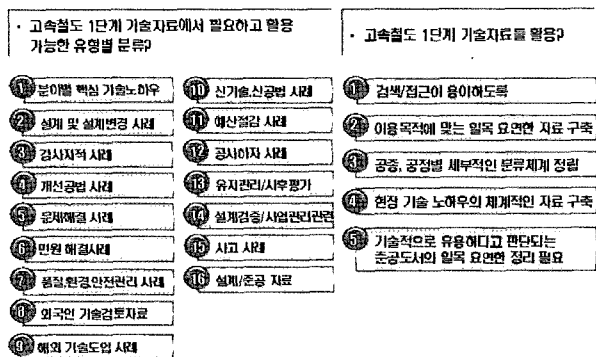
효율적인 지식 D/B 구축을 위하여 지식 분류시 [그림 7]과 같이 기술자료의 활용 분야 및 활용방법에 대하여 가장 중점적으로 고려하였다. 기술자료의 활용가능한 분야로 16가지를 주로 고려하였으며, 구축된 자료의 검색 및 접근이 용이하도록 하며, 이용목적에 맞도록 일목요연한 자료의 구축, 공중 및 공중별 세부 분류, 현장기술 노하우의 자료가 체계적으로 정리될 수 있도록 구축하고자 하였다. 또한, 벤치마킹하는 한국도로공사의 지식분류 및 장표는 공중별, 유형별, 지식항목별 목록을 통한 단순검색에 불과하고, 지식항목의 수가 많은 경우에 과도한 자료 검색으로 인하여 효율성이 저하될 수 있으므로, 이를 고려한 효율적인 장표를 개발하는 것이 필수적임을 인식하여 본 시스템에서는 효율적인 지식 분류 및 장표를 개발하기 위하여 단순 기술목록 검색 및 현장시공기술 위주의 구성에서 벗어나 기술자료(도면, 계산서, 기술검토서 등)의 세부분야별 자료화와 설계, 현장시공, 유지관리 등의 전 기간을 고려한 지식DB구축, 그리고 구축한 자료의 단순 index를 활용한 장표의 개발로 기술지식 자료의 내용을 간단명료하게 파악 가능한 검색기능을 강화한 시스템으로 구축하였다.

[그림 4]에서 언급한 기술지식분야별 분류 중 DB구축 주체인 기술분야별 분류는 [그림 8]과 같이 크게 3단계, 즉 대분류, 중분류, 세분류로 분류하며, 대분류의 경우는 공통, 노반, 궤도, 정착장, 전력, 신호, 통신 등으로 분류하며, 우선 분석 대상인 노반과 궤도를 중심으로 자료를 분석하였다. 각각의 세분류의 경우 공통적인 세부항목으로 다음과 같은 30개의 항목으로 구성하고 있다. 세부항목의 경우 세분류에서



[그림 8] DB 구축주체인 기술분야별 분류 및 공통 세부항목

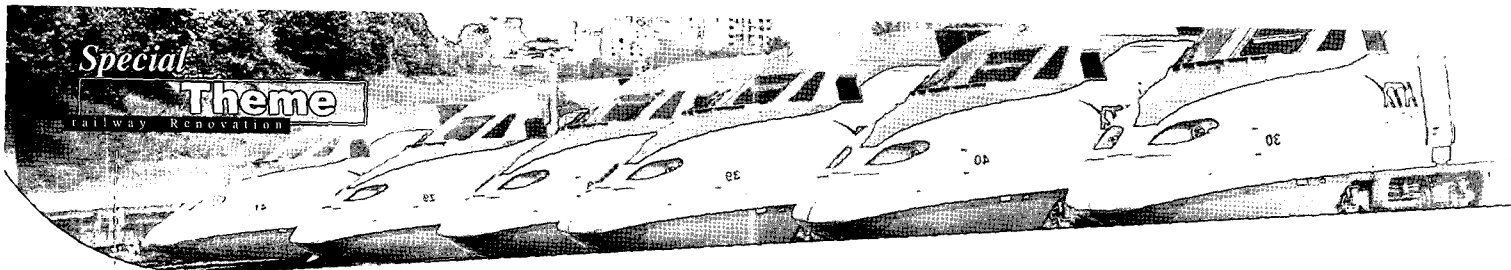
해당 자료를 포함할 수도 있고, 포함하지 않을 수도 있다. 그리고 DB구축 주체인 기술분야별의 3단계 구성은 [그림 9]와 같이 노반의 경우 중분류로 토공, 교량, 정착장, 터널 등으로 분류하고 궤도의 경우도 중분류로 선로, 궤도장비, 궤도재료 분야, 분기 및 배선 등으로 분류하였다.



