연구원-2024-38-534.9607호

2024년도 연구보고서

BIM 기반 구조물 디지털 유지관리 정보 활용방안 연구

A Study on the Application method of Digital Information for Structural Maintenance based on BIM

이병주 · 구본성 · 남문석 · 윤성환 · 강형택

한국도로공사 도로교통연구원

연구원-2024-38-534.9607호

2024년도 연구보고서

BIM 기반 구조물 디지털 유지관리 정보 활용방안 연구

A Study on the Application method of Digital Information for Structural Maintenance based on BIM

이병주 · 구본성 · 남문석 · 윤성환 · 강형택

한국도로공사 도로교통연구원

연구진

한국도로공사 도로교통연구원

연구책임자 : 이병주(구조물연구실 선임연구위원)

참여연구원 : 구본성(구조물연구실 수석연구원)
남문석(구조물연구실 연구위원)
윤성환(구조물연구실 책임연구원)
강형택(구조물연구실 선임연구위원)

공동연구기관 : ㈜스펙엔지니어링, (주)한길아이티

연구용역명 : 구조물 BIM 정보관리 체계 적용성 분석 및 고도화 연구

용역책임자 : 공민준((주)스펙엔지니어링 상무)

세부책임자 : 윤정현((주)스펙엔지니어링 대표이사)
채현수((주)한길아이티 부장)

참여연구원 : 김윤태((주)스펙엔지니어링 이사)
김문옥((주)스펙엔지니어링 이사)
박종호((주)스펙엔지니어링 이사)
김한빛((주)스펙엔지니어링 과장)
여대준((주)스펙엔지니어링 사원)
최정식((주)스펙엔지니어링 사원)
임시홍((주)한길아이티 이사)
서현식((주)한길아이티 부장)
김소영((주)한길아이티 부장)
이리나((주)한길아이티 부장)
김형준((주)한길아이티 과장)

Contents

목 차 ····· i
표 목 차 ····· iii
그림목차 ····· iv
요 약 문 ····· vi
ABSTRACT ····· vii

제1장 서 론 ····· 1

1.1 연구배경 및 목적 ····· 1

1.2 연구내용 ····· 5

제2장 BIM 유지관리 현황 분석 ····· 6

2.1 디지털 유지관리 정보의 정의 ····· 6

2.2 국내외 구조물 디지털 유지관리 활용사례 ····· 11

2.2.1 국내사례 ····· 11
2.2.2 해외사례 ····· 13

2.3 구조물 주요부재별 디지털 유지관리 정보 항목 분류 ····· 14

제3장 BIMEX 고도화 ····· 16

3.1 BIMEX의 정의 ····· 16

3.2 개발 방향 ····· 17

3.3 주요 개발 내용 ····· 19

3.3.1 교량 형식별 3D 모델 자동생성 ····· 19
3.3.2 손상정보 일괄 등록 ····· 19
3.3.3 부재별 손상등급 및 보수현황 시각화 ····· 20
3.3.4 외관조사망도 맵핑 ····· 20
3.3.5 첨단 스마트 장비 조사결과 맵핑 ····· 21
3.3.6 주요 부재별 팝업 상태표시 ····· 23

3.4 사용자 편의성 향상을 위한 기능 고도화 ····· 24

3.4.1 모델링, 데이터 입력 및 생성자료 출력 문제점 보완 ····· 24
3.5 기존 외관조사망도의 BIMEX 연계 툴 개발 ····· 25
3.5.1 2D 외관조사망도 3D 변환 체계 ····· 25
3.5.2 기존 2D 외관조사망도 dxf 파일 병합 및 BIMEX 연계 ····· 27

제4장 TEST BED 구축 및 시험운영 ····· 36

4.1 시범운영 Test Bed 구축 ····· 36
4.2 BIM 생성 및 유지관리 DB 입력 ····· 37
4.2.1 시범교량 BIM 생성 ····· 37
4.2.2 기존 유지관리 DB 입력 ····· 42
4.2.3 A교 정밀점검 시행 ····· 52
4.3 BIMEX 효용성 평가 ····· 60
4.4 제안사항 및 운영상 요구사항 ····· 62
4.4.1 정보의 작업성 및 사용성 제고를 위한 자료 작성 기준 제안 ····· 62

제5장 효율적 정보입력 및 관리를 위한 제도 제안 ····· 64

5.1 기존 관련 지침과의 상충사항 도출 및 개선방안 마련 ····· 64
5.2 3D 유지관리 업무 수행시 문제점 및 해결 방안 ····· 65

제6장 BIM 기반 디지털 유지관리 정보 활용방안 ····· 68

6.1 디지털 유지관리 정보 표준화 ····· 68
6.2 BIMEX를 활용한 디지털 유지관리 정보 활용 ····· 69

제7장 결 론 ····· 70

참 고 문 헌 ····· 73

부록. BIMEX 사용자 매뉴얼 ····· 74

| 표목차 |

표 1.1 연구수행 내용 및 범위 ····· 5
표 2.1 유지관리 업무 분류 및 필요 정보 ····· 7
표 4.1 바닥판 외관조사 결과 ····· 52
표 4.2 강박스 거더 내부 외관조사 결과 ····· 53
표 4.3 강박스 거더 외부 외관조사 결과 ····· 54
표 4.4 2차부재(가로보) 외관조사 결과 ····· 54
표 4.5 교대 외관조사 결과 ····· 55
표 4.6 교각 외관조사 결과 ····· 56
표 4.7 교량받침 외관조사 결과 ····· 56
표 4.8 신축이음장치 외관조사 결과 ····· 57
표 4.9 교면포장 외관조사 결과 ····· 58
표 4.10 방호벽 외관조사 결과 ····· 58
표 5.1 유지관리 업무 상충사항 검토결과 ····· 65
표 5.2 기존 유지관리 업무절차상 문제점 도출 및 해소방안 ····· 67
표 6.1 디지털 유지관리 정보의 표준화 및 활용도 제고방안 ····· 69

| 그림목차 |

그림 1.1 노후교량 현황 및 소요 유지관리 비용 ····· 1
그림 1.2 스마트 유지관리 개념 ····· 2
그림 1.3 한국도로공사에서 운용중인 스마트 점검장비 현황 ····· 2
그림 1.4 BIMEX 개요도 ····· 4
그림 2.1 구조물 디지털 유지관리 정보의 업무체계 ····· 6
그림 2.2 교면 및 바닥판 조사장비(GPR) ····· 8
그림 2.3 구조물 3D 진단시스템(ARGOS) ····· 9
그림 2.4 구조물 3D 진단시스템(ARGOS) ····· 10
그림 2.5 교량유지관리시스템(HBMS) 현황 ····· 11
그림 2.6 Virtual Singapore Project 사례 ····· 13
그림 2.7 영국 National Digital Twin 타임라인 ····· 14
그림 3.1 BIMEX 개요도 ····· 16
그림 3.2 부재 템플릿 라이브러리 조합 및 부재 상세제원 수정 기능 ····· 17
그림 3.3 단면제원 수정 기능 ····· 18
그림 3.4 Excel Import를 통한 상태등급 평가 자동화 결과(예시) ····· 19
그림 3.5 화면분할에 의한 부재별 상태등급 시각화 표출 결과 ····· 20
그림 3.6 외관조사망도 자동맵핑 방법 ····· 21
그림 3.7 첨단조사 장비 GPR 조사결과 BIM 맵핑 결과 ····· 23
그림 3.8 2D 외관조사망도의 3D 변환 프로그램 및 데이터 처리과정 ····· 25
그림 3.9 외관조사망도의 dxf의 전처리 ····· 27
그림 3.10 기준점 지정 ····· 28
그림 3.11 꼭지점 block 정의 ····· 29
그림 3.12 손상 정보 내용 block 정의 ····· 29
그림 3.13 BIMEX 생성파일 기준점 지정 ····· 30
그림 3.14 맵핑프로그램 실행 ····· 31
그림 3.15 BIM모델 맵핑 결과 ····· 31
그림 3.16 STB 형식 작업 결과 ····· 32
그림 3.17 PSC I 형식 작업 결과 ····· 33

그림 3.18 SLAB 형식 작업 결과 ····· 34
그림 4.1 GIS 상 모델생성 교량 현황 ····· 36
그림 4.2 BIM 유지관리 시범적용 프로세스 ····· 37
그림 4.3 대상교량 형식별 BIM 생성결과 및 세부형상(대표예시) ····· 42
그림 4.4 A교 현황 및 BIM 모델 생성 ····· 45
그림 4.5 A교 3D 모델 현황 및 유지관리 DB 맵핑 결과 ····· 47
그림 4.6 A교 유지관리DB-외관조사망도 입력 결과 ····· 49
그림 4.7 A교 유지관리DB-외관조사망도 다차년도 자료 입력 결과 ····· 51
그림 4.8 드론 및 도보를 이용한 근접조사 전경 ····· 52
그림 4.9 바닥판 주요 손상현황 ····· 53
그림 4.10 강박스 거더 내부 주요 손상현황 ····· 53
그림 4.11 강박스 거더 외부 주요 손상현황 ····· 54
그림 4.12 2차부재(가로보) 주요 손상현황 ····· 55
그림 4.13 교대 주요 손상현황 ····· 55
그림 4.14 교각 주요 손상현황 ····· 56
그림 4.15 교량받침 주요 손상현황 ····· 57
그림 4.16 신축이음장치 주요 손상현황 ····· 57
그림 4.17 교면포장 주요 손상현황 ····· 58
그림 4.18 방호벽 주요 손상현황 ····· 59
그림 4.19 외관조사망도 3D 맵핑 결과 ····· 59
그림 4.20 BIM 교량 유지관리 DB 표출 직관화 ····· 61
그림 4.21 기존 유지관리와 BIM 유지관리의 비교 ····· 62
그림 6.1 BIMEX의 서버 시스템 ····· 68

요 약 문

최근 발전된 4차산업 기술이 기존 유지관리 업무와 융합되면서 스마트 유지관리라는 새로운 업무가 창출되고 구조물 점검 및 분석기술 또한 급속도로 발전하고 있다. 이러한 혁신적인 방법을 통해 얻어진 구조물 유지관리 정보는 중요한 가치를 가지고 있지만 대부분 대용량 정보로 생산되기 때문에 운용하는데 어려움이 따른다. 유지관리 정보를 관리하기 위해 현재 운영 중인 교량유지관리시스템(BMS)은 2000년 초반 2D 텍스트 기반 시스템으로 개발되었기 때문에 스마트 유지관리를 통해 생산되는 대용량 정보들을 수용하고 관리하는데 한계가 있다.

BIM은 디지털 기반 3차원 정보관리 체계로 업무 효율성을 향상시킬 수 있는 장점이 있어 설계와 시공에 주로 활용되고 있고 최근 유지관리 업무에도 적극적으로 도입되는 추세이다. 따라서, 본 연구에서는 다양한 정보와 빅데이터를 용이하게 수용할 수 있고 정확한 디지털 데이터에 기반하여 구조물을 효율적으로 관리할 수 있는 BIM 기반 교량 유지관리 플랫폼 **BIMEX**(Bridge Information Model for EXpressway)을 개발하고 이를 실증을 통해 효과적으로 실무에 활용할 수 있는 제도적인 방안을 제시하는 데 그 목적이 있다.

본 연구에서는 유지관리 업무를 통해 생산되는 디지털 정보를 효율적으로 활용하기 위해 BIMEX의 개발 및 고도화, 실증을 통한 디지털 정보의 활용도 제고방안 마련 등의 연구를 수행하였다. 먼저, BIMEX 개발 및 고도화 부분에서는 (1) 교량의 기본정보 입력만으로 3D BIM 모델을 자동 생성할 수 있는 방법, (2) 2D 외관조사결과를 3D 디지털 모델에 맵핑하는 방법, (3) 손상물량을 집계하여 상태평가와 위험도 지수를 자동으로 산출하는 기법, (4) GPR 및 드론 등 첨단 조사 장비의 결과를 3D BIM 모델에 맵핑하는 방법 등 기술을 개발하였다. 두 번째, 실증 및 활용도 제고방안 마련에서는 (5) Test Bed를 구축하여 BIM기반 교량 유지관리 운영 상의 문제점을 분석하고 개선사항을 도출하였고 (6) 기존 정보관리 방법과 3차원 디지털 체계 관리방법의 상충사항 도출 및 해결방안 마련, (7) BIM 기반 디지털 유지관리 정보의 활용방안 제시 등의 세부 연구를 수행하였다.

본 연구를 통해 개발한 BIM 기반의 유지관리 체계를 현재 공용중인 9,796개 교량의 정보관리업무에 활용하게 되면 효율적 업무 프로세서에 의해 약 20%의 유지관리 비용이 절감될 것으로 추산되며, 정량적이고 직관적인 디지털 데이터를 기반으로 하기때문에 보수보강방법 선정 등에서 합리적인 의사결정이 이루어질 것으로 판단된다.

ABSTRACT

BIM is a technology that is primarily used in design and construction, but it has recently been actively introduced into maintenance because it has the advantage of improving work efficiency. In addition, with the advent of new technologies such as AI, VR/AR, and drones, bridge inspection and surveying methodologies have developed rapidly. Maintenance information obtained through innovative methods is valuable but massive in quantity. Bridge maintenance systems (BMS) in operation are mainly text-based systems, which have limitations in data management. BIM, a 3D-based management system, can easily accommodate a variety of information and big data generated from bridge maintenance. Therefore, in order to perform bridge maintenance tasks more easily, accurately and efficiently, we are developing BIM-based bridge maintenance platform BIMEX (Bridge Information Model for EXpresshway).

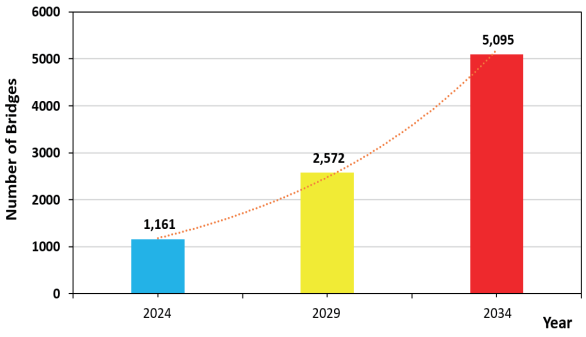
So far, the ability to automatically create a 3D BIM model with just the input of basic bridge information, the ability to convert a 2D damage map into a 3D map, the ability to automatically calculate the status rating and risk index by aggregating the amount of damage, and the ability to map the results of advanced investigation equipment such as GPR and drones to a 3D BIM model have been developed and are being tested on the actual maintenance site. The key issue of this development project is the construction of a 3D model for an existing bridge of 10,000 and how to operate digital data.

In the future, we would like to evaluate the effectiveness of the development system through time-based application while implementing technical supplements necessary for system operation, and suggest institutional standards and mid- to long-term promotion directions that allow it to be flexibly settled in practice in connection with the existing bridge maintenance system (BMS).

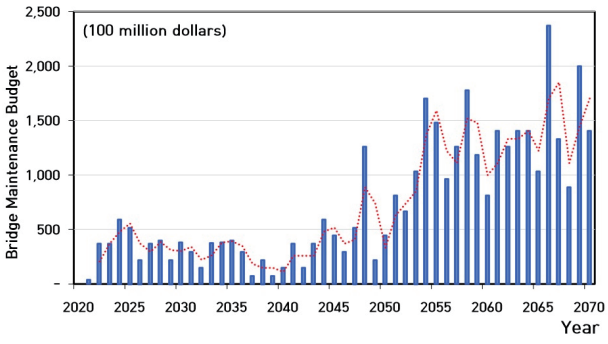
제 1 장 서 론

1.1 연구배경 및 목적

2024년 말 현재 고속도로 구조물은 교량 9,796개소, 터널 1,111개소, 암거 10,137개소 등 총 21,044개소이다. 공용기간이 증가함에 따라 구조물은 지속적으로 노후화되므로 세심한 관리가 요구된다. 더욱이 최근에는 고온화 현상, 동절기 제설제 사용 등 관리 환경이 크게 변화되어 구조물의 노후화 진행속도는 급격히 빨라지는 추세이다. 그림 1.1(a)와 같이 보수보강 또는 개축이 요구되는 30년 이상 경과한 노후교량은 현재 1,161개소로 전체 교량 중 12%의 비중을 차지하고 있으나, 5년이 경과한 2,029년에는 2,572개소로 전체의 26%, 10년이 경과한 2,034년에는 5,095개소로 전체의 52%를 차지하게 되며, 이에 따라 보수, 보강, 개축 등에 소요되는 유지관리 비용은 그림 1.1(b)와 같이 천문학적으로 증가할 것으로 예상된다.



(a) 30년 경과 고속도로 노후교량 수



(b) 년도별 보수보강 및 개축 비용(예측)

그림 1.1 노후교량 현황 및 소요 유지관리 비용

일반적으로 구조물 유지관리 담당자는 주요 업무인 점검업무 외에도 보수·보강공사, BMS 관리, 구조물 관련 예산의 편성과 집행 그리고 유지관리 부대 행정 등 다양한 업무를 수행한다. 현 상황에서 구조물 유지관리 업무를 체계적으로 수행하기에는 시간이 턱없이 부족한 실정이며, 또한, 안전에 대한 국민적 인식이 고조된 현시점에서 볼 때 작업 시 안전관리, 작업장 관리 및 교통차단 등에 관한 일들도 다양하게 부가되고 있는 실정이다.



그림 1.2 스마트 유지관리 개념

최근 구조물 유지관리에 IoT, 로봇, VR/AR 및 AI 등 4차 산업기술이 융합된 스마트 유지관리기법이 보편화되고 있다. 스마트 유지관리는 그림 1.2와 같이, 다양한 점검 장비를 사용하여 구조물의 상태를 신속하게 조사하고, 이로부터 산출된 대용량 정보들을 AI 분석기법을 활용하여 안전성과 건전도를 자동으로 평가한 다음, 업무 담당자에게 보수보강 방법의 선택 등 연행되는 업무를 신속하게 결정할 수 있도록 지원하는 의사결정지원 체계이다.

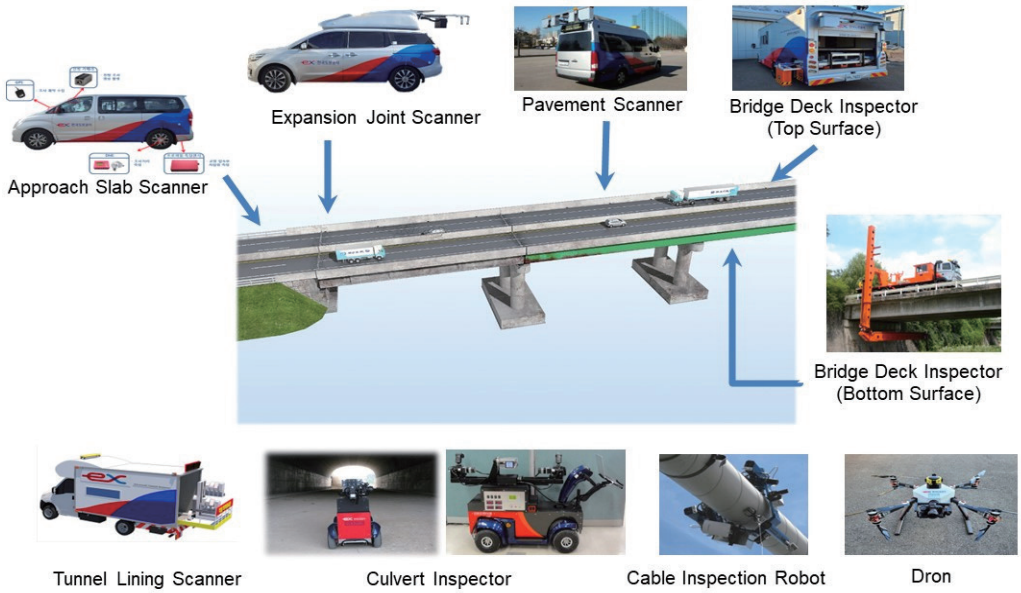


그림 1.3 한국도로공사에서 운용중인 스마트 점검장비 현황

현재, 한국도로공사에서는 스마트 유지관리에 그림 1.3과 같이 다양한 조사장비들을 활용하고 있고, 이 장비들을 통해 많은 유지관리 정보들이 생산되고 있다. 이들 정보들은 디지털화된 이미지, 동영상, 실시간 계측자료 및 위치좌표 클라우드 포인트 데이터 등이며, 이에 더해 기존의 손상자료, 보수보강이력 등을 합치면 유지관리 정보는 폭발적으로 증가하고 있음을 알 수 있다. 2D 기반 및 Text 위주로 관리되고 있는 현재의 교량유지관리시스템(BMS)으로는 정보 수용 및 관리에 한계가 있을 수밖에 없다.

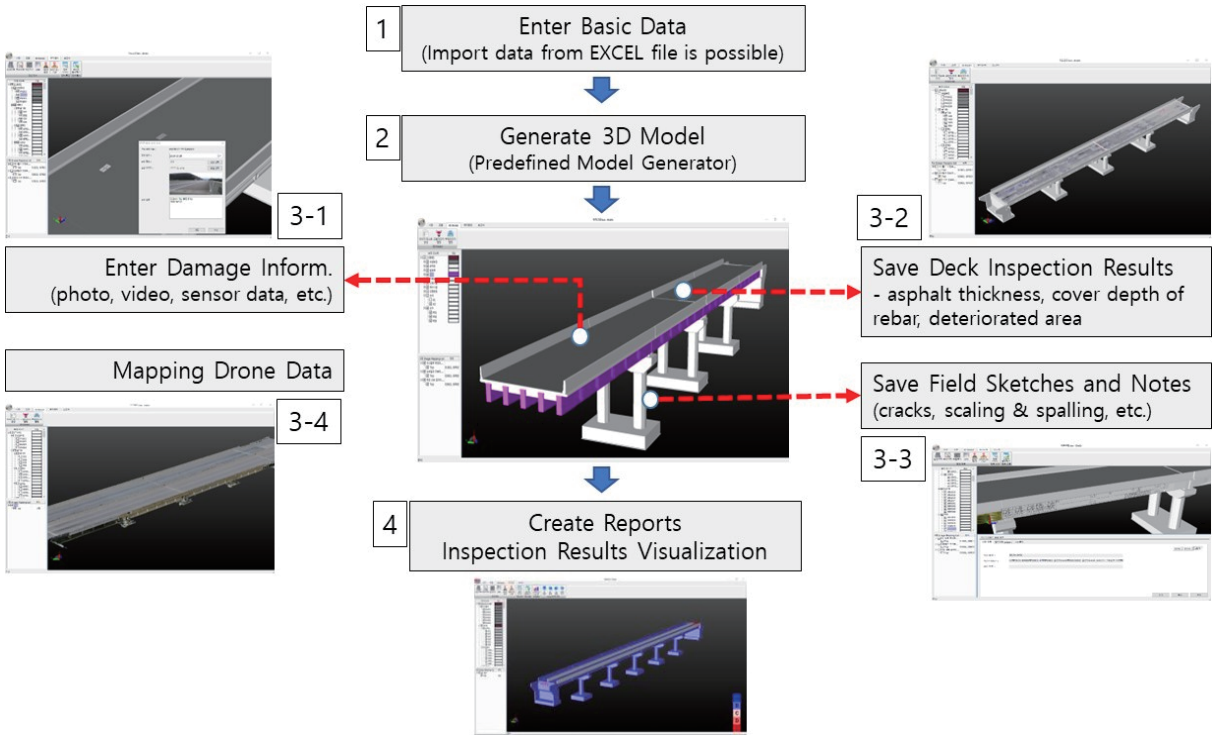
따라서, 현재 유지관리 정보를 관리할 때 나타나는 문제를 해결하기 위해서는 체계적으로 업무를 수행할 수 있는 프로세서를 포함하고 효율적인 예산의 관리·집행이 가능한 새로운 형태의 정보관리 체계가 필요하므로, 본 연구에서는 최근 부각되고 있는 BIM 기술에 기반하는 3D 교량 유지관리 체계를 개발하여 정보관리 업무에 활용하고자 한다. BIM(Building Information Modeling)은 시설물의 생애주기 동안 발생하는 모든 정보를 3차원 모델을 기반으로 통합하여 생애주기 동안 생성되는 정보와 절차를 표준화된 방식으로 상호 연계하고 디지털 협업이 가능하도록 하는 새로운 디지털 전환체계를 말한다. 해외에서는 영국, 싱가포르, 미국 및 일본 등 선진국을 중심으로 시설물 관리에 BIM 기반 디지털 체계로의 전환을 진행중에 있다.

현재 BIM은 건설 전주기 과정에서 활발히 적용되고 있다. 특히, 설계단계에서는 BIM을 활용한 물량검토, 구성부재 및 재료의 간섭체크 등 다양한 용도로 활용되고 있으며, 국토 교통부에서는 2020년부터 500억원 이상 도로사업에 BIM 설계를 의무화하였다. 마찬가지로 우리공사에서도 2021년부터 500억원 이상 도로사업에 BIM 설계를 전면 도입하도록 규정하고 있다. 시공단계에서도 공정관리와 시공과정 검토 등에 활발하게 적용되고 있다.

하지만, 유지관리 단계에서는 BIM 기반 유지관리 체계의 운용사례가 전무한 상태이며, 또한 BIM 기반 정보관리체계를 도입하게 되면 많은 혼란이 발생할 가능성이 있다. 왜냐하면 신설되는 구조물은 설계과정에서부터 BIM을 이용하여 모델을 만들고 이를 시공 및 유지관리 단계로 연계하여 사용할 수 있지만, 공용 중인 교량은 BIM 모델이 없기 때문에 향후 BIM 유지관리가 전면 시행될 경우 신설 교량과 공용 교량 사이에 관리상 문제가 발생할 수밖에 없다.

이러한 구조물 유지관리 환경변화에 대비하기 위하여, 고속도로 공용교량을 대상으로 하는 교량 BIM 유지관리 플랫폼(BIMEX ; Bridge Information Model for EXpressway)을 개발하였다(그림 1.4). 이 BIMEX는 BIM기술을 기반으로 하는 3D 정보관리 체계로 설계, 시공 과정에서

산출되는 기초자료뿐만 아니라 교량유지관리 상 발생하는 다양한 정보와 빅 데이터들을 용이하게 수용할 수 있고 향후 도래할 스마트관리시대를 효과적으로 대비할 수 있는 새로운 체계이다.



BIMEX의 특징

◈ 3차원 가상 구조물 자동 시뮬레이션 및 기존 유지관리 DB 연계
◈ (표준화된) 고속도로 교량에 최적화된 디지털 유지관리 체계
◈ 정확한 위치에 손상입력 및 통계처리를 통한 과학적 관리기법 적용

그림 1.4 BIMEX 개요도

본 연구의 목적은 기 개발 시작품(BIMEX)을 교량 유지관리 현장에 시범적으로 적용하여 새로운 시스템의 효용성을 평가하는 동시에 운용에 필요한 기술적인 보완을 실시하며, 기존 교량 유지관리 시스템(BMS)과 연계하여 실무에 유연하게 안착될 수 있도록 하는 제도적인 기준과 중장기 추진 방향을 제시하는 것이다.

1.2 연구내용

각 연차별 세부 연구내용은 표 1.1과 같다.

표 1.1 연구수행 내용 및 범위

구분	연구개발목표	연구개발내용	연구개발범위
1차년도 (2023년)	o TEST BED 구축 o 플랫폼 시험운영	o 디지털 유지관리 정보 종류 및 활용성 분석 - 국내외 사례조사 및 현황분석 o TEST BED 선정 및 디지털 유지관리 플랫폼 시범구축 o 플랫폼 시험운영 - BIM생성 및 기존자료DB 입력 - 분기별 유지관리 정보 업데이트 o 보완・개선사항 도출	o TEST BED 선정 및 시험운영
2차년도 (2024년)	o 플랫폼 시험운영 o 고도화 및 효용성증대 o BIM 정보관리체계 정립	o 플랫폼 시험운영 - 분기별 유지관리 정보 업데이트 o 디지털 정보 수용 및 사용성 향상을 위한 BIM 플랫폼 성능 고도화 - BIM과 점검 및 진단작업 결과 연계방법 고도화 o BIM 기반 디지털 유지관리 정보 활용방안 제시 - 교량 BIM 유지관리체계 적용 기준 마련 - 교량 BIM 유지관리 체계구축 중장기 로드맵 제시	o 시험 적용 및 보완 o 효용성 검토 o 실용화 방안 마련

제 2 장 BIM 유지관리 현황 분석

2.1 디지털 유지관리 정보의 정의

구조물 유지관리를 위해 필요한 디지털 정보는 온라인 및 오프라인의 공유 환경에서 디지털 파일 형태로 용이하게 교환이 가능한 무형의 정보를 말하며, 다양한 환경 및 정보의 중요도에 따라 이동 및 교환에 제약이 따를 수 있다. 이 정보는 구조물 유지관리 실무에서 활용되는 것으로 그림 2.1과 같이 내부적 용도뿐만 아니라 관계기관(진단업체, 연구기관, 정부기관 등)과 원활한 교환을 위해 통일된 규칙을 필요로 한다. 정보의 효용성을 높이기 위해서는 공유과정에서 발생하는 문제를 개선하고 보완하여야 하며, 주기적인 업데이트와 관리를 필요로 한다. 이 정보는 궁극적으로 구조물의 자산 관리에 필요한 객관적인 기초 자산이 될 수 있다.

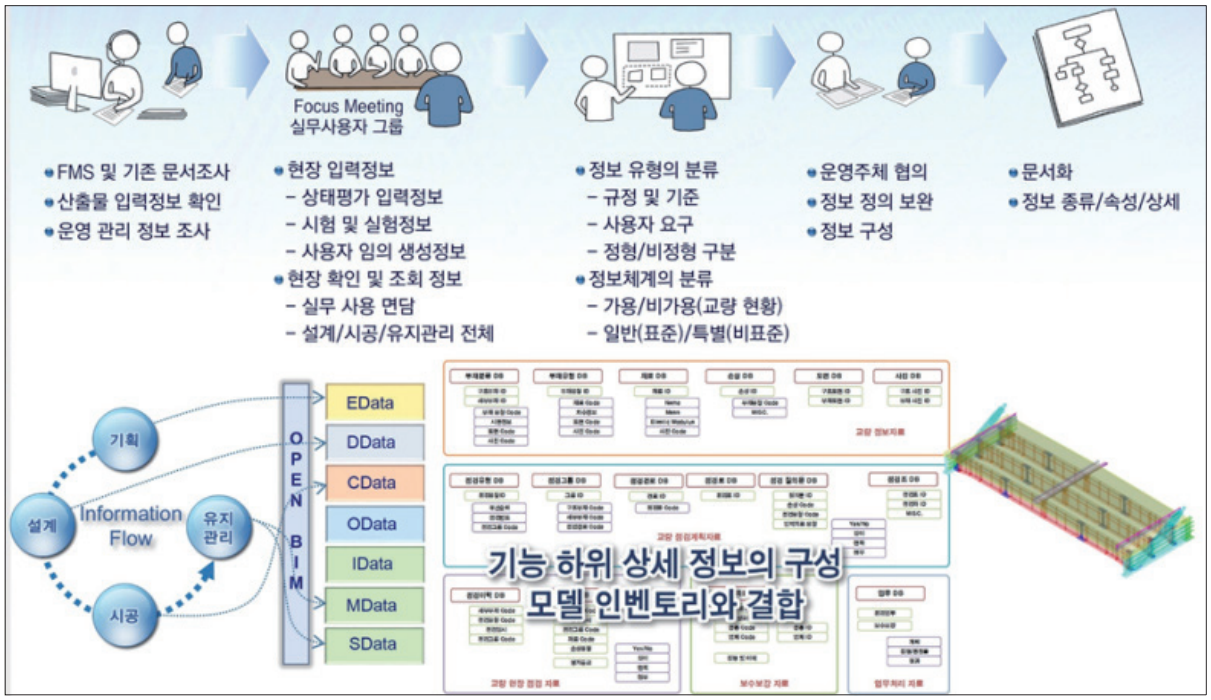


그림 2.1 구조물 디지털 유지관리 정보의 업무체계

구조물 유지관리 업무는 현장에서 이루어지는 조사 및 점검 등의 외업과 사무실에서 현장 조사 결과 정리, 보고서 작업 등의 내업으로 구분할 수 있다. 구조물 유지관리 상에서 발생하는 디지털 정보를 업무분석을 통해 다음 표 2.1과 같이 정리하였다.

표 2.1 유지관리 업무 분류 및 필요 정보

구 분	업무 분류	필요 정보
내 용	- 인벤토리 데이터의 수집 - 점검/진단, 상태 및 내하력 평가 - 보수 물량 산정, 보수/보강/교체 등 의사결정 - 예산 편성 및 분배	- 교량 일반정보 : 위치, 명칭, 형태, 내하력 등 - 각 부재의 설계정보 및 물리적 정보 - 인벤토리 데이터 - 일반 점검 기록 - 상태 및 내하력 평가 보고서 - 보수 및 유지관리 이력 - 집행 유지관리 비용

BIM 기반의 유지관리를 위해서는 업무 수행의 방법과 절차에서 아래와 같은 변화가 요구되며, 이를 반영한 것을 디지털 유지관리 정보라 정의할 수 있다.

- 준공도서 납품을 전자문서 형태로 각 객체단위로 ID가 부여되어 유지관리 시스템 데이터베이스에 일괄적으로 입력될 수 있도록 변경되어야 함
- 점검을 통해 추가로 발생되는 정보는 이력관리를 위해 현재의 점검 보고서에 대한 문서 ID가 부여되고 객체별 및 손상유형별로 검색이 가능하며, 3차원 객체에 연결될 수 있는 형식으로 편집이 가능하여야 함
- 업무에서 가장 많은 시간이 소요되는 외관조사망도 작업은 현장에서 혹은 사무실에서 한 번의 작업으로 입력이 완료되도록 시스템을 구성해야 함
- 기존시스템의 데이터베이스(계측시스템 등 포함)는 유지관리시스템에 연결해서 정보를 표출하거나 활용할 수 있도록 구성되어야 함

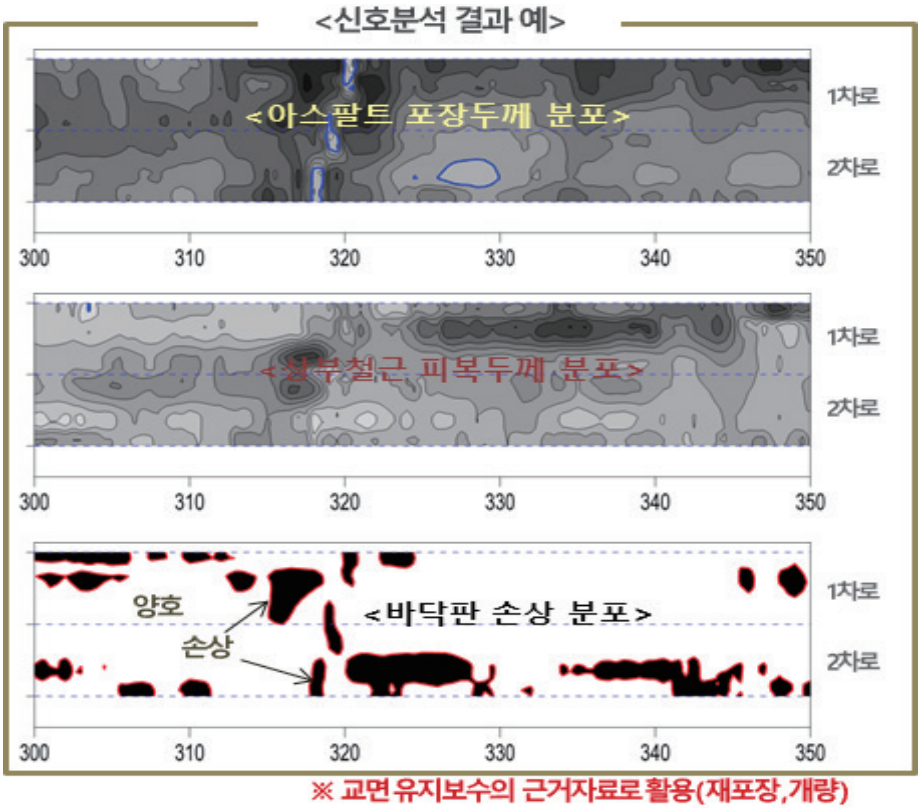
또한, 건설 인프라의 노후화가 진전되면서 유지관리 업무에서 최근 의사결정의 중요성이 강조되고 있다. 국내에서는 설계, 시공, 운영단계의 이력정보를 디지털화하고 산출되는 빅데이터를 활용하여 시설물 평가에 적용한 사례가 조금씩 나타나고 있다. 종래의 업무방식은 업무와 관련된 기술자들의 주관적인 판단에 의해 유지관리 방법과 절차가 결정되고 기술자 수준에 따라 의사결정에서 많은 차이를 보이고 있었다. 새롭게 나타나는 디지털 데이터 활용방식들은 종래의 업무방식을 개선한 것으로써, 누적된 디지털 정보 DB에 의한 신뢰성 평가를 기반으로 하고 있다.

구조물 유지관리 업무에서 디지털 정보는 대부분 그림 1.3과 같은 스마트 점검장비를 운용함으로써 생산된다. 현재 구조물 유지관리를 위해 많은 스마트 점검장비가 운용되고 있지만, 가장 많이 운용되고 데이터가 방대한 몇 가지 장비를 소개하면 다음과 같다.

먼저, 그림 2.2의 교면 및 바닥판 비파괴 조사장비(GPR)가 있다. 이 장비는 교통차단을 최소화하거나 공용 중 인력접근에 애로가 있는 구간에 사용하는 목적으로 개발되었다.



(a) GPR장비 및 바닥판 조사 전경



(b) 바닥판 비파괴 조사결과

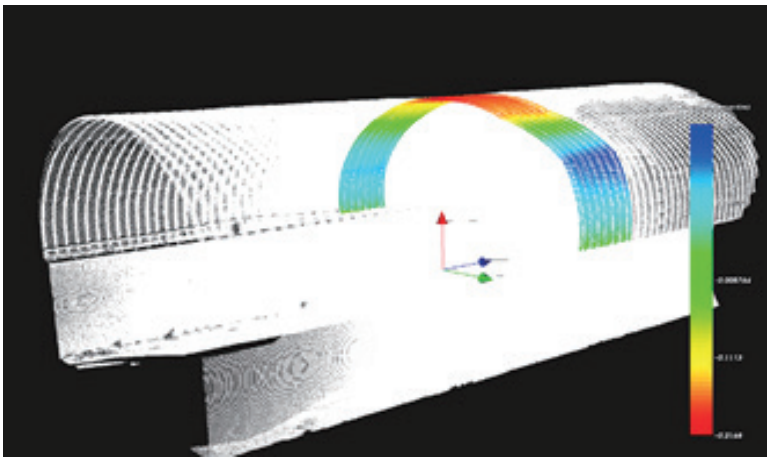
그림 2.2 교면 및 바닥판 조사장비(GPR)

이 차량탑재형 GPR은 고속도로를 차량통제 없이 정상 속도로 주행하면서 교면포장 및 포장 내부 바닥판의 상태를 평가하는 장비로써, 지표투과레이더를 방사시켜 교량 바닥판을 통과시킨 후 반사되는 신호 즉, 유전율 분석하여 아스팔트 포장두께, 바닥판 상부철근의 피복두께 및 바닥판 콘크리트의 손상분포 등을 조사하는 목적으로 사용된다. 현재, 유지관리 현장에서 바닥판의 보수, 재포장 및 개량을 위한 근거자료로써 활용되고 있다.

지중 구조물인 터널 또는 암거는 단면 형상이 일정하고 구조안정성에 문제가 있을 경우 내공변위가 발생한다. ARGOS는 그림 2.3과 같이 정밀 내공변위 측정을 통하여 지중 구조물의 구조안전성을 평가하는 것을 목적으로 개발되었다. 여기에는 3D 증강현실 기법의 대표적인 기술인 레이저 스캐닝과 영상조합 및 처리 기술 등이 적용되었다. 현재 고속도로에 공용중인 약 800개소의 파형강판 구조물의 진단업무에 사용되고 있다.



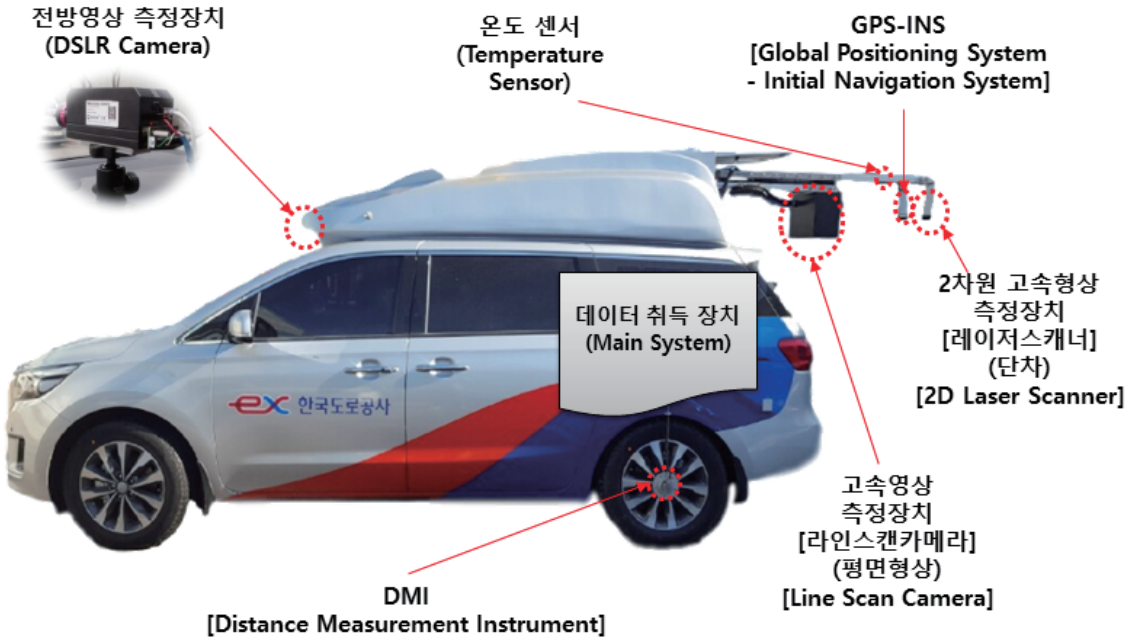
(a) ARGOS 전경



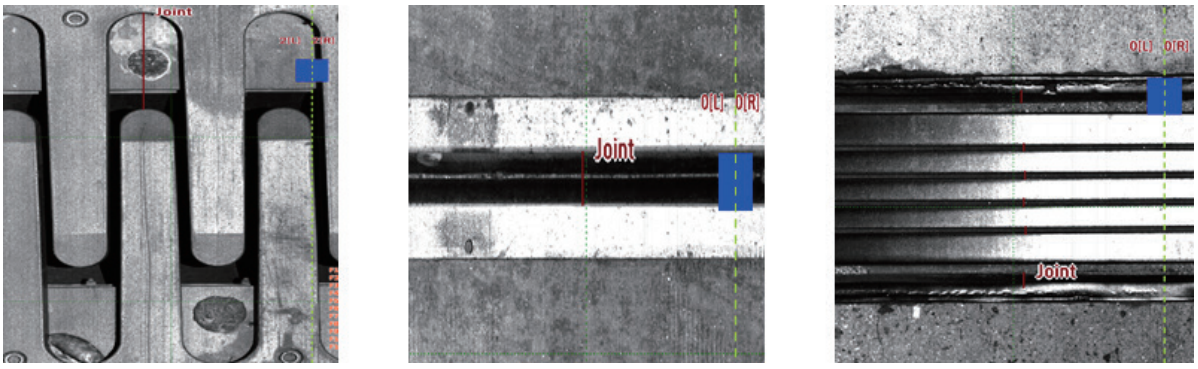
(b) 3D 형상측정 및 구조안정성 검토 결과

그림 2.3 구조물 3D 진단시스템(ARGOS)

NEXUS는 GPR과 마찬가지로 고속도로를 차량통제 없이 고속 주행하면서 교량 신축이음장치의 유간을 측정하고 실시간으로 평가하는 장비로써, 그림 2.4와 같이 레이저스캐너와 라인스캔 카메라 등을 활용하여 신축이음장치의 유간과 단차를 측정하고 측정당시 대기온도와 비교하여 유간의 건전성을 자동으로 평가하는 스마트 점검시스템이다. 최근 고온화 현상으로 교량 유간협착에 의한 구조물 손상과 이로 인한 통행차량의 파손이 빈번하게 나타나므로 한국도로공사에서는 NEXUS를 활용한 유간조사를 통하여 예방적 유지관리를 수행하고 있다.



(a) NEXUS 주요구성 품목



(b) NEXUS를 활용한 신축이음장치 유간조사 결과

그림 2.4 구조물 3D 진단시스템(ARGOS)

하지만, 이들 스마트 유지관리 시스템에서 생성되고 수집되는 정보들은 각기 구조물 유지관리에 개별적으로 활용되고 있고 그림 2.5와 같이 구성된 BMS 정보와 연계가 미흡하여 정밀한 외관상태 평가와 손상원인분석에는 활용하기가 쉽지 않다. 따라서 스마트 유지관리 시스템의 산출 정보를 수용할 수 있는 새로운 플랫폼이 요구되는 실정이다.

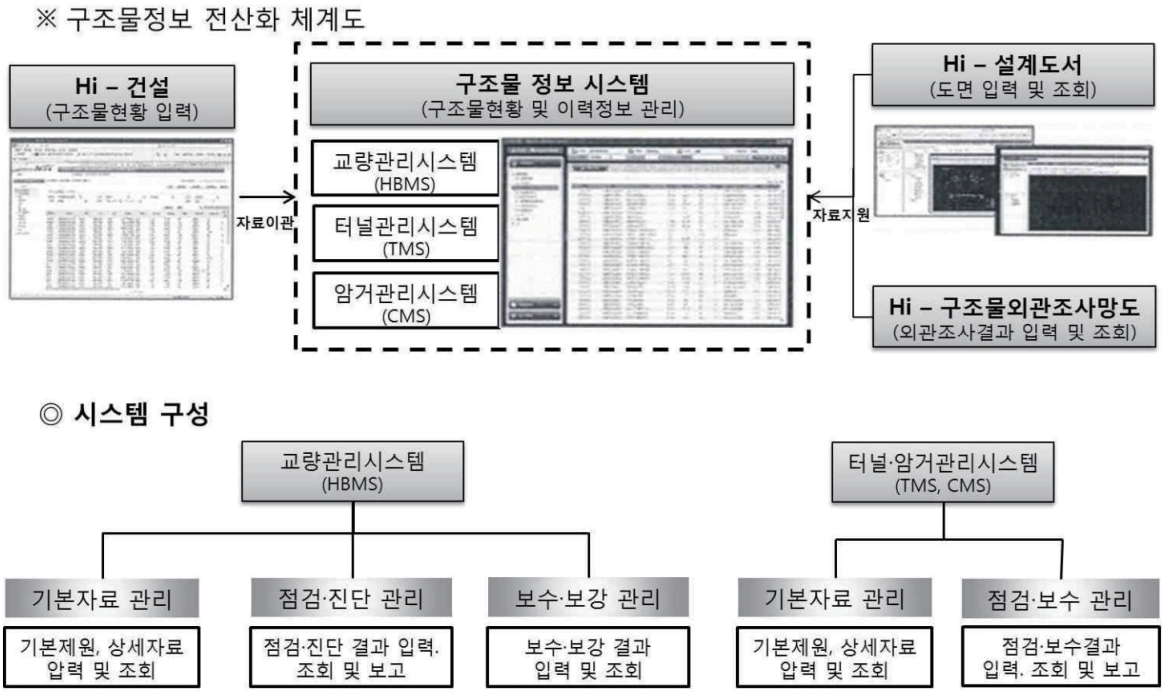


그림 2.5 교량유지관리시스템(HBMS) 현황

2.2 국내외 구조물 디지털 유지관리 활용사례

BIM은 지속적으로 발전을 거듭하여 건설산업 내에서의 단순한 정보전달의 수단이 되는 단계를 넘어서 데이터 과학에서 활용되는 다양한 AI기술을 포함한 영역으로 확대되고 있는 추세이다. BIM을 적용한 연구 및 실무 적용 대표적인 사례를 몇 가지 소개하고자 한다.

