

16RTRP-
B082515
-03

테
스
트
베
드

구
축

기
획
보
고
서

2016

국
토
교
통
부

국토교통과학기술진흥원

Land Infrastructure and
Transport R&D Report

보안 과제(), 일반 과제(○) / 공개(○), 비공개()
철도기술연구사업 사업 제3차년도 4세부 기획보고서

R&D /
16RTRP-B082515-03

실시간 철도안전
통합 감시제어시스템
테스트베드 구축 기획보고서

2016. 09. 06.

주관연구기관 / 한국철도기술연구원

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

제 출 문

국토교통과학기술진흥원장 귀하

‘기존 안전검지장치 및 현장 운영데이터 기반 실시간 철도안전 통합 감시제어시스템 개발’
(연구개발 기간 : 2014. 08. ~ 2019. 02.) 과제의 4세부과제 테스트베드 구축 기획보고서 2부를
제출합니다.

2016. 09. 06.

주관연구기관명 : 한국철도기술연구원

(대표자) 김 기 환



주관연구기관책임자: 김 상 암

국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제38조에 따라 최종보고서 열람에
동의합니다.

보고서 요약서

과제 고유 번호	16RTRP-B082515-03	해당 단계 연구 기간	2014.08.29.~ 2019.02.28.	단계구분	1 / 1
연구사업명	중사업명	철도기술연구사업			
	세부사업명				
연구과제명	대과제명	기존 안전검지장치 및 현장 운영데이터 기반 실시간 철도안전 통합 감시제어시스템 개발			
	세부과제명				
연구책임자	김 상 암	해당단계 참여 연구원 수	총: 134 명 내부: 명 외부: 명	해당단계 연구개발비	정부: 19,800천원 기업: 5,027천원 정부 외: - 천원 계: 24.827 천원
		총 연구기간 참여 연구원 수	총: 134명 내부: 명 외부: 명	총 연구개발비	정부: 19,800천원 기업: 5,027천원 정부 외: - 천원 계: 24.827 천원
연구기관명 및 소속 부서명	한국철도기술연구원 철도안전연구실			참여기업명 대아티아이(주), (주)키삭, 한국철도공사, (주)한국신뢰성기술, (주)위세아이텍, (주)에이알텍, 범아기전(주), (주)파워닉스, (주)세화, (주)에이치브레인, 서울과학기술대학교	
국제공동연구	상대국명:	상대국 연구기관명:			
위탁연구	연구기관명:	연구책임자:			
요약				보고서 면수 : 156	
<ul style="list-style-type: none"> ○ ‘실시간 철도안전 통합 감시제어시스템 개발’ 연구단 전체 개발 목표 및 주요 개발 내용 ○ 4세부과제 수행을 위한 실 운영노선 기반 테스트베드 구축 및 운영에 관한 기본계획 (테스트베드 구축 기본계획) ○ 테스트베드 상에 설치 및 검증할 실시간 철도 안전 통합 감시 제어시스템 각 세부 구성 요소에 대한 상세설계 					

국문 요약문

연구의 목적 및 내용	<p>‘기존 안전검지장치 및 현장 운영데이터 기반 실시간 철도안전 통합 감시제어 시스템 개발’ 연구단 과제 4세부과제인 ‘실시간 철도안전 통합 감시·제어시스템 현장적용 및 성능검증’을 위한 테스트베드 구축 기획 보고서</p>				
연구개발성과	<p>○실시간 철도 안전 통합 감시제어시스템 개요</p> <p>첨단 IT와 네트워크 기술을 적용하여, 철도 관제시스템을 중심으로 철도차량, 철도 역사 및 시설 등에 대한 안전관련 정보를 실시간으로 감시(모니터링)하고 사고위험을 조기 예측·진단하여 제어할 수 있는 실시간 철도안전 통합 감시·제어시스템 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 기존 안전검지 장치의 데이터와 향후 확장될 수 있는 지능형 안전 감시장치의 데이터를 통합하여 철도안전정보를 실시간으로 감시 및 제어할 수 있는 철도안전 관제 시스템 개발 - 안전검지 장치 데이터, 기존 운영기관 DB 등 빅데이터를 바탕으로 실시간 리스크 기반 철도사고 예측 알고리즘에 의해 철도사고를 예측하는 통합 플랫폼 및 관리체계 구축 - 기존 안전검지장치의 성능 및 신뢰성을 향상시키기 위한 고도화 연구개발 - 실시간 철도안전 통합 감시제어시스템 현장적용을 통한 검증 수행 <p>○테스트베드 구축 기본계획</p> <ul style="list-style-type: none"> - 물리적 범위 : 철도교통관제센터(구로) 및 원주-강릉 노선 일부 - 테스트베드 구축, 운영을 위한 적용대상 검토 <ul style="list-style-type: none"> · 실시간 철도 안전관제 플랫폼 · 안전검지장치 I/F 장치 · 기존 안전검지장치(3세부 성능개선품 포함) · 원주-강릉 노선 최적 적용개소 - 테스트베드 구축, 운영을 위한 적용방안 수립 <ul style="list-style-type: none"> · 상기 적용대상 설치 상세설계 방안 · 상기 적용대상 설치, 통합 및 검증 일정 기본계획 · 테스트베드 운영을 통한 시스템 검증 요구사항(철도건설 및 안전법 관련 규정 등) 및 검증 기본계획 - 테스트베드 구축, 운영(현장시험 등 검증 포함) 소요예산 산출 <p>○실시간 철도 안전 통합 감시제어시스템 상세설계</p> <ul style="list-style-type: none"> - 시스템 요구사항 분석 - 시스템 상세 설계 기능 아키텍처 - 시스템 물리 아키텍처 - 시스템 성능사양 				
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	4세부과제 ‘실시간 철도안전 통합 감시·제어시스템 현장적용 및 성능검증’ 연구개발계획에 활용				
핵심어 (5개 이내)	철도안전	실시간 통합 감시제어	테스트베드	운영 기본계획	시스템 상세설계

〈 목 차 〉

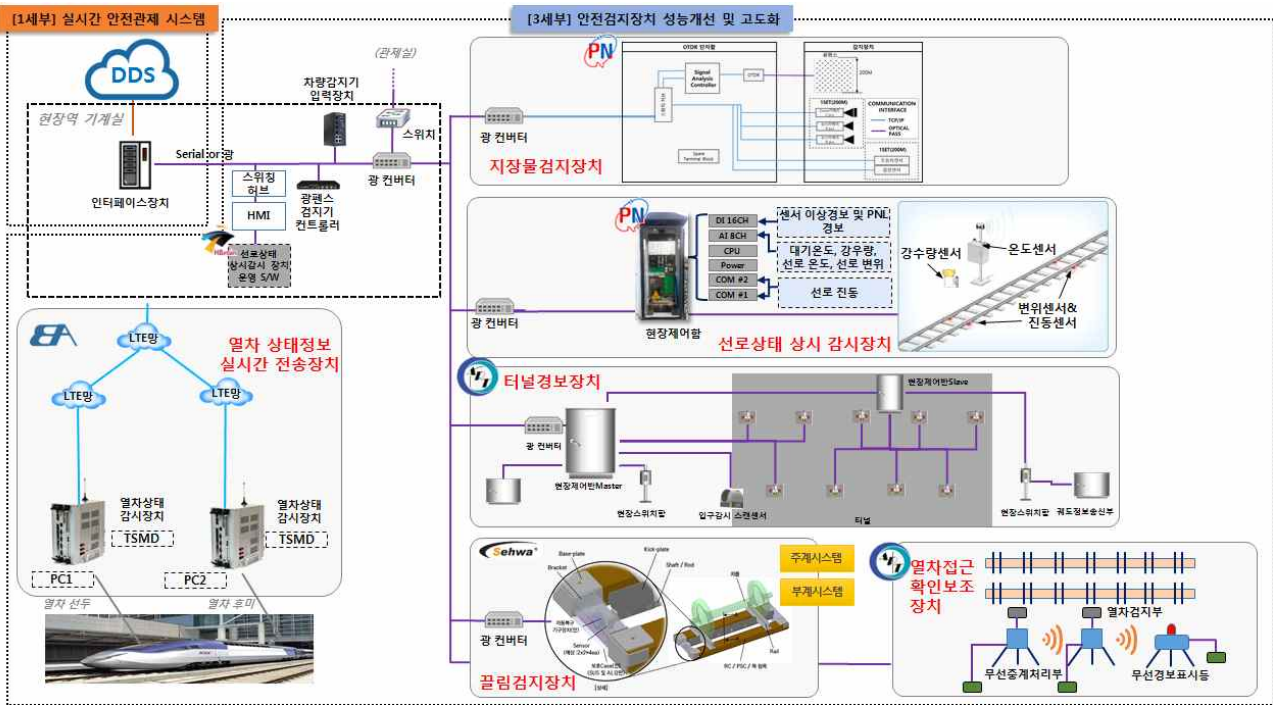
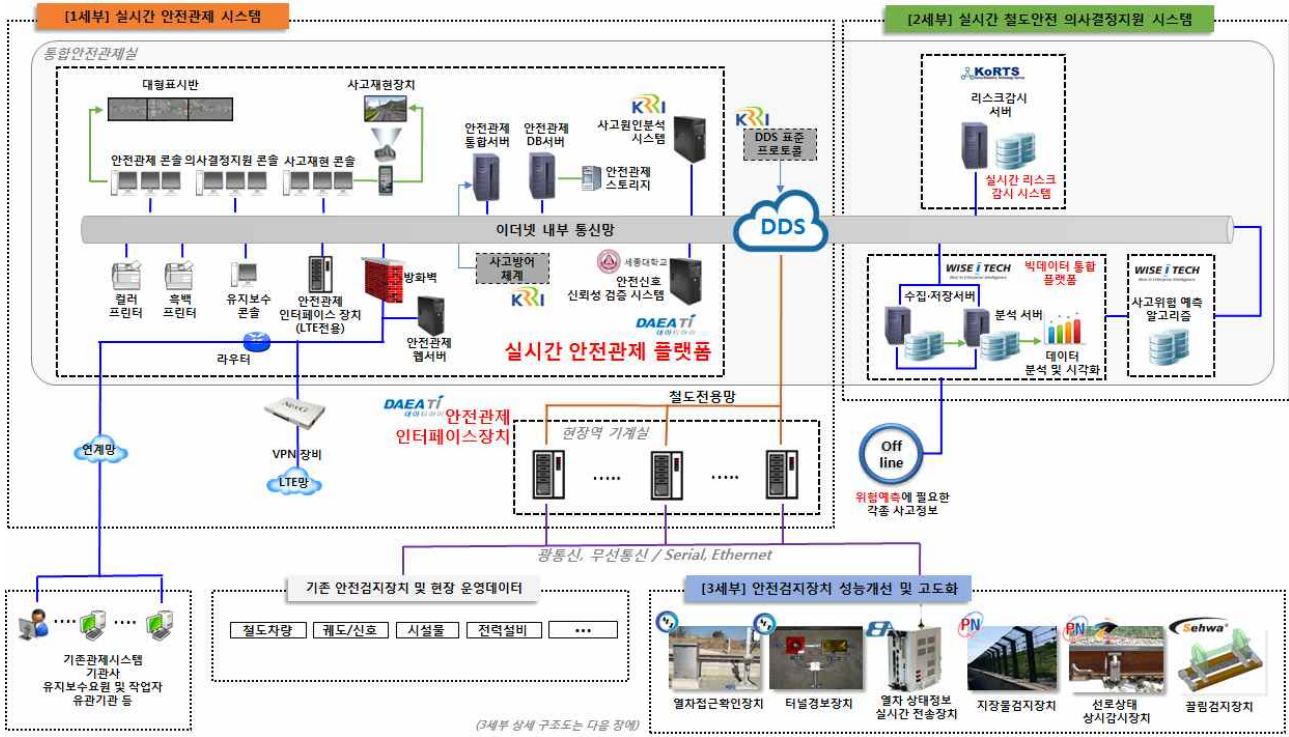
1. 실시간 철도 안전 통합 감시제어시스템 개요 1
2. 테스트베드 구축 기본계획 13
3. 실시간 철도 안전 통합 감시제어시스템 상세설계 85

제1장. 실시간 철도 안전 통합 감시제어시스템 개요

1. 실시간 철도 안전 통합 감시제어시스템 과제 요약

<p>연구개발목표</p>	<p>첨단 IT와 네트워크 기술을 적용하여, 철도 관제시스템을 중심으로 철도차량, 철도역사 및 시설 등에 대한 안전관련 정보를 실시간으로 감시(모니터링)하고 사고위험을 조기 예측·진단하여 제어할 수 있는 실시간 철도안전 통합 감시·제어시스템 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 기존 안전검지 장치의 데이터와 향후 확장될 수 있는 지능형 안전 감시 장치의 데이터를 통합하여 철도안전정보를 실시간으로 감시 및 제어할 수 있는 철도안전관제 시스템 개발 ○ 안전검지 장치 데이터, 기존 운영기관 DB 등 빅데이터를 바탕으로 실시간 리스크 기반 철도사고 예측 알고리즘에 의해 철도사고를 예측하는 통합 플랫폼 및 관리체계 구축 ○ 기존 안전검지장치의 성능 및 신뢰성을 향상시키기 위한 고도화 연구개발 ○ 실시간 철도안전 통합 감시제어시스템 현장적용을 통한 검증 수행
<p>연구개발내용</p>	<p>[1세부과제] 실시간 철도 안전관제시스템 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 기존 안전검지 장치의 데이터와 향후 확장될 수 있는 지능형 안전감시장치의 데이터를 통합하여 철도안전정보를 실시간으로 감시하고 제어할 수 있는 실시간 철도 안전관제 H/W 및 S/W 플랫폼 개발 ○ 실시간 철도안전 감시·제어를 위한 안전검지장치 데이터/통신 프로토콜 표준화 ○ 안전감시장치의 데이터를 실시간으로 수집하는 안전검지장치 인터페이스 장치 개발 ○ 철도종류(고속/일반/도시)별 설치, 운영 및 유지관리 방안 도출 및 실시간 철도 안전 통합 감시제어의 적용을 위한 법제화 방안 제시 ○ 사고 및 장애 발생 시 모니터링 데이터 분석을 통한 원인분석 시스템 개발 <p>[2세부과제] 실시간 철도안전 의사결정 지원시스템 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 철도안전관리에 필요한 실시간 의사결정지원시스템 구축 ○ 안전검지 장치 데이터, 기존 운영기관 DB 등 빅데이터를 통한 철도사고 위험 예측을 위한 통합 플랫폼 및 관리체계 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 철도안전 빅데이터 관리, 분석(data mining 등) 및 위험예측 알고리즘 개발 ○ 실시간 리스크 기반 철도사고 예측 알고리즘 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 온라인 모니터링 데이터 기반 실시간 리스크 고속연산 알고리즘 개발 - 리스크 정보 기반 위험요소 식별 및 위험관리 알고리즘 개발 <p>[3세부과제] 기존 안전검지장치 성능개선 및 고도화 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 기존 안전검지장치 성능 및 신뢰성 향상 <ul style="list-style-type: none"> - 고속철도, 일반철도, 도시철도의 기존 안전검지장치(센서 등) 중 실시간 모니터링을 위해 기능 및 신뢰성 개선이 필요한 대상에 대한 현장적용성, 설치 후 유지보수성, 적용비용 등을 고려한 검지장치 개발 ○ 유무선 전송 시스템 품질향상 및 대체기술 개발

	<ul style="list-style-type: none"> ○ 현장적용 검증 및 성능·품질 보완 <p>[4세부과제] 실시간 철도안전 통합 감시·제어시스템 현장적용 및 검증</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 시스템 검증을 위한 현장적용 대상 노선 선정, 및 현장 시범구축 및 검증계획 수립 ○ 실시간 철도안전 통합 감시·제어시스템 구축 및 시범운영을 통한 검증 및 보완
<p>연구개발성과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 실시간 철도안전관제 H/W 및 S/W 플랫폼 ○ 안전검지장치 인터페이스 장치 ○ 실시간 사고방어체계 시스템 ○ 실시간 철도안전 통합 감시제어시스템 법제화 방안 ○ 안전검지장치 통합감시 프로토콜 규격(안) ○ 철도종류별 실시간 철도안전 통합 감시제어시스템 설치, 운영 및 유지관리 방안 ○ 효율적인 철도안전정책을 수립할 수 있는 사고원인분석시스템 ○ 철도안전 빅데이터 통합 플랫폼 ○ 빅데이터 기반 철도사고 예측 시스템 ○ 철도안전 빅데이터 고성능 분석 S/W ○ 실시간 리스크 감시 시스템 ○ 기존 안전검지장치 성능개선 및 고도화 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 열차접근확인보조장치 - 터널경보장치 - 지장물검지장치 - 선로상태상시감시장치 - 끌림물체검지장치 ○ 테스트베드 구축을 통한 현장 시범구축 및 검증
<p>활용계획 및 기대효과</p>	<p>(1) 정량적 파급효과</p> <ul style="list-style-type: none"> - 철도사고율과 사망률의 선진국 수준 유지와 사고율 50% 감소 기여를 통한 세계 일류의 철도운영 목표 달성에 기여 - 통합 감시시스템 개발, 인터페이스 장치 개발 및 검지장치 성능개선 등 순수 핵심 국내 기술을 개발함으로써 수입 대체효과 - 개별 성과물 및 시스템 단위 판매로 해외시장 창출 기대효과 - 철도 운영기관의 운영효율 증대 효과 - 시스템 도입 효과 : 10년 간 사망자 242명, 중상자 523명 감소 효과 기대 <p>(2) 정성적 파급효과</p> <ul style="list-style-type: none"> - 사고피해 저감, 종합적이고 정량적 위험도평가, 주요 안전설비 고장의 즉시 정보 등 안전 목표의 질적 개선을 목표로 함. - 다양한 현장의 안전감시 정보를 활용하여 정확하고 신속한 의사결정이 가능케 하며, 분산된 다양한 안전정보를 통합하여 신뢰성 있는 열차운행을 지원함. - 사회적 파장이 큰 운행사고(충돌, 탈선 등)를 신속하게 예방 제어함으로써 철도교통에 대한 신임도를 높일 수 있음

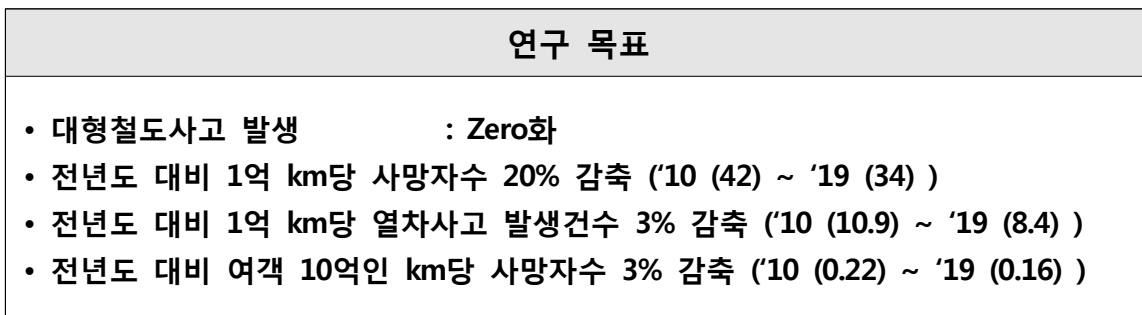
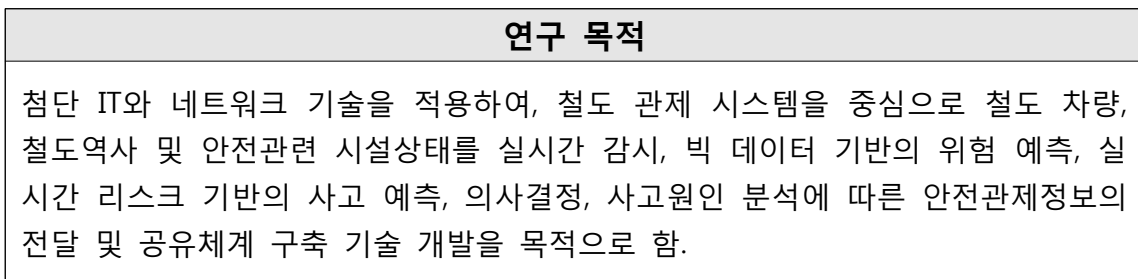
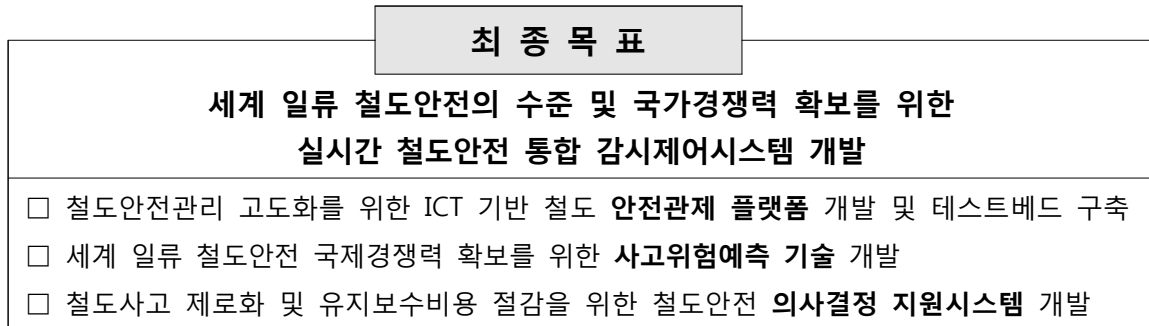


< 실시간 철도안전 통합 감시제어 시스템 구성도 전체 시스템 구성도 (상) / 현장 상세 구성도 (하)>

2. 실시간 철도 안전 통합 감시제어시스템 과제 연구개발 목표

가. 최종 목표

(1) 최종 목표



※ 대형철도사고 : 사망자 10인 이상 발생한 철도사고
 선진국 수준(유럽 ERA 상위 5개국 평균) : '11년 기준 1억km당 열차사고 발생건수 8.82건, 사망자수 12.5명(자살자 제외)

(2) 연구 필요성

(가) 실시간 철도안전 통합 감시제어 시스템의 필요성

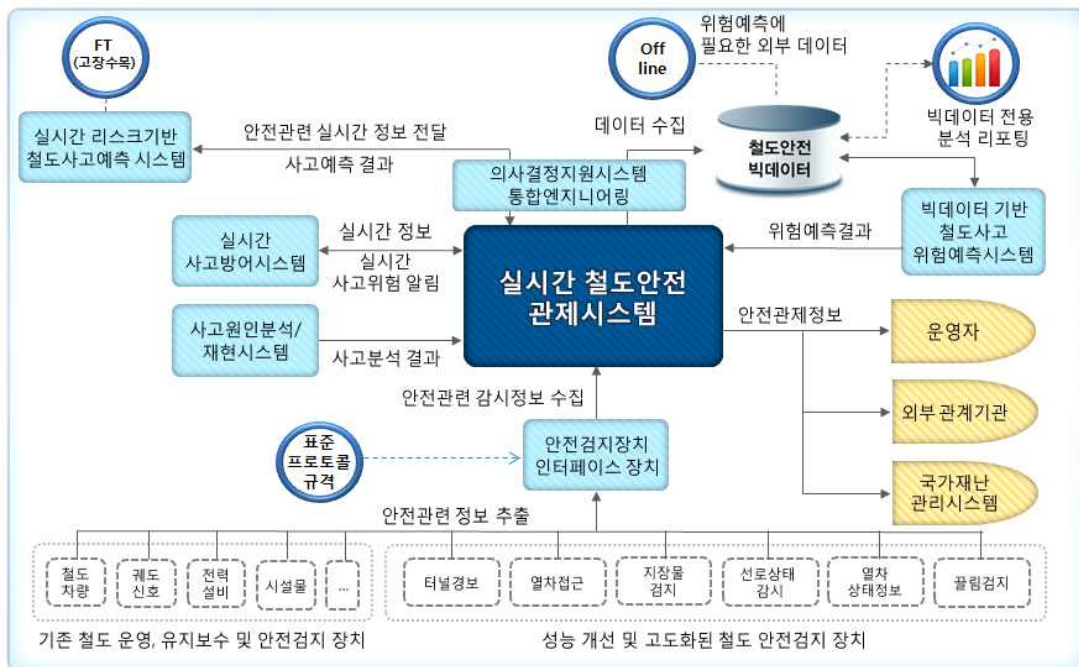
- 철도 현장에 도입된 안전시스템의 센서 및 계측기를 통해 많은 정보가 생성되고 있지만, 안전 운영 및 사고 발생 시 대책을 수립하는 데에 이를 제대로 활용되지 못하고 있는 실정임.
- 안전과 관련된 주요 역할을 하는 기관사와 관제사가 현장의 상황을 실시간으로 제공받고, 사고 위험성 및 사고발생 시 적절한 대응을 위한 시스템적인 개선방안이 필요하다.

(나) 기존 “운행관제”시스템의 문제점

- 기존 “운행관제”에서는 현장 안전 현황을 실시간으로 파악하기 위하여 각 분야별(신호, 차량, 시설) 단말 장치들로부터 일부 핵심 정보를 수집하고 있으나, 이들은 별도의 시스템으로 구축되어 비효율적으로 운영되고 있으며,
- 모든 정보를 통합적으로 취합/분석하여 사고위험을 미리 감지하고 예방하지 못하고 있는 실정이다.

(다) 개발 “안전관제”시스템의 차별성

- 기존 관제시스템의 수정/보완이 아닌 독립적인 “안전”관제시스템의 개발임.
- 본 시스템은 기존에 각 분야별, 기능별로 분산되어 감시되고 있는 안전관련 데이터를 추출하여 표준화된 프로토콜로 변환하여 통합 감시하고,
- 실시간 안전검지 데이터 및 비실시간 고장/유지보수 데이터를 통합하여, 사고예방을 위한 즉각적 경보, 온라인 리스크 모니터링 및 빅 데이터 분석을 통한 잠재적 사고위험 예측 정보를 제공하며,
- 운영요원(ex. 관제요원)이 적합한 의사결정을 내릴 수 있도록 정보를 지원하고, 필요한 핵심 안전정보는 기존 운영관제시스템과 연계할 수 있는 실시간 안전관제시스템을 개발하는 것임.
- 또한 사고통계 집계에 의한 사후 위험저감보다는 실시간적으로 철도시스템의 형상의 이상점을 감시하여, 즉각적인 위험도를 평가함으로써 사고발생 가능성을 최소화하고 즉각적인 사고 위험의 진전을 방지하고자 한다.



< 실시간 철도안전 통합 감시제어 시스템 개요도 >

나. 1세부 과제 목표

(1) 실시간 철도안전관제 시스템 개발 목표

첨단 IT와 네트워크 기술을 적용하여, 철도 관제시스템을 중심으로 철도차량, 철도역사 및 시설 등에 대한 안전관련 정보를 실시간으로 감시(모니터링)하고 사고위험을 조기 예측·진단하여 제어할 수 있는 실시간 철도안전 통합 감시·제어시스템을 개발한다.

- 기존 안전검지 장치의 데이터와 향후 확장될 수 있는 지능형 안전감시장치의 데이터를 통합하여 철도안전정보를 실시간으로 감시하고 제어할 수 있는 실시간 철도 안전관제 H/W 및 S/W 플랫폼 개발
- 실시간 철도안전 감시·제어를 위한 안전검지장치 데이터/통신 프로토콜 표준화
- 안전감시장치의 데이터를 실시간으로 수집하는 안전검지장치 인터페이스 장치 개발
- 적합한 예비조치를 통해 일련의 사고 대응 및 예방하는 사고 예방제어 시스템 개발
- 철도종류(고속/일반/도시)별 설치, 운영 및 유지관리 방안 도출 및 실시간 철도안전 통합 감시 제어의 적용을 위한 법제화 방안 제시
- 사고 및 장애 발생 시 모니터링 데이터 분석을 통한 원인분석 시스템 개발



<1세부 과제 목표 및 주요 구성 요소>

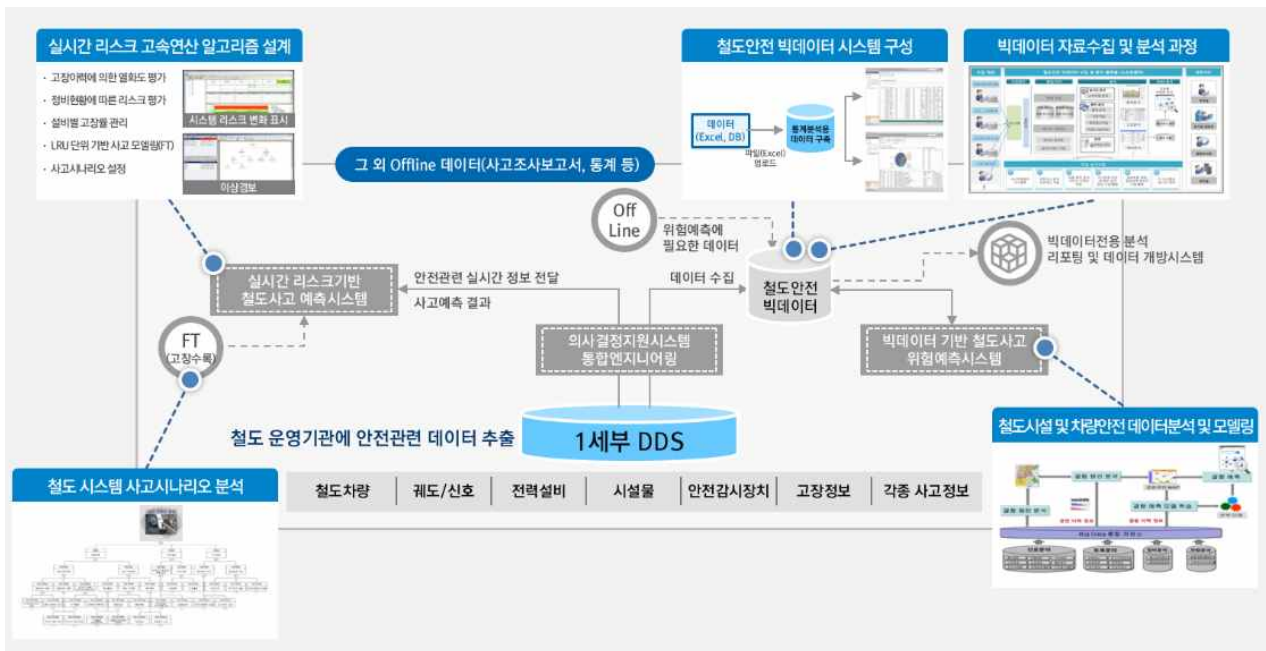
다. 2세부 과제 목표

최종목표

- 철도안전관리에 필요한 실시간 의사결정지원시스템 구축
- 빅데이터를 활용한 사고위험 예측 시스템 구축
- 실시간 철도차량 및 시설물에 대한 리스크 감시 시스템 구축

기존 운영데이터 중 안전과 관련된 데이터를 통합하여 운영함으로써 안전관계자가 신속한 의사결정을 지원해줄 수 있는 실시간 의사결정지원 소프트웨어 시스템을 개발한다.

- 기존에 운영 중인 철도 운영데이터 중 안전과 관련된 정보만을 DB화 하여 필요한 정보만을 분석하여 가시화 할 수 있도록 적용
- 실시간 철도안전 의사결정지원시스템을 구축하여 철도 차량, 운행선 인접공사의 위치, 철도 역사 및 안전관련 시설물의 상태 및 사고위험을 예측
- 감시하는 빅 데이터 기반의 위험 예측, 실시간 리스크 기반의 사고 예측을 하여 정보를 전달 하는 의사결정지원시스템을 구축하는 기술 개발을 목적으로 함.



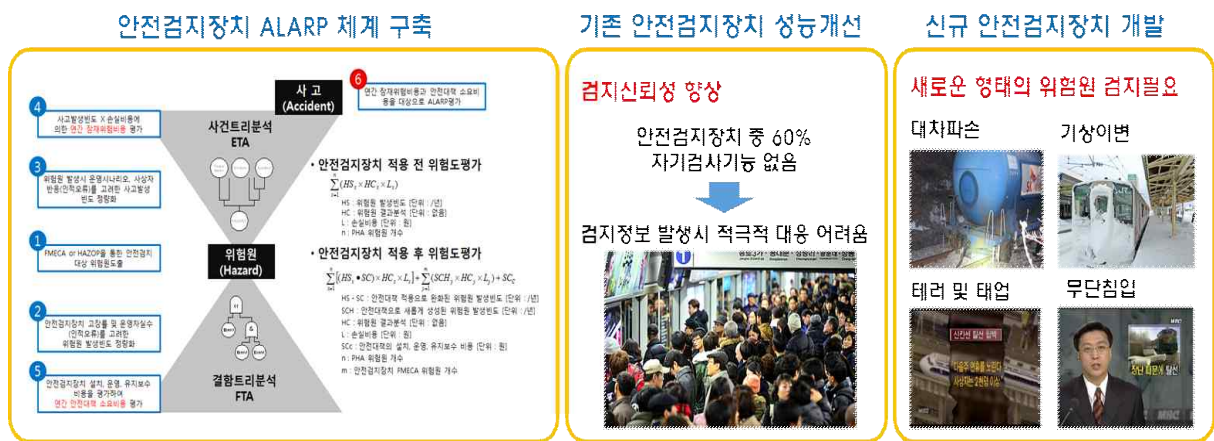
<2세부 주요 구성 요소>

최종목표

안전검지장치 개선 및 도입 효과에 대한 정량적 평가체계(ALARP) 구축
 기존 안전검지장치의 자기검사 등 성능개선
 현재 검지되지 않는 위험원으로 인한 사고예방 목적의 안전검지장치 개발

열차충돌, 탈선, 화재 등 철도사고의 예방과 심각도 저감을 위해 기 운영되고 있는 안전검지장치 (열차 상태정보 실시간 전송 장치, 터널경보장치, 열차접근확인 보조장치, 지장물검지장치, 선로상태 상시감시장치, 끌림물체검지장치)의 성능을 개선한다함. 또한 국제표준에 따른 합리적 수준의 안전 검지장치 도입(ALARP)체계를 구축하며, 기존안전검지장치의 성능향상과 기존안전검지장치의 고도 화 개량을 통해 철도시스템의 안전성 향상을 위한 기술 개발을 목표로 한다.

- 사람보호용 안전보조장치 성능개선 및 고도화 개발
- 신뢰성 평가, 입증을 위한 방법론 조사, 분석 및 제시
- 선로상태 상시감시 운영 소프트웨어 개발
- 안전검지장치와 실시간 철도안전 통합 감시제어시스템과의 통합 관리
- 열차 상태정보 실시간 전송 장치 개발
- 철도차량 안전설비 성능개선 및 고도화 개발(지장물 검지 및 선로상태)
- 철도차량 안전설비 성능개선 및 고도화 개발(끌림검지)



<3세부과제 기존 안전검지장치 성능개선 및 고도화 개발 개념도>

제2장. 테스트베드 구축 기본계획

1. 테스트베드 구축 기본 계획 개요

가. 목적

2015년 국토교통부 소관 철도기술연구사업 「기존 안전검지장치 및 현장 운영데이터 기반 실시간 철도안전 통합감시·제어시스템 개발」 연구단 4세부과제(3차년도 착수) 수행과 관련하여 실 운영 노선 기반 테스트베드 구축 및 운영에 관한 기본계획 수립이 요구된다.

테스트베드 대상은 2016년 1월 중 결정될 예정이며, 이를 기반으로 2016년 5월부터 2019년 4월까지 약 3년간 1, 2, 3세부과제에서 도출되는 성과물들이 테스트베드 구간과 대상 차량에 설치, 운영 및 검증될 수 있도록 전체 시스템 및 부대설비에 대한 상세설계, 제작, 설치, 운영 및 검증 기본계획 수립이 요구된다.

나. 테스트베드 구축 기본 계획 범위 및 내용

<테스트베드 구축 기본 계획 범위 및 내용>

내용	범위
실시간 철도안전 통합 감시 제어시스템 테스트베드 구축 기본계획 및 4세부과제 RFP(안)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 물리적 범위 <ul style="list-style-type: none"> - 실시간 철도 안전관제시스템, 실시간 철도안전 의사결정지원 시스템 및 기존 안전검지장치 성능개선 및 고도화 시제품의 설치개소로서 철도교통관제센터(구로) 및 원주-강릉 노선 일부 ○ 시간적 범위 <ul style="list-style-type: none"> - 4세부과제 연구기간('16.5 ~ 19.4, 3년) ○ 내용적 범위 <ul style="list-style-type: none"> - 테스트베드 구축, 운영을 위한 적용대상 검토 <ul style="list-style-type: none"> · 실시간 철도 안전관제 플랫폼 · 안전검지장치 I/F 장치 · 기존 안전검지장치(3세부 성능개선품 포함) · 원주-강릉 노선 최적 적용개소 - 테스트베드 구축, 운영을 위한 적용방안 수립 <ul style="list-style-type: none"> · 상기 적용대상 설치 상세설계 방안 · 상기 적용대상 설치, 통합 및 검증 일정 기본계획 · 테스트베드 운영을 통한 시스템 검증 요구사항(철도건설 및 안전법 관련 규정 등) 및 검증 기본계획 - 테스트베드 구축, 운영(현장시험 등 검증 포함) 소요예산 산출 - 상기 업무를 포함하는 4세부과제 RFP(안) 작성

<테스트베드 구축 기본 계획 범위에 따른 반영계획>

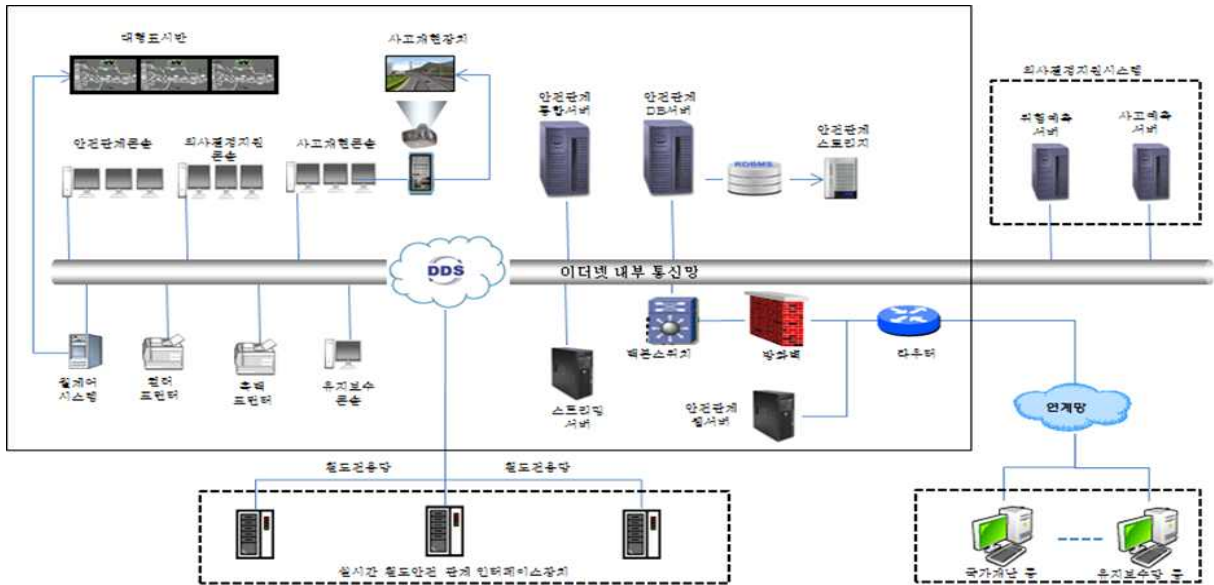
범위	반영계획
<p>○ 물리적 범위</p> <ul style="list-style-type: none"> - 실시간 철도 안전관제시스템, 실시간 철도안전 의사결정지원시스템 및 기존 안전검지장치 성능개선 및 고도화 시제품의 설치개소로서 철도교통관제센터(구로) 및 원주 - 강릉 노선 일부 	<p>안전관제시스템 구축관련 철도교통관제 및 시험선 선정구간(원주~강릉 일부)으로 한정</p>
<p>○ 시간적 범위</p> <ul style="list-style-type: none"> - 4세부과제 연구기간('16.5 ~ 19.4, 3년) 	<p>RFP 작성에 따른 전체 연구기간에 반영</p>
<p>○ 내용적 범위</p> <ul style="list-style-type: none"> - 테스트베드 구축, 운영을 위한 적용대상 검토 <ul style="list-style-type: none"> · 실시간 철도 안전관제 플랫폼 · 안전검지장치 I/F 장치 · 기존 안전검지장치(3세부 성능개선품 포함) · 원주-강릉 노선 최적 적용개소 	<p>안전관제시스템 구축을 위한 적용범위 분석 (적용범위 : 안전관제시스템, 안전검지장치, 인터페이스 장치, 기존검지장치 및 추가 검지장치 등)</p>
<p>○ 내용적 범위</p> <ul style="list-style-type: none"> - 테스트베드 구축, 운영을 위한 적용방안 수립 <ul style="list-style-type: none"> · 상기 적용대상 설치 상세설계 방안 · 상기 적용대상 설치, 통합 및 검증 일정 기본계획 · 테스트베드 운영을 통한 시스템 검증 요구사항(철도건설 및 안전법 관련 규정 등) 및 검증 기본계획 	<p>안전관제 구축을 위한 테스트베드의 실시설계를 위한 과업내용 및 범위 및 성과품 목록제시 안전관제 구축에 따른 단계별 구축일정수립 안전관제 구축에 따른 시스템 검증기관 및 검증절차와 일정</p>
<p>○ 내용적 범위</p> <ul style="list-style-type: none"> - 테스트베드 구축, 운영(현장시험 등 검증 포함) 소요예산 산출 	<p>안전관제 구축에 따른 장비별 계약적인 비용산출</p>
<p>○ 내용적 범위</p> <ul style="list-style-type: none"> - 상기 업무를 포함하는 4세부과제 RFP(안) 작성 	<p>제안요청서 작성 (업무수행 내용 및 조직구성과 수행일정)</p>

다. 추진체계

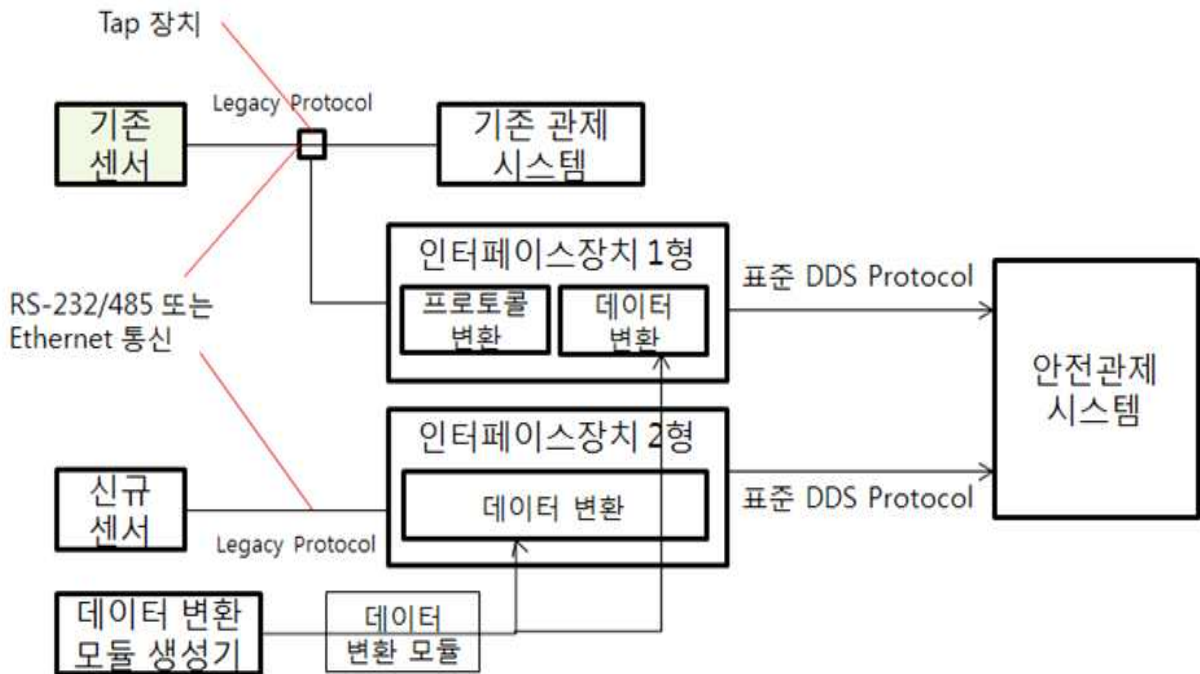
(1) 테스트베드 구축, 운영을 위한 적용대상 검토

○ 실시간 철도 안전관제 플랫폼

- 안전관제 플랫폼 인터페이스 업무반영

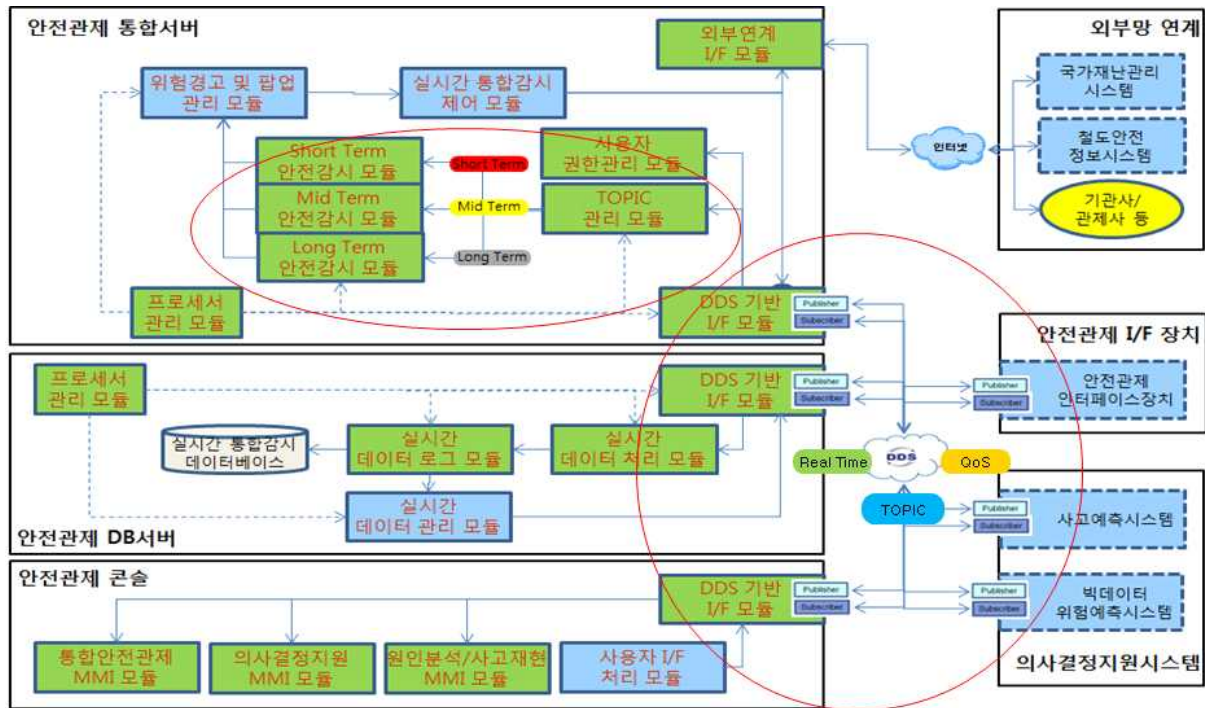


<실시간 철도안전관제 플랫폼 하드웨어 구성도>



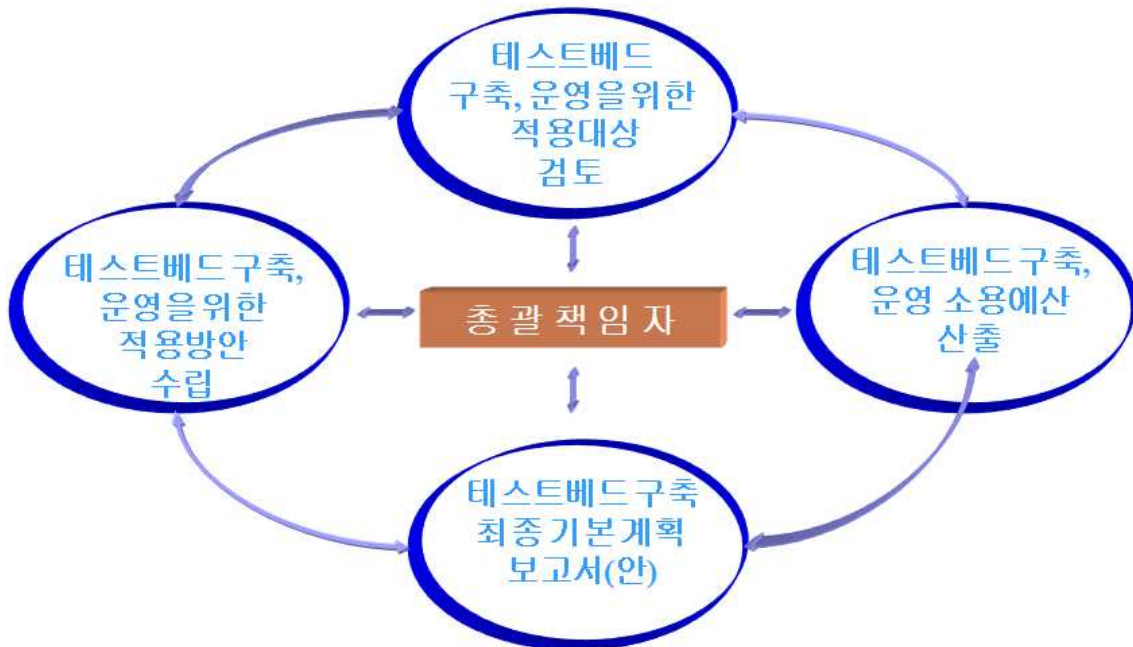
<인터페이스 장치와 관련된 네트워크 구성도>

안전관제 플랫폼의 소프트웨어 구성도에서 네트워크 통신은 데이터의 실시간성과 안정성 확보를 위해 표준화된 DDS 프로토콜을 일괄적용하고, 각 시스템도 DDS 프로토콜이 적용된 데이터와의 원활한 통신을 위해 DDS기반의 I/F모듈을 추가하여야 한다.



