수도권고속철도(수서~평택) 터널 기계설비공사

〈율현터널〉

한국철도시설공단 / 기계설비 : (주)세화이엔지

Rail로 세상을 연결하여 국민의 행복을 창조하기 위해 노력하는 한국철도시설공단(이사장 강영일)은 수서~평택 간 수도권 고속철도사업을 올해 안으로 완수하기 위해 노력하고 있다.

한국철도시설공단이 추진하는 수도권고속철도(수서~평택) 건설사업은 서울 강남의 수서역에서 출발하여 동탄역을 거쳐, 평택역에서 현재 운영 중인 경부고속철도와 접속하는 노선으로 총 3조7천억원이 투입됐다. 지난 2011년 착공하여 올해 말까지 완공할 계획으로, 대부분의 구간을 지하로 건설한다. 수도권고속철도가 건설되면 KTX 수서역 · 동탄역이 신설되어 서울 강남 · 강동권 및 경기 동남부 지역까지 KTX 수혜범위가 확대되고 수서에서 부산까지 2시간 2분, 목포까지 1시간 52분으로 운행시간이 크게 단축되어 이용객 증가는 물론 지역균형발전과 성장동력 확보에 기여할 것으로 예상된다.

본지는 수서역사와 율현터널 현장에서 한국철도시설공단 수도권고속철도건설단 건축설비부 신승섭 차장(기계설비 감독관)과 율현터널(제1공구) 기계설비를 시공 중인 (주)세화이엔지[대표 박현수] 윤한식 현장소장, 수서역사 기계설비를 시공 중인 (주)초록이노텍[대표 양기준] 홍승훈 현장소장, (주)서한종합건축사사무소 홍형창 기계부장(감리단)을 만나보았다.[편집자 주]

수서역사

설계현황(건축)

공사명	수도권고속철도 수서역사 신축 기타공사	
공사기간	2014. 8. 29 ~ 2016. 8. 29 (24개월)	
위치	서울특별시 강남구 수서동 201-5번지 일원	
지역 / 지구	자연녹지지역 (개발제한구역, 비행안전구역, 과밀억제권역)	
대지면적	118,133㎡	
역사규모	지하2층, 지상3층, 지상역사, 승강장	
연면적	지하층면적 : 5,066.76㎡ 지상층면적 : 3,490.15㎡	
주요구조	철골조 + 철근콘크리트조	
최고높이	19.05m	
용적율	2.95%	
주차대수	500대(장애인용25대포함) / 자전거 160대(락카식62대, 일반98대)	
층별면적	지하1층	5,066.76㎡
	지상1층	1,373.85㎡
	지상2층	1,012.10㎡
	지상3층	1,104.20㎡
	계	8,556.91㎡
승강장 규모	고속철도	520m X 11m(3홈6선)
환승통로면적		6,053.61㎡
시공사		코오롱글로벌
기계설비시공사		(주)초록이노텍
기계설비현장소장		한상인 현장소장

기계설비 설계현황

구분	내용
냉 · 난방 설비	– 실외기(냉난방) 98,000Kcal/h 1대, 70,000Kcal/h 2대, 59,860Kcal/h 4대, 29,900Kcal/h 1대, 20,000Kcal/h 2대 – 실외기(냉방) 49,000Kcal/h 1대, 실외기(급탕) 39,900Kcal/h 1대 – 실내기 1WAY 3,440Kcal/h 54대, 4WAY 12,500Kcal/h 48대, 스탠드형 12,470Kcal/h 4대
공조 설비	– 공기조화기 52,500CMH X 115mmAq 1대 (콘코스) – 공기조화기 23,880CMH X 100mmAq 1대 (연결통로) – 공기조화기 52,500CMH X 115mmAq 1대 (환승통로)
환기 설비	– 배기휀 19,500CMH X 20mmAq 1대외 50대 – 열회수환기유닛 250CMH X 15mmAq 1대 외 53대
급/배수 설비	– 급수탱크 5,000w X 7,000L X 3,000H (PDS) 1대 외 1대 – 급수펌프(340 X 3)LPM X (5.5 X3)kw X 44M 1SET 외 1SET – 냉온수순환펌프 540LPM X 5.5KW X 25m 6대 – 급탕순환펌프 150LPM X 0.75KW X 9m 2대 외 2대 – 배수펌프 495PM X 2.2kw X 10m 1대 외 27대
위생 설비	– 세면기 KS L-610 절수용 101EA (장애인, 유아용 포함) – 양변기 KSC-1110 절수용 134EA (장애인 포함) – 화변기 KS C-310 절수용 5EA – 소변기 KS U-320 감지기내장형 45EA
지열 설비	– 지열히트펌프(물/공기) 69.3kW/75.2kw 2대, 지열히트펌프(물/물) 160.0kW/150.7kW 5대 – 지열순환펌프 192LPM x 45m x 5.5kW 3대, 513LPM x 45m x 7.5kW 6대
승강 설비	– 엘리베이터 (MRL) 24인승 4대, 17인승 3대, 15인승 2대, 화물용 2대 – 에스컬레이터 1200형 20대, 무빙워크 1200형 4대
소방 설비	– 소화주펌프 1,525LPM X 58m X 30kw 4대 – 소화충압펌프 60LPM X 58m X 3.7kw 2대