2.2.1 국내사례

○ 설계-제작-시공-유지관리 단계를 포괄하는 생애주기 정보전달이 디지털 엔지니어링 모델 기반으로 수행되도록 하는 연구가 국내에서 진행 중에 있고, 아울러 정부 SOC 디지털 정책, 국가기반시설물의 디지털 트윈 사례 등 국내외 현황을 분석하고 이를 시스템 개선에 반영함

○ 한국판 뉴딜 2.0 정책 중 BIM 기반 건설산업 디지털 전환 로드맵을 제시함(2021)

- (건설기술진흥 기본계획, 2017) BIM을 활용한 가상 시공(pre-con)을 통해 스마트건설 자동화 기술을 2025년까지 개발할 계획을 수립함
- (스마트건설기술 로드맵, 2018) BIM 확산 여건 조성에 주력함
- 턴키(2019) 및 공공 도로사업(2020)의 BIM 설계를 의무화하고 공공사업에 단계적으로 확대하며, 설계도서 작성 지침 등 기준을 개정함
- (건축 BIM 활성화 로드맵, 2020) 건축분야의 BIM 정책방향을 제시함
- 공공건축물 BIM 적용 의무화(2022~2030) 및 민간 설계 지원 확대, 발주처별 가이드라인 제·개정 및 BIM 모델 제출 지침을 마련 중에 있음

○ 국내 토목 분야의 경우, 향후에는 스마트 건설, 스마트 유지관리 기술이 본격적으로 발굴·개발되면서 활용이 확대될 것으로 예측되나, 아직까지는 설계단계에서만 BIM이 적용되고 있는 상황임

○ 국내 주요 토목설계회사는 주로 Autodesk社의 Revit을 사용하고 있으며, 전담팀 또는 TF팀을 운영하여 향후 BIM 시장에 대비하고 있음

○ BIM 기술을 활용하여 교량, 터널 등의 토목 구조물을 3차원으로 설계하는 것은 국내·외에서 이미 추진되고 있는 실정임

- 그러나 2차원 설계도면을 자동으로 3차원 BIM으로 변환하거나, 도면이 없는 구조물을 스캔하여 3차원 BIM을 생성하는 기술은 아직 실무 활용성을 검증해야 하는 수준임

○ Scan-to-BIM 기반의 3차원 모델 구축 기술은 SOC 분야에 특화된 기술이 개발되지 않은 상황이며 기존 연구성과의 연계·확장이 필요함

- 레이저스캐닝 작업 후 수작업을 통해 Autodesk Revit으로 BIM 교량 모델링을 진행하고 유지관리에 활용하도록 검토한 사례가 존재함
- Scan-to-BIM 기술 도입을 위해서는 표준지침 등의 마련과 자동화 모델링 기술개발이 선행되어야 함

○ BIM기반 특수교량 유지관리를 위한 표준기술 개발 및 실증연구를 수행, 개발된 유지관리 시스템을 제2진도대교에 적용하여 정보통합과 함께 유지관리단계에서 발생하는 다양한 정보를 생성하고 관리하는 체계를 구축한 바 있음

- 점검에 의한 손상이력을 3차원 모델에 직접 기록하고 이력을 조회·관리하며, 실제 손상정보를 반영한 해석 연동, 평가 활용이 가능하도록 개발함

2.2.2 해외사례

○ 미국

- 연방지리정보위원회(FGDC) 주도로 ‘GeoPlatform’을 구축, 공간정보 데이터 개방 확대를 추진함
- 국가공간정보인프라를 공간정보의 획득·처리·저장·유통·활용 증진에 필요한 기술·정책·표준·인적자원으로 정의, 관련한 정책을 수립함
- 국가·국제표준의 개발 및 활용 증진, 공간정보 접근 서비스 확대 등 연방 차원의 공간정보 생산 관리 강화 및 활용성 증대를 도모함

○ 싱가포르

- 건설청에서 BIM/가상설계 분야를 7대 핵심기술 분야 중 하나로 선정하여 기술개발 로드맵을 발표함(2017)
- 도시의 구조물과 지형을 디지털 트윈으로 구현하여 건물·공원 등 건설 시 주변 경관 조화, 교통흐름, 일조권 침해 등의 파악이 가능함
- ‘공간정보 기반의 싱가포르’를 비전으로 정부 차원에서 ‘싱가포르 공간정보 기본계획’을 수립함(2018)
- 공간정보를 이용한 의사결정 효율화, 공간정보산업 비즈니스 창출 등을 목표로 산업육성, 인력양성, 공공서비스 강화를 추진함
- 국가의 20만 개 이상의 빌딩별로 BIM(Building Information Model)과 표준 데이터 모델로 CityGML을 채택하여 파일을 별도 관리함

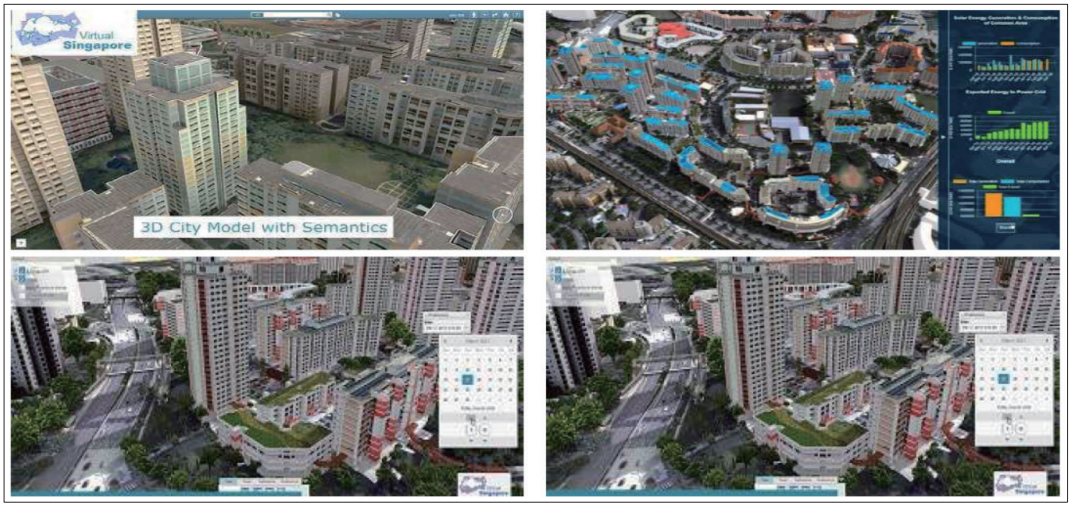


그림 2.6 Virtual Singapore Project 사례

- 버추얼 싱가포르 3D 모델의 모든 객체는 의미정보(Semantic Information)가 결합, 건물 내·외부가 객체로 구분되어 플랫폼에 적용됨(그림 2.6)

○ 중국

- 국가발전개혁위원회, 과학기술부, 공업정보화부, 자연자원부 및 주택도농건설부는 주로 CIM(City Information Model) 및 BIM(Building Information Model) 기술개발 촉진 등 디지털 트윈 도시 건설을 지원하는 정책을 발표함(2019)

○ 영국

- 건설 디지털 기술의 활용 확대를 위해 BIM 활용 확대 및 데이터 공유를 주요 내용으로 하는 ‘GCS(Government Construction Strategy) 2016-2020‘을 발표함(그림 2.7)

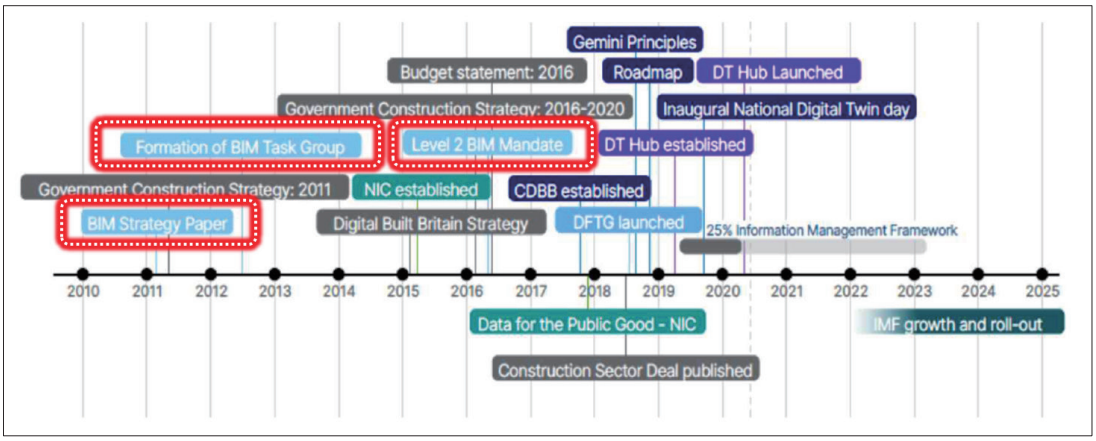


그림 2.7 영국 National Digital Twin 타임라인

2.3 구조물 주요부재별 디지털 유지관리 정보 항목 분류

○ 현재 교량 유지관리 정보 항목은 ‘시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법’에 따라 아래와 같이 ‘시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침’의 분류를 따르고 있다.

- 교량 점검주체는 이러한 항목에 의거하여 교량의 여러 손상을 확인하고 물량을 조사하여 교량의 현 상태를 평가하며 최종적으로 보수 물량을 산정함
- 조사 항목은 교량의 일반적인 조사항목을 나타내며 실제로는 부재별, 위치별로 조사항목이 더 세분화되어야하기 때문에 지침에서는 부재별 조사 항목을 자세히 구분하고 있음

○ 따라서, BIM을 활용하여 유지관리 정보를 관리할 수 있는 체계를 운영하기 위해서는 구조물 주요부재별로 유지관리 정보 항목을 분류하여 유지관리 정보의 표준화 작업이 선행되

어야 할 것이다.

- 지침에 명시된 부재별 조사 항목을 바탕으로 구조물 주요부재별 디지털 유지관리 정보 항목의 분류 작업이 필요함
- 또한, 한국도로공사 구조물 유지관리 매뉴얼을 중심으로 점검, 진단, 보수보강 유지관리 업무유형별 유지관리 정보를 정의하고 본 연구를 통해서 디지털 유지관리 정보를 표준화할 계획임

제 3 장 BIMEX 고도화

3.1 BIMEX의 정의

BIMEX(Bridge Information Model for EXpressway)는 고속도로 교량 전용 BIM 유지관리 플랫폼을 말한다. 이 플랫폼에는 교량 구조물의 구성 부재별 인벤토리 체계가 마련되어 있고, 실제 교량 구성부재의 형상과 거의 동일한 템플릿 라이브러리가 구축되어 있어, 교량형식과 제원에 맞는 3차원 입체영상 모델을 정밀하게 모사할 수 있다. 또한, 이 3D 모델은 3차원 좌표에 기반하기 때문에 교량 생애주기에서 발생하는 설계, 시공 및 유지관리 모든 자료를 정보화하여 부재위치에 맞게 일대일로 정확하게 맵핑하거나 연결시킬 수 있다. 따라서 대용량 정보를 활용한 직관적인 상태판단이 가능할 수 있어 정확하고 신뢰도 높은 정보관리와 객관적이고 체계적인 구조물 이력관리가 가능하다는 장점이 있다. 그림 3.1에서는 BIMEX의 개요도를 나타내었다. 교량 BIM 모델은 GIS와 연계되어 하나의 점으로 표출되고 각 색상은 교량의 상태등급을 나타내며, 표출된 점을 클릭하여 교량의 상세정보와 함께 모델링이 완료된 교량의 경우 3D 모델이 표출되도록 하였다.

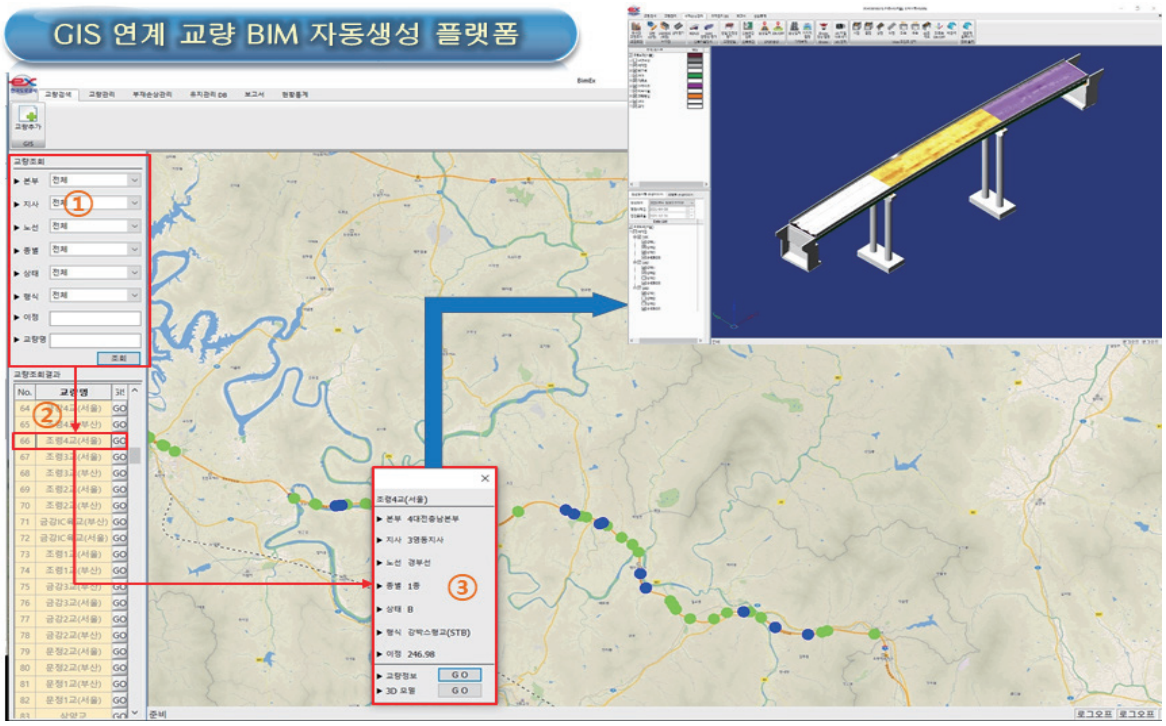


그림 3.1 BIMEX 개요도

3.2 개발 방향

BIMEX에서 생성되는 교량 3D 모델은 LOD 200 ~ 300의 정밀도를 목표로 하며, 구조물 외형을 실제 형상과 거의 동일하게 구현함으로써, 외관상태, 손상 및 보수보강현황 등 현재 유지관리 상황을 직관적으로 이해할 수 있도록 하였다.

그림 3.2는 교량형식별 3D 모델 생성 탬플릿(라이브러리)의 기본 입력구조를 나타낸 것이다. 기본제원 입력 창에 교량형식을 선택한 후, 총 폭원, 경간 구성, 교고 등 기본 형상정보를 입력하거나, 하이포털에서 표출되는 교량관리대장(Excel)을 불러들여 손쉽게 3D 모델을 생성할 수 있다. 3D 모델 생성 기능에는 탬플릿(라이브러리) 입력 기본정보 외의 형상정보 역시 포함되어 있으므로, 목표로 하는 3D 모델의 정밀도(LOD)에 따라 기본정보의 범위 변경이 용이하다.

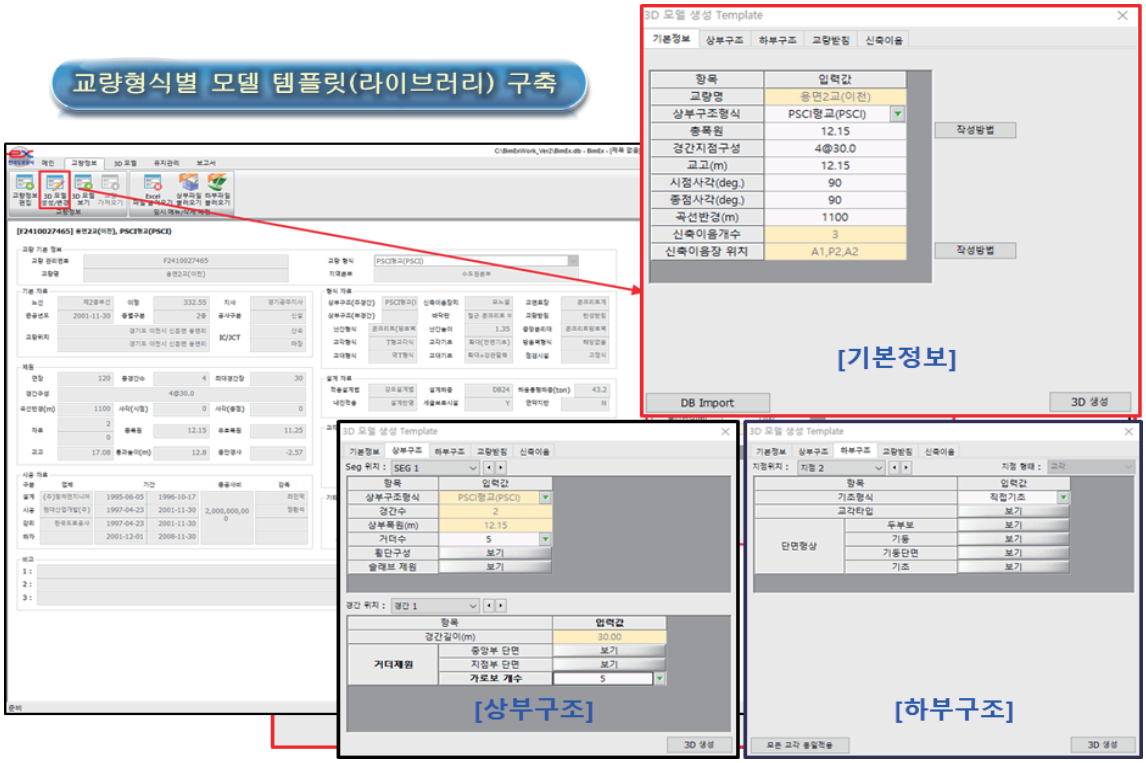
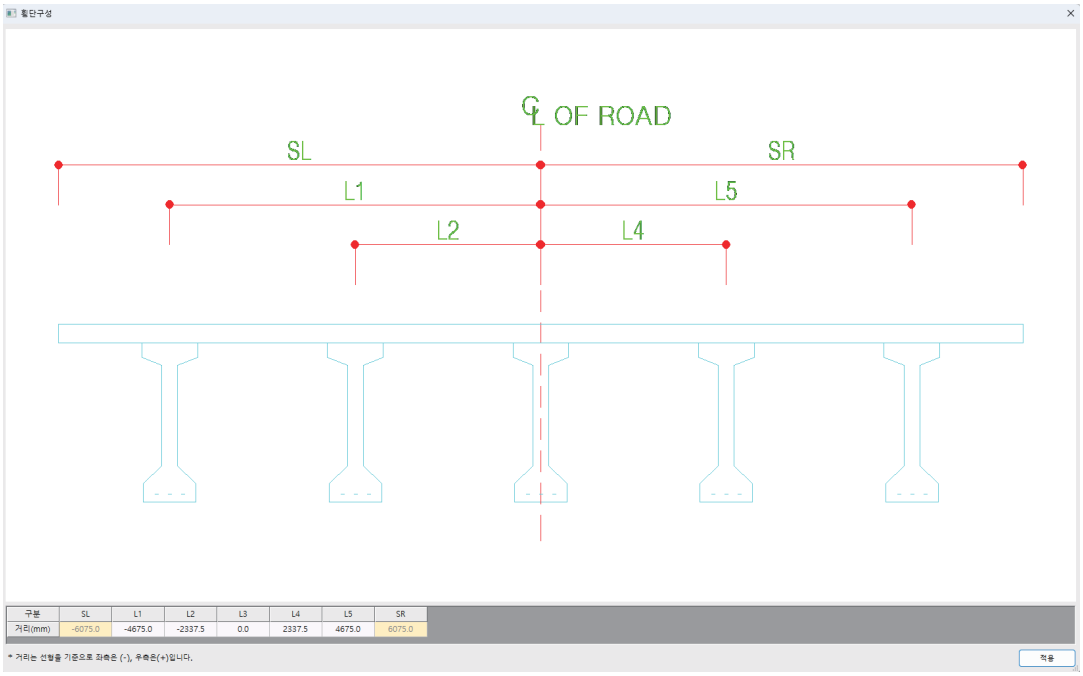
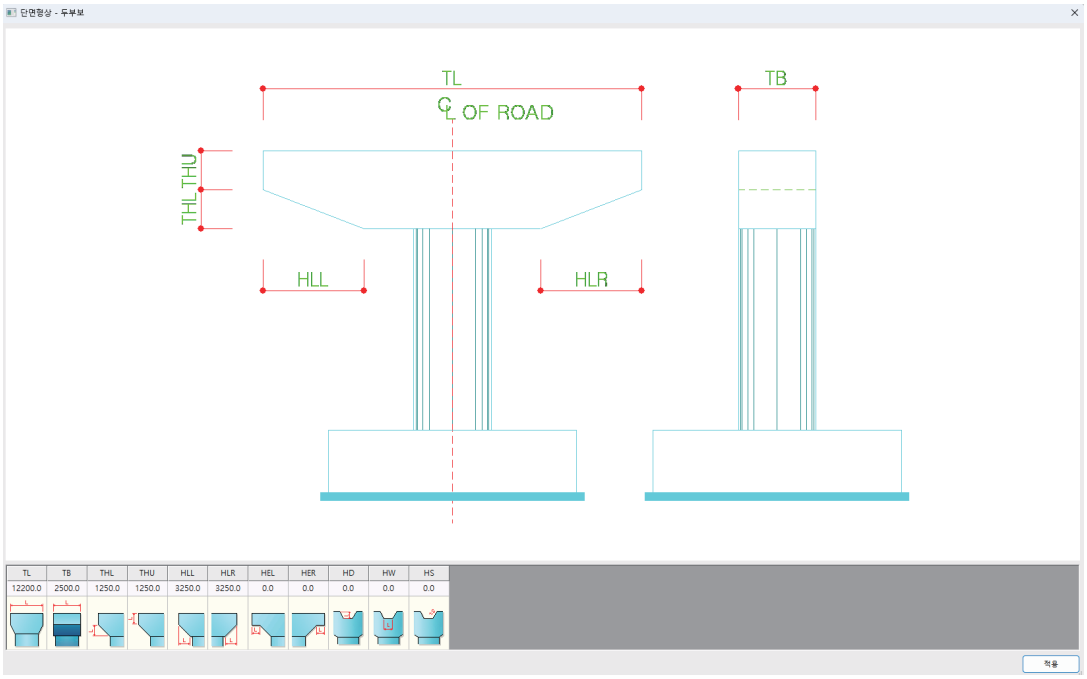


그림 3.2 부재 템플릿 라이브러리 조합 및 부재 상세제원 수정 기능

또한, 구조물도를 참고로 하여 그림 3.3과 같이 모델 제원 변경 창을 선택하여 모델 생성 마지막 단계에서 3D모델의 형상을 실제와 동일하게 변경할 수 있게 하였다. 해당 교량의 탬플릿(라이브러리)에서 상부구조 및 하부구조의 단면제원정보를 수정할 수 있으며, 이를 완료한 후 3D 모델 재생성을 선택하면 3D 모델이 자동으로 업데이트되면서 3D View 창에서 변경된 정보가 반영된 3D 모델을 확인할 수 있다.



(a) 상부구조



(b) 하부구조

그림 3.3 단면제원 수정 기능

3.3 주요 개발 내용

3.3.1 교량 형식별 3D 모델 자동생성

고속도로 대표 교량형식 12개(RCS, PSCI, PSCB, STB, STI, RCH, PSCH, RA, Π-RA, SPG, IPC, PF)에 대한 3D모델을 기본자료 입력을 통해 자동으로 생성할 수 있어 현재 관리 중인 고속도로 전체교량의 95% 정도를 손쉽게 BIM 모델로 형상화 할 수 있다. 또한, 부속장치인 교량받침과 신축이음장치의 3D모델도 자동으로 생성할 수 있다. 교량받침의 경우 탄성받침, 포트받침, 고력황동(Oilless)의 3개 형식, 신축이음장치의 경우 모노셀, 핑거, 레일식(1개), 레일식(4개) 등 4개 형식 탬플릿이 구축되어 있다.

3.3.2 손상정보 일괄 등록

현장조사 결과를 파일형태로 한 번에 Import하여 상태평가 결과까지 자동으로 산출할 수 있다. 일반적으로 정밀점검과 정밀안전진단 과업에서 현장조사 결과로 나타난 손상정보는 Excel 시트와 외관조사망도로 기록되고 기본 성과품으로 납품되며, 서로간의 데이터가 연계된다.

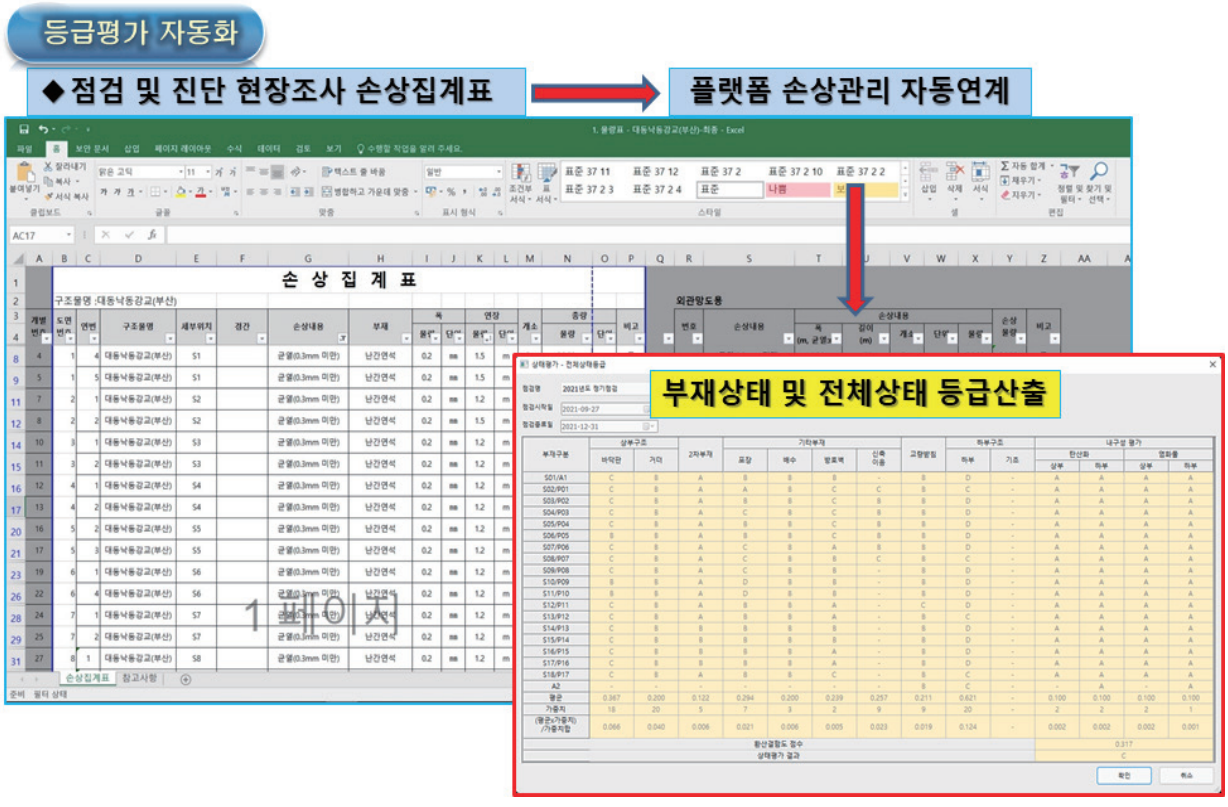


그림 3.4 Excel Import를 통한 상태등급 평가 자동화 결과(예시)

따라서 사용자 입력 편의성 증대를 위해 과업 단위별로 발생하는 손상정보를 한 번에 입력하기 위해 플랫폼에는 현장조사 손상정보 기록 Excel 시트와 동일한 형태의 손상관리 툴이 내장되어 있으며, 이를 Export하여 Excel 파일을 생성하고, 이 Excel sheet에 현장조사를 통해 나타난 손상정보를 Wording하여 Update한 후에, 파일을 Import하면 부재단위에 맞게 손상정보가 자동으로 연계된다. Import된 정보는 통계처리 알고리즘에 의해 그림 3.4와 같이 부재별 환산 결함도와 부재별 상태등급 및 전체 상태등급으로 자동 계산되어 표출된다.

3.3.3 부재별 손상등급 및 보수현황 시각화

그림 3.5와 같이 상태등급과 보수현황 등은 여러 창으로 분할하고 색상화하여 한꺼번에 모든 정보를 직관적으로 확인할 수 있다.

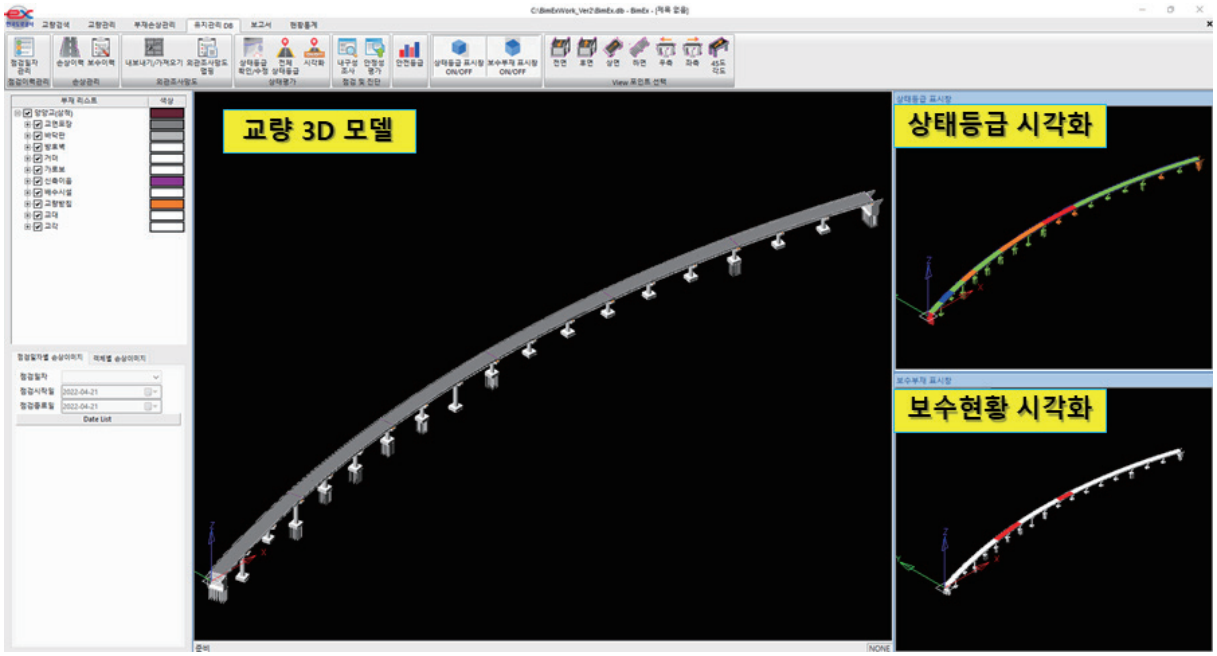


그림 3.5 화면분할에 의한 부재별 상태등급 시각화 표출 결과

3.3.4 외관조사망도 맵핑

손상물량 Excel 등록 기능과 마찬가지로 현장조사 결과 주요성과품인 외관조사망도를 3D 모델에 맵핑하는 기능이다. 그림 3.6과 같이 교량 BIM으로부터 각 구성부재 3D 객체의 전개도를 CAD 파일로 내보낼 수 있으며, 이 CAD 파일은 실 제원에 기반으로 하여 산출되기 때문에 현재 유지관리 업체에서 사용하고 있는 실제 구조물과 상이하고 불규칙한 축척과 제원을 가진 다양한 형태의 외관조사망도의 틀을 규격화하고 통일시킬 수 있어, 유지관리 주기별로 발생하는 이력들을 체계적으로 Update 할 수 있다는 장점이 있다.

외관조사망도의 맵핑 기능은 손상물량 입력 기능과 마찬가지로 내보낸 초기 CAD 파일에 손상을 표기한 후 이를 다시 불러들이면, 파일을 이미지 형태로 변환하여 3D 객체에 자동으로 맵핑된다. 기존에 각 부재별 객체 면에 일일이 외관조사망도 이미지를 맵핑하는 방식에서 시간을 획기적으로 단축할 수 있고, 3D모델에서 정확하고 정밀한 위치의 손상정보를 시각적으로 확인할 수도 있다.

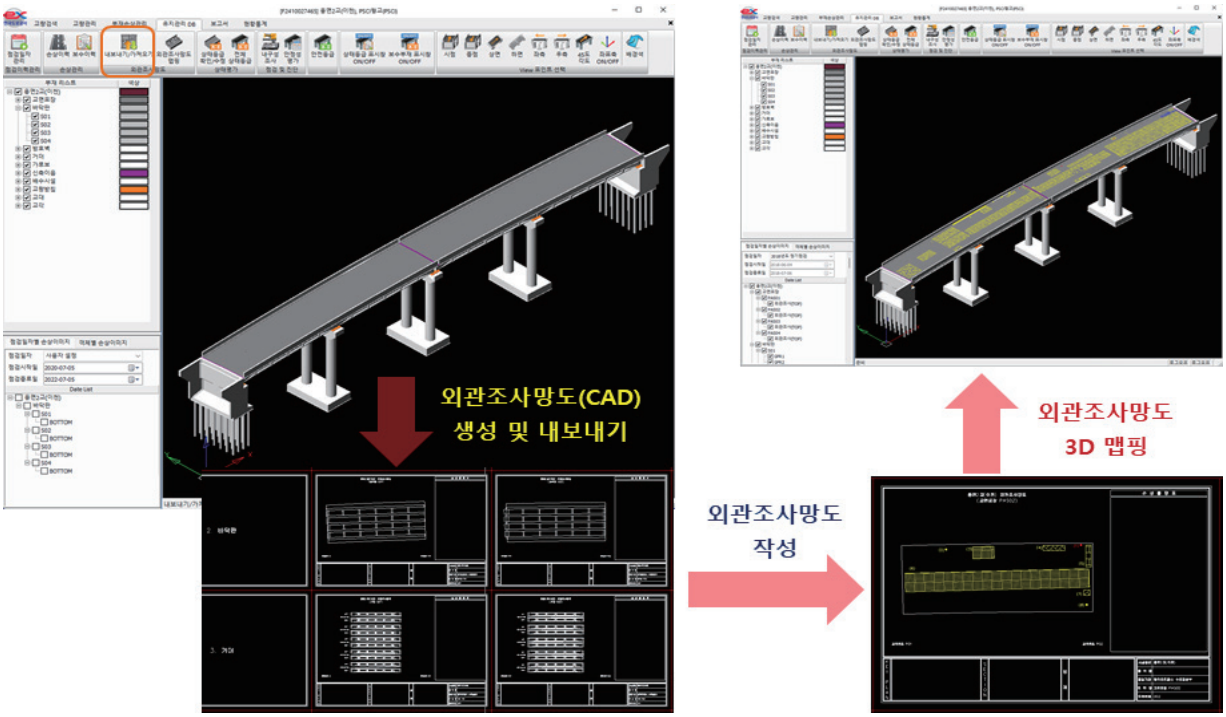
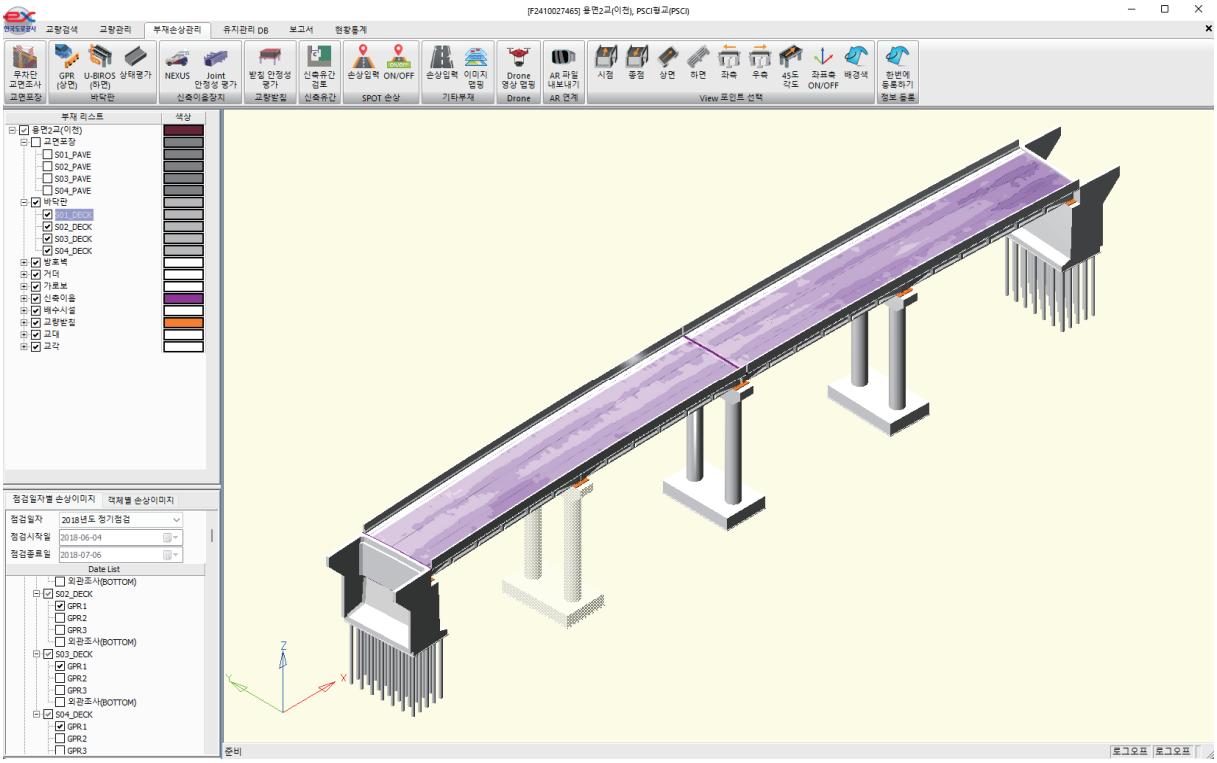


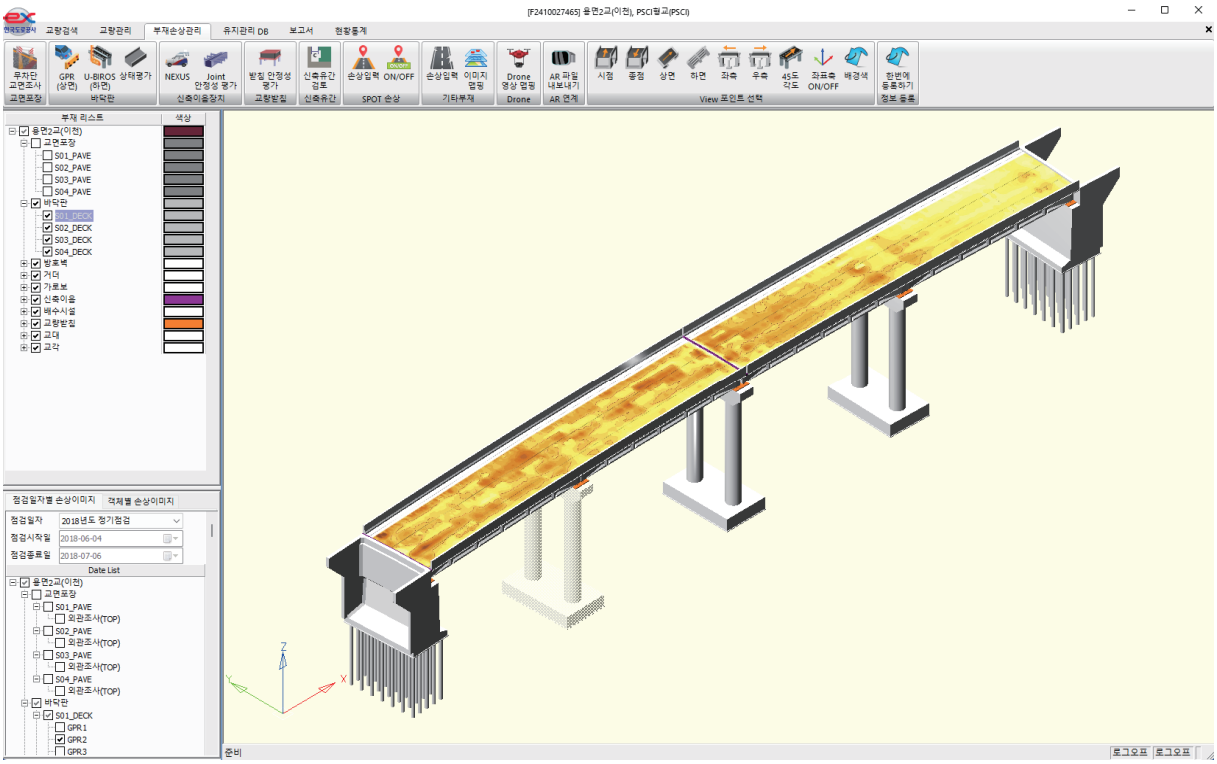
그림 3.6 외관조사망도 자동맵핑 방법

3.3.5 첨단 스마트 장비 조사결과 맵핑

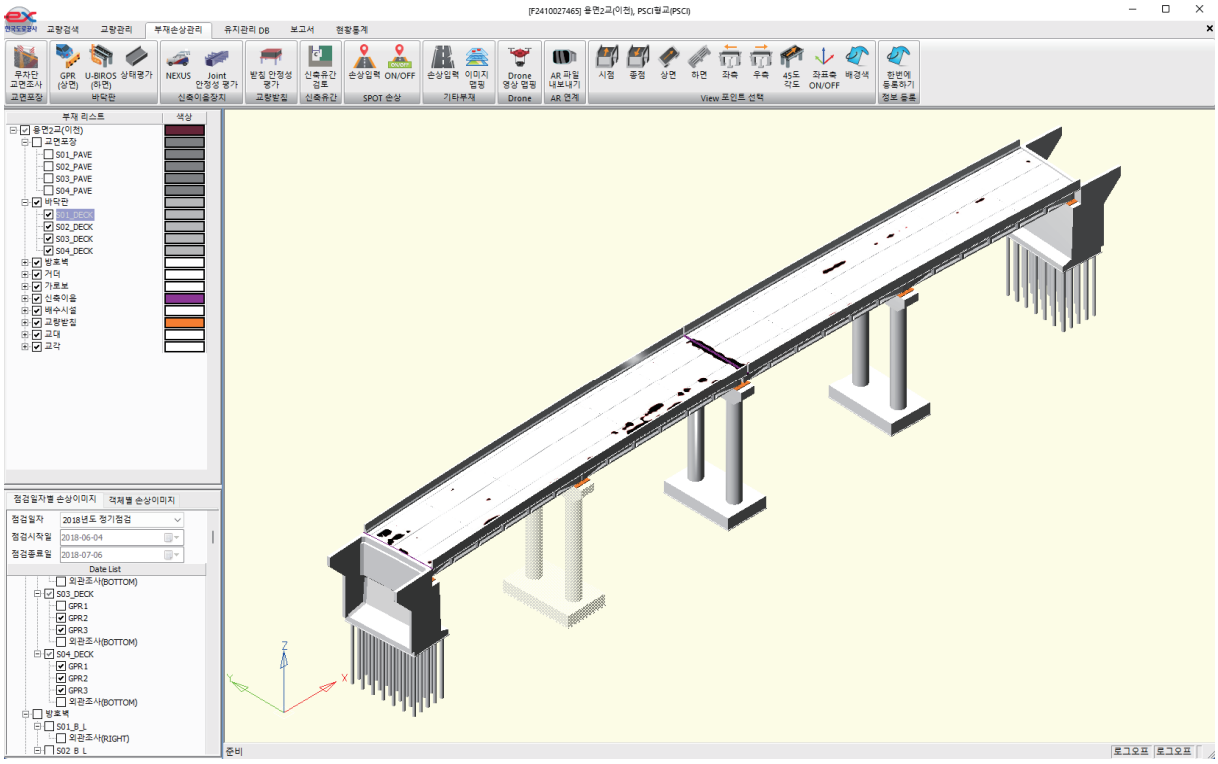
현재 교량 점검을 위해 사용되는 스마트 장비는 교면 스캐너, GPR, U-BIROS, 드론, NEXUS 등이 대표적이다. 이들 장비에서 산출되는 조사결과는 대부분 이미지 형태로 나타나며, 이를 3D 모델에 맵핑할 수 있다. 대표적으로, GPR은 바닥판을 비파괴조사하여 아스팔트 포장두께 분포, 상부철근 피복두께 분포, 콘크리트 바닥판 손상 분포를 이미지로 산출할 수 있다. 그림 3.7과 같이 각각의 결과를 3D모델 표면에 정확하게 맵핑하여 위치별 손상 분포를 직관적으로 확인할 수 있다.



(a) 교면포장 두께 분포도



(b) 상부철근 피복두께



(c) 바닥판 손상 분포도

그림 3.7 첨단조사 장비 GPR 조사결과 BIM 맵핑 결과

3.3.6 주요 부재별 팝업 상태표시

유지관리 활동이 빈번한 바닥판, 교량받침 및 신축이음장치 등 주요 부재에 대한 손상정보와 상태정보를 손쉽게 확인할 수 있도록 팝업 상태표시창이 구축되어 있다. 바닥판 상태표시창의 경우 객체별 바닥판 상면의 GPR 조사 손상분포도, 외관조사 손상물량 집계표 등이 표출되며, 대표 손상사진도 입력할 수 있다. 또한, 드론 및 U-BIROS조사 결과로 획득한 바닥판 하면 이미지도 맵핑할 수 있게 하였다.

또한, 부속시설인 신축이음장치 표시창에서는 신축이음장치별 전경사진, 안전성 평가결과, 외관조사결과, 그리고 대표손상사진 등을 입력할 수 있으며, 첨단장비인 NEXUS 이미지를 연동시켜서 상태를 확인할 수 있다. 또한, 실측된 교량의 유간(신축이음장치 유간, 바닥판과 교대의 유간 및 거더와 교대의 유간)과 측정당시 온도를 입력하면, 계산치와 비교하여 유간의 안정성을 위치별로 평가할 수 있는 유간 안전성평가 자동화 알고리즘도 삽입하였다. 따라서, 전체적인 유간의 안전성과 하절기 온도상승에 의한 협착 상황을 사전에 검토할 수 있다. 교량받침 건전성 평가 메뉴에서는 교량받침별 전경사진, 이동량 측정 사진, 건전성 평가결과, 외관조사결과, 그리고 대표손상사진 등을 입력할 수 있다.

그 밖에 플랫폼 사용자를 Modeler, Viewer, Editor 등으로 분류하고 해당 사용자에 따라 각각의 권한을 부여하여 데이터의 안정성과 보안을 강화하였다. 각각의 작업자가 접근하지 못하는 항목은 비활성 상태로 표출되면서 업무처리가 제한된다.

3.4 사용자 편의성 향상을 위한 기능 고도화

제 4장에서는 BIMEX를 시범적용하여 사용자가 운영할 때 나타나는 문제점을 도출하였고 이에 대한 개선사항을 보완하여 플랫폼을 고도화한 부분을 대해서 먼저 정리하였다.

3.4.1 모델링, 데이터 입력 및 생성자료 출력 문제점 보완

다음과 같이 운용상 발생하는 문제점을 알고리즘 수정을 통해 보완하였다.

