

한국철도공사의 열차운영계획 시스템(TOPS)



배 영 규 한국철도공사 대구본부
대구기관차승무사업소장
(greenbyg@korail.com)

1 개요

한국철도공사에서는 열차운영계획을 위하여 열차다이나전산시스템을 1998년부터 운영하고 있었다. 이 시스템은 도입한지 16년이 지난 노후 시스템으로 일본철도의 시스템을 도입하여 열차 운영 조건에 차이가 있었고, 기술적으로 시스템 구현의 한계도 있었다. 또한 열차운영 계획단계에서 체계적인 검증 없이 소수 열차계획자의 수작업에 의존하고 있어 인적오류에 대한 검증이 불가능하고 작업시간이 과다하게 소요되고 있었다.

이에 2011년부터 3년간 국토교통과학기술진흥원의 국가R&D 사업으로 열차운영계획시스템(TOPS; Train Operation Planning System)을 개발하게 되었다. 열차운영계획시스템(TOPS)은 열차운영계획 수립에 필요한 열차계획정보, 운전선도 작성, 열차다이나 작성, 선로용량 산정 등 일련의 작업과정을 최대한 시스템화하여 효율적인 업무처리와 산출물에 대한 신뢰성 향상을 목적으로 하였다.

열차운영계획시스템(TOPS)을 개발함에 있어서, 신뢰성 높은 철도이론에 기초한 상세로직을 한국철도 운영조건에 적합하게 자체 개발하고 열차계획분야 시뮬레이션 및 시험치 데이터와 비교·검증하여 시스템에 적용하였다. 1차년도에는 시스템 개발 기초설계를 위해 국내외 기술개발 동향분석, 사용자 요구사항을 바탕으로 개발 범위와 방법을 설정하는 개발 기본계획 수립, 기본계획을 통한 핵심기술 분석과 기능설계를 수행하였다. 2차년도에는 기능설계를 바탕으로 상세설계를 위한 모듈별 모델링 및 알고리즘을 개발하고, 인터페이스를 설계하여 인프라 구축 및 시범시스템 개발을 수행하였다. 3차년도에는 시스템 기초데이터인 운용데이터 구축, 시스템 검증·평가 및 보

완조치, 시스템 실용화 설치를 위한 사용자교육, 사용자 매뉴얼 작성, 인터페이스 시험을 수행하였다.

2 주요 개발내용

열차운영계획시스템(TOPS)은 도출된 1,556개의 상세기능을 적용하기 위해 12개의 전처리모듈로 구분하여 모듈 상호간 유기적으로 연계되고 외부시스템과 인터페이스 하는 토탈시스템으로 개발하였다. 12개 전처리모듈은 열차다이아 작성모듈, 운전선도 작성모듈, 데이터 관리모듈, 열차다이아 표출/출력모듈, 열차운전시각 표출/출력모듈, 선로용량 산정모듈, 표준운전시간 산정모듈, 동력차 견인중량 산정모듈, 열차가속성능 산정모듈, 열차제동성능 산정모듈, 시스템 인터페이스모듈, 백업모듈로 분류되며 시스템을 지원하는 8종의 하드웨어와 14종의 소프트웨어로 구성되어 있다. 아래는 주요 모듈에 대하여 설명한다.

