

# 강릉~제진 단선전철 제9공구 건설공사 현장 소개

글 정민 / 강릉~제진 단선전철 제9공구 건설공사 차장  
 전화 033-681-6154 E-mail ministar@ssyenc.com  
 글 안동열 / 토목기술팀 차장  
 전화 02-3433-7763 E-mail prosperous@ssyenc.com



## 01. 사업개요

강릉~제진 단선전철 건설공사 사업은 남측 단절구간인 강릉~제진 구간 철도건설로 남북철도 및 유라시아 대륙철도망(TSR, TMR, TCR 등)을 연결하여 남북 간 상생발전을 도모하고, 강릉권과 속초권을 연결하는 철도교통 수단을 제공하여 관광 활성화를 통한 지역 균형 발전에 획기적으로 기여하기 위해 추진된 사업으로 총 111.7Km구간 9개공구가 2027년 개통을 목표로 시행하는 단선철도 사업이다.

[그림 1] 사업 위치도



본 사업 시행구간 동서로는 춘천~속초 철도건설 사업이 2027년 개통을 목표로 2022년 착공하여 속초에서 연결되며, 2017년 개통한 원주~강릉 고속철도가 강릉에서 연결되어 수도권과의 접근성이 크게 향상될 예정이다.

남북으로는 동해중부선(포항~삼척)이 2025년 개통을 앞두고 있어, 본 사업 개통 시 부산~동해~원산~두만강을 넘어 유라시

아 대륙까지 잇는 대륙철도망이 구축될 예정이다.

[그림 2] 동해선 노선 개요도



강릉~제진 단선전철 건설공사 사업은 총 사업 111.7Km 9개 공구 중 4개공구(1,2,4,9)가 2021년설계시공 일괄입찰(T/K)로 우선 발주되어 실시설계 적격자를 선정하고, 2023년 9월 실시설계 완료 후 공사 계약이 체결되었다.(1,2,4공구 5월 계약)

[그림 3] 강릉~제진 단선전철 전체노선도



이중, 당 현장은 사업 종점부에 위치한 9공구로 총 연장 15.116Km의 단선철도 노반공사이다.

[표 1] 9공구 사업개요

구분	사업 개요
총연장	15.116Km(단선)
토공	4.197Km
교량	1.445Km(3개소)
터널	9.474Km(2개소)
정거장	제진정거장, 화진포신호장

## 02. 선형 계획

강릉~제진 단선전철 제9공구 건설공사 선형 계획은 사업 및 대북 접경지역 등 지역 특성에 따라 실시계획 시 아래와 같은 사항을 중점 검토하여 설계에 반영하였다.

- 지자체 개발계획과 지역주민의 편의 고려
- 관계기관협의에 따른 대북관계를 감안한 장래 역사배치 및 형식 고려
- 생태자연도 1등급 지역 및 민통선 통과구간 환경 훼손 최소화를 고려
- 민간인통제구역 및 군사작전지역 통과에 따른 군사시설 저축 배치

### 2.1 평면 선형 계획

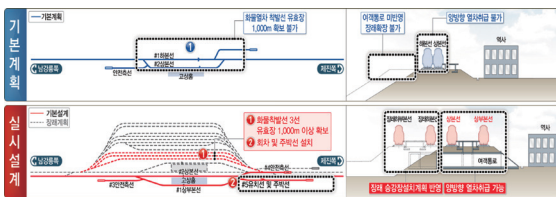
당 현장은 장래 역사 및 화물 등 운영계획, 대북 접경지역 및 민통선 통과에 따른 관할부대 협의, 관계기관 및 지자체 요청 사항, 주요 지장물 및 관련계획 등을 고려하여 평면 선형을 계획하고 이를 최대한 검토 반영하였다.