○ 제원입력 오류 수정

- PSC박스거더 단면 제원 입력 시 단면 형상이 비정상적으로 생성되는 항목

○ 데이터 입력 중복 오류 수정

- 데이터 최초 입력 후 수정사항 입력, 저장시 기존 데이터베이스를 업데이트하는 과정 에서 기존 데이터와 수정데이터가 중복되는 현상

○ GPR데이터 최초 입력 후 변경 시 부재별로 생성되는 트리 구조 에러 수정

- 동일 부재의 다른 손상정보(외관조사, GPR이미지)가 동일한 트리의 하위항목으로 구성되지 않고 별도(Unkwon)부재로 분리되어 트리가 생성되는 형상

○ 외관조사망도 CAD Export 오류 수정

- 다주식 교각이 단주식으로 생성되는 형상

○ 손상정보 입력 초기파일 내보내기 수정

- 부재손상관리-한번에 등록하기-초기파일 내보내기 기능으로 내보낸 초기파일(XLS)이 열리지 않는 현상
- 플랫폼에서 내보낸 초기파일에 구조물 손상정보를 입력하면 각 부재별로 손상종류와 물량이 자동 정렬, 계산됨
- 파일 형식은 XLS이며 스프레드시트 타입으로, 널리 사용되는 프로그램인 Microsoft社의 Excel로 편집할 수 있음

3.5 기존 외관조사망도의 BIMEX 연계 툴 개발

기존 외관조사망도 CAD 파일을 BIM으로 자동 연계할 수 있는 툴을 개발하였다. 연계를 위해서는 CAD 파일인 DXF 파일의 구조를 분석하고 기존 외관조사망도와 BIMEX에서 추출된 외관조사망도를 병합할 수 있어야 한다.

3.5.1 2D 외관조사망도 3D 변환 체계

외관조사망도와 3D 모델링 파일의 병합을 위하여 그림 3.8과 같은 과정으로 수행된다.

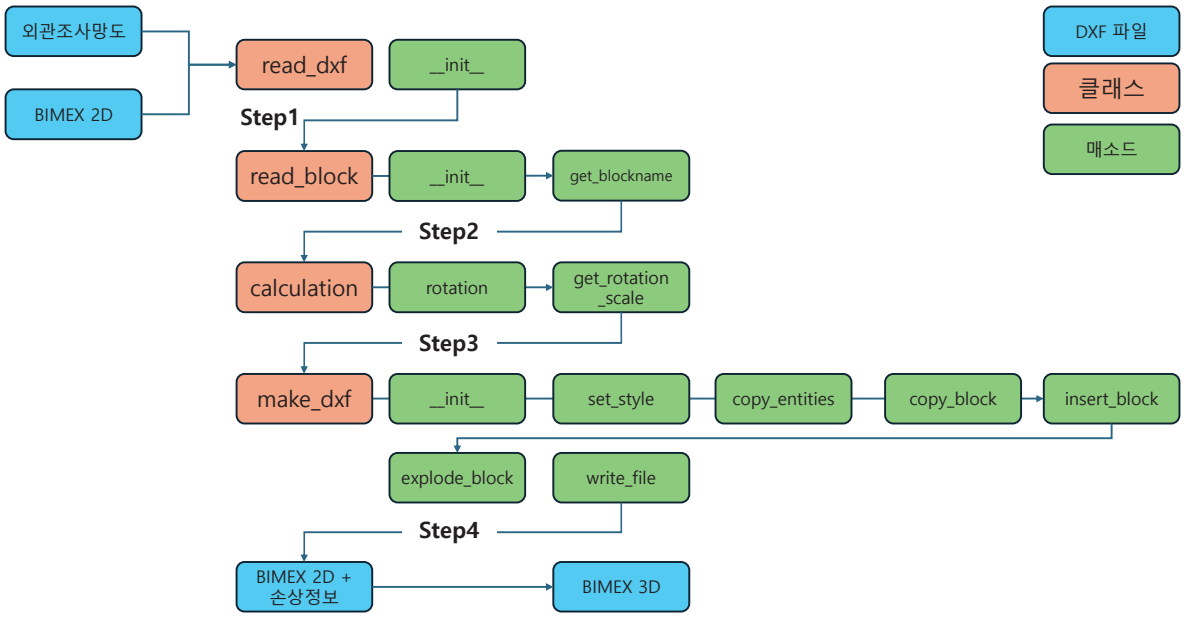


그림 3.8 2D 외관조사망도의 3D 변환 프로그램 및 데이터 처리과정

(1) Step 1. 데이터 초기화 (read_dxf, read_block 클래스 사용)

- read_dxf 클래스:

read_dxf는 DXF 파일(field.dxf와 lab한 읽고 문서 객체와 모델 공간을 초기화한다. 이를 통해 모델 공간에 있는 모든 엔터티와 블록데이터를 처리할 수 있는 기반을 제공한다. field.dxf와 lab.dxf를 각각 읽어서 fielddxf와 labdxf 객체를 생성한다. 이 객체들은 이후 데이터 변환 작업에서 사용된다.

- read_block 클래스:

read_block은 read_dxf에서 초기화된 DXF 문서를 입력받아 블록 이름을 추출한다. 이

과정에서 시스템 블록(*로 시작하는 블록)은 제외하고, 유효한 블록 이름만 리스트로 반환한다. field.dxf와 lab.dxf에서 추출한 블록 이름은 데이터 조작 및 변환 작업에 사용된다.

(2) Step 2. 데이터 변형 및 준비 (make_dxf, calculation 클래스 사용)

- make_dxf 클래스:

make_dxf는 새로운 DXF 파일을 생성하고 데이터를 복사하거나 수정한다. 이 클래스는 기존 데이터를 변환하여 새로운 문서에 추가하는 작업을 수행한다. copy_entities 메소드는 field.dxf와 lab.dxf의 모델 공간에서 엔터티를 복사한다. 이 과정에서 OLE2FRAME, INSERT, LEADER와 같은 불필요한 엔터티는 제외된다. copy_block 메소드는 블록 정의를 새 문서로 가져와 변환 작업에 사용할 수 있도록 한다. set_style 메소드는 새 문서에 텍스트 스타일(예: Arial)을 추가하여 엔터티 표시 방식을 설정한다.

- calculation 클래스:

calculation은 블록 간의 위치, 회전각도, 스케일 비율을 계산한다. 이 클래스는 필드블록과 실험실 블록을 비교하여 변환 작업에 필요한 데이터를 도출한다. rotation 메소드는 주어진 좌표를 특정 각도로 회전한다. get_rotation_scale 메소드는 두 블록의 상대적인 회전 각도와 크기 비율을 계산한다. 계산된 값은 이후 블록을 삽입하고 변환할 때 사용된다.

(3) Step 3. 데이터 변환 (make_dxf와 calculation 클래스 연계)

- 블록 삽입 및 변환 : make_dxf의 insert_block 메소드는 calculation에서 계산된 매개변수를 기반으로 블록을 특정 위치에 삽입한다. 블록 삽입 시 크기(xscale, yscale), 회전 각도(theta), 위치 좌표를 적용하여 정확한 변환 작업을 수행한다.
- 블록 분해 : explode_block 메소드는 삽입된 블록을 개별 엔터티로 분해한다. 이 과정은 엔터티를 독립적으로 다룰 수 있게 만들어 데이터 확장성을 높인다.
- 레이어 이름 변경 : field.dxf의 블록과 엔터티에 대해 새로운 레이어 이름을 적용하여 데이터 일관성을 유지한다.

(4) Step 4. 결과저장

- DXF파일 생성 및 저장 : make_dxf는 변환 작업을 통해 수정된 데이터를 새로운 DXF파일(output.dxf)로 저장한다. 생성된 결과물은 BIM 플랫폼과의 연계가 가능하도록 구성된다.

클래스 간 상호작용은 다음과 같다.

· read_dxf → read_block: read_dxf가 DXF 파일을 읽고 문서를 초기화하면, read_block은 블록 이름을 추출하여 작업 범위를 설정한다.

· read_dxf → calculation: read_dxf에서 읽어들인 데이터를 calculation이 사용하여 좌표 변환 및 크기/회전 비율을 계산한다.

· calculation → make_dxf: calculation에서 계산된 회전 각도, 스케일 비율, 위치 좌표 등의 매개변수는 make_dxf에서 블록 삽입 및 변환 작업에 사용된다.

· make_dxf → 결과 저장: 변환된 데이터를 새로운 DXF 파일로 저장하여 작업을 완료한다.

3.52 기존 2D 외관조사망도 dxf 파일 병합 및 BIMEX 연계

기존 2D의 외관조사망도 CAD 파일(*.dxf)에 포함된 손상정보를 BIMEX에서 생성된 CAD 파일에 연계시키기 위해서는 다음과 같은 과정이 이루어져야 한다.

(1) 외관조사망도의 dxf의 전처리

- 그림 3.9와 같이 외관조사망도.dwg를 CAD에 불러온 후 작업하고자 하는 영역을 선택 후 wblock으로 dxf로 변환한다. 이때 변환되는 파일명은 field.dxf 로 설정해야 한다.

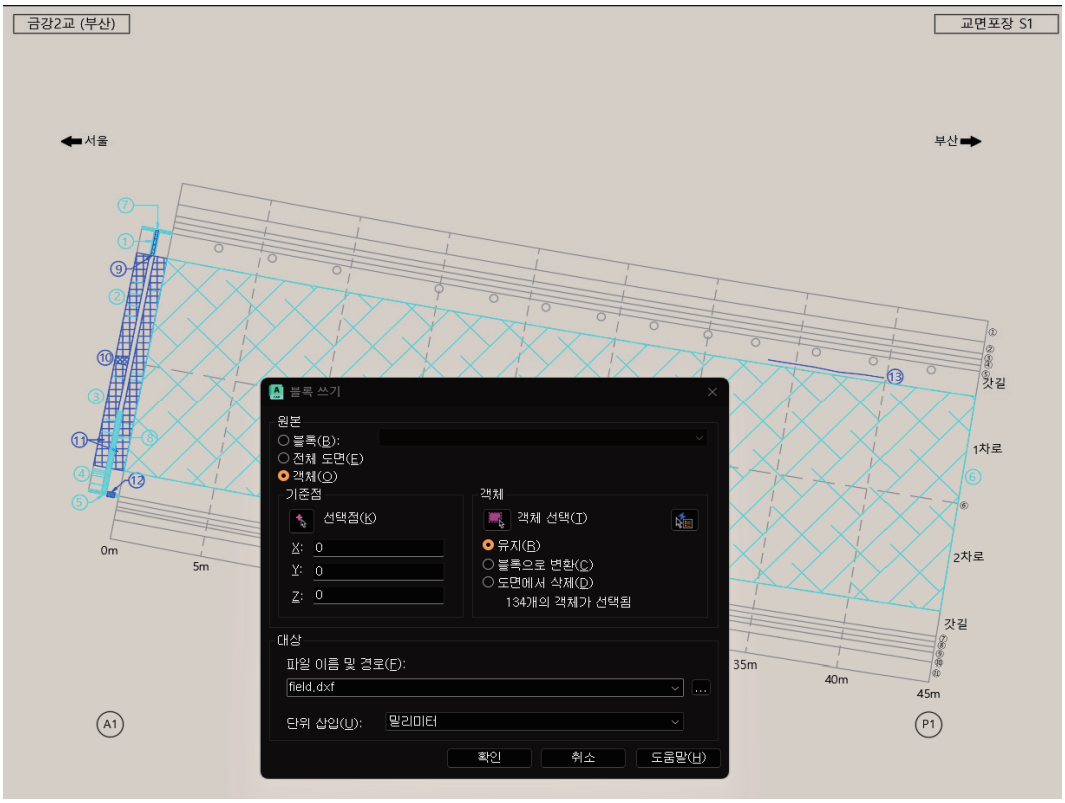


그림 3.9 외관조사망도의 dxf의 전처리

(2) 기준 점 지정

- 그림 3.10과 같이 외관조사망도 field.dxf를 불러와 매핑하고자 하는 영역의 기준점을 지정한다. Point를 사용하여 총 4개의 꼭지점을 지정해야 한다(작업의 편리성의 위해 ddptype을 통하여 꼭지점의 모양을 다양한 형태로 변경시킬 수 있음).

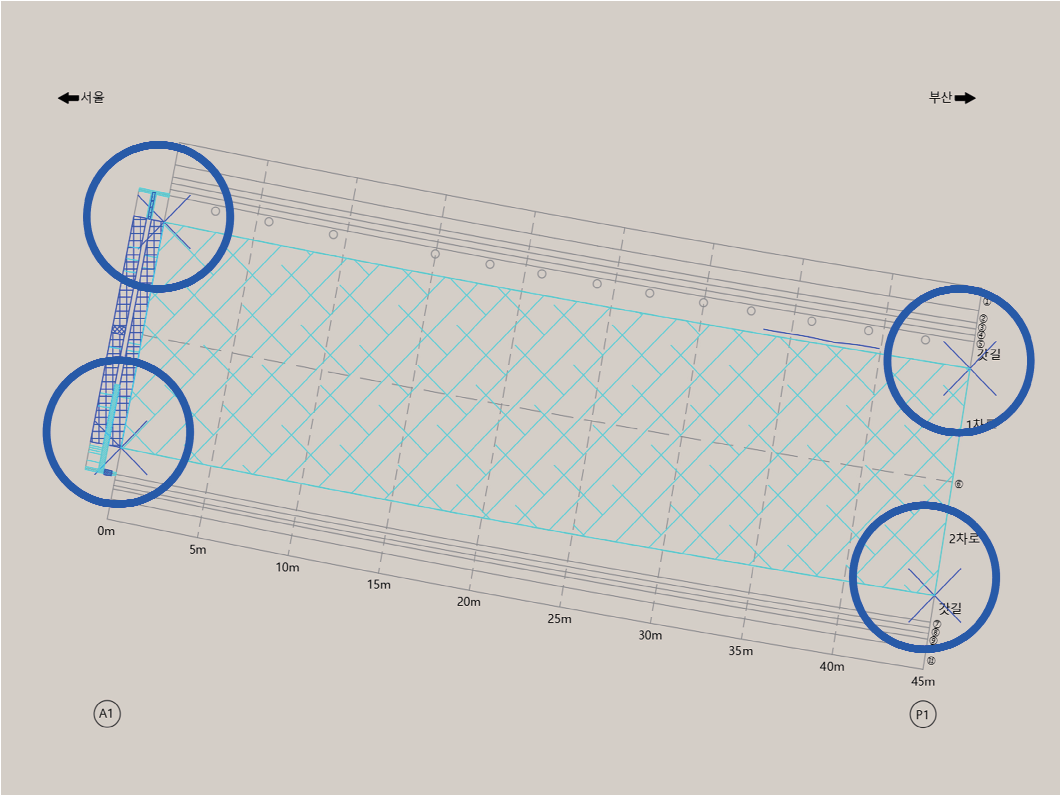


그림 3.10 기준점 지정

- 그림 3.11과 같이 생성된 4개의 꼭지점을 block으로 새롭게 정의한다. block마다 이름은 od1, od2, od3 ... 형식으로 지정해야 하며, 객체 선택은 왼쪽 하단의 꼭지점을 첫 번째로 하여 반시계 방향으로 선택해야 한다.

- 그림 3.12와 같이 손상 정보에 대한 내용 또한 block으로 새롭게 정의한다. block마다 이름은 d1, d2, d3 ... 형식으로 지정해야 한다. 기준점은 위 4개 기준 꼭지점에서 왼쪽 하단의 꼭지점을 선택한다. 이후 field.dxf 파일을 저장한다.

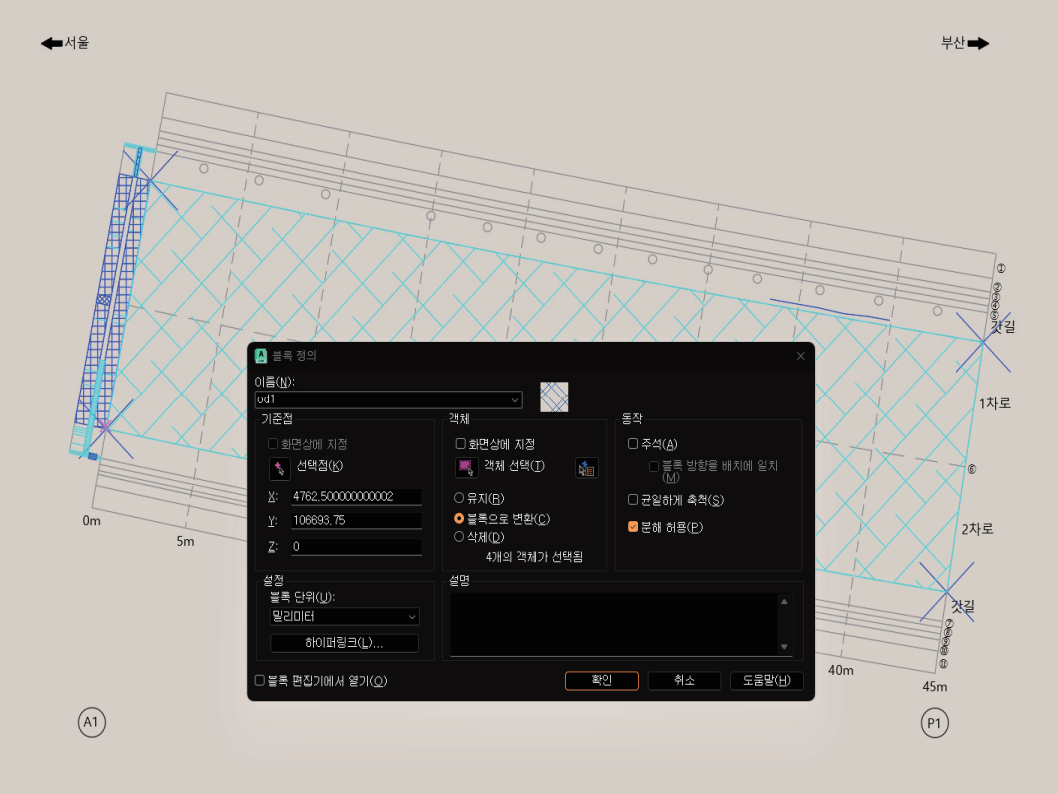


그림 3.11 꼭지점 block 정의

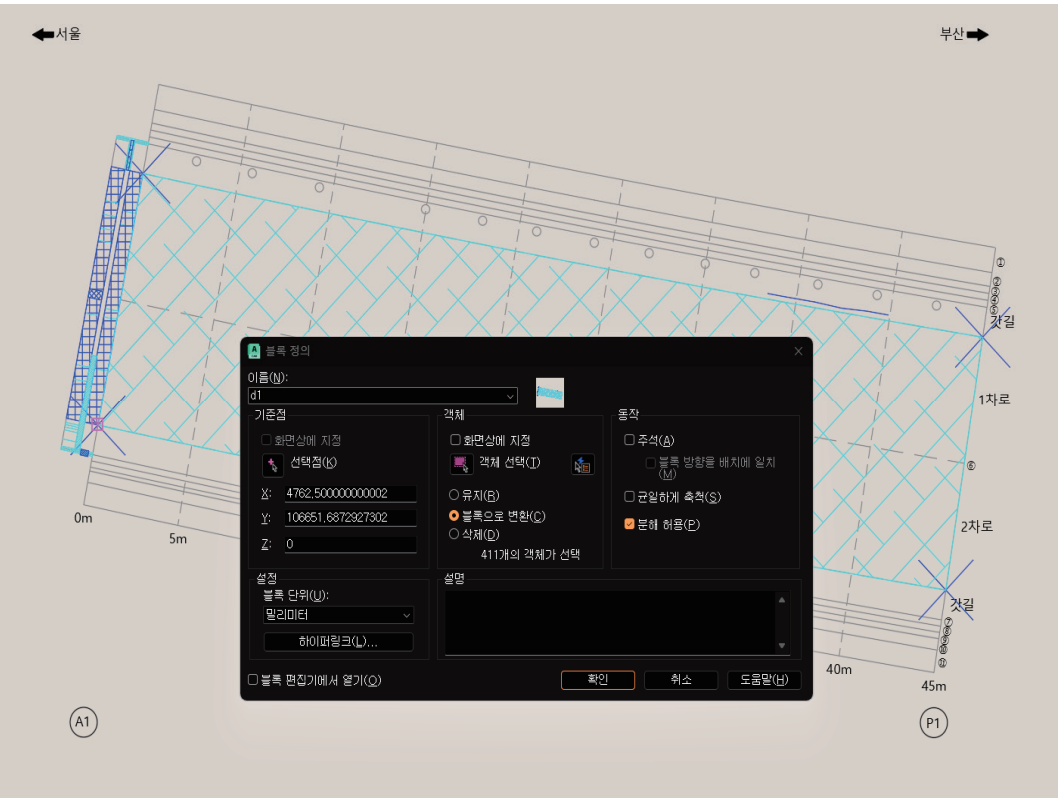


그림 3.12 손상 정보 내용 block 정의

(3) BIMEX 생성 CAD 파일(*.dxf)의 전처리

- 그림 3.13과 같이 BIMEX로부터 생성된 2차원 lab.dxf 파일에서 매핑을 위한 기준점을 지정한다. 지정의 형식은 외관조사망도에서 진행한 방식과 동일하다. 블록의 이름은 oa1, oa2, oa3 ... 형식으로 지정하면 된다. 블록을 생성한 후 동일한 파일 lab.dxf에 저장한다.



그림 3.13 BIMEX 생성파일 기준점 지정

(4) 팹핑 프로그램 실행

- field.dxf, lab.dxf, main.py를 동일한 폴더에 위치시킨 후 main.py의 컴파일을 실행한다.

- 컴파일을 실행하면 output.dxf가 생성되고 그림 3.14와 같이 BIMEX로 불러들일 수 있는 파일 그리고 그림 3.15와 같이 3D 모델에 맵핑된 결과로 확인할 수 있다.

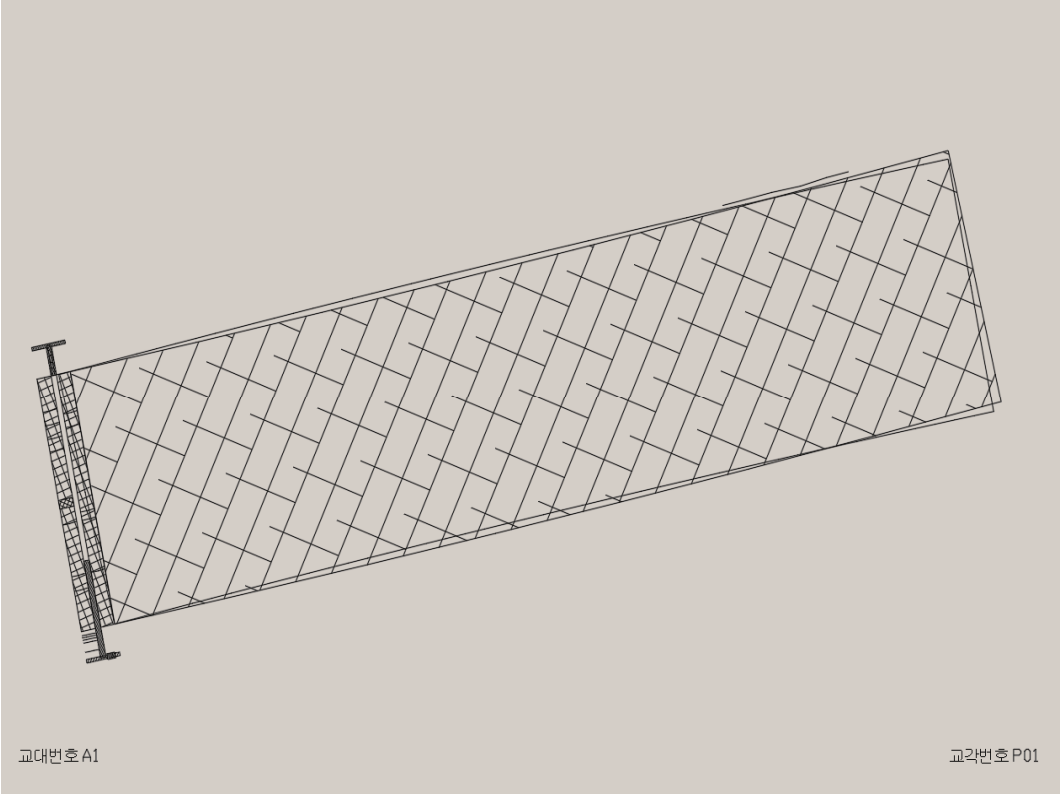


그림 3.14 맵핑프로그램 실행

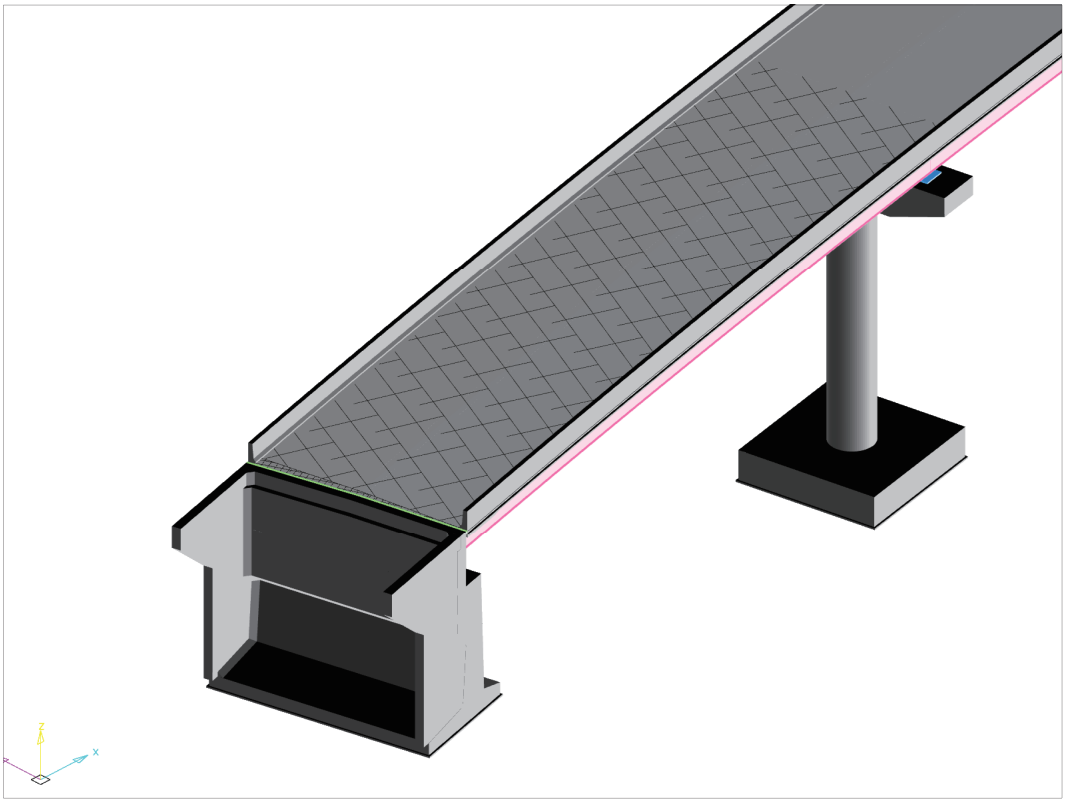
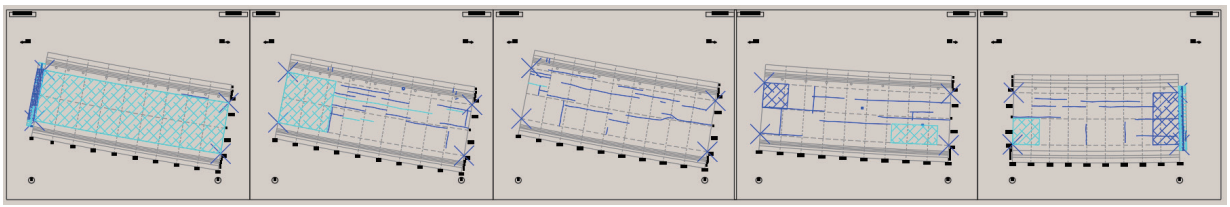


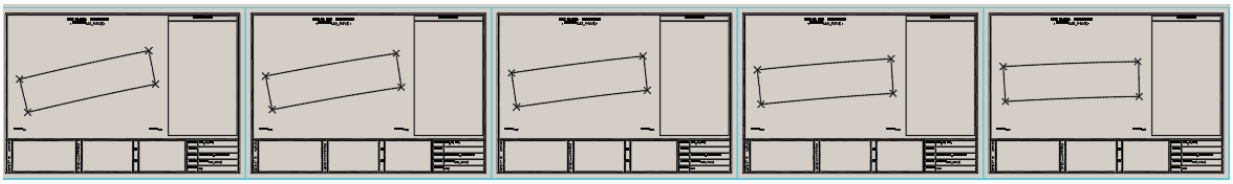
그림 3.15 BIM모델 맵핑 결과

3.5.3 연계 툴 활용 결과

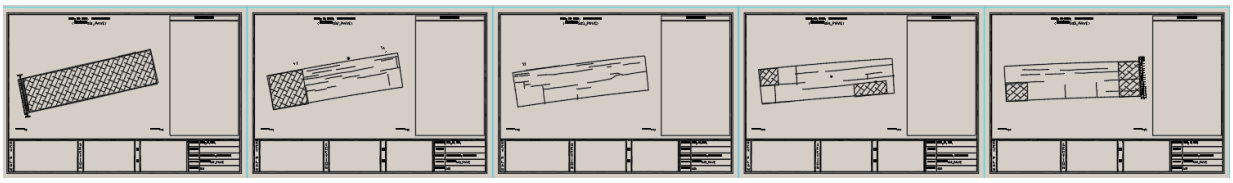
BIMEX 연계 툴을 활용하여 생성된 output.dxf를 불러와 실행시켜면 손상정보가 반영된 새로운 파일을 확인할 수 있다. 이때 손상정보에 대한 날짜와 output.dxf의 손상정보에 대한 layer 이름이 동일해야만 올바른 작업이 진행된다. 예를 들어, 2021-01-01 손상 정보에 외관조사망도를 맵핑했으면 output.dxf에는 '2021-01-01_정기안전점검' 이라는 레이어에 손상정보들이 저장되어야 한다. 개발된 툴에서는 이를 자동으로 반영시킨다. 그림 3.16~3.18은 개발된 BIMEX 연계 툴을 활용하여 대표적인 교량 형식인 STB, PSC I, SLAB에 대해서 작업한 결과이다.



(a) 외관조사망도 전처리

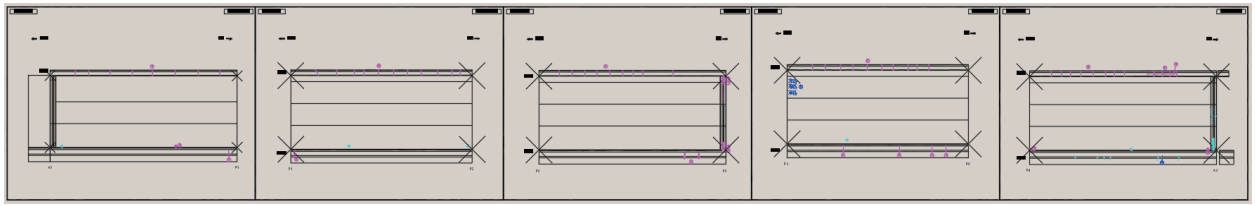


(b) BIMEX 2차원 전처리

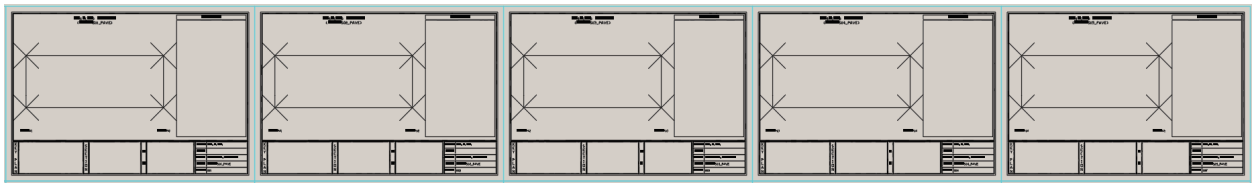


(c) 변환 프로그램 실행 결과

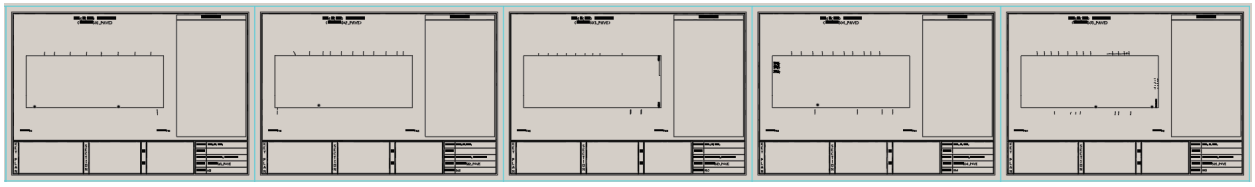
그림 3.16 STB 형식 작업 결과



(a) 외관조사망도 전처리

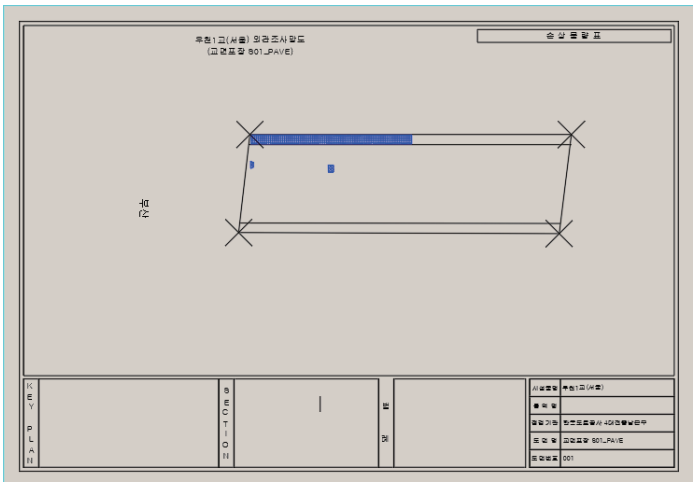


(b) BIMEX 2차원 전처리

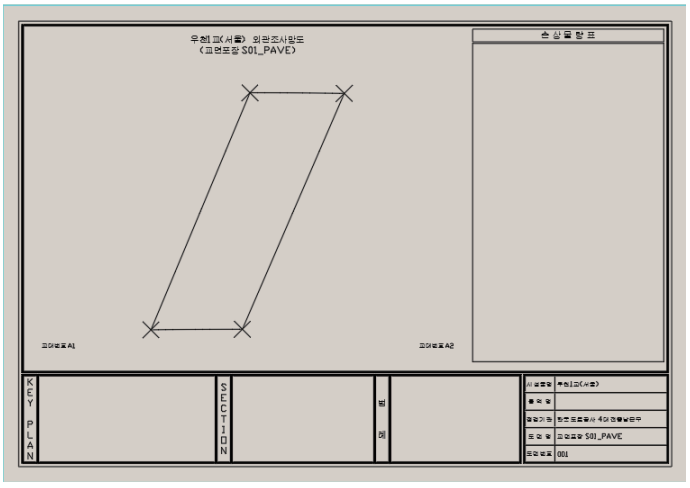


(c) 변환 프로그램 실행 결과

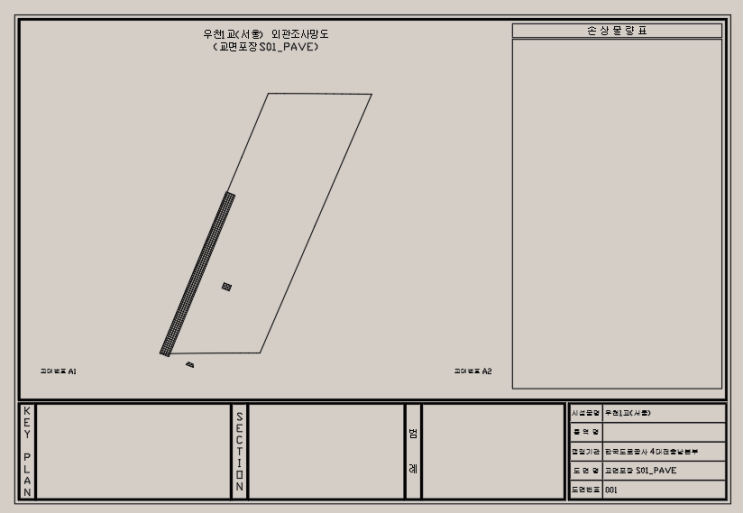
그림 3.17 PSC I 형식 작업 결과



(a) 외관조사망도 전처리



(b) BIMEX 2차원 전처리



(c) 변환 프로그램 실행 결과

그림 3.18 SLAB 형식 작업 결과

BIMEX 연계 툴의 개발은 기존 2D 외관조사망도의 3D 디지털화를 통해 교량 유지관리의 효율성과 정확성을 향상시키기 위한 목적으로 수행되었다. 이 연계 툴의 특징을 다시 정리하면 아래와 같다.

첫째, 데이터 수집 및 전처리를 통해 기존 2D 외관조사망도를 DXF 파일 형식으로 변환하고 손상 정보와 열화 상태를 분석하여 세분화된 데이터를 확보할 수 있다. 각 교량의 단면 데이터를 기준으로 레이어와 블록별로 데이터를 정리하여 데이터 중복을 최소화하고 개선된 품질의 정보를 얻을 수 있다.

둘째, 3D 변환 프로그램 개발을 통해 Python 기반의 자동화를 구현하였다. 이 과정에서 ezdxf와 같은 라이브러리를 활용하여 CAD 데이터를 처리하고 기하학적 변환 알고리즘을 적용하여 정확한 좌표 변환 및 회전, 스케일 조정이 가능하다. 또한, 교량 손상 정보를 BIM 플랫폼과 연계하여 시각적으로 표현할 수 있게 하였다.

셋째, 디지털화된 데이터를 BIM 플랫폼에 통합할 수 있다. 이 과정에서 손상정보를 기반으로 플랫폼에 자동으로 맵핑할 수 있는 인터페이스를 개발하였다. 변환된 데이터는 플랫폼 내에서 정확히 표현되며, 사용자 정의 대시보드에서 손상 상태와 관련 정보를 실시간으로 확인할 수 있다.

또한, 이 연계툴의 효율성을 높이기 위해서는 다음과 같은 추가연구가 필요해 보인다. 첫째, 다양한 인프라 유형으로의 확대가 필요하다. 현재 연구는 교량 유지관리를 중심으로 진행되었으나, 터널, 도로, 철도 등의 다른 인프라로 기술을 확장할 수 있는 가능성을 가지

고 있다. 이를 위해 기존 알고리즘을 최적화하고, 각 인프라의 특성에 맞는 맞춤형 변환 모듈을 추가적으로 개발할 필요가 있다.

둘째, 예측 분석 기능의 도입이 필요하다. 디지털화된 데이터를 기반으로 기계 학습 및 빅데이터 분석을 통해 열화 및 손상 발생 가능성을 예측하는 모델을 개발할 수 있다. 이를 통해 유지보수 작업을 사전에 계획하여 비용과 시간을 절감할 수 있을 것이다.

셋째, 사용자 맞춤형 BIM 플랫폼 대시보드 개발이 필요하다. 관리자와 현장 작업자의 요구를 반영하여 직관적이고 효율적인 대시보드를 구축함으로써 유지관리 데이터의 접근성과 활용도를 높일 수 있다. 이 대시보드는 실시간 데이터 시각화와 보고 기능을 포함하여 유지관리 작업의 신속성을 보장할 수 있다.

넷째, 지속적인 성능 검증 및 업데이트가 필요하다. 현재 개발된 시스템과 프로그램은 주기적인 테스트와 업데이트를 통해 안정성과 성능을 지속적으로 개선해야 한다. 특히, 새로운 BIM 기술과의 연계성을 고려한 프로그램 업데이트가 필요하다.

제 4장 TEST BED 구축 및 시험운영

4.1 시범운영 Test Bed 구축

본 연구에서 시험 운영하고자 하는 교량 유지관리 플랫폼(BIMEX)의 효용성 검증을 위해 시범운영 Test Bed를 구축하였다. Test Bed는 현재 디지털 시범지사로 운영되고 있는 OO지사 관내 13개 교량과 전체 지사 56개에서 지사당 1개 교량씩 총 69개소를 선정하였다. 그림 4.1에서는 총 69개소의 시범교량 뿐만아니라 추가적인 교량에 대해서도 모델이 생성된 GIS 화면을 보여주고 있다.

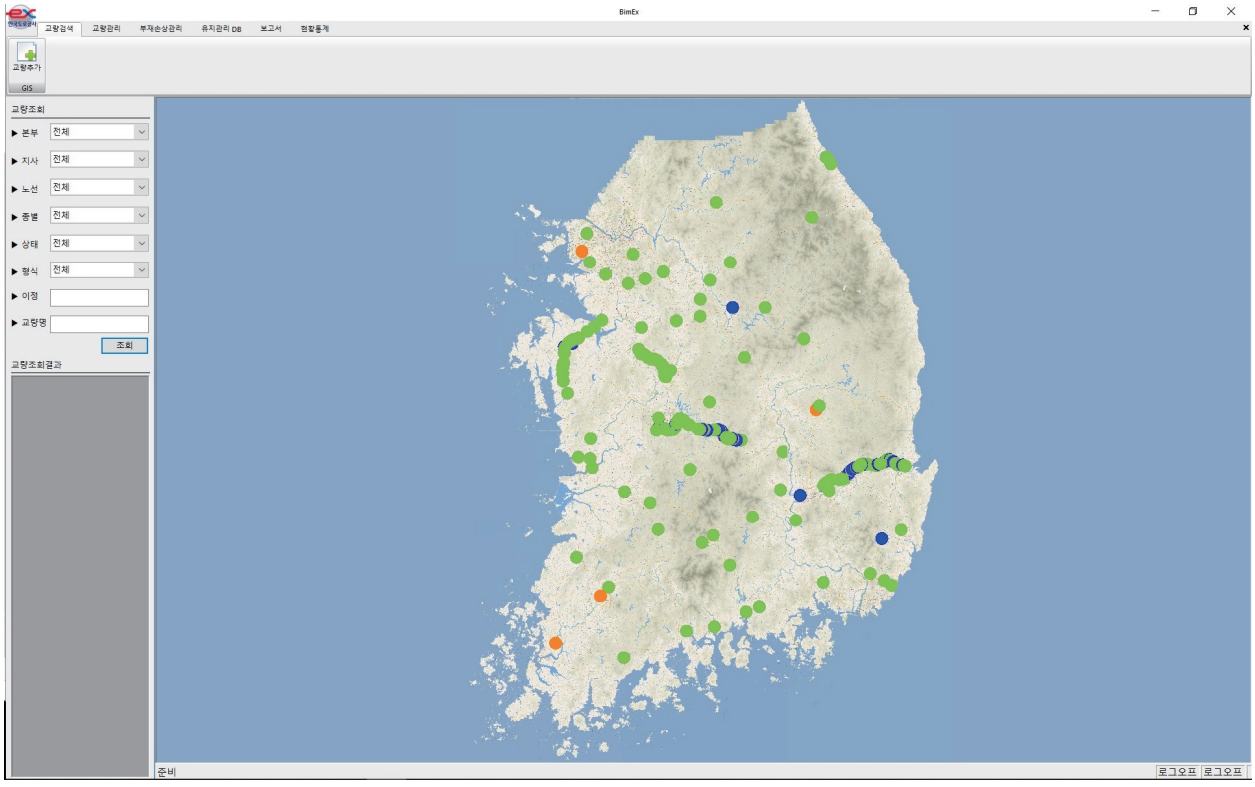


그림 4.1 GIS 상 모델생성 교량 현황

개발 플랫폼의 시범적용을 위한 운영 프로세스는 그림 4.2와 같은 과정으로 진행하였다. 총 2년에 걸쳐 준비단계와 2차례의 적용단계와 분석단계를 거쳐 BIM 유지관리의 효용성을 평가하였다. 효용성 평가 내용으로는 교량 BIM 유지관리 플랫폼의 운용 상의 장단점, 기존 방법과의 차별성을 평가하고 실무적용 요구사항 및 장단기 운영방법에 대해 정리하였다.