<실시간 철도안전관제 플랫폼 소프트웨어 구성도>

(2) 조직도



<연구개발 조직도>

2. 테스트베드 구축, 운영을 위한 적용대상 검토

가. 사업범위 개요

(1) 위치적 현황

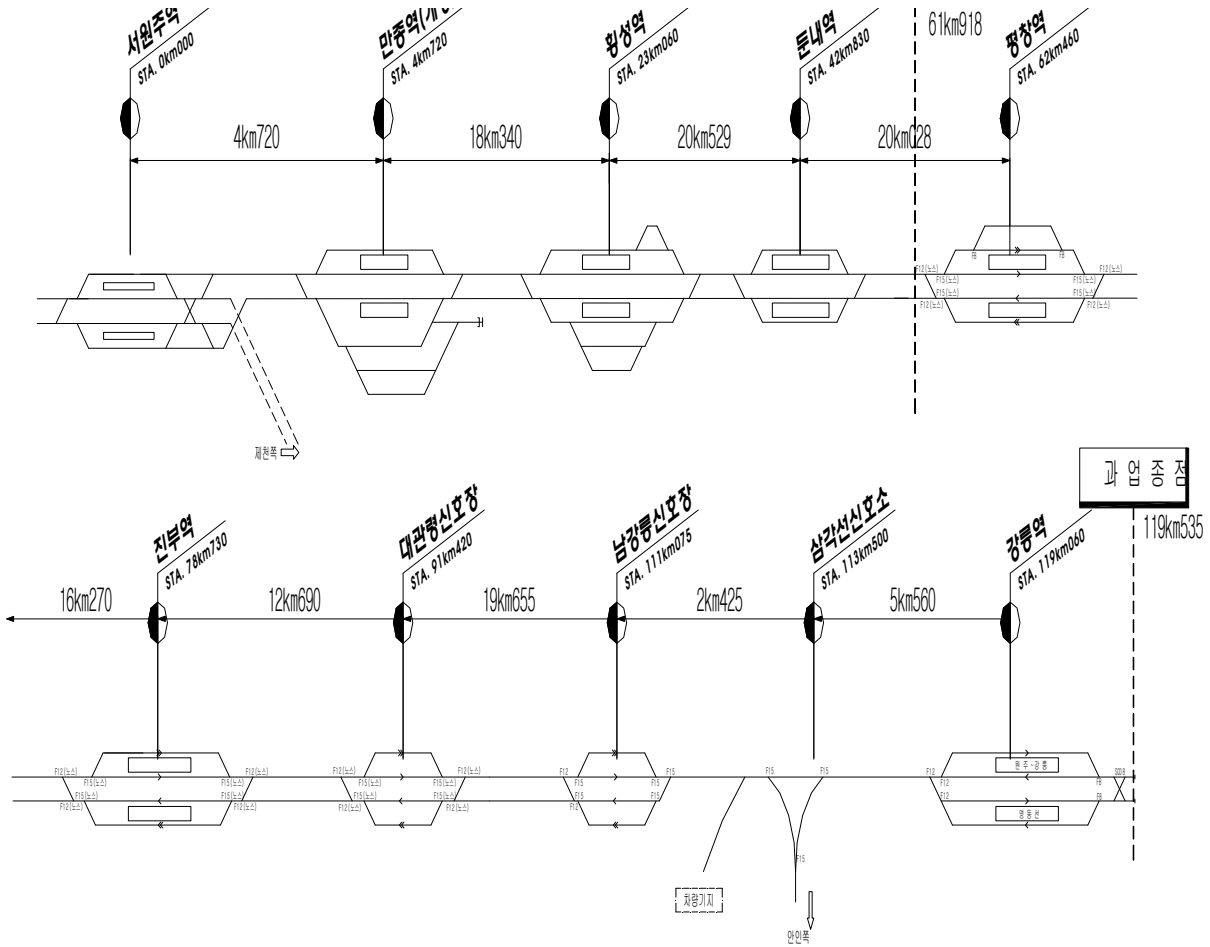
○ 원강선(원주~평창구간)



1공구 구간			
공간적 범위	<ul style="list-style-type: none"> 원주-평창간 -60.8km (서원주역, 만중역, 황성역, 둔내역) 		
시공범위	역사	기존개량 및 철거	철거 1역(동화), 개량(서원주~원주역)
		개량역	2개소 (서원주, 만중)
		신설역	2개소(황성, 둔내)
2공구 구간			
공간적 범위	<ul style="list-style-type: none"> 평창-강릉간 57.6km, 삼각서 1.9km (평창역, 진부역, 대관령신호장, 남강릉신호장, 강릉신호소, 강릉역 및 역간) 		
시공범위	역사	신설역	3개역(평창, 진부, 강릉)
		신호장	2개소 (대관령, 남강릉)
		신호소	1개소(강릉)
강릉차량기지			
공간적 범위	<ul style="list-style-type: none"> 남강릉신호장~삼각선신호소 간 (112.86km 지점) (강릉차량기지) 		
시공범위	역사	차량기지	강릉차량기지

(2) 배선 및 시설물 현황

○ 원강선(원주~평창)



<원강선 배선 현황>

<원강선 시설물 현황>

구 간	신호기	입환신호기	궤도회로	선로전환기	비고
만종역	8	18	27	15	
횡성역	6	17	25	14	
둔내역	6	12	14	8	
평창역	6	16	17	10	
진부역	6	16	17	10	
대관령신호장	6	12	14	8	
남강릉신호장	8	12	15	8	
강릉역	3	11	14	9	

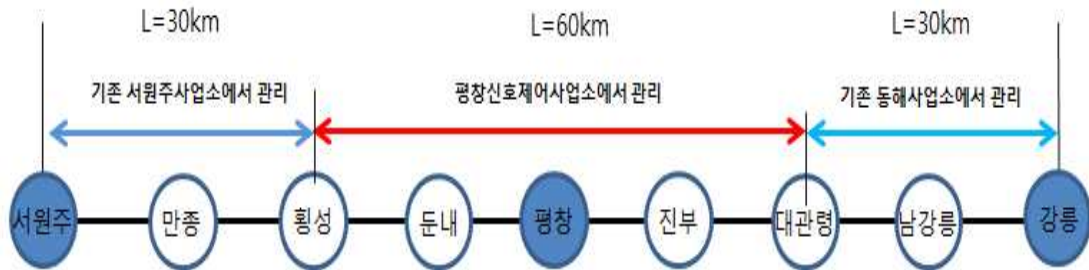
(3) 신호제어사업소 계획 현황

○ 주재운영계획



<원강선 신호제어사업소 계획 현황>

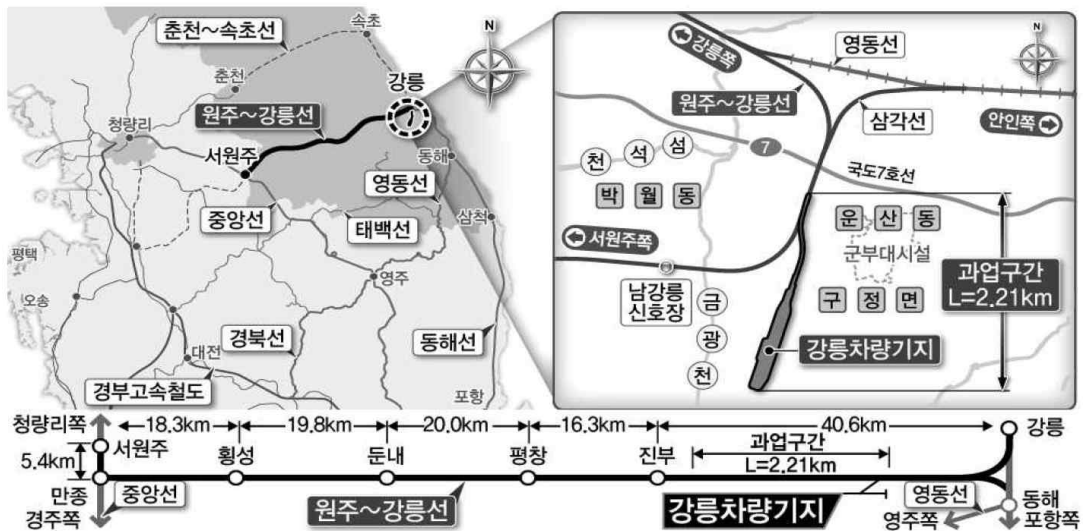
○ 사업소 위치계획



<원강선 사업소 위치계획>

(4) 차량기지 현황

○ 강릉차량기지



<원강선 강릉차량기지 현황>

(5) 건설추진 현황

○ 건설 현황

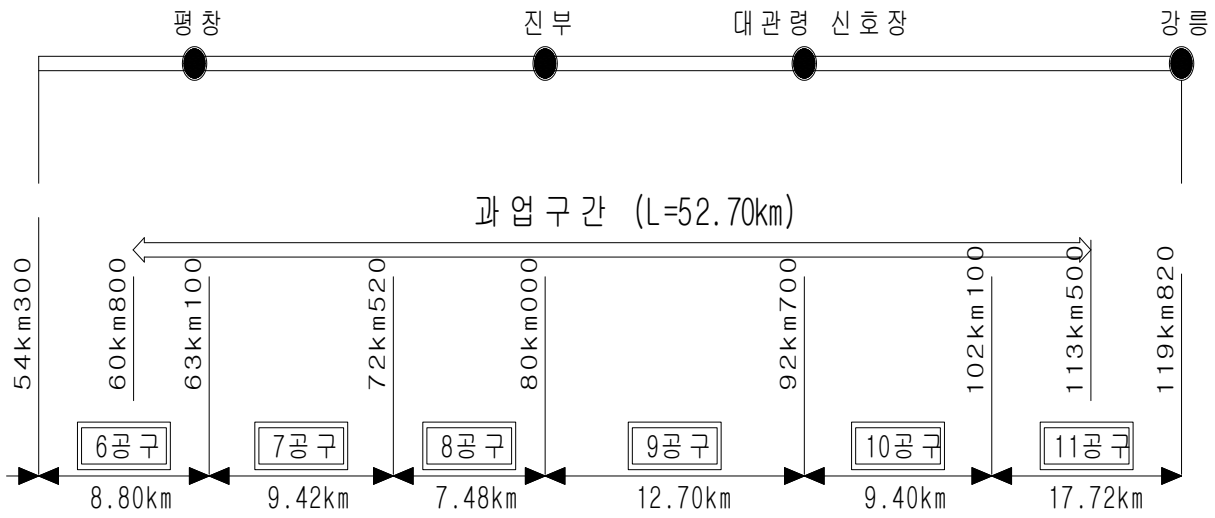
<원강선 건설추진 현황>

일반사항	담당자 : 백승배(건설본부, 042-607-4714) 사업내용 : 원주(중앙선)~강릉(영동선)간 120.7km 복선전철 건설 사업기간 : 1997년 ~ 2018년 총사업비 : 3조 9,110억원 추진실적: 15.12월말 누계공정율 64.1%로 추진중
상세일정	'96. 5. : 타당성 조사(서울대학교 공학연구소) '00. 3.~ 8. : 타당성점검 용역 시행(교통개발연구원) '03. 6.~'03.11. : 원주~강릉 기술조사 용역 시행 '04.11.~'06.12. : 노반 및 기타분야 기본설계 시행 '06. 6.12 : '07년 민간투자대상사업(BTL) 선정(건교부) '06. 9.~'07.2. : 타당성 재검증(기획예산처, 한국개발연구원) '09. 3.~'09.12. : 민자적격성 조사 (재정사업으로 결정) '10. 5.14 : 2018동계올림픽유치정부지원위원회 의결(복선전철) '10. 8.~'12. 3. : 노반 기본 및 실시설계(6~10공구) '12. 6. : 공사착공(6~10공구) '13. 4. : 후속구간 착공 '14. 7 : 강릉시구간 착공 '18. 7 : 준공예정

○ 토목공사 공구 현황

<원강선 건설사 현황>

공구	건설사	건설사 위치	연락처	FAX
6공구	고려개발	강원도 평창군 봉평면 면은리 816-1번지	033-333-36 06	033-333-36 08
7공구	GS건설	강원도 평창군 진부면 하진부리 509번지	033-261-86 51	033-334-48 82
8공구	현대건설	강원도 평창군 봉평면 송정리 2475번지	033-334-49 90	033-334-49 93
9공구	한라건설	강원도 평창군 진부면 상진부리 54-1번지	033-332-92 47	033-332-92 46
10공구	삼성물산	강원도 평창군 성산면 오봉리 119-3번지	033-641-49 13	033-642-09 32
11공구	미발주			



<원강선 토목공사 공구 현황>

○ 원강선 실시설계 일정

<원강선 실시설계 일정>

구분	2010	2011	2012	2013	2014	비고
노반6공구	2010.8.26 ~ 2012.12.31					
노반7공구	2010.8.26 ~ 2012.6.30					
노반8공구	2010.8.26 ~ 2012.3.31					
노반9공구	2010.8.26 ~ 2011.12.30					
노반10공구	2010.8.26 ~ 2012.12.31					
노반11공구			2012.04 ~ 2014.03.31			
전력, 전차선			2012.8.03 ~ 2014.06.30			
통신			2012.11.30 ~ 2014.11.30			
신호			2012.10.17 ~ 2014.08.31			

나. 원주~평창간 현황

(1) 원주~평창간 사업소 현황

<원주신호제어사업소 현황>

역명	직명	인원	비고
원주신호제어사업소	사업소장장	1	
	기술원	1	
	선임전기장	4	
	전기장	4	
	전기원	11	

<평창신호제어사업소 현황>

역명	직명	인원	비고
평창신호제어사업소	사업소장장	1	
	기술원	1	
	선임전기장	3	
	전기장	3	
	전기원	8	

<강릉신호제어사업소 현황>

역명	직명	인원	비고
강릉신호제어사업소	사업소장장	1	
	기술원	1	
	선임전기장	3	
	전기장	3	
	전기원	5	



<과업구간 및 범위>

(2) 원주~평창간 구조물 현황

<원주~평창간 구조물 현황>

구조물명	시 점 [km]		종 점 [km]		연장 (km)	비고
	서원기(현)	서원기(환) (과정값)	서원기(현)	서원기(환) (과정값)		
서곡천고가	560.000	1230.430	k672.600	1343.030		
지정천고가	1k000.675	1670.665	1k160.725	1830.715		
소막골터널	2k030.000	2699.990	2k715.000	3384.990		
보통고가	2k767.668	3437.658	2k865.099	3535.089		
광터고가	3k000.097	3671.597	3k683.247	4354.747		
만중터널	4k065.000	4736.500	4k387.000	5058.500		
만중고가	5k516.000	6187.500	5k531.000	6202.500		
만중천고가	7k034.300	7705.800	7k091.850	7763.350		
호저터널	7k660.000	8331.500	8k935.000	9606.500		
가현고가	9k307.190	9978.690	9k354.640	10026.140		
점실고가	10k202.300	10873.800	10k449.750	11121.250		
원주천고가	10k881.750	11553.250	11k242.050	11913.550		
태장고가	11k968.300	12639.800	12k218.750	12890.250		
백운터널	13k500.000	14171.500	13k700.000	14371.500		
장양터널	14k100.000	14771.500	14k485.000	15156.500		
장양천고가	14k588.110	15259.610	14k658.270	15329.770		
의관터널	14k790.000	15461.500	16k535.000	17206.500		
둔둔터널	16k810.000	17481.500	17k725.000	18396.500		
둔둔고가	18k139.300	18810.800	18k319.950	18991.450		
청용터널	19k485.000	20156.500	19k835.000	20506.500		
남산터널	20k690.000	21361.500	22k270.000	22941.500		
생운천고가	22k533.200	23204.700	22k643.250	23314.750		
생운고가	23k216.200	23887.700	23k243.800	23915.300		
추동터널	23k615.000	24286.500	24k055.000	24726.500		
조곡고가	24k808.200	25479.700	24k983.290	25654.790		
조곡터널	25k205.000	25876.500	25k665.000	26336.500		

전천고가	25k885.200	26556.700	26k080.250	26751.750		
용둔터널	26k195.000	26866.500	28k785.000	29456.500		
용둔고가	28k840.200	29511.700	28k895.250	29566.750		
우천터널	29k035.000	29706.500	32k450.000	33121.500		
포동고가	32k488.200	33159.700	32k763.325	33434.825		
정금터널	33k475.000	34146.500	38k200.000	38871.500		
웅골고가	38k244.200	38915.700	38k434.900	39106.400		
둔방내터널	38k470.000	39141.500	42k429.020	43100.520		
주천강고가	41k709.400	43139.921	42k330.525	43761.046		
두월고가	43k326.500	44757.021	43k441.550	44872.071		
자포천고가	44k553.900	45984.421	44k579.050	46009.571		
둔내터널	45k415.000	46845.521	53k310.000	55138.605		
진조고가	54k499.100	56327.705	54k601.375	56429.980		
직동천고가	54k713.700	56542.305	54k831.550	56660.155		
진조터널	55k165.000	56993.605	55k815.000	57643.605		
면은고가 1	55k858.000	57686.605	55k885.650	57714.255		
면은고가 2	56k286.550	58115.155	56k953.450	58782.055		
길음고가	57k434.000	59262.605	57k531.650	59360.255		
면은터널	57k920.000	59748.605	58k586.000	60414.605		
면은천고가	58k628.700	60457.305	58k766.400	60595.005		
유포터널	58k787.000	60615.605	59k668.000	61496.605		
평창강고가	59k688.450	61517.055	59k995.250	61823.855		
재산터널	60k035.000	61863.605	62k125.000	63953.605		

(3) 원주~평창간 안전설비 현황

○ 터널경보장치

<원주~평창간 터널경보장치 현황>

번호	명칭	(현)키로징	(현)키로징	구분	길이(m)	비고
		From	To			
1	소막골터널	2030	2715		685	
2	만중터널	4065	4382		317	
3	호저터널	7660	8935		1,275	
4	백운터널	13500	13700		200	
5	장양터널	14100	14485		385	
6	의관터널	14790	16535		1,745	
7	둔둔터널	16810	17725		915	
8	청용터널	19485	19835		350	
9	남산터널	20690	22270		1,580	
10	추동터널	23615	24100		485	
11	조곡터널	25205	25665		460	
12	용둔터널	26195	28788		2,593	
13	우천터널	29035	32450		3,415	
14	정금터널	33475	38200		4,725	
15	둔방내 터널	38470	42429		3,959	
16	둔내터널	45415	53310		7,895	
17	진조터널	55165	55815		650	
18	면온터널	57920	58586		666	
19	유포터널	58787	59666		879	
20	재산터널	60035	62125		2,090	

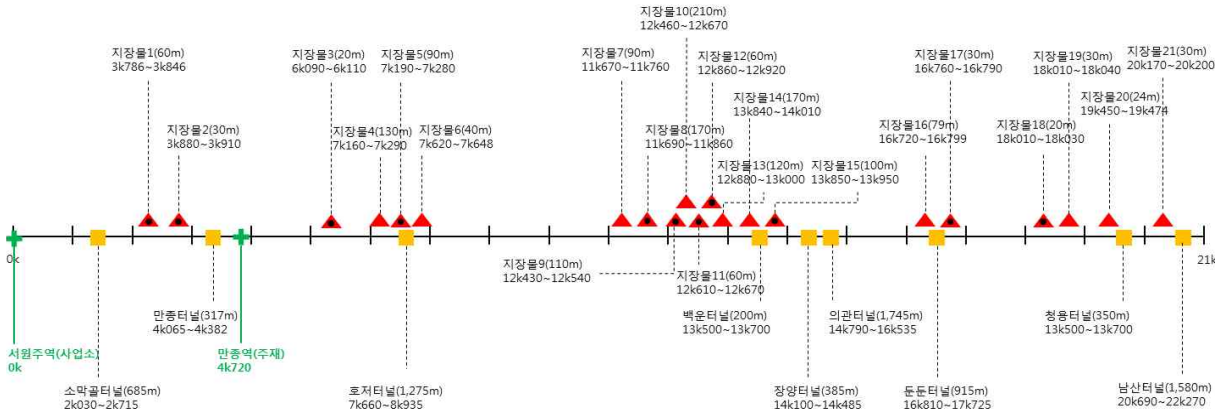
○ 지장물검지장치

<원주~평창간 지장물검지장치 현황>

번호	공구	(현)키로정	(현)키로정	구분	길이(m)	비고
		From	To			
1	1	3786	3846	하선	60	역구내
2		3880	3910	하선	30	역구내
3		6090	6110	하선	20	역구내
4		7160	7290	상선	130	역간
5		7190	7280	하선	90	역간
6		7620	7648	상선	40	역간
7	2	11670	11760	상선	90	역간
8		11690	11860	하선	170	역간
9		12430	12540	하선	110	역간
10		12460	12670	상선	210	역간
11		12610	12670	하선	60	역간
12		12860	12920	하선	60	역간
13		12880	13000	상선	120	역간
14		13840	14010	상선	170	역간
15		13850	13950	하선	100	역간
16		16720	16799	상선	79	역간
17		16760	16790	하선	30	역간
18		18010	18030	하선	20	역간
19		18010	18040	상선	30	역간
20		19450	19474	상선	24	역간
21		20170	20200	상선	30	역간
22	3	23520	23604.39	하선	88.47	역구내 (굴곡방지책)
23		23520	23604.39	상선	92.67	역구내 (굴곡방지책)
24		24580	24640	하선	60	역간

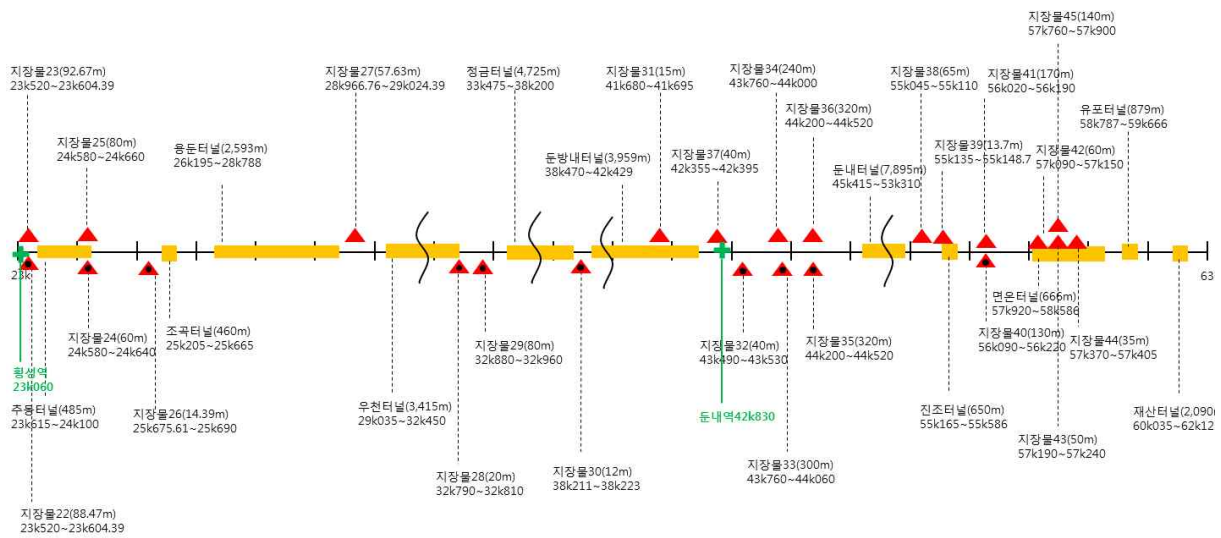
25		24580	24660	상선	80	역간
26		25675.61	25690	하선	14.39	역간
27		28966.76	29024.39	상선	57.63	역간
28		32790	32810	하선	20	역간
29		32880	32960	하선	80	역간
30	4	38211	38223	하선	12	역간
31		41680	41695	상선	15	역구내
32		43490	43530	하선	40	역구내
33		43760	44060	하선	300	역구내
34		43760	44000	상선	240	역구내
35		44200	44520	하선	320	역구내
36		44200	44520	상선	320	역구내
37		42355	42395	상선	40	역간
38	6	55045	55110	상선	65	역간
39		55135	55148.7	상선	13.7	역간
40		56090	56220	하선	130	역간
41		56020	56190	상선	170	역간
42		57090	57150	상선	60	역간
43		57190	57240	상선	50	역간
44		57370	57405	상선	35	역간
45		57760	57900	상선	140	역간

- ▲ 지장물검지장지(상선)
 - ▲ 지장물검지장지(하선)
 - 터널경보장지
 - ⊕ 정거장
- 1k 1km
 ~ 중략



<원주~평창간 안전설비 위치 현황>

- ▲ 지장물검지장지(상선)
 - ▲ 지장물검지장지(하선)
 - 터널경보장지
 - ⊕ 정거장
- 1k 1km
 ~ 중략



<원주~평창간 안전설비 위치 현황II>

다. 평창~강릉간 현황

(1) 평창~강릉간 사업소 현황

<평창신호제어사업소 현황>

역명	직명	인원	비고
평창신호제어사업소	사업소장장	1	
	기술원	1	
	선임전기장	3	
	전기장	3	
	전기원	8	

<강릉신호제어사업소 현황>

역명	직명	인원	비고
강릉신호제어사업소	사업소장장	1	
	기술원	1	
	선임전기장	3	
	전기장	3	
	전기원	5	



<과업구간 및 범위>

(2) 평창~강릉간 구조물 현황

<평창~강릉간 구조물 현황>

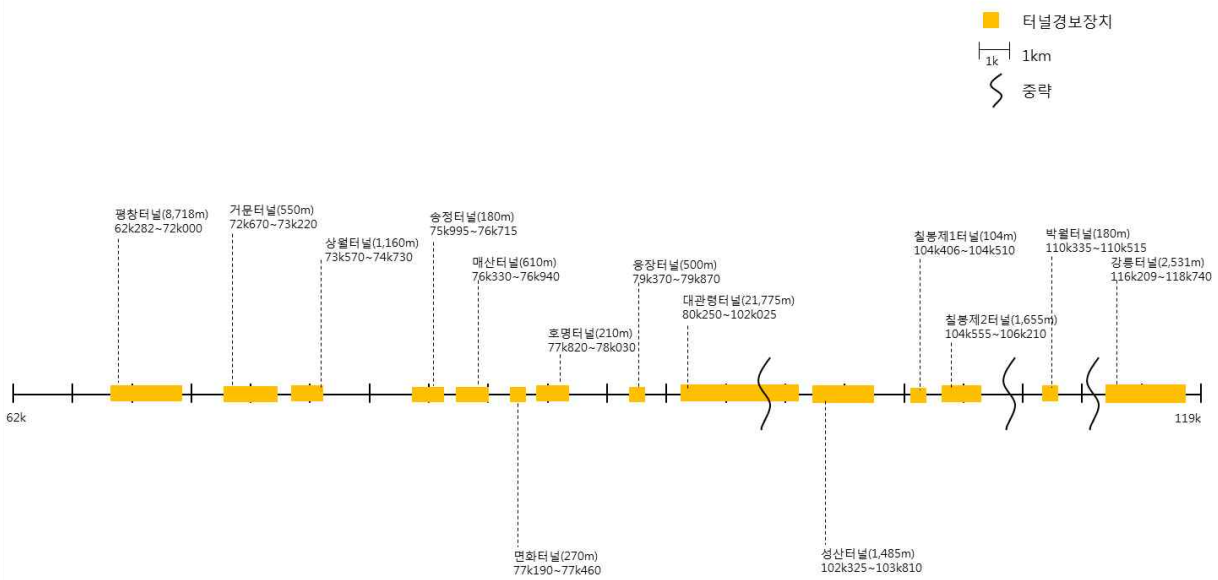
구조물명	시 점 [km]		종 점 [km]		연장 (km)	비고
	서원기(현)	서원기(환)	서원기(현)	서원기(환)		
재산터널	61,960.00	61,960.00	62,125.00	62,125.00	165[m]	
재산교	62,915.67	62,915.67	63,028.32	63,028.32	113[m]	
평창터널	63,282.00	63,282.00	72,000.00	72,000.00	8,718[m]	
거문터널	72,670.00	72,670.00	73,220.00	73,220.00	550[m]	
거문교	73,266.20	73,266.20	73,488.83	73,488.83	223[m]	
상월터널	73,570.00	73,570.00	74,730.00	74,730.00	1,160[m]	
오대천	74,783.40	74,783.40	75,230.85	75,230.85	447[m]	
송정교	75,741.30	75,741.30	75,848.76	75,848.76	107[m]	
송정터널	75,995.00	75,995.00	76,175.00	76,175.00	180[m]	
매산터널	76,330.00	76,330.00	76,940.00	76,940.00	610[m]	
송정천	77,066.30	77,066.30	77,098.76	77,098.76	32[m]	
면화터널	77,190.00	77,190.00	77,460.00	77,460.00	270[m]	
운송골교	77,668.20	77,668.20	77,750.85	77,750.85	83[m]	
호명터널	77,820.00	77,820.00	78,030.00	78,030.00	210[m]	
호명제1고가	78,386.20	78,386.20	78,518.85	78,518.85	133[m]	
웅장터널	79,370.00	79,370.00	79,870.00	79,870.00	500[m]	
호명제2고가	80,069.20	80,069.20	80,151.65	80,151.65	82[m]	
대관령터널	80,250.00	80,250.00	102,025.00	102,025.00	21,775[m]	
보광천	102,175.00	102,175.00	102,295.00	102,295.00	120[m]	
성산터널	102,325.00	102,325.00	103,810.00	103,810.00	1,485[m]	
남대천	103,913.00	103,913.00	104,373.00	104,373.00	460[m]	
철봉제1터널	104,406.00	104,406.00	104,510.00	104,510.00	104[m]	
철봉제2터널	104,555.00	104,555.00	106,210.00	106,210.00	1,655[m]	
제비교	106,470.00	106,470.00	106,702.45	106,702.45	232[m]	
여찬고가	107,820.00	107,820.00	108,407.45	108,407.45	587[m]	
범일고가	108,464.00	108,464.00	108,496.06	108,496.06	32[m]	
학산고가	108,633.00	108,633.00	109,440.45	109,440.45	807[m]	
박월터널	110,335.00	110,335.00	110,515.00	110,515.00	180[m]	
문산교	113,022.40	113,022.40	113,432.45	113,432.45	410[m]	
독송교	113,604.95	113,604.95	114,171.15	114,171.15	566[m]	
울곡교	114,696.30	114,696.30	114,943.30	114,943.30	247[m]	
섬석천	115,361.80	115,361.80	115,466.86	115,466.86	105[m]	
강릉터널	115,960.00	115,960.00	118,740.00	118,740.00	2,780[m]	

(3) 평창~강릉간 안전설비 현황

○ 터널경보장치

<평창~강릉간 터널경보장치 현황>

번호	명칭	(현)키로정	(현)키로정	구분	길이(m)	비고
		From	To			
1	평창터널	63282	72000		8,718	
2	거문터널	72670	73220		550	
3	상월터널	73570	74730		1,160	
4	송정터널	75995	76175		180	
5	매산터널	76330	76940		610	
6	면화터널	77190	77460		270	
7	호명터널	77820	78030		210	
8	웅장터널	79370	79870		500	
9	대관령터널	80250	102025		21,775	
10	성산터널	102325	103810		1,485	
11	칠봉제1터널	104406	104510		104	
12	칠봉제2터널	104555	106210		1,655	
13	박월터널	110335	110515		180	
14	강릉터널	116209	118740		2,531	



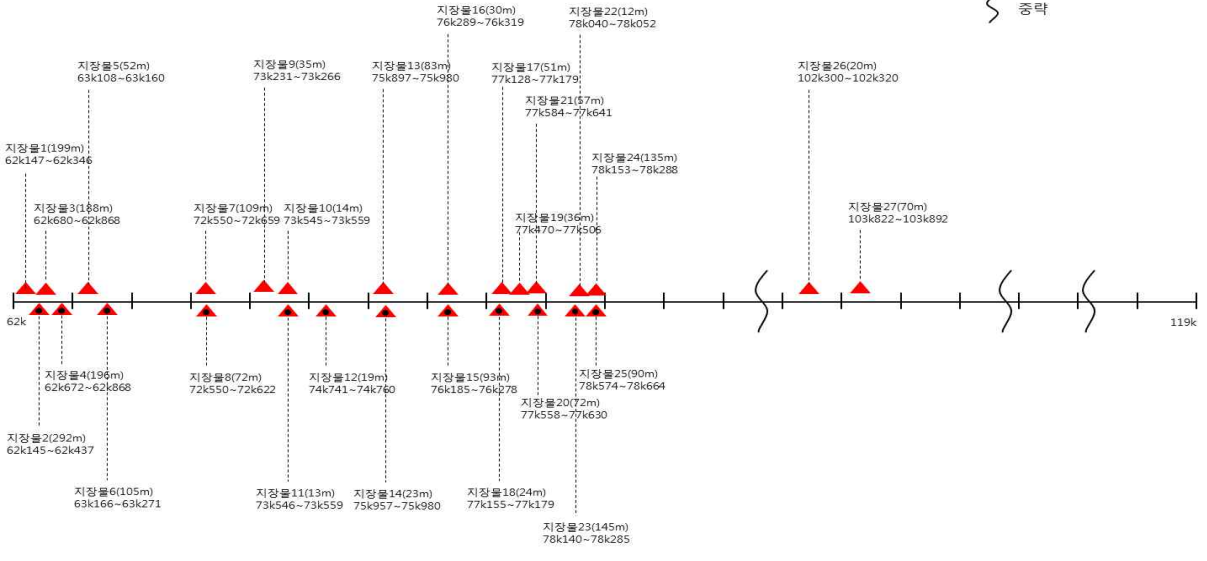
<평창~강릉간 터널 안전설비 위치 및 현황>

○ 지장물검지장치

<평창~강릉간 지장물검지장치 현황>

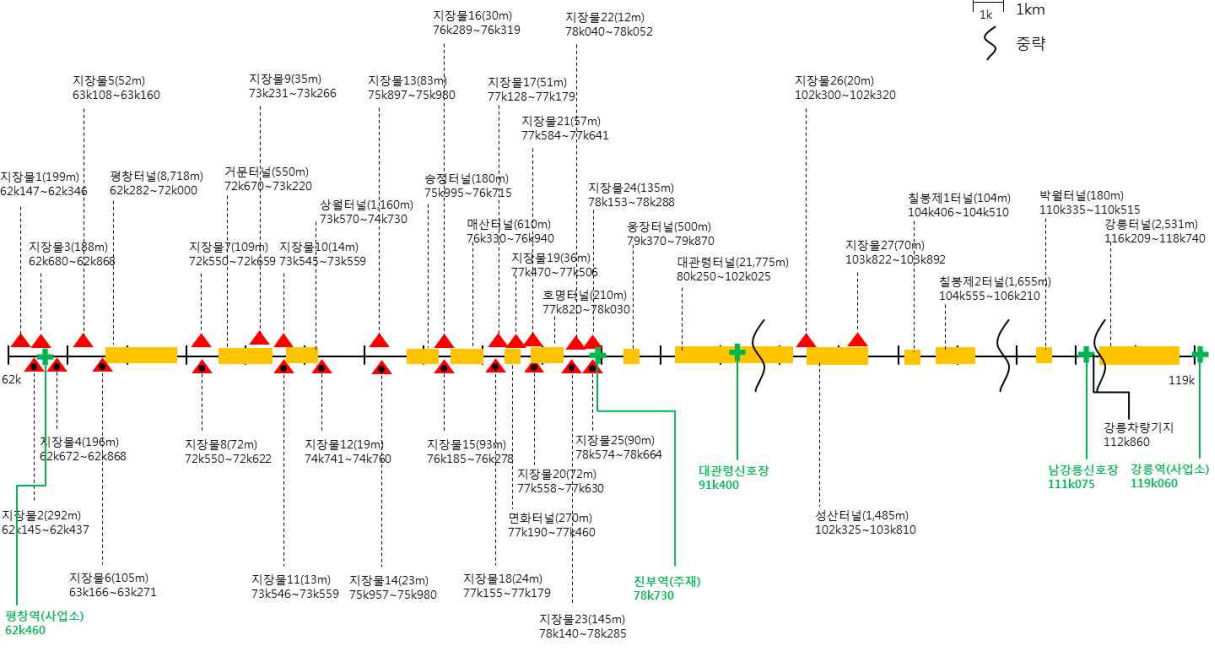
번호	공구	(현)키로징	(현)키로징	구분	길이(m)	비고
		From	To			
1	3	62147	62346	상선	199	
2		62145	62437	하선	292	
3		62680	62868	상선	188	
4		62672	62868	하선	196	
5		63108	63160	상선	52	
6		63166	63271	하선	105	
7		72550	72659	상선	109	
8		72550	72622	하선	72	
9		73231	73266	상선	35	
10		73545	73559	상선	14	
11		73546	73559	하선	13	
12		74741	74760	하선	19	
13		75897	75980	상선	83	
14		75957	75980	하선	23	
15		76185	76278	하선	93	
16		76289	76319	상선	30	
17		77128	77179	상선	51	
18		77155	77179	하선	24	
19		77470	77506	상선	36	
20		77558	77630	하선	72	
21		77584	77641	상선	57	
22		78040	78052	상선	12	
23		78140	78285	하선	145	
24		78153	78288	상선	135	
25		78574	78664	하선	90	
26	4	102300	102320	상선	20	
27		103822	103892	상선	70	

- ▲ 지장물검지장치(상선)
- ▲ 지장물검지장치(하선)
- 1k 1km
- 중략



<평창~강릉간 지장물검지장치 위치 및 현황>

- ▲ 지장물검지장치(상선)
- ▲ 지장물검지장치(하선)
- 터널경보장치
- ⊕ 정거장
- 1k 1km
- 중략



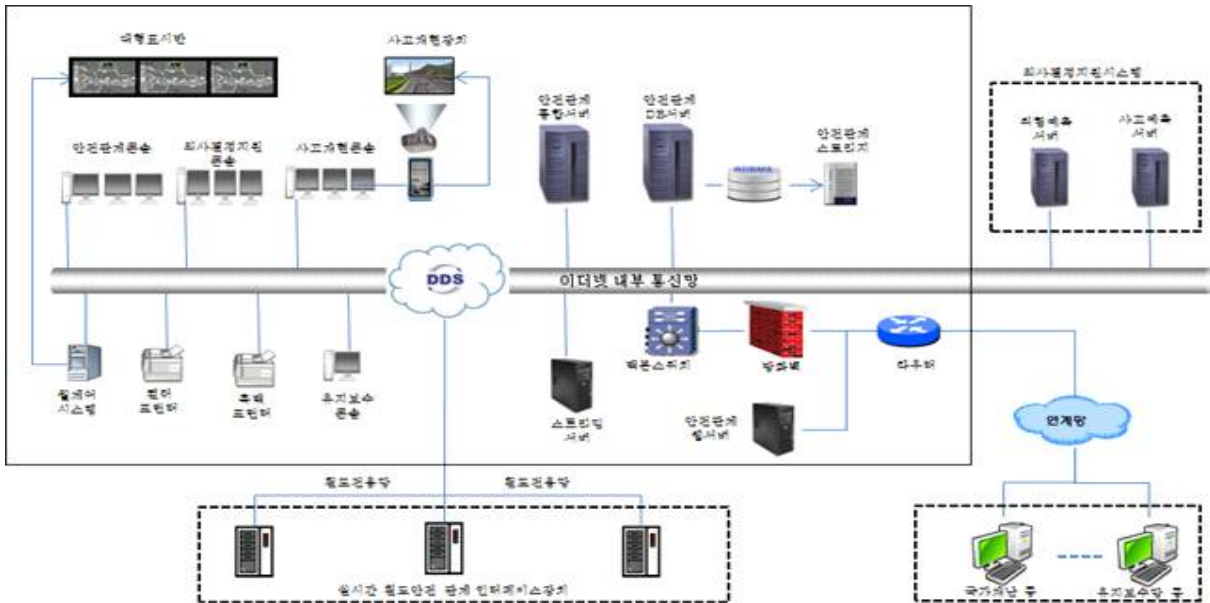
<평창~강릉간 안전설비 위치 및 현황>

라. 테스트베드 적용대상 검토

(1) 실시간 철도 안전관제 플랫폼

■ 철도 안전 관제 하드웨어 구성

기존 안전관제시스템 및 안전검지장치 현황 및 분석을 통한 실시간 철도안전 통합감시·제어 시스템의 안전관련 데이터 감시, 위험 및 사고 예측, 의사결정 안전관제 정보 공유체계의 구현을 위한 최적화된 H/W 및 S/W 플랫폼을 구현한다.



<실시간 철도안전관제 플랫폼 하드웨어 구성도>

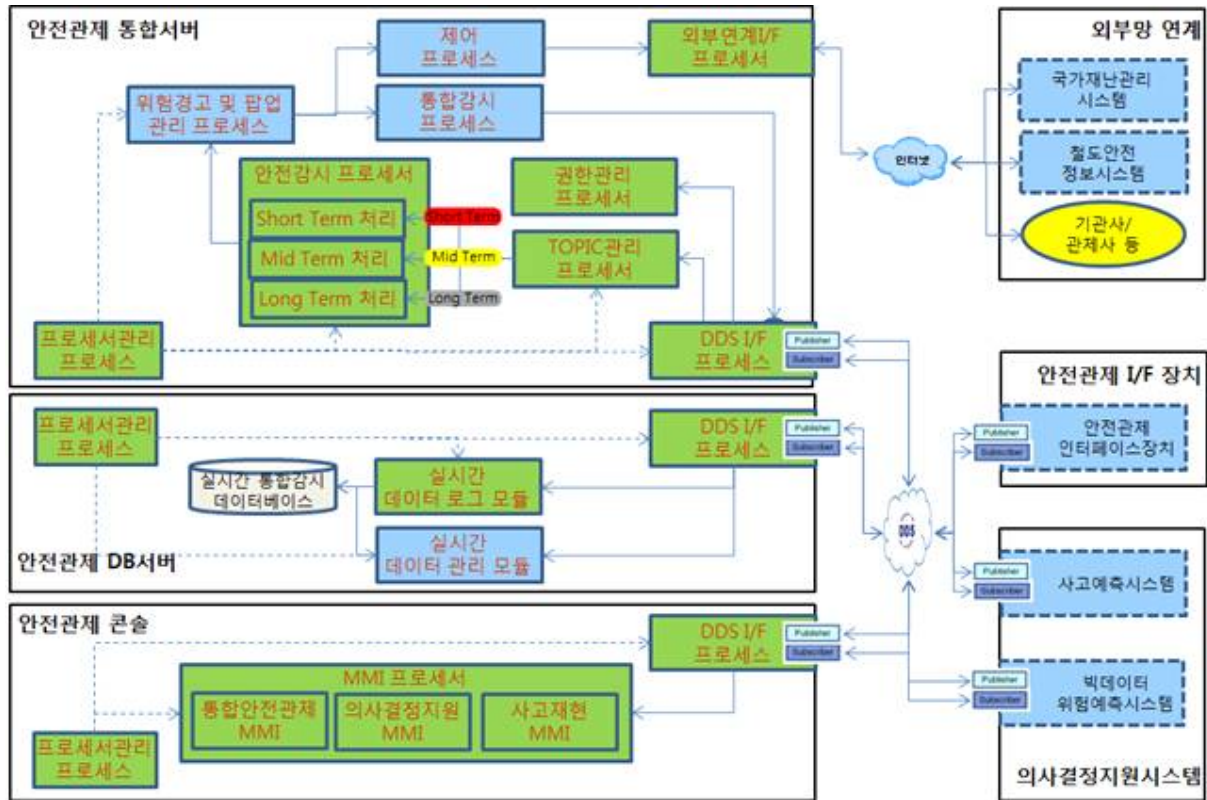
<실시간 철도안전관제 플랫폼 하드웨어 기능 및 역할>

번호	명칭	기능 및 역할
1	안전관제 통합서버	- 전체 시스템 및 네트워크 감시 - 안전관련 데이터 실시간 감시
2	안전관제 DB서버 및 스토리지	- 실시간 안전관련 데이터 저장 및 관리
3	안전관제 콘솔	- 안전검지장치 상태 감시, 조회 및 결과 출력 - 비상 시 안전관련 수동 전달 기능
4	의사결정지원 콘솔	- 위험 및 사고예측, 의사결정에 대한 사용자 설정 - 위험 및 사고예측, 의사결정에 대한 조회 및 출력
5	사고재현 콘솔	- 사고 원인 분석에 대한 사용자 설정, 조회 및 출력
6	대형 표시 장치	- 실시간 감시 및 사고상황 CCTV 모니터링
7	DSU 및 터미널	- 실시간 안전관련 데이터 인터페이스
8	스트리밍 서버	- CCTV 영상 저장 및 재생
9	안전관제 웹서버	- 안전관제 정보 전달 및 공유
10	백본스위치, 라우터, 방화벽	- 내부 광 통신망 및 외부 기관 연계
11	프린터/유지보수 콘솔	- 결과 출력 및 시스템 유지보수용

■ 철도 안전 관제 소프트웨어 구성

기존 안전관제시스템 및 안전검지장치 현황 및 분석을 통한 실시간 철도안전 통합 감시·제어 시스템의 안전관련 데이터 감시, 위험 및 사고 예측, 의사결정 안전관제정보 공유체계의 구현을 위한 최적화된 소프트웨어를 구현한다.

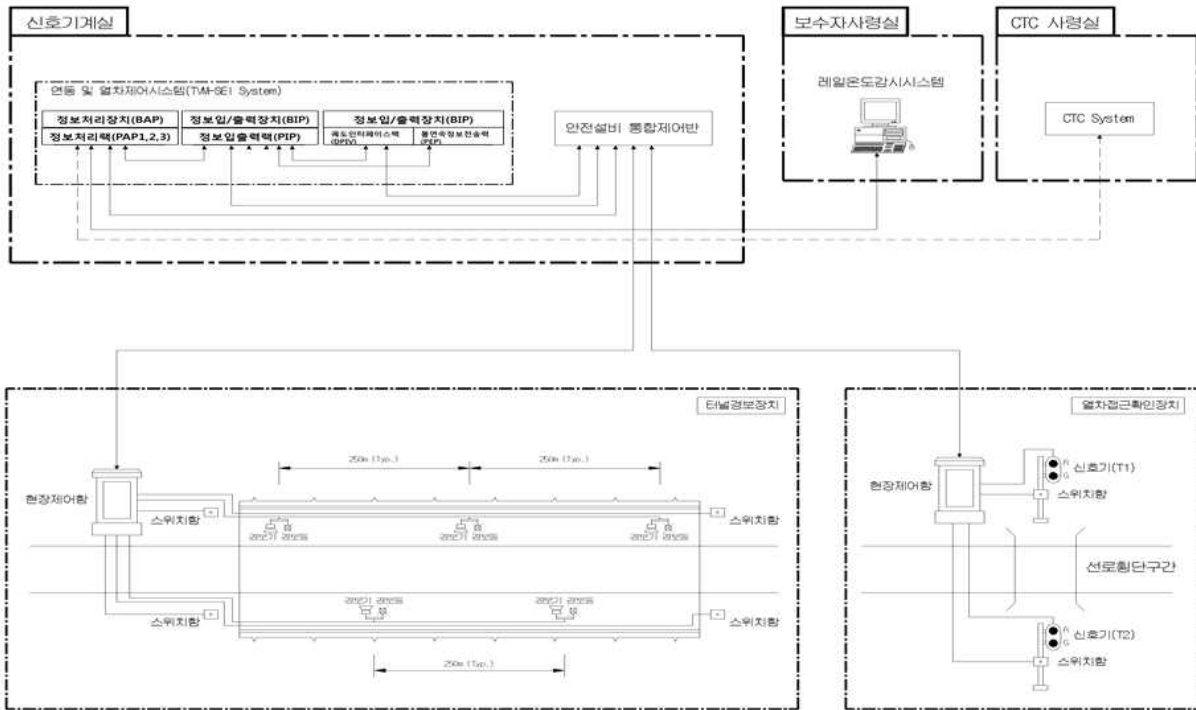
실시간 철도안전관제 플랫폼에서 구현되는 소프트웨어는 안전관제 통합서버, 안전관제 DB서버 및 안전관제 콘솔을 위한 모듈로 구성되며, 각각의 시스템에서 구성되는 프로세스의 구성 및 수행역할은 다음과 같다.