[그림 4] 평면 선형개요



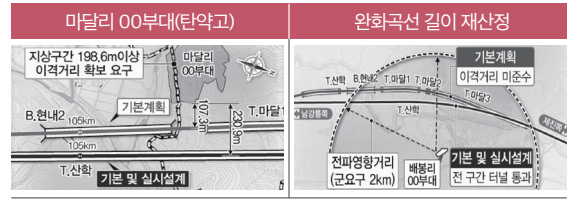
먼저, 화진포신호장을 장래 남북·대북 화물열차 운영을 고려하여 화물차발선(3선) 유효장 1Km확보 가능한 선형을 계획하였고,

[그림 5] 화진포신호장 선형 계획



마달리 군부대 폭발물 보호구역 요구 이격거리를 확보하였으며, 군 정보시설 근접구간 지하화계획으로 전파영향을 배제하였다.

[그림 6] 군정보시설 영향지역 선형 계획



또한, 명파마을 전원주택단지 평면선형 변경 및 지하통과로 이격거리를 확보하여 예상 민원을 해소하였으며, 곡선반경 확대 및 평면선형 개선으로 열차운영 효율을 증대하였다.

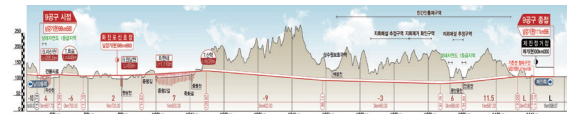
[그림 7] 마을 인접구간 선형 계획



### 2.2 종단 선형 계획

종단선형 계획은 생태자연도 1등급 지역의 훼손 최소화, 민통선 통과에 따른 지뢰매설 추정구역의 안전성 확보, 예상 민원 배제 등을 고려하여 이를 최대한 검토 반영하였다.

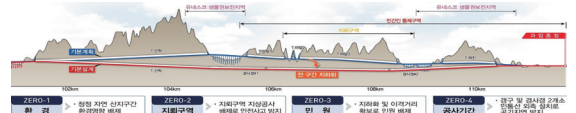
[그림 8] 종단 선형개요



민통선 통과구간에 대하여 기본설계 당시 계획(터널 4개소 + 교량 3개소 + 토공 6개소)을 전 구간 지하화(장대터널, L=9.026km)하여 지뢰매설 추정구역의 배제로 안전성을 확보하고, 생태자연도 1등급 지역의 훼손을 최소화하였다.

또한, 전구간 지하화를 통하여 인근 마을, 군부대와 이격거리를 확보함에 따른 민·관의 민원을 선제적으로 해소하였고, 공정의 단순화에 따른 절대 공기 부족의 해소가 예상된다.

[그림 9] 민통선 종단 선형 계획



[그림 10] 민통선 내 지뢰탐지 현황



### 03. 교량 계획

본 과업구간인 강릉~제진 단선전철 제9공구 건설공사의 교량은 총3개소로 구성되어 있으며, 교량계획의 기본 방향은 아래와 같다.

- 지역 특색 및 자연환경과 조화되는 구조물 계획
- 구조안전성 및 내진성능, 내구성 확보
- 효율적 유지관리와 안전을 위한 구조물 계획
- 시공 효율성 및 가설안전성 확보

[표 2] 교량 현황

위치	교량명	상부형식	연장	교폭
남강기(현) 96km614	자산천교	BICON IPC	285m	단선
남강기(현) 98km964	원당천교	PRECOM	50m(본선) 50m(부분선)	단선 병렬
남강기(현) 99km995	현내교	ART IPC PRECOM	1,110m	단선

#### 3.1 자산천교

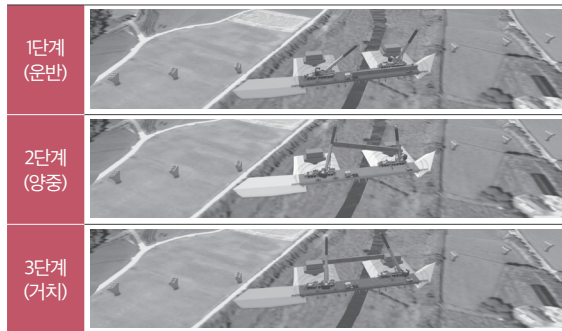
사업 시점부에 위치한 자산천교는 생태자연도 1등급인 자산천의 수생태 보호를 위한 교각 기초 설치 개소 감소, 자산천 계획홍수량에 따른 20m 이상의 경간장 확보, 기존도로 및 우회도로 다리 밑 공간 확보 등 지역 특색 및 자연환경과 조화되는 교량 계획으로 설계를 시행하였다.