수도권고속철도(수서~평택) 터널 기계설비공사

사업개요

과업목적	수도권고속철도 건설사업의 터널방재설비, 사업구간 터널 내 열부하 및 유출수 제거, 화재 시 승객의 피난 안전성 확보를 위한 터널기계설비 공사임	
과업구간	수기(현) – 0km 040.00 ~ 수기(현) 61.km 100.00	
과업기간	시공 : 2014년 12월 22일 ~ 2016년 8월 31일(20개월) 건설사업관리 : 2014년 12월 22일 ~ 2016년 9월 21일	
구분		
기계 1공구	설계사	(주)설화엔지니어링
	시공사	(주)세화이엔지 외 2개사 공사금액 : 5,780,625,093원
	건설사업 관리단	(주)혜원까치종합건축사사무소 외 1개사 용역금액 : 1,011,200,000원
기계 2공구	설계사	(주)범창종합기술
	시공사	(주)송현엔지니어링외 1개사 공사금액 : 3,963,643,000원
	건설사업 관리단	(주)서한종합건축사사무소 용역금액 : 857,000,000원
기계 3공구	설계사	주식회사 융도엔지니어링
	시공사	충남건설 외 3개사 공사금액 : 4,759,905,000원
	건설사업 관리단	㈜설화엔지니어링 외 1개사 용역금액 : 897,400,000원

수도권고속철도 터널 기계설비 현황

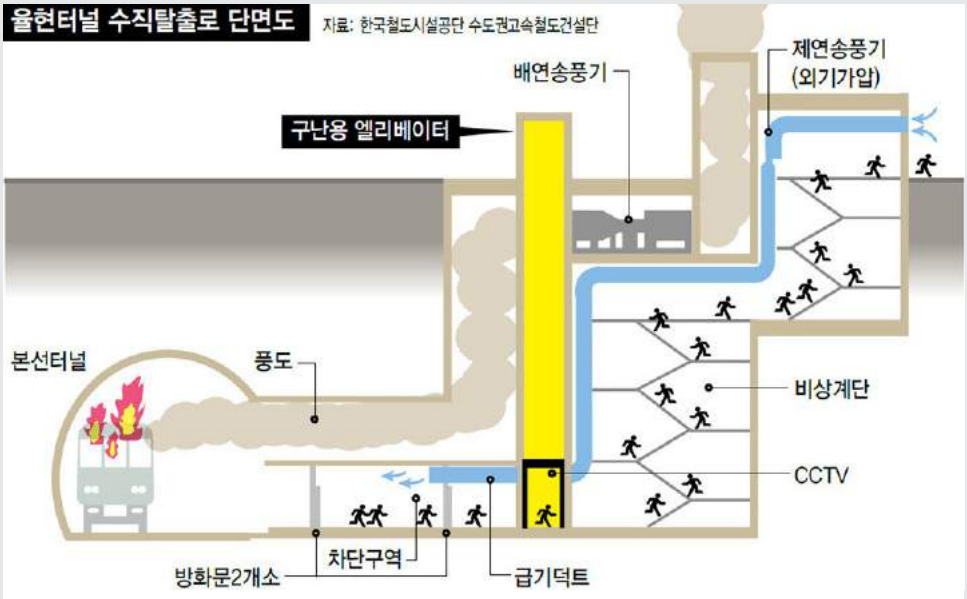
신승섭 한국철도시설공단 수도권고속철도건설단 건축설비부 차장

서울 강남에서 출발하는 수도권도시고속철도의 수서역사는 외관 디자인을 물(수서의 컨셉)을 모티브로 하여 물방울 무늬를 랜덤으로 배치, 단조로움을 없애고 수서 지역의 개성적인 랜드마크로서 우뚝 설 수 있도록 디자인을 중요시 하였습니다.