[그림 7] 기술자료 분류시 중점고려사항

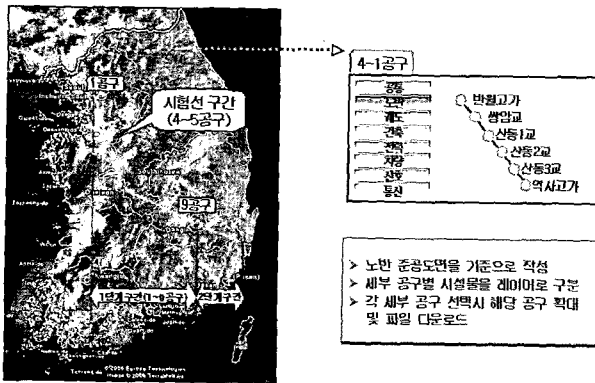


[그림 9] 기술분야의 구성



2.5 경부고속철도 1단계 구간의 시설물 배치도

시설물배치도는 [그림 10]과 같이 경부고속철도 구간의 각 세부공구별로 분리하여 각 세부 공구를 클릭하면 해당 공구의 팝업창이 활성화되고 그 팝업창에는 각 시설물을 노반, 궤도, 건축, 전력, 차량, 신호, 통신 등으로 선택하여 각 공구에서의 시설물을 확인할 수 있도록 하고 있다. 시설물배치도 작성에 있어서 각 시설물의 기준(좌표)이 달라 한 도면에 표현하기 어려운 면도 있지만, 노반을 중심으로 시설물의 현황을 파악하는데 용이하도록 작성하고 있다.

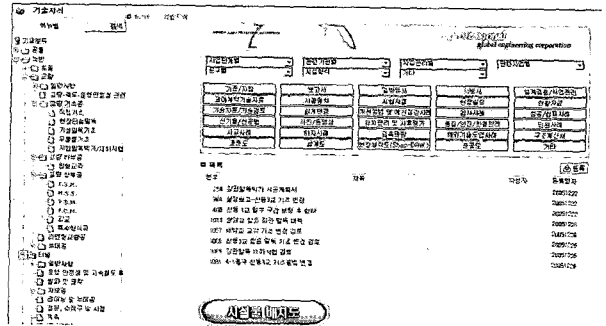


[그림 10] 시설물 배치도 개요

3. 지식 D/B구축 시스템 현황

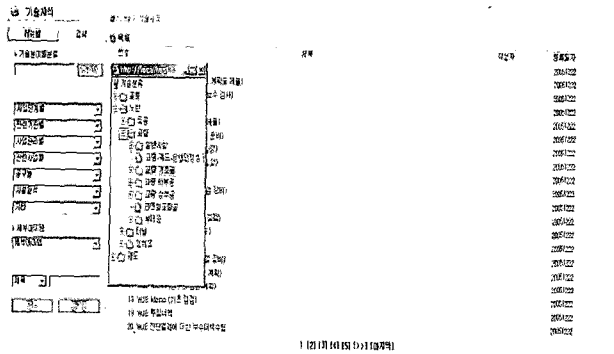
지식D/B 시스템은 한국철도시설공단 내 KMS 시스템내에서 독립적으로 운영할 수 있도록 구상하였으며, [그림 11]은 개발한 D/B구축 시스템의 기본화면이다. [그림 11]에서 보는 바와 같이 좌측의 메뉴별 트리에서 기술분야별 분류를 대분류(노반, 궤도, 차량, 전력, 신호, 통신), 중분류(교량, 터널, 정차장 등), 소분류(교량 기초공, 교량 하부공, 교량 상부공 등)로 분류하여, 각 카테고리에 맞는 세부항목을 선택하여 관련 자료를 검색할 수 있다. 우측 상단의 사업단계별, 관련기관별, 사업관리별, 관련사업별, 공구별, 시설형식 및 기타의 드롭&다운 버튼을 클릭시 각 해당 항목을 선택할 수 있으며, 각 항목들은 독립적으로 구성되어 있다. 그리고 30가지의 세부항목은 좌측의 기술분야별 분류에서 공통으로