[표 3] 자산천교 상부공 형식 선정

구분	IPC 거더	BICON 거더
횡단면		
특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>· PSC Beam교에 비해 형고가 비교적 낮음</li> <li>· 경간은 30m~40m 정도 가능</li> <li>· 자중이 가벼워 가설용이</li> <li>· 하중에 따라 보수보강 용이 (외부텐던 도입)</li> <li>· 30m~40m 경간 적용시 경제적임</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 단단계 긴장이 불필요하므로 시공이 간단</li> <li>· 형고가 낮아 다리 밑 공간 확보 유리, 전도 위험성이 낮음</li> <li>· 거더 상연의 단면이 작아 교면 배수에 유리</li> <li>· 재료 구성 간단, 공정 단순하여 공사비 저렴</li> </ul>
선정 사유	자산천교는 지방하천(자산천) 횡단 교량으로 유심부 횡단구간 장경간 확보에 유리한 IPC거더를 적용하고, 건봉사로 횡단부 다리밑공간 확보에 유리한 BICON 거더교로 계획	

자산천교는 생태1등급 지역의 수생태 보호를 위해 갈수기에 유심부 가교를 가설하고, 400Ton 크레인 2대를 활용한 가설 공법을 BIM검토 후 적용하여 최단기간 시공을 계획하였다.

[그림 11] 자산천 횡단구간 BIM검토



또한, 교각부에 고성군 군목 은행나무 은행잎을 조형화하여 자연 친화적인 경관 설계를 시행하였다.

[그림 12] 자산천교 조감도



#### 3.2 원당천교

원당천교는 화진포신호징에 위치하여 교행을 위한 양방향 단선 병렬 교량으로 계획되었으며, 제방 도로와 원당천 횡단에 따른 경간장 및 다리 밑 공간 확보를 위하여 장경간 PRECOM 거더(L=50m)로 설계되었다.

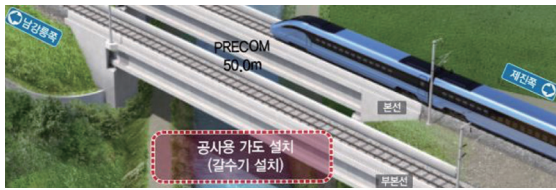


[표 4] 원당천교 상부공 형식 선정

구분	횡단면	특징
PRECOM 거더		<ul style="list-style-type: none"> <li>·형고가작아 다리밑공간 확보에 유리</li> <li>·시공성 양호</li> <li>·소음 발생 적음</li> <li>·하부 케이싱 타설시 거푸집 매달기 위한 별도의 장치가 필요</li> </ul>
선정 사유	원당천교는 소하천과 제방도로를 사각 44°로 횡단하는 교량으로 장경간 및 다리밑공간 확보에 유리한 저형교 PRECOM거더로 계획	

상부 거더 가설공법은 다수의 시공사례로 안전성 및 시공성이 검증된 크레인 가설공법으로 계획하였으며, 갈수기에 하천에 공사용 가도를 설치하고 300Ton 크레인 2대를 활용하는 것으로 BIM검토 후 적용하였다.

[그림 13] 원당천교 조감도



### 3.3 현내교

현내교는 넓은 농경지를 통과하는 구간으로 전원 풍경에 조화되는 경간장 40m의 IPC거더를 표준 상부 형식으로 적용하였다.

시중점부 축경간은 형고가 낮은 35m의 ART거더로 설계하였으며, 하천과 제방도로를 사각 42°로 횡단함에 따라 계획 홍수위에 대한 여유고 및 다리 밑 공간 확보를 위하여 저형교 PRECOM거더로 설계하였다.