수서~평택간 고속철도 구간은 국내 최초로 지하에 건설되고 있어서 향후 철로 구간의 지하화에 대한 상징성이 매우 큰 현장입니다. 지하구간이기 때문에 사고나 화재가 발생했을 때 어떻게 대피를 할 것이며 사고 발생률을 줄이기 위한 고민을 많이 했습니다. 많은 시행착오를 거치면서 댐퍼 및 송풍기 등의 내압성능 강화, 수직구에 엘리베이터 설치 등 최적화된 지하 도시고속철도 환경을 만들기 위해 노력하였습니다. 특히 댐퍼 및 송풍기의 내압성능은 1만 파스칼까지 유지토록 하여 향후 광역철도 개통 시 선로를 공유해도 성능에 문제가 없도록 하였습니다.

또한 수서에서 삼성까지는 광역철도이고 수서부터 동탄까지는 공용구간이기 때문에 열차 운행 중 발생되는 스톨현상(어떤 원인에 의해 갑자기 정상속도를 잃는 것)이 발생되지 않도록 모든 경우의 수를 연구검토 하여 시공하였습니다.

이와 함께 수직구 시공을 견고히 하였습니다. 기존 지상구간과는 다르게 지하구간에서는 공기가 밖으로 배출이 어렵기 때문에 수직구나 기계 쪽에 압력이 가해지기 마련입니다. 이러한 문제점을 철저히 검토하고 기기들이 공기 압력에 의해 손상되지 않도록 설계에 반영하였습니다.



시공에 있어서의 주안점은 무엇보다도 안전입니다. 지하구간이기 때문에 사고가 발생했을 경우 승객들이 지상으로 무사히 대피할 수 있도록 대피시설을 만드는 것이 제일 중요합니다. 이에 따라 수직구마다 엘리베이터를 시공하여 사고가 났을 때 엘리베이터를 통해 지상으로 대피 가능토록 하였습니다. 보통 일반 건물에서 피난 수단은 계단이지만 수도권고속철도는 수직구가 대피 수단이기 때문입니다. 또한 사고가 발생했을 경우 엘리베이터 전원이 차단되는 것을 방지하기 위해 수직 구조물의 모든 전선은 본선 터널과는 별도로 이중으로 시공하였습니다. 본선 터널이 정전되더라도 엘리베이터나 송풍기, 방재설비의 작동을 멈추지 않도록 한 것입니다. 화재가 발생할 경우 연기가 본선 터널에서 수직구 구조물 피난공간으로 침투하지 못하도록 12m의 차단 구간에 방재설비를 강화하였습니다. 또한 수서와 동탄 역사에서는 감시요원이 실시간으로 모니터링을 하면서 화재 등 사고가 발생했을 경우 원격제어로 방재설비를 가동시킬 수 있도록 하였습니다.

터널구간이다 보니 여러 공종이 복합적으로 작용하기 때문에 다른 공종과의 인터페이스가 굉장히 중요합니다. 특히 터널 수직구의 경우 기계설비가 주를 이루지만 이를 가동하기 위해서는 전기나 통신설비도 들어가야 하기 때문에 통신설비, 전기설비와의 연계, 그리고 수직구의 기본 구조물을 시공하는 노반과의 인터페이스도 굉장히 중요합니다. 따라서 협력업체와 수시로 소통하면서 밀접한 협력을 통해 시공토록 조율하고 있습니다.

매월 4일은 안전관리의 날로 정하고 안전교육을 철저히 하였습니다. 수서역사의 경우 실시간 모니터링 시스템을 통해 현장을 점검하였습니다. 또 현장에서 건설사와 각 협력업체들이 자체적으로 안전캠페인을 펼치고 있을 뿐만 아니라 특히 '3.3.3

안전운동', '4.4.4 예방운동'을 전개하여 지금까지 중대재해 사례가 발생하지 않았습니다.