적용되는 부분으로 기본화면에서 고정되어 있고, 기술분야별 분류에서 세분류 내에 추가항목이 있는 경우에는 시스템의 추가/수정/삭제 버튼을 이용하여 수정할 수 있다.



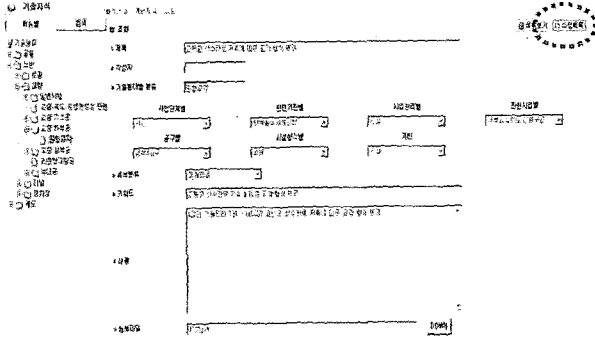
[그림 11] 지식DB 시스템의 기본화면

[그림 12]는 등록 자료의 제목, 키워드, 작성자에 대한 항목으로 검색할 수 있는 화면으로, 기술분야별 맵을 선택하고 각 관련 분야별 해당 항목을 선택하여 검색할 수 있다.



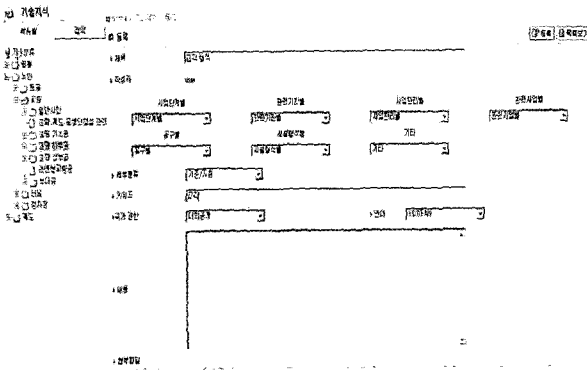
[그림 12] 지식 DB 시스템 검색화면

시스템에 기술지식으로 자료를 등록하는 화면은 [그림 13]과 같으며, 기술분야 및 관련 분야별 해당 항목을 선택한 후 등록자료의 일반사항(제목, 키워드, 보안등급, 자료의 언어, 간략 내용 등)을 입력하여 등록할 수 있도록 구성되었다. 등록항목 중 제목, 키워드, 내용은 필수 입력항목이다.



[그림 14] 등록 자료의 수정이력

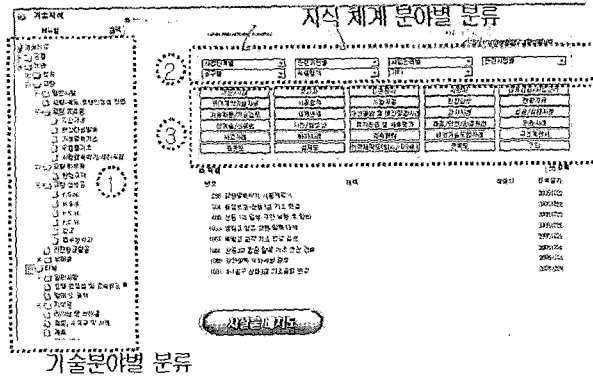
[그림 14]는 기술지식으로 등록된 자료에 대하여 추후에 수정사항이 있는 경우 우측 상단의 '수정목록'을 클릭하게 되면 수정일시와 수정항목의 내역을 볼 수 있다.