2.1 데이터 관리모듈

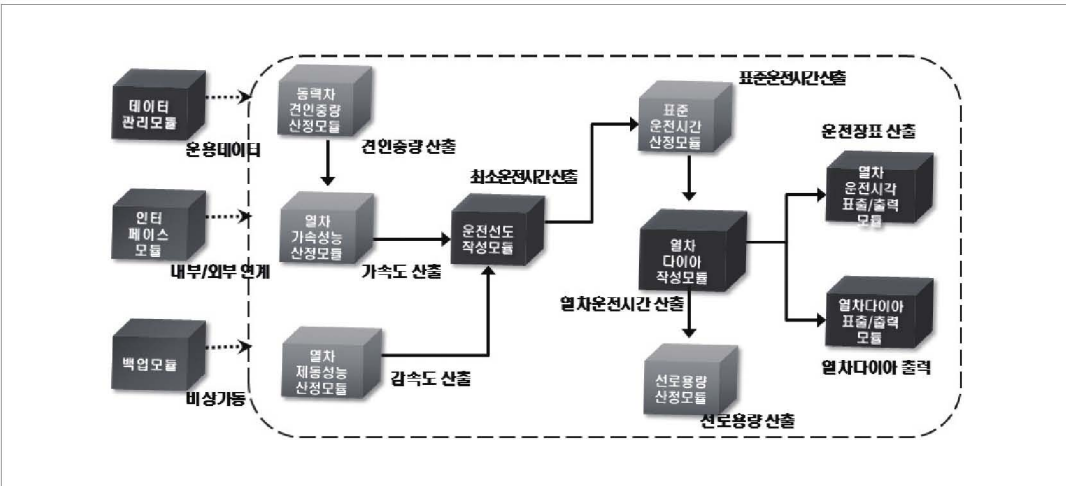
데이터 관리모듈은 전처리 모듈에서 사용하는

운영데이터를 업로드 수정, 입력, 삭제할 수 있는 모듈로서 한국철도의 운영데이터를 관리할 수 있도록 209개의 세부기능이 구현되어 있다.

- 시설정보는 정거장정보, 본선정보, 노선정보 관리로 구분되어 있다.
- 전기정보는 신호정보관리, 전차선정보관리로 구분되어 있다.
- 차량정보는 차종정보관리, 차량일반제원관리, 차량견인제원관리, 차량제동제원관리, 차량성능정보관리로 구분되어 있다.
- 운전정보는 선로제한정보, 신호제한정보, 차량제한정보로 구분되어 있다.
- 열차정보는 차량을 구성하여 열차로 운행하기 위한 열차의 편성정보를 관리하는 기능을 수행하기 위하여 열차종류, 편성구분, 편성유형, 편성차량, 편성수량, 편성내역으로 구분되어 있다.

2.2 운전선도 작성모듈

한국철도의 고속철도(복선/단선), 일반철도(복선/단선), 광역철도(복선/단선), 도시철도(복선/단



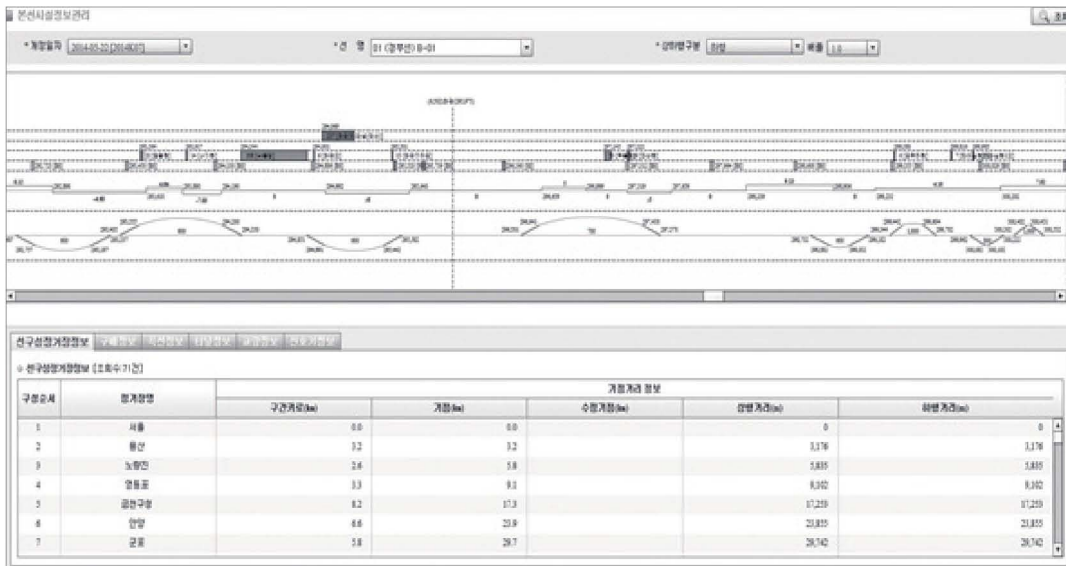
[그림 1] 열차운영계획시스템의 모듈 구성도

선) 등 현재 운영 중인 철도 및 향후 건설하는 철도의 열차운전선도를 작성할 수 있도록 178개의 세부기능이 구현되어 있다. 운전선도 실행관리기능은 운전선도 작성관리, 폐색구간분할 시물레이션, 절연구분위치 시물레이션으로 구분되어 있다.