<실시간 철도안전관제 플랫폼 소프트웨어 구성도>

(2) 안전검지장치 I/F장치

기존 고속철도의 신호기계실 안전설비 통합제어반의 구성 현황

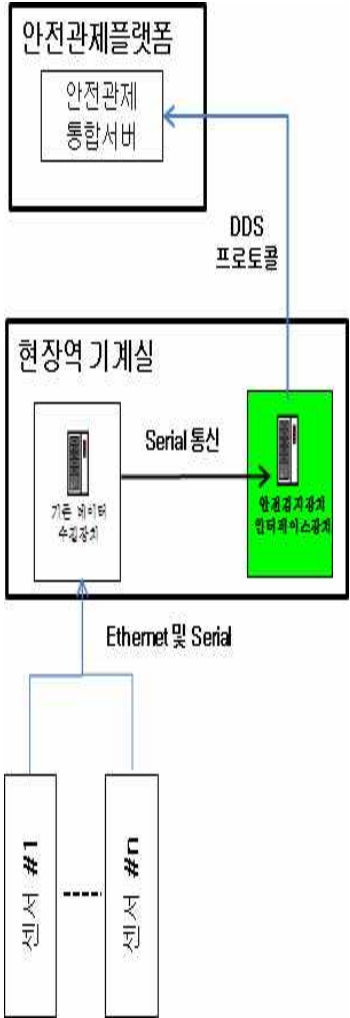


<기존 고속철도의 신호기계실 안전설비 통합제어반의 구성 현황>

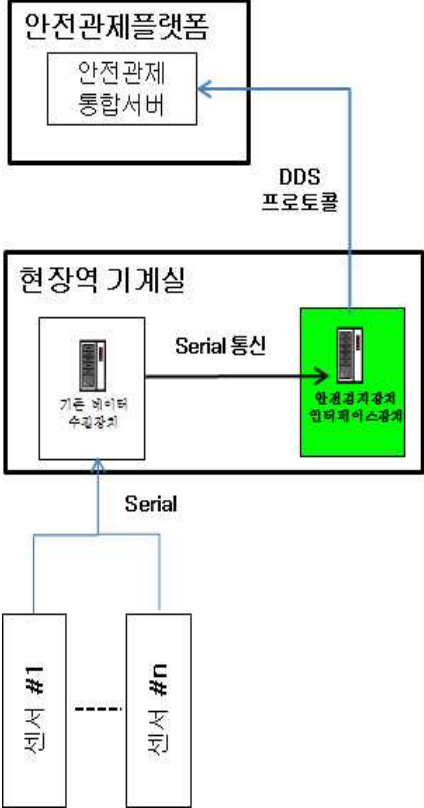
<열차정보 종합장치 데이터 수집정보>

분야	기존 시스템에서 수집하는 정보	취득방안
열차정보 종합장치 데이터	<ul style="list-style-type: none"> 열차 기동 후, 최초 전원공급 시 자기진단 후 현재 열차의 상태정보 	<p> <ul style="list-style-type: none"> 인터페이스 대상 : TCMS /TDCS/OBCS 물리적 I/F : 무선통신 프로토콜 : 차량제작사 자체규격 --> DDS 표준화 프로토콜로 변환 </p>
	<ul style="list-style-type: none"> 열차상태정보 데이터 	
	<ul style="list-style-type: none"> 비상출입문 핸들 취급정보 	
	<ul style="list-style-type: none"> 화재 정보/연기 정보 감지정보 	
	<ul style="list-style-type: none"> 승객 비상 인터폰 정보. 	
	<ul style="list-style-type: none"> 승객 비상 탈출용 장비 상자 개방여부 감지정보 	
	<ul style="list-style-type: none"> 열차 전자제어장치 주요 기능오류 검지정보 	
	<ul style="list-style-type: none"> 제동해제 불능 검지정보 	
	<ul style="list-style-type: none"> 응하중과 제동상태정보. 	
	<ul style="list-style-type: none"> 견인관련(MCB, MTr, C/I, 견인모터등) 상태 및 기능오류 검지정보. 	
	<ul style="list-style-type: none"> 연장급전접촉기/공기압축기/보조공기압축기 상태정보 	
	<ul style="list-style-type: none"> 정지형(SIV) 인버터 상태 및 오류검지정보 	
	<ul style="list-style-type: none"> 차량 내 전등 점멸상태정보. 	
	<ul style="list-style-type: none"> 차량 내 난방, 환기, 공조 설비 On/Off상태정보 	
	<ul style="list-style-type: none"> 주회로 차단기(main circuit braker) 상태정보. 	
	<ul style="list-style-type: none"> 판토타이프의 상태정보 	
<ul style="list-style-type: none"> DCU(Door Control Unit) Door상태정보 		
<ul style="list-style-type: none"> DCU(Door Control Unit) Door개폐실패 상태정보 		
<ul style="list-style-type: none"> 차량고장 정보 		

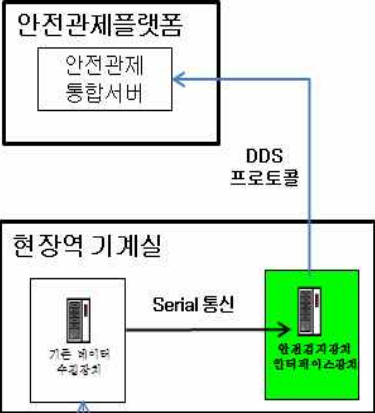
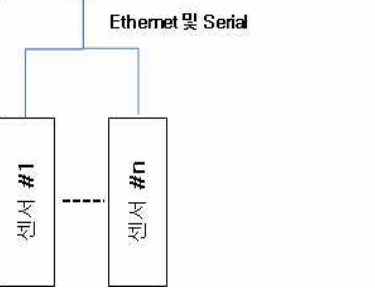
<열차제어 및 운행관련(신호)데이터 수집정보>

분야	기존 시스템에서 수집하는 정보	취득방안
열차제어 및 운행관련 (신호) 데이터	<ul style="list-style-type: none"> • 궤도회로상태(점유, 비점유,고장) 정보 	<ul style="list-style-type: none"> • 인터페이스 대상 TIMS DAE/ 전기기술지원시스템 /LDTS • 물리적 I/F : Ethernet 및 씨리얼 통신 • 프로토콜 : TCP/UDP/IP 및 RS232/422/485 <p>--> DDS 표준화 프로토콜로 변환</p> 
	<ul style="list-style-type: none"> • 신호기 상태 (GO,STOP) 정보 	
	<ul style="list-style-type: none"> • 선로전환기 상태(정위, 반위, LOCKING, 고장) 정보 	
	<ul style="list-style-type: none"> • 진로구성 상태정보 	
	<ul style="list-style-type: none"> • 폐색신호기 상태정보 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Dwell Light 상태정보 	
	<ul style="list-style-type: none"> • 비상정지 표시상태정보 	
	<ul style="list-style-type: none"> • 건널목 고장 및 정상신호 	
	<ul style="list-style-type: none"> • ATS/ATP/ATC/ATO/TWC등의 고장정보 	
	<ul style="list-style-type: none"> • 역 전원장치 상태정보 	
	<ul style="list-style-type: none"> • 신호기 단심 상태정보 	
	<ul style="list-style-type: none"> • 전자연동장치 상태정보 	
	<ul style="list-style-type: none"> • 열차 Tracking 정보(열차번호, 위치) 	
<ul style="list-style-type: none"> • 열차제어관련 고장정보 		

<전차선 전력 데이터 수집정보>

분야	기존 시스템에서 수집하는 정보	취득방안
전차선 전력 데이터	<ul style="list-style-type: none"> • 피뢰기 썬지 상태정보 	<ul style="list-style-type: none"> • 인터페이스 대상 : 전차선 변전소 • 물리적 I/F : 씨리얼 통신 • 프로토콜 : RS232/422/485 --> DDS 표준화 프로토콜로 변환 
	<ul style="list-style-type: none"> • 차단기 상태정보 	
	<ul style="list-style-type: none"> • 변압기 상태정보 	
	<ul style="list-style-type: none"> • 단로기 상태정보 	
	<ul style="list-style-type: none"> • 접지 스위치 상태정보 	
	<ul style="list-style-type: none"> • 전류 / 전압 / 전력 / 역률 상태정보 	
	<ul style="list-style-type: none"> • 정류기 상태정보 	
	<ul style="list-style-type: none"> • 직류전류 / 전압 상태정보 	
	<ul style="list-style-type: none"> • 기기이상 정보 	
	<ul style="list-style-type: none"> • 과전압 / 과전류 정보 	
	<ul style="list-style-type: none"> • 전차선 전력관련 고장정보 	

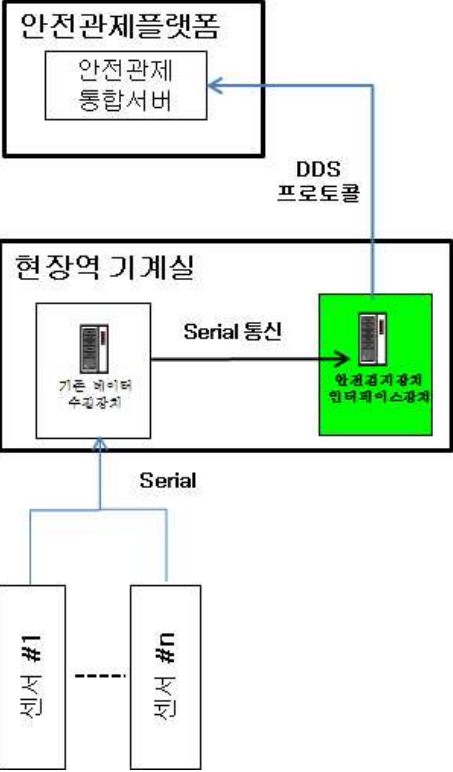
<통신계통데이터 수집정보>

분야	기존 시스템에서 수집하는 정보	취득방안
통신계통 데이터	<ul style="list-style-type: none"> • 광통신 상태정보 	<ul style="list-style-type: none"> • 인터페이스 대상 : 통신 데이터수집장치
	<ul style="list-style-type: none"> • 전송시스템 상태정보 	<ul style="list-style-type: none"> • 물리적 I/F : Ethernet 및 씨리얼 통신
	<ul style="list-style-type: none"> • 안내게시기 장치 상태정보 	<ul style="list-style-type: none"> • 프로토콜 : TCP/UDP/IP 및 RS232/422/485
	<ul style="list-style-type: none"> • 자동방송장치 상태정보 	<p>--> DDS 표준화 프로토콜로 변환</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • 열차무선장치 상태정보 	
	<ul style="list-style-type: none"> • 전기시계 상태정보 	
	<ul style="list-style-type: none"> • 화상전송설비 상태정보: 터널, 교량, 승강장, 차량 객실, 엘리베이터, 에스컬레이터 	
	<ul style="list-style-type: none"> • 전체 Network 상태정보 	

<선로변 안전설비 데이터 수집정보>

분야	기존 시스템에서 수집하는 정보	취득방안
운전 보안장치	<ul style="list-style-type: none"> 기상검지장치 : 풍향, 풍속검지 장치, 강수량 검지장치, 적설 검지장치 	<ul style="list-style-type: none"> 인터페이스 대상 : 각 해당 장치 물리적 I/F : 씨리얼 통신 프로토콜 : RS232/422/485 --> DDS 표준화 프로토콜로 변환
	<ul style="list-style-type: none"> 지장물, 낙석검지장치 : 터널, 교량, 고가, 낙석 	
	<ul style="list-style-type: none"> 클림검지장치 	
	<ul style="list-style-type: none"> 지상차축온도 검지장치(HBD) 	
시설물 보호장치	<ul style="list-style-type: none"> 레일온도 검지장치 	
	<ul style="list-style-type: none"> 터널 경보장치 	
	<ul style="list-style-type: none"> 분기부 히터장치 	
<ul style="list-style-type: none"> 지진검지장치 		
작업자 보호장치	<ul style="list-style-type: none"> 보수자 선로횡단장치 	
	<ul style="list-style-type: none"> 방호스위치 	
	<ul style="list-style-type: none"> 선로전환기 비상취급키 	

<역 시설물(기계설비) 데이터 수집정보>

분야	기존 시스템에서 수집하는 정보	취득방안
공조설비	<ul style="list-style-type: none"> 공조기, 히트펌프, 냉동기, 냉각탑 팬, 냉각수 펌프 	<ul style="list-style-type: none"> 인터페이스 대상 : 각 해당 장치 물리적 I/F : 씨리얼 통신 프로토콜 : RS232/422/485 --> DDS 표준화 프로토콜로 변환 
환기설비	<ul style="list-style-type: none"> 급, 배기팬, 분선 환기설 	
위생설비	<ul style="list-style-type: none"> 폴탱크, 급수펌프, 오수조/배수펌프, 생활하수/배수펌프, 지하수/배수펌프 	
소화설비	<ul style="list-style-type: none"> 화재탐지 	
일반설비	<ul style="list-style-type: none"> 에스컬레이터, 엘리베이터 	
승강장설비	<ul style="list-style-type: none"> 스크린도어 	
방재	<ul style="list-style-type: none"> 화재 : 터널, 승강장, 기기설비 유독가스 	

<3세부 성능개선품 수집정보>

분야	기존 시스템에서 수집하는 정보	취득방안
운전 보안장치	<ul style="list-style-type: none"> • 지장물, 낙석검지장치 : 터널, 교량, 고가, 낙석 • 끌림검지장치 	<ul style="list-style-type: none"> •인터페이스 대상 : 각 해당 장치 •물리적 I/F : 씨리얼 통신 •프로토콜 : RS232/422/485 --> DDS 표준화 프로토콜로 변환
시설물 보호장치	<ul style="list-style-type: none"> • 레일온도 검지장치 • 터널 경보장치 	
작업자 보호장치	<ul style="list-style-type: none"> • 보수자 선로횡단장치 	

(3) 기존안전감시장치

■ 일반철도

- 화재감시설비 : 철도분야에서 정거장 또는 역사구내 그리고 터널 등에서 화재의 발생을 감시하는 설비
- 연기감지기 : 철도분야에서 정거장 또는 역사구내 등에서 연기의 발생을 감시하는 설비
- 영상감시장치 : 정거장의 주요장소 및 승강장 부분과 철도선로변에서 주요한 설비 개소에 CCTV 등을 설치하여 감시하는 장치
- 동작감시장치 : 주요설비 및 주요장소에 대한 침입감시에 사용되는 장치
- 분기기히팅장치 : 동절기에 적설이나 결빙으로 인한 선로전환기의 전환불능을 방지하기 위하여 분기부를 예열하는 장치
- 지장물감시장치 : 철도를 횡단하는 고가차도나 낙석 또는 토사붕괴가 예상되는 지역에 자동차나 낙석 등이 선로에 침입하는 것을 감지하는 장치
- 터널경보장치 : 터널 내의 보수자를 보호하기 위해 열차가 일정구역에 진입 시 경보를 하게 하는 장치
- 레일온도감시장치 : 혹서기에 레일의 장출에 의한 사고를 예방할 목적으로 설치하여 레일의 온도를 감지하는 장치
- 차축온도감시장치 : 운행하는 열차의 차축 온도를 감지하는 장치
- 끌림감시장치 : 선로 상 설비를 보호하기 위해 기지나 기존선에서 진입하는 열차 또는 차량 하부의 끌림 물체를 감지하는 장치
- 열차접근확인장치 : 특정 지점을 보수자의 선로 횡단 가능소개로 지정하여 선로 횡단 시 열차의 접근 유무를 확인하게 하는 장치
- 지진감시장치 : 지진이 발생한 경우 지진규모에 따라 열차를 감속 운행하거나 운행을 중지시킬 수 있는 장치
- 기상감시장치 : 열차의 안전 운행을 위하여 풍향 및 풍속, 강우량, 적설량을 감지하는 장치

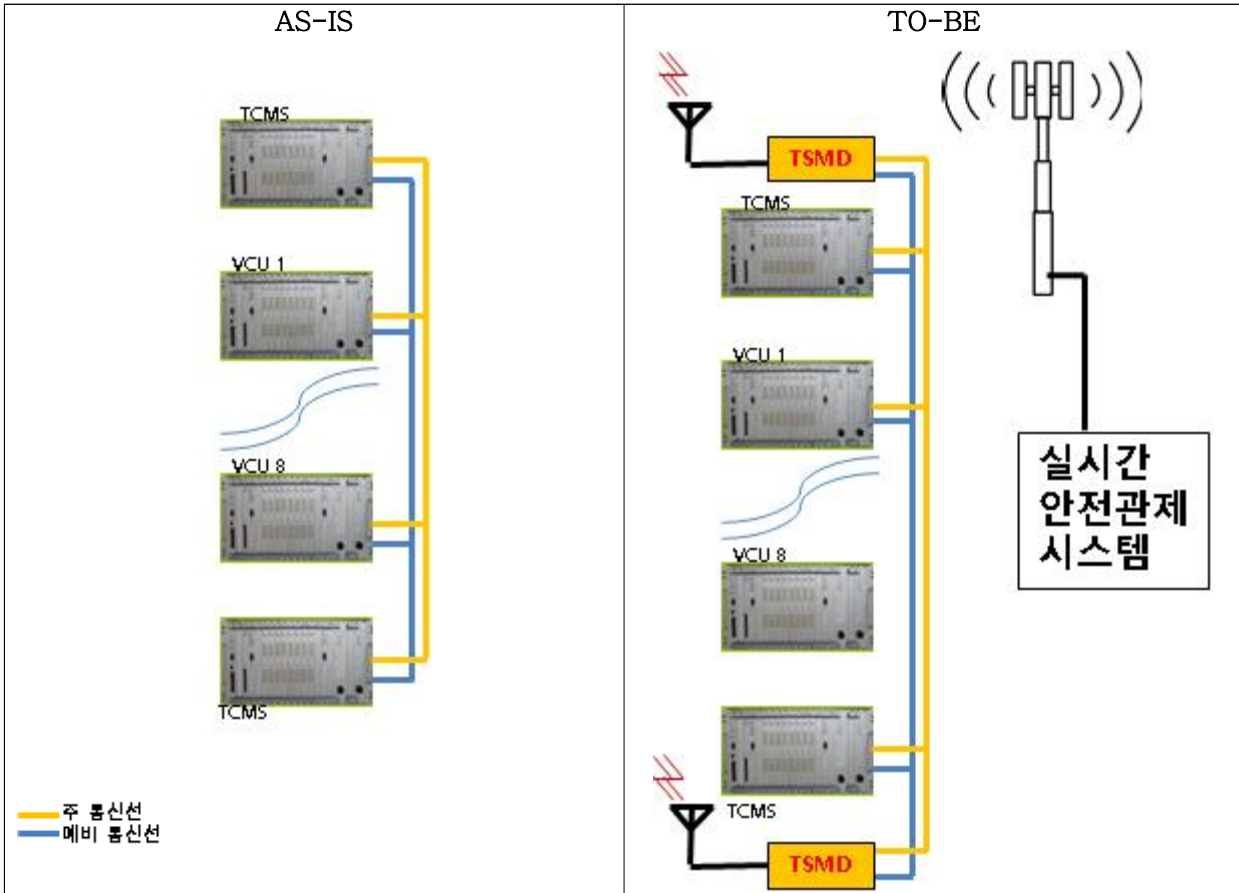
<일반철도 조사대상범위(안전감시설비)>

구분	분야	대상설비	비 고
안전감시설비	전기분야	화재감시설비	
		연기감지기	
	통신분야	영상감시장치(CCTV)	
		동작감시장치(변전소)	
	신호분야	분기기히팅장치	
		지장물감시장치	
		터널경보장치	
		레일온도감시장치	
		차축온도감시장치	
		끌림감시장치	
		열차접근확인장치	
		지진감시장치	
	기상감시장치		

■ 3세부 성능개선품

▫ 열차상태 실시간 전송장치

본 개발을 통하여 열차 정보를 실시간으로 확인 가능하게 되므로, 실시간 안전 관제가 가능해 진다.
 열차 상태 정보를 실시간으로 확인 가능
 열차 상태정보를 실시간으로 파악 가능하므로 다양한 ALARP 체계 구축 가능



<열차상태 실시간 전송장치의 현재 기술 대비 향후 기술비교>

▫ 열차접근확인장치

철도사고의 예방과 심각도 저감을 위해 기 운영되고 있는 열차접근 확인장치의 성능을 개선하고, 신뢰성이 향상된 열차접근 확인장치 개발

열차접근 확인장치의 ALARP(As Low As Reasonably Practicable : 위험이 합리적으로 실행 가능한 최대한 낮게 해야 한다) 체계 구축

위험원별 열차접근 확인장치 운영 필요성을 손실비용과 운영비용을 비교하여 경제적으로 평가하는 ALARP 체계 구축과 유무선 정보전송 시스템 및 인터페이스 기술개발

열차접근 확인장치 성능 고도화 기술개발

위험요소 선별 기능 고도화를 통한 신뢰성 확보와 열차접근 확인장치의 열차방향 및 제한속도 전송의 고도화 기술 적용

공인기관 검증시험, 현장설치 및 테스트베드 통합검증 지원

안전관제와 정보연계



<열차접근확인장치 현재 기술 대비 향후 기술 비교>

[개발 적용 기술]

레이저레이더 센서를 이용하여 1km의 거리까지 열차접근 확인 가능

레이저레이더 센서에서 열차 검지시 유지보수자들이 경보기, 경광등으로 2중 확인이 가능

기존 열차접근확인장치의 경우 유지보수원을 통해서만 유지보수가 가능하였으나 개발제품은 자가진단이 가능하여 기존 열차접근확인장치의 한계를 보완

▫ 터널경보장치

철도사고의 예방과 심각도 저감을 위해 기 운영되고 있는 터널경보장치의 성능을 개선하고, 신뢰성이 향상된 터널경보장치를 개발

[터널경보장치의 ALARP 체계 구축]

위험원별 터널경보장치 운영 필요성을 손실비용과 운영비용을 비교하여 경제적으로 평가하는 ALARP 체계 구축과 유무선 정보전송 시스템 및 인터페이스 기술 개발

[터널경보장치 성능 고도화 기술개발]

위험요소 선별 기능 고도화를 통한 신뢰성 확보와 터널경보장치의 열차방향 및 제한속도 전송의 고도화 기술적용

공인기관 검증시험, 현장설치 및 테스트베드 통합검증 지원

안전관제와 정보연계



<터널경보장치 현재 기술 대비 향후 기술 비교>

[개발 적용 기술]

레이저레이더 센서를 이용하여 열차접근 확인을 상하선 구분하여 검지 가능
 레이저레이더 센서에서 열차 검지 시 유지보수자들이 경보기, 경광등으로 2중 확인이 가능
 기존 터널경보장치의 경우 터널출입구감시가 불가능하였으나 개발제품은 레이저레이더 센서로 터널출입구감시가능하며 감지크기는 30cm 이상 검지 가능

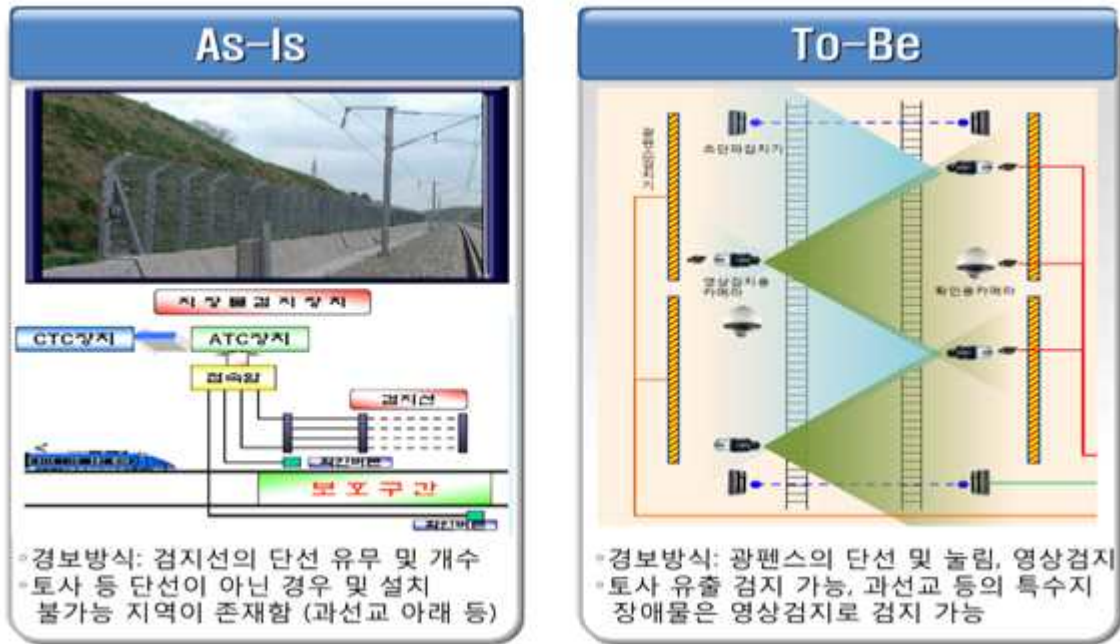
◦ 지장물검지장치

철도 안전설비는 고속열차 운행에 지장을 주는 각종 요소를 사전에 검지하여 열차 운행속도를 제한하거나 긴급 시에는 열차를 정지시켜 사고를 예방하기 위한 설비
 철도를 횡단하는 고가차도나 낙석 또는 토사붕괴가 우려되는 지역에 자동차나 낙석 등의 장애물이 선로에 침입하는 것을 검지하여 사고를 예방하기 위한 설비
 열차 안전운행의 저해 요소를 사전에 검지하여 접근해 오는 열차를 정지시키거나 감속 운행토록 하여 열차 안전운행을 확보해야만 함

이에 여러 가지 안전설비를 선로변 및 취약지역에 설치하여 열차사고를 사전에 예방할 필요가 있음

[개발 적용 기술]

광케이블의 늘림, 절단 시 발생하는 펄스형 광원의 시간차 반사를 이용하여 미터단위의 거리까지 장애지점에 대한 정확한 검출이 가능
 광케이블에서 장애 검출시 감시용 카메라를 해당지점으로 회전시켜 Zoom In/Out 하여 2중으로 확인이 가능
 기존 지장물의 경우 철로변 펜스만 검지 가능하였으나 개발제품은 과선교 선로변으로 추락하는 장애물(낙석, 자동차 등)에 대한 영상 인식이 가능하여 기존 지장물 검지 장치의 한계를 보완
 영상 검지장치에서 장애 검출시 감시용 카메라를 해당지점으로 회전시켜 Zoom In/Out 하여 2중으로 확인이 가능



<지상물검지장치 현재 기술 대비 향후 기술 비교>

▫ 선로상태 상시 감시 장치

철도는 육상교통수단 중 국가경제활동의 이동과 접근을 제공하는 매우 중요한 사회간접자본시설로 안정성 확보가 중요.

철도교통량 증가 및 열차 운행속도 향상으로 인하여 철도안전에 대한 국민 인식 및 요구 수준이 높아짐에 따라 강화된 안전대책이 절대적으로 필요.

선로의 이상상태에는 온도 상승에 의한 레일의 팽창으로 인한 변형이 일어나는 장출, 기온이 영하로 내려가서 흙 사이의 물이 동결하여 빙층 형성으로 인한 지표면이 떠오르는 동상, 지반층 균열과 노반의 지지력 부족 및 수분 누적 등으로 인한 노반이 압축 침하되는 노반침하 등이 있음. 우리나라의 대기온도는 중부지방의 경우 -20℃에서 40℃범위이며, 대기온도가 40℃일 때 레일 온도는 60℃까지 오르게 되어, 레일의 온도변화는 -20℃에서 60℃까지 80℃의 범위

철도 레일간의 선팽창 계수는 1.14×10^{-5} 이며, 25m레일의 경우 -20℃에서 40℃범위에서 최대 16mm까지 늘어남

현재 고속철도에 설치된 레일온도검지장치는 단순하게 레일에 접촉된 온도센서에서 전송된 온도데이터를 바탕으로 인접구간을 운행하는 열차에 감속운행을 유도하거나 정지신호를 전송하고 레일온도 상승으로 인한 레일의 장출을 예측.

레일온도검지장치는 고속철도용으로 사용 중이며, 유지보수소속에서 활용할 수 있도록 정보전송 기능 개선이 필요.

장출은 선로 보수작업 후 도상 저항력이 저하된 구간, 레일 체결력이 약한 구간 및 급 곡선 구간에서 발생.

일반철도의 경우 고속철도보다 지반이 연약하고 노반 및 궤도, 레일상태가 노후화가 지속되어 혹서기 레일의 장출, 궤도동상, 노반침하 등 계절적인 위협요인에 노출.

2014년 중앙선에서 좌굴에 의한 궤도이탈사고를 비롯하여, 동절기에 일반 철도구간에서 다수의 동상이 발생하고 있으며, 신규 건설선 구간(경부고속선, 호남고속선)에서도 노반침하가 다수 발생.

열차 및 승객의 안전을 위해 레일상태를 종합적으로 판단할 수 있는 실시간 상태진단 모니터링 장치가 반드시 필요.

[개발 적용 기술]

선로 온도의 경우 적외선 온도센싱 기술을 활용하여 기존 접촉식 설비의 문제점을 극복
 변위센서를 활용하여 기존에는 없던 레일상태(노반침하, 좌굴, 동상)에 대한 측정 및 50kHz의
 응답속도 제공
 여러 측정개소의 다양한 측정 data를 활용하는 이상상태 예측 알고리즘을 개발



<선로상태상시감시장치 현재 기술 대비 향후 기술 비교>

◦ 끌림검지장치

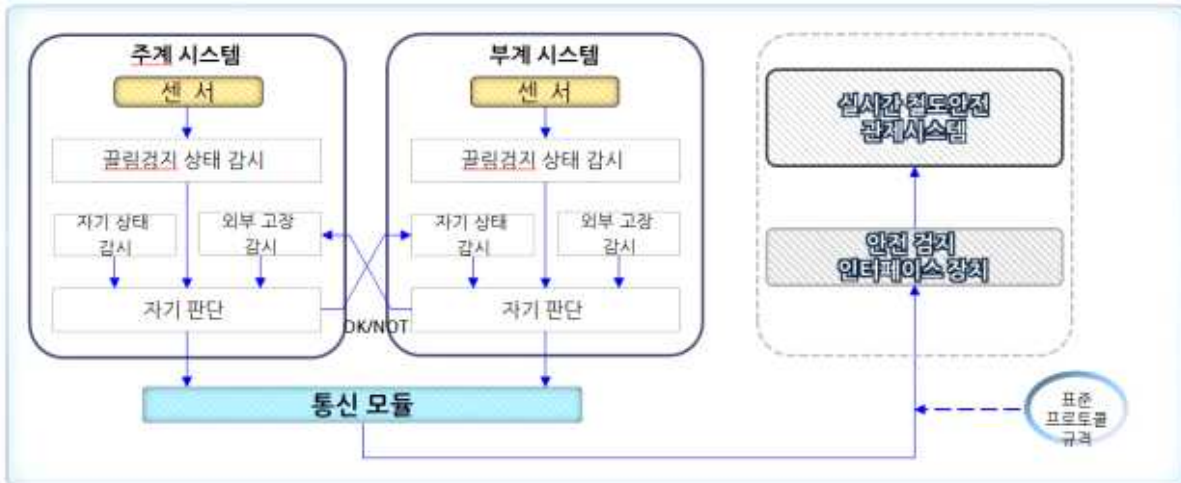
끌림물체검지장치는 차체 하부 부속품이 이탈되어 매달린 상태로 주행하는 차량으로 인하여 궤도사이에 부설된 각종 시설물의 파손 또는 열차 탈선을 방지하기 위한 안전설비로 국내 운용되고 있는 끌림물체검지장치는 전류가 흐르는 폐회로를 구성하고 끌림 물체에 의해 폐회로가 단락이 되면 검지 계전기가 동작되어 차량 끌림 경보를 ATC를 통해 CTC 및 LCP로 전송되는 구조이며 검지 후 시스템을 복원해야하는 단점이 있어 미국,유럽등에서 널리 적용되고 있는 자동복귀형 끌림물체검지장치 개발을 통해 운용 및 유지보수 용이성 확보가 필요함.

또한 끌림물체검지장치는 현재 고속선에 설치되어 운용하고 있지만(경부 고속선 1단계(11개소), 2단계(4개소),호남고속선(6개소)로 총 21개소) 열차의 고속화 및 고밀도화에 따라 고속철도를 포함한 일반철도 및 도시철도에 범용적으로 적용 가능한 끌림물체검지장치 개발을 필요로 함. 본 끌림물체검지장치의 개발의 적용하고자 하는 기술은 다음과 같다.

- 검지 후 자동 복귀가 가능한 기구적 메카니즘 개발
- 센서의 이중화 기술 (자기 진단 기능 및 절체기술)
- 실시간 모니터링 및 표준 프로토콜 연계 기술



<클림물체검지장치 현재 기술 대비 향후 기술 비교>



<클림물체검지장치 제어 시스템 개념도>

(4) 원주~강릉 노선 최적 적용개소

■ 1안(서원주역)

■ 유지관리 관점

서원주역 기준 부근에는 0k 지점에 서원주사업소와 4k720 지점에 만중역 주재가 있다.

<서원주역 부근 사업소 현황>

명칭	지점	비고
서원주역	0k000	사업소
만중역	4k720	주재

■ 지형적 관점

서원주역 기준 부근에는 지장물 총 6개소, 터널 총 3개소가 있다.

<서원주역 부근 지장물, 터널 개소 현황>

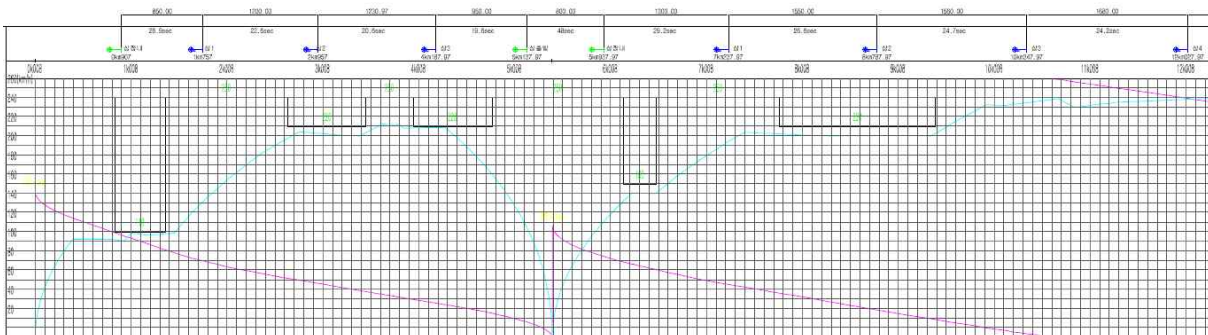
명칭	지점	길이	비고
지장물1	3k786 ~ 3k846	60m	하선
지장물2	3k880 ~ 3k910	30m	하선
지장물3	6k090 ~ 6k110	20m	하선
지장물4	7k160 ~ 7k290	130m	상선
지장물5	7k190 ~ 7k280	90m	하선
지장물6	7k620 ~ 7k648	40m	상선
소막골터널	2k030 ~ 2k715	685m	상·하선
만중터널	4k065 ~ 4k382	317m	상·하선
호저터널	7k660 ~ 8k935	1,275m	상·하선

■ 경제적 관점

원강선 서원주~평창간 운전시물레이션(상선)에 따라 일반철도의 제한속도는 250km/h 이다.

1안인 서원주지점에서 최고속도를 나타내는 지점은 약 10k608에서 나타나고 있다.

따라서 테스트베드 적어도 서원주역 0k부터 최고속도 지점을 지나 약 11k 지점까지인 11k를 구축해야 한다.



<서원주역 부근 TPS>

■ 2안(평창역)

■ 유지관리 관점

평창역 기준 부근에는 62k460 지점에 평창역사업소가 있다.

<평창역 부근 사업소 현황>

명칭	지점	비고
평창역	62k460	사업소

■ 지형적 관점

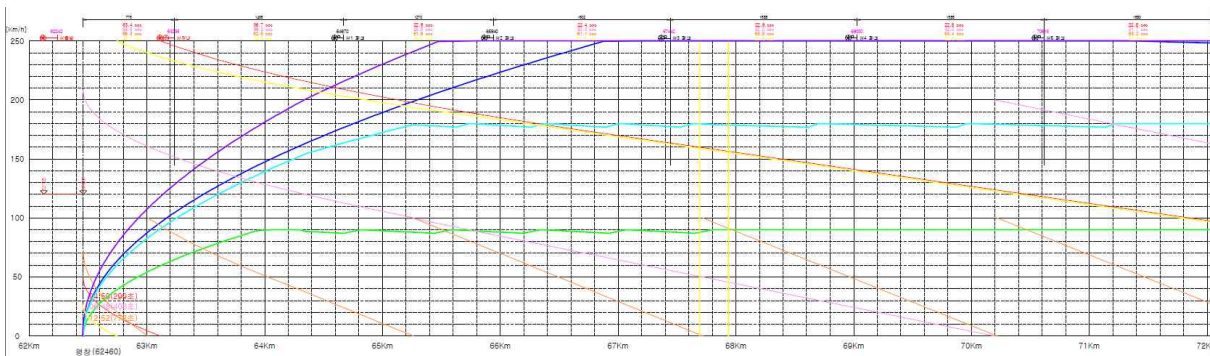
평창역 기준 부근에는 지장물 총 8개소, 터널 총 2개소가 있다.

<평창역 부근 지장물, 터널 개소 현황>

명칭	지점	길이	비고
지장물1	62k147 ~ 62k346	199m	상선
지장물2	62k145 ~ 62k437	292m	하선
지장물3	62k680 ~ 62k868	188m	상선
지장물4	62k672 ~ 62k868	196m	하선
지장물5	63k108 ~ 63k160	52m	상선
지장물6	63k166 ~ 63k271	105m	하선
지장물7	72k550 ~ 72k659	109m	상선
지장물8	72k550 ~ 72k622	72m	하선
평창터널	62k282 ~ 72k000	8,718m	상·하선
거문터널	72k670 ~ 73k220	550m	상·하선

■ 경제적 관점

원강선 평창~강릉간 운전시물레이션(상선)에 따라 일반철도의 제한속도는 250km/h 이다. 2안인 평창지점에서 최고속도를 나타내는 지점은 약 65k400에서 나타나고 있다. 따라서 테스트베드 적어도 평창역 62k부터 최고속도 지점을 지나 약 72k 지점까지인 약 10k 구축해야 한다.



<평창역 부근 TPS>

■ 3안(강릉역)

■ 유지관리 관점

강릉역 기준 부근에는 119k060 지점에 강릉역사업소와 111k075 지점에 남강릉신호장이 있다. 그리고 112k860 지점에 강릉차량기지가 있다.

<강릉역 부근 사업소 현황>

명칭	지점	비고
강릉역	119k060	사업소
남강릉	111k075	신호장
강릉차량기지	112k860	차량기지

■ 지형적 관점

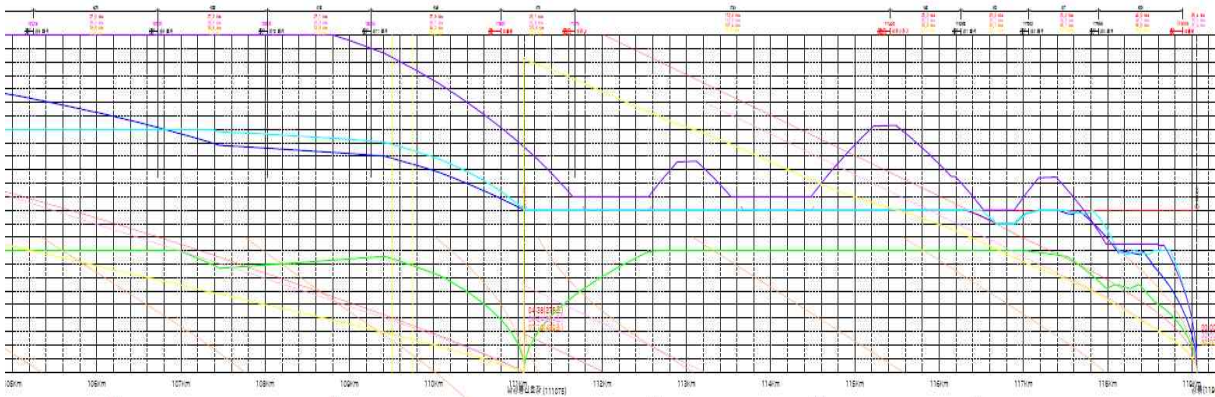
강릉역 기준 부근에는 지장물 총 2개소, 터널 총 5개소가 있다.

<강릉역 부근 지장물, 터널 개소 현황>

명칭	지점	길이	비고
지장물1	102k300 ~ 102k320	20m	상선
지장물2	103k822 ~ 103k892	70m	상선
성산터널	102k325 ~ 103k810	1,485m	상·하선
칠봉제1터널	104k406 ~ 104k510	104m	상·하선
칠봉제2터널	104k555 ~ 106k210	1,655m	상·하선
박월터널	110k335 ~ 110k515	180m	상·하선
강릉터널	116k209 ~ 118k740	2,531m	상·하선

■ 경제적 관점

원강선 평창~강릉간 운전시물레이션(상선)에 따라 일반철도의 제한속도는 250km/h 이다. 3안인 강릉지점에서 최고속도를 나타내는 지점 나타나고 있지 않다. 시험구간으로는 부적합하다.



<강릉역 부근 TPS>

■ 선정안 검토

적용개소 검토 결과, 1안(서원주역)은 사업소 1개소, 주재 1개소가 있고, 지장물 6개소, 터널 3개소가 있으며, 테스트베드 구역을 11km를 설정할 수 있다. 2안(평창역)은 사업소 1개소가 있고, 지장물 8개소, 터널 2개소가 있으며, 테스트 베드 구역을 10km를 설정할 수 있다. 3안(강릉역)은 사업소, 신호장, 차량기지를 각 1개소가 있고, 지장물 2개소, 터널 5개소가 있다.

테스트베드 구역으로 3안은 최고속도를 지닌 구역이 없어 시험구간으로 부적합하며, 2안은 시험설계시 지장물과 터널 수량이 많아 부적합하다. 그러므로 1안인 서원주역에 테스트베드 구역으로 설정하는 것이 적합한 것으로 보인다.

<테스트베드 구역 검토(안)>

적용개소	유지관리 관점	지형적 관점	경제적 관점
1안(서원주역)	사업소 1개소 주재 1개소	지장물 6개소 터널 3개소	11km 구축
2안(평창역)	사업소 1개소	지장물 8개소 터널 2개소	10km 구축
3안(강릉역)	사업소 1개소 신호장 1개소 차량기지 1개소	지장물 2개소 터널 5개소	부적합

(5) 테스트베드 구축에 따른 개발항목

테스트베드 구축을 위하여 개발이 필요한 항목은 기본적으로 안전관제와 현장의 안전설비연계 및 현장 유지보수센터에서 안전설비감시가 가능한 지역 안전감시장치의 개발이 필요하며, 안전관제구축에 따른 효과적 시공을 위한 시공기법의 연구와 관계연계 인터페이스장치의 개발이 필요하다. 또한 규정제정 및 법제화를 위한 안전관제표준지침 개발연구가 병행되어야 한다. 신뢰성확보를 위한 정보전송의 안전성 및 신뢰성 착오검증연구가 병행되어야 할 것이다.

개발항목	비고
안전관제 구축을 위한 현장시공 기법연구	
관계연계 인터페이스장비 개발연구	
지역 안전감시장치 개발연구	
안전관제 적용 표준지침 개발연구	
관계정보전송의 안전성 및 신뢰성 확보 검증 연구	

3. 테스트베드 구축, 운영을 위한 적용방안 수립

가. 테스트베드 설치 상세설계 방안

(1) 신호제어설비 설계

신호제어설비의 설계는 “전력기술관리법” 및 “설계도서 작성기준(국토해양부)” 등을 참조하여 작성한다.

(2) 설계속도

설계속도란 해당 선로를 설계할 때 기준이 되는 상한 속도로서, 신호제어설비의 설계속도는 동일 선구에서 노반과 궤도의 최고설계속도를 기준으로 하되 해당선구의 운행속도가 최고설계속도와 다를 경우 운행속도와 향후 속도향상계획 등을 검토하여 결정하여야 한다.

(3) 설계범위

설계범위는 당해 공사구간 및 공사내용에 맞는 신호제어설비의 설치공법, 공종선정, 물량산출, 공사비 산출, 유지보수방안 등을 검토한다.

■ 기본설계의 범위

- 타당성조사 및 기본계획이 선행됐을 경우 이의 분석·검토
- 현장조사
- 설계기준 및 법규 등 제 기준의 검토
- 신호제어설비 선정 검토
- 신호제어설비 구축방안 검토
- 타 분야와의 인터페이스
- 건설계획 검토
- 개략공사비 산출
- 주요자재 및 사용 장비 검토
- 설계도서 작성

■ 실시설계의 범위

- 기본설계 검토 : 기본설계 분석·검토결과 적용사항
- 자문 및 권고사항의 검토 및 적용[설계 VE(Value Engineering) 결정사항 포함]
- 현장조사
- 설계기준 및 법규 등 제 기준의 검토
- 신호제어설비 상세 설치방안
- 타 분야와의 인터페이스
- 건설계획 검토
- 공사비 산출
- 설계도서 작성(주요자재 사양서 포함)

(4) 설계절차

■ 설계 착수 단계

- 과업수행계획서 작성 : 과업의 목적, 기간, 범위, 설계추진절차, 추진방향, 수행조직, 공정관리, 품질

관리계획, 현장조사계획, 관련분야 인터페이스, 자문계획, 신기술·신공법 활용계획, 과업수행 추진 계획 등을 작성한다.

- 품질관리계획서 : 설계품질·환경관리에 관한사항으로 품질관리계획과 이의 이행을 위한 계획서를 작성한다.
- 자료수집 및 현장조사 : 설계 대상의 이전 단계 설계도서류, 열차운영계획, 관련 타분야 설계기준, 배선도 및 궤도부설도 등의 자료수집과 설계 대상 구간의 신호시설물, 지형, 기후 등 환경에 대한 현장조사를 하여 설계에 필요한 기초 자료를 확보한다.
- 인터페이스 관리계획서 작성 : 설계와 관련된 타 분야의 인터페이스 사항에 대하여 면밀히 검토한 후 인터페이스 관리계획서를 작성하여 관련부서에 승인을 받아야 한다.

■ 설계서 작성 단계

- 신호방식 및 폐색방식 검토 : 설계 대상 구간의 특성에 맞도록 신호방식과 폐색방식을 비교·검토 하여 선정한다.
- 신호제어설비 검토 : 신호방식, 폐색방식, 안전성, 신뢰성, 경제성, 호환성, 확장성, 유지보수 편리성 등에 대하여 각 신호제어설비별로 검토한다.
- 설계도면 작성 : 공단의 '도면작성 및 관리 절차서'에 따라 작성한다.
- 설계예산서 작성 : 최근의 품셈을 적용하여 일위대가를 작성하고 공종별 수량, 재료비, 노무비, 경비 등을 산출하여 작성한다.
- 시방서 작성 및 인터페이스 사항 검토 : 시방서는 공사시방서와 자재시방서로 분류하며 공사시방서는 공사에 필요한 제반사항을 기록하여야 하고 자재시방서는 내자재와 외자재로 구분하여 자재별로 규격, 특성, 기능 등을 작성하여야 한다.
- 설계보고서 작성 : 당해 설계 이전 단계의 설계서에 대한 검토와 현행 설계내용을 작성하여야 한다.
- 기타 설계도서 작성 : 설계도서 작성 시 적용 또는 참고한 물가자료, 견적서, 규격, 계산서 등 참고 자료를 정리하여 작성한다.

■ 설계 준공 단계

- 설계도서 검토 : 공종, 규격, 수량산출, 품셈적용, 설계도면, 자재시방서, 공사시방서 등 각종 설계 결과물에 대하여 적정 여부를 검토한다.
- 제출한 설계 성과물에 대하여 심의한 결과 미비사항이 발생할 경우 수정·보완하여야 한다.
- 인터페이스 처리결과 보고서 : 승인된 인터페이스 관리계획서의 항목에 대한 주요 처리사항을 기재하고 진행 중인 경우 진행사항과 처리계획 등을 기재한 후 관련부서에 승인을 받아야 한다.
- 성과물 제출은 미비사항에 대하여 조치완료 후 최종성과물을 제출한다.

(5) 설계도서 작성

■ 설계도면

- 설계도면은 각 도면마다 도면번호를 부여하여야 하며, 도면번호 부여체계는 공단의 철도분야 전자도면작성표준에 따라 부여하며, 설계도면의 작성은 다음 각 호와 같다. (단, 작성표준은 최근 개정된 것으로 적용한다).
- 중복되는 설계도면은 표준도면을 작성하여 간명하게 기능성을 살려 설치물의 취부를 조화롭게 하여야 한다.
- 신호제어설비 공사 설계도 내용이 노반, 건축 등 타 분야의 공사 설계도 내용과 직접적 관계를 가지는 경우에는 최근 개정의 해당 타 분야 도면을 기초 레이어(Layer)로 하여 평면도, 단면도, 부분상세도 또는 기타 축적 도면을 작성하고 해당 도면의 도면, 도명을 표기한다.

■ 설계예산서

- 설계예산서는 정부표준품셈의 설계서 작성요령과 공단의 공사 및 용역 관리 규정에 의거 작성하되, 감독자와 협의하여 작성함을 원칙으로 한다.
- 단가산출서는 공단의 설계심사와 조달청 총사업비 심사에 적합한 프로그램을 이용하여 작성하여야 한다.
- 품셈의 적용에서 신호품셈, 전기품셈, 통신품셈, 건설품셈 등에도 없는 항목의 경우 합리적인 방법을 적용하여야 한다.
- 소프트웨어(S/W) 개수의 대가 산정은 신호설비 소프트웨어 원가계산 용역 결과에 따라 작성된 공단의 소프트웨어개수 대가 산정 적용을 적용한다.
- 자재의 단가산출은 국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률에서 정한 바에 따른다.

■ 자재시방서

- 자재시방서는 내자재와 외자재로 구분하며, 내자재의 경우 철도용품표준규격을 적용하며 적용 규격은 다음과 같다.

- ① 한국산업규격(KS : Korean Industrial Standards)
- ② 한국철도표준규격(KRS : Korean Railway Standards)
- ③ 한국철도시설공단규격(KRSA : Korea Rail Standard Authority)
- ④ 한국철도공사규격(KRCS : Korea Railroad Corporation Standard)

- 외자재의 경우일반적인 구비조건은 다음 각 호와 같다.

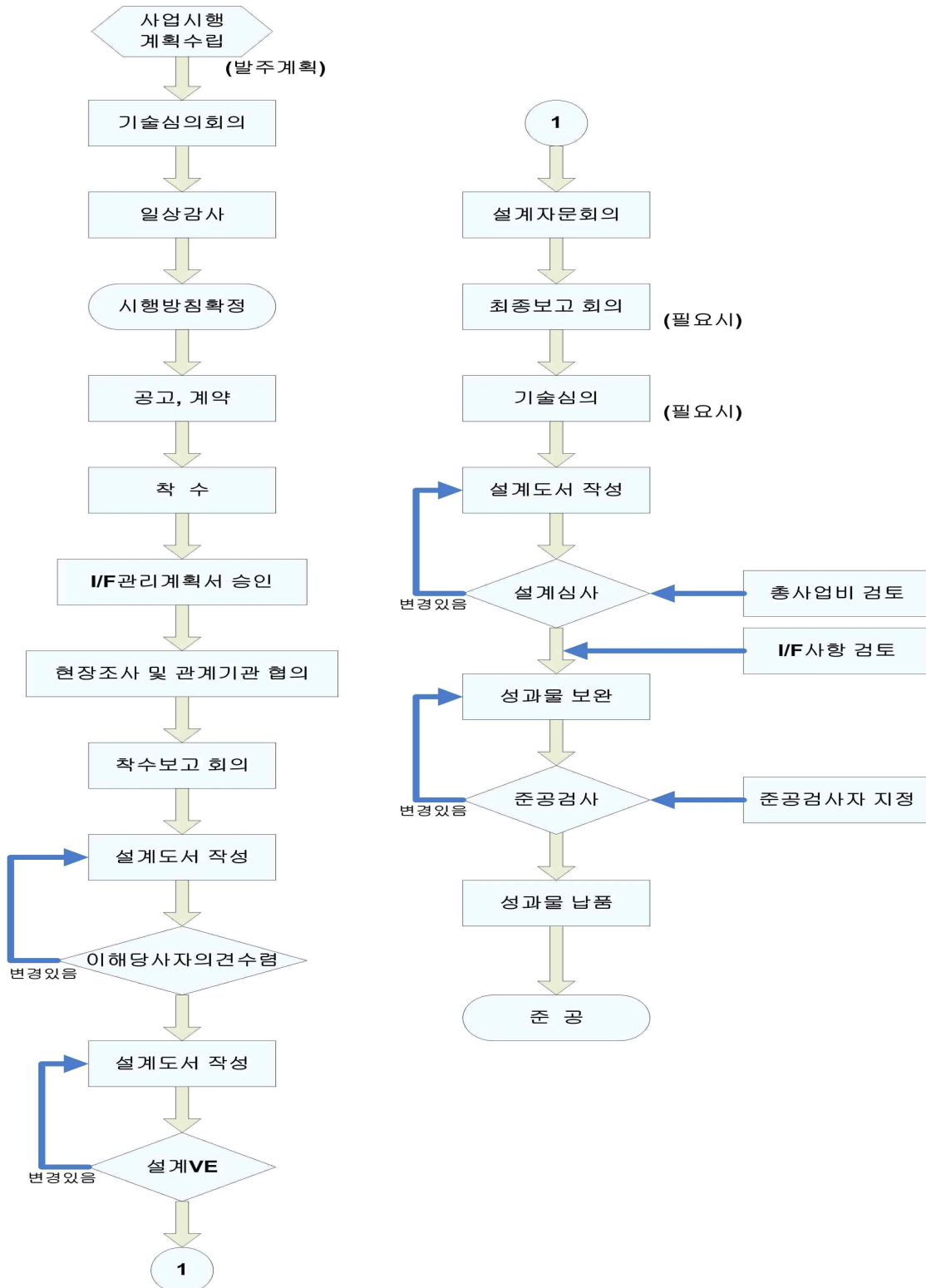
- ① 단위 : 시방서, 내역서, 도면 등 모든 제출용으로 작성되는 서류는 MKS 단위를 사용하여야 한다.
- ② 사용용어 : 시방서, 내역서, 도면, 설명서 등에 사용하는 모든 용어는 한글을 기준으로 하되 한글 표기가 어려울 경우에는 영어와 병행하여 사용할 수 있다.
- ③ 사용규격 : 특별히 지정하지 않는 한 규격의 적용은 다음과 같은 권위 있는 공인 규격을 적용하여야 한다.

- 미국전기공업협회(NEMA : National Electrical Manufacturers Association)
- 미국표준협회(ANSI : American National Standards Institute)
- 미국전기기준(NEC : National Electrical Code)
- 일본공업규격(JIS : Japanese Industrial Standards)
- 영국국가규격(BS : British Standard)
- 국제전기표준회의(IEC : International Electrotechnical Commission)
- 국제대중교통연합(IUPT : International Union of Public Transport)
- 유럽철도기술연구원(ERRI : European Railway Research Institute)
- 유럽전기기술규격위원회(CENELEC : European Committee for Electrotechnical Standardization)
- 독일규격협회(DIN :Deutsches Institute fuer Normung)
- 유럽표준(EN : European Norm)
- 미국전기전자기술자협회(IEEE : Institute of Electrical and Electronics Engineers)

■ 공사시방서

공사시방서는 ‘철도건설공사 전문시방서’를 참고하여 작성하되 전문용어를 사용하고, 정확하고 완전하며 간단명료하게 작성하여 해석에 이견이 없도록 하여야 하며 다음과 같이 작성한다.

- 계약상 필요한 모든 사항이 포함되도록 작성한다.
- 공법 및 공중에 맞는 시공방법을 제시한다.
- 공중 전반에 대해 기술하며, 목차는 가능한 공사 순서대로 작성한다.
- 현실적으로 가능한 방법 및 내용으로 작성한다.
- 공사기성에 관련된 사항은 이해가 명확하도록 한다.
- 발주처의 의도를 정확히 파악하고, 발주처의 감독, 수급인, 감리자 등이 직면할 수 있는 어려움을 감안하여 신중히 작성한다.