[표 5] 현내교 상부공 형식 선정

구분	횡단면	특징
ART 거더		<ul style="list-style-type: none"> <li>·다단계 긴장이 불필요하여 시공이 간단</li> <li>·형고가 낮아 형하공간 확보 유리</li> <li>·전도 위험성 낮음</li> <li>·Half슬래브 적용으로 상부구조물 자중 감소</li> <li>·재료 구성이 간단, 공정 단순하여 공사비 저렴</li> </ul>
선정 사유	농경지를 통과하는 현내교는 40m IPC거더를 표준형식으로 적용하고, 중물천과 죽화로 사각 횡단부는 저형교 PRECOM 거더를 적용하여 다리밑공간을 확보하였으며, 축경간은 ART거더를 적용하였다.	

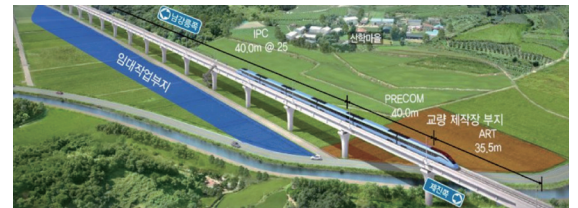
현내교 교각 인접부에 가옥이 인접하고, 열차 운행에 따른 진동 예측 결과, 환경목표기준을 초과함에 따라 저감방안을 수립하여 운영 시 영향 최소화 계획을 수립하였다.

[표 6] 교량 인근 가옥 현황 및 저감 대책

가옥 현황	방진체결장치	방진패드
예측소음 72dB (기준 65dB)	약 5dB 저감	약 3.2dB 저감

상부 거더 가설공법은 BIM 검토 후 거더 운반 및 크레인 제원을 반영하여 공사용 가도를 설치하고, 제방도로와 하천 횡단 구간에는 단계별 상부거더 가설 계획으로 갈수기에 공사용 가도를 설치하고, 400Ton 크레인 2대를 활용하여 최단 기간에 가설하는 공법으로 설계하였다.

[그림 14] 현내교 조감도



## 04. 터널 계획

본 과업구간의 터널 설계는 단선 NATM터널로 설계되어 있으며, 화포터널(L=448m)와 장대 터널 인 산학터널(L=9,026m)로 구성되어 있다.

[그림 15] 터널 현황

구분	구분	총 연장		
		개착	NATM	계
화포터널	본선	30m	418m	448m
	경사갱 #1	10m	293m	303m
산학터널	경사갱 #2	10m	240m	250m

당 현장 터널 설계의 기본 방향은 자연친화, 민통선 지리구간 통과에 따른 안전성 등 지역여건, 공기 및 시공성, 방재 안전성 등을 고려하였고, 이에 따른 설계 반영 현황은 아래와 같다.