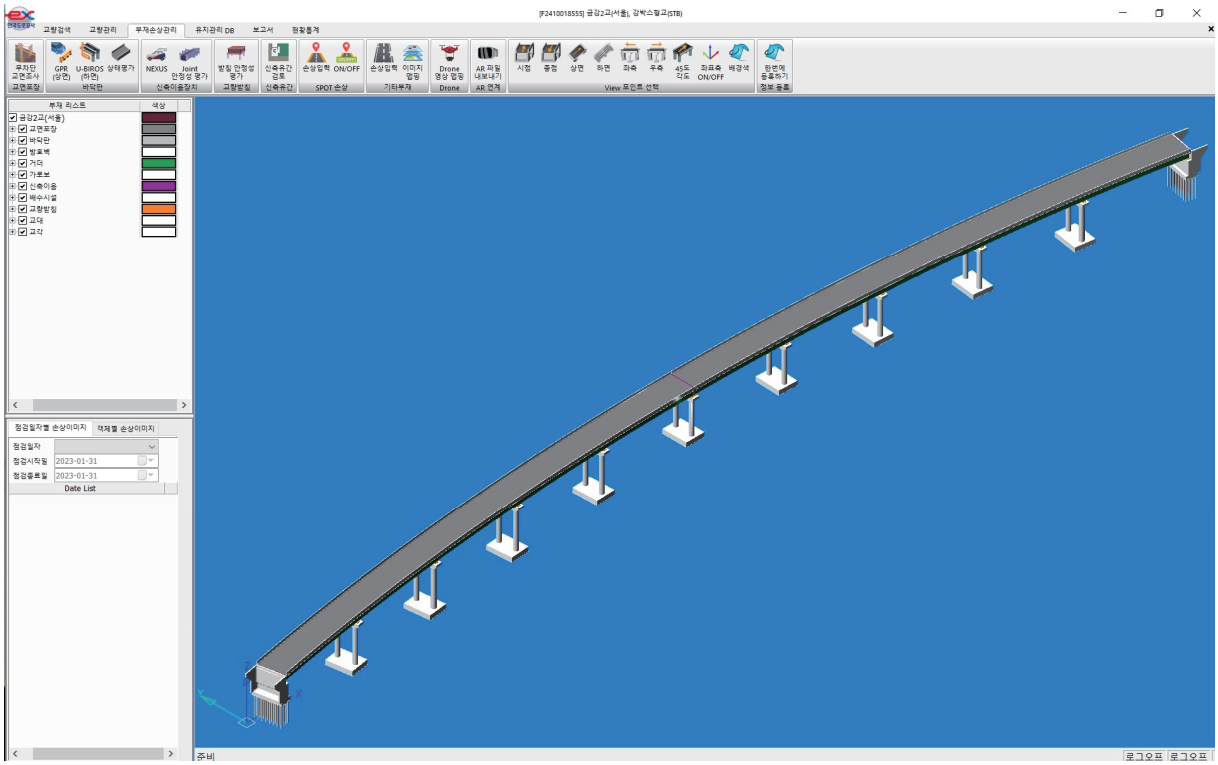


그림 4.2 BIM 유지관리 시범적용 프로세스

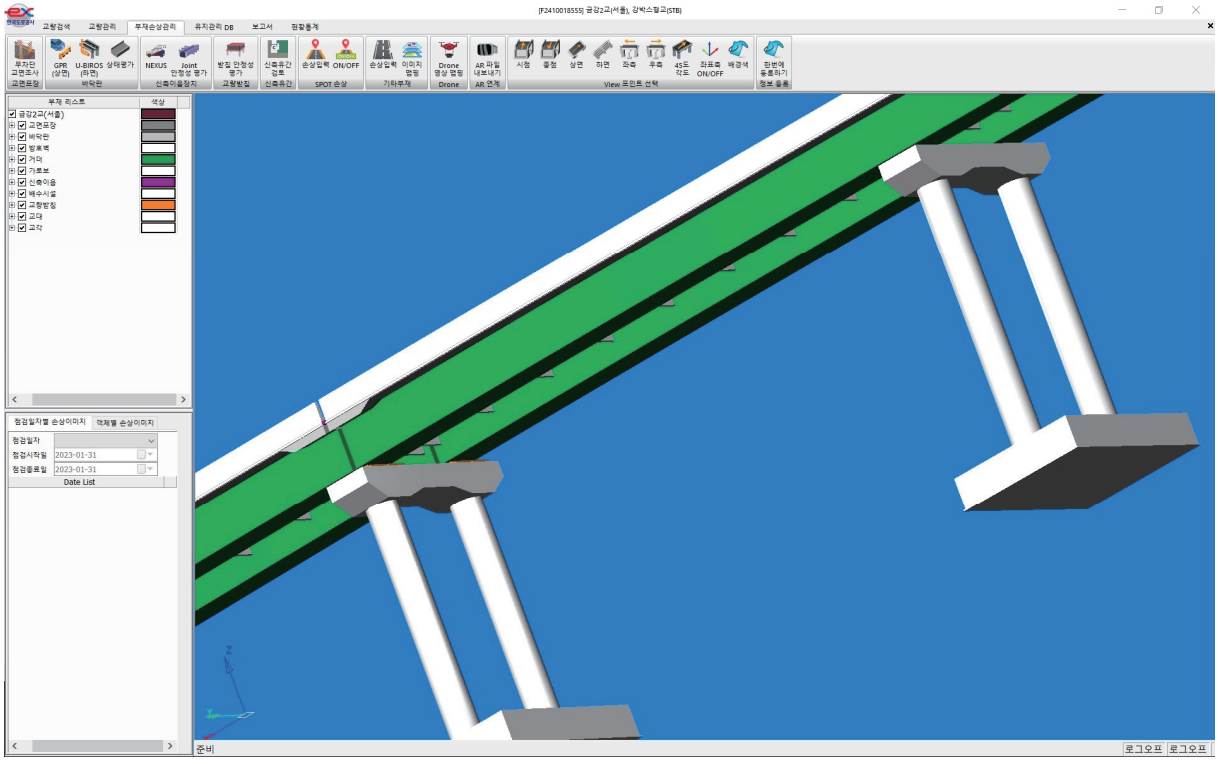
4.2 BIM 생성 및 유지관리 DB 입력

4.2.1 시범교량 BIM 생성

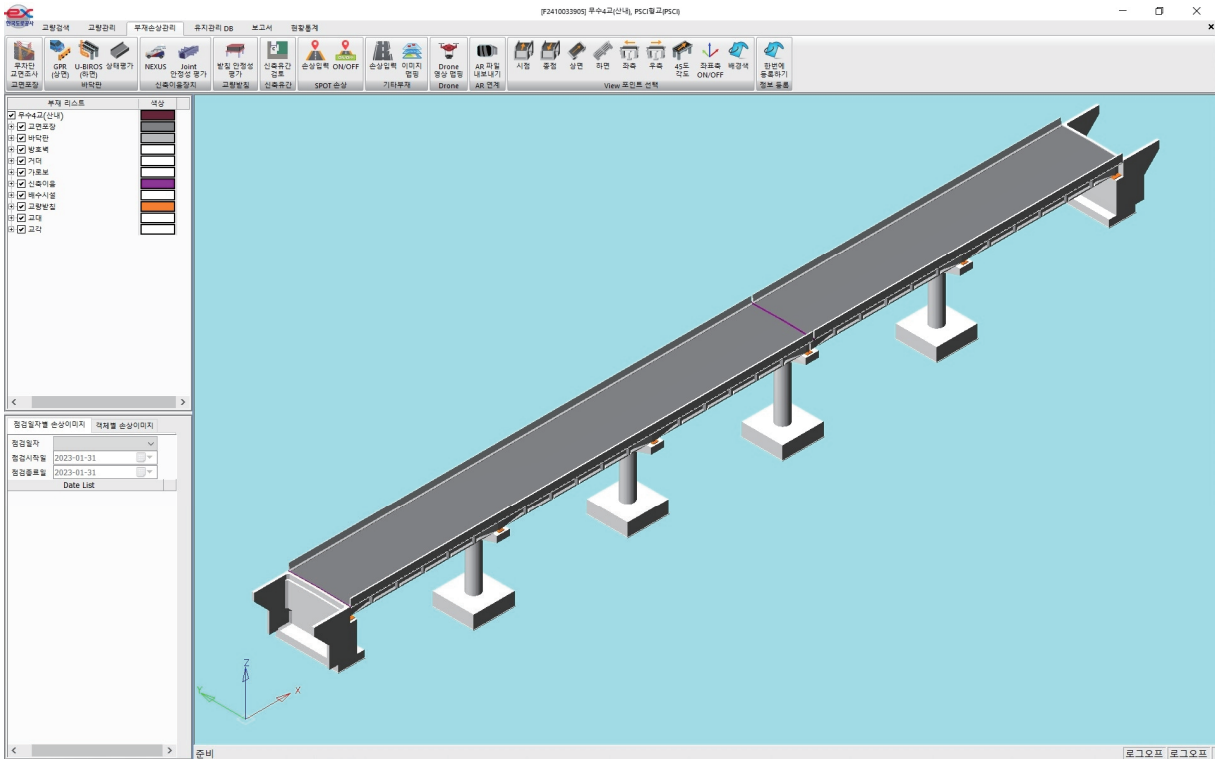
시범 교량에 대한 BIM을 그림 4.3과 같이 생성하였다.



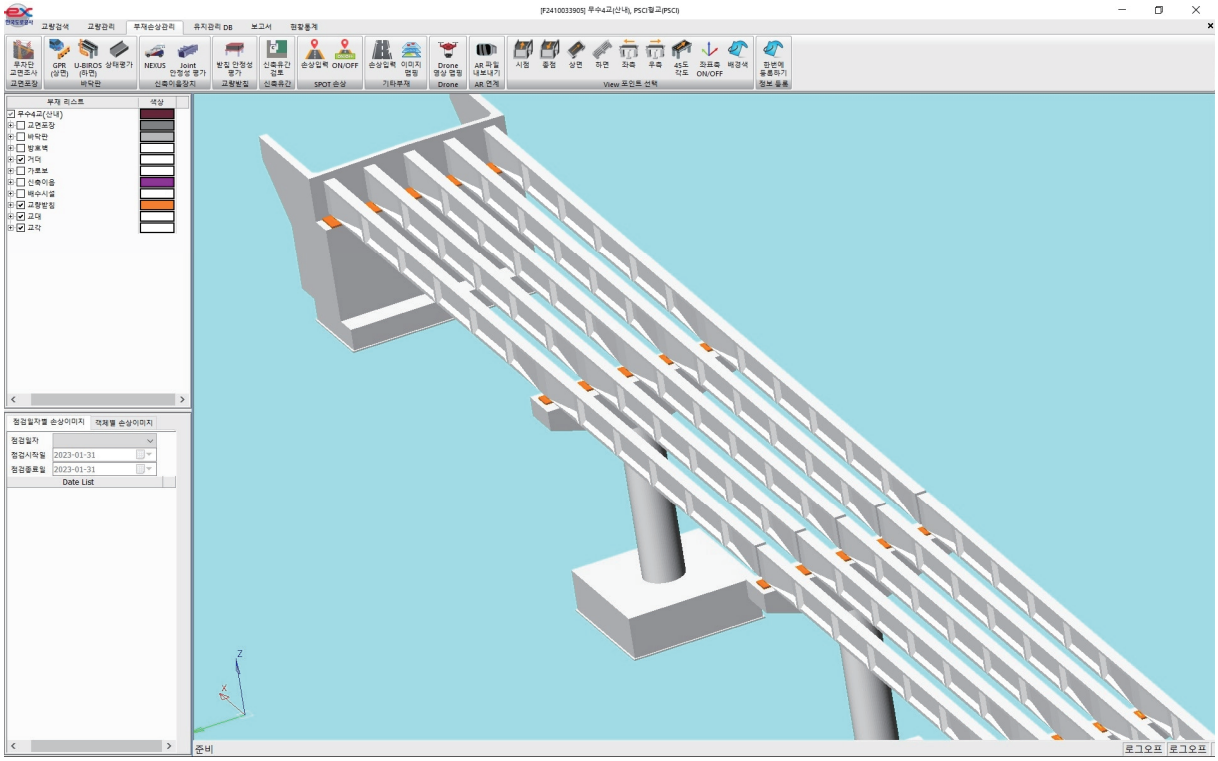
(a) 강박스교(STB) 전경



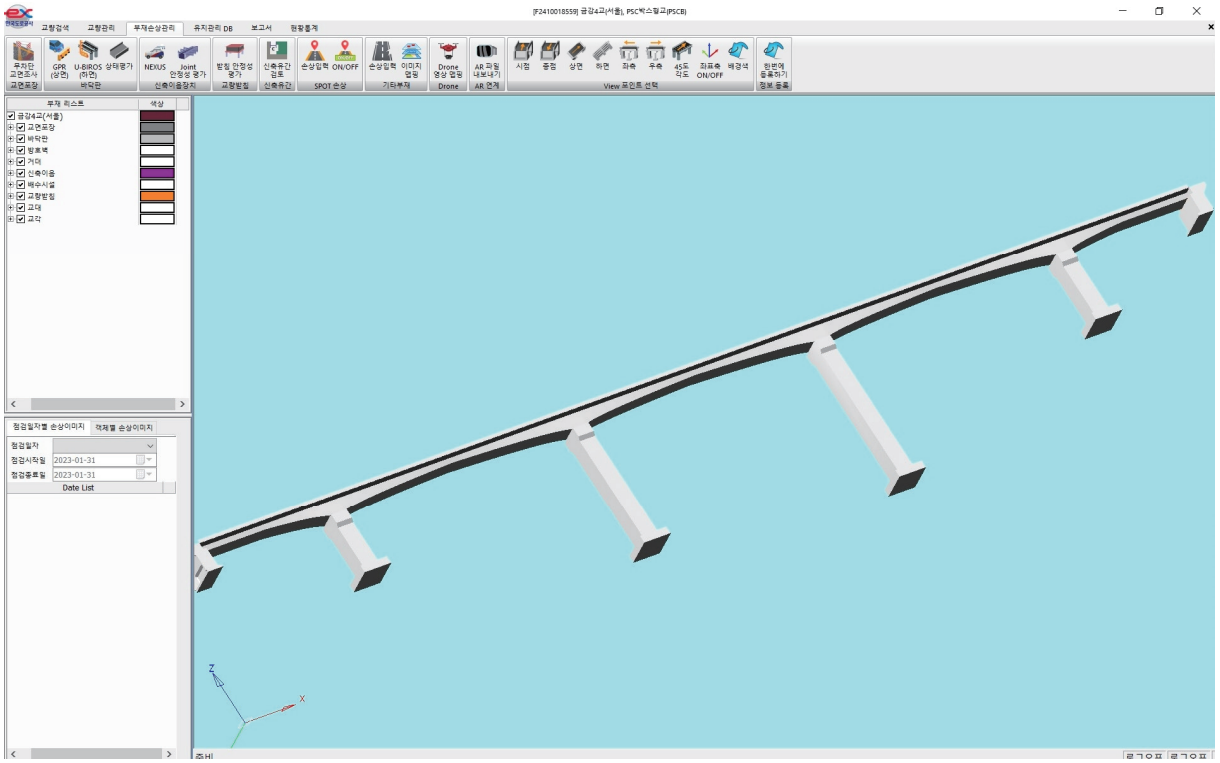
(b) 강박스교(STB) 세부형상



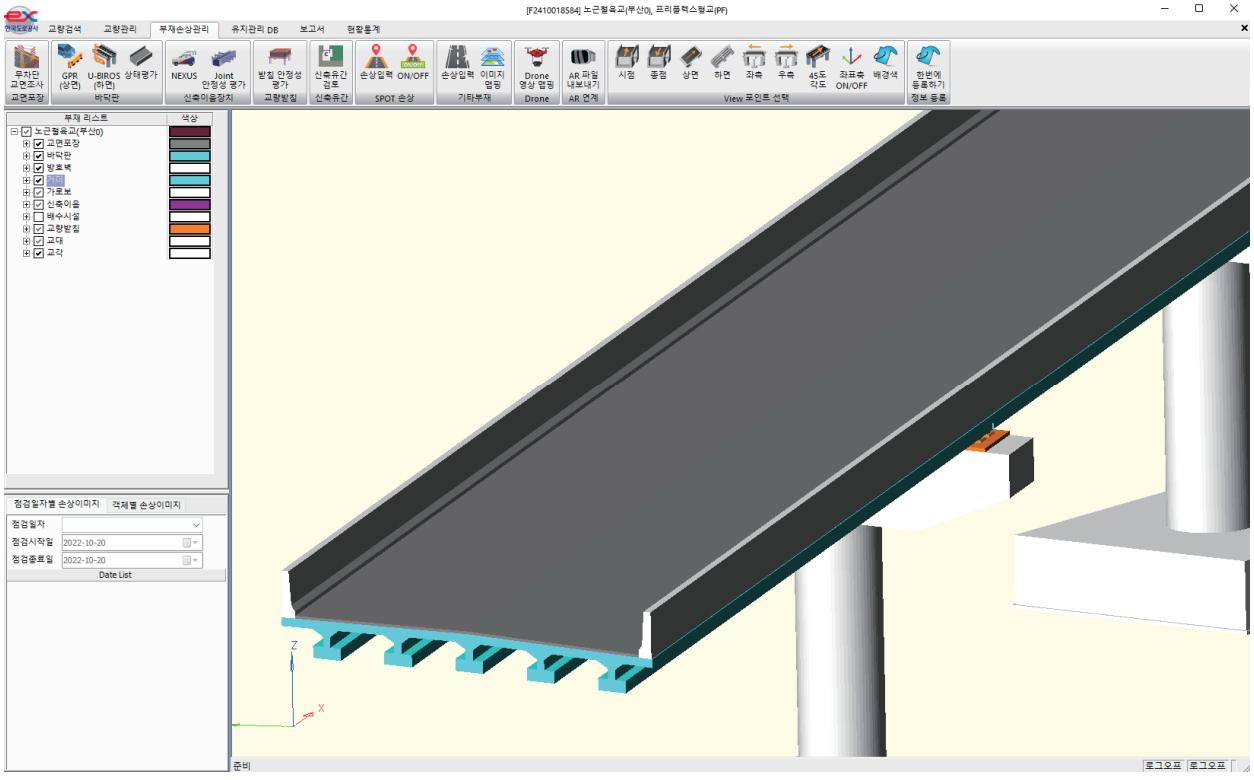
(c) PSC I 거더교



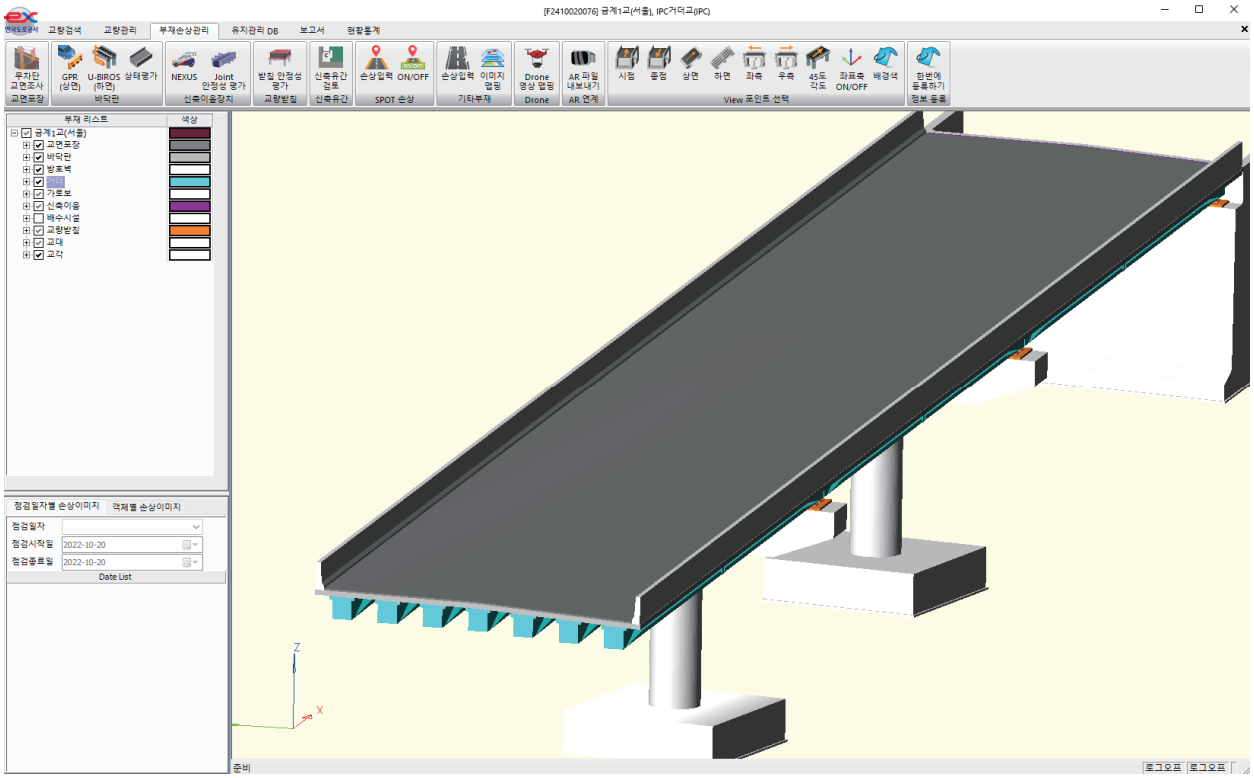
(d) PSC I 거더교 세부형상



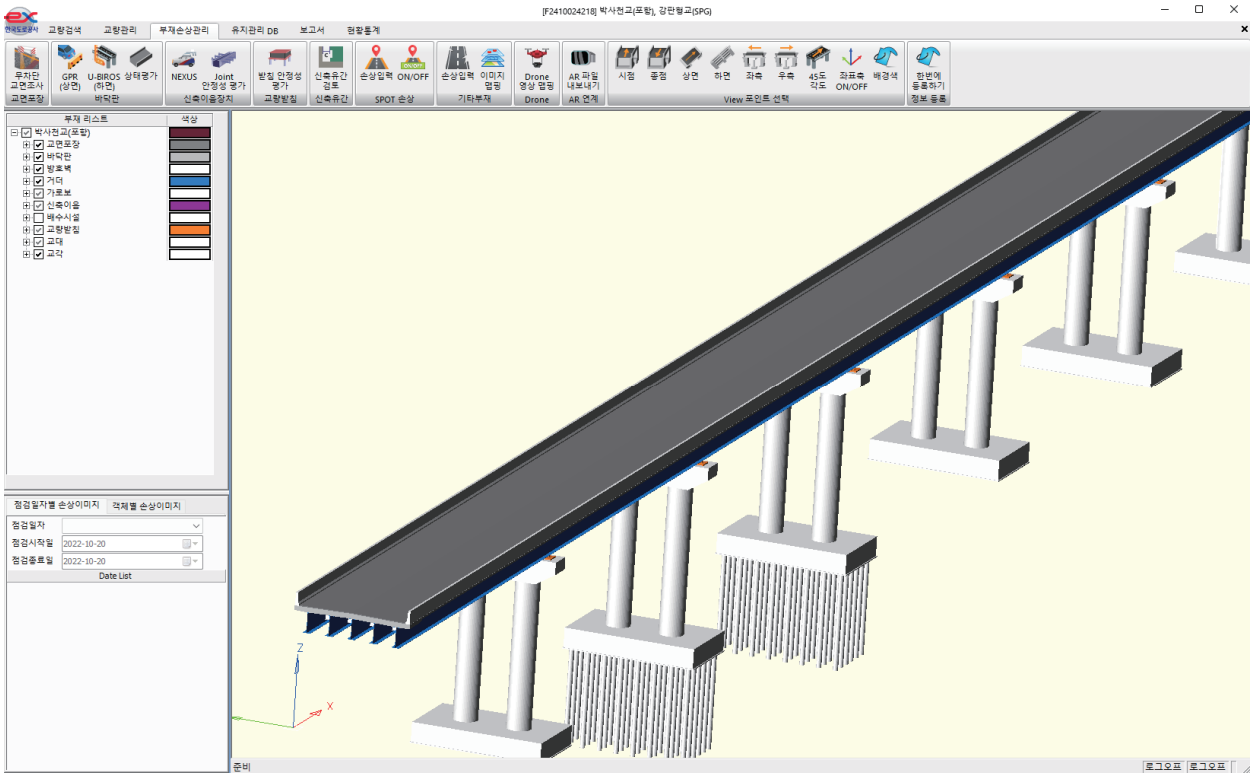
(e) PSC Box교



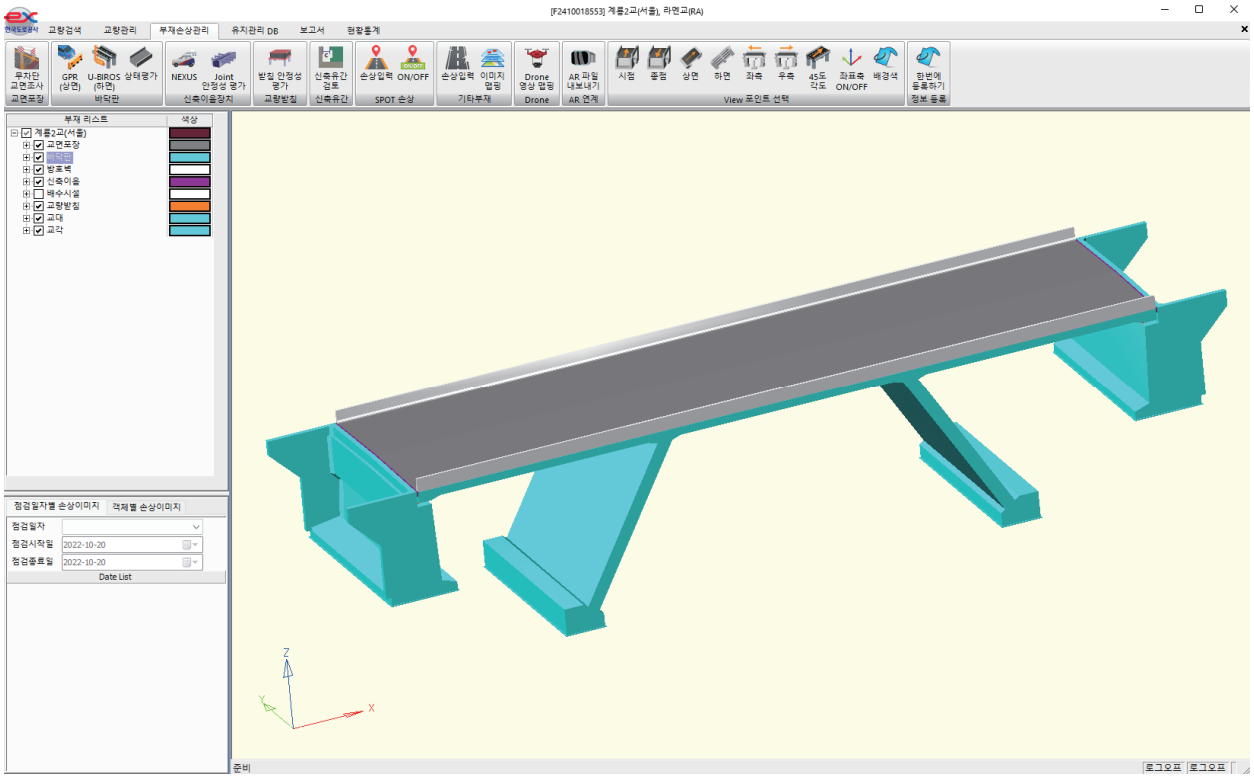
(f) 프리플랙스교(PF)



(g) IPC 거더교(IPC)



(h) 강판형교(SPG)



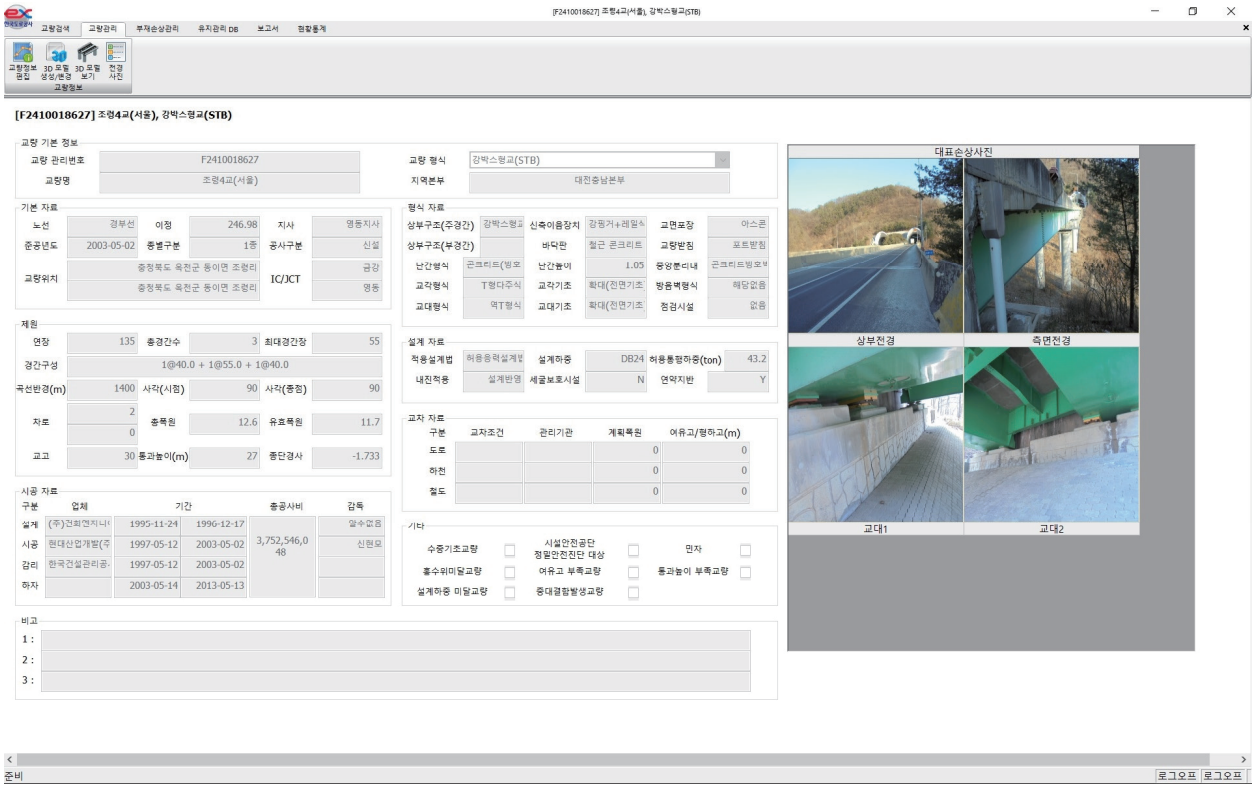
(i) π형 라멘교(π-RA)

그림 4.3 대상교량 형식별 BIM 생성결과 및 세부형상(대표예시)

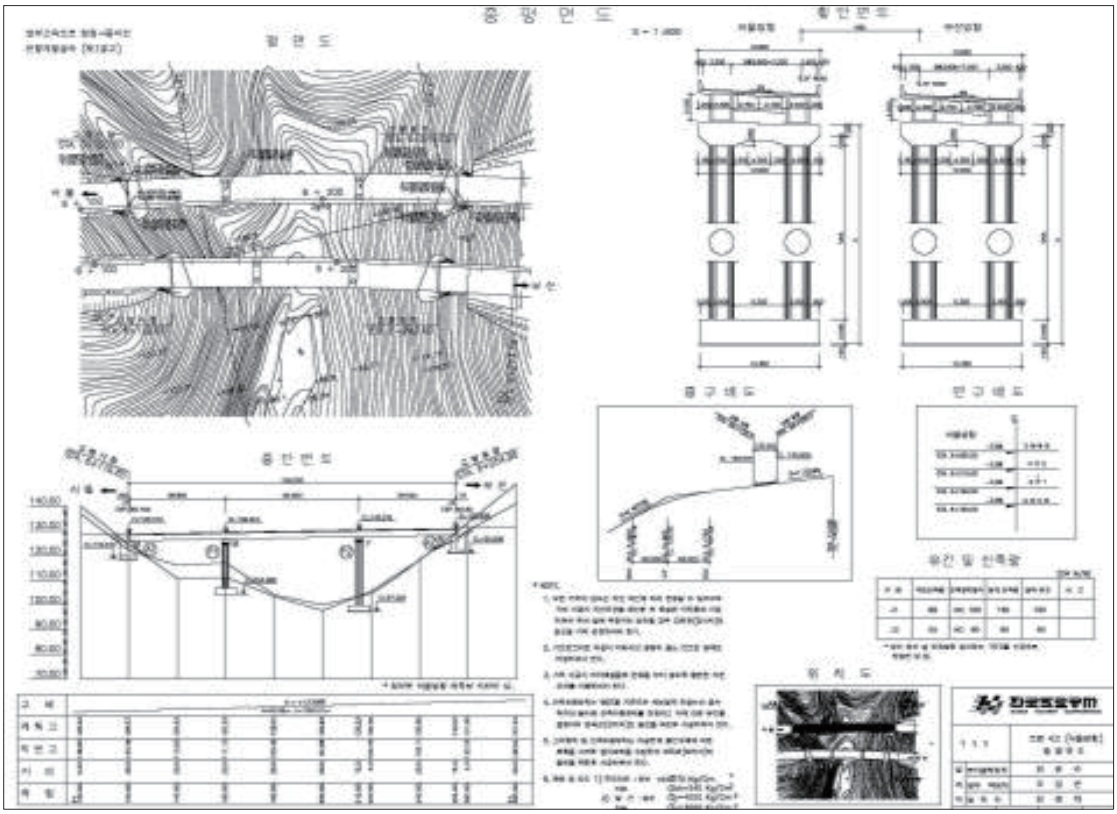
4.2.2 기존 유지관리 DB 입력

생성된 시범대상 교량 각각의 3D 모델에 현재까지 누적된 유지관리 이력, 즉 주기별 점검 및 진단, 보수보강, 그리고 첨단장비에 의한 조사결과 등 관련된 모든 자료를 입력하였다. 본 보고서에서는 69개 교량 중 기존 유지관리 DB가 가장 많은 A교에 대한 DB입력 현황을 예시로 제시하였다. 먼저, 2021년도에 수행한 정밀안전진단 결과를 BIM 모델에 입력하였다.

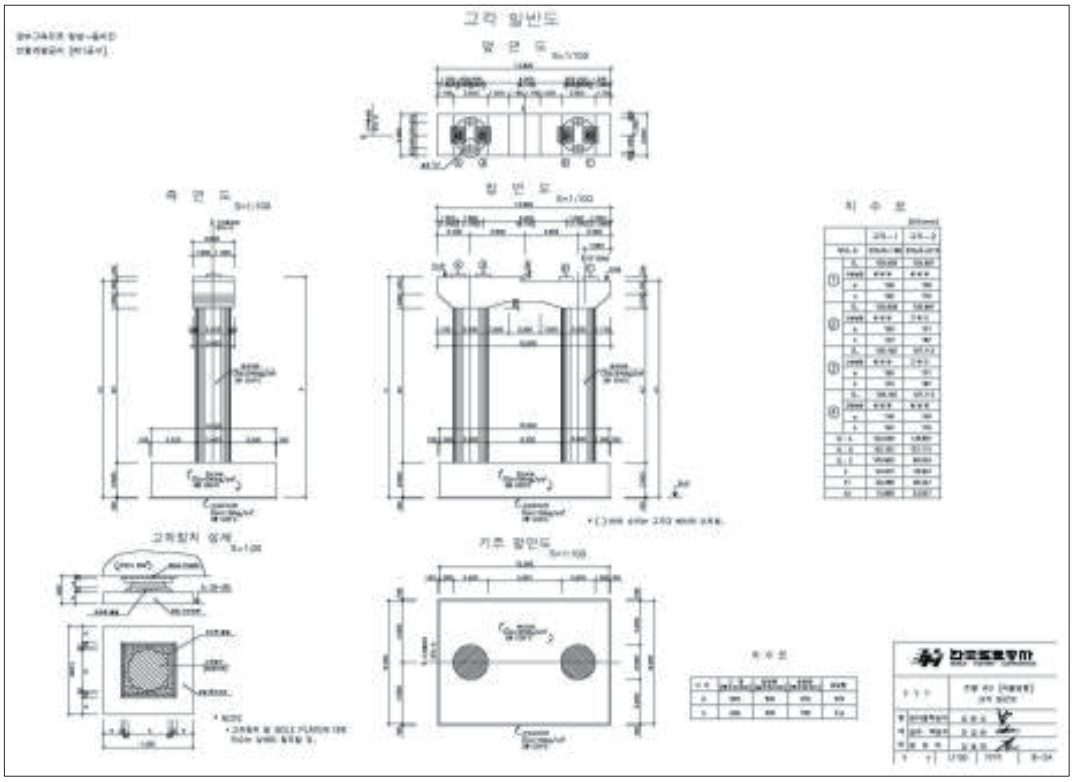
그림 4.4는 교량현황과 생성된 교량 BIM의 형상을 보여주고 있다. 그림 4.5는 바닥판의 GPR 조사결과, 신축이음장치 조사결과, 그리고 교량받침 조사결과가 맵핑된 결과를 보여주고 있다.


[F2410018627] 조령4교(서울), 강박스형교(STB)
교량정보
교량검색
교량관리
부재손상관리
유지관리 DB
보고서
점검통계
교량정보 편집
3D 모델 생성/편경
3D 모델 보기
현장 사진
[F2410018627] 조령4교(서울), 강박스형교(STB)
교량 기본 정보
교량 관리번호
F2410018627
교량명
조령4교(서울)
교량 형식
강박스형교(STB)
지역본부
대전충남본부
기본 자료
노선
경부선
이정
246.98
지사
영동지사
준공년도
2003-05-02
중분구분
1종
공사구분
신설
교량위치
충청북도 옥천군 동이면 조령리
IC/JCT
금강
충청북도 옥천군 동이면 조령리
영동
제원
연장
135
총경간수
3
최대경간장
55
경간구성
1@40.0 + 1@55.0 + 1@40.0
곡선반경(m)
1400
사각(시점)
90
사각(종점)
90
차로
2
0
총폭원
12.6
유효폭원
11.7
교고
30
통과높이(m)
27
종단경사
-1.733
시공 자료
구분
업체
기간
총공사비
감독
설계
(주)건화엔지니어
1995-11-24
1996-12-17
알수없음
시공
현대산업개발(주
1997-05-12
2003-05-02
3,752,546,048
신원모
감리
한국건설관리공
1997-05-12
2003-05-02
하자
2003-05-14
2013-05-13
형식 자료
상부구조(주경간)
강박스형교
신축이음장치
강판거+레일식
교면포장
아스콘
상부구조(부경간)
바닥판
철근 콘크리트
교량받침
포트받침
난간형식
콘크리트(방호
난간높이
1.05
중앙분리대
콘크리트방호부
교각형식
T형다주식
교각기초
확대(전면기초
방음벽형식
해당없음
교대형식
역T형식
교대기초
확대(전면기초
점검시설
없음
설계 자료
적용설계법
허용응력설계법
설계하중
DB24
허용통행하중(ton)
43.2
내진적용
설계반영
세굴보호시설
N
연약지반
Y
교차 자료
구분
교차조건
관리기관
계획폭원
여유고/평하고(m)
도로
0
0
하천
0
0
철도
0
0
기타
수중기초교량
시설안전공단 정밀안전진단 대상
먼자
홍수위미달교량
여유고 부족교량
통과높이 부족교량
설계하중 미달교량
중대결함발생교량
비고
1 :
2 :
3 :
대표손상사진
상부전경
측면전경
교대1
교대2
준비
로그오프
로그오프

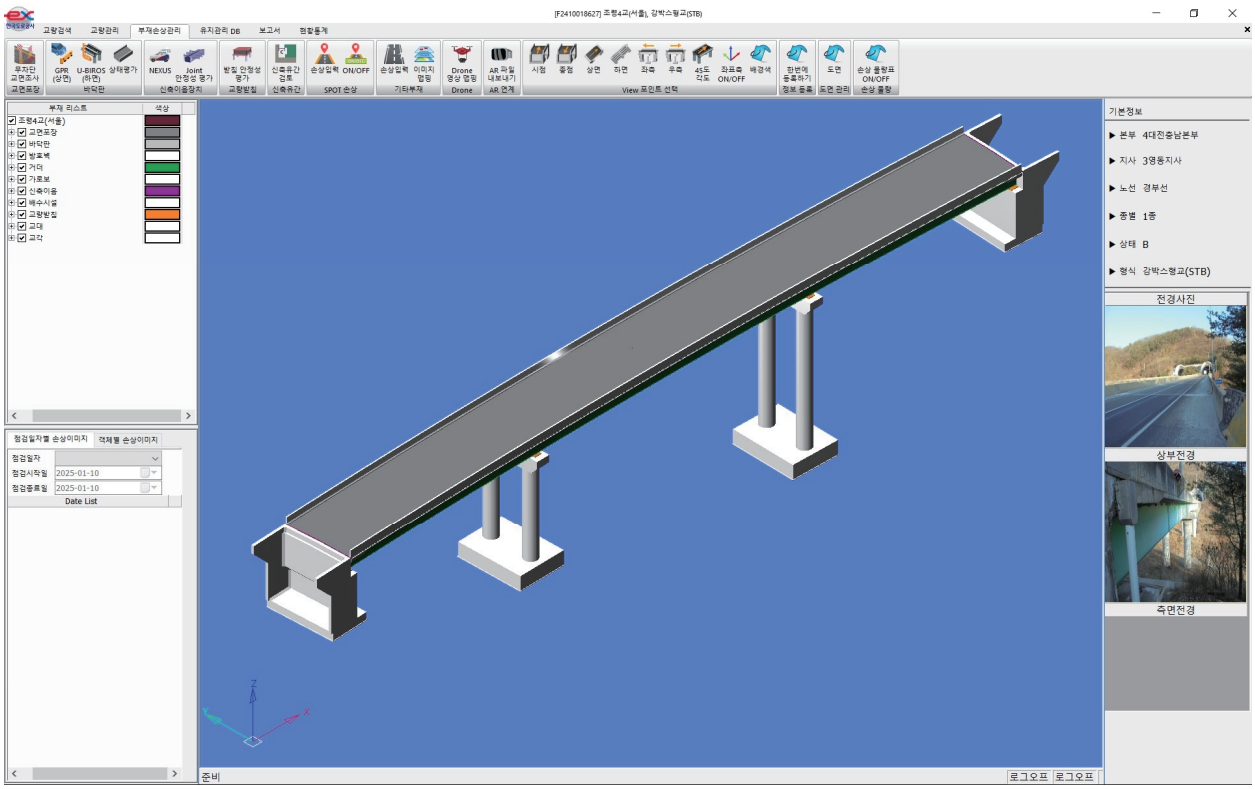
(a) 교량현황


종 평 면 도
횡 단 면 도
일 반 도
종 단 면 도
접 근 대 도
단 근 대 도
위 치 도

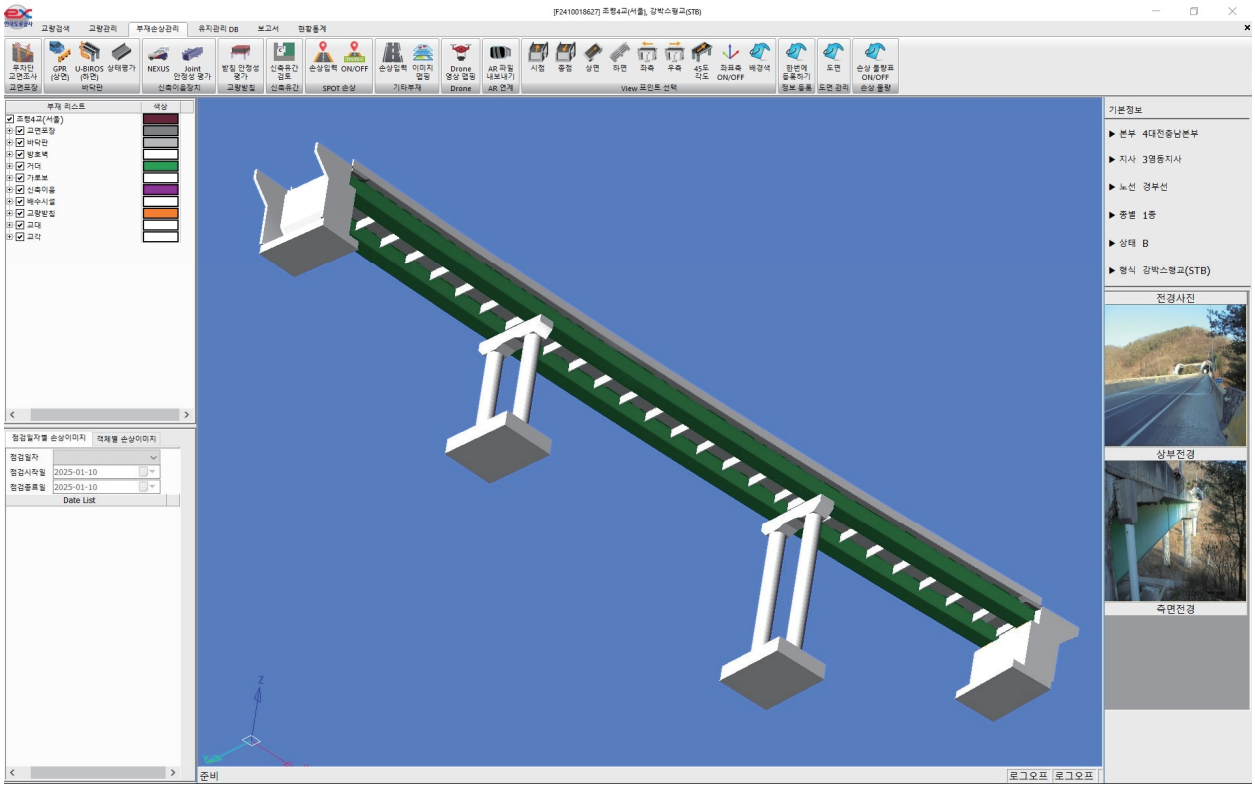
(b) 종평면도



(c) 교각 구조도

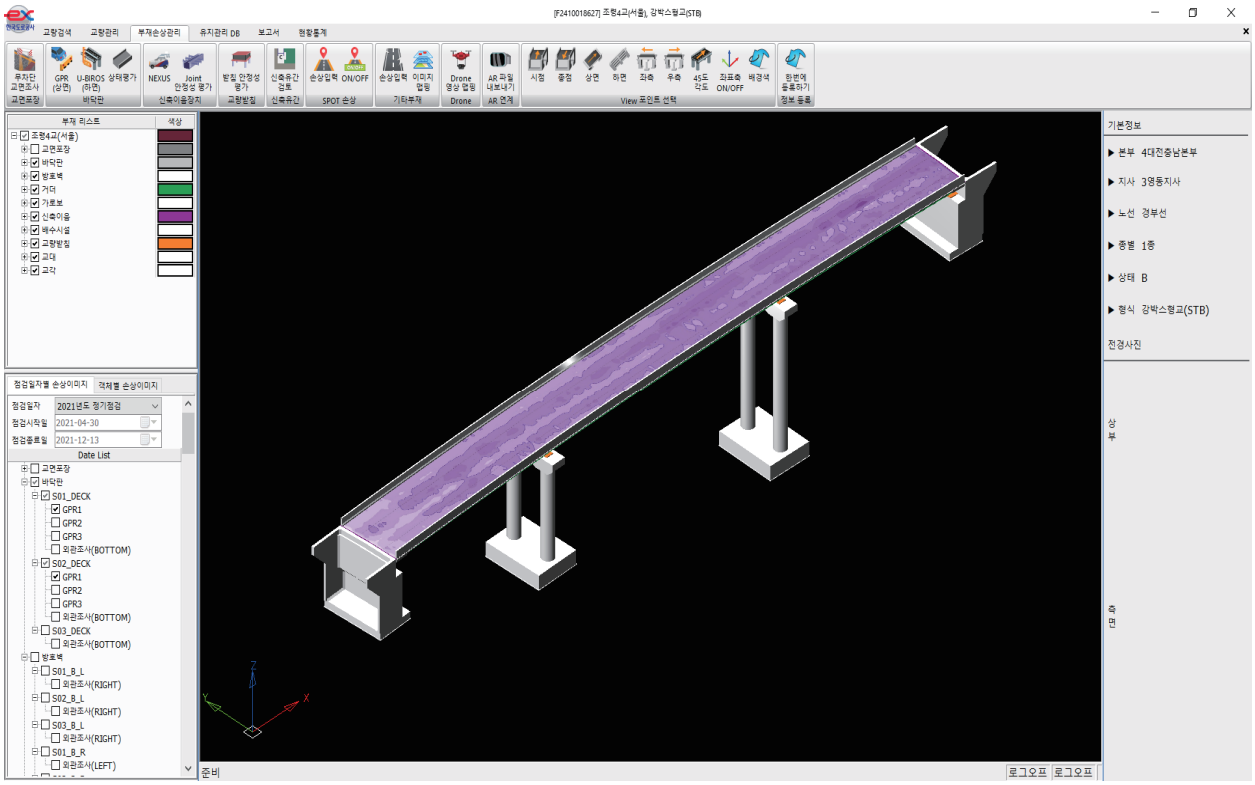


(d) A교 BIM 현황

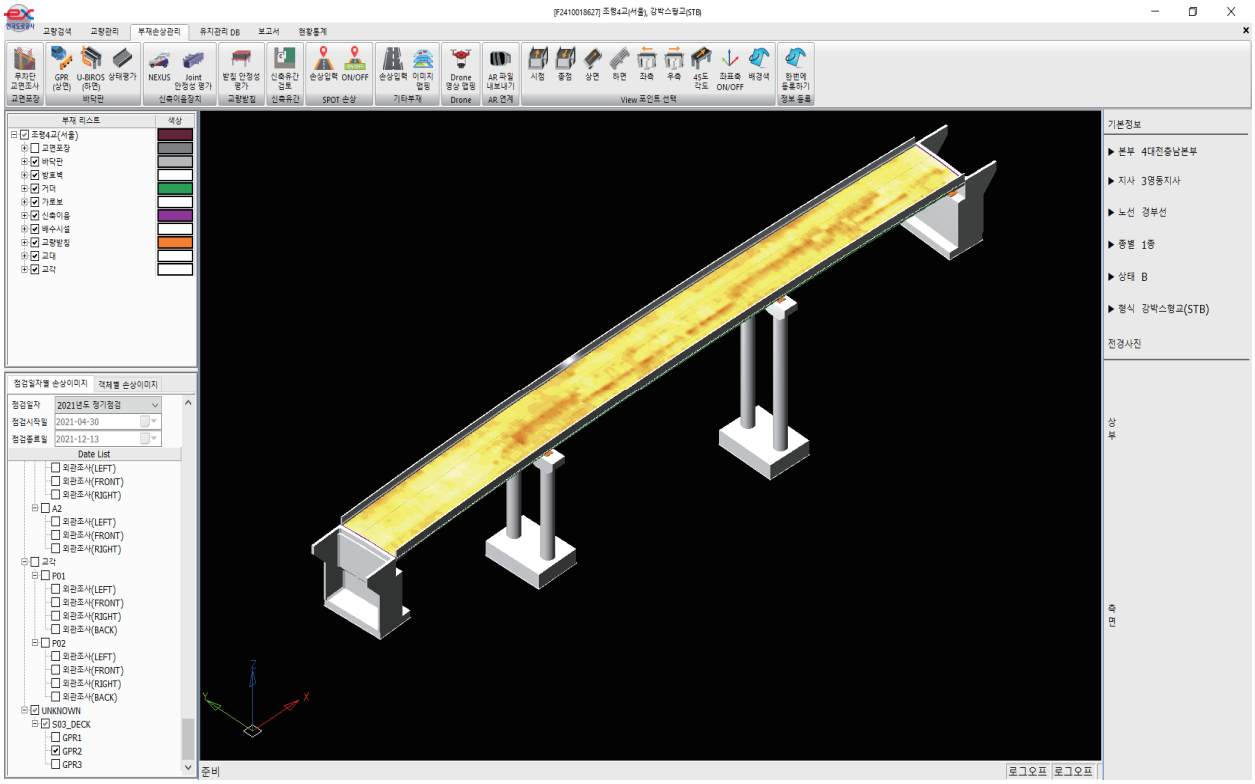


(e) A교 BIM 현황(하면전경)