<테스트베드 설치 상시설계 절차>

나. 테스트베드 설치, 통합 및 검증 일정 기본계획

(1) 테스트베드 구축 대상

■ 기존설비(활용)

<기존설비 안전감시설비>

구분	분야	대상설비	비 고
안전감시설비	전기분야	화재감시설비	
		연기감지기	
	통신분야	영상감시장치(CCTV)	
		동작감시장치(변전소)	
	신호분야	분기기히팅장치	
		지장물검지장치	
		터널경보장치	
		레일온도검지장치	
		차축온도검지장치	
		끌림검지장치	
		열차접근확인장치	
		지진감시장치	
	기상검지장치		

■ 신규설비(구축)

<기존설비 안전감시설비>

구분	대상설비	비 고
안전감시설비	열차상태 실시간 전송장치	
	열차접근확인장치	
	터널경보장치	
	지장물검지장치	
	선로상태상시감지장치	
	끌림검지장치	

(2) 테스트베드 구축 일정

○ 건설 현황

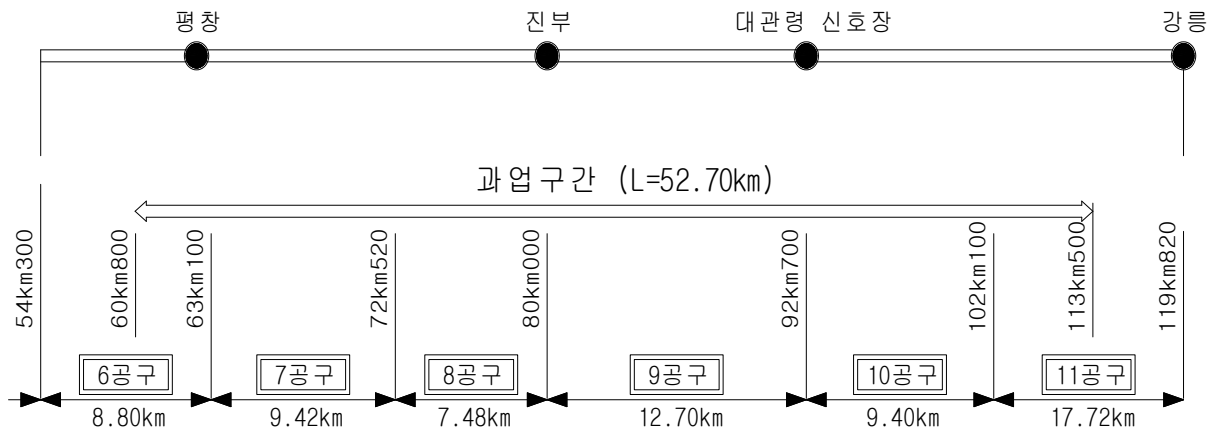
<원강선 건설 일정>

일반사항	담당자 : 백승배(건설본부, 042-607-4714) 사업내용 : 원주(중앙선)~강릉(영동선)간 120.7km 복선전철 건설 사업기간 : 1997년 ~ 2018년 총사업비 : 3조 9,110억원 추진실적: 15.12월말 누계공정율 64.1%로 추진중
상세일정	'96. 5. : 타당성 조사(서울대학교 공학연구소) '00. 3.~ 8. : 타당성점검 용역 시행(교통개발연구원) '03. 6.~'03.11. : 원주~강릉 기술조사 용역 시행 '04.11.~'06.12. : 노반 및 기타분야 기본설계 시행 '06. 6.12 : '07년 민간투자대상사업(BTL) 선정(건교부) '06. 9.~'07.2. : 타당성 재검증(기획예산처, 한국개발연구원) '09. 3.~'09.12. : 민자적격성 조사 (재정사업으로 결정) '10. 5.14 : 2018동계올림픽유치정부지원위원회 의결(복선전철) '10. 8.~'12. 3. : 노반 기본 및 실시설계(6~10공구) '12. 6. : 공사착공(6~10공구) '13. 4. : 후속구간 착공 '14. 7 : 강릉시구간 착공 '18. 7 : 준공예정

○ 토목공사 공구 현황

<원강선 건설사 현황>

공구	건설사	건설사 위치	연락처	FAX
6공구	고려개발	강원도 평창군 봉평면 면온리 816-1번지	033-333-3606	033-333-3608
7공구	GS건설	강원도 평창군 진부면 하진부리 509번지	033-261-8651	033-334-4882
8공구	현대건설	강원도 평창군 봉평면 송정리 2475번지	033-334-4990	033-334-4993
9공구	한라건설	강원도 평창군 진부면 상진부리 54-1번지	033-332-9247	033-332-9246
10공구	삼성물산	강원도 평창군 성산면 오봉리 119-3번지	033-641-4913	033-642-0932
11공구	미발주			



<원강선 토목공사 공구 현황>

○ 원강선 실시설계 일정

<원강선 실시설계 일정>

구분	2010	2011	2012	2013	2014	비고
노반6공구	← 2010. 8. 26 ~ 2012. 12. 31 →					
노반7공구	← 2010. 8. 26 ~ 2012. 6. 30 →					
노반8공구	← 2010. 8. 26 ~ 2012. 3. 31 →					
노반9공구	← 2010. 8. 26 ~ 2011. 12. 30 →					
노반10공구	← 2010. 8. 26 ~ 2012. 12. 31 →					
노반11공구			← 2012. 04 ~ 2014. 03. 31 →			
전력, 전차선			← 2012. 8. 03 ~ 2014. 06. 30 →			
통신			← 2012. 11. 30 ~ 2014. 11. 30 →			
신호			← 2012. 10. 17 ~ 2014. 08. 31 →			

○ 테스트베드 구축일정

<테스트베드 구축일정>

구분	2016				2017				2018				2019			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
현장조사 및 자료수집																
4세부개발 및 현장설치																
기존설비 연계구축																
신규설비 구축																
안전관제구축																
전선로 구축(통신설비포함)																
시험 및 검증																

- *2018년 2월 평창올림픽 개최
- *2018년 7월 원강선 준공 예정
- *2019년 5월 연구단 과제 종료

(3) 테스트베드 시스템 검증 요구사항 및 계획

■ 형식승인

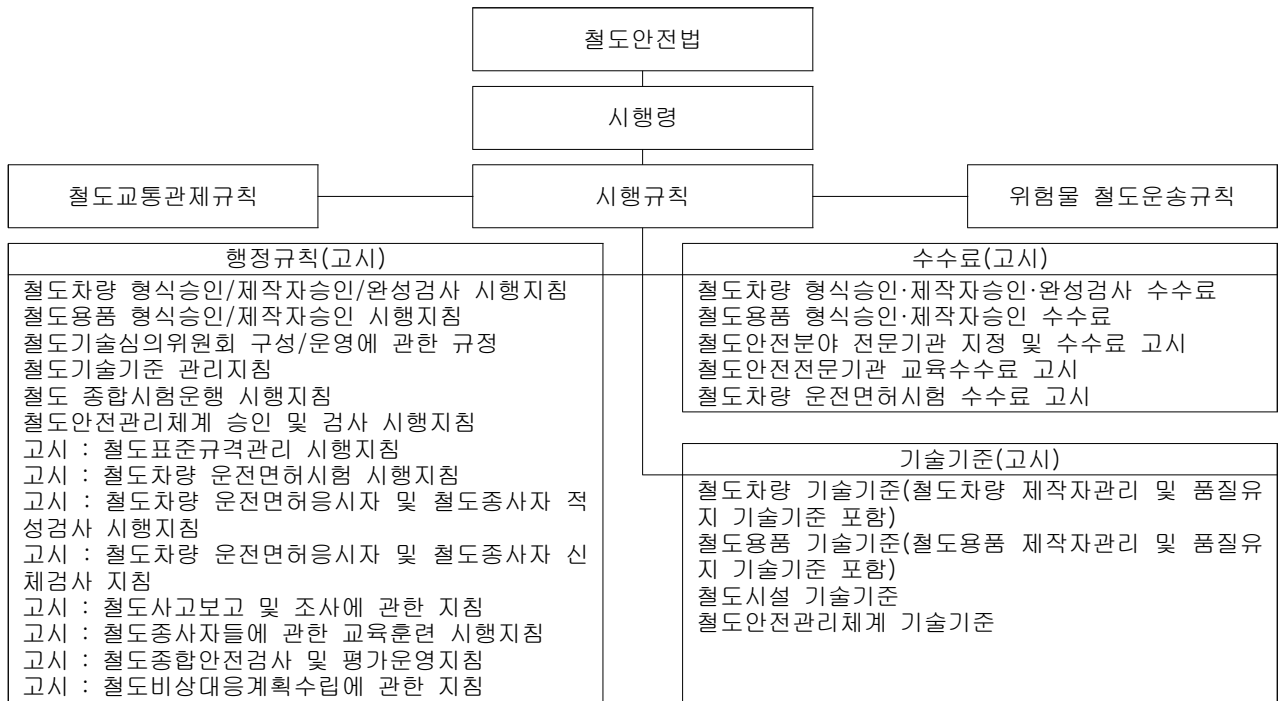
국내에서의 운행을 목적으로 제작·수입되는 철도차량과 용품은 철도안전법 제26조 제1항, 제27조 제2항에 의거 설계에 관하여 형식승인을 받아야 한다.

○ 형식승인 검사기관

- 한국철도기술연구원 : 철도안전법 제77조 제2항 및 동법 시행령 제63조 제2항에 의거 형식승인 검사기관으로 지정

○ 형식승인 검사구분 : 철도안전법 시행규칙 제48조 제1항, 제62조 제1항에 의거 철도차량과 용품 형식승인검사의 구분은 다음과 같다.

- 설계적합성 검사: 철도차량/용품의 설계가 철도차량/용품기술기준에 적합한지 여부에 대한 검사(설계가 기술기준에 적합한지 입증·문서화)
- 합치성 검사: 철도차량/용품이 부품단계, 구성품단계, 완성차/품단계에서 제1호에 따른 설계와 합치하게 제작되었는지 여부에 대한 검사(최초용품이 승인된 설계와 합치되는지 입증·문서화)
- 차량/용품형식 시험: 철도차량/용품이 부품단계, 구성품단계, 완성차/품단계, 시운전단계에서 철도차량/용품기술기준에 적합한지 여부에 대한 시험(용품이 기술기준에 적합하고, 설계에 맞도록 제작되었는지 시험·입증)



<형식승인 관련법규>



<형식승인 절차>

■ 철도용품기술기준

○ 철도용품 기술기준(적용범위)

철도용품기술기준 Part 01 총칙에 의거 형식승인 대상 신호통신용품과 기술기준은 다음과 같다.

<철도용품 기술기준 형식승인 대상>

기술기준	기술기준	형식승인 대상
전자연동장치	KRTS-CO-Part51-1-2 013	전자연동장치(일반철도용)
AF궤도회로	KRTS-CO-Part51-2-2 013	AF궤도회로(유절연, 무절연)
선로전환기	KRTS-CO-Part51-3-2 013	선로전환기(노스가동분기기형, 일반분기기형(팅레일쇄정장치 설치개소))
자동폐색제어장치	KRTS-CO-Part51-4-2 013	자동폐색제어장치(일반철도용)
열차자동정지장치 (ATS)	KRTS-CO-Part51-5-2 013	열차자동정지장치(ATS)
건널목 안전설비	KRTS-CO-Part51-6-2 013	건널목안전설비(제어유니트)

- 전자연동장치

적용범위 : 궤도회로, 선로전환기, 신호기, 폐색장치 등의 상호 연쇄조건을 데이터베이스화 된 소프트웨어로 구성하고 마이크로 컴퓨터에 의하여 분석, 제어, 표시하여 열차를 안전하게 운행하도록 하는 일반철도용 전자연동장치에 대하여 적용한다.

- AF궤도회로

적용범위 : AC 또는 DC 전철구간의 정거장 구내 및 폐색구간에 공통적으로 사용하여 열차의 유무를 검지하는 가청주파수(AF) 궤도회로에 대하여 적용한다.

AF궤도회로는 속도코드를 전송하는 형식과 속도코드를 전송하지 않는 두 가지 형식이 존재하며, 속도코드 전송방식은 유절연과 무절연 방식이 있으며, 속도코드 무전송방식도 유절연과 무절연 방식이 있다.

<AF궤도회로 구현형식>

구 분	구 현 형 식	종 별
AF 궤도회로	속도코드 전송형	유절연 AF 궤도회로
		무절연 AF 궤도회로
	속도코드 무전송형	유절연 AF 궤도회로
		무절연 AF 궤도회로

-.선로전환기

적용범위 : 선로전환기는 용도에 따라 다음과 같이 분류한다.

<선로전환기 용도별 분류>

품 명	구 분	용 도	비 고
선로전환기(고속용)	노스가동분기기	고속철도, 일반철도	
	일반분기기	일반철도	팅레일쇄정장치 설치개소

-.자동폐색제어장치

적용범위 : 궤도회로를 이용하여 열차의 진행에 따라 자동으로 폐색 및 신호기를 동작시키는 단선 및 복선용 자동폐색제어장치(ABS : Automatic Block System)에 대하여 적용한다.

<자동폐색제어장치의 종류>

구분		종별
단선		3현시용
		5현시용
복선	단방향	3현시용
		4현시용
		5현시용
	양방향	5현시용

-.열차자동정지장치

적용범위 : ATS(Automatic Train Stop : 자동열차정지) 지상장치는 열차가 과속하거나 정지신호를 무시하고 주행하였을 때 경고를 하거나 자동으로 제동을 체결하는 ATS장치의 지상설비로 아래와 같이 분류한다.

<열차자동정지장치의 종류>

구 분	종 별
ATS 지상장치	점제어식
	속도조사식

-.건널목안전설비

적용범위 : 건널목안전설비(제어유니트)는 건널목에 설치되는 신호제어설비의 특성에 따라 적합한 방식으로 설치하여야 하며 아래와 같이 분류한다.

<건널목안전설비의 종류>

형별	구 분		비고
삽입형	점제어방식	단선용	지장물 검지기능 포함
		복선용	
	궤도회로방식	단선용	
		복선용	

○ 지상 신호제어설비 시험방법 기준

- 인용기준

다음의 인용표준은 이 표준의 적용을 위한 참고로 한다. 발행연도가 표기된 인용표준은 인용된 판만을 적용한다. 발행연도가 표기되지 않은 인용표준은 최신판(모든 추록을 포함)을 적용한다.

IEC 60068-2-1 Environmental testing-Part2-1:Tests-Test A: Cold

IEC 60068-2-2 Environmental testing-Part2-2:Tests-Test B: Dry heat

IEC 60068-2-14 Environmental testing-Part 2-14:Test-Test N: Change of temperature

IEC 60068-2-30 Environmental testing-Part2-30:Tests-Test Db: Damp heat, cyclic(12h+12h cycle)

IEC 60529 Degrees of protection provided by enclosure(IP Code)

IEC 60571 Railway applications - Electronic equipment used on rolling stock

IEC 62236-4 Railway applications - Electromagnetic compatibility - Part 4 : Emission and immunity of the signalling and telecommunications apparatus

IEC 62498-3 Railway applications - Environmental conditions for equipment - Part 3 : Equipment for signalling and telecommunications

KS C IEC 60529 외곽의 방진 보호 및 방수 보호 등급(IP 코드)

KS C IEC 60571 : 철도 차량용 전자 기기의 개별 요구사항

KS C IEC 62236-4 : 철도용 전기 자기 적합성-제4부: 신호 처리 및 통신 장치의 방출 및 내성

KS R 9186 철도 신호 보안 부품 - 진동 시험 방법

- 일부 시험방법 검토
철도 신호 보안 부품 - 진동시험방법

9. 시험 방법

9.1 공진 시험 공진 시험은 다음과 같이 한다.

- a) 각 종류는 표 2에 나타내는 진동수 범위에서 진동수를 연속적으로 상승 및 하강시켜서 시험한다.
- b) 진동수의 변화 속도는 공진 진동수를 놓치지 않을 정도에서 일정하게 한다.
- c) 최저·최고 진동수 사이(보기를 들면 1종에 대해서는 10~150Hz)를 1왕복하는 데 요하는 시간은 공진 진동수를 놓치지 않을 정도로 충분히 길게 한다.
- d) 진동수의 왕복 횟수는 1회 이상으로 한다.
- e) 진동의 크기는 표 2와 같이 한다. 저진동수 범위에서는 복진폭을 일정하게 하고, 고진동수 범위에서는 가속도 복진폭을 일정하게 하여 진동수의 변화에 따라 복진폭을 변화시킨다.

표 2 진동수 범위 및 진동의 크기

종 류	진동수 범위 Hz		진동의 크기
1 종	10~150		가속도 복진폭 4.90m/s ²
2 종	10~500		가속도 복진폭 9.81m/s ²
3 종	저 진 동	10~38	복진폭 2.5mm
	고 진 동	38~1000	가속도 복진폭 147m/s ²
4 종	저 진 동	10~100	복진폭 2.5mm
	고 진 동	100~1000	가속도 복진폭 981m/s ²

비 고 가속도 복진폭과 진동의 복진폭 및 진동수의 관계는 다음 식으로 나타낸다.

$$2\alpha = \frac{4\pi^2}{1000} \times 2a \times f^2 \approx 2a \times \left(\frac{f}{5}\right)^2$$

여기에서 2α : 가속도 복진폭(m/s²)

2a : 복진폭(mm)

f : 진동수(Hz)

- f) 진동대의 능력이 부족한 경우 또는 시험을 간단히 할 필요가 있는 경우는 표 3에 나타내는 진동수 범위 및 복진폭으로 실시하여도 좋다.

이 진동수 범위에서는 진동수를 똑같은 비율로 연속적으로 상승 및 하강시켜서 실시한다. 또한, 진동수의 변화 속도, 진동수의 왕복 횟수 등은 b)~d)의 규정에 따른다.

표 3 진동수 범위 및 복진폭

종류	진동수 범위 Hz	진동의 크기	
		복진폭 mm	(참고) 최대 가속도 복진폭 m/s ²
1종	10~50	0.1	9.90
	50~150	0.01	8.92
2종	10~70	0.1	19.3
	70~150	0.02	17.8
	150~500	0.002	19.7
3종	10~38	2.5	147
	38~200	0.2	316
	200~1000	0.008	316
4종	10~100	2.5	981
	100~300	0.5	1780
	300~1000	0.05	1970

비고 최대 가속도 복진폭은 최대 진동수 및 복진폭에 대응하는 값이며 참고로 나타낸다.

9.2 진동 기능 시험 진동 기능 시험은 공진 시험과 같은 방법으로 표 2 또는 표 3에 따라 진동수를 연속적으로 상승 및 하강시켜 시험한다.

9.3 진동 내구 시험 진동 내구 시험은 각 종류에 대하여 공진이 있는 경우와 없는 경우로 나누고, 다시 시험 시간에 따라 A종, B종 및 C종으로 구분한다. 다만 특별한 지정이 없는 한 B종에 따르지만 시험 시간, 진동대의 능력 등 조건에 따라서는 A종 또는 C종에 따라도 좋다.

그리고 시험을 연속 또는 단속 중 어느 쪽 방법으로 하여도 좋지만 시험 시간의 합계는 표 4~표 6에 나타내는 시간으로 한다.

a) 공진이 없는 경우 공진이 없는 경우는 표 4에 따라 시험을 한다.

표 4 진동 내구 시험(공진이 없는 경우)

종류	진동수 Hz	A종			B종			C종		
		복진폭 mm	(참고) 가속도 복진폭 m/s ²	시험 시간 min	복진폭 mm	(참고) 가속도 복진폭 m/s ²	시험 시간 h	복진폭 mm	(참고) 가속도 복진폭 m/s ²	시험 시간 h
1종	20	0.60	9.81	30	0.42	6.86	5	0.30	4.90	50
2종	40	0.30	19.6	15	0.23	13.7	2.5	0.16	9.81	25
3종	100	0.74	294	6	0.52	206	1	0.37	147	10
4종	100	5	1960	6	3.5	1370	1	2.5	981	10

비고 시험 시간은 상하, 좌우, 전후 방향에 대하여 동일하다.

b) 공진이 있는 경우 공진이 있는 경우는 다음에 따른다.

1) 부품의 공진 진동수가 하나 있는 경우는 공진 진동수에서 표 2에 나타낸 복진폭 또는 가속도 복진폭에 대응하는 복진폭(표 2의 비고의 계산식에 따른다)을 2mm로 할 때, 각 종류는 표 6에 따라 시험을 한다. 이어서 표 4에 나타내는 진동수와 복진폭에 따라 표 6에 나타내는 시험 시간으로 시

험을 한다.

2) 부품의 공진 진동수가 두 개 이상 있는 경우는 복진폭 또는 가속도 복진폭이 큰 쪽의 공진 진동수를 취하고 1)과 같이 시험을 한다.

표 5 진동 내구 시험(공진이 있는 경우)

종류	진동수	A종		B종		C종	
		복진폭 mm	시험 시간 min	복진폭 mm	시험 시간 min	복진폭 mm	시험 시간 min
1종	공진 진동수	4a	8	2.8a	75	2a	750
2종			4		38		375
3종			1.5		15		150
4종			1.5		15		150

비고 시험 시간은 상하, 좌우, 전후 방향에 대하여 동일하다.

표 6 공진이 있는 경우의 시험 시간

종류	A종 시험 시간 min	B종 시험 시간 min	C종 시험 시간 min
1종	22	225	2250
2종	11	110	1125
3종	4.5	45	450
4종	4.5	45	450

비고 시험 시간은 상하, 좌우, 전후 방향에 대하여 동일하다.

7. 시험 방법

7.1 충격 시험 충격 시험은 표 2 및 표 3에 따른다. 다만 특별히 지정하지 않는 경우는 A종에 의하나, 시험기의 능력 등 조건에 따라 B종, C종 또는 D종에 의하여도 좋다.

표 2 충격 시험(운반, 취급할 때)

종 류	충격의 크기 $m/s^2 \{G\}$	충격을 가하는 방법
1 종	98.1 {10}	상하 방향, 좌우 방향, 전후 방향 각 1회
2 종	294 {30}	
3 종	490 {50}	

표 3 충격 시험(사용할 때)

종 류	A 종		B 종		C 종		D 종		충격을 가하는 방법
	충격의 크기 $m/s^2 \{G\}$	반복 횟수	충격의 크기 $m/s^2 \{G\}$	반복 횟수	충격의 크기 $m/s^2 \{G\}$	반복 횟수	충격의 크기 $m/s^2 \{G\}$	반복 횟수	
4종	1180{120}	5	588{60}	5×10^2	294{30}	5×10^4	147{15}	5×10^6	인수 · 인도 당사자 사이의 협정에 따른다.
5종	7850{800}		3920{400}		1960{200}		981{100}		

7.2 충격 시간 충격 시간은 표 4에 따른다.

표 4 충격 시간

종 류	충격 시간 ms
1~3종	6 ± 3
4~5종	0.25 ± 0.125

■ 테스트베드 검증 요구사항

개발되는 안전관제 및 고도화 개선설비는 위의 형식승인과 철도용품기술기준에 의거하여 해당품목은 규정에 따라 국토부, 운영기관 그리고 인증기관의 승인 또는 시험을 완료하여야 한다.

■ 테스트베드 검증계획

원강선의 테스트베드 구간에 설치되는 연구개발설비는 철도운영선에 직접 설치 운영 될 것이므로 한국철도시설공단 또는 한국철도공사의 시설물 검증시험을 수행하여야 한다. 따라서 검증을 위한 신청, 위원회 소집, 평가 및 현장설치시험을 통한 검증서를 발급 받아야하며, 이에 따른 소요기간은 최소 1년 이상이 소요될 것으로 예상된다.

그리고 개발설비의 상용화를 위하여 규격화 정책이 수립되어야하며 규격화를 위해서는 국토부의 KRS(한국철도표준규격) 또는 한국철도공사의 KRCS의 규격으로 제정되어야 한다. 이에 따른 소요기간은 1년 이상으로 예상된다.

테스트베드 검증은 설비와 현장검증으로 나누어지며 설비는 위의 성능검증과 규격화를 수행하여야 하고 현장검증은 공식시험기관에 의뢰하여 관계자 참석을 통한 현장시험을 수행하여야 한다.

4. 테스트베드 구축, 운영 소요예산 산출

가. 테스트베드 구축 소요예산(안)

(1) 테스트베드 구축 설비

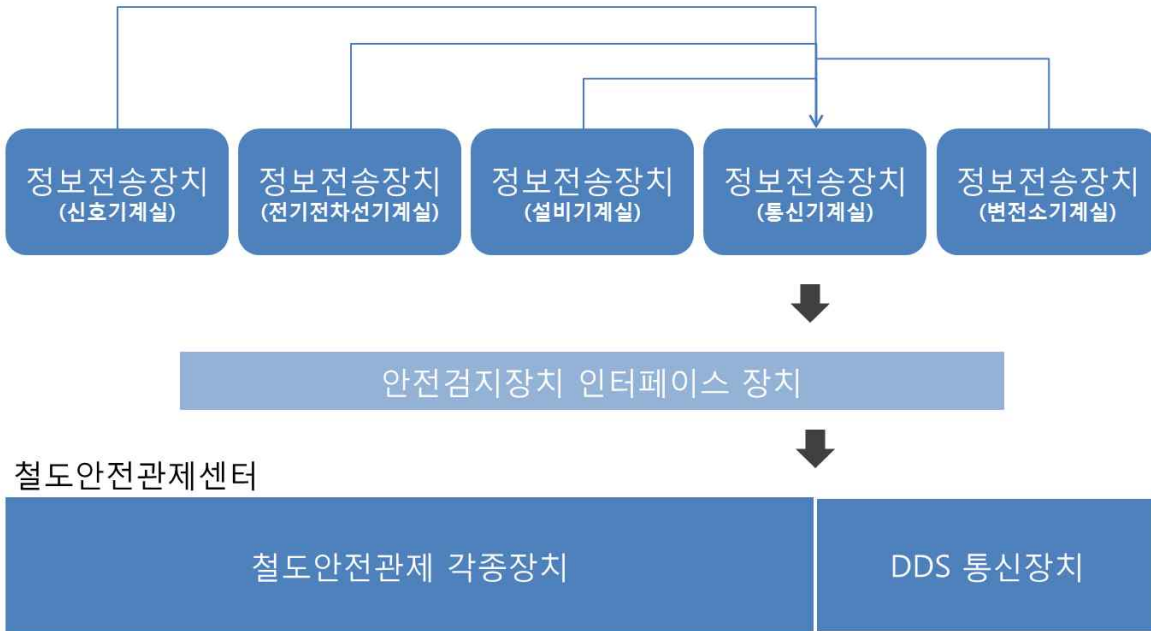
■ 장비 List

테스트베드에 적용되는 설비는 제2장 제4절에서 검토된 바와 같이 기존 장비에서 연계되는 설비와 개량 구축되는 설비로 구분된다. 기존 정보 연계방안 및 신규 설비 연계방안은 아래의 표와 같다.

연계정보	대상설비	연계방안	연계위치
열차정보종합장치 데이터	TCMS/TDCS/OBCS	안전검지장치 인터 페이스장치적용	철도안전관제실
열차제어 및 운행관련 신호 데이터	TIMS DAE/전기기 술지원시스템/LDTS	안전검지장치 인터 페이스장치적용	현장역 신호기계실
전차선전력데이터	전차선 발전소	안전검지장치 인터 페이스장치적용	변전소 기계실
통신계통데이터	통신데이터수집장치	안전검지장치 인터 페이스장치적용	현장역 통신기계실
운전보안장치데이터	기상검지장치, 지장물 및 낙석검지장치, 끌 림검지장치, 차축온도 검지장치	안전검지장치 인터 페이스장치적용	현장역 신호기계실
시설물보호장치데이터	레일온도검지장치, 터 널경보장치, 분기부히 터장치, 지진감시장치	안전검지장치 인터 페이스장치적용	현장역 신호기계실
작업자보호장치데이터	보수자선로 횡단장치, 방호스위치, 선로전환 기, 비상취급기	안전검지장치 인터 페이스장치적용	현장역 신호기계실
시설물데이터	공조설비, 환기설비, 위생설비, 소화설비, 승강장설비, 방재설 비, 승강설비(에스컬 레이터, 엘리베이터)	안전검지장치 인터 페이스장치적용	현장역 설비 기계실

■ 기존 정보 연계 구성

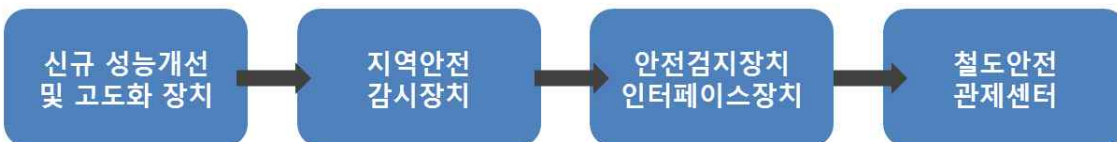
기존의 정보 연계는 현장역에서는 신호, 전기, 전차선, 설비, 통신분야의 모든정보가 통신기계실의 정보전송장치를 이용하여 철도광통신망으로 관제까지 전송되고 있다. 따라서 현장역의 통신기계실에 안전검지장치 인터페이스 장치를 1개소 설치하여 관제의 인터페이스장치와 DDS통신을 하도록 구성하여야 한다. 관제에서는 신호, 전기, 전차선, 설비, 통신분야의 모든 정보를 연계 할 수 있는 인터페이스장치가 적용되어야 한다. 전체적인 정보 인터페이스를 위한 안전검지장치 인터페이스 장치는 연구단의 1세부에서 개발되는 장치를 적용하여야 할 것이다.



<기존정보연계방안>

■ 신규정보연계구성

현재 현장에서 관제에 제공되지 않는 정보들을 취합하는 지역안전검지장치를 개발하고 개발되는 지역안전감시장치와 인터페이스장치를 연계하여 관제까지 정보를 제공하도록 한다.



(2) 테스트베드 구축 설비 수량

테스트베드에 적용되는 기존정보연계를 위한 구축설비는 각역당 1개의 안전검지장치 인터페이스 장치가 적용되어야 하므로 서원주역과 만중역의 2개소와 철도안전관제의 1개소에 적용하여 기존 정보를 수정하도록 하고 신규성능개선 및 고도화 장치연계를 위한 지역안전감시장치는 2개소에 개발하여 적용하여야 한다.

또한 신규성능개선 및 고도화장치 정보 관리를 위한 현장의 데이터 저장서버 및 장치관리서버가 시험설치는 1개소 구축되어야 한다.

구분	설치위치	단위	수량	비고
안전검지장치 인터페이스 장치	서원주, 만중, 철도안전관제	조	3	
지역안전감시장치	서원주, 만중	조	2	
각종기존정보연계설비	서원주, 만중	식	1	
기존저장 및 백업 서버	서원주	식	1	

(3) 현장 통신망 구축 수량

제2장의 제4절 4. 원주~강릉노선 최적 적용개소에서 검토된 서원주 기점의 11km 구간에 대한 시험선 구축을 위하여 정보연계용 전선로설비 및 관로설비가 구축되어야 한다. 즉 기존정보의 경우 기존 통신망을 활용할 수 있으나 신규성능개선 및 고도화장치에 대한 정보 전송을 위한 통신망 구축이 필요하다. 기본적으로 개선된 장치인 열차상태실시간전송장치, 열차접근확인장치, 터널경보장치, 지장물검지장치, 선로상태감시장치, 끌림검지장치와 추가로 설치되는 차축온도검지장치, 기상설비, 지진감시설비, 건널목설비, 비상정지표시등, Dwell Light 등을 위한 전송망이 구축되어야 한다.

장치명	통신방식	연계위치	비고
터널경보장치	광케이블	현장-기계실	1회선
지장물검지장치	광케이블광케이블	현장-기계실	1회선
선로상태상시감시장치	광케이블	현장-기계실	1회선
차축검지장치	광케이블	현장-기계실	1회선
기상검지장치	광케이블	현장-기계실	1회선
지진감시장치	광케이블	현장-기계실	1회선
건널목검지장치	통신케이블	건널목-기계실	PEFO PX149
비상정지표시등	제어케이블	승강장-기계실	CUU-4C
Dwell Light	제어케이블	승강장-기계실	CUU-4C
열차상태실시간전송장치	무선통신	열차-안전관제	상용통신망
열차접근확인장치	무선통신	유지보수자-신호제어사업소	상용통신망

위의 표와 같이 현장과 연계되는 케이블을 광케이블 7회선 통신케이블 PEF 0.9×148, 제어케이블 CW×4C×2가닥, 상용입대통신망 2회선이 구축되어야하며 시험선구간 전체 11km에 포설되어야 한다. 또한 관로설비구축을 위한 콘크리트 트로프 또는 전선관을 설치하여 케이블을 보호하여야 한다.

(4) 테스트베드 개발과제 및 연구비 검토

테스트베드구축을 위하여 개발되어야 하는 기본적인 연구개발내용은 현장의 기존관로에 영향을 주지 않고 최대한 기존 전선로를 착용하여 전선로를 구축하는 안전관계 구축을 위한 현장시공기법 연구가 수행되어야하며 이는 현장통신망 구축과 전선로의 구축을 포함하여야 한다. 따라서 개발비용은 아래와 같다.

안전 관계 구축을 위한 현장시공 기법 연구			
구분	연구내용	개발비	비고
시공 실시설계	실시설계(설계서, 도면, 재료, 상세 예산 소요내역, 공정 등)	1억	연구개발
광통신망구축	기존통신망활용신규통신망 구축방안연구	3억	구매설치
제어케이블구축	신규제어케이블설치기술	3억	구매설치
관로설비구축	효율적관로선정 및 구축방안연구	3억	구매설치
전선로설치기술 및 접속기술연구	운영선현장시공기법 개발 및 연계기술개발	3억	연구개발

관계연계 인터페이스장비와 기존운영설비인 TCMS, TDCS, OBCS, TMS DAE, 전기기술지원시스템, LDTS, 발전소, 통신데이터수집장치, 시설물데이터 연계장치 등과의 접속을 위한 관계연계 인터페이스 연계방안연구가 수행되어야 한다. 따라서 개발비용은 아래와 같다.

관계연계 인터페이스장치 연계 방안 연구			
구분	연구내용	개발비	비고
열차정보종합장치 데이터 연계 기술 연구	TCMS/TDCS/OBCS와 연계되는 열차상대실시간전송장치연계기술	2억	
열차제어 및 운행관련 신호데이터 연계기술연구	TMS DAE, 전기기술지원시스템, LDTS 연계기술개발	1.5억	
전차선전력데이터 연계기술연구	전차선 발전소 정보전송장치 연계기술개발	1.5억	
통신계통데이터 연계기술연구	통신데이터수집장치 연계 기술 개발	1억	
시설물데이터 연계기술연구	공로, 환기, 위생, 소방, 승강설비 등의 정보연계 기술 개발	1억	

신규 성능개선 및 고도화되는 열차접근확인장치, 터널경보장치, 지장물검지장치, 끌림검지장치, 선로상대상시감시장치의 6개의 장치정보 인터페이스와 구매설치되는 차축온도검지장치, 기상설비, 지진

감시설비, 건널목설비, 비상정지표시등, Dwell Light 설비 등의 정보 인터페이스를 위한 지역 안전감시장치 개발 연구가 수행되어야 하며 개발비용은 아래와 같다.

지역 안전감시장치 집중감시설비 개발 연구			
구분	연구내용	개발비	비고
기존안전감시장치 성능개선 및 고도화 개발 설비 집중감시기술개발	고도화개발설비의 정보연계를 통한 상시감시 및 모니터링 기술 개발 및 백업설비 구축	12억	
기존안전감시장치 연계 기술 개발	기존 안전설비 구매장치에 대한 상시감시 및 모니터링 기술 개발	5억	기존안전설비 구매설치
지역 안전감시장치와 관제연계기술개발 및 사용 프로토콜 표준화 연구	개발되는 지역 안전감시장치와 관제설비의 연계를 위한 사용 프로토콜 표준화 개발	5억	

안전관제 적용을 위한 표준지침개발연구는 개발되는 안전관제와 성능개선 장비에 대한 관련법규개정과 제정 및 철도표준 규격화 연구를 수행하는 업무로써 개발비용은 아래와 같다.

안전관제 적용 표준지침 개발 연구			
구분	연구내용	개발비	비고
안전관제표준지침개발 및 규격화 연구	개발되는 안전관제의 표준화규격의 제정과 관련 법규의 제정 및 개량관련 방안 연구	5억	
기존 안전감시장치 성능개선 및 고도화 개발설비의 표준지침개발 및 규격화 연구	성능개선 및 고도화 되는 설비의 국내 표준규격제정 방안 연구와 제도개선을 통한 현장적용근거 방안 연구	5억	

관제정보전송의 안전성 및 신뢰성 확보 검증 연구는 현장의 적용설비들에 대한 환경시험, 성능검증 시험, 신뢰성시험, 차량운행을 통한 기능시험 등의 다양한 시험을 통하여 연구에 적용된 장비들에 대한 신뢰성과 안전성을 입증하는 연구로서 개발비용은 아래와 같다.

관제정보전송의 안전성 및 신뢰성 확보 방안 연구			
구분	연구내용	개발비	비고
테스트베드 운영 및 검증을 위한 세부계획 수립	테스트베드 시공과 운영을 위한 세부계획 수립	1.5억	
정보전송의 안전성 및 신뢰성 확보를 위한 각종 시험 방안 연구	현장설치되는 장치들의 송수신 정보에 대한 정보의 신뢰성 확보 방안에 대한 연구	5억	
현장설치 설비들의 성능검증방안연구	현장에 설치되는 기존장비들의 성능검증방안을 도출하고 적용방안을 연구	5억	

(5) 사업 산출 근거

개발연구비의 기본적인 비용산출근거는 안전설비의 경우 고속철도안전설비 구매비용을 근거로 하였으며 테스트베드의 통신설비구축 및 백업서버 구축비용은 견적에 따라 산정하였다. 또한 연구개발비용의 산정기준은 연구기간 3년을 기준으로 주요장비에 대한 일부구매와 개발에 필요한 주요 연구항목의 예상 투입 인공을 고려하여 작성하였다.

품명	단위	금액	비고
클림검지장치	조	38,172,000	
지장물 클림 검지장치	조	63,717,140	
차축온도검지장치	조	294,516,750	
기상설비	조	69,178,430	
지진감시설비	조	188,000,000	
터널경보장치	조	32,377,200	
열차접근확인장치	조	30,825,930	
분기기히터장치(GCP)	조	23,750,970	
분기기히터장치(PHCB)	조	13,606,700	

번호	품명	규격	수량	단위	단가	금액	비고
I	Sever		1	식	191,750,000	191,750,000	
II	Storage		1	식	266,139,000	266,139,000	
III	Software		1	식	219,178,000	219,178,000	
IV	Network		1	식	128,724,000	128,724,000	
V	광케이블 정보통신공사		1	식	187,004,591	187,004,591	
	선로 추가 공사비		1	식	300,000,000	300,000,000	
VI	영상저장서버		1	식	12,144,000	12,144,000	
VII	CCTV STORGE		1	식	54,783,000	54,783,000	
VIII	통합 UI시스템		1	식	299,500,000	299,500,000	
IX	통합설계		1	식	50,000,000	50,000,000	
						1,709,222,591	

나. 테스트베드 운영 소요예산(안)

(1) 시험선 운영비용

테스트베드의 운영은 4세부의 주관에서 수행하여야 하며 기본적인 운영요소는 현장사무소, 자재창고, 운영요원 인건비, 유지보수장비, 현장차량운영비, 현장설치감리비 등의 경비에 대한 운영비용이 소요될 것이다. 따라서 2년정도의 현장운영을 위한 비용은 아래와 같다.

구분	금액(원)	비고
현장사무소	3,890,544	1000m ² 이하
자재창고	4,855,760	24개월
운영요원 인건비	387,496,560	특급 2명, 초급1명
유지보수 장비비	66,000,000	22억의 공구손료 3%적용
현장 차량운영비	1,920,000	쏘렌토 중고
현장 설치 감리비	47,360,000	32억의 1.48%(물가자료4월호 p322)
기타 소요경비	4,800,000	20만원×24개월
합 계	516,322,864	

※현장사무소 산출근거 : 건설품셈 p812(1000m² 이하)
 물가자료 4월호 p162(24개월)
 가설사무소 42m²×92,632원=3,880,544
 가설창고 70m²×69,368원=4,855,760

※운영요원인건비 : 특급2명, 초급1명(물가자료 4월호 p322)
 특급 277,366원×22일×24개월×2명=292,898,496원
 초급 179,163원×22일×24개월×2명=94,598,0646원
 292,898,496원+94,598,0646원=387,496,560원

(2) 테스트베드 구축 총 예산(안)

테스트베드 구축을 위한 5가지 연구과제와 연구수행에 따라 구매되어야 하는 비용과 시험선 운영 비용은 아래의 표와 같다.

구분	금액(원)	비고
안전관제구축을 위한 현장 시공기법 연구	13억	
관제연계인터페이스장치 연계방안 연구	7억	
지역 안전감시장치 집중감시설비개발연구	22억	
안전관제적용표준 지침개발연구	10억	
관제정보전송의 안전성 및 신뢰성 확보방안연구	11.5억	
시험선 운영비용	6억	
총연구비	69.5억	

5. 참고문헌

[국내문헌]

1. 원주~강릉 철도건설 원주~평창간 신호설비 실시설계 설계보고서, 한국철도시설공단, 2015.
2. 원주~강릉 철도건설 평창~강릉간 신호설비 실시설계 설계보고서, 한국철도시설공단, 2015.
3. 기존 안전검지 및 현장 운영데이터 기반 실시간 철도안전통합 감시제어시스템 개발 『실시간 철도안전관제 플랫폼 설계사양서』, 대아티아이, 2015.
4. 원강선 서원주~평창간 운전시뮬레이션, 한국철도시설공단, 2015.

[국외문헌]

1. Nam, Eun Kyoung, Railway engineering, KRRI, 2007
2. Healy, Juan, “high speed rail”, Vehicle System Dynamics V.12 No.1, 2007

6. 부록: 공고 대상과제 제안요구서

□ [연구단] 기존 안전검지장치 및 현장 운영데이터 기반 실시간 철도 안전 통합 감시제어시스템 개발

◆ [4세부] 실시간 철도안전 통합 감시·제어시스템 현장적용 및 검증

연구개발과제명	실시간 철도안전 통합 감시·제어시스템 현장적용 및 검증
1. 연구개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 실시간 철도안전 통합 감시·제어시스템 현장적용 및 검증 <ul style="list-style-type: none"> - 철도 안전관제 구축을 위한 현장 시공 - 집중관제 및 실시간 안전관제 데이터 연계 구축 - 기존 안전설비 적용성 검증을 위한 시범 구축 - 실시간 철도안전 통합 감시제어시스템 운영 및 성능 검증
2. 연구개발의 필요성 및 기술동향	<p>□ 연구개발의 필요성</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 철도기술연구사업 「기존 안전검지장치 및 현장 운영데이터 기반 실시간 철도안전 통합 감시제어시스템 개발」 연구단 과제의 성과물인 실시간 철도안전관제시스템, 실시간 철도안전 의사결정지원시스템, 기존 안전검지장치 성능개선 및 고도화 개발품에 대한 실제 운영노선 대상 테스트베드 구축 및 운영/검증이 요구되고 있음. ○ 상기 연구단 과제 2차년도(`15.8~`15.5)에 선정된 대상노선, 운행차량 및 관제센터에 개발된 시스템과 장치를 설치, 시공하여 전체 시스템의 기능 동작, 신뢰성 등에 대하여 통합적으로 검증하고 부족한 부분을 보완하여 현장적용성을 극대화하여야 함. <p>□ 기술동향</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 국내 기술동향 <ul style="list-style-type: none"> - 「400km/h급 고속철도 인프라 시범적용 기술개발」 연구단 과제(`10.12~`14.10)에서는 당시 350km/h에 최적 설계되어 있는 호남 고속철도에서 400km/h 최고속도시험이 이루어짐에 따라 구간 내 최적 테스트베드를 선정하여 개발된 선로구축물(궤도, 노반, 교량)의 성능을 검증하고 데이터를 축적하여 400km/h급 차량 운행에 대응한 설계기준(안)을 도출하였음. - 고속철도차량, 신호시스템, 부품 개발과 관련된 실용화 연구과제의 경우 현장 적용에 앞서 성능, 신뢰성, 안전성을 검증하기 위한 실제 운영노선 기반의 테스트베드의 구축과 운영을 필수적으로 수행하고 있음. ○ 국외 기술동향

- 미국 TTCI에서 개발한 ATCS, PTC, ITCS, C&TC(1982~2008) 등 차세대 신호시스템 개발과정에서 전 노선 적용 이전에 일부 구간(UP/BN of Pacific Northwest, 48miles of North America)에 적용하여 목표성능을 검증하였음.
- 캐나다 교통부(Transport Canada)에서는 「저밀도 철도노선에서의 건널목 안전」에 대한 연구과정에서 도로차량 경보기술(In-Vehicle Warning)에 대한 테스트베드를 미네소타 지역 철도 노선에 적용하여 검증하였음.
- 이외에도 철도시스템의 경우 부품, 시스템을 막론하고 성능과 신뢰성 요구사항을 만족하기 위한 실차시험 및 실제 노선에서의 현장시험을 모두 거치고 있음.

3. 연구개발내용

- 컨소시엄 공모 (금회공모)
- (4-1) 실시간 철도 안전관제시스템 테스트베드 구축을 위한 현장설치
 - 실시간 철도 안전관제시스템 및 의사결정 지원시스템 개발품 현장설치(H/W, S/W)
 - 연계 통신망 구축(신규설치 및 기존망 활용)
 - (4-2) 안전관제용 인터페이스장치와 및 현장 운영데이터와의 연계 설치
 - 열차 정보종합장치 데이터 연계 설치(3세부 TSMD 관련)
 - 열차제어 및 운행 관련 신호설비 감시 데이터 연계 설치
 - 전차선 및 전력 감시 데이터 연계 설치
 - 통신설비 감시 데이터 연계 설치
 - 시설물(공조, 환기, 위생, 소방, 승강설비 등) 감시 데이터 연계 설치
 - (4-3) 기존 안전검지장치 현장설치 및 성능검증
 - 기존 안전검지장치 현장설치(3세부 성과물 포함) 및 감시 데이터 연계 설치
 - 감시 데이터 통합 모니터링 시스템 구축, 운영 및 검증
 - (4-4) 실시간 철도안전 통합 감시제어시스템 성능 검증 및 보완 (신뢰성 포함)
 - 테스트베드 구축/운영을 위한 시스템통합 엔지니어링(실시설계, 설치, 운영 및 시스템 성능검증(신뢰성 포함)계획 수립 포함)
 - 기존 및 신규 설치 장비의 현장 성능검증(데이터 통신 신뢰성 포함)방안 도출
 - 시스템 통합 및 통합 성능검증방안 수립
 - 테스트베드에서의 시스템 통합 운영, 검증 및 시스템 보완
- * 테스트베드 구축 대상 노선, 차량에 대한 기본계획은 연구단 1세부에서 제공

4. 연구개발 추진방법

- 추진전략
- 실제 운영노선(또는 건설 중인 노선)을 기반으로 테스트베드를 구축하여 시스템과 장비를 설치·운영하여야 하므로 정부, 유관기관, 연구기관 및 관련 기업·공사 등 기술수요처와의 유기적 협조체제 구축
 - 1, 2, 3세부과제 연구개발 참여기관의 지원체계를 갖춰 각 성과물별 현장적용 기술, 검증내용(달성목표), 검증방법, 검증일정, 현장적용 대상위치와 수량 등 범위를 구체적으로 반영한 테스트베드 구축, 운영 및 시스템 검증 세부 계획을 수립하여 현장적용성 검증효과를 극대화

- 추진체계
- 분리공모하여 연구기관이 선정됨에 따라 선정된 협동연구책임자는 협약 후 과제 착수시점부터 주관연구책임자와 적극적인 협력관계를 형성하여 연구를 수행
 - 본 세부과제의 연구책임자는 협동연구책임자의 지위를 갖게 되며, 선정 후 연구단 컨소시엄에 포함되어 연구 추진
 - 본 세부과제의 연구책임자는 연구단과 연계하여 연구계획을 작성하고 연계전략을 면밀히 수립하여 제시
 - 연구신청자는 참여기관 수의 과다편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구 추진의 효율성을 높일 것
 - 연구성과의 실용화를 위해 운영기관, 완성차업체 및 부품제작사와의 연계 협력 실시
 - 참여 연구기관 간 유기적인 협력 체계를 구축할 것
 - 각계 전문가 자문단을 구성하여 연구내용의 기술적·정책적·경제적 보완사항에 대한 자문을 받을 것
 - 참여 연구기관 간 협력을 통한 기술개발 과제 간 연계성 확보 및 협조 체계 구축

5. 최종성과물(주요 최종성과물)

- 컨소시엄
공모
(금회공모)
- 테스트베드 구축을 위한 현장설치 실시설계서
 - 테스트베드 운영계획서
 - 테스트베드 현장검증계획서
 - 성능검증보고서
 - 시스템 보완 요구사항 분석서

6. 활용방안 및 기대효과

- 활용방안
- 고속철도, 도시철도, 일반철도 등 범용의 실시간 통합 철도안전 감시제어시스템 개발을 통해 관제, 운영기관 현장에 적용
 - 시스템 적용에 따른 실질적인 철도사고 예방 및 국가철도안전목표 달성에 기여
 - 철도차량제작사, 부품업체 등 관련 기업에 원천기술 이전 및 실용화를 통한 국내/해외시장 경쟁력 증대 및 신규시장 개척
 - 철도운영 효율성 향상을 위한 상태기반 유지보수체계 개발 과제 등과 성과물 공유 및 연계 활용
 - 국가재난시스템, 철도안전정보시스템 등 상위 시스템 구축 및 고도화를 위해 성과물 공유 및 연계 활용

- 기대효과
- 철도 선진국 수준의 철도 안전성 확보

지표	2010년	→	2019년
주지표 : 1억km당 사망자수(자살제외)	42		34
1억km당 열차사고 발생건수	10.9		8.4
여객 10억인 km당 사망자수	0.22		0.16
대형철도사고 미발생(5년 누계)	Zero		Zero

- 사고예방 및 공중 및 종사자 사고에 대한 능동적이고 지능적인 감시·제어를 통한 종사자 및 공중사상 사고 감소
- 철도 서비스 운행 장애 감소 및 유지보수 비용 절감
 - 운행 장애가 10% 이상 감소, 유지보수비용 10% 이상 절감
- 해외 철도안전 모니터링 시장 진출
 - * '15년 지능형 모니터링 시장 2.5조 규모

7. 연구개발기간 및 소요예산

- 총 연구개발기간 : '16.05 ~ '19.3(3년 6개월)
 - 3차년도 연구개발기간 : '16.05 ~ '16.3(10개월)
- 총 정부출연금 : 5,200백만원 이내
 - 3차년도 정부출연금 : 230백만원 이내
 - ※ 3년도 이후 연차별 연구개발비는 연구단에 할당된 총 정부출연금 범위 내에서 편성
 - ※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부예산사정 등에 따라 조정될 수 있음
 - ※ 기업참여 시 기업부담금은 연차별로 「국토교통부소관 연구개발사업 운영 규정」의 기준을 따르되, 추가 부담 가능
 - ※ 세부과제 단위로 연구개발비 출연·부담 기준 적용
 - ※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소 조정 가능

8. 기 타

- 본 과제의 보안등급은 “일반과제”임
- 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP)에 제시된 연구내용을

참고하여 작성하되, 과제 목적 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 세부내용을 가감할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함

- 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함

※ www.kaia.re.kr 및 <http://rndgate.ntis.go.kr>의 유사과제목록 참조

- 공모과제와 관련하여 기 수행되었거나 현재 수행 중인 과제의 연구개발결과물과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구 계획에 포함
- 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함

※ 연구개발 수행 도중 과제의 중복성이 사후에 발견되거나 연구 개발목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음

- 필요시 공모된 연구과제명 외에 연구목표·내용에 대한 대표성을 가지고 타 연구과제와 차별화되면서 알기 쉬운 연구과제명으로 수정하여 제안할 수 있음

- 비전, 미션, 연구목표 및 전략체계 제시

- 핵심성과물 및 성과유형 제시
- 연구착수시점과 종료시점에 대하여 기술수준, 국산화율 등에 대한 대비가 가능하도록 “As-is”와 “To-be”를 구체화·가시화하여 제시
- 과학기술적 성과물을 포함하여 최종성과물을 구체화하여 제시

- 연구신청자는 연구개발 성과목표(성과지표/달성목표치/가중치) 및 사업수행(일정)계획과 이에 대한 관리계획 등을 연구개발 계획서에 제시

- 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함

※ 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용

- 제시한 성과지표는 사전검토, 선정평가를 통해 조정(추가) 가능

- 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업 수행실적이 있고, 과제추진 시 역할(자료·기술조사 또는 제공, 시험시공 현장제공 등)이 명확하여야 하며 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 기업에 한함

- 연구성과의 정량적·정성적 파급효과 제시
 - 연구성과의 실용화·사업화로 예상되는 기술·경제·사회·문화적 파급효과 및 산출근거
- 국제공동연구 또는 전문가 활용방안
 - 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함
- 추후 연구개발계획 등은 수정·보완될 수 있으며, 이에 따라 과제 내 특정 기술개발에 대한 추진방식 등이 변경될 수 있음
 - 본 과제의 연구기간은 추후 협약 시 변경될 수 있음
 - 전문기관은 필요시 선정된 주관기관(연구책임자)과 협의를 거쳐 연구개발계획서의 수정·보완(연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음
 - 연구추진과정에서 관련기술 환경변화에 따라 연구내용(연구비 포함)이 조정될 수 있음
- 연구수행기관으로 선정 이후 필수 이행사항
 - 연구개발 성과목표·지표별 달성목표치, 가중치 및 개발된 기술·성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 성과점검기준표 작성 및 제출
 - ※ 성과점검기준표는 향후 진도점검 및 평가 등의 근거자료로 활용
 - 실용화 대상 기술에 대한 기술설명서(SMK)를 작성하여, 연구개발 완료시점에 제출
- 연구수행기관 선정 이후 연구내용의 세부적인 사항을 정하여 협약을 체결하며 연구내용 등이 조정될 수 있음
 - 연구내용 등의 조정 시 지원되는 정부출연금이 조정될 수 있음
- 필요시 연구종료 후 2년간 연구결과물의 지속적인 현장시험이 가능하도록 하여야 함
- 「지능형 철도안전 융합시스템 기술개발 기획연구」 최종보고서참고

제3장. 실시간 철도 안전 통합 감시제어시스템 상세설계

1. 시스템 요구사항 분석서

가. 서론

(1) 목적 및 목표

- 실시간 철도안전 감시제어 시스템의 도출된 요구사항을 분석하고, 시스템 요구사항을 정의하여 기능 및 물리 아키텍처 설계에 대한 지원

(2) 수행 범위

- 요구사항 및 시스템 요구사항 작성
- 요구사항과 기능, 물리 아키텍처 간 추적성 확보

(3) 주요 내용 및 수행 절차

- 요구사항을 식별하여 구조화 및 정제화를 수행하고, 요구사항에 대한 타입(유형 : 기능, 성능, 제약사항 등)을 정의한다.
- 정의된 요구사항 중 기능과 관련된 요구사항은 기능 아키텍처로 정의하고, 물리 아키텍처를 식별하여 요구사항과 아키텍처간 추적성을 확보한다.