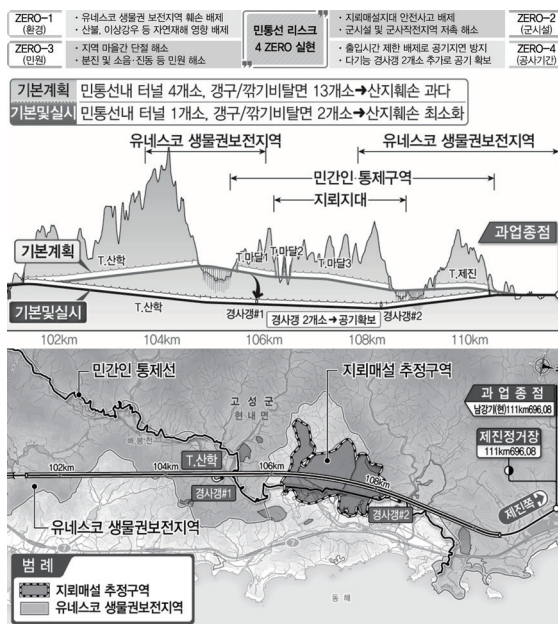
[표 7] 설계 목표 및 반영 현황

설계 목표	설계 반영
· 갱구부 환경훼손 최소화, 지하수, 발파진동 등의 환경 피해 방지	· 갱구 절토 최소화, 비배수 터널, 8단계 진동저감 공법으로 환경보존
· 민통선 지리통과 등 안전 관리대책과 공기지연 방지	· 민통선지하화 및 경사갱 계획으로 민통선 리스크 4 ZERO 실현
· 장비운용 효율성, 공기압 영향 고려, 방재 안정성 확보대책 수립	· 시공성 확보, 공기압 영향배제 및 방재안정성 극대화한 단면계획
· QRA 분석결과를 통한 경사갱 위치결정 및 방재계획 수립	· 경사갱 2개소 설치 및 구난시설 계획으로 방재 성능 극대화

## 4.1 민통선 리스크 4 ZERO

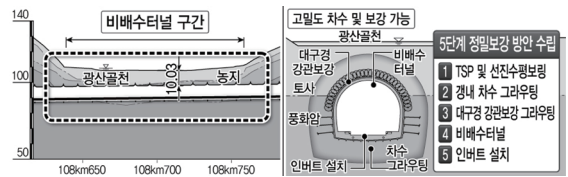
당초 계획상 터널 4개소, 교량 3개소, 토공 5개소로 계획된 구간을 산학터널 1개소로 민통선 전구간 지하화 및 경사갱 2개소 최적 위치 선정을 통하여 환경훼손, 지리시대 안전사고, 민원발생, 공기 지연의 민통선 리스크 4ZERO를 실현하였다.

[그림 16] 민통선 리스크 4ZERO



또한, 하천 하부 통과구간 심층보강 대책 및 비배수터널 적용으로 터널 영구 안전성 확보와 환경 훼손을 방지, 시공간적 조망권을 확보하였으며,

[그림 17] 하천하부 보강 대책



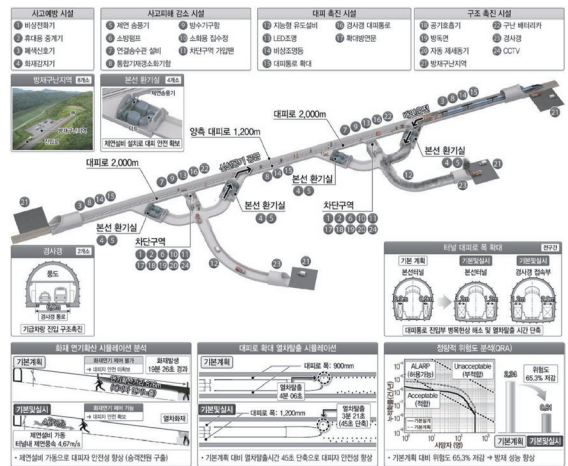
약 9Km인 장대터널로 인한 공기 리스크를 최소화하기 위하여 민통선 외곽 최적의 장소에 경사갱 2개소 설치를 계획하여 본선 6막장 동시굴착 설계를 시행하였고,

[그림 18] 산학터널 시공 계획



터널 단면 확대, 경사갱 2개소를 이용한 구난 및 방재 계획 수립으로 방재 성능을 극대화하였다.

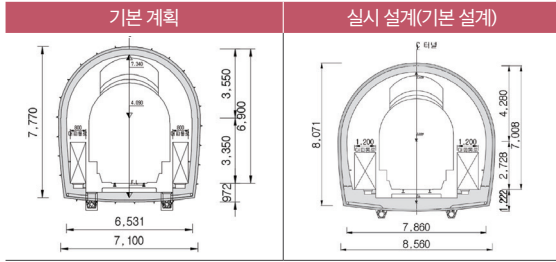
[그림 19] 산학터널 방재 계획



## 4.2 단선터널 단면 최적화

단선 터널의 특성상 협소한 터널 단면에 따른 장비 교행 및 이동, 회차의 어려움과 승객 대피 공간 부족으로 공기 및 운행시 안전성 문제가 발생 가능함에 따라 본 사업에서는 당초 계획상의 터널 단면을 최적화하여 설계를 시행하였다.