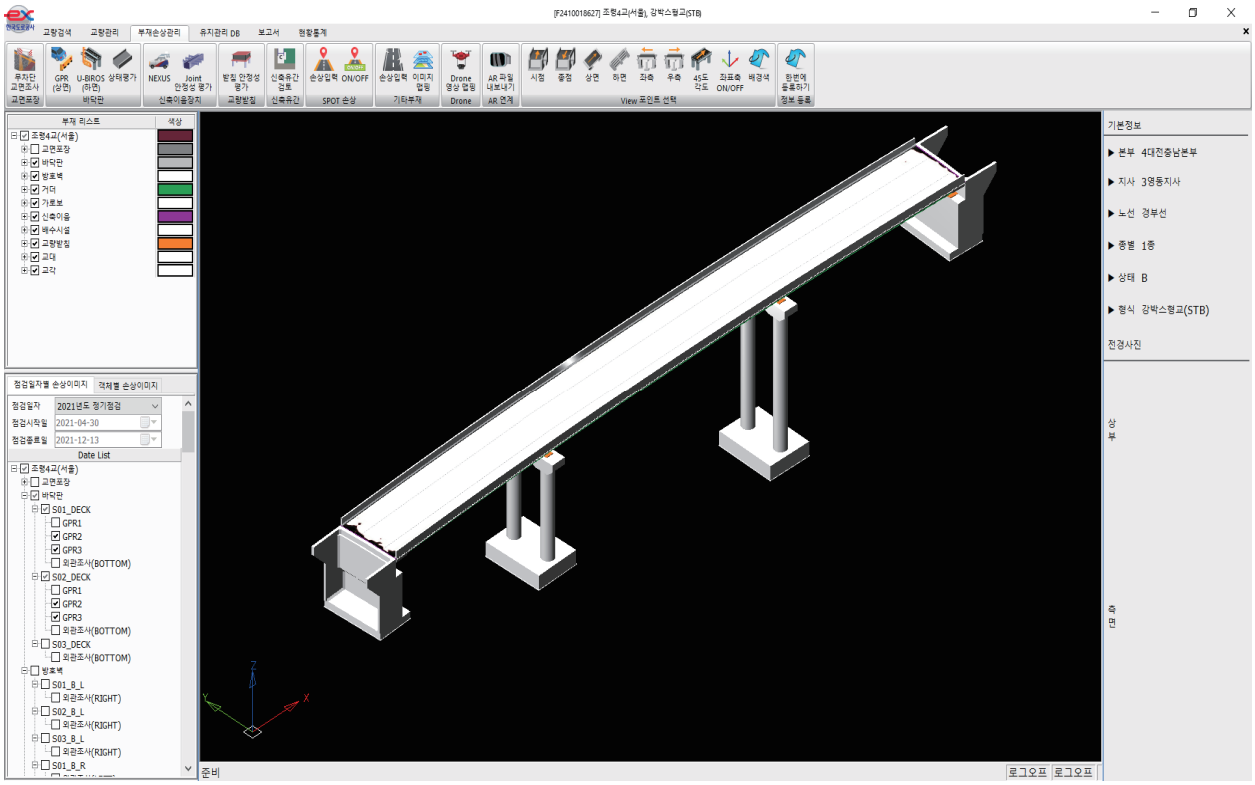
그림 4.4 A교 현황 및 BIM 모델 생성



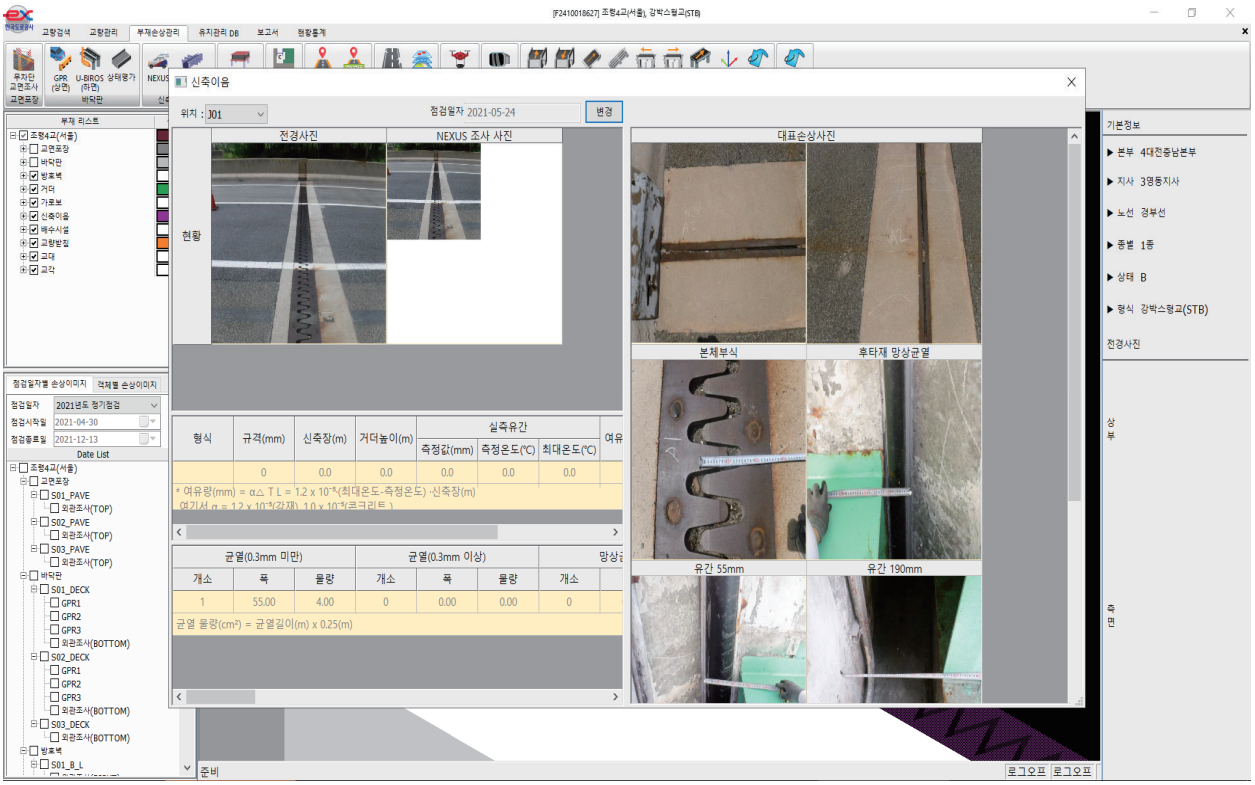
(d) GPR자료 맵핑(포장두께)



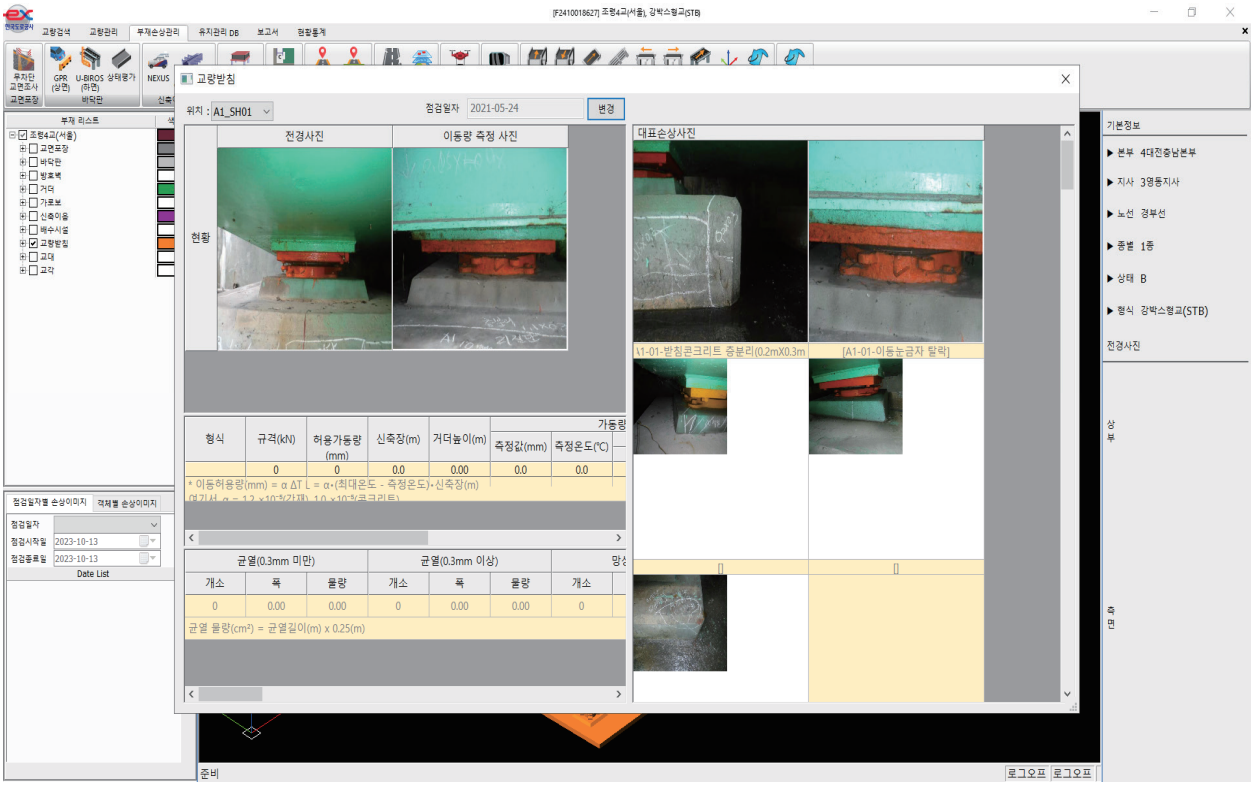
(e) GPR자료 맵핑(피복두께)



(f) GPR자료 맵핑(손상분포)



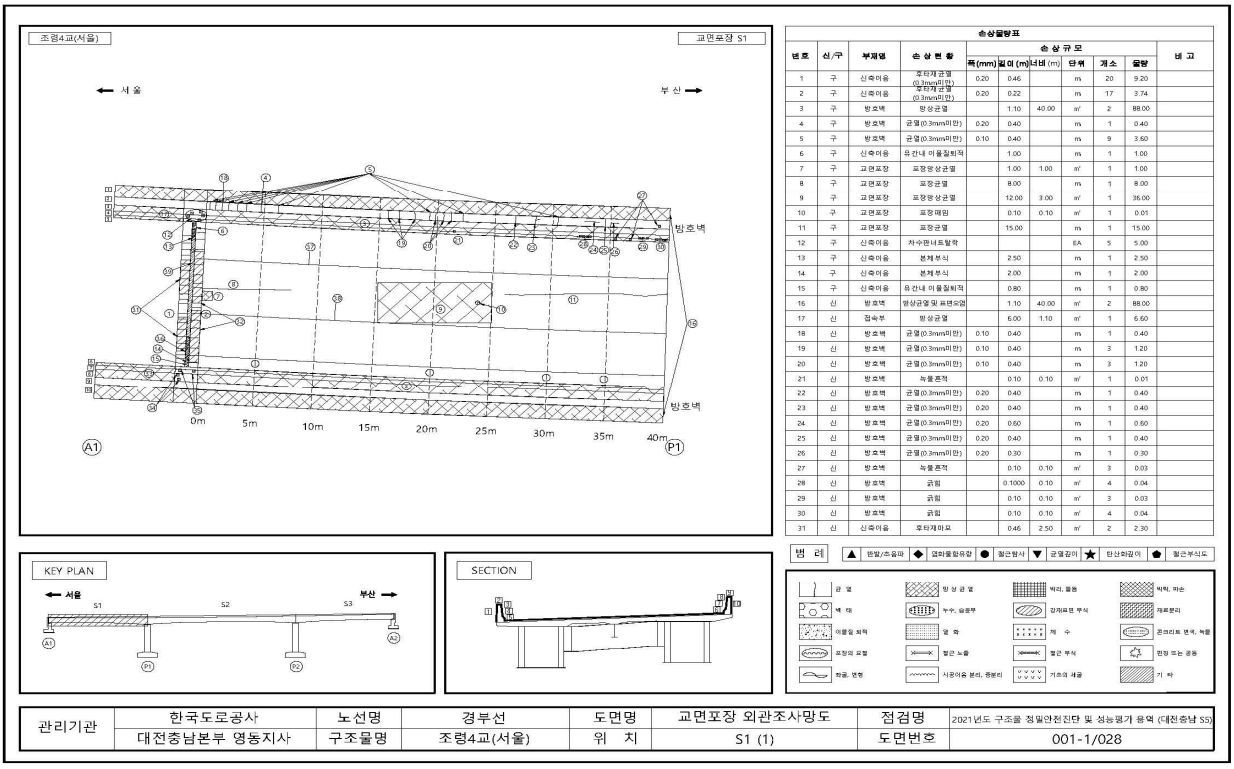
(e) 신축이음장치 자료 입력 결과



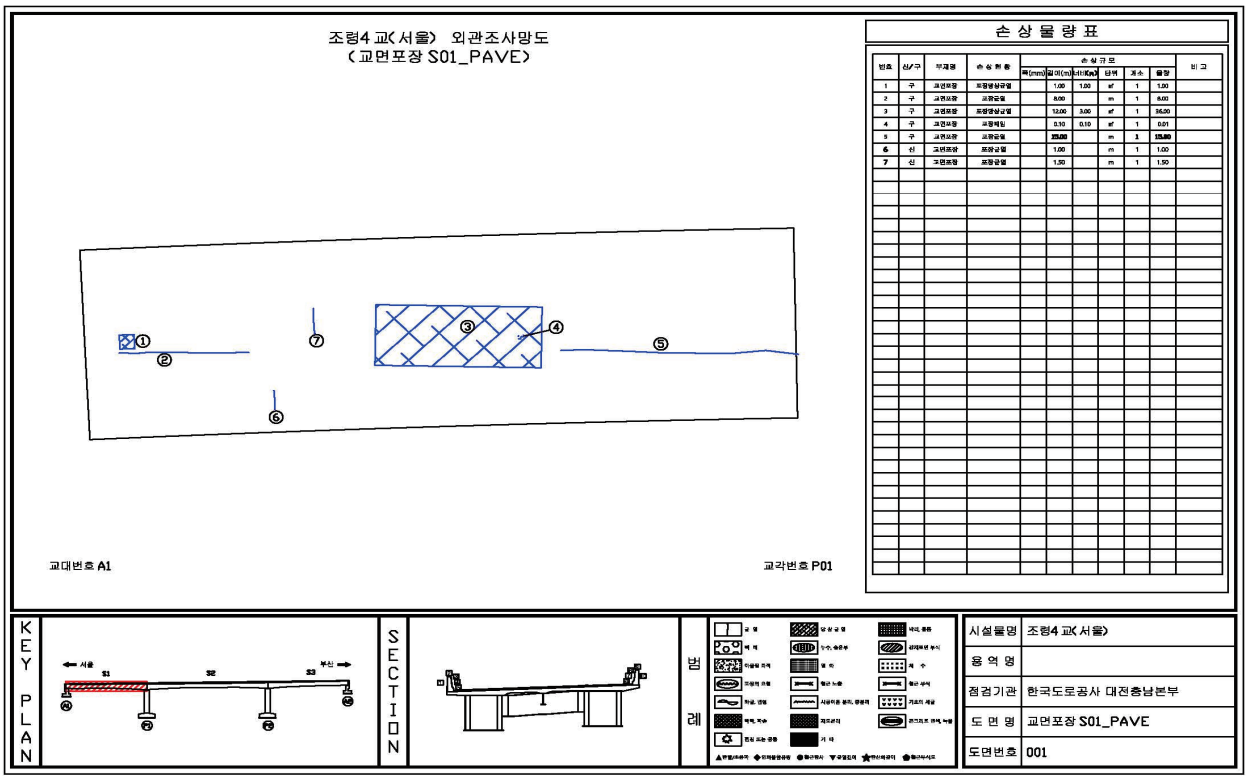
(f) A1 교량받침 점검결과 입력

그림 4.5 A교 3D 모델 현황 및 유지관리 DB 맵핑 결과

또한, 그림 4.6(a)의 2021년 외관조사망도는 플랫폼에서 Export한 외관조사망도와 제원이 다르며, CAD에 기록된 레이어의 라인과 해치 객체가 상이하여 Export된 외관망도에 손상을 그림 4.6(b)와 같이 새로 입력한 후 플랫폼으로 Import하여 BIM 모델에 외관조사망도를 맵핑하였다. 2021년 외관조사망도에 더해 2016년, 2020년 외관조사망도를 추가로 플랫폼에 입력하였다. 그림 4.7에서는 BIM에 맵핑된 연도별 외관조사망도와 3개년 전체가 맵핑된 외관조사결과를 보여주고 있다.

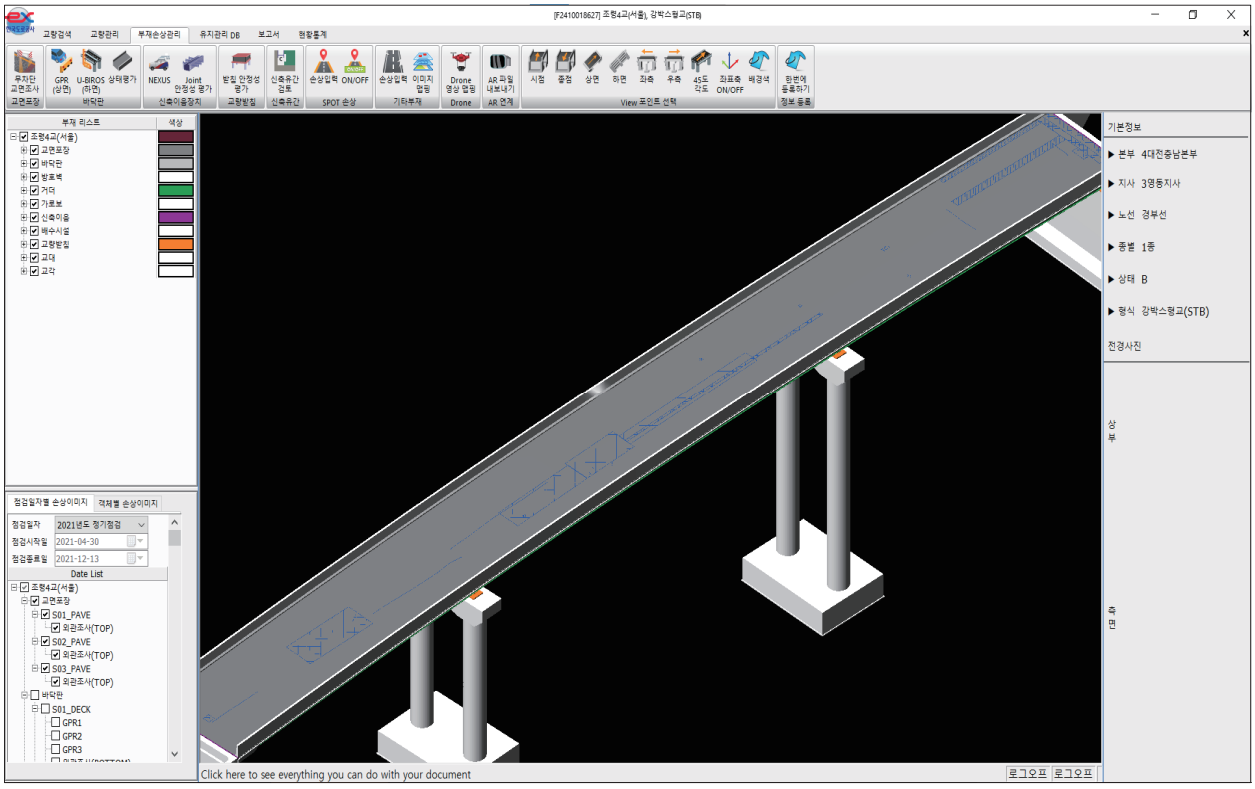


(a) 정밀안전진단외관조사망도 자료(DWG)

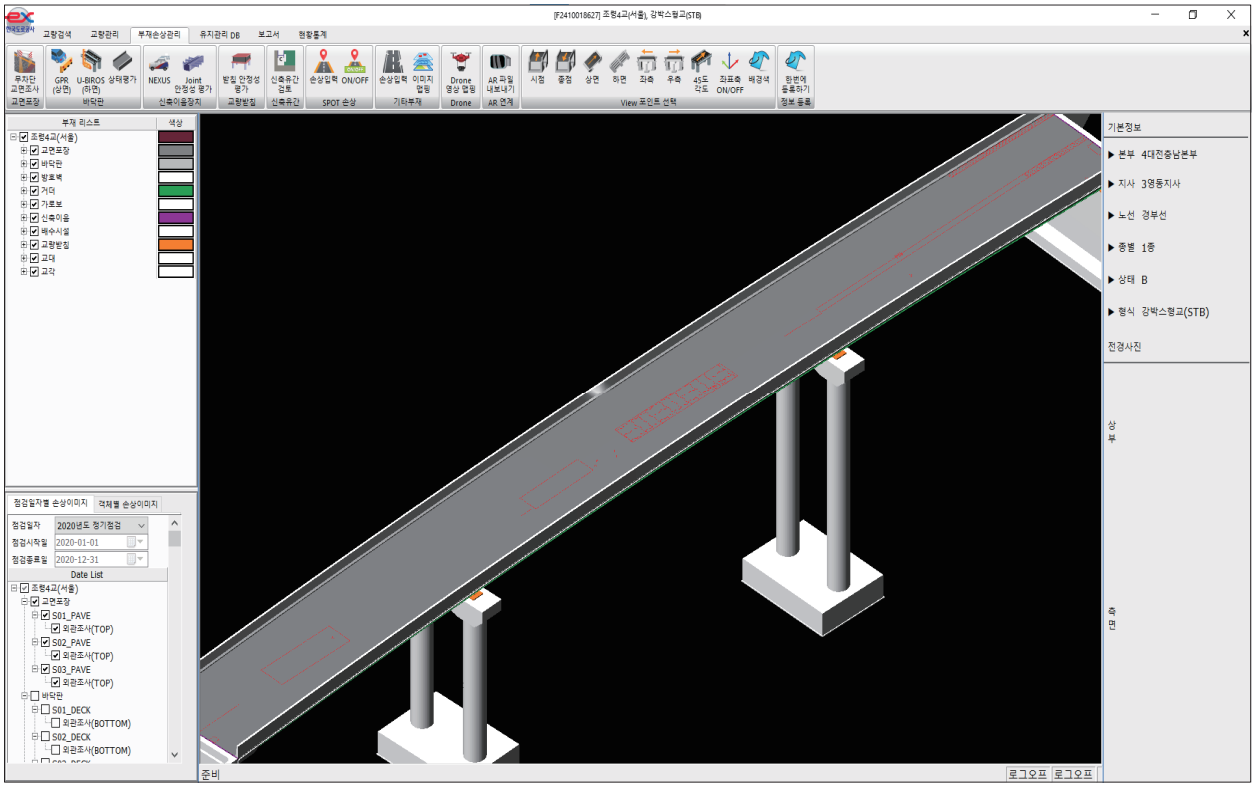


(b) 플랫폼 추출 외관조사망도 손상정보 입력

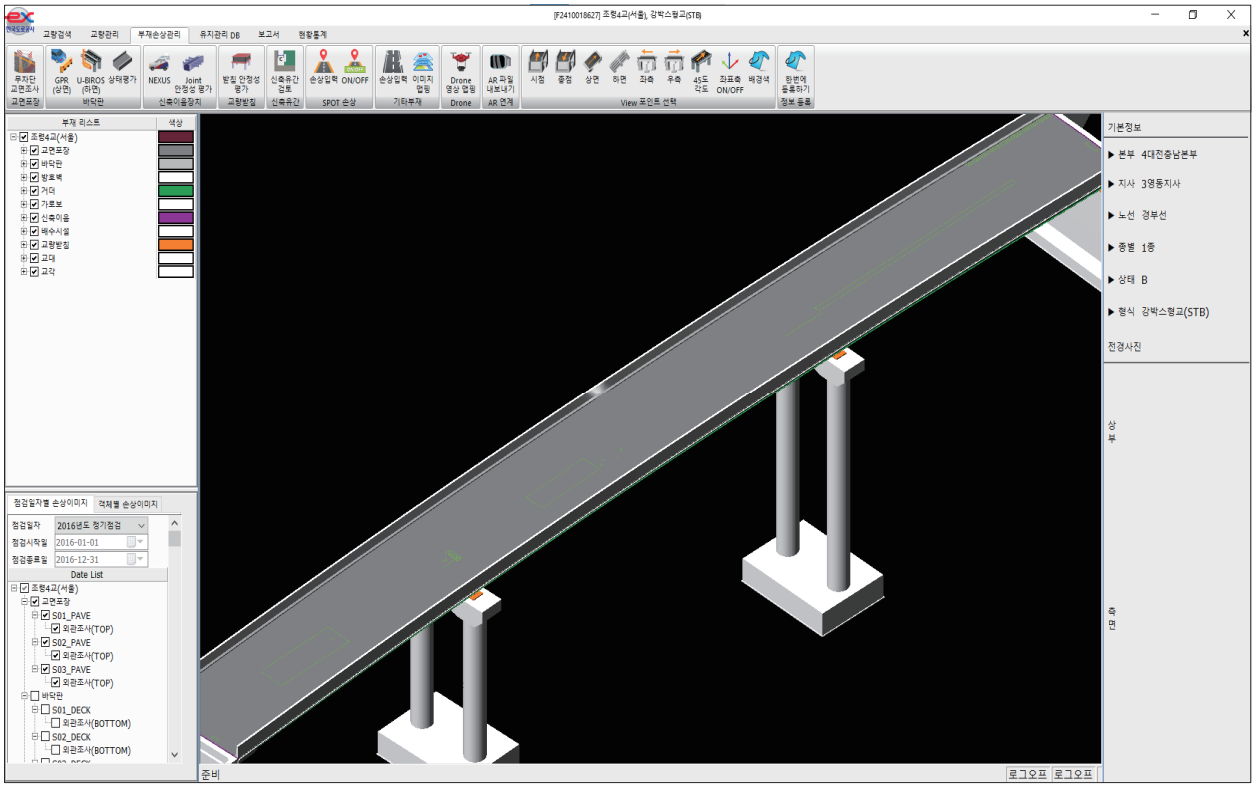
그림 4.6 A교 유지관리DB-외관조사망도 입력 결과



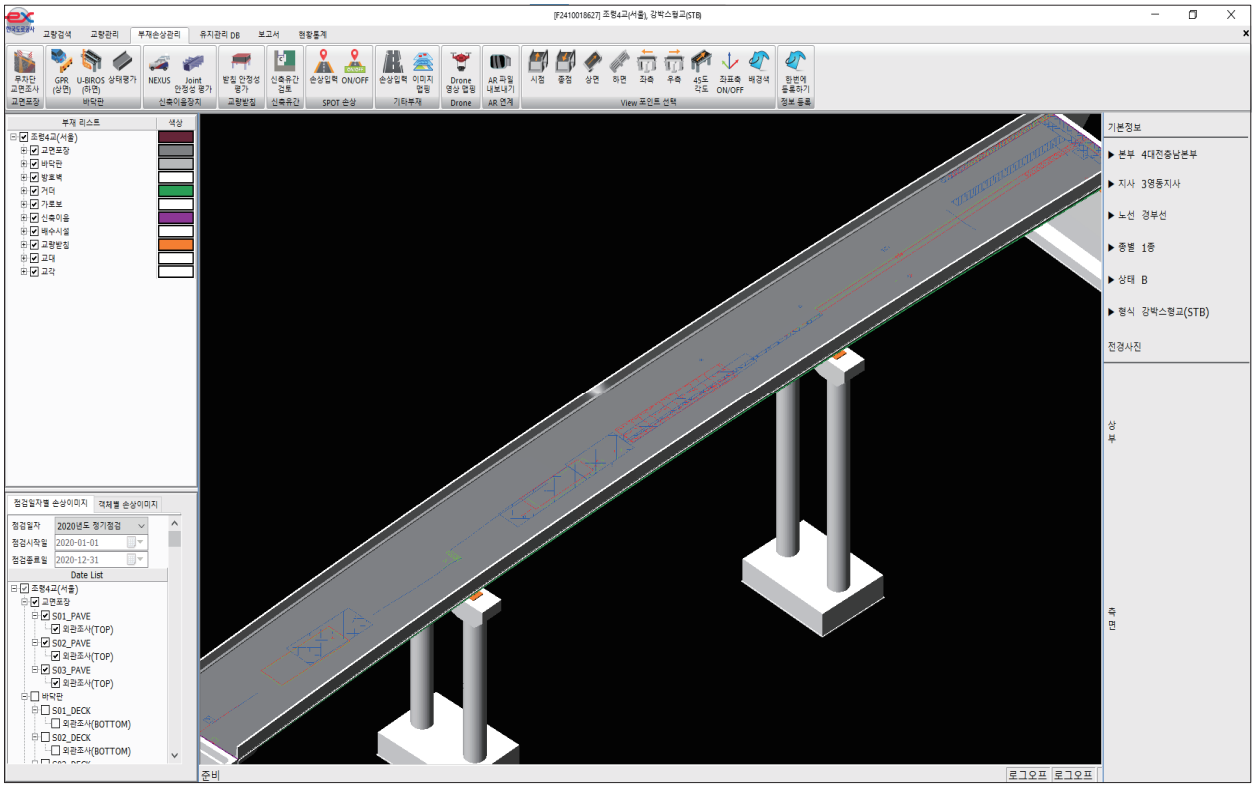
(a) 2021년도 외관조사망도 자료 맵핑(청)



(b) 2020년도 외관조사망도 자료 맵핑(적)



(c) 2016년도 외관조사망도 자료 맵핑(녹)



(d) 3개년도 자료 동시 맵핑

그림 4.7 A교 유지관리DB-외관조사망도 다차년도 자료 입력 결과

4.2.3 A교 정밀점검 시행

BIMEX의 운용 편의성 검증을 위하여 실제 업무와 연계시켜 작업을 수행하였다. 이것은 BIMEX를 활용할 경우 기존 업무와의 차별성과 BIMEX의 효용성을 평가하기 위한 것으로 유지관리 업무 중 대표적인 업무인 정밀점검을 4개 교량에 실시하고 작업 전과정을 분석하였다. 본 보고서에서는 4개 교량 중 A교에 대한 내용을 수록하였다.

○ 본 교량의 하부는 점검차량 진입이 어려운 나대지(계곡부) 구간(S1~S3)으로 외관조사 시 작업여건(장비 진입여부 등)을 고려하여 근접 접근이 용이한 부재는 도보를 이용하고, 접근이 난해한 부재는 드론을 이용하여 최대한 근접한 상태에서 외관조사를 실시하였다. 부재별 조사결과는 다음과 같다.



(a) 드론을 이용한 외관조사



(b) 도보를 이용한 외관조사

그림 4.8 드론 및 도보를 이용한 근접조사 전경

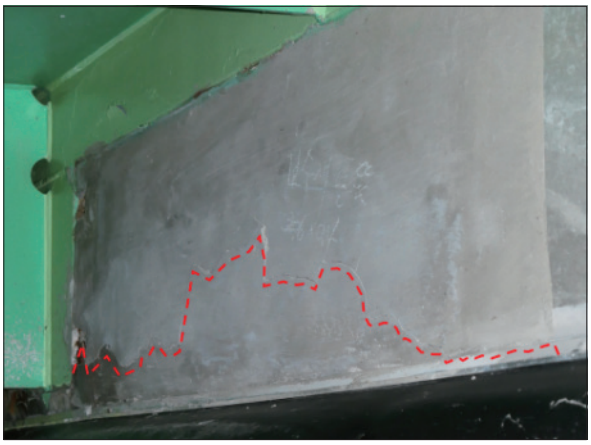
○ 바닥판

표 4.1 바닥판 외관조사 결과

구분	균열(0.3㎜미만) (m/개소)	망상균열 (㎡/개소)	보수부 재균열 (m/개소)	망상균열 및 백태 (㎡/개소)	열화 (㎡/개소)
S1	3.00/2	4.90/2	2.60/1	0.15/1	-
S2	5.20/7	-	-	-	8.00/8
S3	11.00/7	6.00/2	-	-	3.00/3
합계	**19.20/16**	**10.90/4**	**2.60/1**	**0.15/1**	**11.00/11**
구분	백태 (㎡/개소)	박리 (㎡/개소)	박락 (㎡/개소)	표면박리 (㎡/개소)	보수재 들뜸 (㎡/개소)
S1	0.10/1	-	0.09/1	0.40/2	0.60/1
S2	5.65/5	-	-	-	-
S3	6.53/5	0.01/1	-	-	-
합계	**12.28/11**	**0.01/1**	**0.09/1**	**0.40/2**	**0.60/1**



(a) 바닥판(S1) 망상균열(백태)



(b) 바닥판(S1) 보수재 들뜸

그림 4.9 바닥판 주요 손상현황

- 바닥판에 대한 외관조사 결과, 균열, 망상균열, 보수부 재균열, 백태, 열화, 박리, 박락, 표면박리, 보수재 들뜸 등의 손상이 나타났다.

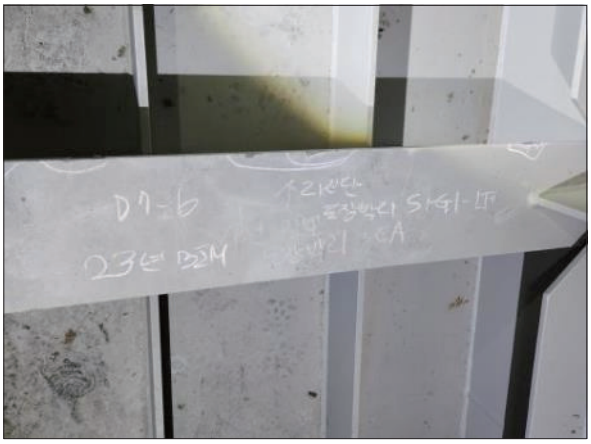
○ 강박스 거더 내부

표 4.2 강박스 거더 내부 외관조사 결과

구분	부식 (㎡/개소)	도장박리 (㎡/개소)	그을음 (㎡/개소)	자재적치 (㎡/개소)	조명등 탈락 (개소)	볼트체결불량 (개소)
S1	0.05/1	0.03/3	-	2.00/2	1	4
S2	0.32/3	0.03/3	-	-	-	-
S3	2.06/34	-	0.05/1	-	1	-
합계	**2.43/38**	**0.06/6**	**0.05/1**	**2.00/2**	**2**	**4**



(a) 부식(S3-G2)



(b) 도장박리(S1-G1)

그림 4.10 강박스 거더 내부 주요 손상현황

- 강박스 거더 내부에 대한 외관조사 결과, 도장부식, 도장박리, 그으름, 자재적치, 조명등 탈락, 환기구 볼트 체결불량 등의 손상이 나타났다.

○ 강박스 거더 외부

표 4.3 강박스 거더 외부 외관조사 결과

구분	부식 (㎡/개소)	볼트부식 (개소)	도장박리 (㎡/개소)	도장긁힘 (㎡/개소)	백아화 (㎡/개소)
S1	1.61/21	-	0.06/1	0.01/1	200.00/2
S2	0.66/21	-	0.01/1	-	275.00/2
S3	1.39/17	15	0.09/4	-	200.00/2
합계	**3.66/59**	**15**	**0.16/6**	**0.01/1**	**675.00/6**



(a) Splice 볼트 부식(S2-G2) (b) 도장박리(S1-G1)

그림 4.11 강박스 거더 외부 주요 손상현황

- 강박스 거더 외부에 대한 외관조사 결과, 부식 및 녹발생, Splice 볼트 부식, 도장박리, 긁힘, 백아화 등의 손상이 조사됨.

○ 2차부재

표 4.4 2차부재(가로보) 외관조사 결과

구분	부식(㎡/개소)	도장박리(㎡/개소)
S1	-	1.22/17
S2	-	0.64/2
S3	0.11/4	0.06/5
합계	**0.11/4**	**1.92/24**



(a) 가로보 도장박리(S1-CB1)



(b) 가로보 도장박리(S1-CB2)

그림 4.12 2차부재(가로보) 주요 손상현황

- 2차부재에 대한 외관조사 결과, 구조적 결함이 발생되지 않은 상태로 부식, 도장박리의 손상이 나타났다.

○ 교대

- 교대에 대한 외관조사 결과, 균열, 체수의 손상이 조사됨.

표 4.5 교대 외관조사 결과

구분	균열(0.3㎜미만)(m/개소)	체수(㎡/개소)
A1	1.60/1	12.50/1
A2	-	12.60/1
합계	**1.60/1**	**25.10/2**



(a) 교대(A1) 균열



(b) 교대(A1) 체수

그림 4.13 교대 주요 손상현황

○ 교각

표 4.6 교각 외관조사 결과

구분	균열(0.3㎜미만) (m/개소)	균열(0.3㎜이상) (m/개소)	망상균열 (㎡/개소)	망상균열 및 표면오염 (㎡/개소)	표면오염 (㎡/개소)	박리 (㎡/개소)	보수재 박리 (㎡/개소)
P1	39.50/68	0.30/1	8.21/7	3.90/1	1.62/3	0.01/1	0.31/2
P2	69.50/74	3.40/7	30.90/14	-	5.37/4	0.65/2	0.36/1
합계	**109.00/142**	**3.70/8**	**39.11/21**	**3.90/1**	**6.99/7**	**0.66/3**	**0.67/3**



(a) 교각(P1) 균열



(b) 교각(P2) 표면오염

그림 4.14 교각 주요 손상현황

- 교각에 대한 외관조사 결과, 수직균열, 망상균열, 표면오염, 박리 등의 손상이 나타났다.

○ 교량받침

표 4.7 교량받침 외관조사 결과

구분	받침본체		받침몰탈	받침콘크리트	이동눈금자파손 (개소)
	도장박리 및 부식 (㎡/개소)	솔플레이트 부식 (㎡/개소)	균열(0.3㎜미만) (m/개소)	균열(0.3㎜미만) (m/개소)	
A1	-	-	0.50/1	-	1
P1	-	-	0.10/1	0.50/2	-
P2	0.06/2	0.10/1	1.10/1	0.40/2	-
A1	-	-	-	-	1
합계	**0.06/2**	**0.10/1**	**0.70/3**	**0.90/4**	**2**


(a) 교량받침 균열

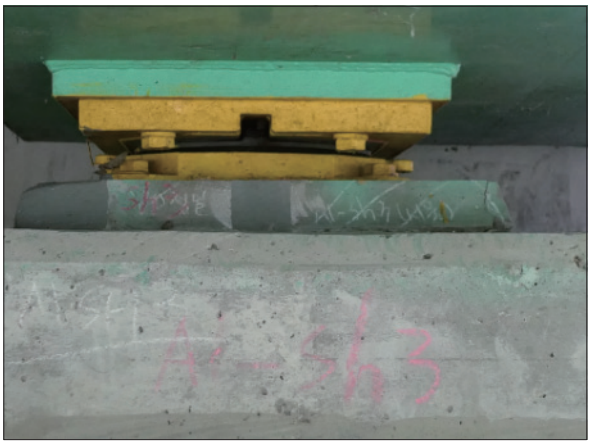

(b) 교량받침 균열

그림 4.15 교량받침 주요 손상현황

- 교량받침에 대한 외관조사 결과, 받침본체 부식, 받침몰탈 균열, 이동눈금자 파손 등 손상이 나타났다.

○ 신축이음장치 외관조사 결과

표 4.8 신축이음장치 외관조사 결과

구분	본체			후타재			차수판
	부식 (㎡/개소)	누수 (개소)	이물질퇴적 (㎡/개소)	균열(0.3㎜미만) (m/개소)	망상균열 (㎡/개소)	마모 (㎡/개소)	볼트/너트 탈락 (개소)
J1	4.50/2	3	1.80/2	12.94/37	1.00/1	3.84/4	9
J2	-	-	-	-	-	-	
합계	**4.50/2**	**3**	**1.80/2**	**12.94/37**	**1.00/1**	**3.84/4**	**9**


(a) 신축이음 누수


(b) 후타재 균열, 마모

그림 4.16 신축이음장치 주요 손상현황

- 신축이음장치에 대한 외관조사 결과, 받침부식, 누수, 균열, 마모, 차수판 볼트/너트 탈락 등 손상이 나타났다.

○ 교면포장 외관조사 결과

표 4.9 교면포장 외관조사 결과

구분	균열(0.3㎜미만) (m/개소)	망상균열 (㎡/개소)	포트홀 (㎡/개소)	패임 (㎡/개소)	포장불량 (㎡/개소)	접속부 망상균열 (㎡/개소)
S1	25.70/4	37.10/2	-	0.01/1	-	6.71/1
S2	16.20/4	86.52/4	-	0.07/7	-	-
S3	4.60/2	0.66/1	0.01/1	2.47/3	4.50/1	6.60/1
합계	**46.50/10**	**124.28/7**	**0.01/1**	**2.55/11**	**4.50/1**	**13.31/2**



(a) 교면포장 망상균열 (b) 교면포장 포장패임

그림 4.17 교면포장 주요 손상현황

- 교면포장에 대한 외관조사 결과, 균열, 망상균열, 포트홀, 패임 등의 손상이 조사됨.

○ 방호벽 외관조사 결과

표 4.10 방호벽 외관조사 결과

구분	균열(0.3㎜미만) (m/개소)	망상균열 (㎡/개소)	망상균열 및 표면오염 (㎡/개소)	박리, 파손 (㎡/개소)	긁힘 (㎡/개소)	녹물흔적 (㎡/개소)	전기함덮개파손 (개소)
S1	8.90/22	104.08/4	88.00/2	-	0.11/11	0.04/4	-
S2	6.20/17	121.00/2	121.00/2	-	0.12/6	0.04/4	-
S3	11.00/28	102.68/5	88.00/2	0.75/3	-	-	1
합계	**26.10/67**	**327.76/11**	**297.00/6**	**0.75/3**	**0.23/17**	**0.08/8**	**1**



(a) 방호벽 망상균열 (b) 방호벽 녹물흔적

그림 4.18 방호벽 주요 손상현황

- 방호벽에 대한 외관조사 결과, 균열, 망상균열, 박리, 파손, 긁힘, 녹물흔적, 덮개판 파손 등의 손상이 나타났다.

○ 외관조사망도 3D 맵핑

이상의 외관조사결과를 외관조사망도로 작성하고 3D 모델로 불러들이면 그림 4.19와 같이 전체 손상분포를 알 수 있다.

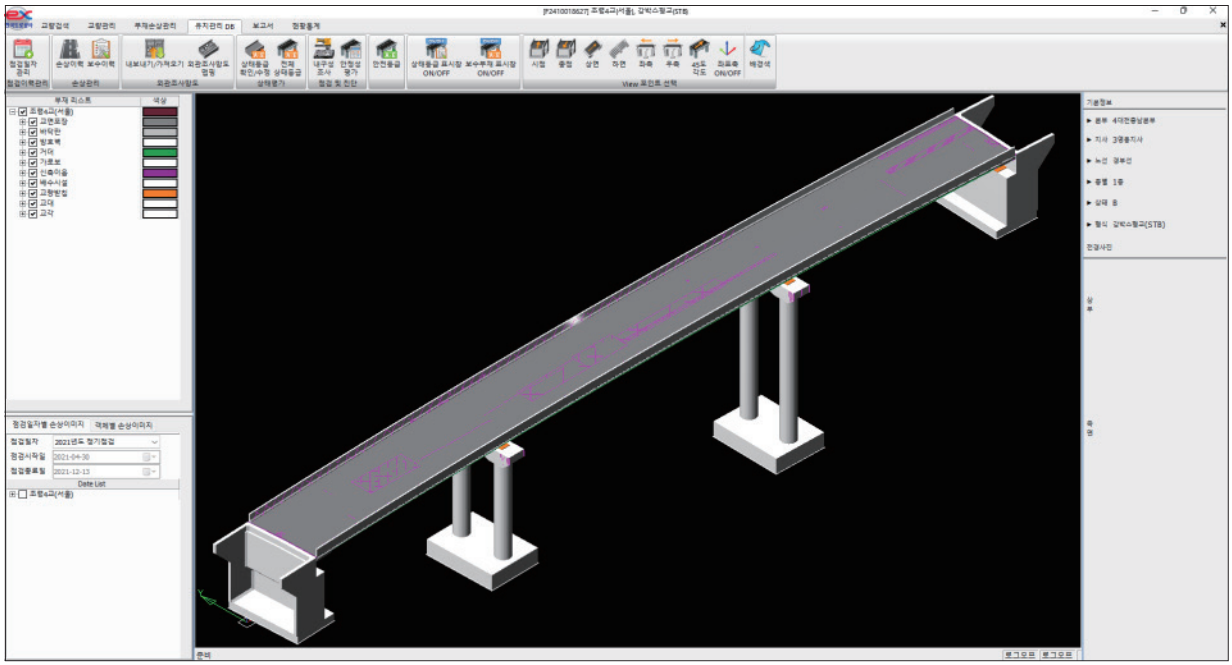
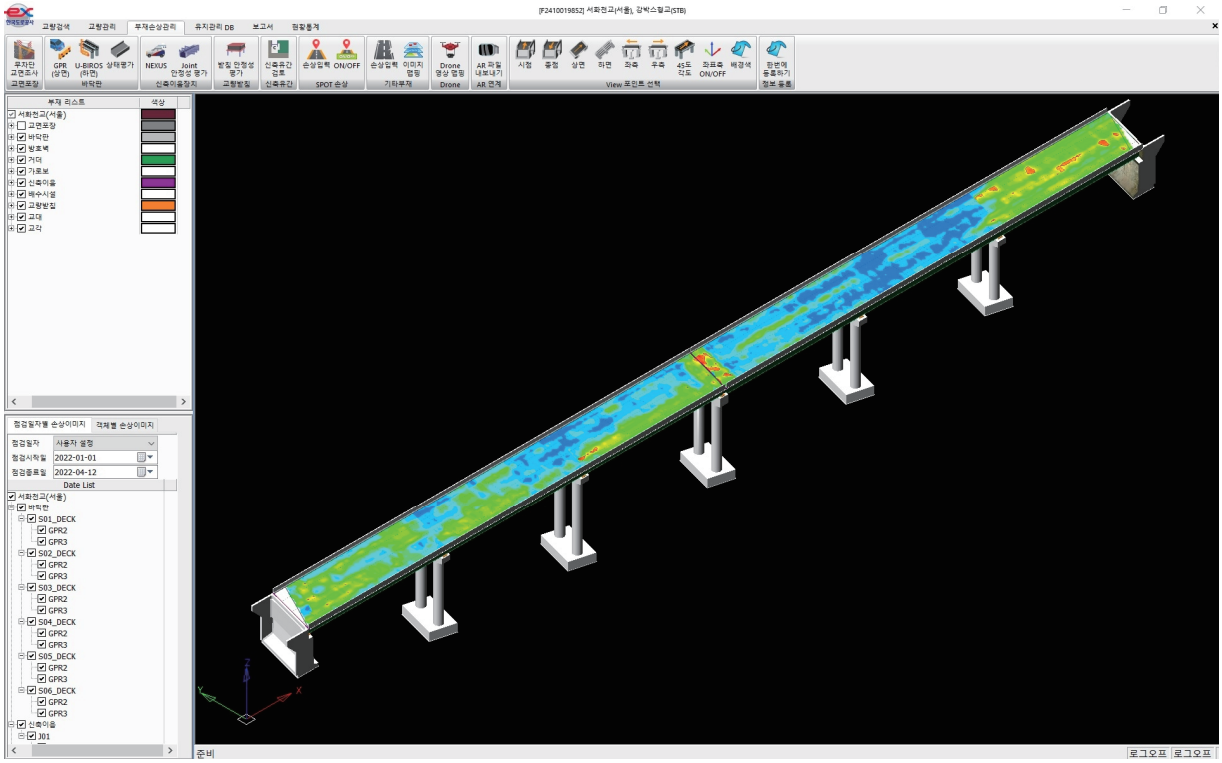


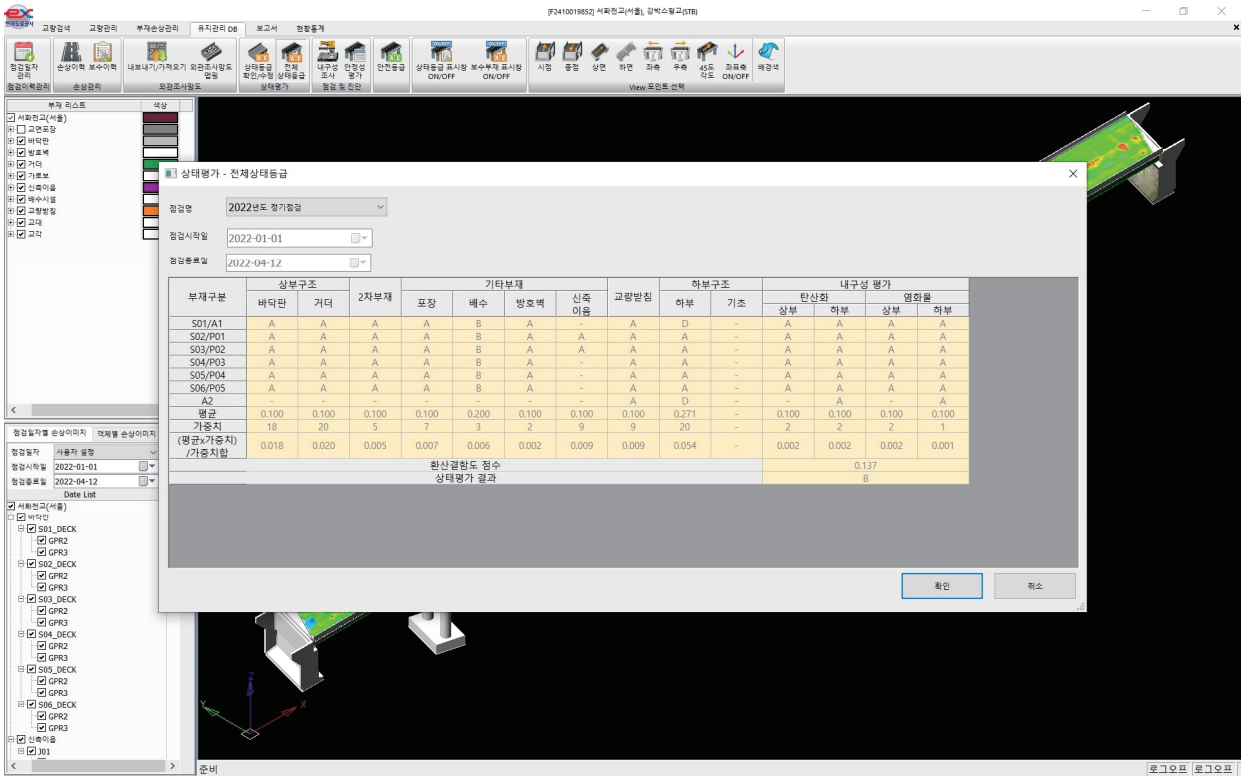
그림 4.19 외관조사망도 3D 맵핑 결과

4.3 BIMEX 효용성 평가

BIM 기반 교량 유지관리는 표준도에 기반한 부재 탬플릿 라이브러리 조합에 의해 생성된 3차원 디지털 모델을 시각화함으로써 그림 4.20과 같이 교량의 형식과 부재종류, 지간, 기하학적 조건 등이 교량의 실제 외형과 거의 동일하고, 손상의 위치와 상태가 시각화되어 모사되므로 유지관리 현황을 직관적으로 확인할 수 있다. 또한, 모든 정보를 통계 처리할 수 있으므로 하나의 화면에서 상태등급, 보수이력 및 다양한 유지관리 정보를 확인할 수 있다.