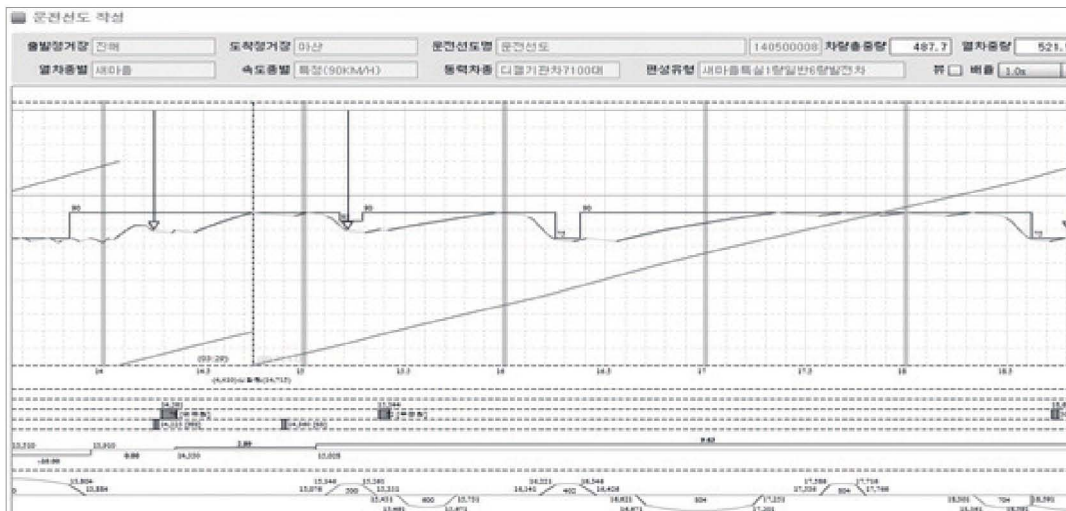
한국철도는 동일선로에서도 다양한 종류의 열차가 운행되고 있고, 동일차종으로도 여러 가지 편성의 열차를 운행되고 있어 복잡한 열차운행조

건을 고려하여 지정선로운전선도, 열차기준운전선도, 지정구간운전선도, 복합선로운전선도로 구분하여 운전선도를 작성할 수 있고, 운전선도 작성 작업을 신속하게 수행하기 위하여 화면으로 직접 확인하면서 운전선도를 수정할 수 있도록 구현되어 있다.

최소운전시간 전송기능은 작성한 운전선도의 최소운전시간을 표준운전시간 산정모델로 전송



[그림 2] 시설정보 관리화면



[그림 3] 운전선도 작성화면

하는 기능이다. 최소운전시간은 정거장간 정차-정차시간, 정차-통과시간, 통과-정차시간, 통과-통과시간으로 구분하여 전송되며, 여유시간을 부여하는 기능도 구현되어 있다.

2.3 열차다이어 작성모듈

열차다이어 작성모듈은 한국철도의 고속철도(복선/단선), 일반철도(복선/단선), 광역철도(복선/단선), 도시철도(복선/단선) 등 현재 운영 중인 철도 및 향후 건설하는 철도의 열차다이어를 작성할 수 있도록 220개의 세부기능이 구현되어 있다.