<수행 절차>

나. 시스템 요구사항

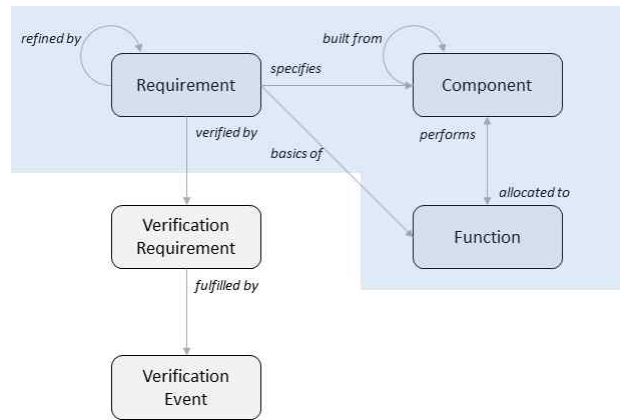
(1) 추적성 확보

요구사항(Requirement)과 기능(Function), 물리 아키텍처(Component)와의 추적성 확보를 위하여 전산 도구에서 추적성에 필요한 관계를 정의하여 사용하였다.

한글명	관계	관련 데이터
요구사항(Requirement)	basis of	기능 아키텍처(Function)
	specifies	물리 아키텍처(Component)
기능(Function)	allocated to	물리 아키텍처(Component)

<추적성 확보를 위한 관계 정의>

먼저 요구사항(Requirement)은 기능(Function) 아키텍처에 근거(basis of)가 되고 물리 아키텍처(Component)에 의해 구체적으로 명시(specifies)된다. 그리고 기능(Function)은 물리 아키텍처(Component)에 할당(allocated to)된다.



<데이터 구조(Schema)>

(2) 시스템 요구사항의 정제화

도출된 요구사항을 정제하기 위해 요구사항을 분석하였다.

요구사항 분석은 다음의 목적을 가지고 있다.

- 시스템이 반드시 달성해야 하는 것을 정의
- 시스템의 측정할 수 있는 계량적 성능 정의
- 시스템 운영 환경 정의
- 사람과 시스템의 인터페이스 요구사항 정의
- 물리적/심미적 특성 정의
- 설계 해결책에 영향을 미치는 제약사항 정의

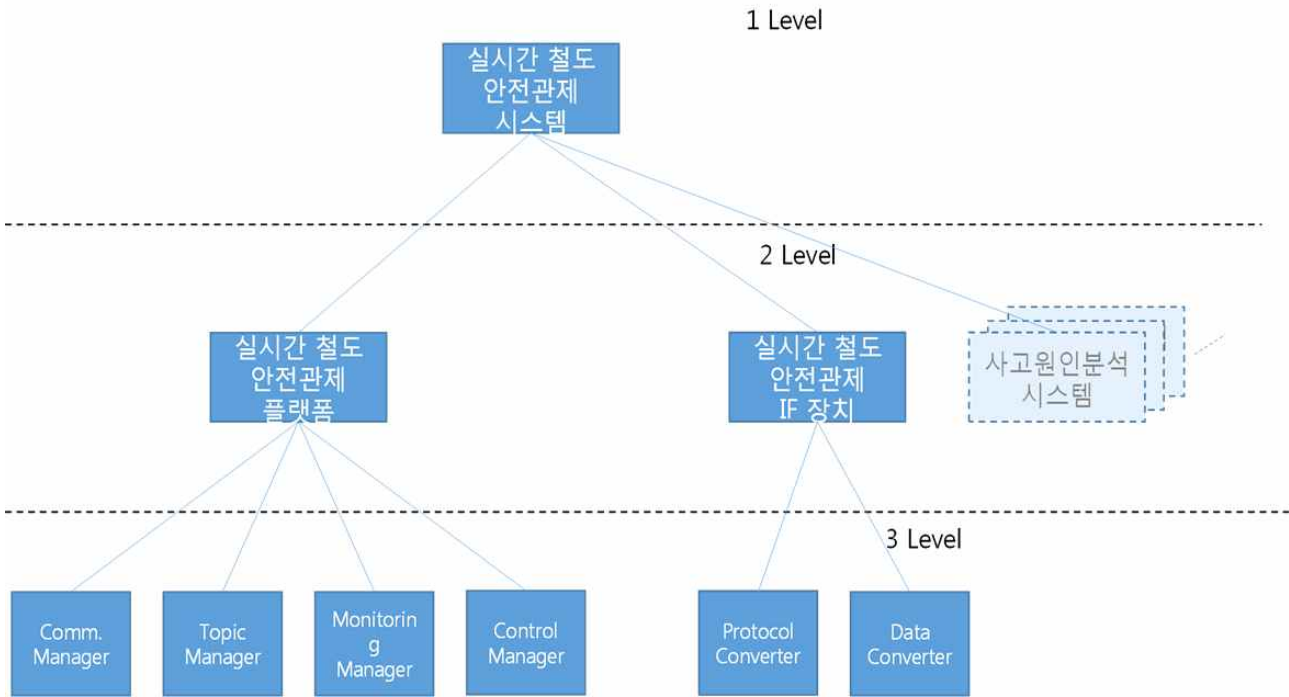
이러한 분석 과정을 통해 요구사항은 더욱 의미 있게 정제되어 다음의 결과를 확인할 수 있다.

- 입력항목: 고객 기대, 프로젝트 및 기업 제약사항, 외부 제약사항, 운영 시나리오, 효과도 측정, 시스템 경계, 인터페이스, 이용 환경, 수명주기 개념
- 비용, 일정, 수행 능력 위험 식별
- 기능 및 성능 요구사항 정의
- 상충되는 문제 식별

이러한 결과를 반영하기 위하여 요구사항 정의를 비롯하여 물리 아키텍처의 계층도 식별하도록 하였다.

각 기관별로 개발하는 최상위 물리 아키텍처는 이미 식별되어 있으므로 요구사항을 보다 명확히 정의하기 위하여 물리 아키텍처의 계층도 3Level까지 정의하였다.

식별된 물리 아키텍처를 참고하여 요구사항 내용을 각 기관별로 템플릿에 작성하도록 하였다.



<물리 아키텍처 계층 식별 예>

요 소	ID	요 구 사 항	비 고
실시간 철도안전 관제 시스템	C1.1_R001	실시간 철도안전관제 시스템은 철도 각 분야(신호, 차량, 전기, 시설물 등) 설비의 데이터를 실시간으로 수집하여 철도 안전정보의 통합감시 및 제어 기능을 수행해야 한다.	
	C1.1_R002	프로토콜 표준화 업무(주관기관)에서 제시하는 표준 프로토콜을 적용하여야 한다.	
	C1.1_R003	표준 프로토콜을 적용하여 실시간으로 각 분야의 철도설비 데이터를 관리하는 플랫폼을 구축하여야 한다.	관리: 감시, 제어
	C1.1_R004	철도 각 분야의 상이한 프로토콜을 사용하는 기존 데이터를 실시간으로 수집하고 표준 프로토콜로 변환하여 관제 플랫폼으로 전송하는 인터페이스 기능을 수행하여야 한다.	
	C1.1_R005	기존 데이터를 실시간으로 분석하여 리스크를 감시하는 기능을 수행하여야 한다.	
	C1.1_R006	빅데이터 기반으로 철도 사고 위험을 예측하는 기능을 수행하여야 한다.	
	C1.1_R007	사고원인 분석 기능을 수행하여야 한다.	향후 구체적으로
	C1.1_R008	실시간 사고 방어 기능을 수행하여야 한다.	향후 구체적으로
	C1.1_R009	안전신호 신뢰성검증 기능을 수행하여야 한다.	향후 구체적으로
실시간 철도안전 관제 플랫폼	C1.1.1_R001	표준 프로토콜인 DDS를 적용하여 데이터를 송/수신하여야 한다.	
	C1.1.1_R002	QoS 정책에 맞게 Topic을 관리하여야 한다.	Short/Mid/Long Term
	C1.1.1_R003	수신 데이터를 처리하여 실시간으로 감시하는 기능을 수행해야 한다.	
	C1.1.1_R004	안전을 저해하는 short term 데이터는 즉시 제어 가능해야 한다.	기존관제/직접
	C1.1.1_R005	철도 각 분야의 데이터는 인터페이스 장치에서 수신하여야 한다.	
	C1.1.1_R006	안전관제 운영자에게 필요한 정보를 제공하여야 한다.	
	C1.1.1_R007	안전관제 플랫폼은 기존관제 시스템에 사고 예방과 비상제어를 위해 필요한 데이터를 제공해야 한다.	
	C1.1.1_R008	안전관제 플랫폼은 실시간 리스크 감시 시스템에 필요한 데이터를 제공해야 한다.	
	C1.1.1_R009	안전관제 플랫폼은 빅데이터기반 위험예측시스템에 필요한 데이터를 제공해야 한다.	

<요구사항 입력 예>

(3) 시스템 요구사항의 구조화

정제된 요구사항(Requirement)을 물리 아키텍처(Component)에 할당하여 계층적으로 구성하였다. 그리고 물리 아키텍처(Component)를 개발하는 각 기관별로 구성하였다.

SystemRequirement					
CODE (Number)	Description	Type	Responsible	PBS	
C.1.1.7_R001	철도안전 빅데이터 통합 플랫폼은 데이터 수집에서부터 저장, 처리와 분석에 대한 통합적인 기능을 제공하여야 한다	기능	위세아이텍	C.1.1.7 철도 안전 빅데이터 통합 수집 및 분석 플랫폼(WISEITech)	
C.1.1.7_R002	철도안전 빅데이터 통합 플랫폼은 외부 시스템으로부터 데이터를 수집하거나 전달할 수 있는 기능을 수행하여야 한다	기능	위세아이텍		
C.1.1.7.1_R001	수집 시스템은 정형데이터 외에도 보고서파일과 대용량 로그데이터를 수집할 수 있는 기능을 제공하여야 한다	기능	위세아이텍	C.1.1.7.1 수집 시스템	
C.1.1.7.1_R002	수집 시스템은 분석결과 데이터의 외부 시스템으로의 전송 기능을 제공하여야 한다	기능	위세아이텍		
C.1.1.7.1_R003	수집 시스템은 데이터 수집과 전송에 대한 작업일정관리와 모니터링 기능을 제공하여야 한다	기능	위세아이텍		
C.1.1.7.1.1_R001	정형데이터수집은 데이터베이스로 관리되는 데이터를 수집하는 기능을 제공하여야 한다	기능	위세아이텍	C.1.1.7.1.1 정형데이터 수집	
C.1.1.7.1.1_R002	정형데이터수집은 이기종 데이터베이스 간의 데이터 이관 기능을 제공하여야 한다	기능	위세아이텍		
C.1.1.7.1.1_R003	정형데이터수집은 대용량 데이터 처리가 가능하도록 수집 기능을 수행하여야 한다	기능	위세아이텍		
C.1.1.7.1.2_R001	보고서파일 업로드는 엑셀, csv, txt 형태의 데이터 파일을 빅데이터 플랫폼 상에 업로드 하는 기능을 제공하여야 한다	기능	위세아이텍	C.1.1.7.1.2 보고서 파일 업로드	
C.1.1.7.1.2_R002	보고서파일 업로드는 PDF, 워드와 같은 보고서 파일을 빅데이터 플랫폼 상에 업로드 하는 기능을 제공하여야 한다	기능	위세아이텍		
C.1.1.7.1.3_R001	대용량 로그데이터 수집은 로그파일 형태의 데이터를 수집하는 기능을 제공하여야 한다	기능	위세아이텍	C.1.1.7.1.3 대용량 로그 데이터 수집	
C.1.1.7.1.3_R002	대용량 로그데이터 수집은 대용량 데이터 처리가 가능하도록 수집 기능을 수행하여야 한다	기능	위세아이텍		

<요구사항의 물리 아키텍처 할당 예>

요구사항은 반드시 기능(Function) 또는 물리 아키텍처(Component)와 최소 하나 이상 연결되어야 하며, 서로간 추적되도록 관계를 보완해야 한다.

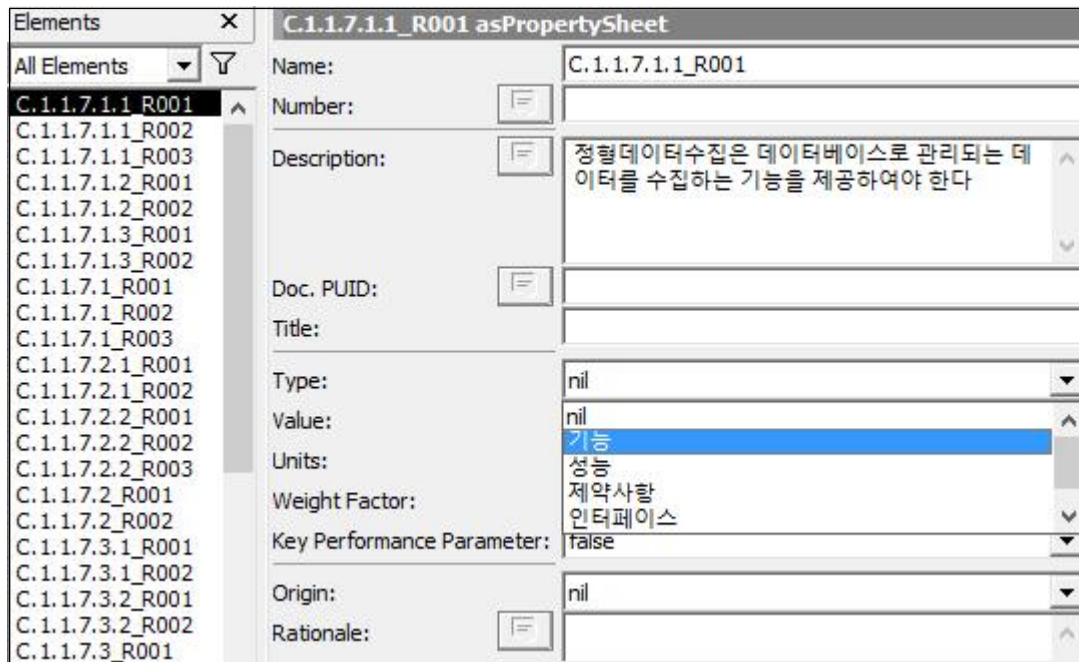
Name	Description	specifies
C.1.1.7.1.1_R001	정형데이터수집은 데이터베이스로 관리되는 데이터를 수집하는 기능을 제공하여야 한다	--- Component C.1.1.7.1.1 정형데이터 수집
C.1.1.7.1.1_R002	정형데이터수집은 이기종 데이터베이스 간의 데이터 이관 기능을 제공하여야 한다	--- Component C.1.1.7.1.1 정형데이터 수집
C.1.1.7.1.1_R003	정형데이터수집은 대용량 데이터 처리가 가능하도록 수집 기능을 수행하여야 한다	--- Component C.1.1.7.1.1 정형데이터 수집
C.1.1.7.1.2_R001	보고서파일 업로드는 엑셀, csv, txt 형태의 데이터 파일을 빅데이터 플랫폼 상에 업로드 하는 기능을 제공하여야 한다	--- Component C.1.1.7.1.2 보고서 파일 업로드
C.1.1.7.1.2_R002	보고서파일 업로드는 PDF, 워드와 같은 보고서 파일을 빅데이터 플랫폼 상에 업로드 하는 기능을 제공하여야 한다	--- Component C.1.1.7.1.2 보고서 파일 업로드
C.1.1.7.1.3_R001	대용량 로그데이터 수집은 로그파일 형태의 데이터를 수집하는 기능을 제공하여야 한다	--- Component C.1.1.7.1.3 대용량 로그 데이터 수집
C.1.1.7.1.3_R002	대용량 로그데이터 수집은 대용량 데이터 처리가 가능하도록 수집 기능을 수행하여야 한다	--- Component C.1.1.7.1.3 대용량 로그 데이터 수집
C.1.1.7.1_R001	수집 시스템은 정형데이터 외에도 보고서파일과 대용량 로그데이터를 수집할 수 있는 기능을 제공하여야 한다	--- Component C.1.1.7.1 수집 시스템
C.1.1.7.1_R002	수집 시스템은 분석결과 데이터의 외부 시스템으로의 전송 기능을 제공하여야 한다	--- Component C.1.1.7.1 수집 시스템

<전산도구 입력 및 물리적 아키텍처 추적 예>

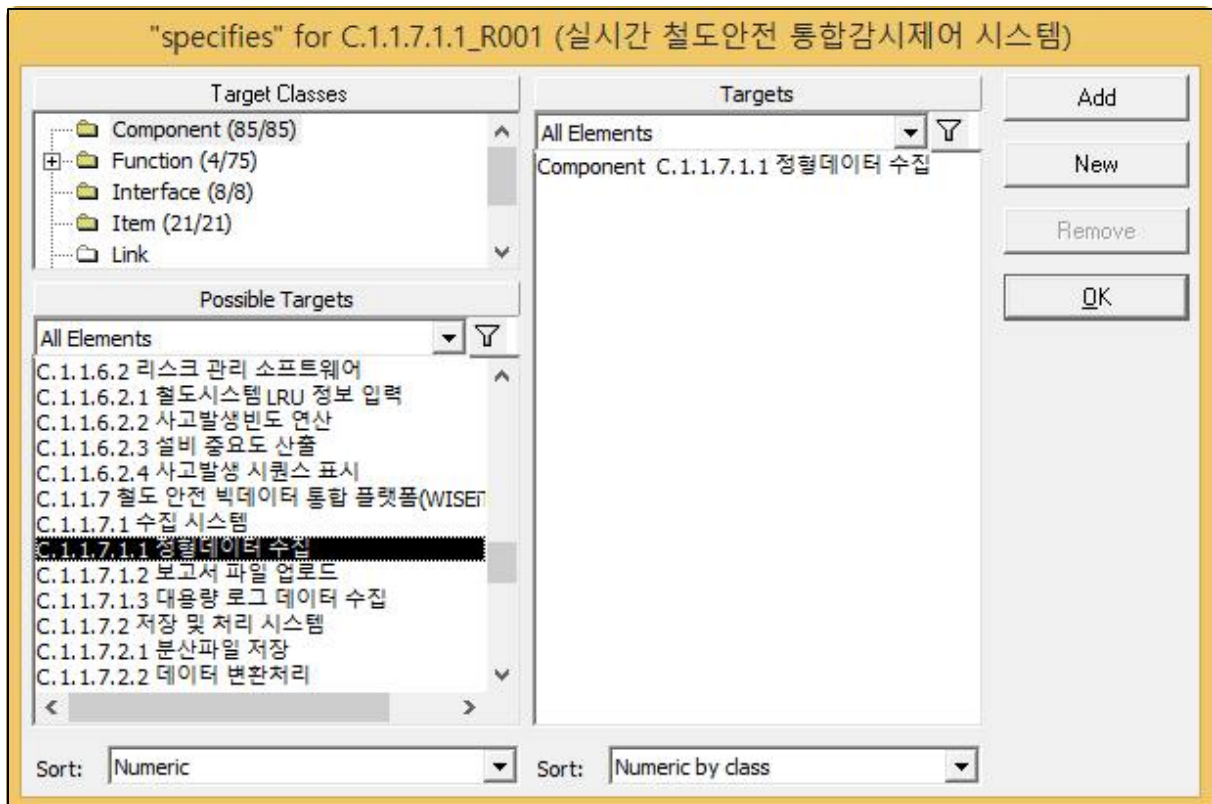
(4) 요구사항의 타입(Type) 지정 및 전산도구 추적성 관리

정제되고, 구조화된 요구사항을 통합하여 전산 도구에 입력하고, 필요시 요구사항의 타입(Type)을 정의 및 보완하였다. 그리고 요구사항간 물리적 아키텍처(Component)와 관련 조직(Organization)을 연결하여 추적성을 확보하였다.

1	SystemRequirement				
2	CODE (Number)	Description	Type	Responsible	PBS
15	C.1.1.7.2_R001	저장 및 처리 시스템은 대용량 데이터를 저장하기 위한 기능을 제공하여야 한다.	기능	위세아이텍	C.1.1.7.2 저장 및 처리 시스템
16	C.1.1.7.2_R002	저장 및 처리 시스템은 수집된 데이터를 분석할 수 있는 형태로 처리할 수 있는 기능을 수행하여야 한다.	기능	위세아이텍	
17	C.1.1.7.2.1_R001	분산파일저장은 대용량 데이터 저장에 가능하도록 저장서버의 확장성 기능을 제공하여야 한다.	기능	위세아이텍	C.1.1.7.2.1 분산파일 저장
18	C.1.1.7.2.1_R002	분산파일저장은 데이터 보관의 안정성을 위해 분산 저장하는 기능을 제공하여야 한다.	기능	위세아이텍	
19	C.1.1.7.2.2_R001	데이터변환저리는 수집된 데이터를 분석할 수 있는 정형 데이터 형태로 변환하는 기능을 수행하여야 한다.	기능	위세아이텍	C.1.1.7.2.2 데이터 변환저리
20	C.1.1.7.2.2_R002	데이터변환저리는 키워드 분석이 가능하도록 텍스트 추출 기능을 수행하여야 한다.	기능	위세아이텍	
21	C.1.1.7.2.2_R003	데이터변환저리는 변환저리된 데이터의 대용량 분석 성능을 위한 기능을 제공하여야 한다.	기능	위세아이텍	
22	C.1.1.7.3_R001	분석 시스템은 저장/처리된 데이터의 의미 있게 구성된 통계분석모형을 제공하여야 한다.	기능	위세아이텍	C.1.1.7.3 분석 시스템
23	C.1.1.7.3_R002	분석 시스템은 사용자가 검토안전에 대한 통계정보를 손쉽게 볼 수 있는 기능을 제공하여야 한다.	기능	위세아이텍	
24	C.1.1.7.3.1_R001	분석 모델은 검토안전 통계분석에 편리하도록 주제별로 구성된 통계분석모형을 제공하여야 한다.	기능	위세아이텍	C.1.1.7.3.1 분석 모델
25	C.1.1.7.3.1_R002	분석 모델은 통계데이터의 의미를 직관적으로 파악할 수 있는 형태로 제공되어야 한다.	기능	위세아이텍	
26	C.1.1.7.3.2_R001	분석 리포팅은 분석모형을 자유롭게 분석할 수 있는 비정형분석 기능을 제공하여야 한다.	기능	위세아이텍	C.1.1.7.3.2 분석 리포팅
27	C.1.1.7.3.2_R002	분석 리포팅은 통계분석의 의미를 직관적으로 표현할 수 있는 대시보드 기능을 제공하여야 한다.	기능	위세아이텍	
28		실시간 현장데이터 수집을 위하여 기존 안전감시장치와 I/F하여야 한다.	인터페이스	대아티아이	
29		실시간 현장데이터 수집을 위하여 신규 안전감시장치와 I/F하여야 한다.	인터페이스	대아티아이	
30		실시간 현장데이터 수집과 관련하여 안전통신 프로토콜 개발 및 표준규격과 I/F하여야 한다.	인터페이스	대아티아이	
31		실시간 안전관제를 위하여 실시간 검토사고 예방제어시스템과 I/F하여야 한다.	인터페이스	대아티아이	
32		실시간 안전관제를 위하여 사고원인분석시스템과 I/F하여야 한다.	인터페이스	대아티아이	
33		실시간 안전관제를 위하여 열차사고 재현 프로그램과 I/F하여야 한다.	인터페이스	대아티아이	
34		실시간 안전관제를 위하여 실시간 리스크 감시시스템과 I/F하여야 한다.	인터페이스	대아티아이	
35		실시간 안전관제를 위하여 검토안전 Big Data 통합 수집 및 분석 플랫폼과 I/F하여야 한다.	인터페이스	대아티아이	
36		실시간 안전관제를 위하여 Big Data 기반 검토사고 위험예측 시스템과 I/F하여야 한다.	인터페이스	대아티아이	
37		실시간 안전관제를 위하여 기존 운영시스템과 I/F하여야 한다.	인터페이스	대아티아이	
38		실시간 안전관제를 위하여 국가제난관리시스템과 I/F하여야 한다.	인터페이스	대아티아이	
39		실시간 안전관제를 위하여 검토안전정보시스템과 I/F하여야 한다.	인터페이스	대아티아이	
40		실시간 안전관제를 위하여 안전통신 프로토콜 개발 및 표준규격과 I/F하여야 한다.	인터페이스	대아티아이	
41		안전신호의 감시를 위하여 안전감시 I/F장치와 I/F하여야 한다.	인터페이스	세종대학교	
42		안전신호의 감시와 관련하여 안전통신 프로토콜 개발 및 표준규격과 I/F하여야 한다.	인터페이스	세종대학교	



<요구사항 타입(Type) 속성 정의 예>



<추적 관계 설정 예>

(5) 시스템 요구사항 정의

정의된 시스템 요구사항은 아래와 같다.

Number	Name	시스템 요구사항	관련기관
C.1	실시간 철도 안전 통합 감시제어 시스템		
C.1.1	실시간 철도 안전 관제 시스템		
C.1.1.1	실시간 철도 안전 관제 플랫폼(대아)	C1.1.1_R008 안전관제 플랫폼은 실시간 리스크 감시 시스템에 필요한 데이터를 제공해야 한다. C1.1.1_R009 안전관제 플랫폼은 빅데이터기반 위험예측시스템에 필요한 데이터를 제공해야 한다.	대아티아이
C.1.1.1.1	Manager		
C.1.1.1.1.1	Comm. Manager	C1.1.1.1.1_R001 표준 프로토콜인 DDS를 적용한 상용 미들웨어를 사용하여 데이터를 송/수신하여야 한다. C1.1.1.1.1_R002 Communication Manager는 다수의 안전관제 IF장치와 Publish/subscribe 방식으로 통신해야 한다. C1.1.1.1.1_R003 Communication Manager는 Topic Manager에게 Topic을 전달해야 한다.	
C.1.1.1.1.2	Topic Manager	C1.1.1.1.2_R001 Topic의 QoS 정책을 관리하여야 한다. C1.1.1.1.2_R002 Topic을 분석하여 실시간 감시데이터는 Monitoring Manager에게 전달해야 한다. C1.1.1.1.2_R003 Topic을 분석하여 비상제어 데이터는 Control Manager에게 전달해야 한다. C1.1.1.1.2_R004 Topic을 분석하여 리스크 감시데이터는 실시간 리스크 감시 시스템에게 전달해야 한다.	

Number	Name	시스템 요구사항	관련기관
		C1.1.1.1.2_R005 Topic을 분석하여 빅 데이터 처리용 데이터는 빅데이터 통합 수집 및 분석 플랫폼에게 전달해야 한다.	
C.1.1.1.1.3	Monitoring Manager	<p>C1.1.1.1.3_R001 Monitoring Manager는 실시간 감시 데이터를 안전관제 운영자에게 표출하는 기능을 수행해야 한다.</p> <p>C1.1.1.1.3_R002 Monitoring Manager는 안전 감시정보를 외부시스템(CTC, SCADA 등)에 제공하는 기능을 수행해야 한다.</p> <p>C1.1.1.1.3_R003 Monitoring Manager는 리스크기반 사고예측 결과를 수신하여 표출하는 기능을 수행해야 한다.</p> <p>C1.1.1.1.3_R004 Monitoring Manager는 빅 데이터기반 위험예측 결과를 수신하여 표출하는 기능을 수행해야 한다.</p> <p>C1.1.1.1.3_R005 Monitoring Manager는 안전관제시스템의 서브시스템 상태를 감시하여 표출하는 기능을 수행해야 한다.</p>	
C.1.1.1.1.4	Control Manager	<p>C1.1.1.1.4_R001 Control Manager는 비상제어 정보를 외부시스템(CTC, SCADA, 등)에 제공하는 기능을 수행해야 한다.</p> <p>C1.1.1.1.4_R002 Control Manager는 직접적으로 비상제어가 필요한 장치에 비상제어를 수행하는 기능을 제공해야 한다.</p> <p>C1.1.1.1.4_R003 Control Manager는 비상제어 정보 제공과 비상제어 수행내용을 안전관제 운영자에게 표출하는 기능을 수행해야 한다.</p>	
C.1.1.1.2	Converter		
C.1.1.1.2.1	Protocol Converter	<p>C1.1.1.2.1_R001 Protocol Converter는 RS232/422/485 데이터 패킷을 DDS 프로토콜로 변환하는 기능을 수행하여야 한다.</p> <p>C1.1.1.2.1_R002 Protocol Converter는 UDP 데이터 패킷을 DDS 프로토콜로 변환하는 기능을 수행하여야 한다.</p> <p>C1.1.1.2.1_R003 Protocol Converter는 TCP 데이터 패킷을 DDS 프로토콜로 변환하는 기능을 수행하여야 한다.</p>	

Number	Name	시스템 요구사항	관련기관
C.1.1.1.2.2	Data Converter	<p>C1.1.1.2.2_R001 Legacy data를 변환하여 DDS Topic 을 생성하는 기능을 수행하여야 한다.</p> <p>C1.1.1.2.2_R002 Data Converter는 Topic 생성을 위한 QoS 정책을 관리하여야 한다.</p>	
C.1.1.2	인터페이스 장치(대아)	<p>C1.1.2_R001 안전관제 IF장치는 철도 각 분야(신호, 차량, 전기, 시설물 등) 설비의 데이터를 실시간으로 수집하여 실시간 철도 안전관제 플랫폼으로 데이터를 전송하여야 한다.</p> <p>C1.1.2_R002 안전관제 IF장치는 철도안전관제 플랫폼과 DDS 표준 프로토콜을 적용하여 인터페이스 하여야 한다.</p> <p>C1.1.2_R003 안전관제 IF장치는 Legacy Protocol(RS232/422/485, UDP, TCP ...) 데이터를 DDS 프로토콜로 변환하는 기능을 수행하여야 한다.</p> <p>C1.1.2_R004 안전관제 IF장치는 철도 현정설비 수신 데이터를 DDS 프로토콜에 맞는 데이터로 변환하는 기능을 수행하여야 한다.</p> <p>C1.1.2_R005 안전관제 IF장치는 기존의 철도 모니터링 시스템에 영향이 없도록 데이터를 수집하여야 한다.</p> <p>C1.1.2_R006 안전관제 IF장치는 데이터 변환 전과 후를 모니터링할 수 있어야 한다.</p> <p>C1.1.2_R007 안전관제 IF장치는 신규 센서 데이터와 DDS 표준 프로토콜을 적용하여 직접 인터페이스 해야 한다.</p>	대아티아이
C.1.1.3	사고원인 분석 시스템 (서울대)	사고원인 분석 시스템은 사고 원인을 분석하여 사고를 재현하고 그 결과를 제공하여야 한다.	서울대학교
C.1.1.3.1	분석		
C.1.1.3.1.1	사고원인 분석	사고원인 분석 시스템은 사고 원인을 분석하여 최적화할 수 있어야 한다.	
C.1.1.3.1.2	코드 최적화	사고원인 분석 시스템은 분석된 데이터를 최적화할 수 있어야 한다.	
C.1.1.3.1.3	분석결과 피드백	사고원인 분석 시스템은 최적화된 분석결과를 피드백할 수 있어야 한다.	

Number	Name	시스템 요구사항	관련기관
C.1.1.3.2	사고 재현	사고원인 분석 시스템은 발생한 사고를 재현하여 결과를 제공할 수 있어야 한다.	
C.1.1.3.2.1	안전데이터 수집	사고원인 분석 시스템은 사고재현을 위한 안전데이터를 수집할 수 있어야 한다.	
C.1.1.3.2.2	안전데이터 분석	사고원인 분석 시스템은 사고재현을 위한 안전데이터를 분석할 수 있어야 한다.	
C.1.1.3.2.3	사고원인 분석 결과 제공	사고원인 분석 시스템은 사고원인 분석 결과를 제공할 수 있어야 한다.	
C.1.1.4	실시간 철도 사고 예방 제어 시스템(KAIST)	실시간 철도 사고 예방 제어 시스템은 사고 예방 및 제어 기능을 수행하여야 한다. 실시간 철도 사고 예방 제어 시스템은 안전정보를 통해 실시간 안전상황관리 및 긴급상황관리 기능을 수행하여야 한다. 실시간 철도 사고 예방 제어 시스템은 안전상황과 판단 기능을 수행하여야 한다. 실시간 철도 사고 예방 제어 시스템은 긴급상황 판단 시 열차 제어 및 시설 통제 기능을 수행하여야 한다.	KAIST
C.1.1.4.1	실시간 철도 안전상황 관리 시스템	실시간 철도 안전상황관리 시스템은 실시간 안전성과지표 모니터링 기능을 수행하여야 한다. 실시간 철도 안전상황관리 시스템은 실시간 안전성과 보고 기능을 수행하여야 한다. 실시간 철도 안전상황관리 시스템은 허용 범위밖의 안전성과 관측시 사고 예방 의사결정 기능을 수행하여야 한다. 실시간 철도 안전상황관리 시스템은 실시간 철도 긴급 상황 관리 시스템과의 연계 기능을 수행하여야 한다.	
C.1.1.4.1.1	실시간 철도 긴급상황 관리 시스템	실시간 철도 긴급 상황 관리 시스템은 실시간 철도 안전상황관리 시스템과의 연계 기능을 수행하여야 한다. 실시간 철도 긴급 상황 관리 시스템은 긴급 상황 발생시 실시간 철도 긴급 위험	

Number	Name	시스템 요구사항	관련기관
		<p>알림 기능을 수행하여야 한다.</p> <p>실시간 철도 긴급 상황 관리 시스템은 유사시 긴급 대응 의사결정 기능을 수행하여야 한다.</p>	
C.1.1.4.1.2	실시간 철도 안전성과 모니터링 시스템	<p>실시간 철도 안전성과 모니터링 시스템은 안전성과지표 모니터링 기능을 수행하여야 한다.</p> <p>실시간 철도 안전성과 모니터링 시스템은 항목 별 위험도 산정 기능을 수행하여야 한다.</p> <p>실시간 철도 안전성과 모니터링 시스템은 비정상 상태 관별 기능을 수행하여야 한다.</p> <p>실시간 철도 안전성과 모니터링 시스템은 비정상 상태의 대상(항목) 식별 기능을 수행하여야 한다.</p> <p>실시간 철도 안전성과 모니터링 시스템은 실시간 철도 안전성과 리포팅 시스템과의 연계 기능을 수행하여야 한다.</p>	
C.1.1.4.1.3	실시간 철도 사고 예방 의사결정 시스템	<p>실시간 철도 사고 예방 의사결정 시스템은 실시간 철도 안전성과 리포팅 시스템과의 연계 기능을 수행하여야 한다.</p> <p>실시간 철도 사고 예방 의사결정 시스템은 식별된 항목의 안전대책방법 제공 기능을 수행하여야 한다.</p> <p>실시간 철도 사고 예방 의사결정 시스템은 식별된 항목의 안전계획절차 제공 기능을 수행하여야 한다.</p> <p>실시간 철도 사고 예방 의사결정 시스템은 실시간 철도 긴급 위험 알림 시스템과의 연계 기능을 수행하여야 한다.</p>	
C.1.1.4.2	실시간 철도 긴급상황 관리 시스템	<p>실시간 철도 긴급상황관리 시스템은 실시간 철도 안전상황관리 시스템과의 연계 기능을 수행하여야 한다.</p> <p>실시간 철도 긴급상황관리 시스템은 긴급 상황 발생시 실시간 철도 긴급 위험 알림 기능을 수행하여야 한다.</p>	

Number	Name	시스템 요구사항	관련기관
		실시간 철도 긴급상황관리 시스템은 유사시 긴급 대응 의사결정 기능을 수행하여야 한다.	
C.1.1.4.2.1	실시간 철도 긴급 위험 알람 시스템	실시간 철도 긴급 위험 알람 시스템은 실시간 철도 사고 예방 의사결정 시스템과의 연계 기능을 수행하여야 한다. 실시간 철도 긴급 위험 알람 시스템은 상황에 따른 긴급 위험 알람의 필요성 판별 기능을 수행하여야 한다. 실시간 철도 긴급 위험 알람 시스템은 상황 별 위험 알람 수준 결정 기능을 수행하여야 한다. 실시간 철도 긴급 위험 알람 시스템은 긴급 위험 알람 시기 결정 기능을 수행하여야 한다. 실시간 철도 긴급 위험 알람 시스템은 실시간 철도 긴급 대응 의사결정 시스템과의 연계 기능을 수행하여야 한다.	
C.1.1.4.2.2	실시간 철도 긴급대응 의사결정 시스템	실시간 철도 긴급 대응 의사결정 시스템은 실시간 철도 긴급 위험 알람 시스템과의 연계 기능을 수행하여야 한다. 실시간 철도 긴급 대응 의사결정 시스템은 긴급 위험 알람 수준에 따른 긴급대응방안 제공 기능을 수행하여야 한다. 실시간 철도 긴급 대응 의사결정 시스템은 긴급 위험 알람 시기에 따른 긴급대응절차 제공 기능을 수행하여야 한다.	
C.1.1.5	안전 신호 신뢰성 검증 (세종대)	안전 신호 신뢰성 검증 시스템은 데이터의	세종대학교
C.1.1.5.1	데이터 전처리 SW	안전 신호 신뢰성 검증 시스템은 데이터 전처리가 가능하여야 한다.	
C.1.1.5.1.1	Bilateral Kernel Noise Filter	안전 신호 신뢰성 검증 시스템은 Bilateral Kernel Noise Filter 할 수 있어야 한다.	
C.1.1.5.1.2	Error Amplitudes 패턴 인식	안전 신호 신뢰성 검증 시스템은 Error Amplitudes 패턴인식을 할 수 있어야 한다.	

Number	Name	시스템 요구사항	관련기관
C.1.1.5.2	Training Data Set	안전 신호 신뢰성 검증 시스템은 Training Data Set을 설정할 수 있어야 한다.	
C.1.1.5.2.1	모델 크기 최소화 SW	안전 신호 신뢰성 검증 시스템은 모델 크기 최소화를 할 수 있어야 한다.	
C.1.1.5.3	검증 Data Set	안전 신호 신뢰성 검증 시스템은 검증 Data Set을 설정할 수 있어야 한다.	
C.1.1.5.3.1	운전 영역 Coverage	안전 신호 신뢰성 검증 시스템은 운전 영역 Coverage 설정할 수 있어야 한다.	
C.1.1.5.4	신호예측 모델링 SW	안전 신호 신뢰성 검증 시스템은 신호예측 모델링이 가능하여야 한다.	
C.1.1.5.4.1	불확실도 분석 SW	안전 신호 신뢰성 검증 시스템은 불확실도 분석이 가능하여야 한다.	
C.1.1.5.5	안전신호감시 SW	안전 신호 신뢰성 검증 시스템은 안전신호감시가 가능하여야 한다.	
C.1.1.5.5.1	Bilateral Kernel Prediction	안전 신호 신뢰성 검증 시스템은 Bilateral Kernel Prediction 할 수 있어야 한다.	
C.1.1.6	실시간 리스크 감시 시스템(KoRTS)	실시간 리스크 감시 시스템은 실시간으로 리스크를 감시하고 관리할 수 있어야 한다.	KoRTS
C.1.1.6.1	고장수목연산 소프트웨어	실시간 리스크 감시 시스템은 리스크 데이터를 관리하고 평가하기 위한 고장수목연산이 가능하여야 한다.	
C.1.1.6.1.1	시스템 관리	실시간 리스크 감시 시스템은 시스템을 관리할 수 있어야 한다.	
C.1.1.6.1.2	사고 관리	실시간 리스크 감시 시스템은 사고 데이터를 관리할 수 있어야 한다.	
C.1.1.6.1.3	고장 관리	실시간 리스크 감시 시스템은 고장 데이터를 관리할 수 있어야 한다.	
C.1.1.6.1.4	리스크 모델 관리	실시간 리스크 감시 시스템은 리스크 모델을 관리할 수 있어야 한다.	
C.1.1.6.1.5	리스크 평가	실시간 리스크 감시 시스템은 리스크를 평가할 수 있어야 한다.	
C.1.1.6.2	리스크 관리 소프트웨어	실시간 리스크 감시 시스템은 리스크 관련 데이터를 입력 및 연산, 표시할 수 있어야 한다.	
C.1.1.6.2.1	철도시스템 LRU 정보 입력	실시간 리스크 감시 시스템은 철도시스템 LRU 정보를 입력할 수 있어야 한다.	
C.1.1.6.2.2	사고발생빈도 연산	실시간 리스크 감시 시스템은 사고발생빈도를 연산할 수 있어야 한다.	
C.1.1.6.2.3	설비 중요도 산출	실시간 리스크 감시 시스템은 설비 중요도를 산출할 수 있어야 한다.	
C.1.1.6.2.4	사고발생 시퀀스 표시	실시간 리스크 감시 시스템은 사고발생 시퀀스를 표시할 수 있어야 한다.	
C.1.1.7	철도 안전 빅데이터 통	C.1.1.7_R001 철도안전 빅데이터 통합 플랫폼은 데이터 수집에서부터 저장,	WISEiTech

Number	Name	시스템 요구사항	관련기관
	합 수집 및 분석 플랫폼(WISEITech)	처리와 분석에 대한 통합적인 기능을 제공하여야 한다 C.1.1.7_R002 철도안전 빅데이터 통합 플랫폼은 외부 시스템으로부터 데이터를 수집하거나 전달할 수 있는 기능을 수행하여야 한다	
C.1.1.7.1	수집 시스템	C.1.1.7.1_R001 수집 시스템은 정형데이터 외에도 보고서파일과 대용량 로그 데이터를 수집할 수 있는 기능을 제공하여야 한다 C.1.1.7.1_R002 수집 시스템은 분석결과 데이터의 외부 시스템으로의 전송 기능을 제공하여야 한다 C.1.1.7.1_R003 수집 시스템은 데이터 수집과 전송에 대한 작업일정관리와 모니터링 기능을 제공하여야 한다	
C.1.1.7.1.1	정형데이터 수집	C.1.1.7.1.1_R001 정형데이터수집은 데이터베이스로 관리되는 데이터를 수집하는 기능을 제공하여야 한다 C.1.1.7.1.1_R002 정형데이터수집은 이기종 데이터베이스 간의 데이터 이관 기능을 제공하여야 한다 C.1.1.7.1.1_R003 정형데이터수집은 대용량 데이터 처리가 가능하도록 수집 기능을 수행하여야 한다	
C.1.1.7.1.2	보고서 파일 업로드	C.1.1.7.1.2_R001 보고서파일 업로드는 엑셀, csv, txt 형태의 데이터 파일을 빅데이터 플랫폼 상에 업로드 하는 기능을 제공하여야 한다 C.1.1.7.1.2_R002 보고서파일 업로드는 PDF, 워드와 같은 보고서 파일을 빅데이터 플랫폼 상에 업로드 하는 기능을 제공하여야 한다	
C.1.1.7.1.3	대용량 로그 데이터 수집	C.1.1.7.1.3_R001 대용량 로그데이터 수집은 로그파일 형태의 데이터를 수집하는 기능을 제공하여야 한다 C.1.1.7.1.3_R002 대용량 로그데이터 수집은 대용량 데이터 처리가 가능하도록 수집 기능을 수행하여야 한다	
C.1.1.7.2	저장 및 처리 시스템	C.1.1.7.2_R001 저장 및 처리 시스템은 대용량 데이터를 저장하기 위한 기능을 제공하여야 한다	

Number	Name	시스템 요구사항	관련기관
		C.1.1.7.2_R002 저장 및 처리 시스템은 수집된 데이터를 분석될 수 있는 형태로 처리할 수 있는 기능을 수행하여야 한다	
C.1.1.7.2.1	분산파일 저장	C.1.1.7.2.1_R001 분산파일저장은 대용량 데이터 저장이 가능하도록 저장서버의 확장성 기능을 제공하여야 한다 C.1.1.7.2.1_R002 분산파일저장은 데이터 보관의 안정성을 위해 분산 저장하는 기능을 제공하여야 한다	
C.1.1.7.2.2	데이터 변환처리	C.1.1.7.2.2_R001 데이터변환처리는 수집된 데이터를 분석될 수 있는 정형 데이터 형태로 변환하는 기능을 수행하여야 한다 C.1.1.7.2.2_R002 데이터변환처리는 키워드 분석이 가능하도록 텍스트 추출 기능을 수행하여야 한다 C.1.1.7.2.2_R003 데이터변환처리는 변환처리된 데이터의 대용량 분석 성능을 위한 기능을 제공하여야 한다	
C.1.1.7.3	분석 시스템	C.1.1.7.3_R001 분석 시스템은 저장,처리된 데이터를 의미 있게 구성한 통계분석모델을 제공하여야 한다 C.1.1.7.3_R002 분석 시스템은 사용자가 철도안전에 대한 통계정보를 손쉽게 볼 수 있는 기능을 제공하여야 한다	
C.1.1.7.3.1	분석 모델	C.1.1.7.3.1_R001 분석 모델은 철도안전 통계분석에 편리하도록 주제별로 구성된 통계분석모델을 제공하여야 한다 C.1.1.7.3.1_R002 분석 모델은 통계데이터의 의미를 직관적으로 파악할 수 있는 형태로 제공되어야 한다	
C.1.1.7.3.2	분석 리포팅	C.1.1.7.3.2_R001 분석 리포팅은 분석모델을 자유롭게 분석할 수 있는 비정형 분석 기능을 제공하여야 한다 C.1.1.7.3.2_R002 분석 리포팅은 통계분석의 의미를 직관적으로 표현할 수 있는 대시보드 기능을 제공하여야 한다	
C.1.1.8	빅데이터 기반 철도사	빅데이터 기반 철도사고 위험예측 시스템은 위험 예측이 가능하여야 한다.	ETRI

Number	Name	시스템 요구사항	관련기관
	고 위험예측 시스템 (ETRI)		
C.1.1.8.1	위험 예측	빅데이터 기반 철도사고 위험예측 시스템은 데이터 수집을 통해 위험을 예측할 수 있어야 한다.	
C.1.1.8.1.1	데이터 수집	빅데이터 기반 철도사고 위험예측 시스템은 데이터를 수집할 수 있어야 한다.	
C.1.1.8.1.2	전처리	빅데이터 기반 철도사고 위험예측 시스템은 데이터를 전처리할 수 있어야 한다.	
C.1.1.8.1.3	변환	빅데이터 기반 철도사고 위험예측 시스템은 데이터 변환이 가능하여야 한다.	
C.1.1.8.1.4	데이터 마이닝	빅데이터 기반 철도사고 위험예측 시스템은 데이터 마이닝이 가능하여야 한다.	
C.1.1.8.1.5	예측	빅데이터 기반 철도사고 위험예측 시스템은 위험 예측이 가능하여야 한다.	

<시스템 요구사항>

(6) 요구사항과 기능간 추적성 확보

요구사항(Requirement)의 타입이 기능(Function)인 경우 기능(Function) 항목을 추가하여 요구사항과 연결 관계를 설정한다. 아래에 있는 추적성 내용을 보면 여러개의 요구사항(Requirement)이 기능(Function)에 연결되어 있음을 확인할 수 있다.

	Name	Description	basis of
3	C.1.1.7.1.1_R003	정형데이터수집은 대용량 데이터 처리가 가능하도록 수집 기능을 수행하여야 한다	---Function F.1.15 빅데이터 수집_C1
4	C.1.1.7.1.2_R001	보고서파일 업로드는 엑셀, csv, txt 형태의 데이터 파일을 빅데이터 플랫폼 상에 업로드 하는 기능을 제공하여야 한다	---Function F.1.15 빅데이터 수집_C1
5	C.1.1.7.1.2_R002	보고서파일 업로드는 PDF, 워드와 같은 보고서 파일을 빅데이터 플랫폼 상에 업로드 하는 기능을 제공하여야 한다	---Function F.1.15 빅데이터 수집_C1
6	C.1.1.7.1.3_R001	대용량 로그데이터 수집은 로그파일 형태의 데이터를 수집하는 기능을 제공하여야 한다	---Function F.1.15 빅데이터 수집_C1
7	C.1.1.7.1.3_R002	대용량 로그데이터 수집은 대용량 데이터 처리가 가능하도록 수집 기능을 수행하여야 한다	---Function F.1.15 빅데이터 수집_C1
8	C.1.1.7.1_R001	수집 시스템은 정형데이터 외에도 보고서파일과 대용량 로그데이터를 수집할 수 있는 기능을 제공하여야 한다	---Function F.1.15 빅데이터 수집_C1
9	C.1.1.7.1_R002	수집 시스템은 분석결과 데이터의 외부 시스템으로의 전송 기능을 제공하여야 한다	---Function F.1.15 빅데이터 수집_C1
10	C.1.1.7.1_R003	수집 시스템은 데이터 수집과 전송에 대한 작업일정관리와 모니터링 기능을 제공하여야 한다	---Function F.1.15 빅데이터 수집_C1
11	C.1.1.7.2.1_R001	분산파일저장은 대용량 데이터 저장 가능하도록 저장서버의 확장성 기능을 제공하여야 한다	---Function F.1.16 빅데이터 저장 및 처리_C1
12	C.1.1.7.2.1_R002	분산파일저장은 데이터 보관의 안정성을 위해 분산 저장하는 기능을 제공하여야 한다	---Function F.1.16 빅데이터 저장 및 처리_C1
13	C.1.1.7.2.2_R001	데이터변환처리는 수집된 데이터를 분석될 수 있는 정형 데이터 형태로 변환하는 기능을 수행하여야 한다	---Function F.1.16 빅데이터 저장 및 처리_C1
14	C.1.1.7.2.2_R002	데이터변환처리는 키워드 분석이 가능하도록 텍스트 추출 기능을 수행하여야 한다	---Function F.1.16 빅데이터 저장 및 처리_C1
15	C.1.1.7.2.2_R003	데이터변환처리는 변환처리된 데이터의 대용량 분석 성능을 위한 기능을 제공하여야 한다	---Function F.1.16 빅데이터 저장 및 처리_C1
16	C.1.1.7.2_R001	저장 및 처리 시스템은 대용량 데이터를 저장하기 위한 기능을 제공하여야 한다	---Function F.1.16 빅데이터 저장 및 처리_C1
17	C.1.1.7.2_R002	저장 및 처리 시스템은 수집된 데이터를 분석될 수 있는 형태로 처리할 수 있는 기능을 수행하여야 한다	---Function F.1.16 빅데이터 저장 및 처리_C1
18	C.1.1.7.3.1_R001	분석 모델은 철도안전 통계분석에 편리하도록 주제별로 구성된 통계분석모델을 제공하여야 한다	---Function F.1.17 빅데이터 분석_C1
19	C.1.1.7.3.1_R002	분석 모델은 통계데이터의 의미를 직관적으로 파악할 수 있는 형태로 제공되어야	---Function F.1.17 빅데이터 분석_C1

<요구사항과 기능 아키텍처간 추적성 확인>

(7) 기능, 물리 아키텍처와의 관련성

기능 아키텍처는 요구사항을 분석하면서 기능 타입으로 정의된 요구사항에 의해 기능으로 도출되었으며, 안전관제 관리, Convert, 사고원인 분석, 사고 재현, 실시간 철도 안전상황관리, 실시간 철도 긴급상황관리, 데이터 전처리, Training Data Set, 검증 Data Set, 신호예측 모델링, 안전신호감시, 안전 정보 분석, 사고 예측, 빅데이터 수집, 빅데이터 저장 및 처리, 빅데이터 분석, 위험정보 분석, 위험 예측 등 18개의 기능이 도출되었다.