(a) 바닥판 GPR조사결과 맵핑



(b) 전체상태등급 확인

그림 4.20 BIM 교량 유지관리 DB 표출 직관화

기존 유지관리 방법과 비교한 효용성평가 결과, 그림 4.21과 같이 내업 업무량이 감소되어 전반적으로 약 20% 정도의 업무효율성이 향상된 것으로 분석된다. 이는 정량적 분석결과로 시특법에 의거한 점검 및 진단대가를 기준으로 분석한 것이다. 그 밖에 정성적인 분석결과로는 3D BIM을 이용하여 교량의 상태를 직관적으로 확인할 수 있고 손상부와 건전부를 색상화하여 점검 및 진단 결과 확인이 용이하고 손상부위의 정확한 위치를 파악할 수 있어 체계적인 유지관리가 가능하다는 장점이 있다.



그림 4.21 기존 유지관리와 BIM 유지관리의 비교

4.4 제안사항 및 운영상 요구사항

4.4.1 정보의 작업성 및 사용성 제고를 위한 자료 작성 기준 제안

○ 외관조사망도 손상정보객체 색상 지정

- 동일 구조물의 다년도 외관조사자료 입력시 손상정보를 쉽게 식별하고 손상이력을 추적할 수 있도록 손상정보객체의 색상을 다르게 설정함

○ 외관조사망도 손상정보 외 물량표 및 기본정보 입력 가능

- 플랫폼에 업로드하는 외관조사망도는 플랫폼상의 3D모델링 뿐만 아니라 향후의 자료 관리까지 고려하여 작성할 필요가 있음

○ 외관조사망도 범례 및 손상유형 적용 기준 정립

- 외관조사망도에 사용하는 일반적인 범례가 존재하나, 기준으로 제시된 바가 없어 자료의 통일성과 가독성이 떨어지며, 범례는 일반적인 패턴(해치)이 아니라 별도로 객

체를 작성해야 하는 번거로움이 있어 작업성이 좋지 않고 소요시간이 길어질 수 있음

- 따라서, Autodesk社의 AutoCAD 혹은 호환되는 도면편집 SW에서 기본적으로 제공하는 패턴이 유사할 경우 기본 패턴을 사용하고 기본 패턴이 없는 경우 패턴을 새롭게 만들어서 사용함으로써 업무 효율성을 제고할 수 있는 방안을 제안함

제 5 장 효율적 정보입력 및 관리를 위한 제도 제안

5.1 기존 관련 지침과의 상충사항 도출 및 개선방안 마련

고속도로 구조물에 대한 유지관리 업무는 2017년까지 「시설물의 안전관리에 관한 특별법」에 따라 “안전점검 및 정밀안전진단 세부지침“에 의해 점검·진단 업무가 수행되어 왔으나 2018년부터는 변경된「시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법」의 “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침“에 따라 수행되고 있다. 안전점검 및 정밀안전진단 시에 생성되는 정보들을 BIMEX를 통해 효율적으로 활용하기 위해서는 다음과 같은 두 가지 조건을 갖추어야 한다. 먼저, BIMEX를 사용하기 위해서는 기존 제도와 상충되는 부분이 있는지에 대한 검토가 필요하고 이에 대한 보완사항이 마련되어야 한다(표 5.1). 다음으로 기존 2D 유지관리 체계에서 3D 체계로 전환할 경우 필요한 제도적인 요건이 있는지에 대한 검토가 필요하고 현재 상황에서 제도를 개선하는 방안을 제시하여야 한다(표 5.2).

표 5.1 유지관리 업무 상충사항 검토결과

단계	기존 지침 활용	BIMEX 활용	상충사항
조사	• 육안점검/비파괴조사/ GPR탐사/수중조사 등 수행	• 지침과 동일한 조사 수행	없음
결과 정리	• 현장에서 야장 작성후 내업을 통해 외관조사망도, GPR탐사도 등 작성 • 경간 등 단위구간별로 손상 수량 집계표 작성	• 지침에 의해 생산되는 외과조사망도, GPR탐사도 등 성과 100% 자동 로딩 • 지침에 의한 단위구간별 손상 수량집계표 100% 자동 로딩	없음 (시계열 이력 관리 가능)
상태평가	• 경간 등 단위구간내 손상 수량을 통한 상태평가 수행 • 가중치를 고려한 교량 전체 상태평가 결과 산출	• 지침에 의한 경간단위 상태평가 결과 100% 자동 로딩 • 지침에 의한 교량 전체 상태 평가 결과 100% 자동 로딩	없음
내하력평가 및 안전등급 설정	• 특정 구간내 재하시험을 통한 내하력평가 수행 • 상태평가와 내하력평가 결과중 최소치를 안전등급으로 설정	• 지침에 의한 내하력평가 결과 100% 자동 로딩 • 지침에 의한 안전등급 결과 100% 자동 로딩	없음
보수보강설계 및 유지관리 방안 제시	• 손상 수량 집계표를 토대로 일반적인 보수보강공법 선정 및 개략적인 공사비 제시 • 일반적인 유지관리방안 제시	• 지침에 의한 개략적인 공사비 100% 자동 로딩 • 유지관리방안 제시	없음

먼저, 표 5.1과 같이 기존 지침과 BIMEX의 상충사항은 없는 것으로 나타났으며, 오히려 BIMEX를 활용할 경우 점검 및 조사 이력들을 시계열로 누적시키기 용이하고 시각적 직관적 관리가 가능함으로써 시의적절한 보수보강 시기를 예측할 수 있다. 또한, 모든 정보들이 체계적으로 관리됨으로써 보수보강 등 유지관리 효과 측정을 통한 합리적인 의사결정과 향후 교량 자산관리에도 중요한 기초자료로 활용될 것으로 판단된다.

5.2 3D 유지관리 업무 수행시 문제점 및 해결 방안

현재 수행되고 있는 점검 및 진단 업무에서 교량의 한 지간에 동일 유형 손상이 여러 개 있을 경우, 손상을 종류별로 통합하여 손상물량표를 작성하고 있다. 하지만, 부재의 종류 및

해당 부재의 위치적, 환경적, 구조적 조건에 따라 손상의 양상과 손상을 기록하는 방식과 내용이 기관마다 차이가 나타난다. 또한, 외관조사망도 작성 시 손상의 범례가 다소 차이가 있음을 알 수 있다. 이러한 손상의 집계와 표출 방식으로는 해당 손상의 위치를 정확히 파악하기가 쉽지 않고 외관조사망도와의 일대일 비교를 통해서만 현황을 알 수 있다. 특히, 다경간 교량의 경우에는 과거 이력을 통한 손상의 진전과 보수보강 유무를 판단하면서 작업하기는 거의 불가능한 실정이다. 따라서 현 상황에서는 이전자료를 확인하지 않고 조사작업을 처음부터 새롭게 시작한다고 봐도 무관하다. 현재 수행되고 있는 점검 및 진단 작업의 대표적 문제점을 정리하면 다음과 같다.

(1) 손상 및 손상위치별 보수보강 방법, 비용, 보수보강물량 등 손상 및 손상위치에 대한 이력을 특정할 수 없기때문에 단순히 손상 물량 단위로만 업무주기별 비교가 가능하다.

(2) 향후 유지관리 의사결정을 위한 구조물의 상세 성능 분석을 위해서는 기존 보고서를 처음부터 확인해 보아야 하며, 필요 정보가 흩어져 있어 찾기 힘들뿐만 아니라 2D Text로 펼쳐진 자료를 확인하는데도 상당히 많은 시간이 소요된다.

(3) 순환보직이 필요한 우리공사 업무 환경으로 인해 유지관리 담당자는 대부분 경험이 많지 않기 때문에 구조물에 있는 손상을 정확하게 식별하고 분류하는데 어려움이 있으며, 외주 업체의 경우도 이전 외관조사망도를 근거로 현장 조사를 실시하고 점검 기록을 내업으로 캐드화하는데, 이 때 담당자가 바뀌게 되면 손상 식별 및 표기에 오류가 발생할 가능성이 크고 손상 확인 절차에 많은 시간적 손실이 발생하게 된다.

이러한 문제점을 개선하기 위해서는 손상위치, 손상유형 및 물량에 대한 정확한 정보를 제공할 수 있고 단순 반복적인 내업 업무를 획기적으로 개선하여 작업소요시간을 최소화 할 수 있으며, 손상물량과 외관조사망도의 정보가 일치하여 표출될 수 있는 직관적인 3D 체계가 요구된다. 특히, 주요 작업 성과품인 외관조사망도는 손상 유형별로 구분되고 번호체계나 코드체계를 부여하여 물량 산출이 이루어지고 paperless 정보 전달이 가능한 효과적 방식으로 산출될 수 있다. 또한, 사진 및 이미지 자료의 경우 손상위치, 손상 유형을 식별할 수 있도록 라벨링하여 현재 거의 활용되지 못하는 다량의 디지털 영상 정보를 3D 디지털 모델 부재에 맵핑하여 직관적인 교량의 상태를 확인할 수 있는데 활용될 수 있다.

본 연구에서는 기존 유지관리 업무절차상에 필요한 정보 입력 문제점과 해소방안을 다음과 같이 표 5.2에서 제시하고자 한다.

표 5.2 기존 유지관리 업무절차상 문제점 도출 및 해소방안

연번	문제점		해소방안
	항목	상세 내용	
1	설계·시공 BIM모델과 유지관리 BIM모델 수준의 통일성 문제	• 설계·시공 BIM 모델은 정확해야 하기 때문에 모델링 시간과 비용이 과다 • 업무 범위상 유지관리 BIM 모델은 필요 이상 정확할 필요 없음	• 유지관리 BIM 모델링은 간단, 신속, 간편하게 수행하는 것이 합리적 • 유지관리전용 BIM 모델러(BIMEX)를 별도로 개발하여 업무 범위를 충족하면서도 시간적, 비용적 절감 추구
2	기존 유지관리 업무의 성과품 표준화 미흡 문제	• 외관조사망도 등 조사 성과 작성시 손상범례, 표기 스타일 등이 유지관리 전문기관별로 상이하여 DB 표준화에 장애 발생 • 모든 조사 성과를 전부 표준화시키는 것도 업무의 특성상 무리	• 유지관리 전용 플랫폼 (BIMEX)에 특화된 표준 양식을 업무 착수전에 제공하고 검수하여 표준화 달성 • 손상범례, 외관조사망도 구조물 형태 정보 제공
3	유지관리 이력의 누적 및 비교 문제	• 기존 보고서의 성과는 직전 과업의 내용만 상세히 기술되어 있고 그 이전의 성과이력은 없어서 DB를 누적하지 못함 • 페이퍼 형태의 성과 관리는 원천적으로 시계열적 종합분석 곤란 • 성과를 비교분석하지 못하여 중복 투자 가능성이 상존하며 적기투자 판단 불가	• 유지관리 성과를 디지털 데이터 형태로 점검 시기에 구애받지 않고 중첩해서 시각적으로 표시해 주는 유지관리 전용 플랫폼(BIMEX)으로 성과를 집적하도록 유도 • 누적된 디지털 데이터는 향후 빅데이터 분석 기법으로 발전하여 유지관리 기술 고도화에 기여
4	손상 현황(수량, 위치, 크기)정보의 유지관리 절차상 미활용 문제	• 조사된 손상은 평가단계에서 수량과 크기정보만 활용되고 위치 정보는 한정적으로 사용됨 • 위치 정보 누락은 보수보강 공사비에 영향을 미치어 중복 투자 가능성 높임	• 시각적으로 손상 수량, 크기뿐만 아니라 위치까지 파악, 관리할 수 있는 BIMEX로 손상의 모든 정보를 누락없이 유통되도록 하여 유지관리 사각지대 해소
5	도면, 사진, 영상 정보 연계 및 활용성 문제	• 도면 위주, 모든 정보의 파편적 활용으로 점검진단 효과가 제한되고 한시적이게 됨	• 모든 정보를 BIMEX에 집적하여 의사결정의 정확성과 지속성 도모

제 6 장 BIM 기반 디지털 유지관리 정보 활용방안

6.1 디지털 유지관리 정보 표준화

2장에서 정의된 바와 BIM 기반 디지털 유지관리 정보를 실질적으로 활용하기 위해서는 표준화된 정보 체계가 필수적이다. 유지관리 관점에서 필요한 정보는 우선적으로 모델을 생성하기 위한 기본정보 즉, 교량 3D 형상과 관련된 설계 및 준공 BIM 데이터이며, 이를 확보하는 것이 중요하기 때문에 ’ 한국도로공사 EX-BIM 설계 표준모델 구축 연구 ‘ 등의 관련연구 및 지침 내용을 참고하여 설계 및 유지관리 정보를 통일시키고 유지관리 단계로 연계하고자 한다.

정보 입력, 확인 및 전달을 위해서 그림 6.1과 같이 서버 시스템을 구축하여 BIMEX를 운영하고 Test Bed의 실증단계에서 서버-클라이언트 연동 방식의 효율성을 검증하였다. 현재 상황에서 유지관리 데이터 집계, 통계처리 및 시각화 기능을 분석하여 향후 데이터 활용성을 제고하기 위한 추가적인 통계처리 기능 고도화 방안을 모색하였다.

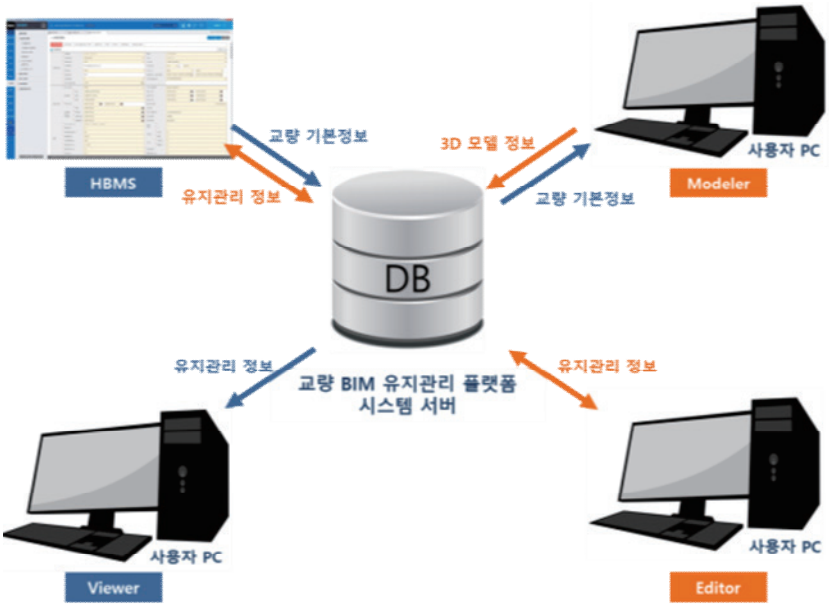


그림 6.1 BIMEX의 서버 시스템

6.2 BIMEX를 활용한 디지털 유지관리 정보 활용

디지털 유지관리 정보를 효율적으로 활용하기 위해서는 정보의 정확도를 확보하고 정보 운영 시간과 비용을 최적화할 수 있는 전용 플랫폼이 필요하다. 본 연구에서 개발한 BIMEX는 교량 유지관리에 최적화된 플랫폼이며, 시험적용을 통해 이를 증명하였다. 이 BIMEX를 전사적으로 확대 적용하면 교량 유지관리에서 생산되는 다양한 디지털 유지관리 정보를 효율적으로 활용할 수 있을 뿐만아니라 정보의 신뢰도 향상, 정확한 정보에 의한 유지관리의 업무의 효율성 향상 등 BIM 기반 교량 유지관리 업무의 획기적인 발전을 도모할 수 있을 것이다. 표 6.1은 디지털 유지관리 정보의 표준화와 업무 활용도 제고 방안 방안에 대해 정리하였다.

표 6.1 디지털 유지관리 정보의 표준화 및 활용도 제고방안

디지털 정보 표준화 방안	입력 정보 표준화 방안	디지털 정보의 점검진단 업무로의 활용도 제고 방안
• 정확도 향상, 작업시간 단축 및 사용예산 절감 등 업무 효율성을 감안하여 설계·시공 BIM모델과 유지관리 BIM모델의 이원화 • 원활한 정보관리 및 전용 플랫폼 활용을 위한 정보 유형 일원화 • 점검진단 업무의 주요 성과품(손상물량표, 외관조사망도)의 양식을 표준화하고 관련기관에 제시	• BIMEX에서 적용되는 손상범례 등 표기법을 유지관리 전문기관에게 사전 제시하여 표준화 도모 • 점검진단 성과 납품시 최종본 제출전 표준화 적합도 검수하여 수정보완 후 납품토록 규정화 • 표준화 정보 작성 방법에 대한 안내, 정보제공 전담조직 운영으로 정보 표준화 수준 고도화	• 설계·시공 BIM 정보 중 유지관리 전용 플랫폼(BIMEX)에 활용되는 시설물의 기본정보 DB를 호환토록 표준화 (설계도면 정보는 일방향으로 활용) • 유지관리 전용 플랫폼(BIMEX)의 입력, 분석업무는 유지관리 관련 부서에서 부서차원으로 수행하도록하여 담당업무 처리를 고도화 • BIMEX에 입력된 유지관리 데이터의 통계처리 및 시각화 기능을 고도화하여 보수보강 시기 결정 등 빅데이터 분석 기법에 활용

제 7 장 결 론

본 연구는 교량 BIM 유지관리 체계 시작품(BIMEX)을 현장에 시범 적용하여 새로운 시스템의 효용성을 평가하는 동시에 운용에 필요한 기술적인 보완을 실시하였으며, 기존 교량 유지관리 시스템(BMS)과 연계하여 실무에 유연하게 안착될 수 있도록 하는 제도적인 기준과 중장기 추진 방향을 제시하는 목적으로 수행되었다. 총 2년간 수행된 주요 연구내용을 다음과 같이 요약하여 정리하였다.

(1) 디지털 유지관리 정보의 분류 및 활용성 분석

구조물 디지털 유지관리 정보는 온라인 및 오프라인의 공유 환경에서 디지털 파일 형태로 용이하게 교환이 가능한 무형의 정보를 말하며, 다양한 환경 및 정보의 중요도에 따라 이동 및 교환에 제약이 따르는 특징이 있다. BIM기반의 구조물 유지관리를 수행하기 위해서는 아래와 같은 절차 및 방법을 준수하여야 한다.

- 준공도서는 전자문서 형태로 생성하되 객체 단위로 ID를 부여할 수 있도록 데이터베이스 규약을 사전에 정의하여야 한다.
- 실무에서 가장 많은 시간이 소요되는 외관조사망도 작업은 현장 및 사무실에서의 작업 일원화에 대한 규약을 정의하여야 한다.
- 기존 데이터베이스와 연계하여 정보 조회 및 표출이 가능해야 한다.

(2) 국내외의 구조물 디지털 유지관리 활용사례 조사

- 국내 BIM분야 저변이 확대되고 있으나 토목분야에서는 아직 설계 단계에서만 활용하고 있는 실정이다.
- 미국, 영국 등 영미권을 포함하여 일본과 싱가포르 등 선진국에서는 국가 차원에서 BIM 활용 데이터 공유 등의 계획을 수립, 추진하고 있다.
- 우리공사에서는 약 2 만여개소의 공용 구조물을 관리하고 있고 노후 구조물의 증가 및 노후화 가속에 따라 구조물 스마트 유지관리 정책을 수립, 추진 중에 있다. 또한, 기존의 전형적인 인력 기반 유지관리 방법과 스마트 유지관리 기법을 병행하고 있고 BIM유지관리를 통해 연계 추진방향을 검토하고 있는 단계이다.

(3) BIMEX의 주요 내용 및 특징

- BIM 기반 교량 유지관리는 표준도에 기반한 부재 탬플릿 라이브러리 조합에 의해 생성된 3차원 디지털 모델을 시각화함으로써, 교량의 형식과 부재종류, 지간, 기하학적 조건 등이 교량의 실제 외형과 거의 95% 이상 동일하게 구현할 수 있다.
- 다양한 유지관리 정보를 Excel 및 CAD Export/Import 과정을 통해 쉽게 작업결과를 연계할 수 있다. 손상의 위치와 상태가 시각화되어 모사되므로 유지관리 현황을 직관적으로 확인할 수 있다. 또한, 모든 정보를 통계 처리할 수 있으므로 하나의 화면에서 상태등급, 보수이력 및 다양한 유지관리 정보를 확인할 수 있다.

(4) 시범 운영을 통한 BIMEX 고도화

○ 개발된 BIMEX 플랫폼을 시험 운영하기 위한 Test Bed 구축

- 시범적용 대상으로 총 69개소의 Test Bes를 구축하였고 각 교량에 대한 3D BIM과 하이포털 BMS에서 관리중인 유지관리 DB를 입력하였다.
- 특히, 3개 교량에 대해서는 실제 점검을 실시하고 기존방법과 BIM 기반 유지관리 방법과의 차이점을 비교분석하였으며, 손상물량표와 외관조사망도를 지금까지 수행된 유지관리 주기별로 산출된 결과를 맵핑하여 직관적인 결과확인 등 BIM 유지관리의 장점을 확인하였다.

○ 사용자 관점의 문제점 도출 및 수정보완

- 시제품은 개발 플랫폼의 운영과정에서 모델링 단면형상 정의 단계에서의 오류 등 여러 가지 문제점이 발견되었다. 다주식 교각의 외관조사망도의 초기도면을 내보내면 단주식으로 출력되는 오류, PSC박스 거더 단면형상을 정의할 때 비정상적인 형태로 단면이 변형되는 오류, NEXUS 자료 최초 입력 후 수정 입력 시 중복 오류, GPR데이터 최초입력 후 수정 입력 시 Date list에서 동일 부재가 아닌 별도로 미상의 부재로 트리가 생성되는 오류, 손상정보등록 초기파일 내보내기로 생성된 XLS형식의 파일을 열 수 없는 오류 등이 나타났으며, 이에 대한 수정을 완료하였다.

(5) 정보관리 및 사용의 효율성 제고를 위한 기능 개선

- 잘못된 정보 입력시 삭제할 수 있는 기능, 일괄 손상 등록 외에 각 부재별로 개별 등록한 정보가 일괄 등록한 결과와 연동이 될 수 있도록 기능을 보완하였다.
- 외관조사망도 입력시 손상정보 객체의 색상을 입력회차별로 구분하여 손상이력을 한

번에 확인할 때 가독성을 개선하기 위한 옵션을 추가하였다.

- 플랫폼에 업로드하는 외관조사망도에 손상정보객체 외 손상물량표와 구조물의 단면 정보, 사용한 범례 등 부수 정보를 입력, 관리할 수 있도록 도면의 레이어를 구분하여 작성할 수 있게 하였다.
- 외관조사망도에 사용할 손상유형을 정의하고 각 손상유형별로 적용할 객체(해치 패턴)를 정의하고 CAD 기본 해치 패턴이 없는 송상은 새롭게 해치 패턴을 추가하였다.
- 손상유형은 19개로 정의하며, 도면작성 SW에서 기본적으로 사용하는 패턴을 적용하여 작업성을 개선할 수 있는 방안을 제시하여야 한다.
- 기존 외관조사망도 CAD 파일을 BIM으로 자동 연계할 수 있는 툴을 개발하였다.

(6) BIMEX 효용성 평가

- 시범적용을 통한 BIMEX 플랫폼의 효용성을 평가한 결과, 유지관리업무 특성을 고려할 때 단순한 절차에 의해 모델 생성이 가능하며, 정밀한 위치에 유지관리 DB의 입력 또는 맵핑이 가능한 장점이 있다. 또한, 업무진행과정에서 내업이 획기적으로 줄어들 수 있어 약 20%정도의 예산절감 효과도 발생하는 것으로 예측된다. 따라서 본 연구를 공용교량 유지관리 실무에 적용할 경우 업무효율성이 크게 향상될 것으로 기대된다.
- 이와 더불어 시계열적 데이터 통합 및 분석이 가능하기 때문에 교량의 상태를 직관적으로 확인할 수 있고, 손상부와 건전부를 색상화하여 결과확인이 용이하고 손상부위의 정확한 위치를 파악할 수 있어 체계적인 유지관리가 가능하다는 장점이 있다.

본 연구는 BIM 기반 교량 유지관리 체계의 기본 틀을 마련하는 것을 목표로 수행되었다. Test Bed를 구축하고 2단계로 운영하는 실증작업을 수행하여 BIM 플랫폼의 효용성을 입증하였다. 기존방법과 비교할 때 상충되는 문제 또한 없으며, BIMEX를 실무자들이 쉽게 운용할 수 있는 사용자 매뉴얼도 마련하였다. 하지만, 무엇보다도 중요한 것은 새로운 시스템을 받아들일 수 있는 실무자들의 이해와 관심이 필요하며, 시작품의 특성상 추가적인 수정보완 작업이 필요할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

1. Alibaba Cloud(2018), “City brain: Empower cities to think with data-driven governance”
2. British National Infrasturcture Commission)(2018), “National digital twin strategy”
3. FMEAE(Federal Ministry for Economic Affairs and Energy(2016), “Digital Strategy 2025”
4. FMEAE(Federal Ministry for Economic Affairs and Energy(2016), “High-Tech Strategy 2025”
5. NCHRP Report (2015), Framework for a National Database System for Maintenance Actions on Highway Bridges, TRB’ s National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) Report 668
6. NRF(National Research Foundation)(2014), “Virtual Singapore”
7. 18. PIF(Presidential Innovation Fellow)(2013), “Smart America Challenge”
8. 한국시설안전공단(2022), “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(성능평가 편)“, 국토해양부
9. 한국시설안전공단(2022), “시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(안전점검・진단 편)“, 국토해양부
10. 관계부처합동(2021), “「한국판 뉴딜 2.0, 초연결 신산업분야의 핵심」디지털트윈 활성화 전략
11. 관계부처합동(2021), “디지털 트윈 활성화 전략”
12. 국토교통부(2018), “스마트 건설기술 로드맵”
13. 국토교통부(2020), “건축 BIM 활성화 로드맵”
14. 국토안전관리원(2020), “특수교 및 일반교량의 스마트 유지관리를 위한 디지털트윈 구축”
15. 국토안전관리원(2021), “위탁관리(케이블교량) 현황”
16. 국토교통부(2020), “기반시설 첨단관리(Total care) 기획보고서”
17. 국토교통부(2021), “BIM 기반 건설산업 디지털 전환 로드맵”
18. 국회입법조사처(2019), “도로유지관리 현황 및 과제”
19. 정보통신기획평가원(2021), “「주간기술동향」 글로벌 스마트시티 구축 동향” 한
20. 한국 IDC(International Data Corporation)(2019), “국내 빅데이터 및 분석”
21. 한국산학기술학회논문지(2020), “Scan-to BIM 관련기술 특허동향 분석연구”

부록. BIMEX 사용자 매뉴얼

교량 BIM 유지관리 플랫폼(BIMEX)
사용자매뉴얼

2024.

한국도로공사

제 1 장
설치하기 및 실행

1. 설치하기 및 실행

가. 설치하기

1) 설치파일 실행

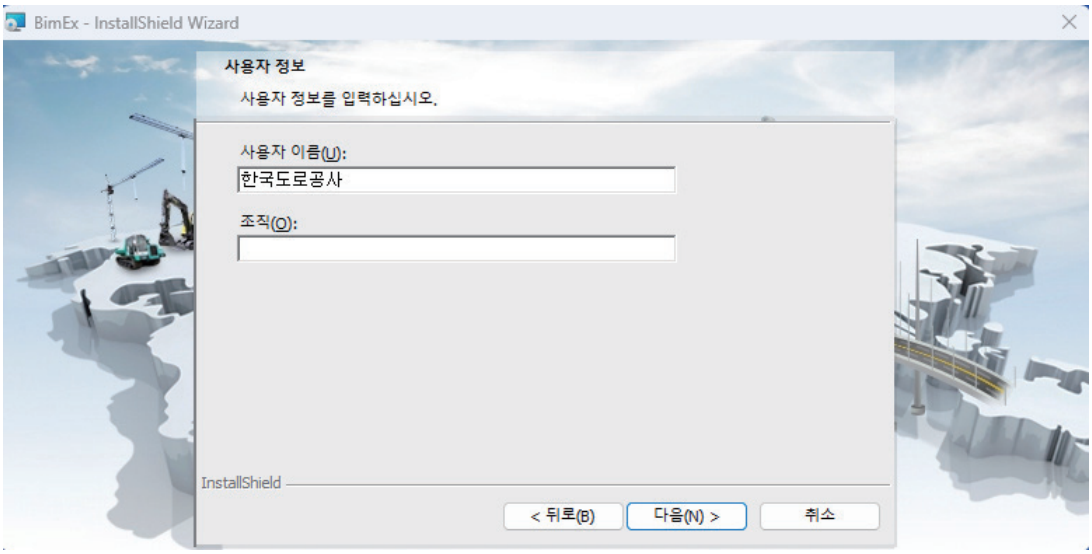
① 설치파일이 포함된 압축파일(BimEx_Program_Install.zip)을 압축해제한 후 해당 폴더에서 Setup.exe 파일을 실행하면, 아래 그림과 같은 Splash Image가 화면에 생성되면서 Install Shield가 자동으로 실행됩니다.



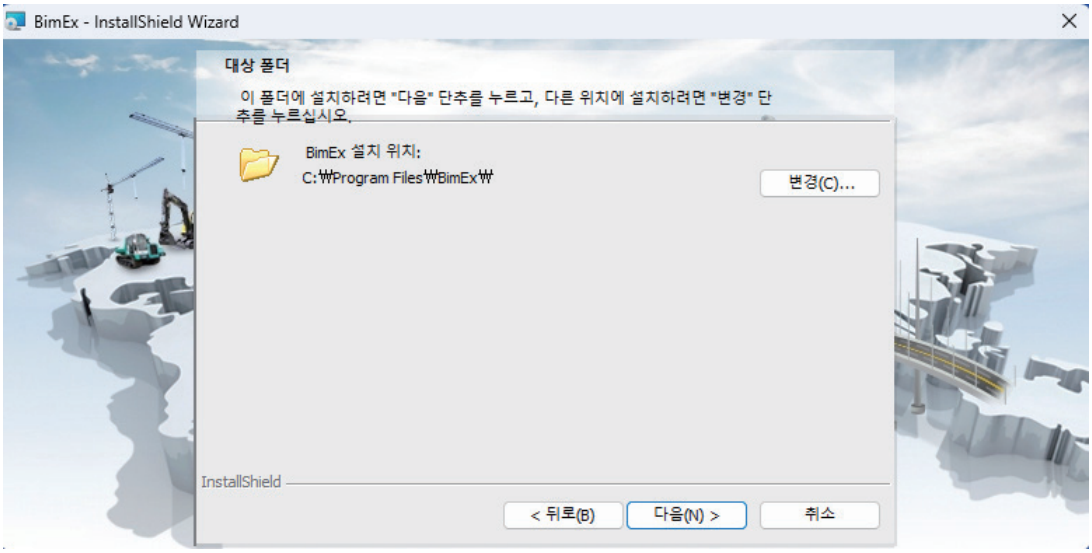
② 다음 버튼을 눌러 Install Shield를 시작합니다.



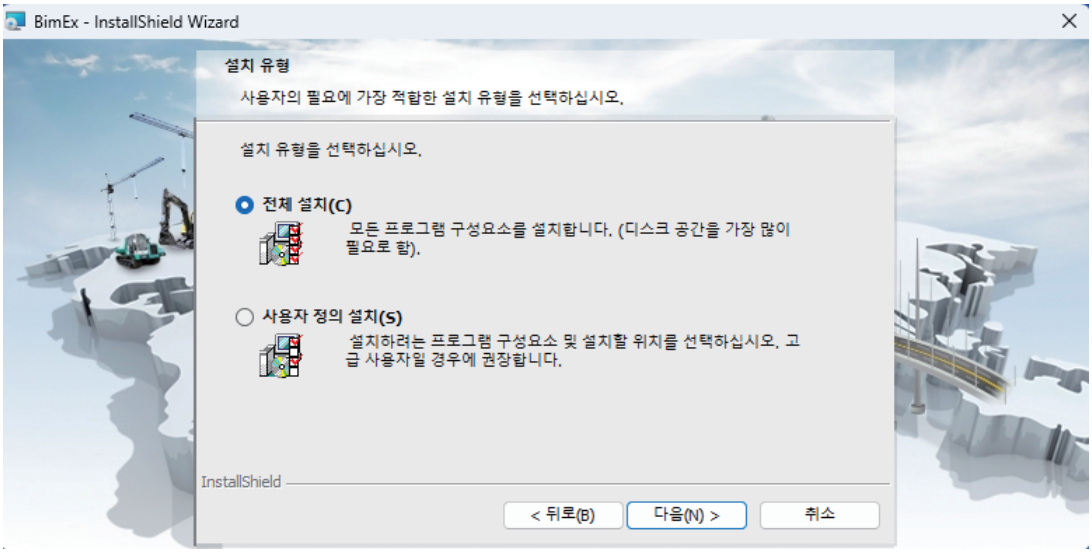
③ 사용자 이름 및 조직 등 사용자 정보를 입력 후 다음 버튼을 클릭합니다.



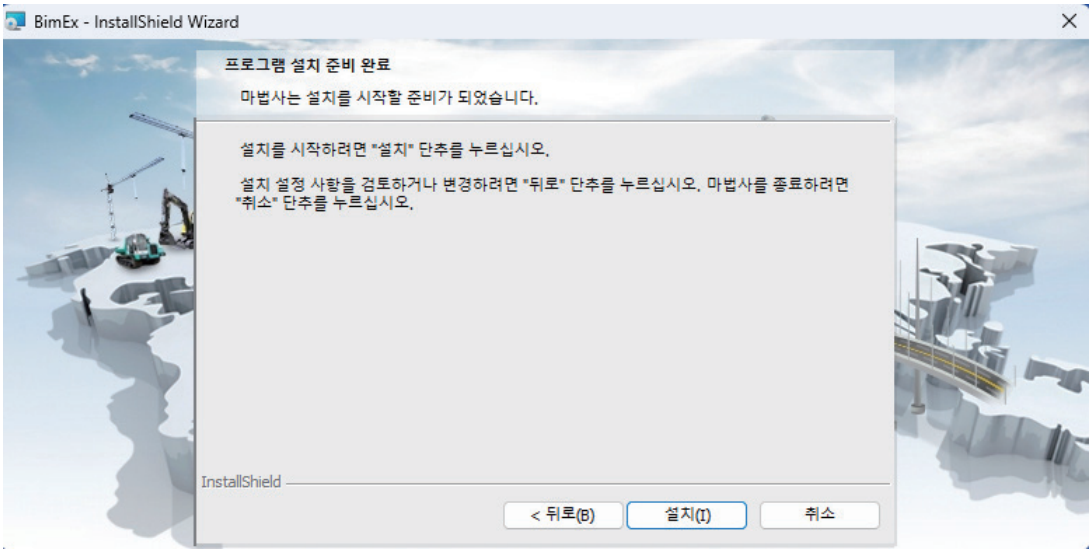
④ 설치 대상 폴더를 설정한 후 다음 버튼을 클릭합니다. 기본 설치 위치는 C:\Program Files\BimEx로 설정되어 있습니다.



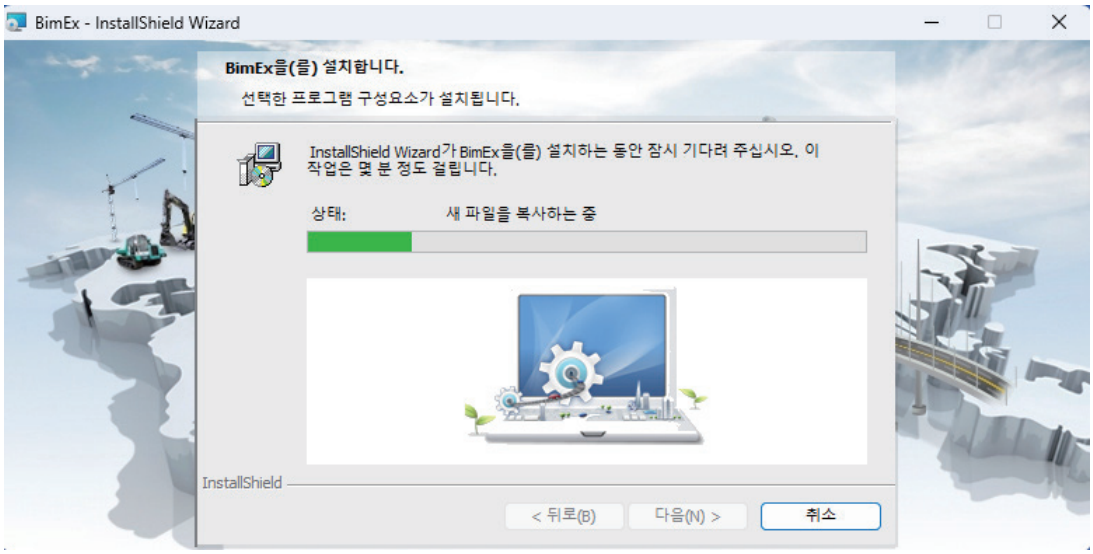
⑤ 전체 기능 사용을 위해 설치 유형을 전체 설치로 선택한 후 다음 버튼을 클릭합니다. BimEx의 설치 용량은 533MB입니다.



⑥ Install Shield 설정이 완료되었다면, 설치 버튼을 클릭하여 프로그램 설치를 시작합니다. 설치 설정은 뒤로 버튼을 눌러 변경할 수 있으며, 취소 버튼을 누르면 Install Shield 마법사가 종료됩니다.



⑦ 프로그램 설치가 시작되면 Install Shield가 BimEx의 설치를 진행합니다.



⑧ 설치가 완료되면 마침 버튼을 클릭하여 Install Shield 마법사를 종료합니다. Install Shield 마법사가 종료되면 락 드리이버 설치가 자동적으로 진행되며, 락 드리이버 설치 완료 후 OK 버튼을 클릭하면 설치가 종료됩니다.



2) 락 인증하기

설치가 완료되면 C:\Program Files\BimEx에 생성된 BIMEX.exe를 실행합니다(설치 완료 후 바탕화면에 바로가기가 생성되므로 해당 바로가기를 실행하셔도 됩니다.). Serial Key를 입력한 후 인증 진행을 클릭하면 프로그램이 실행됩니다.

나. 실행하기

① 인증 완료 후 프로그램을 실행하면 아래와 같은 사용자 로그인 창이 생성됩니다. 로그인 창에서 ID 및 Passwrod를 입력한 후 확인 버튼을 클릭하면 프로그램이 실행됩니다. ID 및 Passwrod는 서버에서 추가 및 삭제할 수 있으며, 계정 생성 시 설정된 권한(Modeler, Editor, Viewer)에 따라 프로그램 구동 시 사용할 수 있는 메뉴가 제한됩니다.

*1 Modeler 권한만 가진 계정으로 로그인 시, 부재손상관리 입력메뉴, 유지관리 DB 입력메뉴 등의 손상 정보 입력 다이얼로그가 모두 비활성화됩니다.

*2 Editor 권한만 가진 계정으로 로그인 시, 교량검색-교량추가, 교량관리-교량정보 편집 & 3D 모델 생성/변경 등 교량 추가 및 3D 모델 생성의 입력 다이얼로그가 모두 비활성화됩니다.

*3 Viewer 권한을 가진 계정으로 로그인 시, 손상 정보 입력 및 3D 모델 생성의 입력 다이얼로그가 모두 비활성화되며, 플랫폼에 저장된 정보의 확인만 가능합니다.

*4 Modeler와 Editor의 권한을 모두 가진 계정으로 로그인 시, 모든 입력 다이얼로그가 활성화됩니다.

*5 특정 교량에 Modeler 또는 Editor의 권한을 가진 계정이 접속하여 교량의 3D 모델 또는 손상 정보를 수정 중인 경우, 다른 계정은 해당 교량에 Viewer로만 접속이 가능합니다(Modeler/Editor 계정이더라도 Viewer로만 접근이 가능하며, 해당 교량의 정보를 확인만 할 수 있음).



② 환경설정 버튼을 클릭하면 아래와 같은 다이얼로그가 생성됩니다. 환경설정 메뉴에서는 서버에 접속하기 위한 DB 및 FTP 설정을 변경할 수 있습니다.



다. 클라이언트 시스템 최소사양

① OS : Microsoft Windows10 이상 (64bit)

② CPU : Intel Core i7-860 @ 2.80GHz (CPU Mark 5023) 이상

③ 메모리 : 8GB 이상

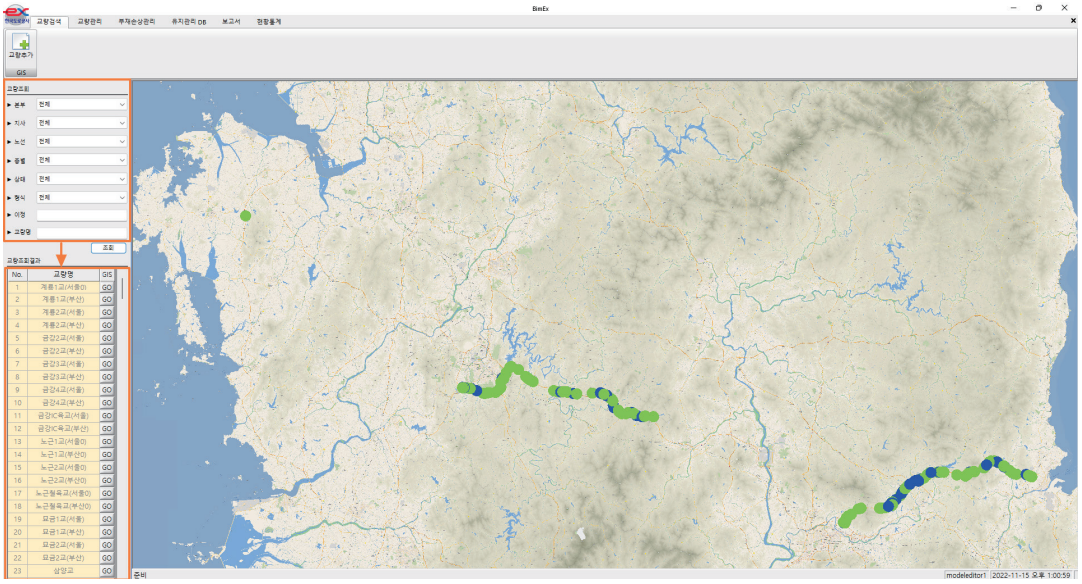
④ 그래픽카드 : NVIDIA Geforce GTX1060 이상

제 2 장
교량검색

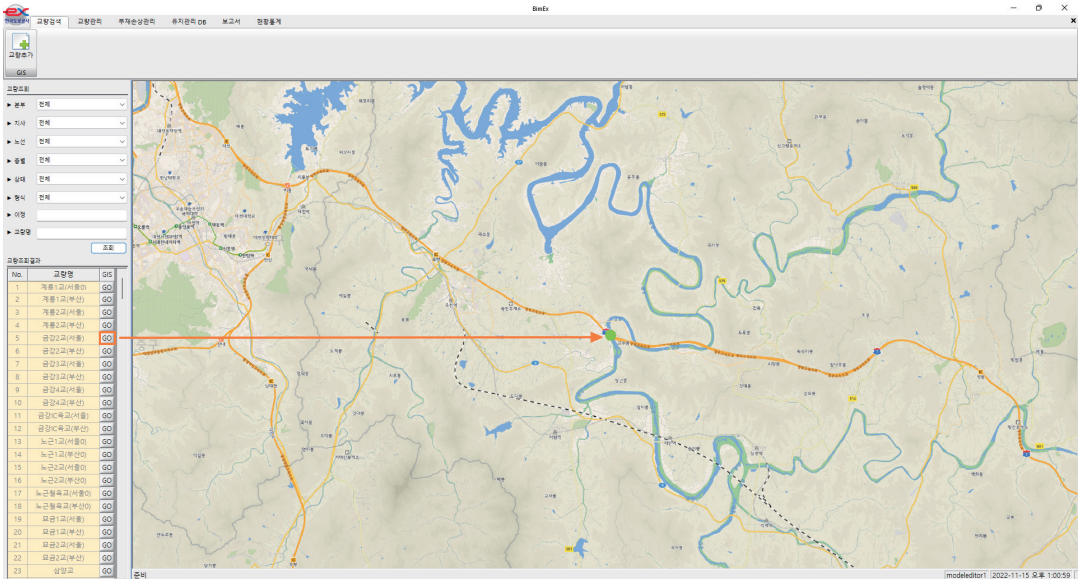
2. 교량검색

가. 교량조회

① 교량 조회 메뉴에서 본부, 지사, 노선, 종별, 상태, 형식, 이정, 교량명 등 선택하고자 하는 교량의 조건을 설정한 후 조회 버튼을 클릭하면 교량조회결과에 검색조건에 맞는 교량이 표시됩니다.