- 3.3.3.안전운동 : 오후 3시(사고 발생 위험시간), 3가지 점검(나,동료,주변)을 하면, 3가지 행복(나, 가족, 회사)을 얻는다.
- 4.4.4. 예방운동 : 4일(개인보호구, 교육 등 중점점검), 14일(안전설비 중점검검), 24일(건설장비 중점점검) 등 월 10일 단위로 테마를 선정하여 안전점검 시행(매월 4일 시행하는 안전점검의 날을 확대 시행)

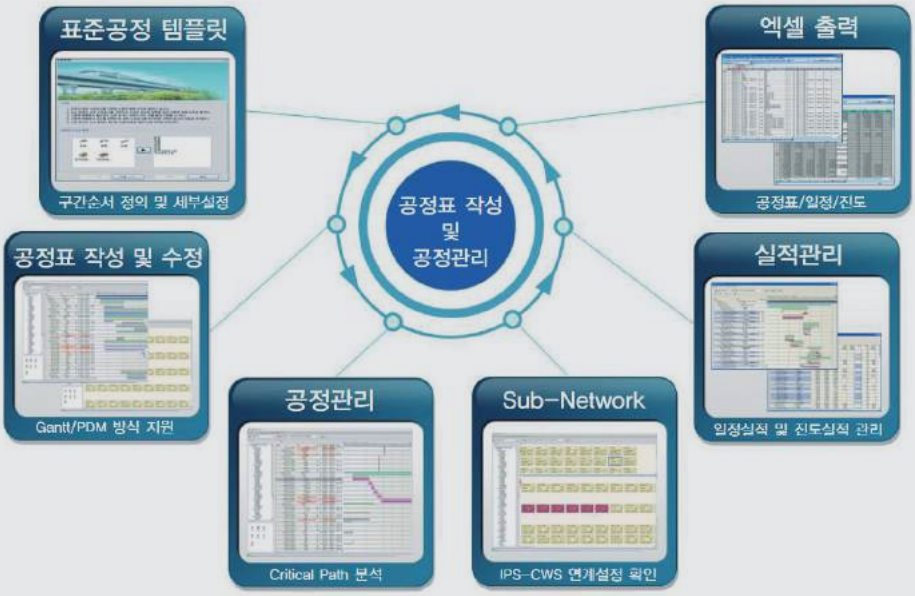
철도시설공단에서 사용하는 ITP(Inspection and Test Plan : 검사 및 시험계획서)에 의해 품질관리를 하고 있습니다. 또 H(Hold Point : 필수확인점. 검사자가 해당작업에 입회하지 않으면 다음 공정으로 진행할 수 없는 검사점)나 W(Witness Point : 입회점. 검사자가 해당작업에 입회하지 않아도 다음 공정작업을 계속할 수 있는 검사점)를 정확히 구분하여 시공토록 하였습니다. 예를 들면 자재 및 장비에 따라 H와 W로 구분하여 단순관리와 중점관리로 나누어서 관리하였습니다. 여기서 승인이 나면 ITC(체크리스트)에 따라 하나씩 체크하면서 빠진 것은 없는지 미비점은 없는지를 점검하며 진행하였습니다. 문서도 철도건설사업관리시스템(CPMS)에 의해 관리를 하였으며 중점 품질관리계획서를 토대로 승인 및 진행 등의 작업 등을 작업에 임하도록 하였습니다.

철도시설공단에서 기계설비를 분리발주 한 것은 율현터널공사가 처음입니다. 처음에는 조금 우려되었으나 세화이엔지의 기술수준이 상당한 위치에 있고 현장 운영능력도 아주 뛰어나서 별다른 문제는 없었습니다. 오히려 기계설비가 주도적으로 의사결정을 할 수 있기 때문에 그만큼 책임감으로 시공에 전념하는 모습을 보면서 장점이 많다고 생각하였습니다.