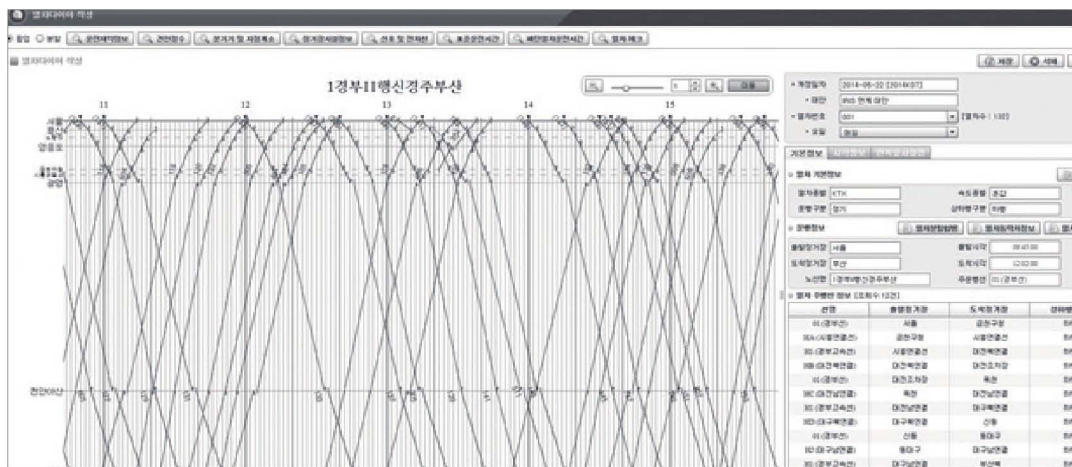
열차다이어 설정기능은 열차다이어 작성관리, 정거장 좌표관리, 열차적합성 체크, 대안 관리, 대안열차다이어 복사, 대안열차다이어 삭제, 노선별 열차다이어 복사, 열차계획 수신, 열차계획 송신으로 구분되어 있다. 열차다이어 설정기능에는 한국철도의 열차운영조건을 모두 충족시킬 수 있도록 183개 세부기능이 구현되어 있어서 열차계획자가 편리하게 시스템을 사용할 수 있다.

한국철도는 영업거리에 비하여 열차운행횟수가 많고, 여러 선로를 경유하는 복잡한 운전조건과 수도권을 중심으로 열차가 집중되는 특성을 고

려하여 지정선로열차다이어, 열차기준열차다이어, 지정구간열차다이어, 복합선로열차다이어로 구분하여 열차다이어를 설정할 수 있고, 열차다이어 설정작업을 수행할 때 작업시간 단축 및 오류예방을 위하여 화면으로 직접 확인하면서 열차운전시각이나 열차다이어를 수정할 수 있도록 구현되어 있다.

열차다이어 관리기능은 개정면 관리, 열차설정관리, 열차운행시각 관리로 구분되어 있다. 개정면은 개정일자와 열차계획자의 지정에 따라 모두 관리할 수 있고, 열차설정관리는 요일별, 열차종류별, 운행목적 등에 따라 다르게 관리할 수 있고, 열차운행시각 관리는 설정된 열차의 운행시각을 요일별, 열차종류별, 운행목적 등에 따라 관리할 수 있도록 구현되어 있다.

열차다이어 비교에는 열차운전시간 비교, 열차정차시간 비교, 열차표정시간 비교, 열차표정속도 비교로 구분되어 있다. 열차운전시간 비교는 요일별, 열차종류별, 개별열차별로 순수열차운전시간을 개정면에 따라 수치와 그래프로 비교해 주고, 열차정차시간 비교는 요일별, 열차종류별, 개별열차별로 순수열차정차시간을 개정면에 따라 수



[그림 4] 열차다이어 설정화면

치와 그래프로 비교해 주고, 열차표정시간 비교는 요일별, 열차종류별, 개별열차별로 열차운전시간과 열차정차시간을 합한 열차표정시간을 개정면에 따라 수치와 그래프로 비교해 주고, 열차표정속도 비교는 요일별, 열차종류별, 개별열차별로 열차표정속도를 개정면에 따라 수치와 그래프로 비교해 준다.

3 맺음말

열차운영계획시스템(TOPS)을 개발하면서 복잡한 한국철도의 특성을 반영한 새로운 시스템을 독자적으로 개발하여 열차운영계획의 순수 국내

기술을 확보하였다. 본 시스템은 국가R&D 사업 완료 후 한국철도공사 운전기술단에 실용화 되어 호남고속철도 등 신규 개통되는 사업의 열차운영계획을 수립하는데 사용되고 있다.

기존 열차다이나전산시스템의 자동화율은 18.3%에 불과하여 대부분 열차계획자의 수작업에 의존하고 있었으나, 신규로 개발한 열차운영계획시스템은 자동화율이 81.8%로 상대적으로 63.5%p 향상된 자동화를 구현하였다. 이와 같은 자동화 기능 향상으로 작업시간을 단축하고, 열차설계의 정밀도를 향상시켜 효율적인 열차운영 및 철도투자의 효과성 증대가 기대된다.



참고문헌

1. 배영규 외(2014), 열차운영계획시스템(TOPS) 개발 최종보고서, 국토교통부·국토교통과학기술진흥원.