[그림 20] 터널 단면 계획



실시설계 시 단면변경으로 우선 단면 폭을 확장하여 장비 두대가 교행이 충분히 가능하도록 하여 시공성을 확보하였고, 운행 시 방재 안전성을 고려하여 양측대피로 폭을 확대하였다.

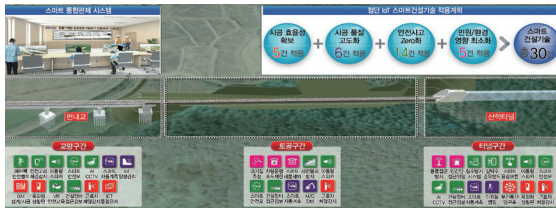
또한, 터널 전 구간 인버트를 설치하여 구조적 안전성을 강화하였다.

## 05. 스마트 건설기술 활용 계획

### 5.1 스마트 건설기술

본 과업인 강릉~제진 단선전철 제9공구 건설 공사 사업은 지역 특색 및 각 구간별 상황에 부합하는 스마트 건설기술 30건을 적용하여 안전성, 시공 효율성, 고도의 품질을 확보하는 스마트 철도 건설을 계획하였다.

[그림 21] 스마트 건설기술 활용 계획

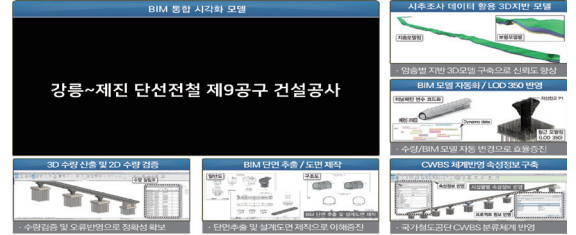


### 5.2 BIM 설계/시공

본 과업에서는 설계 및 시공단계에 BIM을 적용하여 사업을 수행중에 있다.

설계단계에서는 가상현장 구축을 통한 3차원 설계안 검토를 시작으로 주요 구간별 간섭검토, 3차원 도면 추출, 상세모델 구축을 통한 설계 수량 및 정합성 검토, 3차원 가설 계획 및 터널 장비 시공성 검토 등을 수행하였다.

[그림 22] 설계단계 BIM 수행 성과



시공단계에서는 BIM기반 시공도면 추출, 장비 시뮬레이션 시스템을 통한 건설장비 사전검토 등 보다 정밀한 시공성을 확보하고, BIM기반 공정 및 설계 변경 관리 등을 통해 계획의 적정성 검토, 설계 변경 및 준공 이력 관리 등을 수행할 계획이다.

[그림 23] 시공 BIM 계획



## 06. 맺음말

당 현장은 단절된 남북 철도 교류와 한반도를 넘어 유라시아 대륙을 잇는 고두보가 될 국내 최북단 철도 현장으로서 현장 소장을 필두로 전 직원이 막중한 책임감을 가지고 현업에 임하고 있다.

2023년 9월 국가철도공단과 공사 계약하여 현재 착공 초기로 2027년 개통을 목표로 부족한 공사 기간 단축, 안전 및 품질 확보, 시공성 개선을 위하여 현장 전 임직원 및 본사 유관부서가 모두 힘을 모아 협력하고 있으며, 준공시까지 발주처 및 관계기관, 설계사, 본사 유관부서의 긴밀한 협의를 통하여 목표한 공사기간, 품질확보를 달성할 수 있도록 최선을 다할 예정이다.

끝으로, 본 과업을 수행하기 위하여 지원을 아끼지 않은 본사 임직원, 터키공사로 설계에 심혈을 기울여 주신 설계참여자, 무엇보다도 동해 최북단 격오지 환경에서도 현장 목표 달성을 위하여 최선을 다하는 현장소장 이하 전 직원들께 감사드리며, 본 현장소개가 부족하나마 당 현장을 이해하는데 도움이 될 수 있으면 하는 바램이다.