[그림 13] 기술지식 등록화면

지금까지 설명한 지식D/B 시스템의 주요사항은 각 분야별 분류(기술분야별, 사업단계별, 관련기관별, 사업관리별, 관련사업별, 공구별, 시설형식별, 기타분류)를 통한 자료의 습득이 가능하며, 기술분야별 분류를 주체로 한 기술분야 카테고리 선택을 통한 자료 검색방법과 각 분야의 키워드 중심의 검색방법 2가지로 이용할 수 있다. 그리고 기술분야 카테고리에 따른 30가지의 세부항목으로 분류하여 주요 세부항목으로 자료의 파악이 가능하다. 부가적으로 시스템에 등록된 자료의 보안 등급에 따른 관련 자료의 열람 및 출력 등의 옵션을 포함하고 있어, 대내외적으로 보안에 중점을 두고 있다.

본 시스템에서 주의할 사항은 카테고리를 통한 자료 검색시 [그림 15]와 같은 순서로 해야 한다. 먼저, [그림 15]에서 ①의 기술분류 체계에서 해당 카테고리를 선택하고 ②의 각 지식체계 분야의 해당 항목을 선택하며, ③의 세부항목의 해당 아이콘을 클릭한다. 특히 순서대로 하지 않고 최후에 선택하는 항목에 대한 자료가 검색되므로 이에 주의하며, 각 해당 항목을 클릭 단계에 해당하는 자료를 목록에서 볼 수 있다.



[그림 15] 기술자료 검색순서

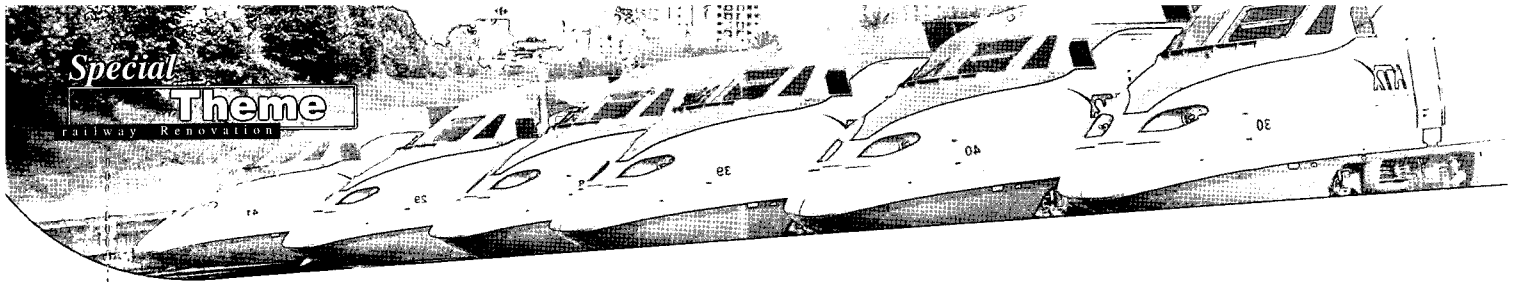
4. 지식 D/B구축 시스템의 기대효과 및 활용방안

10여년에 걸친 경부고속철도 계획, 설계, 시공을 통한 그동안의 노하우를 체계적으로 수집, 정리, 분석하여 구축한 DB 시스템을 통한 기대효과는 다음과 같다.

- 1) 고속철도 설계/시공/감리의 원천기술 정립
- 2) 실패사례 분석을 통한 효율적 기술능력 향상
- 3) 고속철도 핵심기술분야 국제경쟁력 확보
- 4) 해외진출을 위한 기반기술 정비(대륙간 고속철도, 중국고속철도 등)

구축한 시스템을 다음과 같이 활용할 수 있다.

- 1) 설계, 시공, 감리 부분에서 발생한 문제에 대하여 자료 검색을 통한 해결방안 모색가능
- 2) 현재 산재된 자료의 키워드 중심의 검색을 통한 신속