저는 그동안 주로 행정 쪽에서 근무해왔었고 처음으로 이 현장에 투입되었습니다. 처음이다 보니 모르는 것이 있으면 서슴치 않고 감리단이나 협력사 직원들에게 물어보는 등 배워가면서 진행하고 있습니다. 다행히도 건설사, 감리단, 협력사 등 모든 시공사가 월등한 실력을 갖춘 업체들로 구성되어 많은 보람을 느낍니다.

더구나 국내 최초 지하노선으로 건설되는 현장이기 때문에 국가적으로도 큰 관심을 받고 있는 곳이어서 책임감이 막중하지만 손색없는 현장이 될 수 있도록 역량을 최대한 발휘하고 있습니다.

수도권도시고속철도가 올해 안으로 개통될 수 있도록 많은 노력을 기울이겠습니다. 또한, 마지막까지 안전과 품질을 확보하여 역사에 남는 현장이 될 수 있도록 최선을 다하겠습니다.



철도건설사업관리시스템(CPMS)

윤한식 (주)세화이엔지 현장소장(이사)

수도권고속철도 터널 기계설비공사(이하 율현터널)는 터널방재설비를 비롯하여 사업구간 터널 내 열부하 및 유출수 제거, 화재 시 승객의 피난 안전성 확보를 위한 터널 기계설비 공사입니다.

율현터널은 수서역에서 출발하여 평택역까지 터널 길이가 61.4㎞이며 평균 60m 깊이의 지하터널입니다. 수서~평택 구간의 90% 이상이 지하터널인 셈입니다. 전 구간이 지하로 운행되지만 승객들은 지하로 가는 것을 느끼지 못할 정도로 쾌적한 환경 조성을 위해 최선을 다하고 있습니다.

기계설비는 제1공구 (주)세화이엔지 외 2개사, 제2공구 (주)송현엔지니어링 외 1개사, 제3공구는 충남건설 외 3개사가 시공하고 있습니다. 지난 2014년 12월 20일부터 공사를 시작하여 오는 8월 30일 완공을 목표로 제1공구의 경우 현재 76% 정도 공사가 진행되고 있습니다.

율현터널은 철도시설공단 사상 처음으로 기계설비가 분리발주된 현장입니다. 세화이엔지에서는 이 현장이 향후 철도시설공단의 분리발주 확대에 영향을 미칠 것이라는 판단 아래 터널공사 경험이 많은 저를 투입시켰습니다. 철도시설공사 최초로 분리발주 현장인데다 세화이엔지 본사 소재지가 전남 광주에 위치해 있다 보니 처음에는 규모가 작은 업체인줄 알고 조금 우려하였으나 지금은 '세화이엔지=터널 기계설비공사 전문업체'라는 인식이 확고히 잡혀있습니다.

분리발주 현장은 노반과 동등한 입장에서 시공하기 때문에 크고 작은 문제를 공유하면서 톱니바퀴처럼 맞물려 함께 풀어나가다 보니 여러가지 잇점이 많습니다. 1공구는 노반에서 골조가 끝난 상태에서 늦게 기계설비가 발주되다 보니 이미 만들어진 구조물에 기계설비의 장비나 자재 등을 끼워 맞춰야 하는 상황이 벌어졌습니다. 예를 들면 송풍기 자체는 몸집이 큰데 노반은 송풍기보다 작게 구조물이 형성되었던 것입니다. 더구나 작업공간이 협소해서 시공상 많은 어려움이 있었지만 노반과 함께 적극적인 협력을 통해 슬기롭게 극복해 나갔습니다.

송풍기(외)

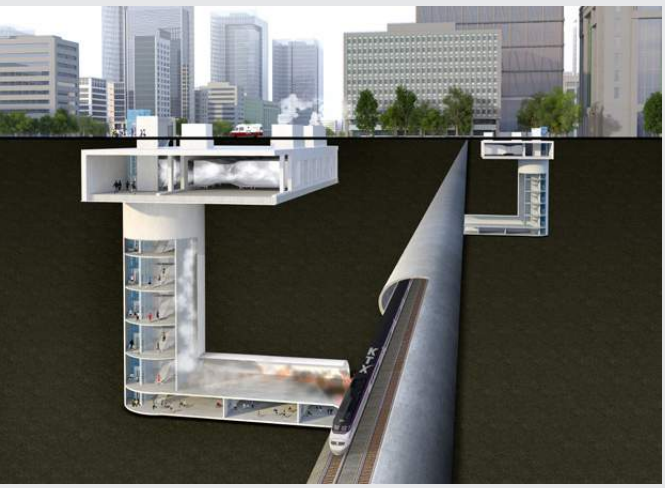
송풍기(내)

터널 기계설비는 자동제어 역할이 매우 중요합니다. 모든 노선이 지하구간이어서 수서역과 동탄역에서 원격으로 감시하고 제어해야 하기 때문입니다.