물리 아키텍처는 요구사항을 분석하면서 일부 또는 전체가 식별되는데, 요구사항을 통해 식별된 물리 아키텍처는 안전관제 IF 장치, 위험예측 시스템, 실시간 철도안전관제 플랫폼, 실시간 리스크 감시 시스템, 기존 관제 시스템, CTC, SCADA, 빅데이터 통합 수집 및 분석 플랫폼, 철도안전 빅데이터 통합 플랫폼, 분석 시스템, 저장 및 처리 시스템, 수집시스템 등 12개의 물리 아키텍처가 도출되었다.

이렇게 요구사항에서 식별된 물리 아키텍처는 정의 단계에서 재정의 되거나 비슷한 물리 아키텍처와 통합된다.

다. 결론

실시간 철도안전 감시제어 시스템에 필요한 요구사항을 식별하고 정의하였으며, 분석을 통해 조직과 기능, 물리 아키텍처간 추적성을 확보하였다.

이를 효율적으로 구축하기 위하여 전산도구를 활용하였으며, 요구사항을 구조화, 정제화하여 전산도구에 입력하였고, 시스템 요구사항을 정의하였다.

요구사항을 분석하는 과정에서 식별된 요구사항을 만족하기 위한 물리적 아키텍처와 물리적 아키텍처를 개발 또는 적용하기 위한 조직 식별과 요구사항 중 기능 타입인 요구사항을 도출하여 기능 아키텍처를 식별하였다.

이는 물리적 아키텍처와 기능 아키텍처를 정의하기 위한 기반이 되었으며, 전산도구를 통해 데이터의 추적과 일관성을 유지할 수 있었다. 그리고 전산도구 적용 과정 및 결과물은 시스템 개발 시 전체적 관점에서 바라볼 수 있는 시각과 전산도구의 장점을 제공하였다.

또한 공정회의 또는 데이터 검토 시 최신 데이터로 업데이트되어 배포되었고, 각 기관은 작성된 아키텍처 데이터에 대한 보완 및 수정을 통해 설계 시 반영하여 업무 협업 및 효율적 업무 수행이 가능하였다.

2. 시스템 상세 설계 기능 아키텍처

가. 시스템 상세 설계 기능 아키텍처 개요

(1) 목적 및 목표

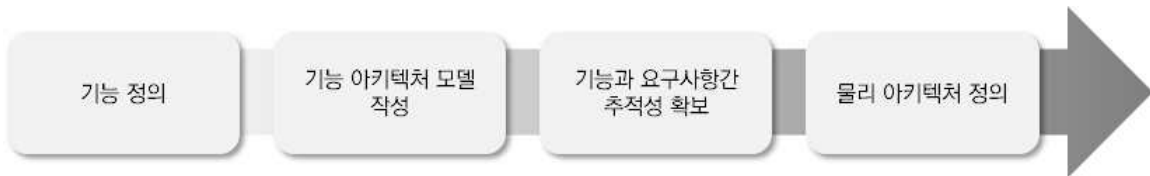
실시간 철도안전 감시제어 시스템의 기능을 분석하고, 기능 아키텍처 모델을 통한 요구사항 보완 및 물리 아키텍처 설계 지원

(2) 수행 범위

기능 아키텍처 작성
 기능 아키텍처 모델 작성
 요구사항과 기능 아키텍처 추적성 확보

(3) 수행 절차 및 주요 내용

기 구축된 요구사항에서 기능을 정의하고, 아키텍처 모델을 작성한다. 그리고 기능과 요구사항간 추적 및 물리 아키텍처를 정의한다.



<수행 절차>

나. 시스템 기능 아키텍처

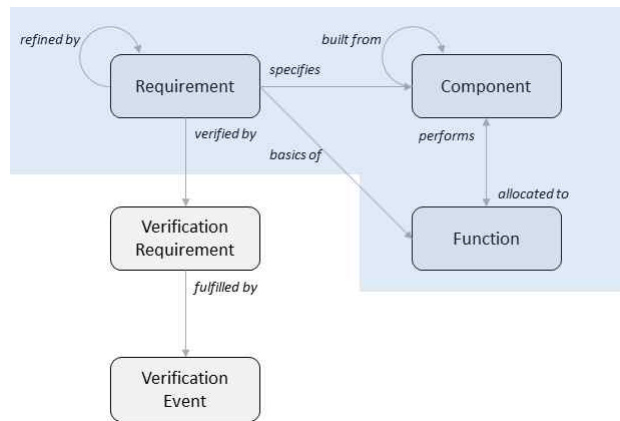
(1) 추적성 확보

요구사항(Requirement)과 기능(Function), 물리 아키텍처(Component)와의 추적성 확보를 위하여 전산 도구에서 추적성에 필요한 관계를 정의하여 사용하였다.

한글명	관계	관련 데이터
요구사항(Requirement)	basis of	기능 아키텍처(Function)
	specifies	물리 아키텍처(Component)
기능(Function)	allocated to	물리 아키텍처(Component)

<추적성 확보를 위한 관계 정의>

먼저 요구사항(Requirement)은 기능(Function) 아키텍처에 근거(basis of)가 되고 물리 아키텍처(Component)에 의해 구체적으로 명시(specifies)된다. 그리고 기능(Function)은 물리 아키텍처(Component)에 할당(allocated to)된다.

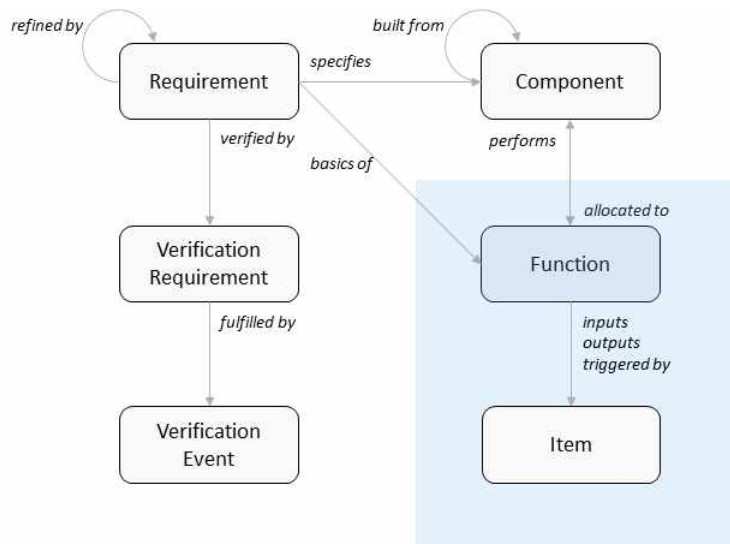


<데이터 구조(Schema)>

(2) 기능 아키텍처 구조(Schema)

기능은 요구사항을 통해 도출되며, 기능 간에는 정보의 흐름이 있다.

기능 아키텍처 구축을 위한 구조(Schema)는 아래와 같으며, 기능 정의 및 모델을 위해서는 기능과 아이템이 필수 항목 중 하나이다.



<기능 아키텍처 구조(Schema) 항목>

(3) 기능 아키텍처 정의

기능은 요구사항을 통해 도출되며, 요구사항 중에서 속성 타입이 기능인 요구사항을 가지고 정의한다.

5	C.1.1.7.1.2_R002	보고서파일 업로드는 PDF, 워드와 같은 보고서 파일을 빅데이터 플랫폼 상에 업로드 하는 기능을 제공하여야 한다	Functional
6	C.1.1.7.1.3_R001	대용량 로그데이터 수집은 로그파일 형태의 데이터를 수집하는 기능을 제공하여야 한다	Functional
7	C.1.1.7.1.3_R002	대용량 로그데이터 수집은 대용량 데이터 처리가 가능하도록 수집 기능을 수행하여야 한다	Functional
8	C.1.1.7.1_R001	수집 시스템은 정형데이터 외에도 보고서파일과 대용량 로그데이터를 수집할 수 있는 기능을 제공하여야 한다	Functional
9	C.1.1.7.1_R002	수집 시스템은 분석결과와 데이터의 외부 시스템으로의 전송 기능을 제공하여야 한다	Functional
10	C.1.1.7.1_R003	수집 시스템은 데이터 수집과 전송에 대한 작업일정관리와 모니터링 기능을 제공하여야 한다	Functional
11	C.1.1.7.2.1_R001	분산파일저장은 대용량 데이터 저장이 가능하도록 저장서버의 확장성 기능을 제공하여야 한다	Functional
12	C.1.1.7.2.1_R002	분산파일저장은 데이터 보관의 안정성을 위해 분산 저장하는 기능을 제공하여야 한다	Functional
13	C.1.1.7.2.2_R001	데이터변환처리는 수집된 데이터를 분석될 수 있는 정형 데이터 형태로 변환하는 기능을 수행하여야 한다	Functional

<요구사항에 정의된 기능 요구사항 예>

기능 요구사항에서 도출된 시스템 최상위 기능은 23개로 정의하였으며, 도출된 이 기능으로 기능 아키텍처 모델을 작성하였다.

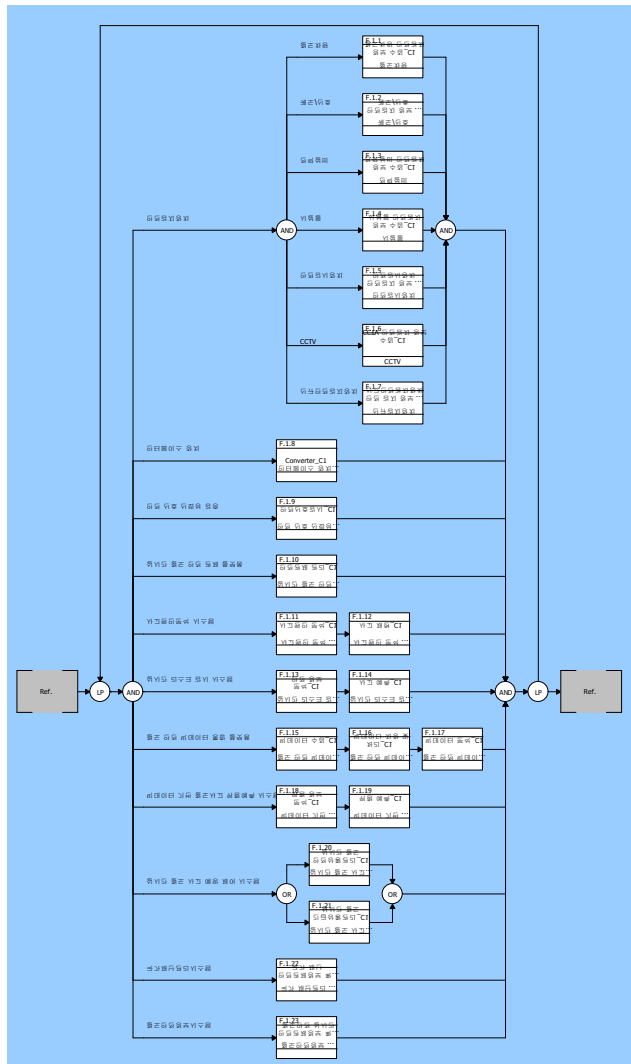
번호	기능 명	번호	기능 명
F.1	실시간 철도 안전 통합감시제어	F.1.14	사고 예측
F.1.1	철도차량 안전검지 정보 수집	F.1.15	빅데이터 수집
F.1.2	궤도/신호 안전검지 정보 수집	F.1.16	빅데이터 저장 및 처리
F.1.3	전력설비 안전검지 정보 수집	F.1.17	빅데이터 분석
F.1.4	시설물 안전검지 정보 수집	F.1.18	위험 정보 분석
F.1.5	안전감시장치 안전검지 정보 수집	F.1.19	위험 예측
F.1.6	CCTV 안전검지 정보 수집	F.1.20	실시간 철도 안전상황관리
F.1.7	신규안전검지장치 안전 검지 정보 수집	F.1.21	실시간 철도 긴급상황관리
F.1.8	Converter	F.1.22	국가 재난 안전관제정보 확인
F.1.9	안전신호감시	F.1.23	철도안전 실시간 안전관제정보 확인
F.1.10	안전관제 관리		
F.1.11	사고원인 분석		
F.1.12	사고 재현		
F.1.13	안전 정보 분석		

<기능 아키텍처 정의>

(4) 기능 아키텍처 모델 작성

실시간 철도안전 통합감시제어 시스템의 통합 기능 아키텍처 모델로써, 시스템이 가져야 하는 최상위 기능의 집합이라고 볼 수 있다.

FFBD(Function Flow Block Diagram)는 식별된 기능을 나열한 다이어그램이다.



<기능 통합 아키텍처 모델(FFBD)>

최상위 기능 아키텍처 모델을 작성하기 위하여 먼저 Thread를 정의하였다.

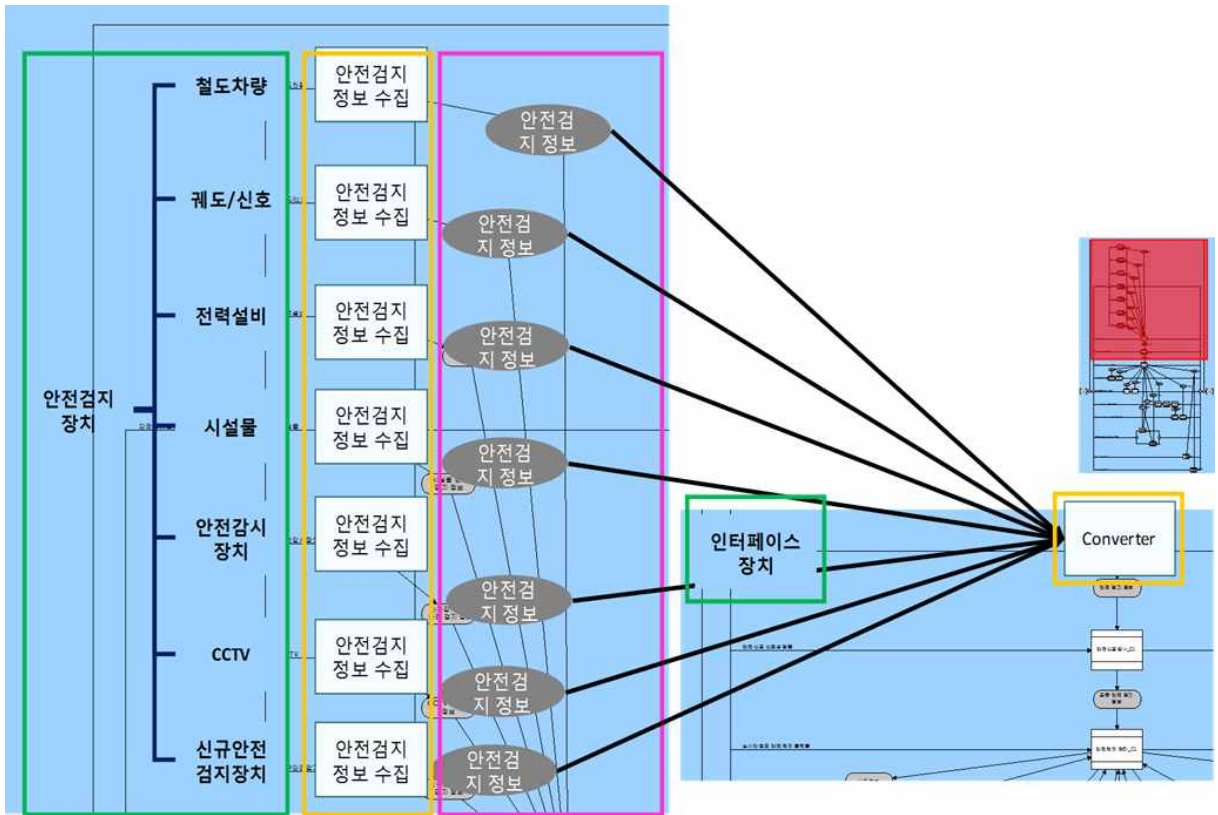
여기에 작성된 Thread는 하나의 선을 의미하는데, 기능을 수행하는 관련 시스템 또는 물리적 구조를 활용하였고, 하나의 Thread는 최소 하나 이상의 기능을 수행한다.

실시간 철도안전 통합감시제어 시스템의 최상위 기능 아키텍처 모델은 11개의 Thread를 정의하였고, 앞에 정의한 23개 기능을 나열하였다. 그리고 나열한 23개의 기능간 정보의 흐름을 정의한다.

EFFBD(Enhanced Function Flow Block Diagram)는 식별된 기능과 기능간 정보의 흐름을 확인할 수 있는 다이어그램이다.

통합 기능 아키텍처 모델에 대한 상세한 내용은 다음과 같다.

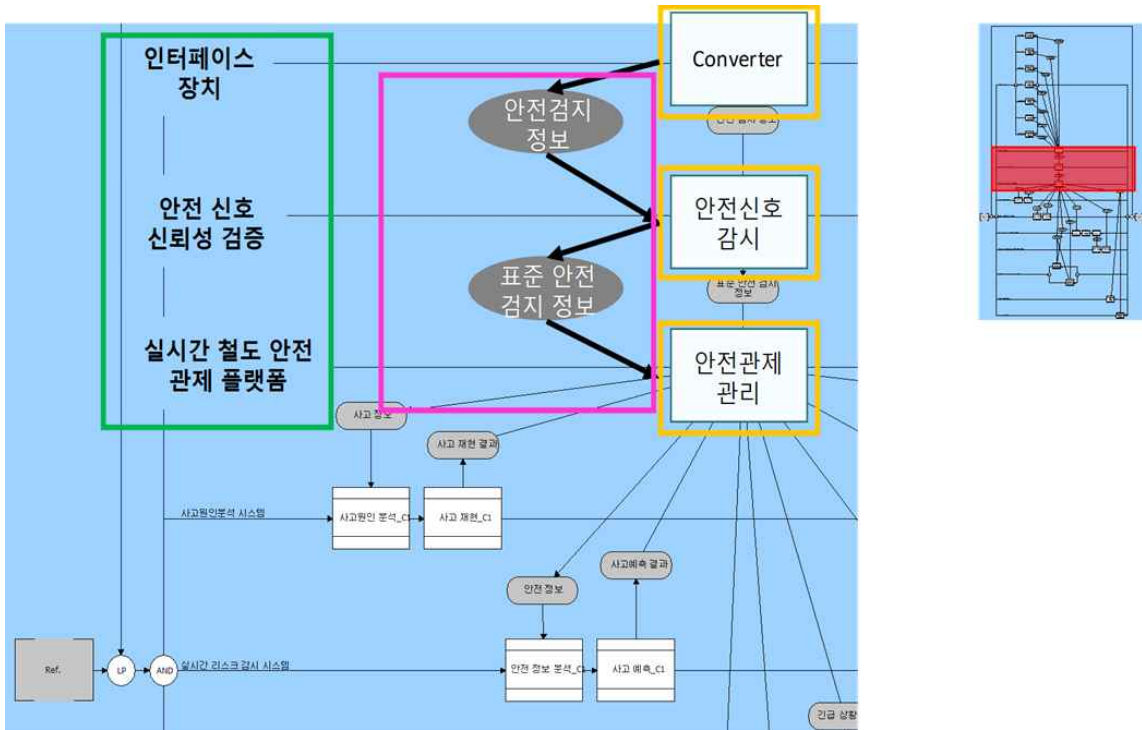
○ 안전검지장치 정보 수집



<안전검지장치 정보 수집>

먼저 각 안전검지장치에서 안전검지정보를 수집하여 안전검지정보를 인터페이스 장치로 전달한다.

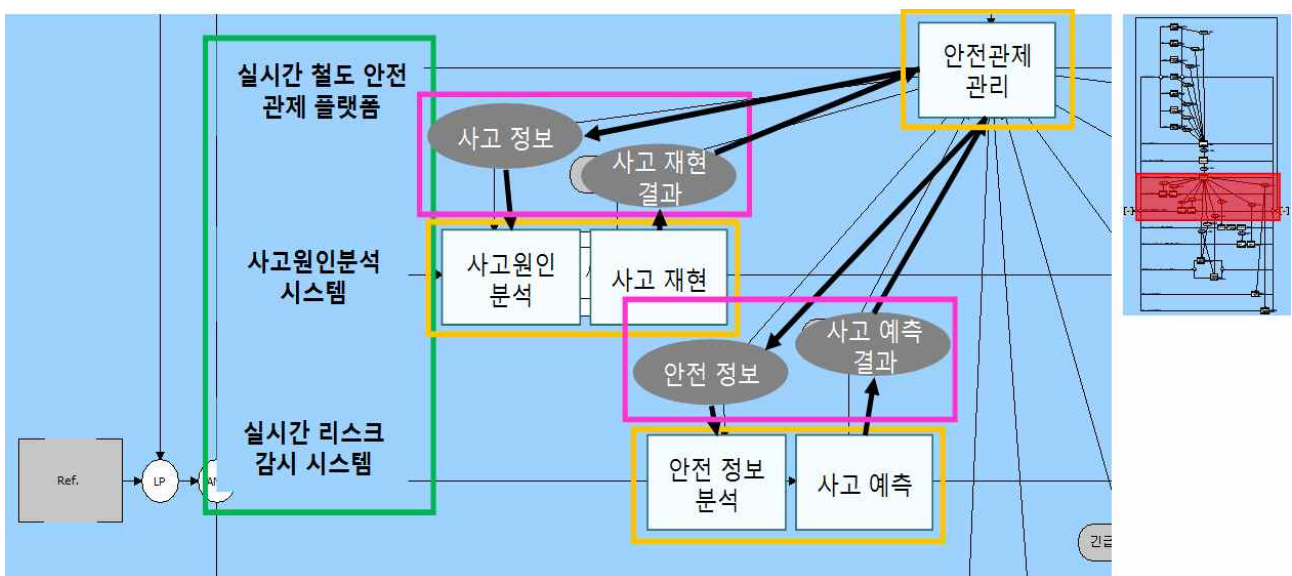
○ 안전검지정보 전달



<안전검지정보 전달>

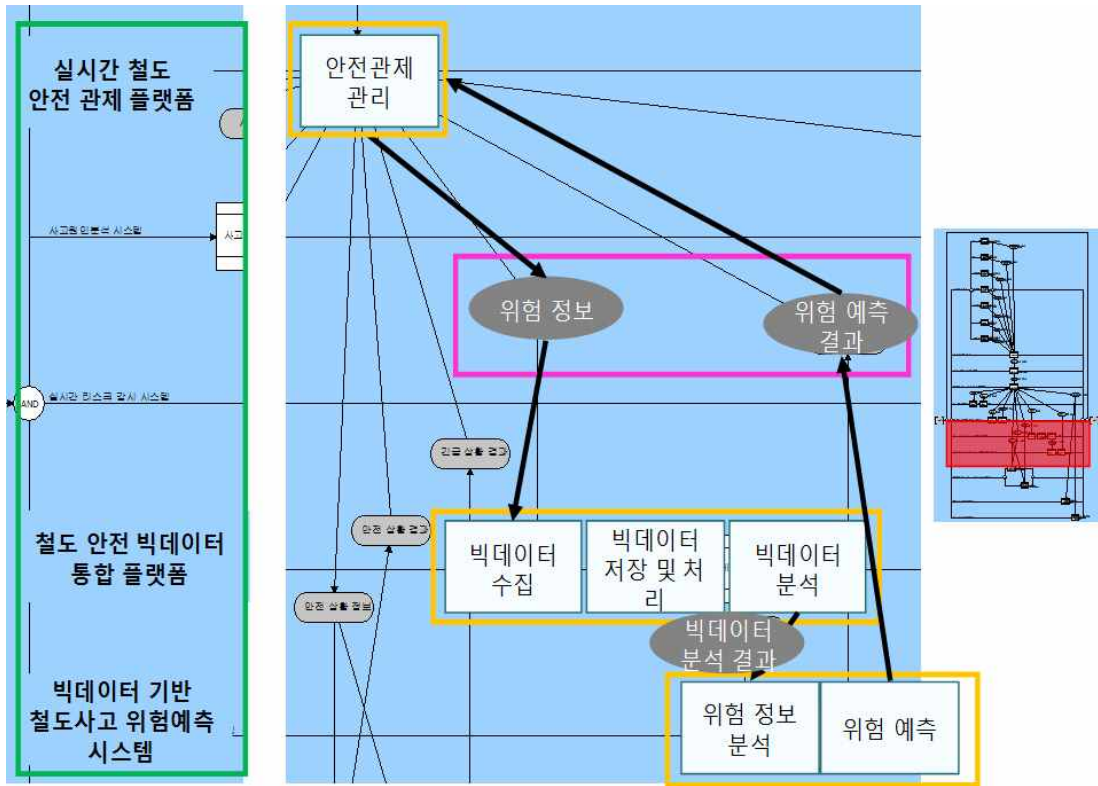
인터페이스 장치에서 Converter(데이터 변환) 기능을 통해 안전검지정보를 안전신호신뢰성 검증을 위해 전달한다. 그리고 안전신호감시기능을 통해 정보 표준화 및 표준 안전 검지 정보를 실시간 철도 안전 관제 플랫폼으로 전달한다.

○ 사고 분석 및 재현, 예측 결과 전달



<사고 분석 및 재현, 예측 전달>

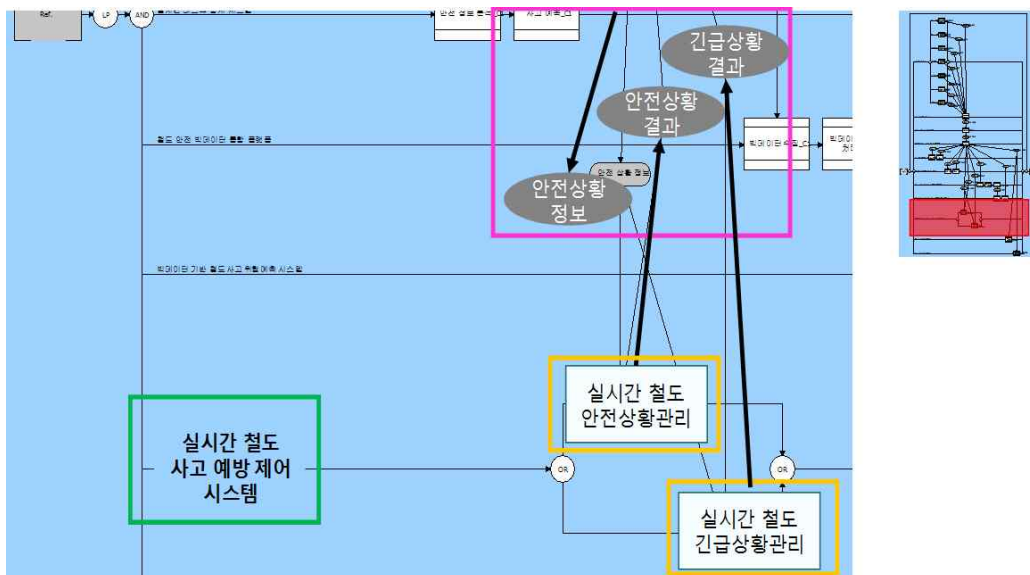
○ 빅데이터 분석 및 결과 전달



<빅데이터 분석 및 결과 전달>

실시간 철도 안전 관제 플랫폼은 위험 정보를 철도안전 빅데이터 통합 플랫폼에 전달하고, 빅데이터 수집, 저장 및 처리, 분석을 통해 빅데이터 분석 결과를 빅데이터 철도사고 위험예측시스템에 전달한다.

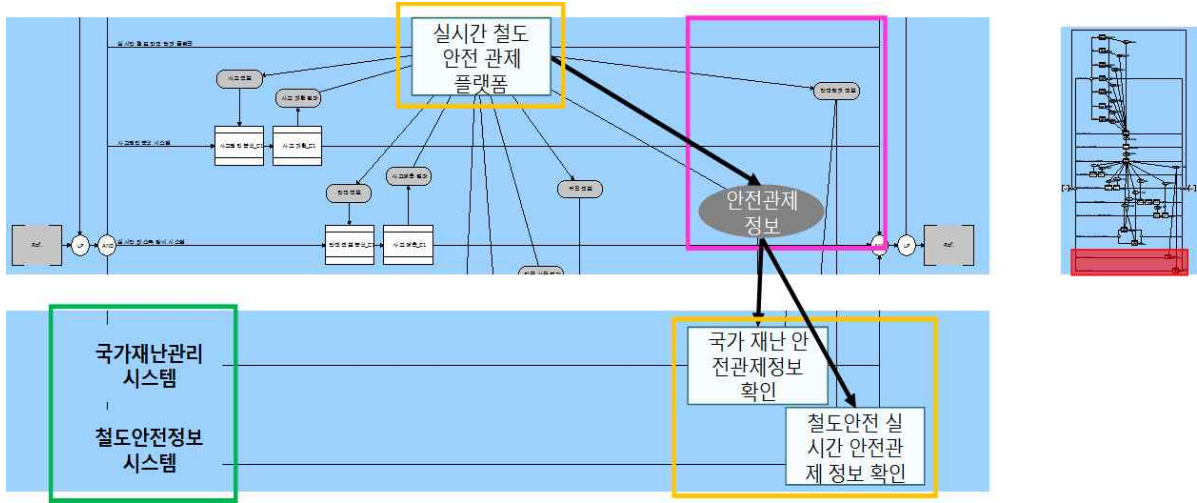
○ 안전상황, 긴급상황 결과 전달



<안전상황, 긴급상황 결과 전달>

실시간 철도 안전 관제 플랫폼은 안전 상황 정보를 실시간 철도 사고 예방 제어 시스템에 전달하고, 실시간 안전상황관리, 실시간 철도 긴급상황관리를 통해 안전 상황 결과, 긴급 상황 결과를 실시간 철도 안전 관제 플랫폼에 전달한다.

○ 안전관제정보 전달



<안전관제정보 전달>

실시간 철도 안전 관제 플랫폼은 안전 관제 정보를 국가재난관리시스템, 철도안전정보시스템에 전달하고, 각 시스템은 안전관제정보를 확인한다.

(5) 기능과 요구사항간 추적성 확보

기능과 요구사항은 이미 맨 처음에 수행한 기능 정의 시 요구사항과 추적성을 이미 확보하였다.

요구사항을 통해 기능 23개를 도출하였고, 추적 결과는 다음과 같다.

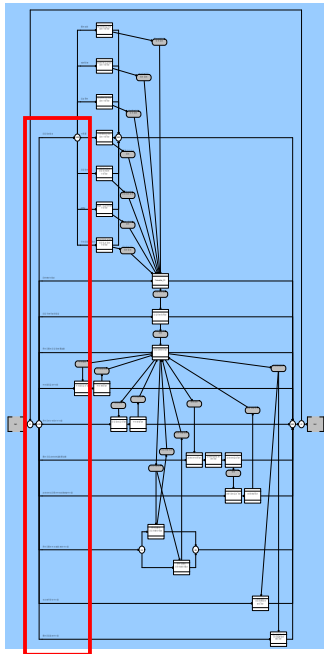
9	C.1.1.7.1_R002	수집 시스템은 분석결과 데이터의 외부 시스템으로의 전송 기능을 제공하여야 한다	--- Function F.1.15 빅데이터 수집_C1
10	C.1.1.7.1_R003	수집 시스템은 데이터 수집과 전송에 대한 작업일정관리와 모니터링 기능을 제공하여야 한다	--- Function F.1.15 빅데이터 수집_C1
11	C.1.1.7.2.1_R001	분산파일저장은 대용량 데이터 저장 가능하도록 저장서버의 확장성 기능을 제공하여야 한다	--- Function F.1.16 빅데이터 저장 및 처리_C1
12	C.1.1.7.2.1_R002	분산파일저장은 데이터 보관의 안정성을 위해 분산 저장하는 기능을 제공하여야 한다	--- Function F.1.16 빅데이터 저장 및 처리_C1
13	C.1.1.7.2.2_R001	데이터변환처리는 수집된 데이터를 분석될 수 있는 정형 데이터 형태로 변환하는 기능을 수행하여야 한다	--- Function F.1.16 빅데이터 저장 및 처리_C1
14	C.1.1.7.2.2_R002	데이터변환처리는 키워드 분석이 가능하도록 텍스트 추출 기능을 수행하여야 한다	--- Function F.1.16 빅데이터 저장 및 처리_C1
15	C.1.1.7.2.2_R003	데이터변환처리는 변환처리된 데이터의 대용량 분석 성능을 위한 기능을 제공하여야 한다	--- Function F.1.16 빅데이터 저장 및 처리_C1
16	C.1.1.7.2_R001	저장 및 처리 시스템은 대용량 데이터를 저장하기 위한 기능을 제공하여야 한다	--- Function F.1.16 빅데이터 저장 및 처리_C1
17	C.1.1.7.2_R002	저장 및 처리 시스템은 수집된 데이터를 분석될 수 있는 형태로 처리할 수 있는 기능을 수행하여야 한다	--- Function F.1.16 빅데이터 저장 및 처리_C1
18	C.1.1.7.3.1_R001	분석 모델은 철도안전 통계분석에 편리하도록 주제별로 구성된 통계분석모델을 제공하여야 한다	--- Function F.1.17 빅데이터 분석_C1

<요구사항과 기능간 추적 결과>

(6) 물리 아키텍처 정의와의 관련성

기능 아키텍처 모델 작성 시 물리 아키텍처가 일부 정의되었다.

기능 아키텍처 모델에서 Thread를 11개 정의하였는데, 정의한 Thread는 다음과 같다.



<기능 아키텍처 모델에서 정의한 Thread>

번호	물리 아키텍처 명
C.1.6	안전검지장치
C.1.1.2	인터페이스 장치
C.1.1.5	안전 신호 신뢰성 검증
C.1.1.1	실시간 철도 안전 관제 플랫폼
C.1.1.3	사고원인분석 시스템
C.1.1.6	실시간 리스크 감시 시스템
C.1.1.7	철도 안전 빅데이터 통합 플랫폼
C.1.1.8	빅데이터 기반 철도사고 위험예측 시스템
C.1.1.4	실시간 철도 사고 예방 제어 시스템
C.1.3	국가재난관리시스템
C.1.4	철도안전정보시스템

<기능 아키텍처 모델에서 정의한 물리 아키텍처>

Number	Name	allocated to
1	F.1 실시간 철도 안전 통합감시제어	
2	F.1.1 철도차량 안전검지 정보 수집_C1	Component C.1.6.1 철도차량
3	F.1.2 궤도/신호 안전검지 정보 수집_C1	Component C.1.6.2 궤도/신호
4	F.1.3 전력설비 안전검지 정보 수집_C1	Component C.1.6.3 전력설비
5	F.1.4 시설물 안전검지 정보 수집_C1	Component C.1.6.4 시설물
6	F.1.5 안전감시장치 안전검지 정보 수집_C1	Component C.1.6.5 안전감시장치
7	F.1.6 CCTV 안전검지 정보 수집_C1	Component C.1.6.6 CCTV
8	F.1.7 신규안전검지장치 안전 검지 정보 수집_C1	Component C.1.6.7 신규검지장치
9	F.1.8 Converter_C1	Component C.1.1.2 인터페이스 장치(대아)
10	F.1.9 안전신호감시_C1	Component C.1.1.5 안전 신호 신뢰성 검증(서출대)
11	F.1.10 안전관제관리_C1	Component C.1.1.1 실시간 철도 안전 관제 플랫폼(대아)
12	F.1.11 사고원인 분석_C1	Component C.1.1.3 사고원인 분석 시스템(서출대)
13	F.1.12 사고 재현_C1	Component C.1.1.3 사고원인 분석 시스템(서출대)
14	F.1.13 안전 정보 분석_C1	Component C.1.1.6 실시간 리스크 감시 시스템(KoRTS)

<기능과 물리 아키텍처간 추적 결과>

다. 결론

실시간 철도안전 감시제어 시스템의 기능을 분석하기 위하여 요구사항을 기반으로 기능을 도출하고, 기능 아키텍처 모델을 통해 물리 아키텍처까지의 추적성을 확보하였다.

이를 효율적으로 구축하기 위하여 전산도구를 활용하였으며, 기능 정의 및 아키텍처 모델을 통해 추적성 확보가 용이하였다.

그리고 전산도구 적용 과정 및 결과물은 시스템 개발 시 전체적 관점에서 바라볼 수 있는 시각과 전산도구의 장점을 제공하였다.

또한 공정회의 또는 데이터 검토 시 최신 데이터로 업데이트되어 배포되었고, 각 기관은 작성된 아키텍처 데이터에 대한 보완 및 수정을 통해 설계 시 반영하여 업무 협업 및 효율적 업무 수행이 가능하였다.

3. 시스템 물리 아키텍처

가. 서론

(1) 목적 및 목표

실시간 철도안전 감시제어 시스템의 기능을 구현하기 위한 물리 아키텍처를 정의하고, 물리 아키텍처의 계층 설계에 대한 지원

(2) 수행 범위

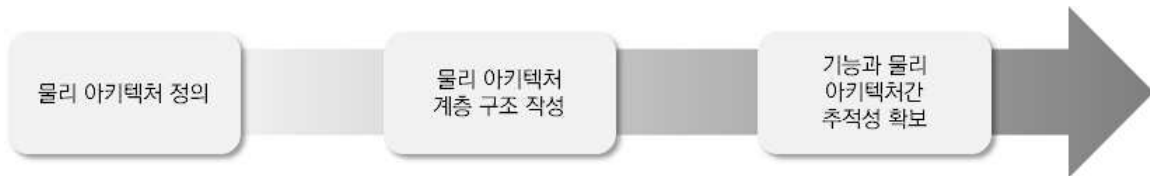
물리 아키텍처 작성

물리 아키텍처의 계층 구조 작성

기능과 물리 아키텍처 간 추적성 확보

(3) 주요 내용 및 수행 절차

기능 모델에서 식별된 물리 아키텍처를 통해 물리 아키텍처를 정의하고, 물리 아키텍처의 계층 구조를 정의한다. 그리고 기능과 물리 아키텍처간 추적성을 확보하고 물리 아키텍처간 인터페이스를 정의한다.



<수행 절차>

나. 시스템 물리 아키텍처

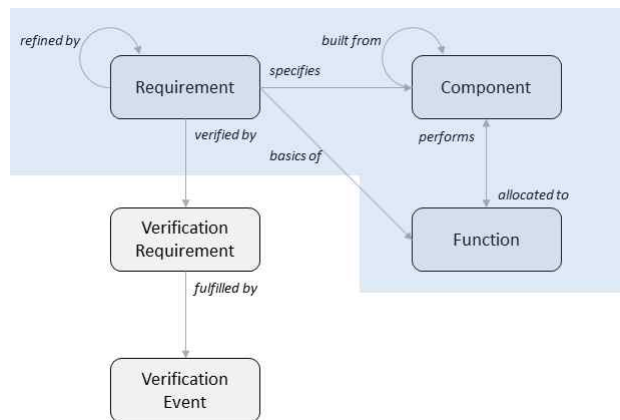
(1) 추적성 확보

요구사항(Requirement)과 기능(Function), 물리 아키텍처(Component)와의 추적성 확보를 위하여 전산 도구에서 추적성에 필요한 관계를 정의하여 사용하였다.

한글명	관계	관련 데이터
요구사항(Requirement)	basis of	기능 아키텍처(Function)
	specifies	물리 아키텍처(Component)
기능(Function)	allocated to	물리 아키텍처(Component)

<추적성 확보를 위한 관계 정의>

먼저 요구사항(Requirement)은 기능(Function) 아키텍처에 근거(basis of)가 되고 물리 아키텍처(Component)에 의해 구체적으로 명시(specifies)된다. 그리고 기능(Function)은 물리 아키텍처(Component)에 할당(allocated to)된다.



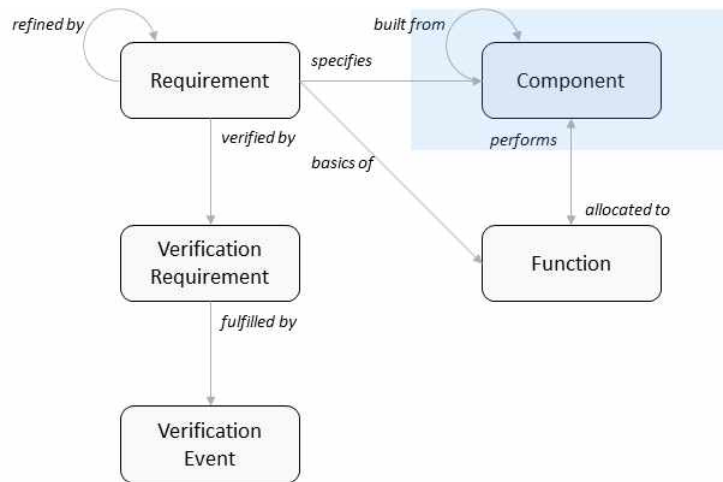
<데이터 구조(Schema)>

(2) 물리 아키텍처 작성

물리 아키텍처는 기능에 대하여 구현할 물리 아키텍처를 정의한다.

요구사항 분석 시 이미 식별된 물리 아키텍처를 활용하고, 기능 정의 및 기능 모델 구축을 통해 식별된 물리 아키텍처를 활용하여 정의한다.

물리 아키텍처 구축을 위한 구조(Schema)는 아래와 같으며, 물리 아키텍처는 요구사항과 기능을 통해 식별된다.



<물리 아키텍처 구조(Schema) 항목>

(가) 물리 아키텍처 식별

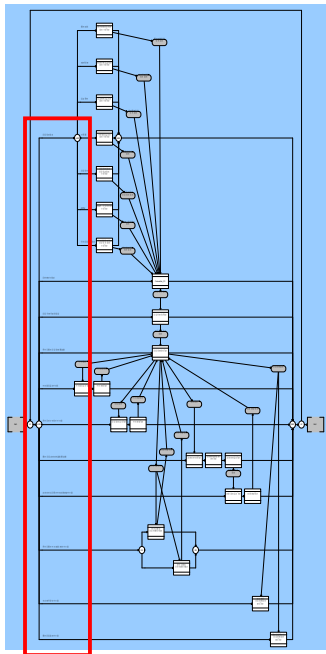
물리 아키텍처는 요구사항을 분석하면서 식별되고, 기능 정의 및 기능 모델을 구축하면서도 식별된다.

먼저 요구사항을 통해 식별된 물리 아키텍처는 안전관계 IF 장치, 위험예측 시스템, 실시간 철도안전관계 플랫폼, 실시간 리스크 감시 시스템, 기존 관계 시스템, CTC, SCADA, 빅데이터 통합 수집 및 분석 플랫폼, 철도안전 빅데이터 통합 플랫폼, 분석 시스템, 저장 및 처리 시스템, 수집시스템 등이 있었다.

이렇게 요구사항에서 식별된 시스템은 물리 아키텍처를 정의 단계에서 재정의 되거나 비슷한 시스템과 통합된다.

그리고 기능 아키텍처 분석 시 모델을 통해 Thread로 표현된다.

기능 아키텍처 모델 작성 시 11개의 Thread를 사용하였는데, Thread는 물리적 아키텍처를 사용하여 작성하였다.



<기능 아키텍처 모델에서 정의한 Thread>

번호	물리 아키텍처 명
C.1.6	안전검지장치
C.1.1.2	인터페이스 장치
C.1.1.5	안전 신호 신뢰성 검증
C.1.1.1	실시간 철도 안전 관제 플랫폼
C.1.1.3	사고원인분석 시스템
C.1.1.6	실시간 리스크 감시 시스템
C.1.1.7	철도 안전 빅데이터 통합 플랫폼
C.1.1.8	빅데이터 기반 철도사고 위험예측 시스템
C.1.1.4	실시간 철도 사고 예방 제어 시스템
C.1.3	국가재난관리시스템
C.1.4	철도안전정보시스템

<기능 아키텍처 모델에서 정의한 물리 아키텍처>

(나) 최상위 물리 아키텍처

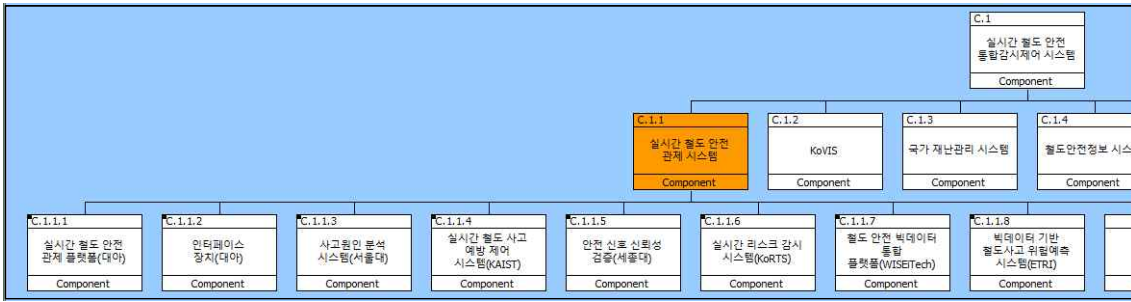
실시간 철도 안전 관제 시스템은 기존 운영 시스템 및 국가 재난관리시스템, 철도안전정보시스템과 정보를 주거나 또는 받는다. 특히 안전검지장치는 안전과 관련된 주요한 정보를 각종 검지장치를 통해 실시간 철도 안전관제 시스템으로 전달한다.

이는 실시간 철도 안전을 관제하는 ‘실시간 철도 안전 통합감시제어 시스템’이라는 개념적 최상위 시스템 아래에 존재하게 된다. 그리고 추가적으로 실시간 철도 안전관제 시스템과 인터페이스 하는 외부 시스템들을 현재 수준에 나열하였다.



<최상위 물리 아키텍처 및 관련 물리 아키텍처>

실시간 철도 안전관제 시스템을 개발하기 위해 각 기관 및 조직 관점에서 물리 아키텍처를 정의하였다.



<통합 물리 아키텍처(각 기관별 관점)>

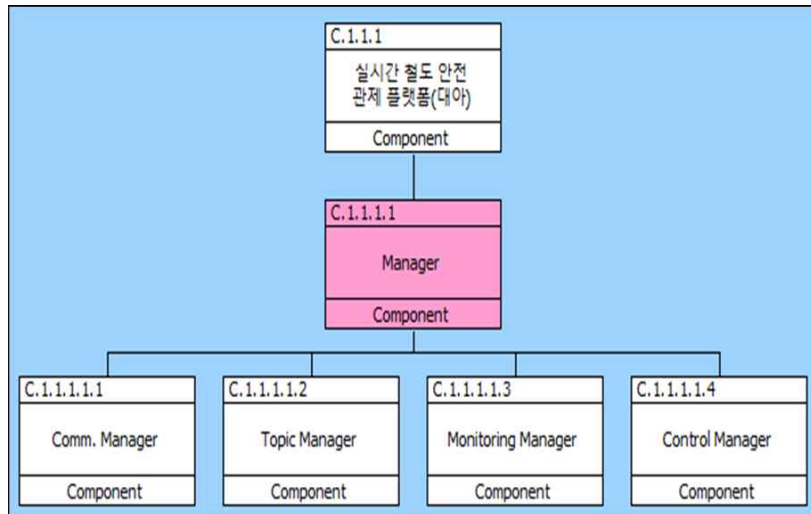
(다) 하부(기관별) 물리 아키텍처

실시간 철도 안전 관제 시스템은 8개의 하부 물리 아키텍처로써, 실시간 철도 안전 관제 플랫폼, 인터페이스 장치, 사고원인 분석 시스템, 실시간 철도 사고 예방 제어 시스템, 안전 신호 신뢰성 검증, 실시간 리스크 감시 시스템, 빅데이터 기반 철도사고 위험예측 시스템, 철도 안전 빅데이터 통합 수집 및 분석 플랫폼으로 구성된다.

8개의 물리 아키텍처에 대한 각 하부 물리 아키텍처는 다음과 같다.

○ 실시간 철도 안전 관제 플랫폼(대아티아이)

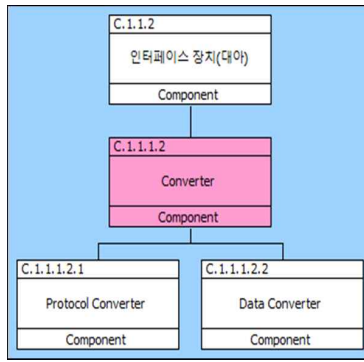
실시간 철도 안전 관제 플랫폼 하위는 Manager로 구성되고, 그 하위를 구성하는 물리 아키텍처는 Comm.Manager, Topic Manager, Monitoring Manager, Control Manager로 구성되어 있다.



<실시간 철도 안전관제 플랫폼 하부 물리 아키텍처>

○ 인터페이스 장치(대아티아이)

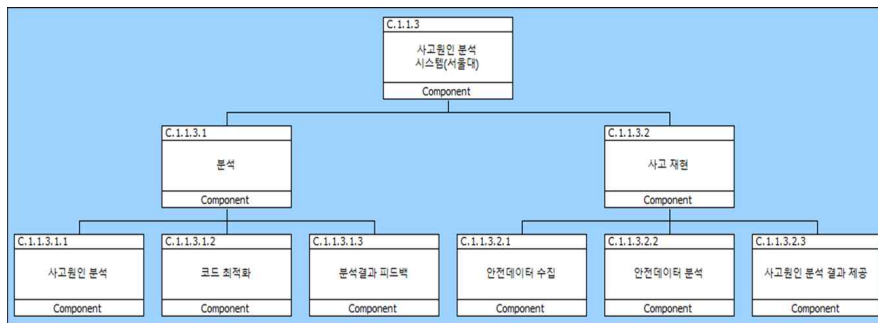
인터페이스 장치 하위는 Converter로 구성되며, 그 하위를 구성하는 물리 아키텍처는 Protocol Converter와 Data Converter로 구성되어 있다.



<인터페이스장치 하부 물리 아키텍처>

○ 사고원인 분석 시스템(서울대학교)

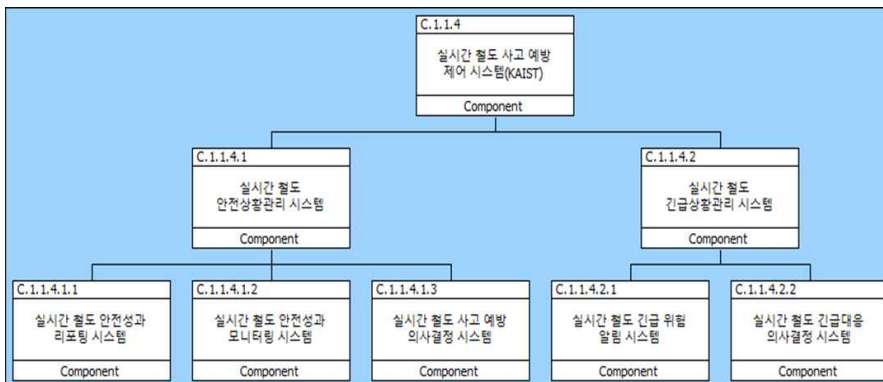
사고원인 분석 시스템 하위는 분석과 사고재현으로 구성되며, 그 하위를 구성하는 물리 아키텍처는 사고원인 분석, 코드 최적화, 분석 결과 피드백과 안전데이터 수집, 안전데이터 분석, 사고원인 분석 결과 제공으로 구성되어 있다.



<사고원인 분석 시스템 하부 물리 아키텍처>

○ 실시간 철도 사고 예방 제어 시스템(KAIST)

실시간 철도 사고 예방 제어 시스템 하위는 실시간 철도 안전상황관리와 실시간 철도 긴급상황 관리로 구성되며, 그 하위를 구성하는 물리 아키텍처는 실시간 철도 안전성과 리포팅 시스템, 실시간 철도 안전성과 모니터링 시스템, 실시간 철도 사고 예방 의사결정 시스템과 실시간 철도 긴급 위험 알람 시스템, 실시간 철도 긴급대응 의사결정 시스템으로 구성되어 있다.