한 자료의 확보 가능

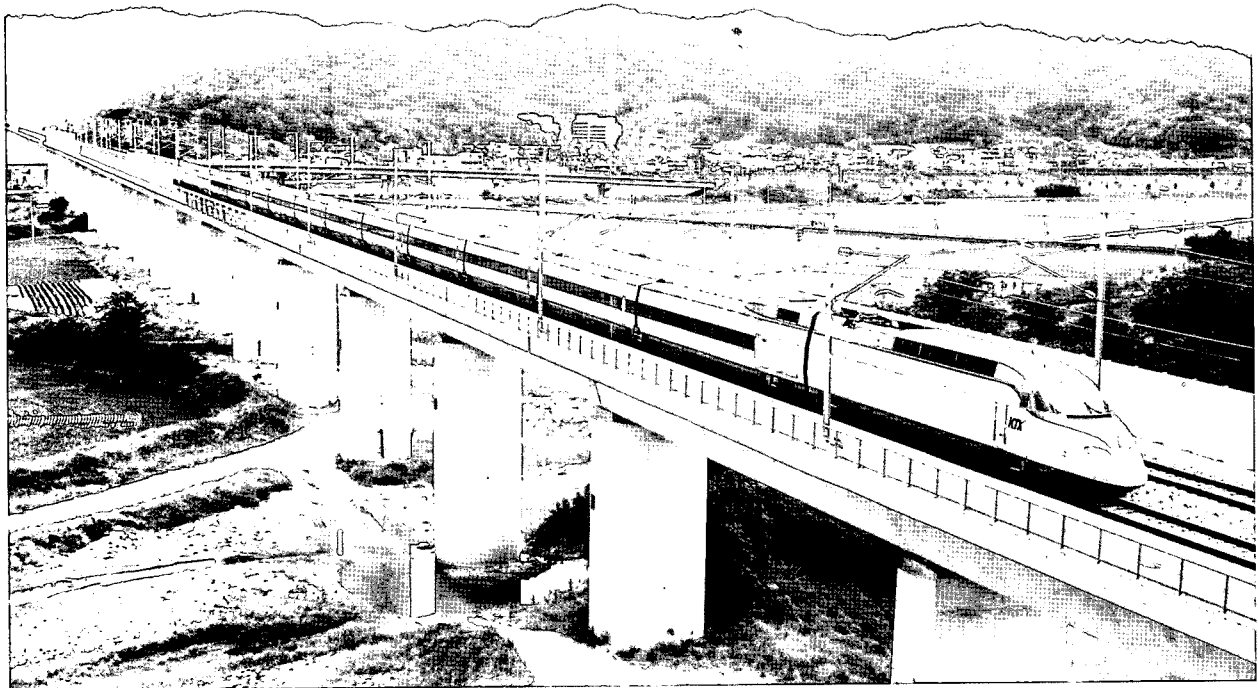
- 3) 종합배치도의 작성의 기시공된 경부고속철도 1단계 구간에 대한 시설물에 대한 파악이 용이
- 4) 시스템 구축으로 추후 유용한 개인 소장 자료의 등록을 통한 정보공유

5. 결론

고속철도 계획, 설계, 시공, 감리 및 운영상에서 습득한 노하우를 DB로 구축하기 위해 산재되어 있던 수많은 자료들을 수집, 정리, 분류, 분석하며 고속철도 노하우 DB구축

을 수행하였다. 노반, 궤도, 건축, 차량, 전기, 통신, 신호, 제어 등 다양한 분야 중 우선적으로 노반 및 궤도 분야에 한해서 노하우 선별 작업을 수행하였으며, 고속철도 설계 제반 기술 및 현장대처 능력, 그리고 SYSTRA, DE-C, BECHTEL 등의 국외 선진 기술 자문 및 검토를 중점적으로 정리하였다. 또한 경부고속철도 1단계 구간의 시설물을 한눈에 파악할 수 있도록 시설물 배치도도 함께 구성하였다.

본 시스템 구축을 통하여 효율적인 기술 접근 및 활용, 고속철도 핵심기술분야에 대한 국제 경쟁력 확보 등이 가능할 것으로 판단되며, 추후 건축, 차량, 전기, 통신, 신호, 제어 등에 대한 핵심기술 노하우의 정립이 필요하다. ☞



[참고문헌]

1. 고속철도 노하우 D/B구축 용역(중간보고서), 2006, 한국철도시설공단
2. 경부고속철도 설계, 시공 준공보고서
3. 한국도로공사 기술관리포털시스템
4. 한국철도시설공단 제2차 Wave 경영혁신과제