각 수직구 송풍기실 및 집수정에 설치된 원격제어반에서 장비 운전상태 및 집수정 펌프 운전상태 정보는 통신 광케이블망을 이용하여 동탄역 및 수서역의 중앙감시반으로 전송되어 터널 기계설비 장비를 제어하게 됩니다.

기계설비 모니터링 상황실은 동탄역 시설사업소에 설치하고 수서역사에는 보조로 설치됩니다. 상황실에서는 축류송풍기(61대)를 비롯하여 제연송풍기(35대), 수중펌프(96대) 감시기능, 엘리베이터(17대)를 실시간으로 감시하게 하게 됩니다.

지하구간은 붕괴사고가 발생할 경우 대피가 어렵기 때문에 구조물 공사를 철저히 시공하였고 장마철에 발생하는 침수에도 대비하기 위해 수직구마다 배수펌프를 설치하여 수직배관을 따라 약 50~70m 위로 퍼올려서 배출시키게 됩니다.



화재발생 시 수직구 대피 개념도

터널 안에는 5~6대의 팬을 설치하였습니다. 평상시에는 터널 안의 열 제거를 목적으로 한대만 가동되고, 여름철에는 내부온도가 외부온도보다 4℃ 이상 올라가면 1~2대 더 가동되며, 화재가 발생했을 경우 전체가 풀가동 됩니다.

터널 구간에는 4㎞이내에 각 수직구(18개소)가 있고, 수직구 내 환기시설 및 비상시 대피 시설이 있습니다. 지하 60m 깊이에 지상 구조물까지 합하면 수직구 길이는 약 70m 정도입니다. 70여 미터 수직으로 뻥 뚫린 곳에서 작업을 해야 하기 때문에 고소작업 위험이 가장 큰 부담이어서 안전관리를 철저히 하였습니다. 또 일반 건축설비 현장보다 고소작업이 많고 작업공간도 협소하여 시공에 애로가 많았습니다. 우선 화재 발생을 우려해 되도록 용접작업을 자제하고 주로 글로브 조인트로 시공했습니다. 또한 수직이어서 자재 투입이나 반출이 어렵기 때문에 100톤 짜리 크레인을 동원하는 등 장비 의존율이 높았습니다. 작업공간이 협소한 곳은 장비 투입도 어려워 인력으로 해결해야 하는 구간도 있었습니다.

일반적인 현장은 건축물 속에 기계설비가 투입되는 개념이지만, 터널기계 제1공구 현장에서는 수서역사와 주박기지 및 수직구 1~4 등이 동시에 진행되기 때문에 한 업체가 7~8개 공정을 한꺼번에 추진해야 합니다. 또한 각 구간별로 4㎞ 정도 떨어져 있을 뿐만 아니라 모든 현장이 지하에 있기 때문에 지하와 지상을 오르내려야 하고 어두운 곳에서 작업해야 하므로 시공에 매우 신중을 기해야 하는 등 관리가 힘든 현장입니다.

설계변경도 많았습니다. 처음에는 엘리베이터 안전시설, 터널 내 화재 시 연결 송수관 설비가 없었지만 추가로 반영하였고, 자동식 소화설비도 추가하였습니다. 특히 소공간 소화장비인 모듈러를 설치하여 화재가 나면 바로 진압될 수 있도록 했습니다.

모든 시공절차는 철도건설사업관리시스템, ITP 및 ITC 등에 의거하여 시공하므로 다른 현장보다는 준비할 서류가 상당히 많았습니다만 시스템 대로 운영하다 보니 오히려 편리한 점이 많았습니다. 무엇보다도 철도시설공단 신승섭 차장님의 관리감독 하에서 각 분야 담당자들과 소통과 협력을 통해 수월하게 진행하고 있습니다.