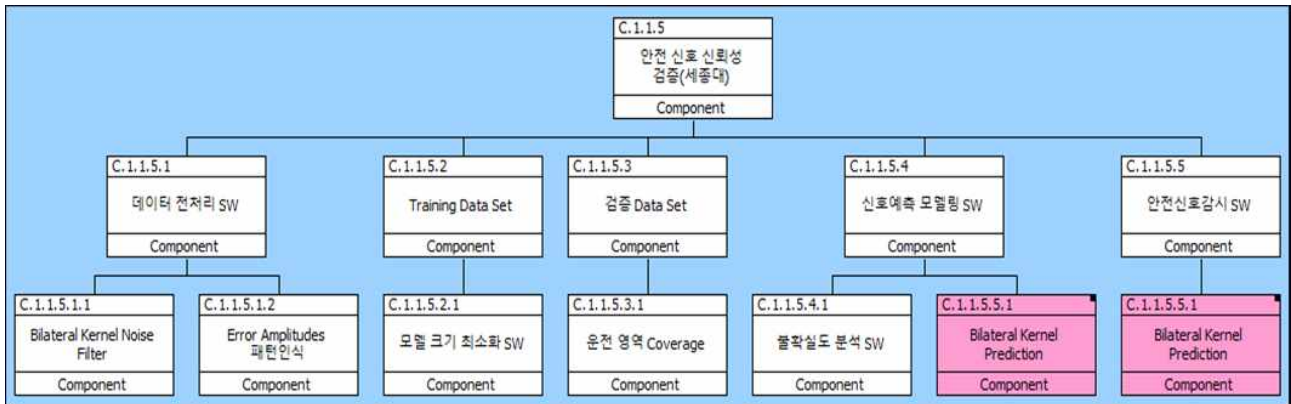


<실시간 철도 사고 예방 제어 시스템 하부 물리 아키텍처>

○ 안전 신호 신뢰성 검증(세종대학교)

안전 신호 신뢰성 검증 하위는 데이터 전처리 SW, Training Data Set, 검증 Data Set, 신호에

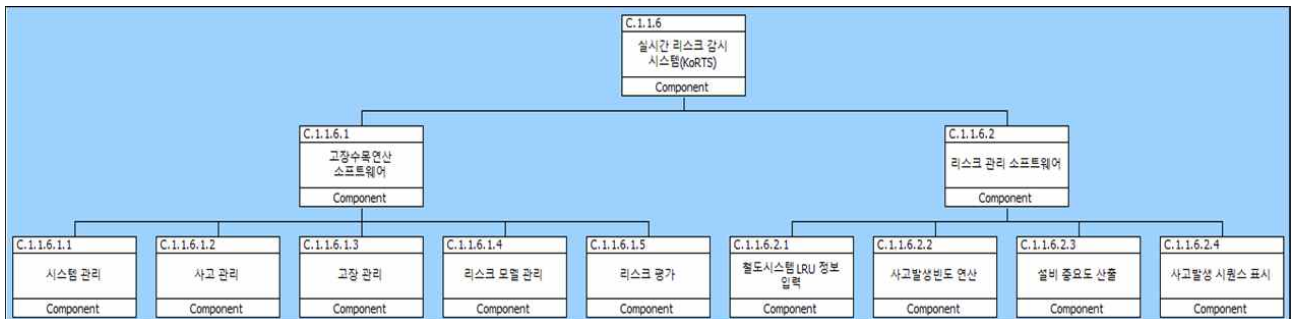
측 모델링 SW, 안전신호 감시 SW로 구성되며, 그 하위를 구성하는 물리 아키텍처는 Bilateral Kernel Noise Filter, Error Amplitudes, 모델 크기 최소화 SW, 불확실도 분석 SW, Bilateral Kernel Prediction으로 구성되어 있다.



<안전 신호 신뢰성 검증 하부 물리 아키텍처>

○ 실시간 리스크 감시 시스템(한국신뢰성기술)

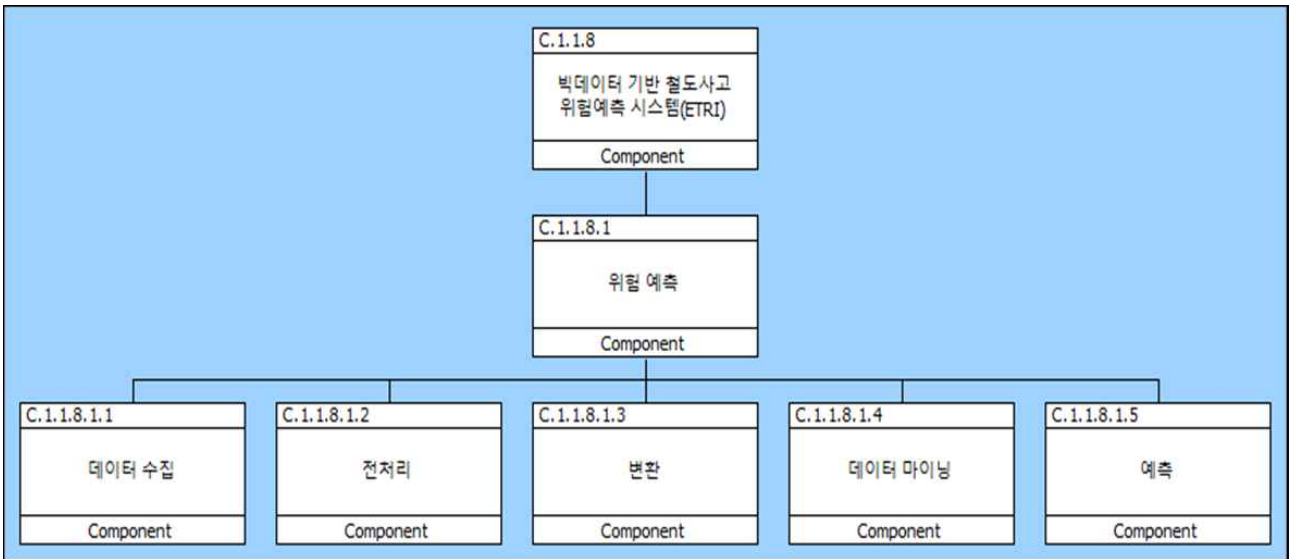
실시간 리스크 감시 시스템 하위는 고장수목연산과 리스크관리로 구성되며, 그 하위를 구성하는 물리 아키텍처는 시스템관리, 사고관리, 고장관리, 리스크 모델 관리, 리스크 평가, 철도시스템 LRU 정보 입력, 사고발생빈도 연산, 설비 중요도 산출, 사고발생 시퀀스 표시로 구성되어 있다.



<실시간 리스크 감시 시스템 하부 물리 아키텍처>

○ 빅데이터 기반 철도사고 위험예측 시스템(ETRI)

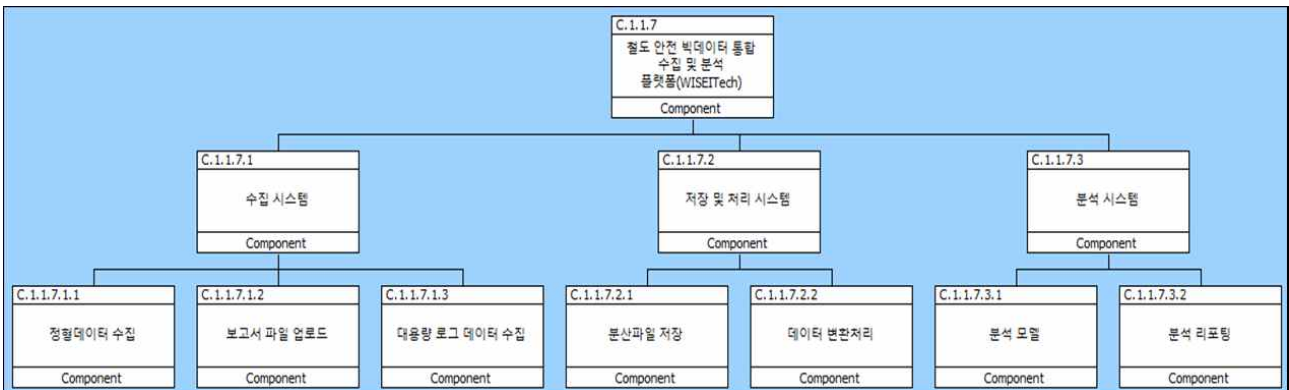
빅데이터 기반 철도사고 위험예측 시스템 하위는 위험 예측으로 구성되며, 그 하위를 구성하는 물리 아키텍처는 데이터 수집, 전처리, 변환, 데이터 마이닝, 예측으로 구성되어 있다.



<빅데이터 기반 철도사고 위험 예측 시스템 하부 물리 아키텍처>

○ 철도 안전 빅데이터 통합 수집 및 분석 플랫폼(위세아이텍)

철도 안전 빅데이터 통합 수집 및 분석 플랫폼 하위는 수집 시스템과 저장 및 처리 시스템, 분석 시스템으로 구성되며, 그 하위를 구성하는 물리 아키텍처는 정형데이터 수집, 보고서 파일 업로드, 대용량 로그 데이터 수집, 분산파일 저장, 데이터 변환처리, 분석 모델, 분석 리포팅으로 구성되어 있다.



<철도 안전 빅데이터 통합 수집 및 분석 플랫폼 하부 물리 아키텍처>

(라) 계층적 물리 아키텍처(통합)

물리 아키텍처 계층 구조를 보면 아래와 같다.



<물리 아키텍처 계층 구조(Hierarchy Diagram)>

번호	물리 아키텍처 명칭(L0)	번호	물리 아키텍처 명칭(L1)	번호	물리 아키텍처 명칭(L2)	번호	물리 아키텍처 명칭(L3)	번호	물리 아키텍처 명칭(L4)		
C.1	실시간 철도 안전 통합감시 제어 시스템	C.1.1	실시간 철도 안전 관제 시스템	C.1.1.1	실시간 철도 안전 관제 플랫폼(대아)	C.1.1.1.1	Manager	C.1.1.1.1.1	Communication Manager		
								C.1.1.1.1.2	Topic Manager		
								C.1.1.1.1.3	Monitoring Manager		
								C.1.1.1.1.4	Control Manager		
						C.1.1.1.2	Converter	C.1.1.1.2.1	Protocol Converter		
								C.1.1.1.2.2	Data Converter		
				C.1.1.2	인터페이스 장치 (대아)						
				C.1.1.3	사고원인 분석 시스템(서울대)	C.1.1.3.1	분석	C.1.1.3.1.1	사고원인 분석		
								C.1.1.3.1.2	코드 최적화		
								C.1.1.3.1.3	분석결과 피드백		
C.1.1.3.2	사고 재현	C.1.1.3.2.1	안전데이터 수집								
		C.1.1.3.2.2	안전데이터 분석								
C.1.1.3.2.3	사고원인 분석 결과 제공										

번호	물리 아키텍처 명칭(L0)	번호	물리 아키텍처 명칭(L1)	번호	물리 아키텍처 명칭(L2)	번호	물리 아키텍처 명칭(L3)	번호	물리 아키텍처 명칭(L4)
				C.1.1.4	실시간 철도 사고 예방 제어 시스템 (KAIST)	C.1.1.4.1	실시간 철도 안전상황관리 시스템	C.1.1.4.1.1	실시간 철도 안전성과 리포팅 시스템
								C.1.1.4.1.2	실시간 철도 안전성과 모니터링 시스템
								C.1.1.4.1.3	실시간 철도 사고 예방의 사결정 시스템
						C.1.1.4.2	실시간 철도 긴급상황관리 시스템	C.1.1.4.2.1	실시간 철도 긴급 위험 알림 시스템
								C.1.1.4.2.2	실시간 철도 긴급대응의 사결정 시스템
			C.1.1.5			안전 신호 신뢰성 검증(세종대)	C.1.1.5.1	데이터 전처리 SW	C.1.1.5.1.1
					C.1.1.5.1.2				Error Amplitudes 패턴인식
					C.1.1.5.2		Training Data Set	C.1.1.5.2.1	모델 크기 최소화 SW
					C.1.1.5.3		검증 Data Set	C.1.1.5.3.1	운전 영역 Coverage
					C.1.1.5.4		신호예측 모델링 SW	C.1.1.5.4.1	불확실도 분석 SW
					C.1.1.5.5		안전신호감시 SW	C.1.1.5.5.1	Bilateral Kernel Prediction

번호	물리 아키텍처 명칭(L0)	번호	물리 아키텍처 명칭(L1)	번호	물리 아키텍처 명칭(L2)	번호	물리 아키텍처 명칭(L3)	번호	물리 아키텍처 명칭(L4)
				C.1.1.6	실시간 리스크 감시 시스템(KoRTS)	C.1.1.6.1	고장수목연산 소프트웨어	C.1.1.6.1.1	시스템 관리
								C.1.1.6.1.2	사고 관리
								C.1.1.6.1.3	고장 관리
								C.1.1.6.1.4	리스크 모델 관리
								C.1.1.6.1.5	리스크 평가
						C.1.1.6.2	리스크 관리 소프트웨어	C.1.1.6.2.1	철도시스템 LRU 정보 입력
								C.1.1.6.2.2	사고발생빈도 연산
								C.1.1.6.2.3	설비 중요도 산출
								C.1.1.6.2.4	사고발생 시퀀스 표시
						C.1.1.7	철도 안전 빅데이터 통합 플랫폼 (WISEiTech)	C.1.1.7.1	수집 시스템
				C.1.1.7.1.2	보고서 파일 업로드				
				C.1.1.7.1.3	대용량 로그 데이터 수집				
				C.1.1.7.2	저장 및 처리 시스템			C.1.1.7.2.1	분산파일 저장
								C.1.1.7.2.2	데이터 변환처리
				C.1.1.7.3	분석 시스템			C.1.1.7.3.1	분석 모델
						C.1.1.7.3.2	분석 리포팅		
				C.1.1.8	빅데이터 기반 철도사고 위험예측	C.1.1.8.1	위험 예측	C.1.1.8.1.1	데이터 수집
C.1.1.8.1.2	전처리								

번호	물리 아 키텍처 명칭(L0)	번호	물리 아 키텍처 명칭(L1)	번호	물리 아키텍처 명칭(L2)	번호	물리 아키텍처 명칭(L3)	번호	물리 아키텍처 명칭(L4)
					시스템(ETRI)			C.1.1.8.1.3	변환
								C.1.1.8.1.4	데이터 마이닝
								C.1.1.8.1.5	예측
		C.1.2	KoVIS						
		C.1.3	국가 재난관리 시스템						
		C.1.4	철도 안전정보 시스템						
		C.1.5	기존 운영 시스템						
		C.1.6	안전검지 장치	C.1.6.1	철도차량				
	C.1.6.2			궤도/신호					
	C.1.6.3			전력설비					
	C.1.6.4			시설물					
	C.1.6.5			안전감시장치					
	C.1.6.6			CCTV					
	C.1.6.7			신규검지장치					

<물리 아키텍처 계층 구조>

(3) 기능과 물리 아키텍처간 추적성 확보

기능에 대한 물리 아키텍처와의 추적 결과는 다음과 같다.

Number	Name	allocated to
1	F.1 실시간 철도 안전 통합감시제어	
2	F.1.1 철도차량 안전검지 정보 수집_C1	Component C.1.6.1 철도차량
3	F.1.2 궤도/신호 안전검지 정보 수집_C1	Component C.1.6.2 궤도/신호
4	F.1.3 전력설비 안전검지 정보 수집_C1	Component C.1.6.3 전력설비
5	F.1.4 시설물 안전검지 정보 수집_C1	Component C.1.6.4 시설물
6	F.1.5 안전감시장치 안전검지 정보 수집_C1	Component C.1.6.5 안전감시장치
7	F.1.6 CCTV 안전검지 정보 수집_C1	Component C.1.6.6 CCTV
8	F.1.7 신규안전검지장치 안전 검지 정보 수집_C1	Component C.1.6.7 신규검지장치
9	F.1.8 Converter_C1	Component C.1.1.2 인터페이스 장치(대야)
10	F.1.9 안전신호감시_C1	Component C.1.1.5 안전 신호 신뢰성 검증(세종대)
11	F.1.10 안전관제 관리_C1	Component C.1.1.1 실시간 철도 안전 관제 플랫폼(대야)
12	F.1.11 사고원인 분석_C1	Component C.1.1.3 사고원인 분석 시스템(서울대)
13	F.1.12 사고 재원_C1	Component C.1.1.3 사고원인 분석 시스템(서울대)
14	F.1.13 안전 정보 분석_C1	Component C.1.1.6 실시간 리스크 감시 시스템(KoRTS)

<기능과 물리 아키텍처간 추적 결과>

다. 결론

실시간 철도안전 감시제어 시스템의 요구사항 분석과 기능 모델 분석을 통해 물리 아키텍처를 식별하였으며, 이를 기반으로 물리 아키텍처를 계층적으로 정의하였다.

이를 효율적으로 구축하기 위하여 전산도구를 활용하였으며, 물리아키텍처 정의 및 계층 구조를 통해 물리적 구조간 추적성 확보가 용이하였다.

이는 물리 아키텍처는 물론 물리 아키텍처간의 관계를 식별하여 서로간의 필요한 정보의 확인을 지원한다. 그리고 전산도구 적용 과정 및 결과물은 시스템 개발 시 전체적 관점에서 바라볼 수 있는 시각과 전산도구의 장점을 제공하였다.

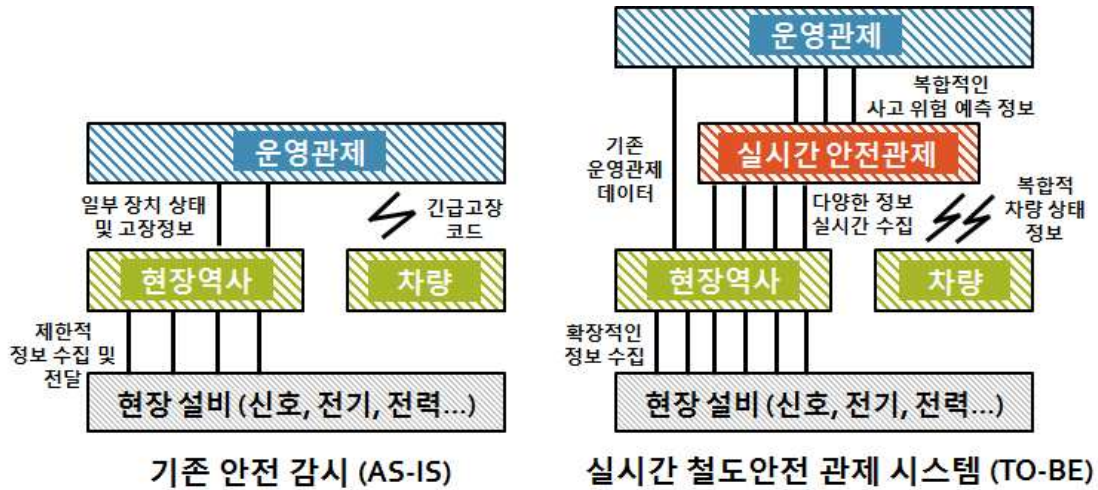
또한 공정회의 또는 데이터 검토 시 최신 데이터로 업데이트되어 배포되었고, 각 기관은 작성된 아키텍처 데이터에 대한 보완 및 수정을 통해 설계 시 반영하여 업무 협업 및 효율적 업무 수행이 가능하였다.

4. 시스템 성능사양

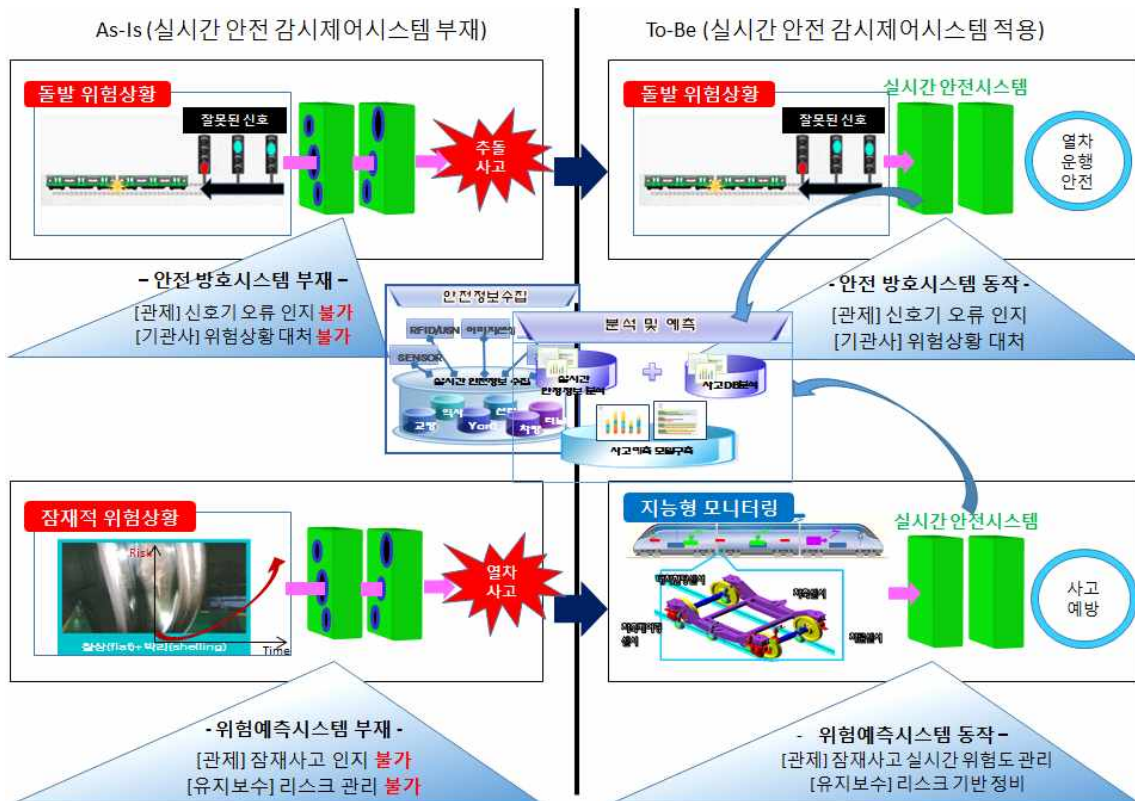
가. 전체 시스템 통합 구조

(1) 기존 관제와의 차별성 (AS-IS / TO-BE)

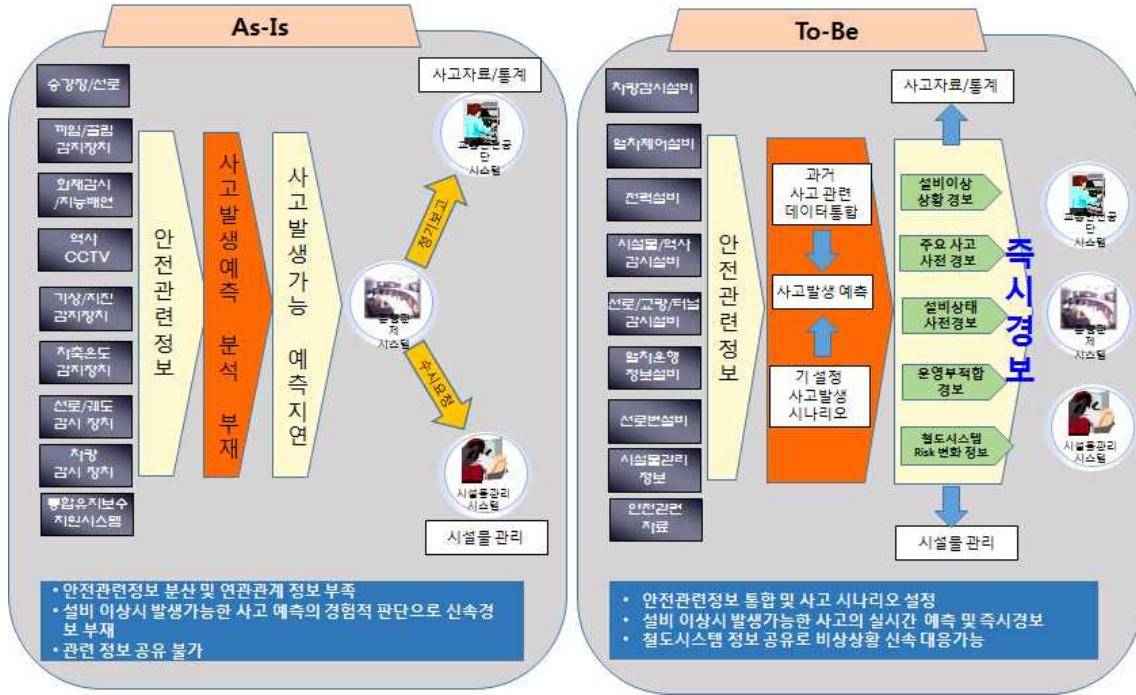
- 데이터 공유 관점에서의 차별성



- 철도사고 예측 및 예방 등 안전관리 관점에서의 차별성(개념도)

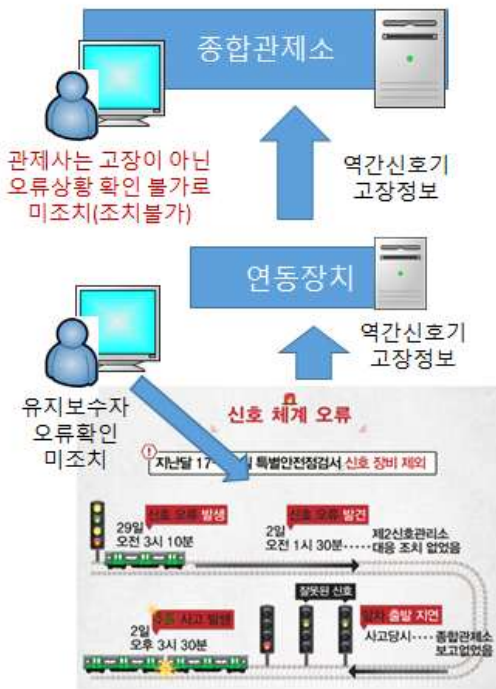


- 철도사고 예측 및 예방 등 안전관리 관점에서의 차별성(데이터 관점)

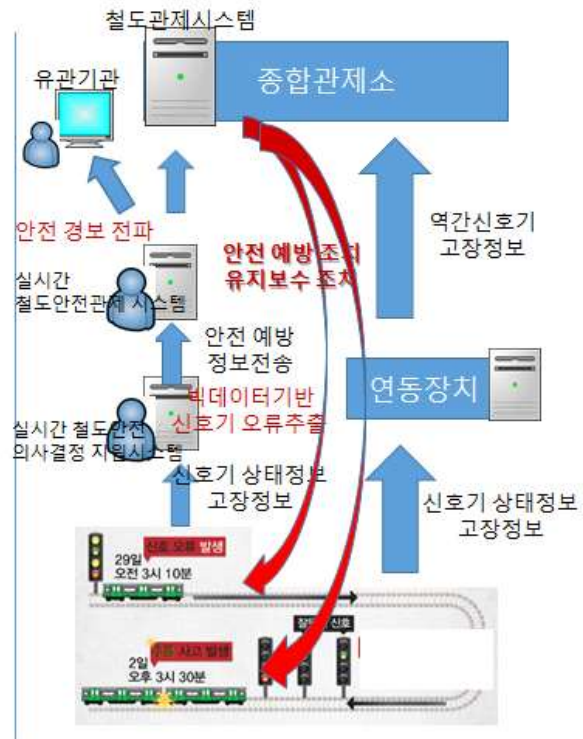


- 철도사고 예측 및 예방 등 안전관리 관점에서의 차별성(실제 사고 사례)

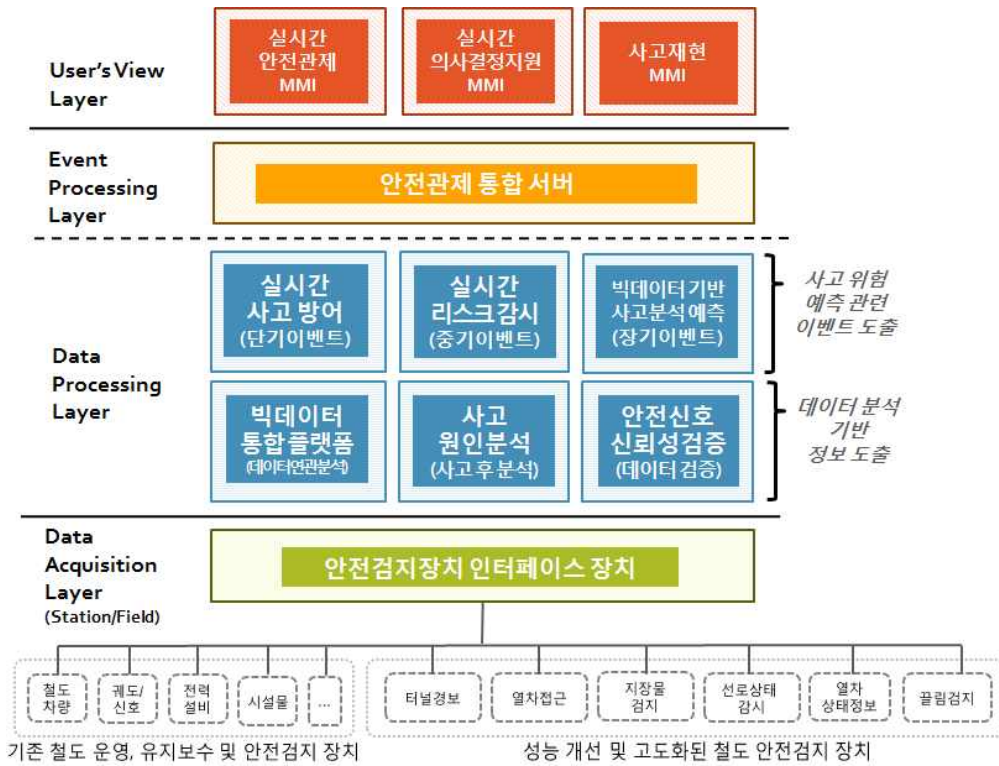
<2호선 사고 현상>



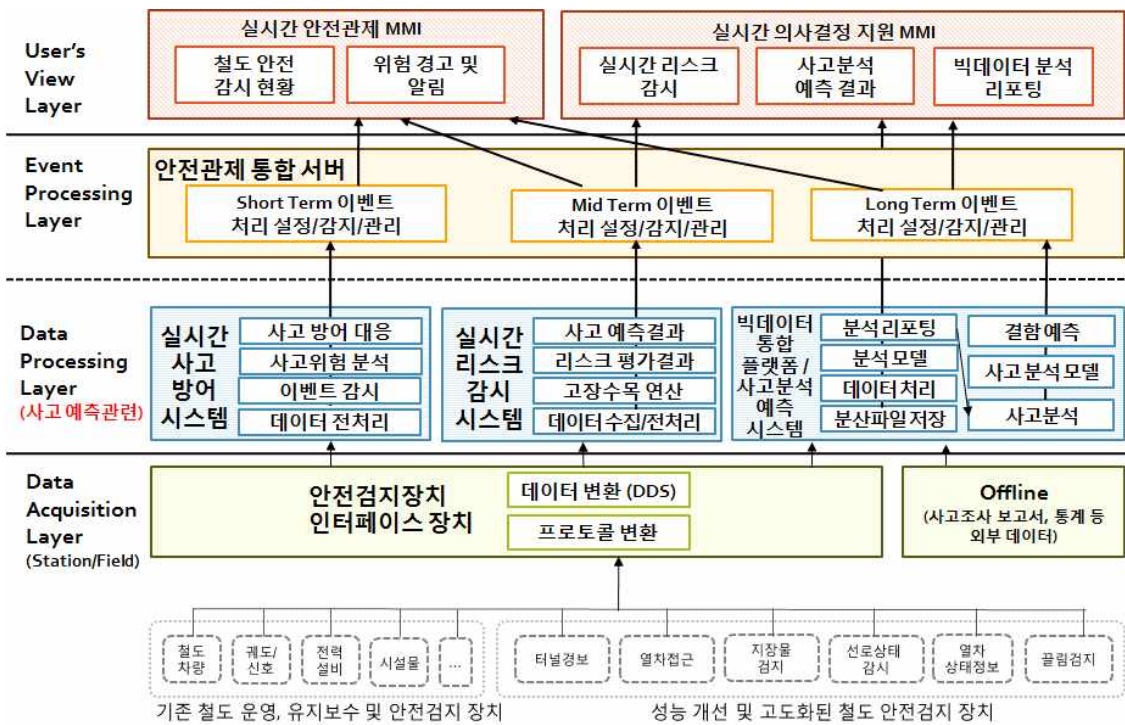
<실시간 철도안전관제시스템 사고 예방>



(2) 개발 시스템 개념도 (레이어별 데이터 흐름 정의)

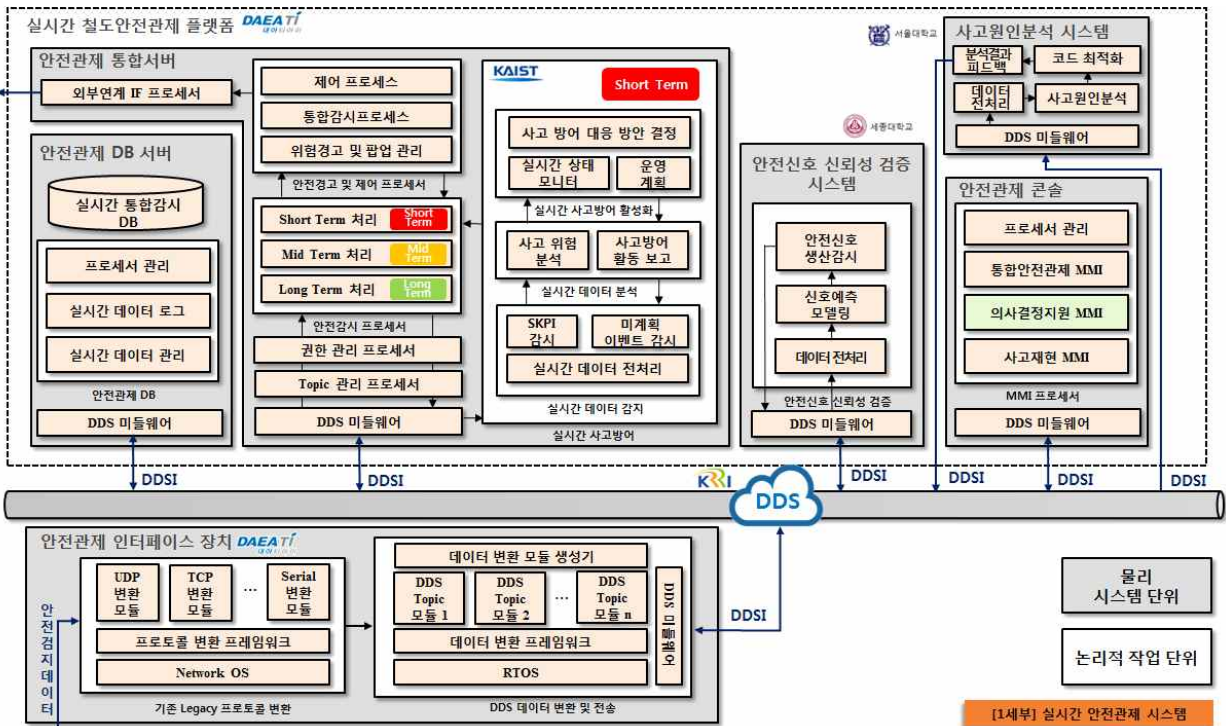


<개략도>

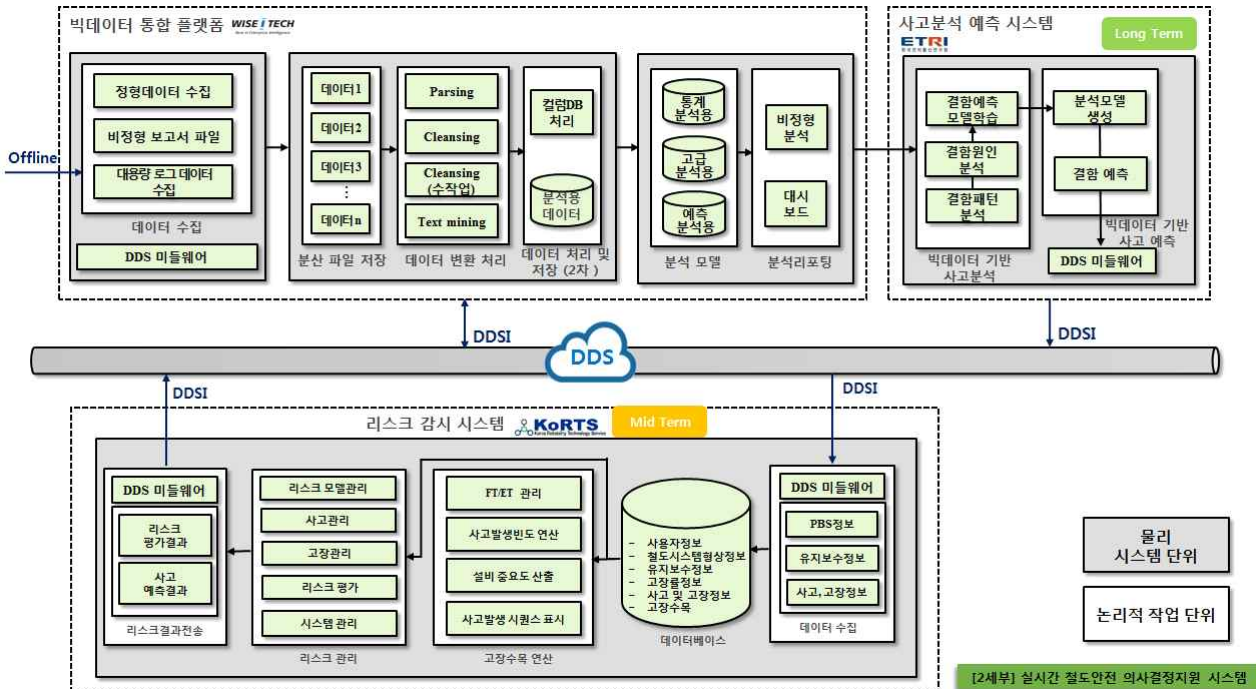


<상세도>

(3) 데이터 처리 알고리즘 구조도 (논리 아키텍처)



<데이터 처리 알고리즘 구조도 (1세부: 실시간 철도안전관제 시스템)>



<데이터 처리 알고리즘 구조도 (2세부: 실시간 철도안전 의사결정 지원시스템)>

나. 세부 시스템 성능사양

(1) 실시간 철도안전 통합 감시제어시스템의 세부 시스템 식별

구분	하드웨어 관련 시스템	소프트웨어 관련 시스템
세부 시스템 구분	실시간 안전관제 플랫폼, 인터페이스장치	사고방어 시스템 빅데이터 통합 플랫폼 실시간 리스크 감시 시스템 사고원인 분석 시스템
통합	주관기관 및 세부 협동에서 개발 통합 엔지니어링 수행	

(2) 각 세부 시스템(H/W, S/W)별 설계, 제작/코딩 및 통합 계획

세부과제	시스템명	시스템 유형	알고리즘	GUI 설계	모듈 코딩	GUI 코딩	I/F 코딩	통합
1세부	실시간 안전관제 H/W와 S/W 플랫폼	H/W, S/W, D/B	대아티아이					
	안전검지장치 인터페이스 장치	H/W, S/W	대아티아이 *GUI 해당사항 없음					
	실시간 사고 예방 시스템	S/W	카이스트	대아티아이 또는 타 SI기업				
	안전검지장치 통합 감시 프로토콜	-	-	-	-	-	-	-
	철도사고 원인분석시스템	S/W	서울대	SI기업				대아
	사고재현시스템	S/W	서울대	대아티아이				
	검지데이터 신뢰성 검증시스템	S/W	세종대			대아티아이		
2세부	빅데이터 통합 플랫폼 기반 철도사고위험예측 시스템	S/W	ETRI	위세아이텍				대아
	철도안전 빅데이터 통합 플랫폼 수집 및 저장 시스템	H/W, S/W, D/B	위세아이텍					대아
	철도안전 빅데이터 통합 플랫폼 분석 시스템	S/W	위세아이텍					대아
	리스크 감시 시스템	H/W, S/W	한국신뢰성기술					대아
3세부	열차접근확인 보조장치 시스템	H/W, S/W	에이알텍					
	터널경보장치 모니터링시스템	H/W, S/W	에이알텍					
	선로상태 상시감시 장치의 운영 소프트웨어	S/W	에이치브레인					파워닉스
	지장물 검지장치 시스템	H/W, S/W	파워닉스					
	열차 상태정보 실시간 전송장치	H/W, S/W	범아기전 *I/F는 대아티아이와 협의					
	레일장출, 동상, 노반침하 등 선로변형 검지장치	H/W, S/W	파워닉스					
	끝림물체 검지장치	H/W, S/W	세화					

(3) 각 세부 시스템 별 시스템 성능사양

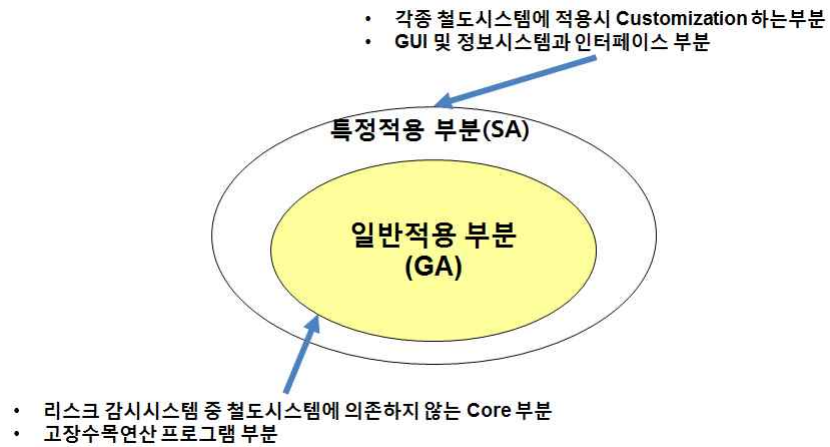
세부	구분	담당	목표 성능	사양 (참고1 참조)
1	실시간 데이터 수신	인터페이스 장치	3초 (데이터 수신은 실시간, 안전 관련 데이터는 3초 이내 확인 불가면 fail-safe 동작)	컴퓨터(인텔 Core i7 등) KVM 스위치 시리얼 멀티포트 장치 네트워크 스위치 프로토콜 변환기 DDS 프로토콜
1	실시간 데이터 송신	인터페이스 장치	3초 (데이터 수신은 실시간, 안전 관련 데이터는 3초 이내 확인 불가면 fail-safe 동작)	
1	데이터 인터페이스	인터페이스 장치	-확장성을 고려한 인터페이스 기능 -신규 안전검지장치 추가를 위한 편리한 사용자 기능 -표준 프로토콜 적용 및 편집을 위한 편리한 사용자 기능 -자기진단 및 데이터 로그 기능	
1	데이터 처리 (시스템 레벨)	안전 관제 플랫폼	-실시간 안전관련 데이터 통합 감시 및 제어 모듈 -안전관제, 의사결정지원, 사고재현 콘솔 MMI 및 운영 소프트웨어 -실시간 안전감시, 위험예측 및 의사결정 지원시스템에 따른 안전관제 정보 전달 및 공유 기능 -실제 사고 데이터 분석 결과에 따른 철도사고 재현 시스템	FT 2700 서버 HP StoreServ 7400 Controller Tester SCADE Suite 콘솔장비 UPS DDS 프로토콜
1	RAM (시스템 레벨)	실시간 안전관제 플랫폼	-정량적 RAM 목표(가용성 98% 이상, 유지보수성 (MTTR) 0.5 시간 이하)	시스템 안전성 검증을 위한 RAM 분석 및 안전성활동 수행
2	빅데이터 수집 및 분석	빅데이터 통합 플랫폼	-60Mbyte/sec 속도로 100Tbyte 수집 -최대 5.8Gbyte/sec 분석처리(1대의 RDBMS, CPU 4core 기준)	상세사양은 붙임 참조
2	실시간 고장수목 연산	실시간 온라인 철도사고 리스크 감시시스템	-고장수목 연산 소프트웨어의 연산속도는 세계적 수준의 80% -소프트웨어의 건전성은 안전무결성 수준 SIL 2	FTRAX 속도대비 80% 소프트웨어 건전성 및 안전성 검증

2	의사결정 지원	철도사고 대응 의사결정 자동화 알고리즘	- 자동화	소프트웨어 건전성 검증
3	열차 상태정보 실시간 전송	열차 상태정보 실시간 전송 장치	- 테스트베드 운행차량의 상태진단정보 모두 수용 - 차량상태정보 수집 인터페이스 Port 1Ch, 기타 신호 수집용 Port 4Ch 이상 - 철도안전법 시험규격 기준 만족 - Wifi 및 LTE와 인터페이스 가능	TSMD(Train safety Monitoring Device) (LTE모듈 내장) - TCPU Board(TSMD CPU Board) - TGW Board(TSMD Gateway Board) - TPS Board(TSMD Power Supply) - TUI Board(TSMD User Interface) - 랙 마운트 케이스 - 백플랜 - LTE 모듈 VTN 장비(LTE 메시지 수신장치)
3	열차접근 확인 및 경보	열차접근확인 보조장치	- 정보전송방법을 기존 유선에서 무선방식 개선	열차검지부 무선중계처리부 무선경보표시등 전원공급장치
3	터널 경보	터널 경보 장치	- 터널 입구 침입감시 - 터널경보장치의 일반철도 적용	궤도정보송신부 현장제어반(Master, Slave) 현장스위치함 입구감시센서
3	낙석, 토사유출 감지	지장물 검지장치	- 이상상태(낙석, 토사유출) 감지 기능 - 신호시스템 연계	검지용 카메라 확인용 카메라 광펜스 검지장치
3	선로 상태 상시 감시	선로상태 상시감시장치	- 이상상태(장출, 동상, 노반침하 등) 감지 기능 - 선로 온도 감지 범위 - 50~150℃ 이상 - 대기 온도 감지 범위 -40~70℃ 이상	선로 온도 검지장치 선로 상태 검지장치
3	끌림 물체 검지	끌림물체 검지장치	- 선로 내/외측 끌림물체 검지기능 - 차량 하부 금구류 탈락, 기타 외부 끌림물체 검지 가능 - 신호시스템 연계	검지부 - 자동복귀구조 - 센싱부 제어부 - 전원 - 제어모듈 - 통신모듈 - 인터페이스 모듈
3	3세부 장치 공통		- 개발품은 기존 장치 성능 대비 동등 혹은 이상 - 철도안전법 환경기준 만족 - 실시간 검측 및 정보 전송 - 송수신 정보의 신뢰성은 비트 오류율(BER: Bit Error Rate) 10 ⁻⁸ 이하 - 가용성 99% 이상 - 자기 진단 가능	-

		<ul style="list-style-type: none"> - 신뢰성 30,000시간 및 유지보수성 2시간 확보 - 모든 시제품은 현장시험용 1식, 환경시험용 1식 및 현장적용 시제품 2식 이상 제작 - 목표 성능 만족 여부를 판단할 수 있는 구체적 평가지표 설정 - 목표 성능 달성 증빙용 공인 시험성적서 획득 - 고속/일반/도시철도에서 사용 가능 - 시제품의 테스트베드 현장적용 및 보완 	
--	--	--	--

- 안전 관련 데이터의 실시간 수신 : 데이터의 상태 변경이 있는 경우 즉시 통합 감시장치에서 수신 가능하여야 함.
- 3초 이내 안전측 동작(fail-safe) : 핵심모듈 오류 및 고장, 연산처리 오류, 부정입력 또는 출력 검지, 인터페이스 장치 오류가 발생하는 경우 알람을 경보하고 시스템의 제어 결과 값이 열차운행을 안전성을 보장함을 의미함.
 - * 기존 운영중인 철도관련 데이터 수집 장치에서 통신 알람으로 판단하는 3초(1초 간격 3번 확인)를 데이터 송신 및 안전측 동작 기준으로 설정한 근거는 안전정보 인터페이스 장치는 다양한 인터페이스(통신매체, 방식 및 프로토콜) 방식의 데이터를 수집하는 기능을 담당하는 장치로서, 안전 검지 및 운영정보의 전달은 시리얼, 유선통신, 광통신 및 무선통신 등의 복합적인 인터페이스 방식을 채택하고 있어 데이터 송신에 대한 성능목표를 무선통신까지 고려한 시간을 설정하였음.
 - * 일반적으로 무선통신의 경우 1초 간격 3번의 확인까지 실제 통신을 유효로 간주하여 처리하고 있음.
- 안전관제 플랫폼(H/W 및 S/W), 리스크 감시시스템 및 고장수목 연산 프로그램 등 개발 시스템 안전성 목표를 「SIL 2」로 할당한 근거는 향후 철도 운영시스템의 일부로 자리매김하여 안전을 담당하는 정보를 취득, 연산 및 분석을 수행하는 시스템이기 때문임.
 - * 기존 운행관제시스템(SIL2)과의 연계를 고려하여 최소 SIL2 이상의 건전성을 확보하여야 함.
 - * 특히 고장수목 프로그램은 의사결정 지원 정보를 생성하기 위한 기초 데이터를 제공하므로 계산결과와 정확성과 품질을 보증하여야 함.
 - * 개발기간 내 리스크 분석 및 고장수목 연산알고리즘의 SIL2 인증은 일반적용(Generic Application) 인증을 획득하고 향후 상용화 제품은 현장 적용시 User interface에 대한 특정적용(Specific Application) 인증을 받을 계획임.
 - * 해외 철도시장 진출을 위하여 IEC 62279 기준의 시스템 건전성을 확보하여 취급하는 위험도 평가 결과에 대하여 기술 및 품질 측면에서 정확성을 갖추기 위함임.

◎ 시스템 개발 프로세스와 인증 절차



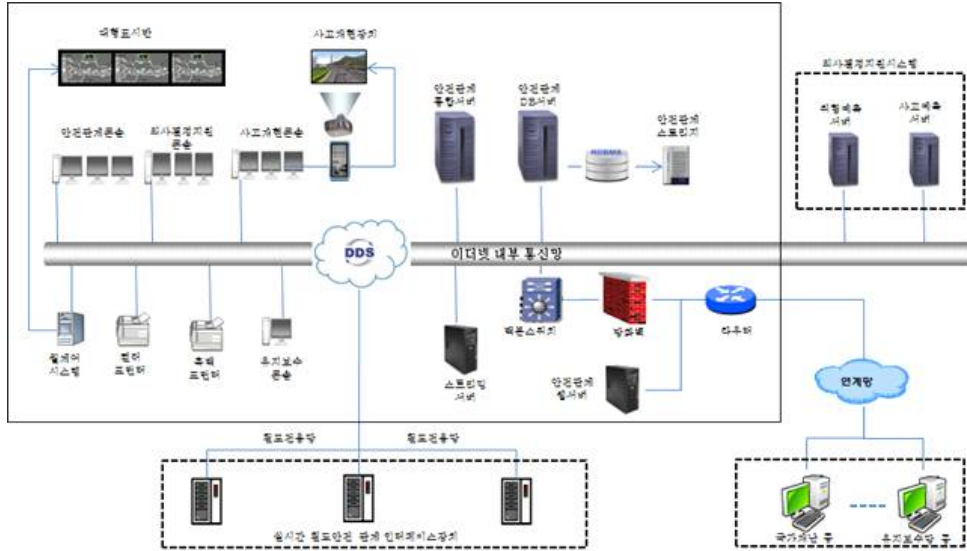
* 일반적으로 철도에 적용하는 안전핵심시스템 개발과정에서 System Core 부분에 대한 일반적용(Generic Application) 인증을 먼저 받고, 향후 특정적용 (Specific Application)시 일반적용 (Generic Application) 인증을 별도로 받을 필요가 없어 개발 비용 및 시간을 절약할 수 있는 프로세스를 취하고 있음.