② 교량조회결과에서 선택한 교량의 GO 버튼을 클릭하면 우측 GIS 화면의 중심에 해당 교량의 마커만 표시됩니다.



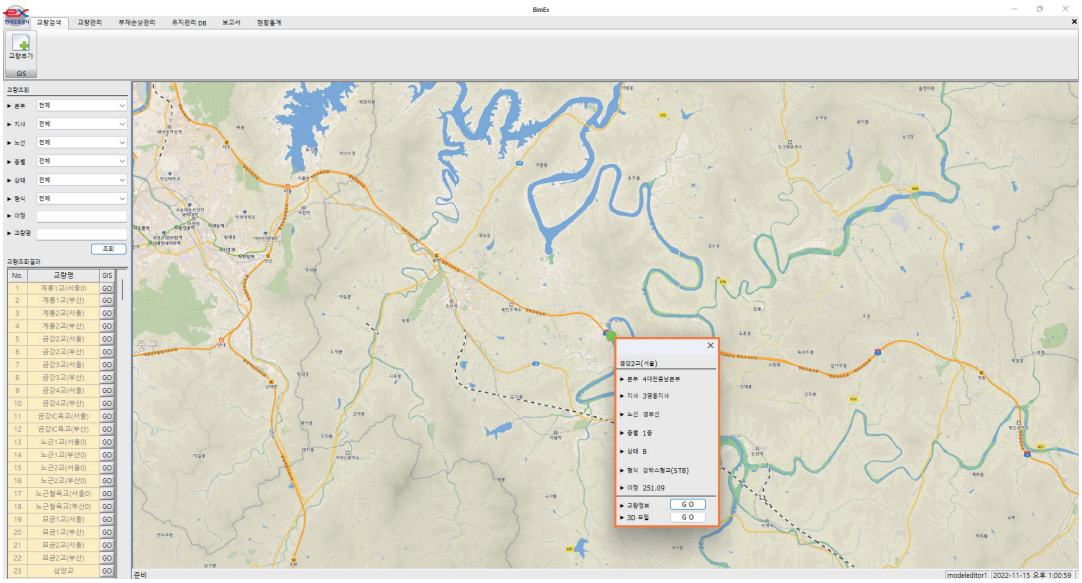
③ 마커를 클릭하면 해당 교량의 간략 정보가 표시되며, 교량정보 및 3D 모델로 이동할 수 있는 버튼이 표시됩니다. 교량정보 GO 버튼을 클릭하면 교량관리 탭으로, 3D 모델 GO 버튼을 클릭하면 부재손상관리 탭으로 이동합니다.

*1 마커의 색상은 교량의 상태등급에 따라 구분되며, 등급에 따른 색상은 다음과 같이 설정됩니다.

[A : 초록, B : 파랑, C : 주황, D : 빨강, E : 검정]

*2 교량의 3D 모델이 생성되어 있지 않은 교량의 경우 3D 모델 GO 버튼 클릭 시 안내창과 함께 교량관리 탭으로 자동적으로 이동하며, 교량관리 탭에서 3D 모델을 생성할 수 있습니다.

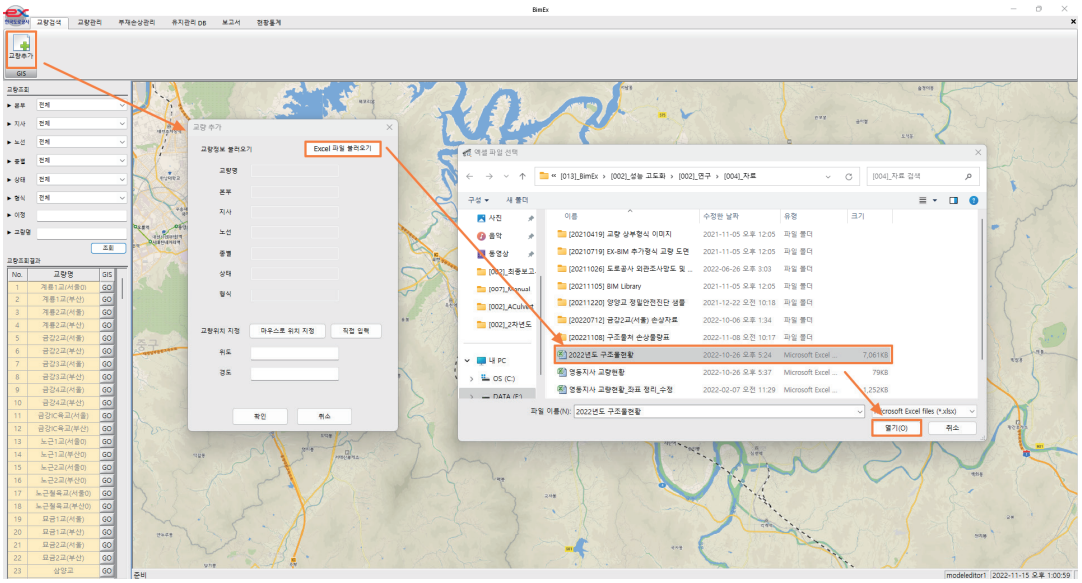
*3 복수의 교량형식을 가진 교량의 경우 마커를 클릭하면 교량 상세 정보창이 교량형식별로 각각 생성되며, 확인하고자 하는 교량형식의 3D 모델 GO 버튼을 클릭하면 교량의 3D 모델을 상부 교량 형식별로 확인할 수 있습니다.



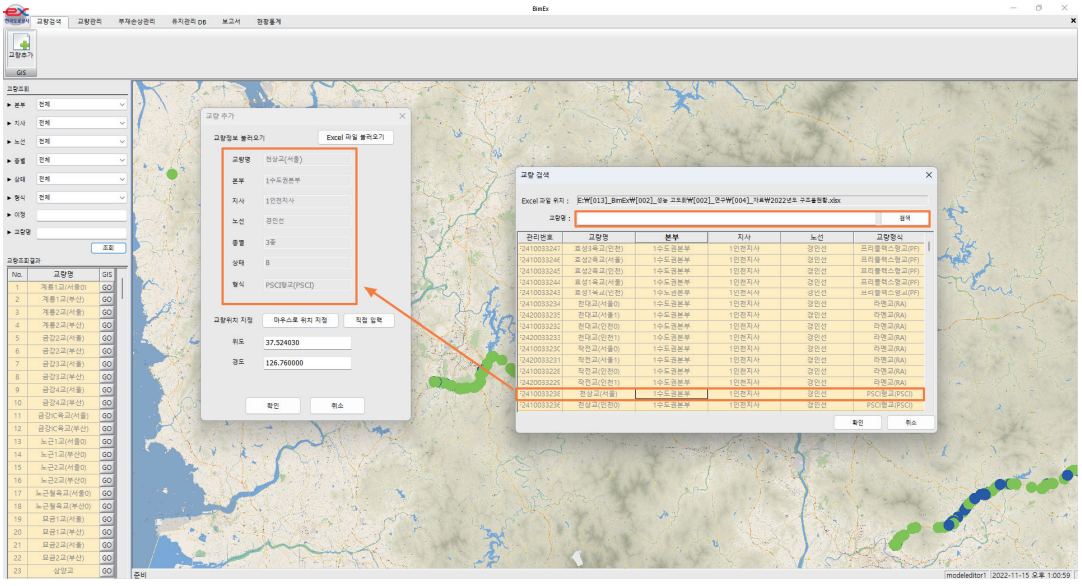
④ 교량정보 GO 버튼 또는 3D 모델 GO 버튼을 클릭하면 서버에 저장된 해당 교량의 데이터 파일을 클라이언트 PC로 다운로드하며, 해당 교량의 입력 작업을 완료한 후 다른 교량으로 이동하거나 프로그램을 종료하면 클라이언트 PC에 저장된 수정 데이터가 서버로 업로드됩니다.

나. 교량추가

① 교량추가 버튼을 클릭하면 교량추가 다이얼로그가 생성됩니다. Excel 파일 불러오기 버튼을 클릭한 후 추가하고자 하는 교량의 정보가 포함된 Excel 파일의 경로를 지정하고 열기 버튼을 클릭합니다.



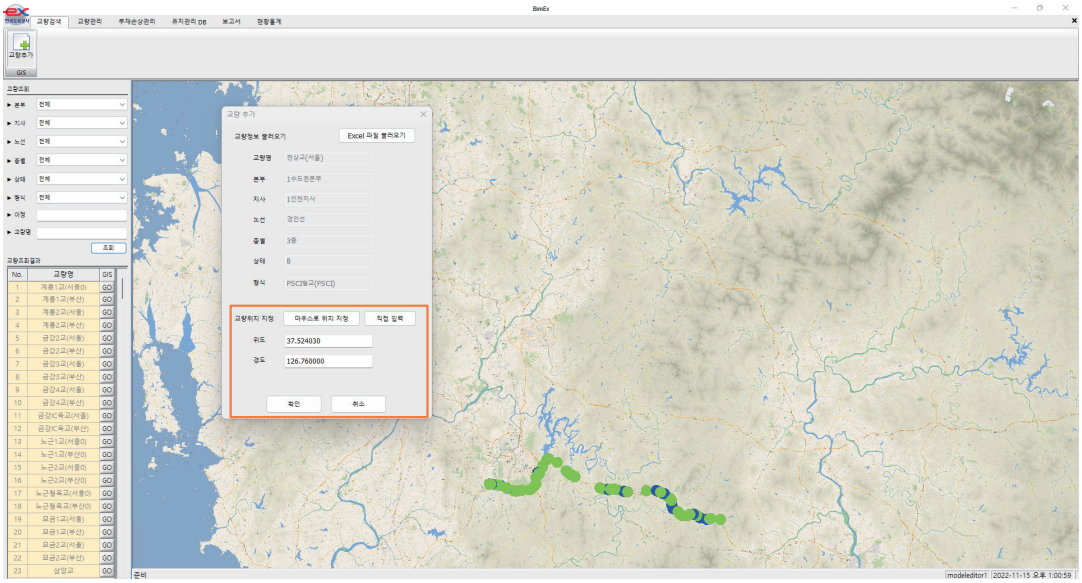
② Excel 파일 불러오기가 완료되면, 해당 파일 내 교량을 검색할 수 있는 다이얼로그가 추가로 생성됩니다. 교량명을 입력한 후 검색 버튼을 클릭하면(입력하지 않을 경우 파일 내 모든 교량이 검색됨), 조건에 맞는 검색 결과가 다이얼로그에 표시됩니다. 검색창에서 추가하려는 교량을 선택한 후 확인 버튼을 클리하면 해당 교량의 정보가 첫 번째 다이얼로그에 추가됩니다.



③ 추가한 교량 정보를 확인한 후, 교량위치 지정에서 마우스로 위치 지정 또는 직접 입력을 통해 해당 교량의 위도 및 경도를 설정한 후 확인 버튼을 클릭하면 DB에 선택한 교량이 추가됩니다(Excel 파일에 교량의 위도 및 경도 정보가 작성되어 있는 교량의 경우, 해당 정보는 자동으로 추가되며 별도의 사용자 입력이 필요하지 않습니다.).

*1 추가한 교량의 조회 및 확인은 [가. 교량조회]에서 설명한 것과 같이, 기존 DB에 포함된 교량과 동일한 방법으로 진행하실 수 있습니다.

*2 기존 DB에 저장되어 있던 교량의 정보를 변경할 경우, 교량추가를 선택하신 후 위의 과정을 수행하시면 새로 입력한 데이터로 교량 정보가 갱신됩니다.



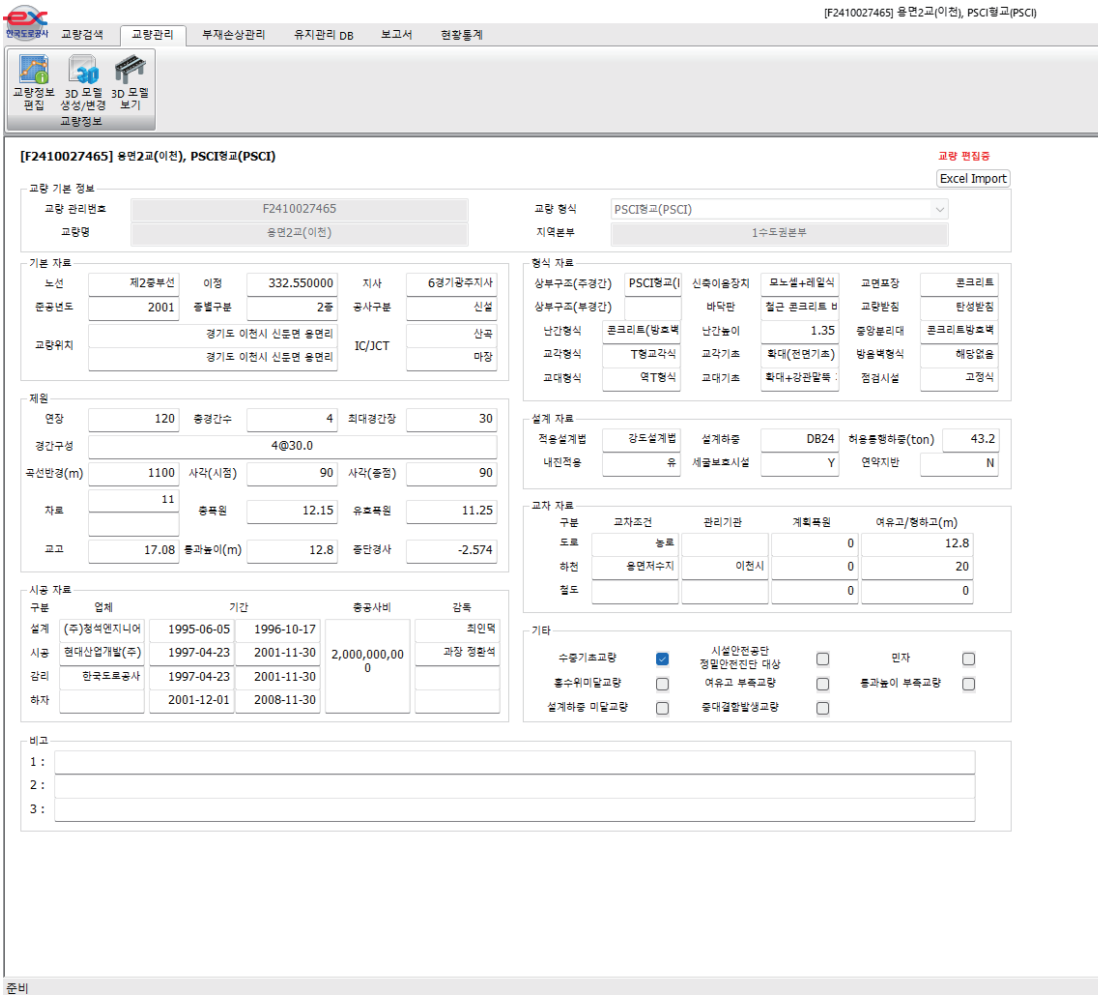
제 3 장
교량관리

3. 교량관리

교량관리 메뉴는 교량정보 편집, 3D 모델 생성/변경, 3D 모델 보기, 전경사진으로 구성되며, 각 메뉴의 기능은 아래와 같습니다.

가. 교량정보 편집

해당 교량의 정보를 추가/수정할 수 있습니다. 서버의 DB에 저장되어 있는 교량 기본 정보는 자동으로 입력되며, 그 외의 정보는 사용자가 입력할 수 있습니다. 우측 상단의 Excel Import 버튼을 클릭한 후 HBMS에서 Export한 Excel 파일을 선택하면 Excel 파일의 교량정보(교량대장 Sheet에서 자동 추출)를 자동으로 불러올 수도 있습니다.

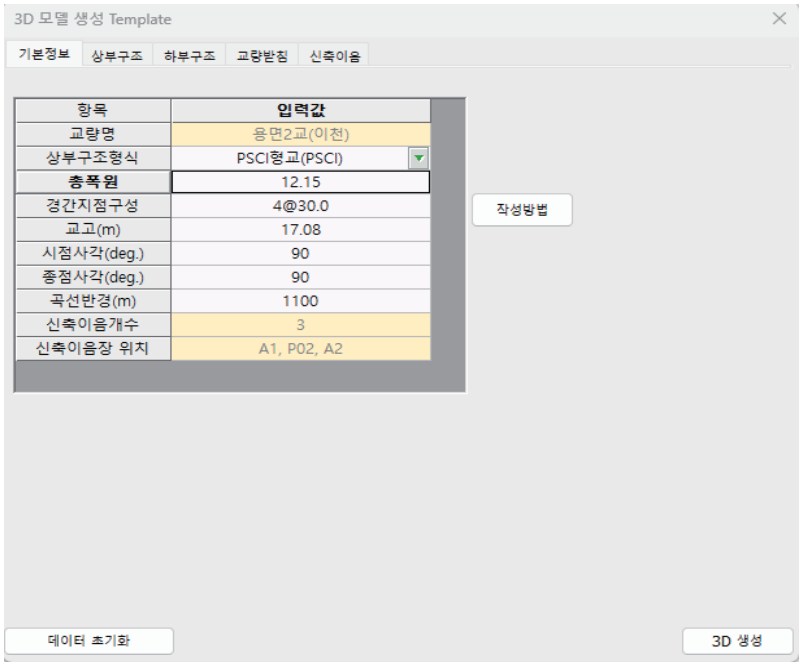


나. 3D 모델 생성/변경

3D 모델 생성 또는 생성된 모델의 형상정보를 변경하기 위한 메뉴입니다. 버튼 클릭 시 교량 3D 모델 생성정보를 입력할 수 있는 다이얼로그가 생성됩니다. 다이얼로그에서 형상정보를 입력한 후 3D 생성 버튼을 클릭하면 부재손상관리 탭으로 이동하며 3D 모델이 생성됩니다. 3D 모델 생성/변경 다이얼로그는 기본정보, 상부구조, 하부구조, 교량받침, 신축이음의 5개 탭으로 구성되어 있으며, 각 탭의 입력항목은 아래와 같습니다.

1) 기본정보

3D 모델 생성을 위한 교량의 기본 정보를 입력합니다. 기본 정보는 아래와 같이 구성되어 있으며, 사용자가 직접 값을 입력하거나 DB에 저장된 기본값들을 활용하여 3D 모델을 생성할 수 있습니다.



각각의 항목은 아래와 같이 입력할 수 있습니다.

- 상부구조형식 : 구조물 상부형식을 선택합니다.

  * 다음과 같은 교량 형식들 중 하나를 선택할 수 있습니다. 선택한 교량 형식에 따라 상부구조 탭의 입력 다이얼로그 구성항목이 변경됩니다.

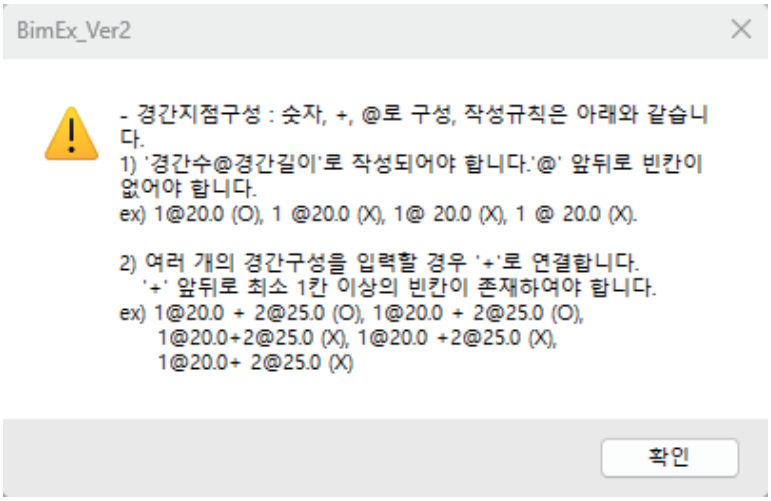
  [PSCI형교(PSCI), PSC박스형교(PSCB), 강박스형교(STB), 강I형교(STI), RC슬래브교(RCS), PSC슬래브교(PSCS), 라멘교(RA), π형라멘교(π-RA), IPC거더교(IPC), 프리플렉스형교(PF), 강판형교(SPG), RC중공슬래브교(RCH), PSC중공슬래브교(PSCH)]

- 총폭원 : 교량 총폭원(m)을 입력합니다.

* 총폭원 값은 실수로 입력 가능하며, (-)값은 입력할 수 없습니다.

- 경간지점구성 : 경간구성 및 각 경간의 경간장을 입력합니다.

* 경간지점구성은 다이얼로그 내 작성방법에 설명된 방식으로 작성되어야 합니다.



- 고교 : 교고(m)를 입력합니다. 입력한 교고에 따라 하부구조 탭의 교각 높이의 초기값이 결정됩니다. 각 교량의 높이가 다른 경우에는 하부구조 탭에서 각 교각별 높이를 수정할 수 있습니다.

* 교고 값은 실수로 입력 가능하며, (-)값은 입력할 수 없습니다.

- 시점/종점사각 : 시점 및 종점의 사각(deg.)을 입력합니다. 플랫폼에서 사각은 교축방향 기준 각도를 의미하며, 직교의 경우 사각은 90입니다.

* 시점/종점사각은 실수로 입력 가능하며, -90에서 90까지의 값을 입력할 수 있습니다.

- 곡선반경 : 곡선반경(m)을 입력합니다. 직교의 경우 0을 입력합니다.

* 곡선반경 값은 실수로 입력 가능하며, (-)값은 입력할 수 없습니다.

- 신축이음개수/신축이음장치 위치 : 신축이음개수 및 신축이음장치가 있는 지점 위치를 표시해 줍니다. 신축이음 설정은 신축이음 탭에서 변경할 수 있으며, 기본정보 탭에서는 신축이음 탭에서 설정된 신축이음장치 정보를 확인할 수 있습니다.

- 데이터 초기화 : 입력된 데이터를 초기화하고, 서버 DB에 저장된 교량의 기본 정보를 다이얼로그에 다시 입력합니다. 데이터 초기화 버튼을 누르면 해당 내용에 대한 안내창이 생성되며, 확인 또는 취소 버튼을 통해 데이터 초기화를 진행 또는 취소할 수 있습니다.

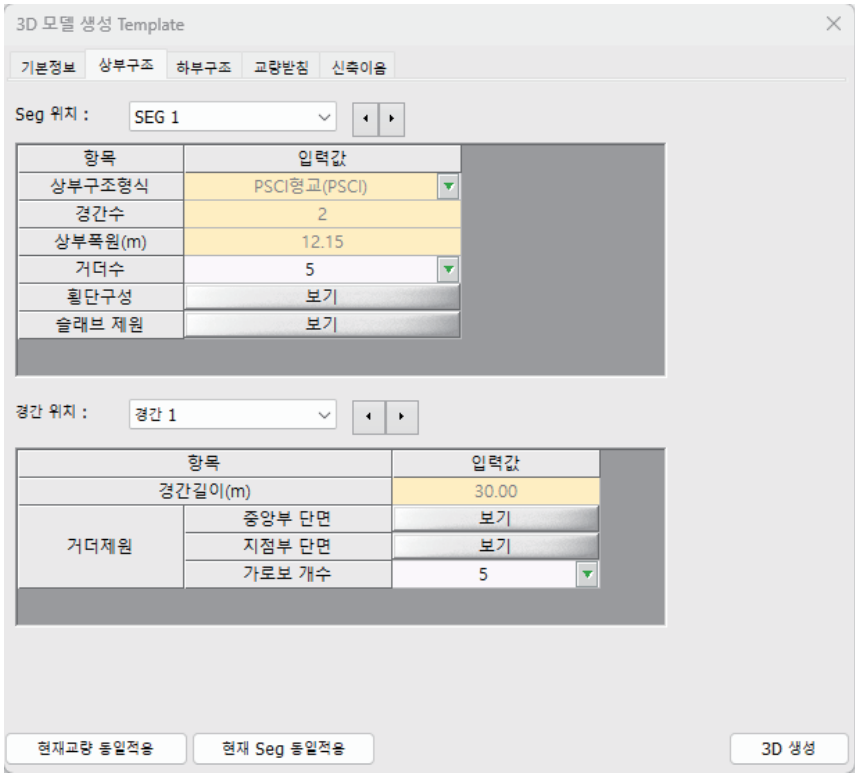
- 3D 생성 : 현재까지 입력된 데이터를 기반으로 3D 모델을 생성합니다.

2) 상부구조

교량 형식별 상부구조의 상세제원을 입력합니다. 교량 형식에 따른 입력항목은 다음과 같습니다.

가) PSCI형교(PSCI)

PSCI형교 상부구조의 상세제원을 입력합니다. PSCI형교의 경우 아래 그림과 같이 거더수, 횡단구성, 슬래브 제원, 거더제원을 입력/수정할 수 있습니다. 거더수, 횡단구성, 슬래브 제원의 경우 Seg 단위(신축이음으로 구분)로 입력되며, 거더제원의 경우 경간 단위로 입력됩니다.



- Seg 위치 : 신축이음으로 구분된 슬래브 분리에 따른 Segment를 선택하는 항목입니다. 거더수, 횡단구성, 슬래브 제원 등은 Seg 단위로 설정할 수 있습니다. Combo Box를 눌러 Segment를 선택하거나, 우측 화살표 버튼을 눌러 이전/다음 Segment로 이동할 수 있습니다.
- 상부구조형식 : 기본정보 탭에서 설정한 상부구조형식이 표시됩니다. 상부구조 탭에서는 형식 변경이 불가능하며, 형식을 변경하기 위해서는 기본정보 탭으로 이동하여 상부구조형식을 변경해 주셔야 합니다.

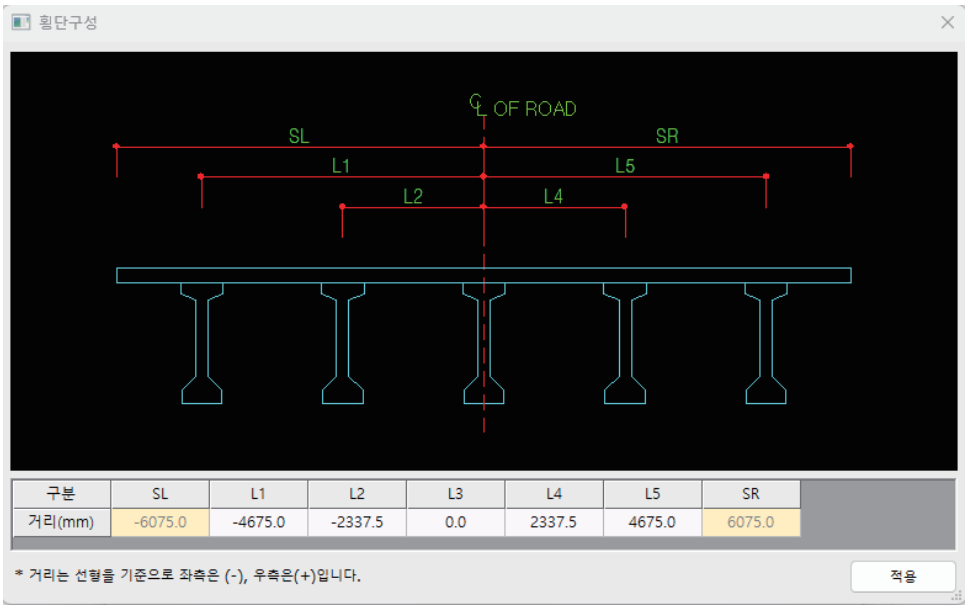
- 경간수 : 선택한 Segment의 경간수가 표시됩니다. 상부구조 탭에서는 경간수 변경이 불가능하며, Segment의 경간수를 변경하기 위해서는 기본정보 탭으로 이동하여 경간 지점구성에서 경간구성을 변경하거나, 신축이음 탭으로 이동하여 신축이음장치의 위치를 변경해 주셔야 합니다.
- 상부폭원 : 기본정보 탭에서 입력한 상부폭원 값이 표시됩니다. 상부구조 탭에서는 폭원 변경이 불가능하며, 폭원을 변경하기 위해서는 기본정보 탭으로 이동하여 총폭원 값을 변경해 주셔야 합니다.
- 거더수 : 선택한 Segment의 거더수를 설정합니다(2~25개 설정 가능). Segment별로 설정 가능하며, 각 Segment별 거더수가 다를 경우 다이얼로그 상단의 Seg 위치를 변경해 가면서 각 Segment별로 거더수를 설정해 주셔야 합니다.

* 거더수의 기본값은 총폭원 값에 따라 플랫폼 내부에서 산정한 개수로 설정됩니다.

- 횡단구성 : 각 거더의 횡단위치를 입력합니다. SL 및 SR은 교량 중심에서 슬래브 끝단까지의 거리로 총폭원에 의해 결정되는 값으로 수정이 불가능하며, L1, L2, L3, ... 는 각 거더의 횡단위치로 거더 개수에 따라 입력창의 개수가 자동적으로 변경되며 사용자가 값을 수정할 수 있습니다. L1, L2, L3, ... 는 교량 진행 방향을 기준으로 교량 중심에서 좌측은 (-), 우측은 (+) 값을 입력해 줍니다(mm 단위). 입력값에 따른 거더 위치는 횡단구성 다이얼로그의 2D 도면창을 통해 바로 확인할 수 있습니다.

*1 L1, L2, L3, ... 의 기본값은 거더를 등간격으로 배치했을 때의 값을 총폭원 및 거더 개수에 따라 플랫폼 내부에서 자동 산정합니다.

*2 총폭원 및 거더 개수가 변경될 경우 입력값은 초기화됩니다.

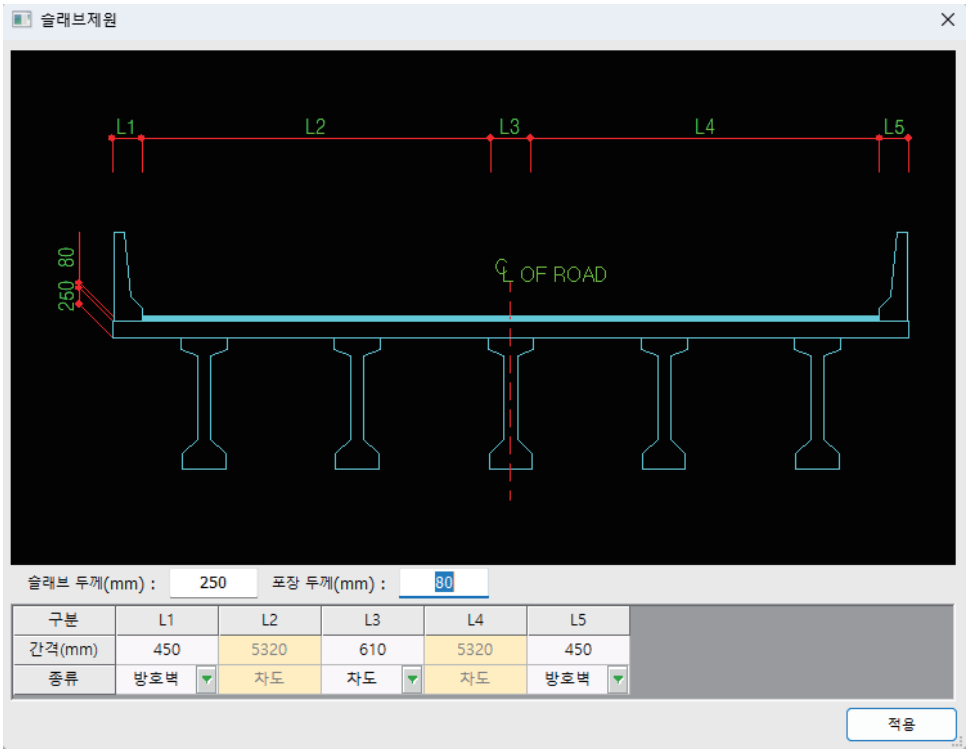


- 슬래브 제원 : 슬래브 두께, 포장 두께, 슬래브 상부 형상 등 슬래브 제원을 입력해 줍니다. 슬래브 두께 및 포장 두께는 해당되는 값(mm 단위)을 입력하며, 0 이상의 숫자만 입력할 수 있습니다. 슬래브 상부는 L1~L5까지 5개로 구분되며, L1 및 L5는 방호벽, 중분대1/2, 차도 중 하나로, L3는 중분대 또는 차도 중의 하나로 설정할 수 있습니다. L1, L3, L5의 간격(mm 단위)은 각각 해당되는 상부 구조물의 폭을 입력해 주시면 됩니다. 입력값에 따른 방호벽 및 중분대의 크기 및 위치는 슬래브 제원 다이얼로그의 2D 도면창을 통해 바로 확인할 수 있습니다.

*1 슬래브 두께 및 포장 두께의 기본값은 각각 250, 80으로 설정되어 있습니다.

*2 슬래브 상부 구조물의 종류의 기본값은 L1 및 L5는 방호벽, L3는 차도로 설정되어 있습니다.

*3 슬래브 상부 구조물의 간격의 기본값은 L1 및 L5는 450, L3는 610으로 설정되어 있습니다. L2 및 L4는 총폭원 값에서 L1, L3, L5를 제외한 값으로 플랫폼 내에서 자동 산정하며 사용자가 값을 수정할 수 없습니다.

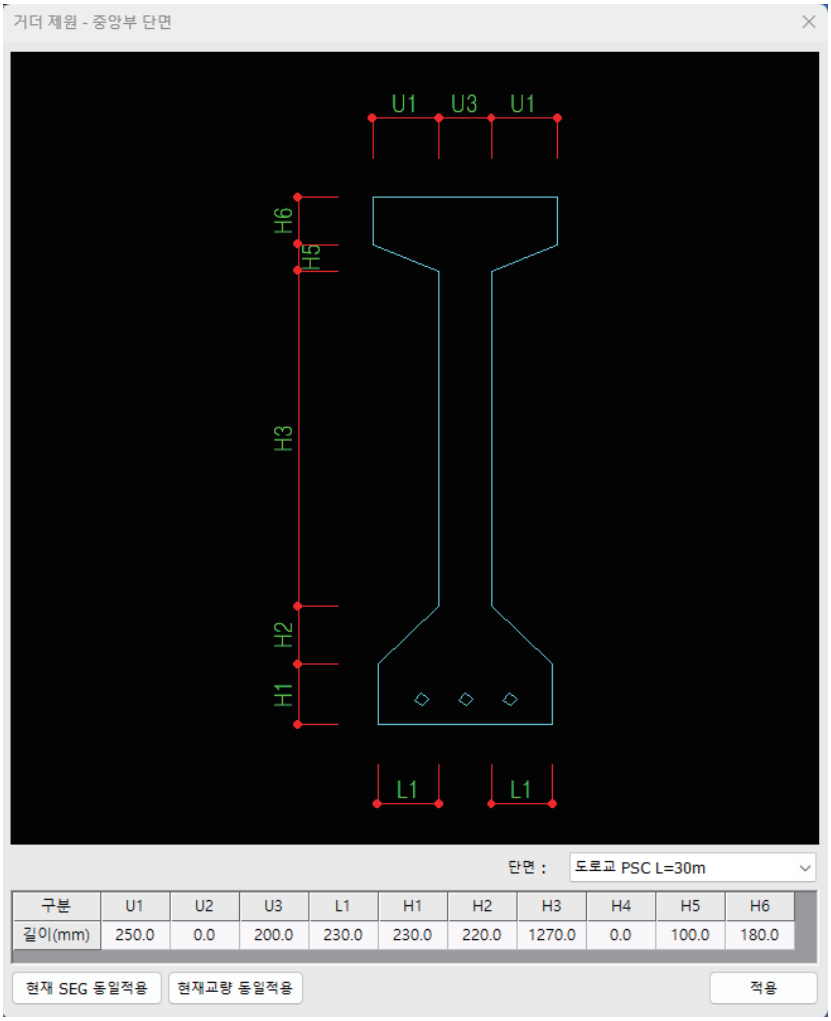


- 경간 위치 : 선택한 Segment에 있는 경간 위치를 선택하는 항목입니다. 거더제원(중앙부 단면, 지점부 단면, 가로부 개수)은 경간 단위로 설정할 수 있습니다. Combo Box를 눌러 경간을 선택하거나, 우측 화살표 버튼을 눌러 Segment 내 이전/다음 경간으로

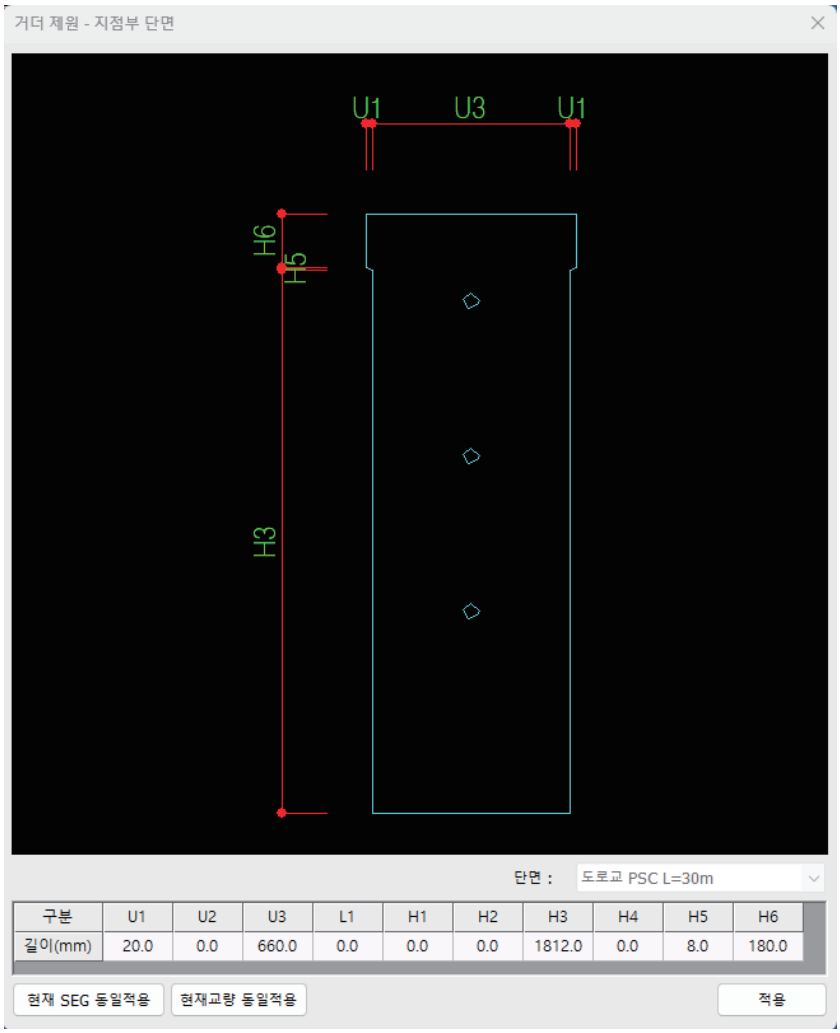
이동할 수 있습니다.

* 다른 Segment에 있는 경간으로 이동하기 위해서는 우선 Seg 위치를 변경한 후, 경간 위치를 지정해 주셔야 합니다.

- 경간길이 : 기본정보 탭에서 입력한 경간지점구성 값을 바탕으로 해당 경간의 길이가 표시됩니다. 상부구조 탭에서는 경간길이 변경이 불가능하며, 경간길이를 변경하기 위해서는 기본정보 탭으로 이동하여 경간지점구성에서 해당 경간의 길이를 변경해 주셔야 합니다.
- 거더제원(중앙부 단면) : 선택한 경간의 거더 중앙부 단면형상을 입력합니다. 단면 Combo Box의 표준단면을 선택하면 중앙부 제원의 입력값에 해당 값이 자동으로 입력되며, 각각의 값을 직접 입력할 수도 있습니다(mm 단위). 값 입력 후 '현재 SEG 동일적용' 버튼 클릭 시 현재 Segment의 모든 거더가 입력한 제원으로 설정되며, '현재 교량동일적용' 버튼 클릭 시 현재 교량의 모든 거더가 입력한 제원으로 설정됩니다.



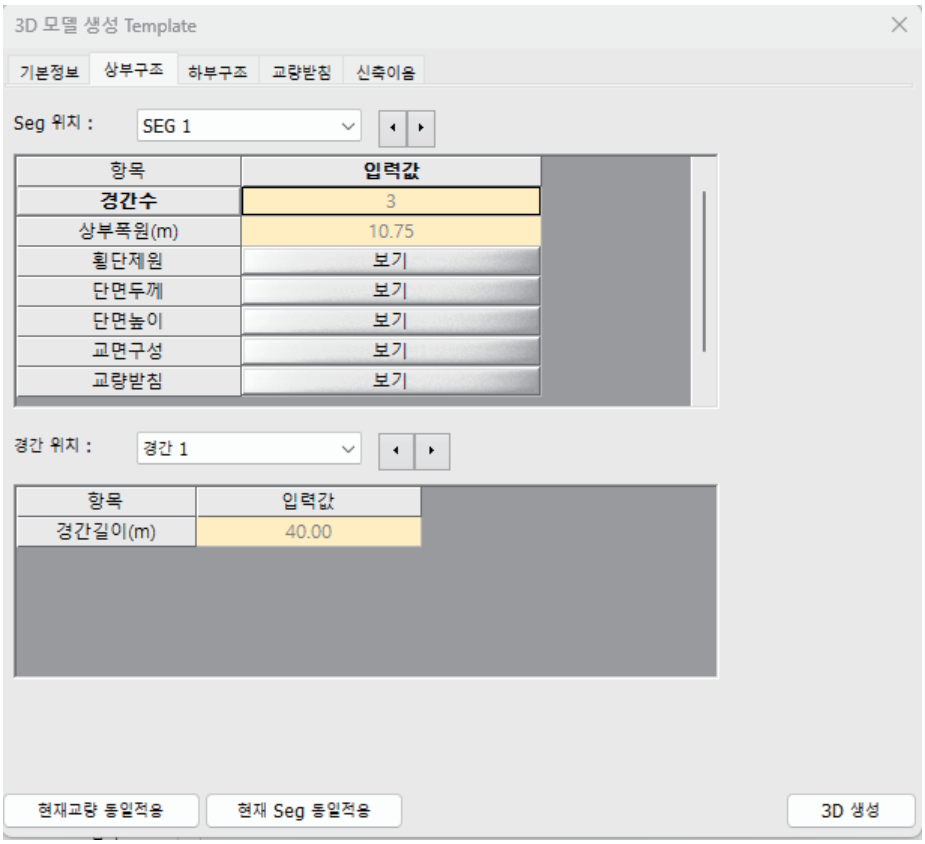
- 거더제원(지점부 단면) : 선택한 경간의 거더 지점부 단면형상을 입력합니다. 표준단면은 중앙부 단면에서 설정한 값으로 자동 적용되며, 각각의 값을 직접 입력할 수도 있습니다(mm 단위). 값 입력 후 '현재 SEG 동일적용' 버튼 클릭 시 현재 Segment의 모든 거더가 입력한 제원으로 설정되며, '현재교량 동일적용' 버튼 클릭 시 현재 교량의 모든 거더가 입력한 제원으로 설정됩니다.



- 거더제원(가로보) : 선택한 경간의 가로보 개수를 설정합니다(0~5개 설정 가능). 3D 모델에서 가로보는 설정한 가로보 개수에 따라 등간격으로 자동 배치됩니다.
- 현재교량 동일적용 : 입력한 거더수, 횡단구성, 슬래브 제원, 거더제원이 교량의 모든 Segment 및 경간에 동일하게 적용됩니다.
- 현재 Seg 동일적용 : 입력한 거더제원이 Segment 내 모든 경간에 동일하게 적용됩니다.
- 3D 생성 : 현재까지 입력된 데이터를 기반으로 3D 모델을 생성합니다.

나) PSC박스형교(PSCB)

PSC박스형교 상부구조의 상세제원을 입력합니다. PSC박스형교의 경우 아래 그림과 같이 횡단제원, 단면두께, 단면높이, 교면구성, 교량받침을 입력/수정할 수 있습니다. 횡단제원, 단면두께, 단면높이, 교면구성, 교량받침은 모두 Seg 단위(신축이음으로 구분)로 입력됩니다.

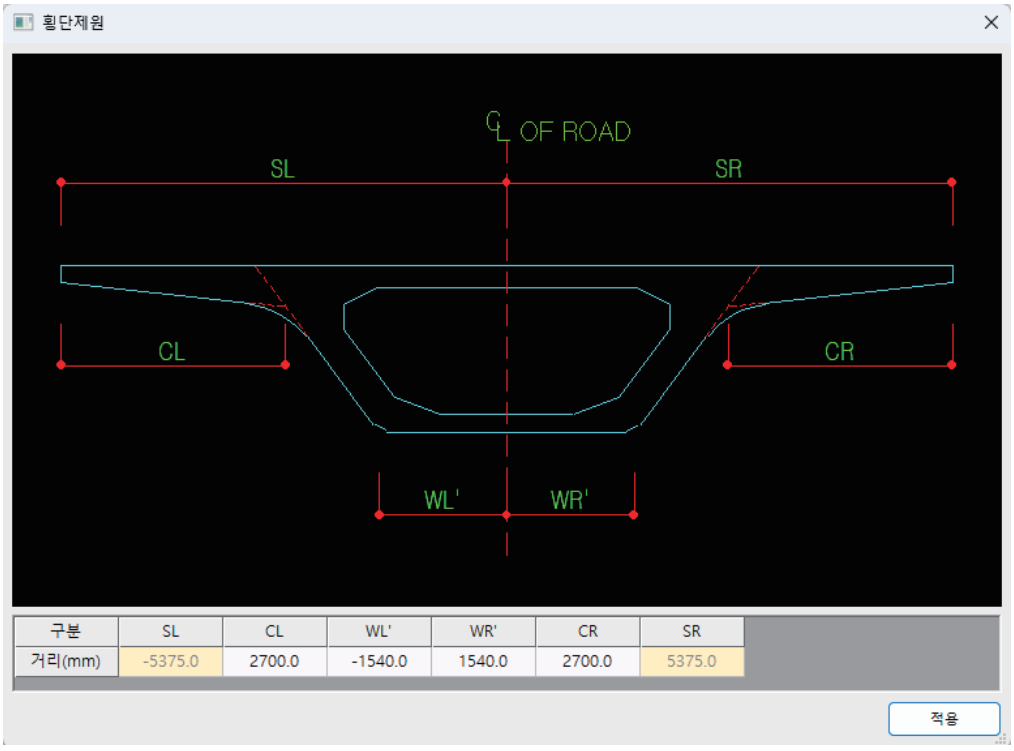


- 현재교량 동일적용 : 입력한 횡단제원, 단면두께, 단면높이, 교면구성, 교량받침이 교량의 모든 Segment에 동일하게 적용됩니다.
- 현재 Seg 동일적용 : Segment 내 경간별 입력항목이 없으므로 버튼 클릭 시 입력값 변화는 없습니다.
- 3D 생성 : 현재까지 입력된 데이터를 기반으로 3D 모델을 생성합니다.
- Seg 위치 : 신축이음으로 구분된 슬래브 분리에 따른 Segment를 선택하는 항목입니다. 횡단제원, 단면두께, 단면높이, 교면구성, 교량받침 등은 Seg 단위로 설정할 수 있습니다. Combo Box를 눌러 Segment를 선택하거나, 우측 화살표 버튼을 눌러 이전/다음 Segment로 이동할 수 있습니다.