저는 시공에 있어서 최고의 품질을 지향하는 것이 기술자로서의 책무라고 생각합니다. 또한 품질이나 시공 면에서 절대로 남에게 뒤지지 않겠다는 신념으로 시공에 임하고 있습니다. 세화이엔지가 맡고 있는 터널 1공구의 경우 늦게 발주되어 노반을 바로 뒤따라 가면서 시공하는 상황이지만 8월 30일까지 완공될 수 있도록 최선을 다하겠습니다.

홍형창 서한종합건축사사무소 부장(기계설비 감리)

일반 건축물과 달리 철도시설의 준공 개념은 기차 개통이 곧 준공입니다.

따라서 이 현장의 경우 수서~평택 구간의 고속철도가 개통되어야 준공이 되는 것입니다. 그러나 각 시공분야마다 준공이 조금씩 다릅니다. 예를 들어 율현터널 기계설비의 경우 오는 8월 30일이 준공 예정일 입니다.

현재 수서역사는 90% 이상 진행되고 있으며 기계설비 터널공사는 8월 말까지 준공을 예상으로 공사를 진행하고 있습니다. 터널 기계설비는 노반이나 환기실 같은 구조물이 만들어진 후 후속공정으로 시공하다 보니 조금 늦게 진행되고 있습니다.

철도에서는 중요도가 노반, 신호, 전기, 건축, 기계 순 입니다. 건축에서와 같이 철도분야에서도 기계분야의 역할이 매우 중요함에도 불구하고 타 분야에 밀리고 있습니다. 그러다 보니 철도분야 기계 감리원도 많지 않습니다.

철도시설공단은 건축, 토목, 기계 등의 분야 각 파트별로 감리들이 따로 있기 때문에 관련분야 감독관들과 곧바로 협의를 통해 공사를 진행하고 있습니다.

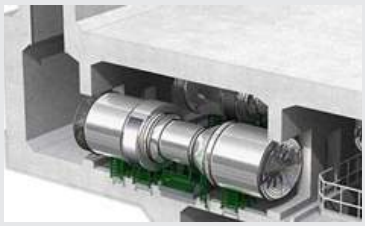
저는 수서역사 기계설비 감리를 맡고 있습니다. 감리 본연의 역할인 계획된 대로 시공되는지의 여부와 품질관리, 공사관리 등에 대한 지도 및 확인을 하고 있습니다.

수서역사와 율현터널 시공 중 건축 쪽에서 설계변경이 많았기에 기계설비 역시 많은 설계변경이 있었습니다. 이 과정에서 기계설비의 품질이 저하되지 않도록 시공사들과 소통 및 협력을 통해 감리활동을 하고 있습니다.

철도시설공단의 신승섭 차장님 마인드는 발주처는 행정업무를 지원해 주고 현장 일은 시공업체가 주도적으로 해야 한다고 생각하기 때문에 시공사와 감리원 등 현장 기술자들을 상당히 존중해 주고 있습니다. 또 기술, 행정 등의 분야에서 10개 넘는 자격증과 2개의 기술사를 보유하고 있음에도 겸손하시고 시공과 감리를 항상 동등하게 생각하며 서로의 입장을 이해하고 존중해 주는 감독님과 함께 일하게 되어 매우 행복합니다.

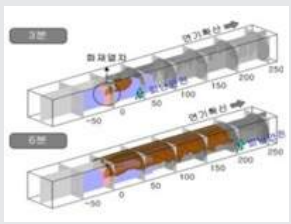
국민의 꿈과 희망을 실어나르는 수도권도시철도가 개통되는 날까지 감리업무에 매진하겠습니다.

현장갤러리


본선환기 및 제연

본선환기 및 제연

인양설비


제연 시뮬레이션

자동제어설비

Blast Damper

방화문

승강설비

수서정거장(수서정거장 환기실, 집수정 배수배관 진행과정)

주박기지 (환기실 및 송풍기, 방음시설, 배수배관 설치 작업 진행과정)

수직구#1 (수직구 및 환기실 공사 진행과정)

수직구#2(노반 수직구 환기실 및 기계공사 진행과정)

수직구#3(노반공사중, 환기실공사 진행과정)

수직구#4(노반 수직구 환기실 및 기계공사 진행과정)