참고 1

실시간 철도 안전관제 플랫폼 주요 스펙

■ 실시간 철도안전관제 플랫폼

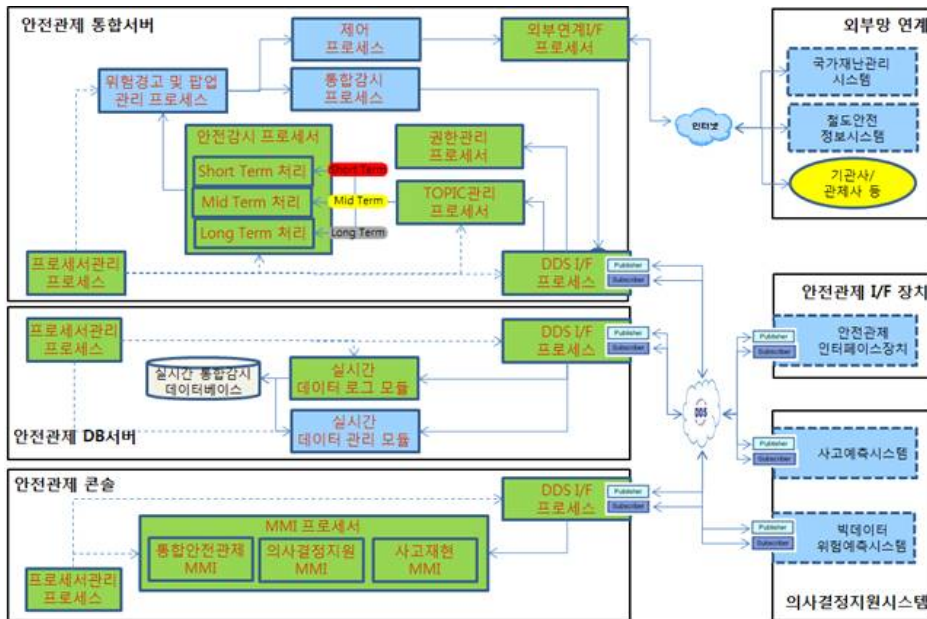
(1) 하드웨어 설계 사양



명칭	용도	사양	비고
FT 2700 Server	전체 시스템 및 네트워크 상태를 감시 및 실시간 안전관련 데이터를 처리	<ul style="list-style-type: none"> - Rack mountable - 1-socket, DMR, 1.8 GHz quad-core processor - ASN Modem for ftServer - System Console 	
HP StoreServ 7400	각종 실시간 안전관제 대용량 데이터를 지속적으로 저장하고 필요에 의해 효과적으로 추출할 수 있는 물리적인 저장 공간 제공.	<ul style="list-style-type: none"> - Storage controller : (2) 3PAR 7000 6-core 1.8GHz Controller Node - Capacity : Usable 6TB, RAID 10 (600GB 2.5" 10K SAS * 28EA) - Maximum supported capacity : 600TB Raw 	
Controller Tester	데이터 감시 및 제어하는 프로그램 모듈에 대한 소프트웨어 품질 및 신뢰성을 보증하기 위해 사용	<ul style="list-style-type: none"> - SW 동적 시험 툴 - 주요사양 . Host os : Windows . License server os : Windows, LINUX . Language : C, C++ . 1 user Floating Lincese type 	

SCADE Suite	실시간 철도 안전 관제 시스템의 핵심 로직 개발 및 검증 툴	- SCADE Suite Advanced Modeler	
콘솔장비	시험용, 현장 에플레이터용 및 유지보수용으로 사용	- Open Desk console - 19" sever Rack - 24" LED Dual Monitor - Rack Mount PC (intel i7, HDD:1T, SATA3)	
UPS	AC220V의 안정적인 전원 공급용	- 용량 : 15 Kva (입력 3상380V,출력 1상220V) - Battery : 니켈-수소, 밀폐형, 12V, 60AH	

(2) 소프트웨어 설계 사양



<실시간 철도안전관제 플랫폼 소프트웨어 구성도>

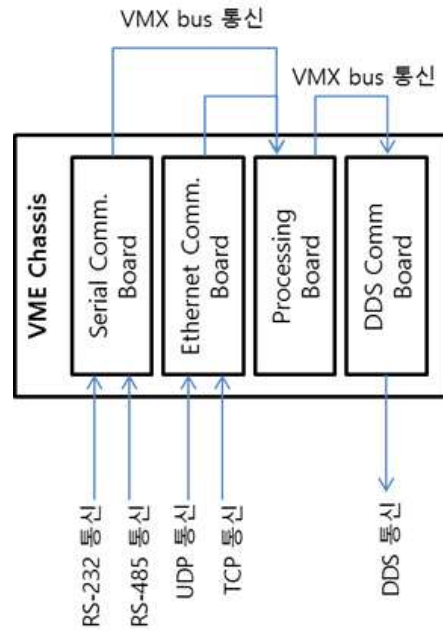
<실시간 철도안전관제 플랫폼 소프트웨어 프로세스 목록>

시스템	프로세스	수행역할
안전관제 통합서버	프로세서관리 (WATCHDOG)	시스템의 정상 동작을 감시하고, 고장이 발생하는 경우 알람을 통보하고 시스템 상태에 대한 로그를 기록
	사용자권한관리 (USER_MAN)	안전관제시스템을운영하는사용자에대한권한을부여하고 관리
	위험경고및팝업 (ALARM_MAN)	관련 장치 및 시스템을 감시결과에 따라서 심각한 알람과 경미한 알람으로 구별하여 경고, 팝업하여 표시
	실시간통합감시 (DISPLAY)	콘솔에서 요청되는 실시간 통합감시 화면 및 상태정보 조회 및 업데이트
	제어	설정된 제어정보를 외부장치로 전송하고 이력을 기록

	(CONTROL)	
	외부연계I/F (EXTIF)	이더넷기반 외부시스템 간 입출력 인터페이스 처리
	DDS기반I/F (DDSIF)	DDS 기반 외부시스템 간 입출력 인터페이스처리
	TOPIC관리 (TOPIC)	DDS 기반 외부시스템 입력 메시지에 대한 TOPIC 정책 관리 및 메시지 분배처리
	안전감시 (SAFETY)	수집되는 정보를 통합하고 분석하여 Short Term, Mid Term, Long Term으로 구분하여 실시간 안전감시를 수행
안전관제 DB 서버	프로세스관리 (WATCHDOG)	시스템의 정상 동작을 감시하고, 고장이 발생하는 경우 알람을 통보하고 시스템 상태에 대한 로그를 기록
	실시간데이터로그 (RTD_LOG)	실시간으로 수집되는 안전관련, 알람 및 이벤트 정보 등을 로그로 수집한뒤 데이터베이스로 저장
	실시간데이터관리 (RTF_MNG)	실시간으로수집되는정보에대한통계조회및데이터베이스 관리등에대한사용자의요청에대한처리
	DDS기반I/F (DDSIF)	DDS 기반외부시스템간입출력인터페이스처리
안전관제 콘솔	프로세스관리 (WATCHDOG)	시스템의 정상 동작을 감시하고, 고장이 발생하는 경우 알람을 통보하고 시스템 상태에 대한 로그를 기록
	안전관제화면 (SAFETYMMI)	실시간 안전관제에 의한 알람, 이벤트, GIS 기반 감시 화면 및 역기반 감시화면, 열차, LDTS, EI, SCADA RTU, 통신설비 및 안전센서 등의 정보감시를 위한 사용자 인터페이스 제공
	사고예측화면 (ACCIDENTMMI)	고장수목 기반 사고예측에 따른 파라미터 설정 및 예측결과 감시를 위한 사용자 인터페이스 제공
	위험예측화면 (HAZARDMMI)	빅데이터 기반 위험예측에 따른 파라미터 설정 및 예측결과 감시를 위한 사용자 인터페이스 제공
	사고재현화면 (REPLICAMMI)	3D 사고재현을 위한 파라미터 설정 및 사고분석결과 조회를 위한 사용자 인터페이스 제공
	DDS기반I/F (DDSIF)	DDS 기반 외부시스템 간 입출력 인터페이스 처리

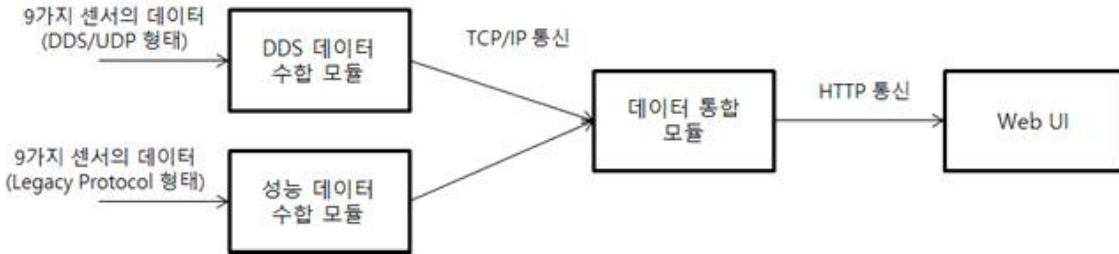
■ 안전검지장치 인터페이스 장치

(1) 하드웨어 설계 사양



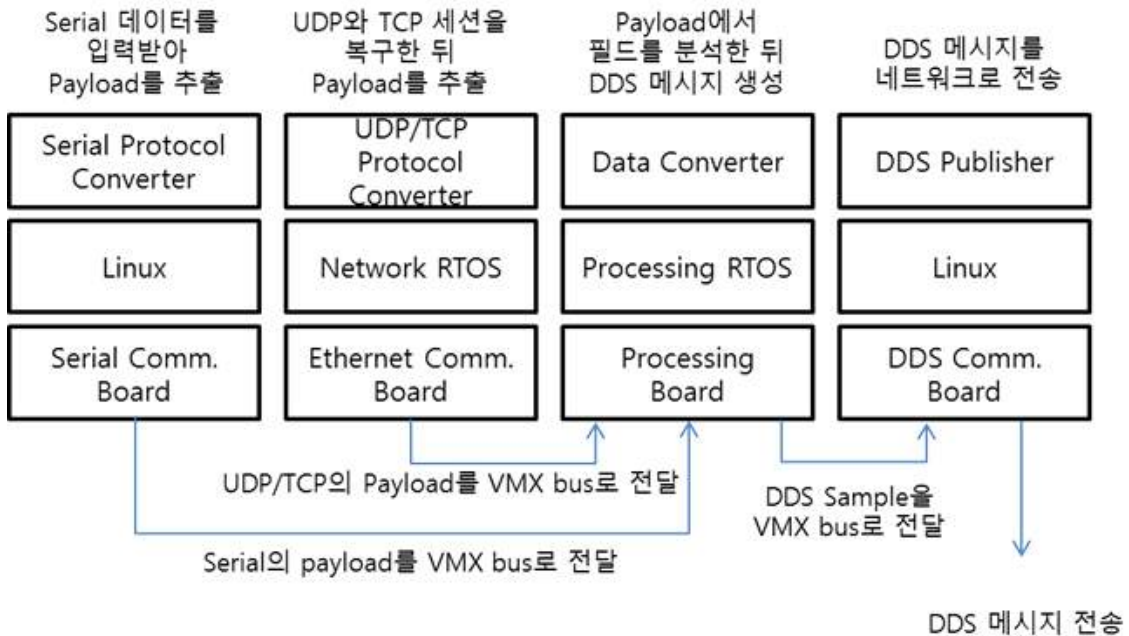
명칭	용도	사양	비고
시스템 랙	시스템 랙은 산업용컴퓨터, 전원분전반, 네트워크(L3) 스위치 및 Serial 멀티포트 장치 등을 수용.	<ul style="list-style-type: none"> • 19인치 표준랙 • 600(W)X750(D)X1980(H) 	
컴퓨터	시스템 랙에 장착되며 IF 장치를 관리 및 운영하는 역할.	<ul style="list-style-type: none"> • CPU: Intel Core i7 / 3.4GHz • RAM: 4GB DDR3 • HDD: SSD 60GB, SATA 500GB 	
KVM 스위치	17인치 LCD와 키보드, 터치 패드가 일체형으로 구성되어 각각의 제품이 있는 경우보다 더 간편한 기능제공	<ul style="list-style-type: none"> • 랙 마운트형 키보드/모니터/마우스 (1U 형) • 모니터: 17“(해상도:1024x1080) 이상 	
시리얼 멀티포트 장치	장치간에 실시간으로 송수신되는 데이터를 IF 장치가 획득할 수 있도록 지원하는 장치	<ul style="list-style-type: none"> • RS-232/422/485 공용 (절연타입) • 1 x 12 포트 이상 • 시리얼 통신라인에 Surge Protection 기능 적용 • 통신속도: 최대 921.6 kbps 지원 	
네트워크 스위치	IF 장치와 Ethernet으로 연결되는 기존 및 신규 설비와 인터페이스 할 때 사용되는 장비	<ul style="list-style-type: none"> • 24Port 10/100/1000, Auto-MDIX 	

(2) 컴포넌트 구성

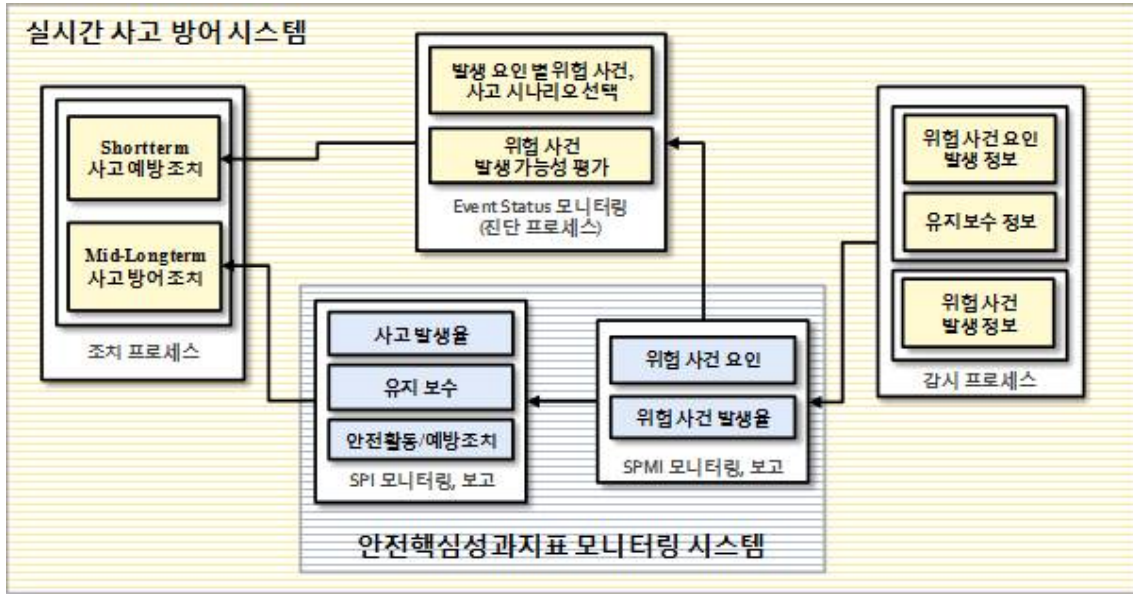


이름	설명	사용기술
DDS 데이터수합모듈	인터페이스장치가 변환한 센서의 데이터(DDS 형태)를 수합하고, Log 데이터와 비교분석한다.	언어: C DDS Middleware: Vortex OpenSplice
성능데이터수합모듈	인터페이스장치를 통과하기전의 센서데이터(Legacy Protocol)를 수합해성능자료를생성한다.	언어: C Framework: PacketNgin NetEmul, User-mode PacketNgin
데이터통합모듈	DDS 데이터수합 모듈과 성능데이터수합 모듈의 결과를 통합하여 Web UI에 전달한다.	언어: JavaScript Framework: Node.js, Express.js
Web UI	사용자에게통계자료를보여준다.	HTML5, JavaScript

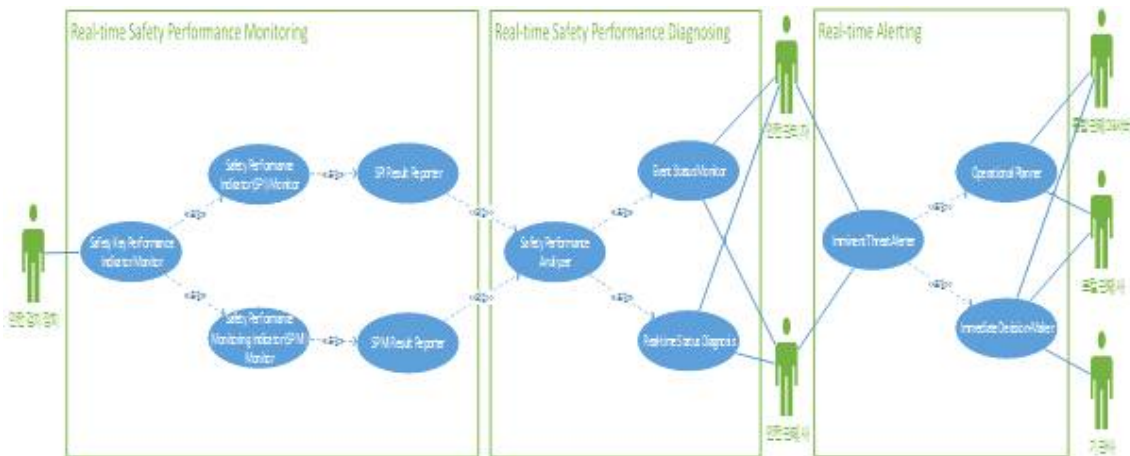
(3) 소프트웨어 아키텍처



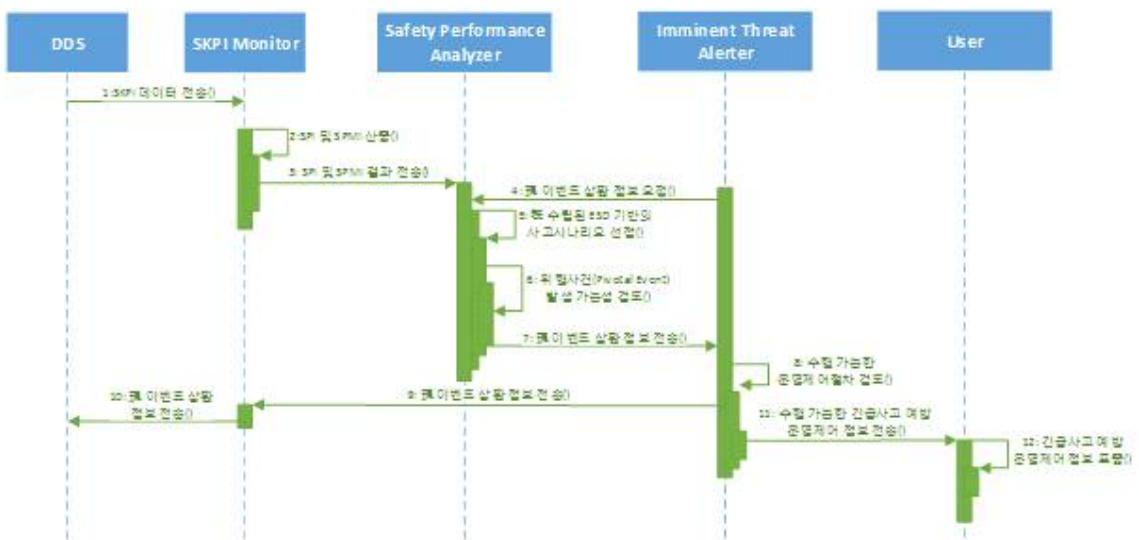
■ 사고방어 시스템



<사고 예방 메커니즘 운영 시나리오 및 안전핵심성과지표 모니터링 시스템 프로세스 구성도>



<UseCase 다이어그램>



<사고예방 메커니즘 운영 시나리오 Sequence Diagram>

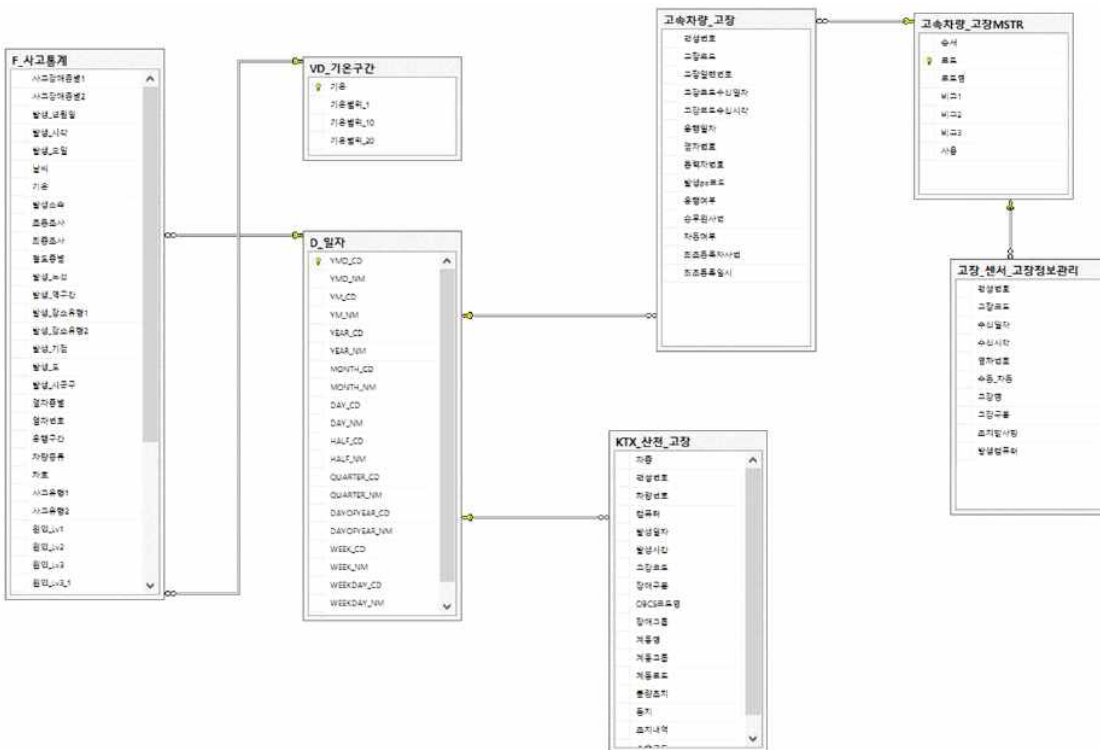
■ 철도안전 빅데이터 수집 및 분석 플랫폼

o 빅데이터 통합 플랫폼

(1) 플랫폼 구조



<빅데이터 통합 플랫폼 구성도>



<빅데이터 분석 모델 ERD>

(2) 시스템 사양

<서버>

- [1]서버에 설치한 프로그램
 - 시험 대상 제품(수집 및 처리모듈)
 - WISE Trans 1.0
 - DBMS : IBM DB2 Server 10.5
- 역할 : log를 수집 및 처리하여 DB에 저장

<PC>

- [2]PC에 설치한 프로그램
 - 원격 데스크톱 연결 프로그램(Microsoft)
- 역할 : 서버 원격접속

<네트워크>

- 100/1000Mbps Switch를 사용

<세부사양>

No	Role	OS	CPU	Memory	HDD	Pre-Requisite
1	서버	Microsoft Windows Server 2012	Intel® Xeon 2.90GHz*4	16GB	150GB	- WISE Trans 1.0 - DB2 Server 10.5
2	PC	Microsoft Windows 8	Intel® Core i5 2.50GHz*2	2GB	500GB	- 원격 연결 프로그램

o 수집시스템 처리 속도 실험치

1) 수집 및 전처리 성능

■ 수집 처리성능 목표 예측을 위한 환경

항목	내용
수집 서버 1식	CPU: 4 Core, Mem: 16GB
예측되는 평균 원시 Log 사이즈	300 byte 추정

■ 1대의 수집서버에서의 업무별 CPU 자원분배 목표

업무	자원	처리량	원시 Log 환산 처리량 (1 Log 300 byte)
전처리	2 cpu core	200,000 TPS (1core 100,000 TPS * 2)	60 Mbyte/sec (200,000 TPS * 300 byte)
수집	1 cpu core	100 Mbyte/sec (1GBps)	100 Mbyte/sec (1GBps)
제어	1 cpu core	평균 사용 추정	

■ 1대의 수집서버에서의 최종 처리량 목표

항목	내용
데이터 양 기준	60 Mbyte/sec
데이터 수 기준	200,000 log/sec

o 대용량데이터 처리 하둡클러스터 성능

1) Hadoop/Pig/Hive/Mahout/R 처리성능

■ 분석성능 목표 예측을 위한 환경

항목	내용
데이터 노드 11식	CPU: 88 core (8 core * 11식) Mem: 528 Gbyte(48 Gbyte * 11식) Disk: 110 Tbyte(10 Tbyte * 11식)
Hadoop default block size	64 Mbyte
Hadoop block 복제 수	3 중화
비고	Pig/Hive/Mahout/R 처리성능은 Hadoop의 MapReduce 처리성능에 종속적이라는 가정으로 분석

■ 각 요소별 사전 시험 실험치

항목	내용
HDFS 압축효율 (당시 테스트 기준이며, 실제 데이터의 종류나 성격에 따라 달라질 수 있음)	70%
HDFS 1개 block당 map/reduce 수행속도	1초

(업무에 따라 유동적으로 평균적 업무로 추정하였으며, 업무정의에 따라 달라질 수 있음)	
--	--

■ 11대의 분석노드에서 자원분배 목표

항목	내용
최대 수용 가능 데이터 사이즈	120 Tbyte (데이터 3중화, 압축율 70% 가정)
최대 분석 처리 속도	약 5.6 GByte/sec (88 Core, 1개 map/reduce 1초 가정)

■ 11대의 분석노드에서의 최종 처리 성능 목표

항목	내용
최대 수용가능 데이터 사이즈	120 Tbyte
전체 데이터 full scan 처리시간 추정	약 6시간
1명이 12 TByte 처리 요청시	약 0.6시간
10명이 12 TByte (총 120 Tbyte) 동시 처리 요청시	약 6시간

o 대용량데이터 처리 분석 DB

1) 데이터 마트, 데이터 웨어하우스 성능

■ 분석성능 목표 예측을 위한 환경

항목	내용
RDBMS 1식 MySQL 기반 InfiniDB	CPU: 4 core Mem: 8 Gbyte Disk: 1 Tbyte
비고	전체 건수: 145억건

■ 각 요소별 사전 시험 실험치

항목	내용
Count	2분 9초
Sum	7분 2초

■ 1대의 RDBMS에서 자원분배 목표

항목	내용
최대 수용 가능 데이터 사이즈	100 Tbyte
최대 분석 처리 속도	약 5.8 GByte/sec (4 Core, 1개, 145억건)

■ 실시간 리스크 감시 시스템

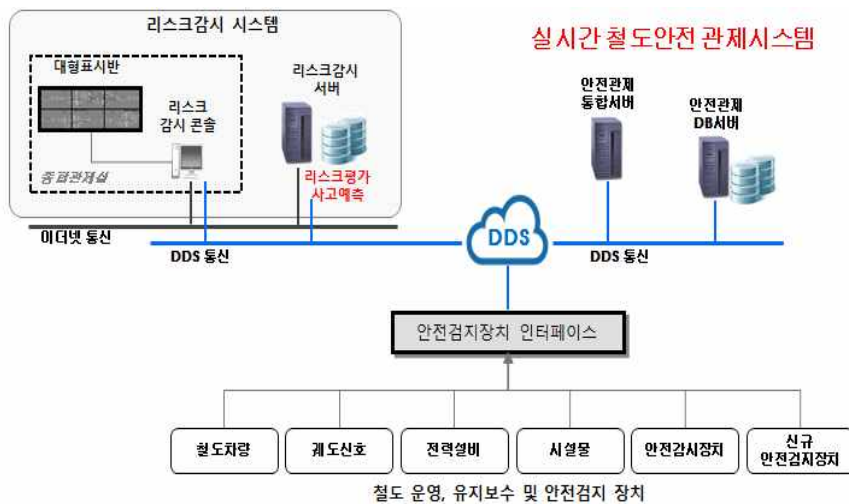
(1) 개발환경

구분	S/W 개발언어	개발도구
리스크관리시스템	C# .NET	Visual Studio 2015
고장수목연산프로그램	C# .NET	Visual Studio 2015
데이터베이스	SQL	Oracle 12c SQL
설계도구	UML	Enterprise Architecture 12.0

(2) 운용환경

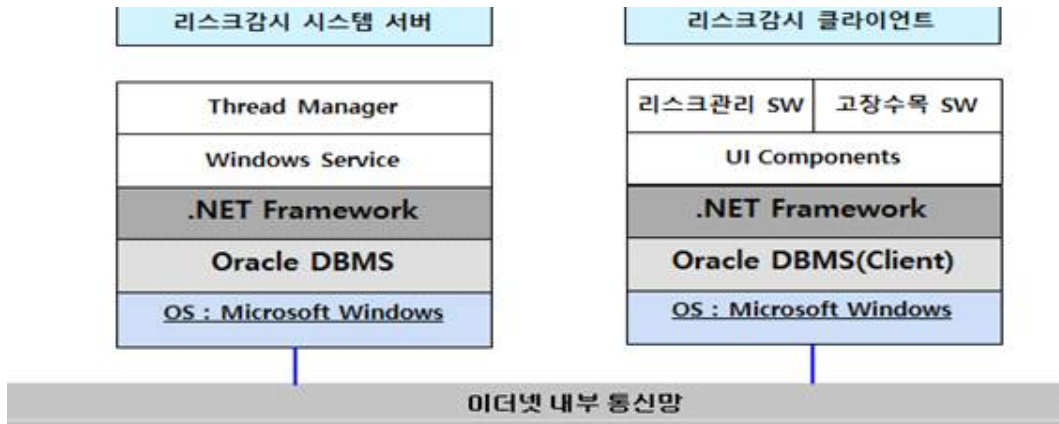
구분	항목	사양
리스크관리서버	OS	Windows 7 이상
	Database	Oracle 12c
리스크관리클라이언트	OS	Windows 7 이상
고장수목연산프로그램	OS	Windows 7 이상

(3) 시스템 H/W 구성

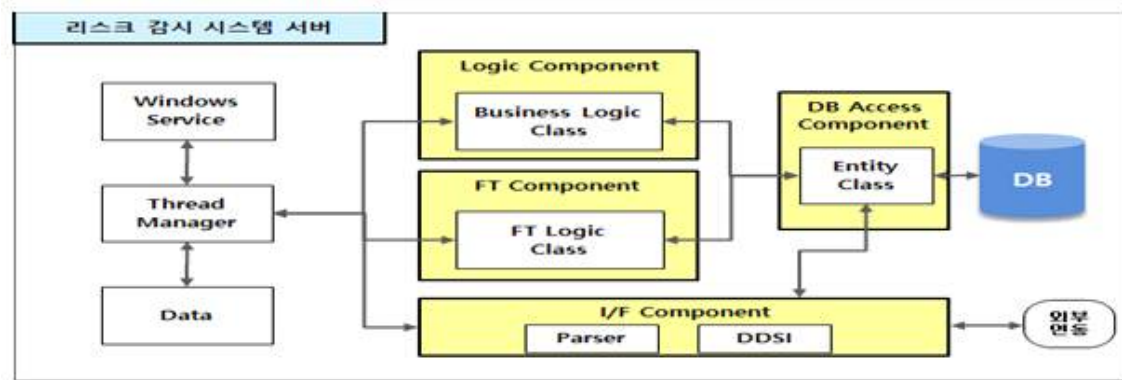


구성항목	주요사양	비고
리스크 감시 서버	- CPU : Intel Xeon E5504 2.0 GHz - 메모리 : 8G - Disk : 600GB - OS : Windows 2008 Server R2	- HP DL380 GEN 6 - Oracle 12c 서버 설치 네트워크 : DDS - LAN : 이더넷통신망 - 대역폭 : 100Mbps
리스크 감시 클라이언트	- CPU : Intel Core i7 1.6 GHz - 메모리 : 8G - Disk : 500GB - OS : Windows 7 64Bit	- Oracle 12c Client 설치 네트워크 : TCP - LAN : 내부통신망 - 대역폭 : 100Mbps

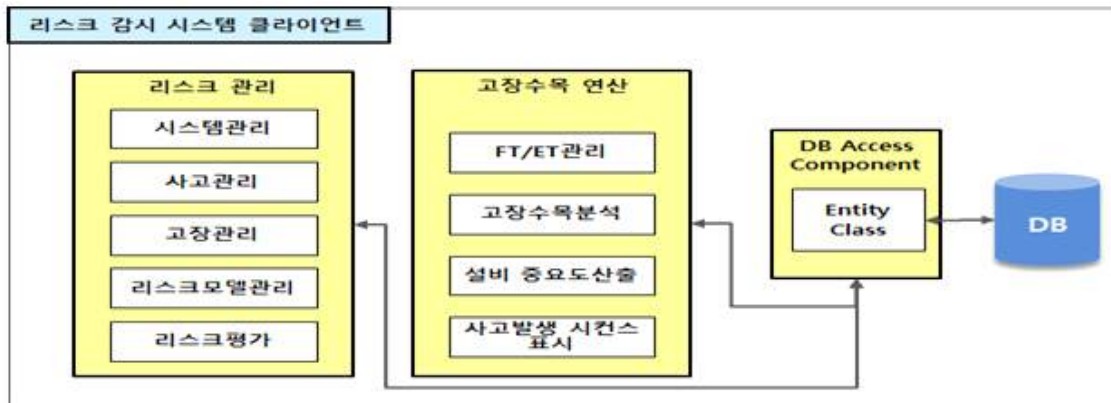
(4) 시스템 S/W 구성



<리스크 감시 시스템 논리적 구성도>



<리스크 감시 시스템 서버 S/W 구성도>

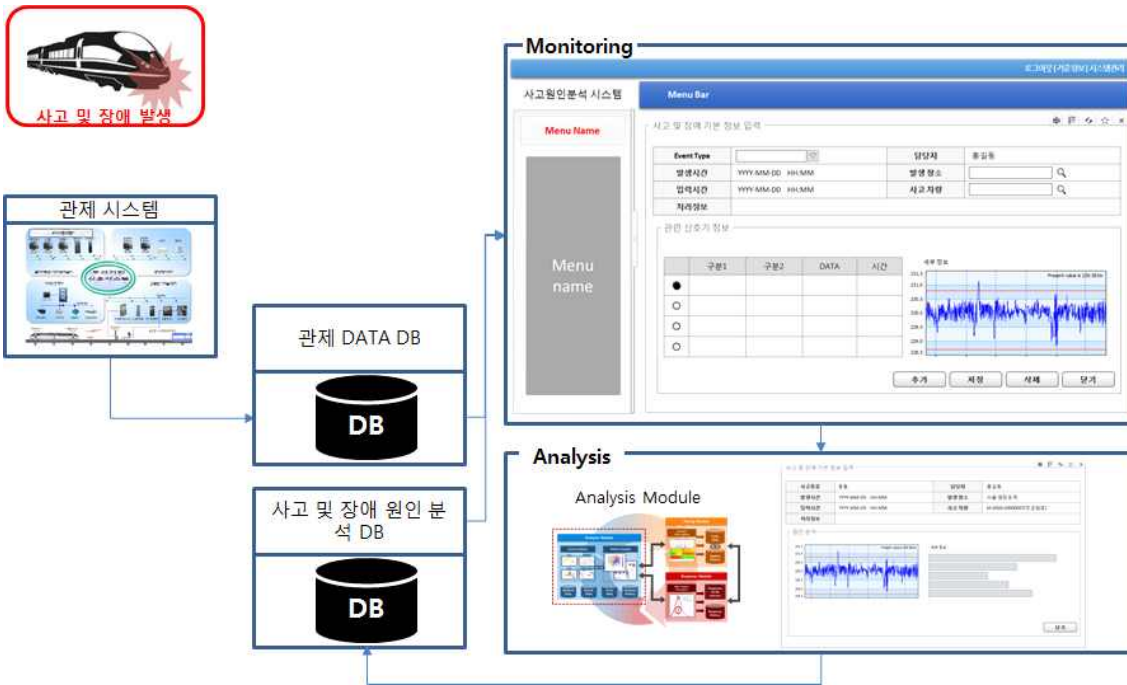


<리스크 감시 시스템 클라이언트 S/W 구성도>

(5) 인터페이스 구성

데이터 송수신	자료요소	통신방법
사고예측결과 송신 (리스크관리→ 실시간철도관제)	1. 사고예측 결과 2. 리스크 평가결과	DDS
리스크감시 기본데이터 송신 (리스크관리→고장수목연산)	1. 위험원정보 2. 철도형상정보 3. 고장정보 4. 사고정보 5. 유지보수정보	DBMS
안전관련 실시간 정보 수신 (실시간철도관제→리스크관리)	1. 안전검지 실시간 정보 2. 철도형상정보	DDS
사고발생빈도, 리스크평가 수신 (고장수목연산→리스크관리)	1. 설비중요도 2. 리스크 평가 정보 3. 위험경보	DBMS 함수호출

■ 사고원인 분석 시스템

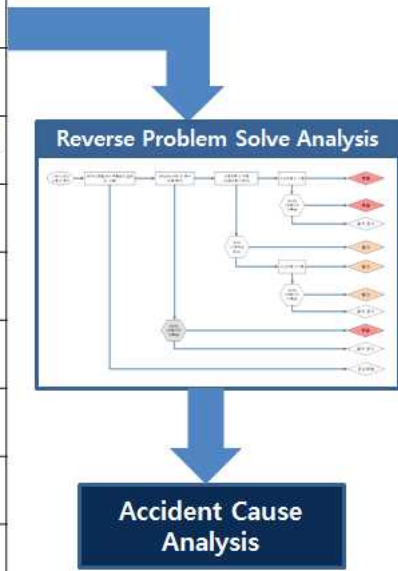


<사고원인 분석 시스템 구성도>



<데이터베이스 구성도>

조사분야	조사내용
철도시스템 안전환경 부문	사고관련 일체 데이터 (사고발생일시, 사고분류코드, 사고원인코드 등)
	기상관련 일체 데이터 (누적된 기상 정보 일체)
	인력관련 일체 데이터 (경력, 교육이수 정도, 누적근무시간 등 *개인 신상정보 제외)
철도시스템 시설관리 부문	시설관련 일체 데이터 (시설종류, 시설기능, 시설위치, 오작동 이력 등)
고장데이터 조사/분석	차량 고장이력 및 수리이력 관련 일체 데이터
철도시스템 고속차량정보 부문	차량기본정보 일체
비고	KOVIS 입/출력 데이터 목록 일체
	일반 운행관련 일체 데이터 (운행경로, 운행시간, 시간별 운행속도 등)
	관계관련 일체 데이터 (열차표시 및 제어, 열차 진로 제어, 열차위치 추적, 열차 운행일정 등)



<Analysis Module>

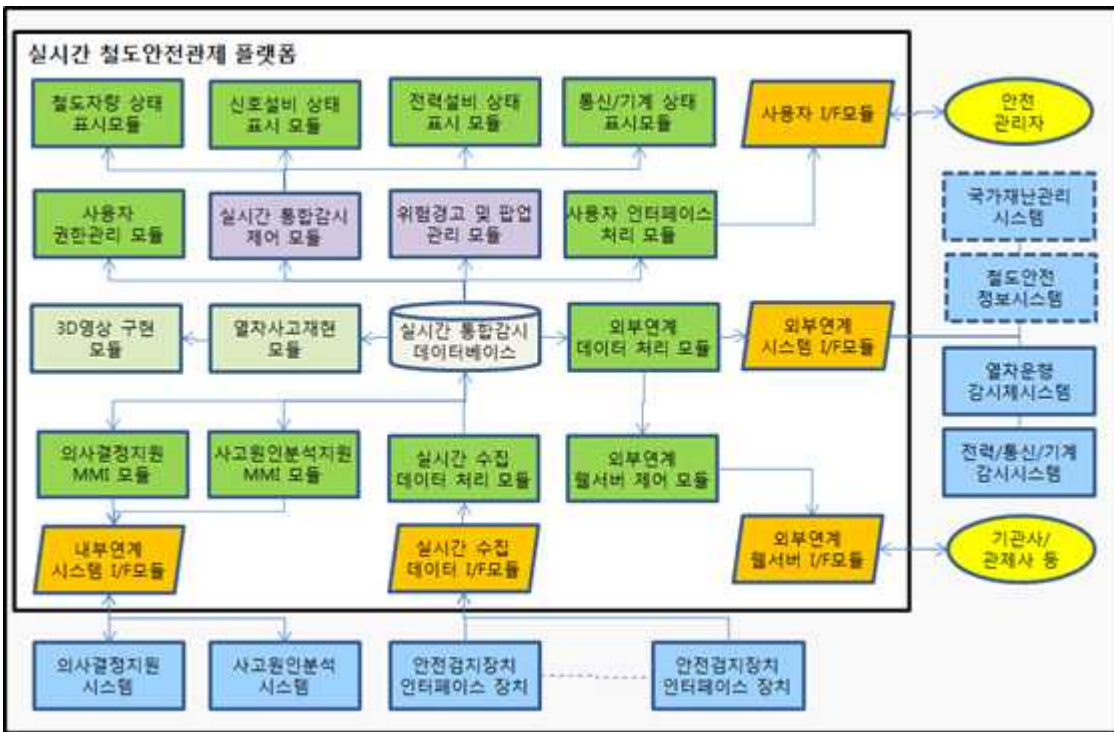
	최다 원인	원인별 확률
열차 탈선	선로전환 결함	
열차 충돌	패색 결함	
기타 열차사고	위험물 취급 오류	
화재 사고	불법행위	

<화면 정의서 : 사고 및 장애 원인에 대한 통계 분석 서비스>

라. 각 세부 시스템 간 인터페이스 설계 방안

(1) 실시간 철도안전관제 인터페이스 설계

기존 안전관제시스템 및 안전검지장치 현황 및 분석을 통한 실시간 철도안전 통합감시·제어 시스템의 안전관련 데이터 감시, 위험 및 사고 예측, 의사결정 안전관제 정보 공유체계의 구현을 위한 최적화된 인터페이스 구성은 다음과 같다.



<실시간 철도안전관제 플랫폼 인터페이스 구성도>

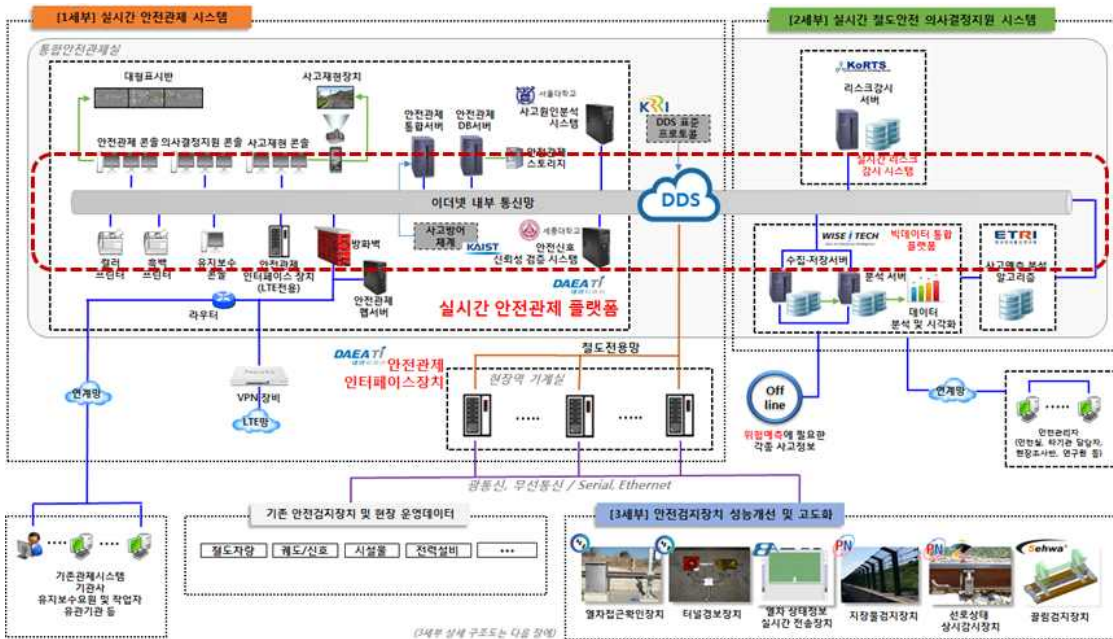
실시간 철도안전관제 플랫폼의 내부 시스템 인터페이스는 플랫폼을 구성하는 통합서버, DB 서버, 안전콘솔 및 사고재현 장치 간 인터페이스를 제공하는 것으로 데이터베이스 및 DDS 기반의 통신 인터페이스를 제공한다.

□ 주요 내용

- 통합서버와 DB서버 인터페이스
- 안전콘솔과 통합서버 인터페이스
- 안전콘솔과 DB 서버 인터페이스

(2) 세부 시스템 간 네트워크 통신 연결 구조

물리적/논리적으로 분리된 세부 시스템에 대하여 시스템 간의 연결을 위한 통합 방안이 필요하며, 1차년도 연구 결과 DDS (Data Distribution Service) 통신 미들웨어 표준을 기반으로 각 세부 시스템을 연결하기로 결정하였다. 아래 시스템 배치 구성도와 같이 세부 시스템 간에는 DDS 통신을 통하여 데이터를 공유하도록 설계하였다.



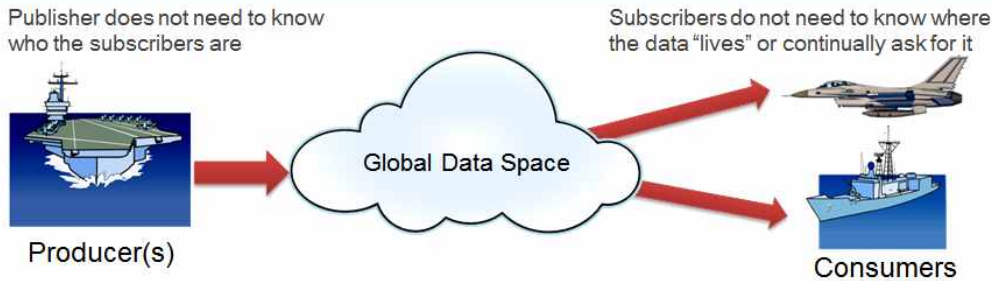
<< DDS 통신 기반의 세부 시스템 연결 구조 >>

DDS는 실시간 시스템을 위한 데이터 중심의 데이터 분산 서비스를 지원하는 통신 프로토콜 및 미들웨어에 대한 규격으로, 실시간적이고 정확한 메시지 전달을 위하여 다양한 네트워크 제어 QoS (Quality of Services)를 지원하며, 데이터 중심의 통신 방식에서 효율적인 Publish/Subscribe Model 구조를 기반으로 한다.

DDS는 22가지의 네트워크 제어 QoS 정책을 통하여 정밀한 데이터 흐름제어를 지원하고 있으며, 이를 통해 언제든지 정확한 시간과 장소에 올바른 데이터를 전송 가능하도록 한다. DDS는 Publish/Subscribe Model 구조를 통하여 시간과 장소에 느슨히 연결된 확장성이 높은 구조를 제공하고 있으며, 이러한 느슨한 구조는 중앙 집중적인 분산 시스템이 아닌 완전 분산된 Peer-to-Peer를 가능케 함으로 고장방지능력 (Fault tolerance)을 지원하여 높은 가용성을 보장한다. 또한, 특정 OS 및 구현 언어, 통신 프로토콜에 한정되지 않도록 설계되어 다양한 시스템에서 DDS를 운영 가능하도록 설계되었다.

DDS (Data Distribution Service) 개요

- 분산 환경에서 **실시간적이고 정확한 메시지 전달**을 위한 **OMG 표준 통신 미들웨어**
- 데이터 중심의 통신 방식에서 효율적인 **Publish/Subscribe Model** 구조
- 다양한 네트워크 제어 관련 **QoS** 정책을 제공함으로 **Time-critical**한 정보를 전달에 적합함

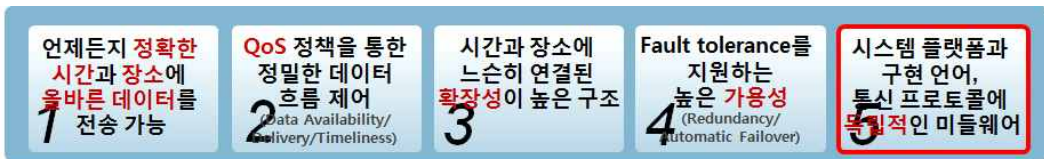


DDS의 주요 특징

- | | | | | |
|---|---|--|---|--|
| <p>언제든지 정확한 시간과 장소에 올바른 데이터를 전송 가능</p> <p>1</p> | <p>QoS 정책을 통한 정밀한 데이터 흐름 제어</p> <p>2 (Data Availability/Delivery/Timeliness)</p> | <p>시간과 장소에 느슨히 연결된 확장성이 높은 구조</p> <p>3</p> | <p>Fault tolerance를 지원하는 높은 가용성</p> <p>4 (Redundancy/Automatic Failover)</p> | <p>시스템 플랫폼과 구현 언어, 통신 프로토콜에 독립적인 미들웨어</p> <p>5</p> |
|---|---|--|---|--|

<DDS 통신 미들웨어 표준 소개>

각 세부 시스템은 DDS를 기반으로 하는 네트워크 통신으로 연결되어 있으며, DDS 특성 상 특정 플랫폼, 언어, 프로토콜에 종속되지 않고, 독립성이 있도록 설계되었기 때문에 다양한 성격을 가진 시스템 간을 연결하기 용이하다. DDS 미들웨어 벤더에서는 DDS 표준을 준수하는 다양한 시스템 플랫폼 (Windows, Linux, Android 등)용 DDS 실행 환경을 제공하고 있으며, Java/C/C++ 등 주요 프로그래밍 언어로 변환 가능한 표준 인터페이스 정의 언어 (Interface Description Language) 형태로 데이터 규격을 정의하고 있어, 다양한 언어 환경에 대응 가능하다.

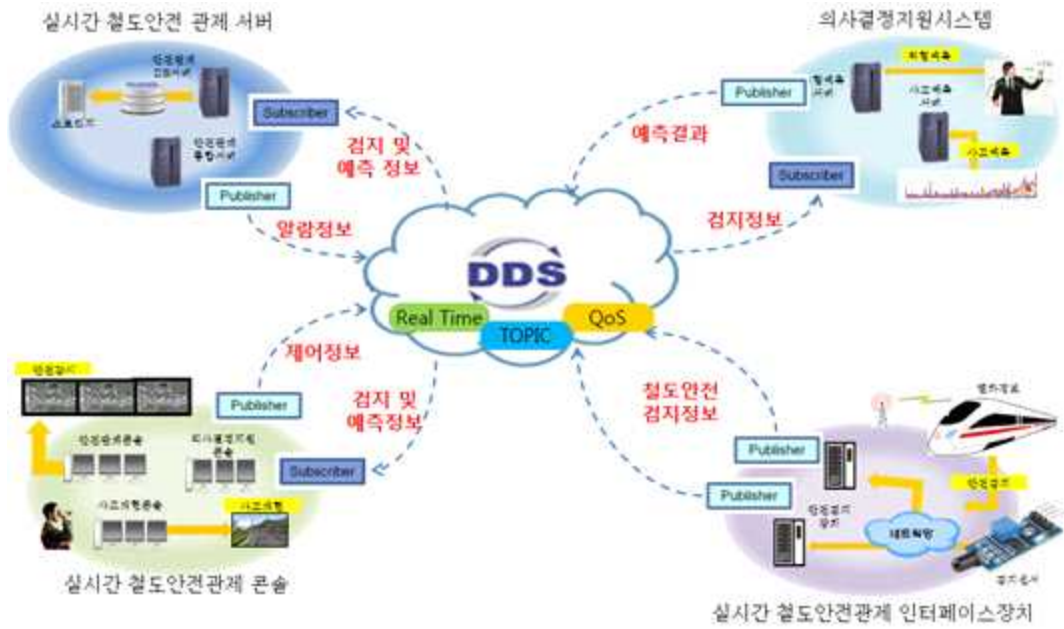


- » DDS is independent from the
- Programming language,
 - Operating System
 - HW Architecture



<DDS의 독립성 - 플랫폼, 언어, 프로토콜에 종속되지 않음>

실시간 철도안전 관제시스템의 각 세부 시스템은 각기 필요한 데이터 인터페이스 규격을 정의하고 DDS로 통신함으로써, 상호 데이터 및 정보를 교환하도록 설계되었다. DDS를 이용한 통신을 통하여 신뢰성, 고장회복, 보안성 등을 보장할 수 있으며, 이에 대한 상세한 설명은 ‘[별권3] 철도 안전검지장치 통합 프로토콜 상세설계’에 기술되어 있다.



<DDS 인터페이스 기반의 실시간 철도안전 관제시스템 연결도>

주 의

1. 이 기획보고서는 국토교통부에서 시행한 철도기술연구사업의 연구보고서입니다.
2. 이 최종보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 사업의 연구개발성과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.