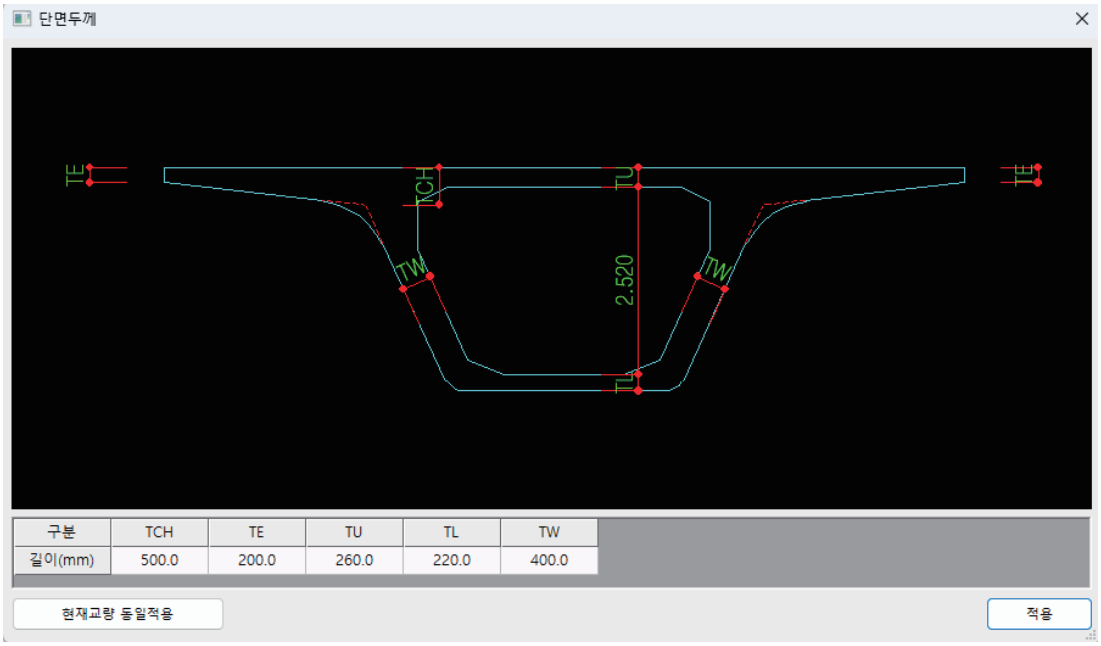
- 상부구조형식 : 기본정보 탭에서 설정한 상부구조형식이 표시됩니다. 상부구조 탭에서는 형식 변경이 불가능하며, 형식을 변경하기 위해서는 기본정보 탭으로 이동하여 상부구조형식을 변경해 주셔야 합니다.
- 경간수 : 선택한 Segment의 경간수가 표시됩니다. 상부구조 탭에서는 경간수 변경이 불가능하며, Segment의 경간수를 변경하기 위해서는 기본정보 탭으로 이동하여 경간지점구성에서 경간구성을 변경하거나, 신축이음 탭으로 이동하여 신축이음장치의 위치를 변경해 주셔야 합니다.
- 상부폭원 : 기본정보 탭에서 입력한 상부폭원 값이 표시됩니다. 상부구조 탭에서는 폭원 변경이 불가능하며, 폭원을 변경하기 위해서는 기본정보 탭으로 이동하여 총폭원 값을 변경해 주셔야 합니다.
- 횡단제원 : PSC 박스의 횡단제원을 입력합니다. SL 및 SR은 교량 중심에서 슬래브 끝단까지의 거리로 총폭원에 의해 결정되는 값으로 수정이 불가능하며, CL, CR, WL', WR'은 PSC 박스의 형상에 따라 교량 진행 방향을 기준으로 교량 중심에서 좌측은 (-), 우측은 (+) 값을 입력해 줍니다(mm 단위). 입력값에 따른 PSC 박스의 형상은 횡단제원 다이얼로그의 2D 도면창을 통해 바로 확인할 수 있습니다.

*1 CL, CR, WL', WR'의 기본값은 아래 그림과 같이 설정되어 있습니다.

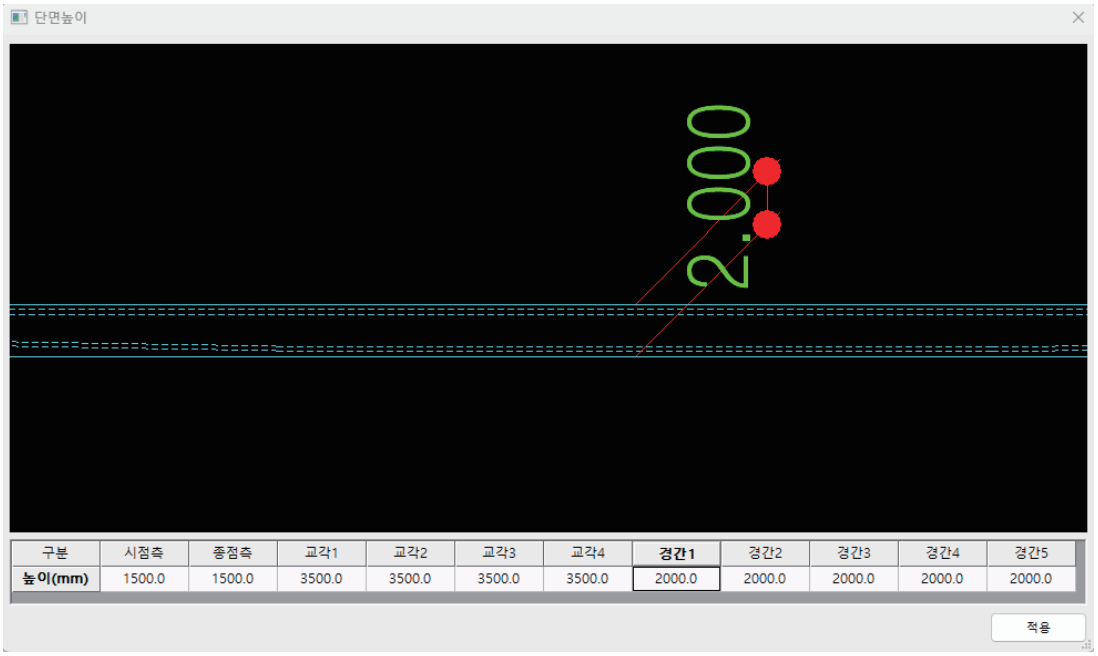
*2 총폭원 값이 변경될 경우 입력값은 초기화됩니다.



- 단면두께 : PSC 박스의 단면두께를 아래 그림과 같이 입력합니다. 입력값에 따른 PSC 박스의 형상은 횡단제원 다이얼로그의 2D 도면창을 통해 바로 확인할 수 있습니다. '현재교량 동일적용' 버튼 클릭 시 현재 교량의 모든 PSC 박스의 단면두께가 입력한 제원으로 설정됩니다.



- 단면높이 : PSC 박스의 단면높이를 아래 그림과 같이 입력합니다. 단면의 높이는 시점/종점, 지점(교각), 경간 중앙별로 설정하도록 다이얼로그가 구성되어 있습니다.

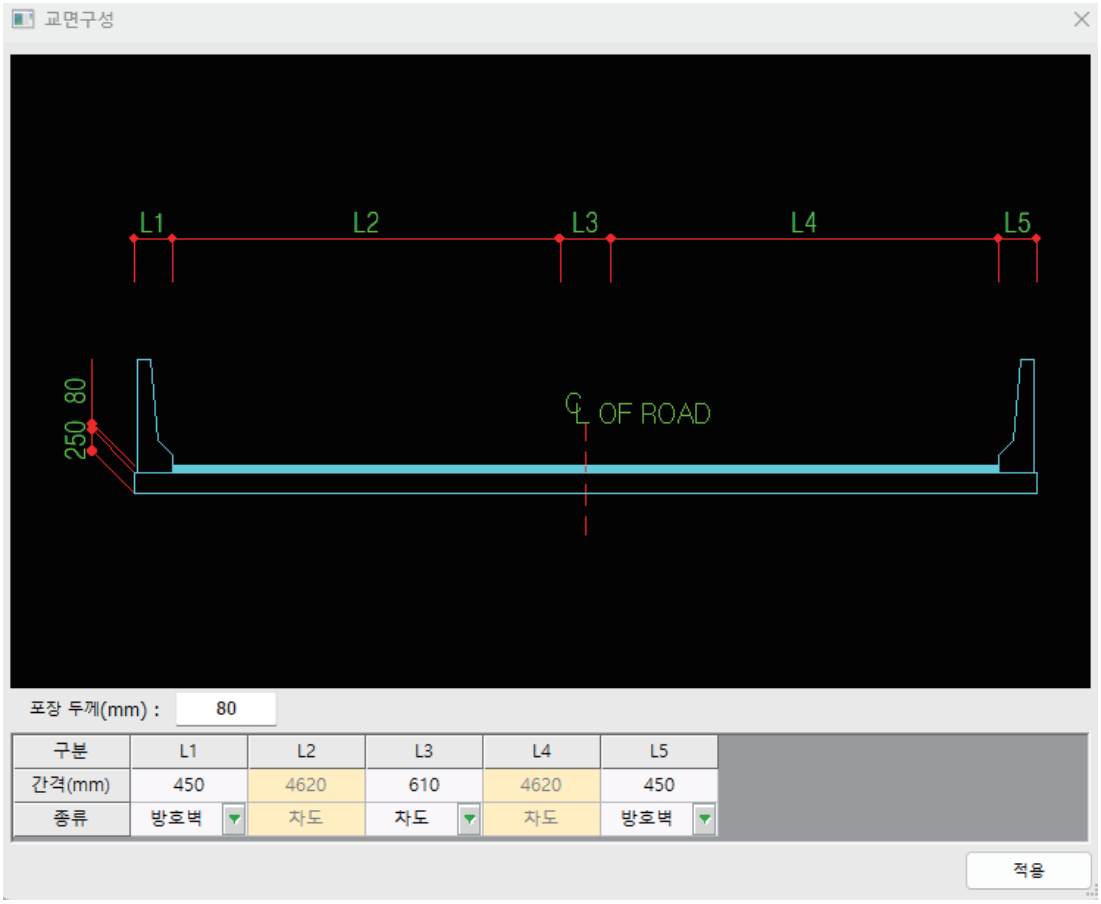


- 교면구성 : 포장 두께, 슬래브 상부 형상 등 슬래브 제원을 입력해 줍니다. 포장 두께는 해당되는 값(mm 단위)을 입력하며, 0 이상의 숫자만 입력할 수 있습니다. 슬래브 상부는 L1~L5까지 5개로 구분되며, L1 및 L5는 방호벽, 중분대1/2, 차도 중 하나로, L3는 중분대 또는 차도 중의 하나로 설정할 수 있습니다. L1, L3, L5의 간격(mm 단위)은 각각 해당되는 상부 구조물의 폭을 입력해 주시면 됩니다. 입력값에 따른 방호벽 및 중분대의 크기 및 위치는 교면구성 다이얼로그의 2D 도면창을 통해 바로 확인할 수 있습니다.

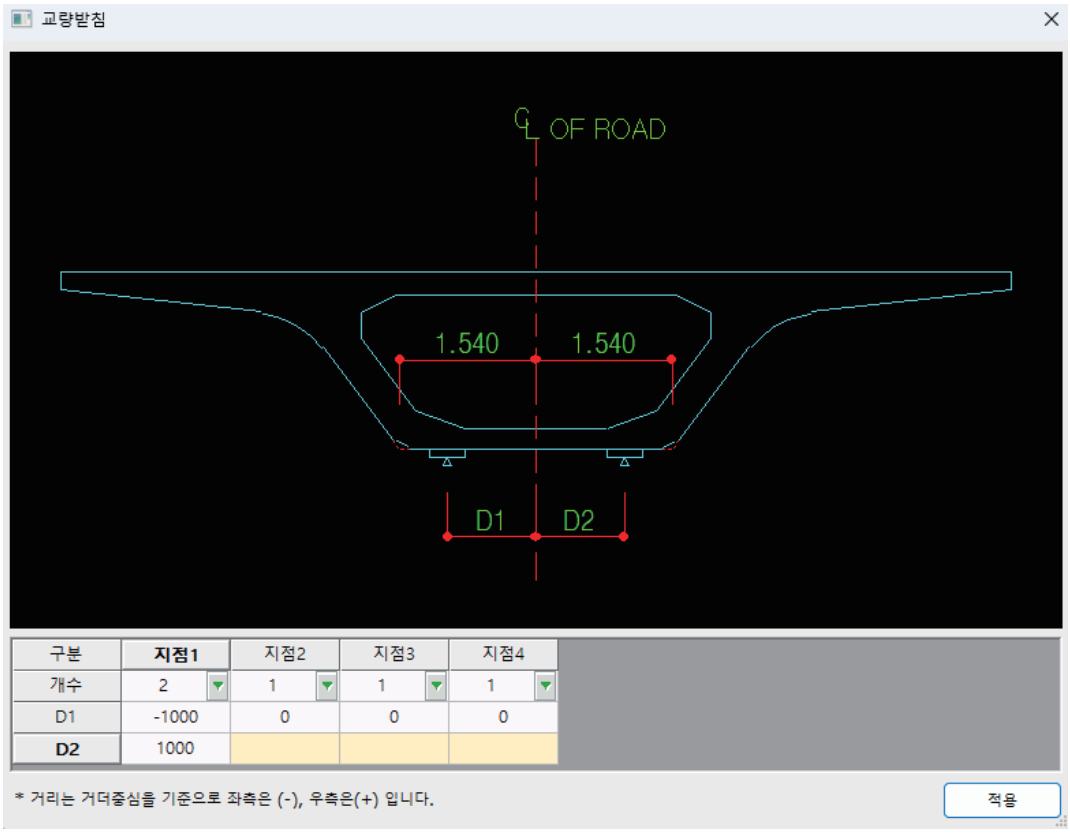
*1 포장 두께의 기본값은 80으로 설정되어 있습니다.

*2 슬래브 상부 구조물의 종류의 기본값은 L1 및 L5는 방호벽, L3는 차도로 설정되어 있습니다.

*3 슬래브 상부 구조물의 간격의 기본값은 L1 및 L5는 450, L3는 610으로 설정되어 있습니다. L2 및 L4는 총폭원 값에서 L1, L3, L5를 제외한 값으로 플랫폼 내에서 자동 산정하며 사용자가 값을 수정할 수 없습니다.



- 교량받침 : 지점별 교량받침의 개수 및 위치를 입력해 줍니다. 지점별 교량받침의 개수는 Combo Box를 통해 설정할 수 있으며(1개 또는 2개), 기본값은 1개로 설정되어 있습니다. 설정한 교량받침 개수에 따라 D2의 입력이 비활성화/활성화되며, 활성화된 D1 및 D2 입력창에 교량받침의 횡단 위치를 입력해 주시면 됩니다. 위치값은 교량 진행 방향을 기준으로 교량 중심에서 좌측은 (-), 우측은 (+) 값을 입력해 줍니다(mm 단위).



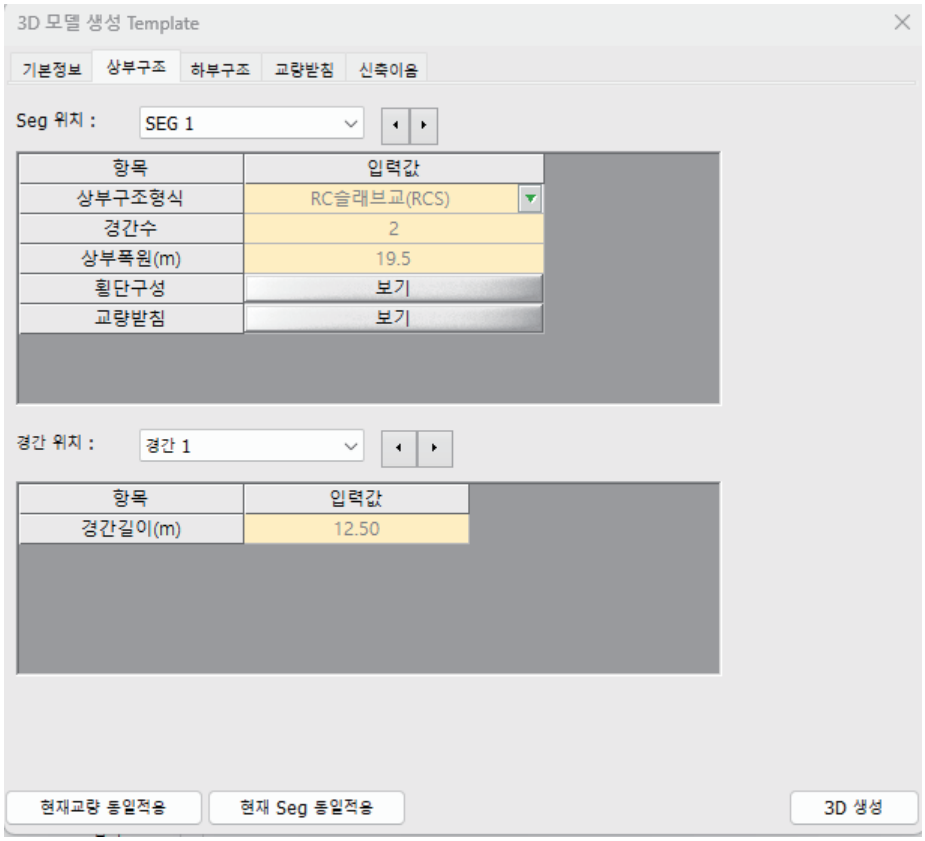
- 경간 위치 : 선택한 Segment에 있는 경간 위치를 선택하는 항목입니다. Combo Box를 눌러 경간을 선택하거나, 우측 화살표 버튼을 눌러 Segment 내 이전/다음 경간으로 이동할 수 있습니다.

  * 다른 Segment에 있는 경간으로 이동하기 위해서는 우선 Seg 위치를 변경한 후, 경간 위치를 지정해 주셔야 합니다.

- 경간길이 : 기본정보 탭에서 입력한 경간지점구성 값을 바탕으로 해당 경간의 길이가 표시됩니다. 상부구조 탭에서는 경간길이 변경이 불가능하며, 경간길이를 변경하기 위해서는 기본정보 탭으로 이동하여 경간지점구성에서 해당 경간의 길이를 변경해 주셔야 합니다.

다) RC슬래브교(RCS)

RC슬래브교 상부구조의 상세제원을 입력합니다. RC슬래브교의 경우 아래 그림과 같이 횡단구성 및 교량받침을 입력/수정할 수 있습니다. 횡단구성 및 교량받침은 Seg 단위로 입력됩니다.



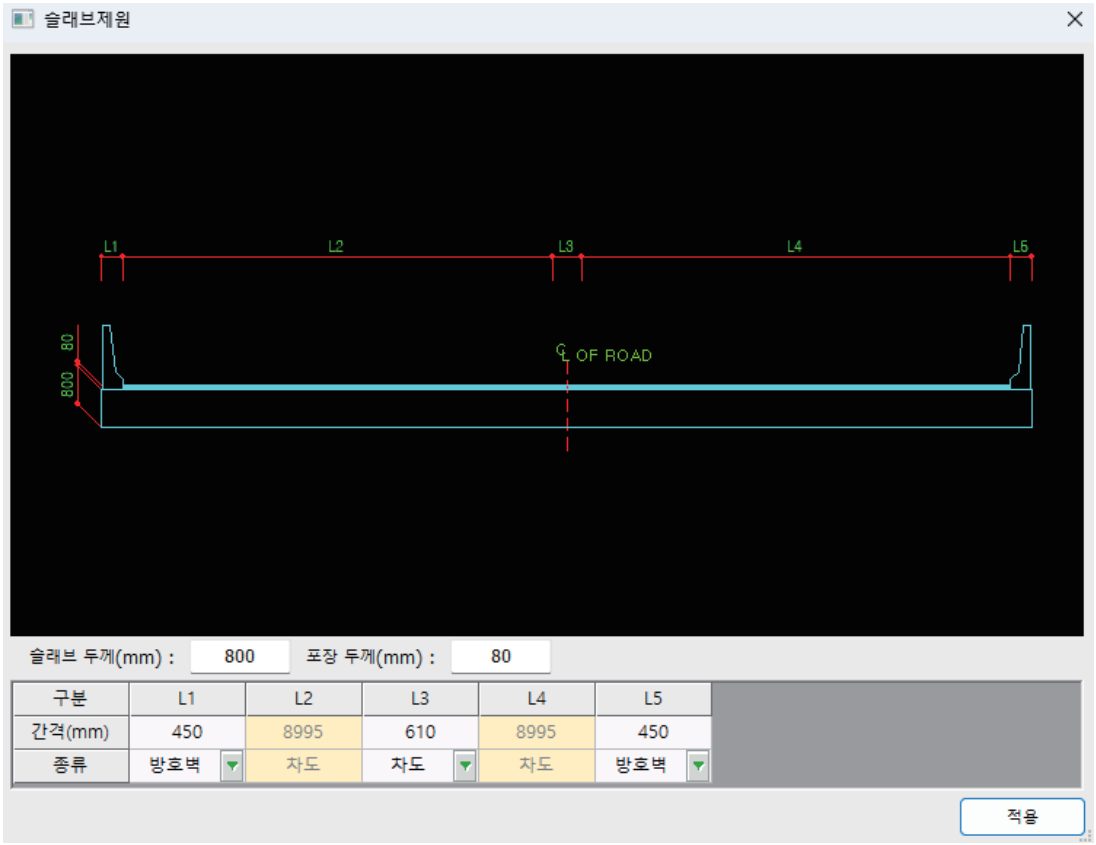
- Seg 위치 : 신축이음으로 구분된 슬래브 분리에 따른 Segment를 선택하는 항목입니다. 횡단구성 및 교량받침은 Seg 단위로 설정할 수 있습니다. RC슬래브교의 경우 교각 위치에 신축이음이 존재하지 않아 Segment가 항상 1개이므로, Combo Box에는 항상 SEG 1만 표시되며, 우측 화살표 버튼 역시 동작하지 않습니다.
- 상부구조형식 : 기본정보 탭에서 설정한 상부구조형식이 표시됩니다. 상부구조 탭에서는 형식 변경이 불가능하며, 형식을 변경하기 위해서는 기본정보 탭으로 이동하여 상부구조형식을 변경해 주셔야 합니다.
- 경간수 : 선택한 Segment의 경간수가 표시됩니다. 상부구조 탭에서는 경간수 변경이 불가능하며, Segment의 경간수를 변경하기 위해서는 기본정보 탭으로 이동하여 경간지점구성에서 경간구성을 변경해 주셔야 합니다.

- 상부폭원 : 기본정보 탭에서 입력한 상부폭원 값이 표시됩니다. 상부구조 탭에서는 폭원 변경이 불가능하며, 폭원을 변경하기 위해서는 기본정보 탭으로 이동하여 총폭원 값을 변경해 주셔야 합니다.
- 횡단구성 : 슬래브 두께, 포장 두께, 슬래브 상부 형상 등 슬래브 제원을 입력해 줍니다. 슬래브 두께 및 포장 두께는 해당되는 값(mm 단위)을 입력하며, 0 이상의 숫자만 입력할 수 있습니다. 슬래브 상부는 L1~L5까지 5개로 구분되며, L1 및 L5는 방호벽, 중분대1/2, 차도 중 하나로, L3는 중분대 또는 차도 중의 하나로 설정할 수 있습니다. L1, L3, L5의 간격(mm 단위)은 각각 해당되는 상부 구조물의 폭을 입력해 주시면 됩니다. 입력값에 따른 방호벽 및 중분대의 크기 및 위치는 횡단구성 다이얼로그의 2D 도면창을 통해 바로 확인할 수 있습니다.

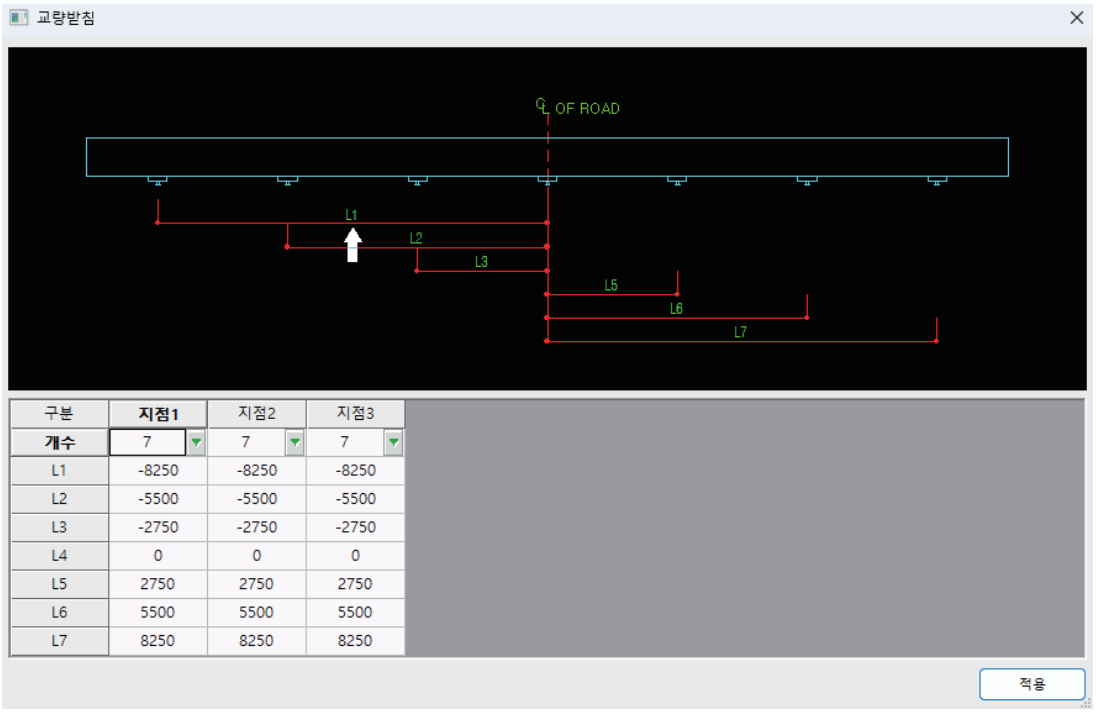
*1 슬래브 두께 및 포장 두께의 기본값은 각각 800, 80으로 설정되어 있습니다.

*2 슬래브 상부 구조물의 종류의 기본값은 L1 및 L5는 방호벽, L3는 차도로 설정되어 있습니다.

*3 슬래브 상부 구조물의 간격의 기본값은 L1 및 L5는 450, L3는 610으로 설정되어 있습니다. L2 및 L4는 총폭원 값에서 L1, L3, L5를 제외한 값으로 플랫폼 내에서 자동 산정하며 사용자가 값을 수정할 수 없습니다.



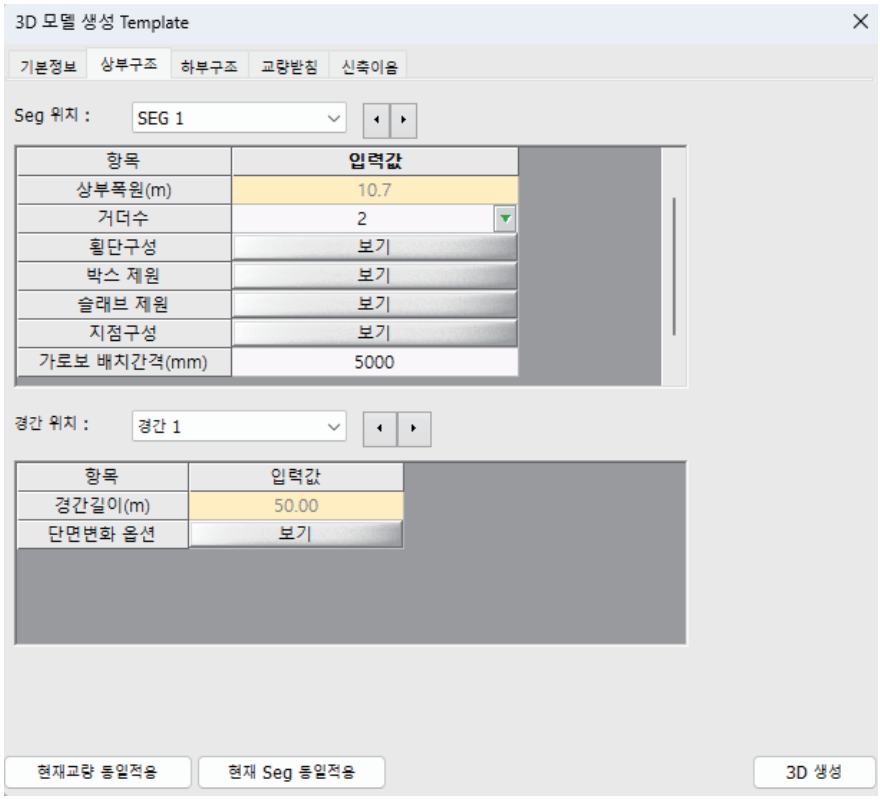
- 교량받침 : 지점별 교량받침의 개수 및 위치를 입력해 줍니다. 지점별 교량받침의 개수는 Combo Box를 통해 설정할 수 있으며(0 ~ 40개), 기본값은 상부폭원 값에 따라 자동으로 설정(등간격 배치)됩니다. 설정한 교량받침 개수에 따라 L1, L2, L3, ... 의 입력이 활성화되며, 활성화된 입력창에 교량받침의 횡단 위치를 입력해 주시면 됩니다. 위치값은 교량 진행 방향을 기준으로 교량 중심에서 좌측은 (-), 우측은 (+) 값을 입력해 줍니다(mm 단위).



- 경간 위치 : 경간 위치를 선택하는 항목입니다. Combo Box를 눌러 경간을 선택하거나, 우측 화살표 버튼을 눌러 Segment 내 이전/다음 경간으로 이동할 수 있습니다.
- 경간길이 : 기본정보 탭에서 입력한 경간지점구성 값을 바탕으로 해당 경간의 길이가 표시됩니다. 상부구조 탭에서는 경간길이 변경이 불가능하며, 경간길이를 변경하기 위해서는 기본정보 탭으로 이동하여 경간지점구성에서 해당 경간의 길이를 변경해 주셔야 합니다.
- 현재교량 동일적용 : 입력한 횡단구성 및 교량받침이 교량의 모든 Segment에 동일하게 적용됩니다.
- 현재 Seg 동일적용 : Segment 내 경간별 입력항목이 없으므로 버튼 클릭 시 입력값 변화는 없습니다.
- 3D 생성 : 현재까지 입력된 데이터를 기반으로 3D 모델을 생성합니다.

라) 강박스형교(STB)

강박스형교 상부구조의 상세제원을 입력합니다. 강박스형교의 경우 아래 그림과 같이 거더수, 횡단구성, 박스 제원, 슬래브 제원, 지점 구성, 가로보 배치간격, 단면변화 옵션을 입력/수정할 수 있습니다. 거더수, 횡단구성, 박스 제원, 슬래브 제원, 지점 구성, 가로보 배치간격의 경우 Seg 단위(신축이음으로 구분)로 입력되며, 단면변화 옵션의 경우 경간 단위로 설정됩니다.



- 현재교량 동일적용 : 입력한 값이 교량의 모든 Segment 및 경간에 동일하게 적용됩니다.
- 현재 Seg 동일적용 : 입력한 값이 Segment 내 모든 경간에 동일하게 적용됩니다.
- 3D 생성 : 현재까지 입력된 데이터를 기반으로 3D 모델을 생성합니다.
- Seg 위치 : 신축이음으로 구분된 슬래브 분리에 따른 Segment를 선택하는 항목입니다. 거더수, 횡단구성, 박스 제원, 슬래브 제원, 지점 구성, 가로보 배치간격 등은 Seg 단위로 설정할 수 있습니다. Combo Box를 눌러 Segment를 선택하거나, 우측 화살표 버튼을 눌러 이전/다음 Segment로 이동할 수 있습니다.
- 상부구조형식 : 기본정보 탭에서 설정한 상부구조형식이 표시됩니다. 상부구조 탭에서는 형식 변경이 불가능하며, 형식을 변경하기 위해서는 기본정보 탭으로 이동하여 상부구조형식을 변경해 주셔야 합니다.

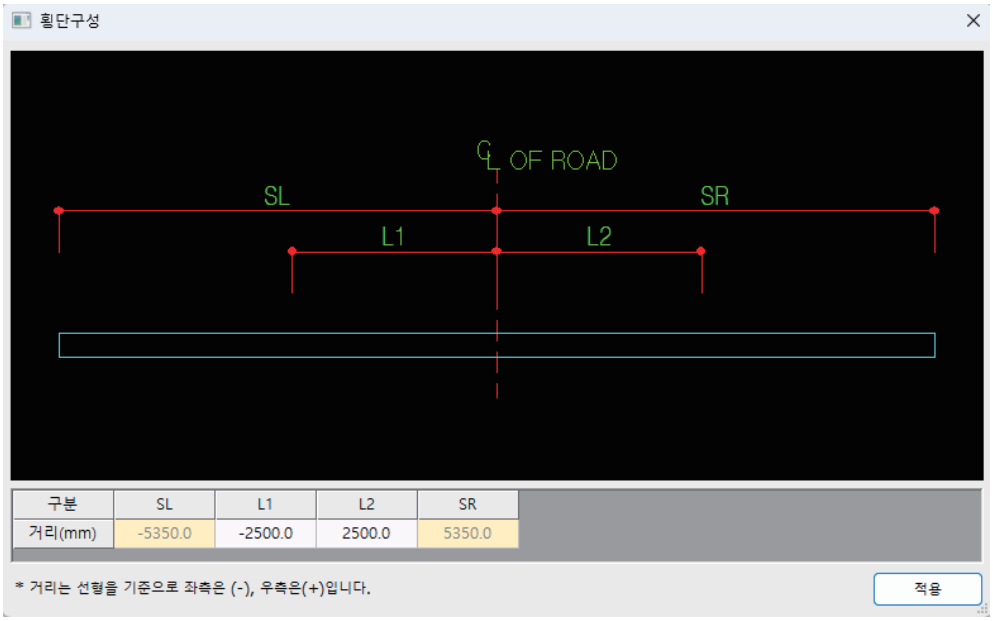
- 경간수 : 선택한 Segment의 경간수가 표시됩니다. 상부구조 탭에서는 경간수 변경이 불가능하며, Segment의 경간수를 변경하기 위해서는 기본정보 탭으로 이동하여 경간 지점구성에서 경간구성을 변경하거나, 신축이음 탭으로 이동하여 신축이음장치의 위치를 변경해 주셔야 합니다.
- 상부폭원 : 기본정보 탭에서 입력한 상부폭원 값이 표시됩니다. 상부구조 탭에서는 폭원 변경이 불가능하며, 폭원을 변경하기 위해서는 기본정보 탭으로 이동하여 총폭원 값을 변경해 주셔야 합니다.
- 거더수 : 선택한 Segment의 거더수를 설정합니다(2~25개 설정 가능). Segment별로 설정 가능하며, 각 Segment별 거더수가 다를 경우 다이얼로그 상단의 Seg 위치를 변경해 가면서 각 Segment별로 거더수를 설정해 주셔야 합니다.

* 거더수의 기본값은 총폭원 값에 따라 플랫폼 내부에서 산정한 개수로 설정됩니다.

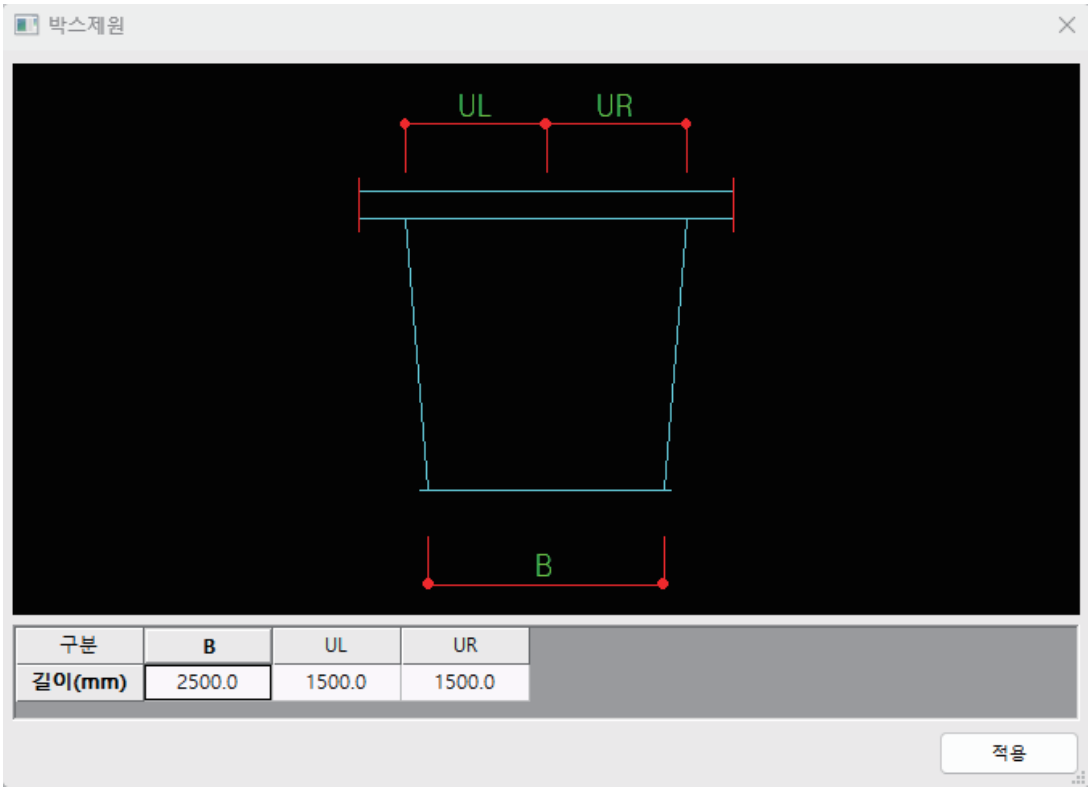
- 횡단구성 : 각 거더의 횡단위치를 입력합니다. SL 및 SR은 교량 중심에서 슬래브 끝단까지의 거리로 총폭원에 의해 결정되는 값으로 수정이 불가능하며, L1, L2, L3, ... 는 각 거더의 횡단위치로 거더 개수에 따라 입력창의 개수가 자동적으로 변경되며 사용자가 값을 수정할 수 있습니다. L1, L2, L3, ... 는 교량 진행 방향을 기준으로 교량 중심에서 좌측은 (-), 우측은 (+) 값을 입력해 줍니다(mm 단위). 입력값에 따른 거더 위치는 횡단구성 다이얼로그의 2D 도면창을 통해 바로 확인할 수 있습니다.

*1 L1, L2, L3, ... 의 기본값은 거더를 등간격으로 배치했을 때의 값을 총폭원 및 거더 개수에 따라 플랫폼 내부에서 자동 산정합니다.

*2 총폭원 및 거더 개수가 변경될 경우 입력값은 초기화됩니다.



- 박스제원 : 박스의 형상정보를 입력합니다. 박스 상단 및 하단의 폭(mm 단위)을 입력하며, 0 이상의 숫자만 입력할 수 있습니다. 입력값에 따른 박스의 형상은 박스제원 다이얼로그의 2D 도면창을 통해 바로 확인할 수 있습니다.

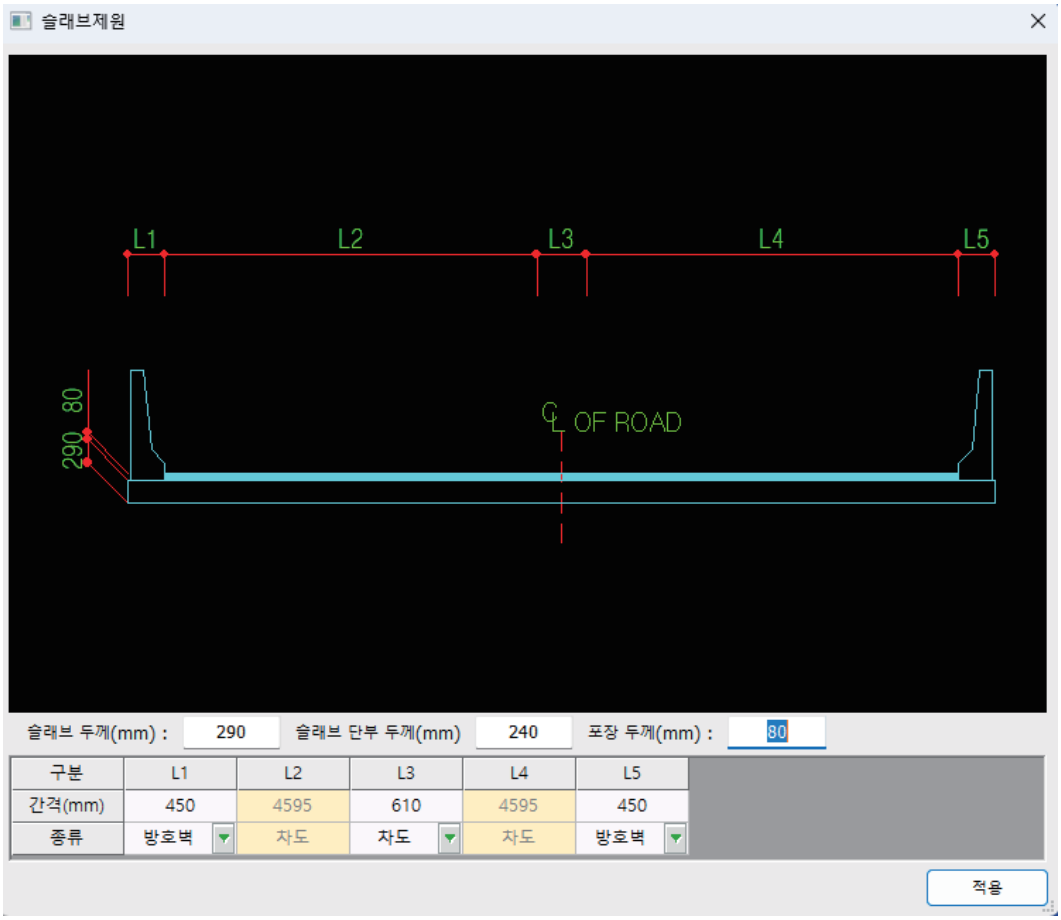


- 슬래브 제원 : 슬래브 두께, 슬래브 단부 두께, 포장 두께, 슬래브 상부 형상 등 슬래브 제원을 입력해 줍니다. 슬래브 두께, 슬래브 단부 두께, 포장 두께는 해당되는 값(mm 단위)을 입력하며, 0 이상의 숫자만 입력할 수 있습니다. 슬래브 상부는 L1~L5까지 5개로 구분되며, L1 및 L5는 방호벽, 중분대1/2, 차도 중 하나로, L3는 중분대 또는 차도 중의 하나로 설정할 수 있습니다. L1, L3, L5의 간격(mm 단위)은 각각 해당되는 상부 구조물의 폭을 입력해 주시면 됩니다. 입력값에 따른 방호벽 및 중분대의 크기 및 위치는 슬래브 제원 다이얼로그의 2D 도면창을 통해 바로 확인할 수 있습니다.

*1 슬래브 두께, 슬래브 단부 두께, 포장 두께의 기본값은 각각 290, 240, 80으로 설정되어 있습니다.

*2 슬래브 상부 구조물의 종류의 기본값은 L1 및 L5는 방호벽, L3는 차도로 설정되어 있습니다.

*3 슬래브 상부 구조물의 간격의 기본값은 L1 및 L5는 450, L3는 610으로 설정되어 있습니다. L2 및 L4는 총폭원 값에서 L1, L3, L5를 제외한 값으로 플랫폼 내에서 자동 산정하며 사용자가 값을 수정할 수 없습니다.

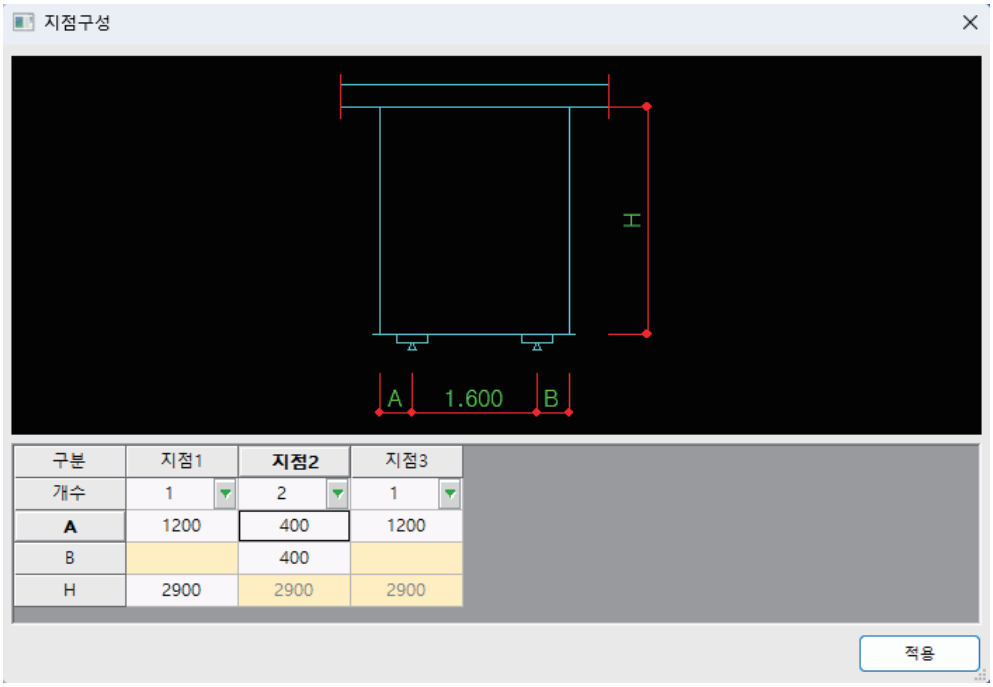


- 가로보 배치간격 : 선택한 경간의 가로보 간격을 입력합니다. 3D 모델에서 가로보는 설정한 가로보 간격에 따라 등간격으로 자동 배치됩니다.

* 가로보의 간격은 숫자만 입력 가능하며, 0 이상의 값을 입력할 수 있습니다.

- 지점구성 : 지점별 교량받침의 개수 및 위치, 박스의 높이를 입력해 줍니다. 지점별 교량받침의 개수는 Combo Box를 통해 설정할 수 있으며(1개 또는 2개), 기본값은 단부 지점부는 1개, 중간 지점부는 2개로 설정되어 있습니다. 설정한 교량받침 개수에 따라 B의 입력이 비활성화/활성화되며, 활성화된 A 및 B 입력창에 교량받침의 횡단 위치를 입력해 주시면 됩니다. 위치값은 박스 단부에서 박스 중앙쪽으로의 거리를 입력해 줍니다(mm 단위). 박스의 높이는 지점별로 설정하도록 다이얼로그가 구성되어 있습니다. Segment 시점의 높이를 입력할 수 있으며, 나머지 지점의 높이는 Segment 시점의 높이와 동일하게 입력되도록 설정되어 있습니다(입력 불가).

* 박스의 높이(H)는 숫자만 입력 가능하며(mm 단위), 0 이상의 값을 입력할 수 있습니다.

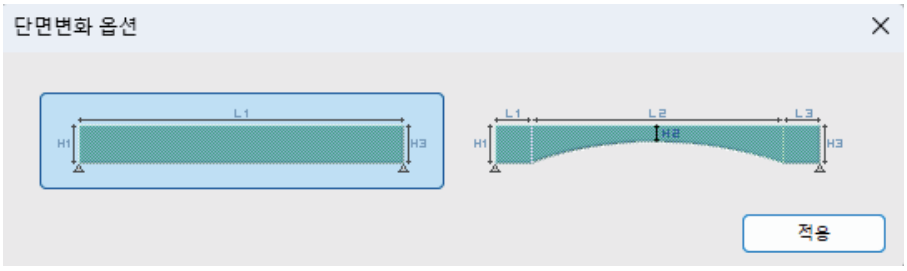


- 경간 위치 : 선택한 Segment에 있는 경간 위치를 선택하는 항목입니다. 단면변화 옵션은 경간 단위로 설정할 수 있습니다. Combo Box를 눌러 경간을 선택하거나, 우측 화살표 버튼을 눌러 Segment 내 이전/다음 경간으로 이동할 수 있습니다.

  * 다른 Segment에 있는 경간으로 이동하기 위해서는 우선 Seg 위치를 변경한 후, 경간 위치를 지정해 주셔야 합니다.

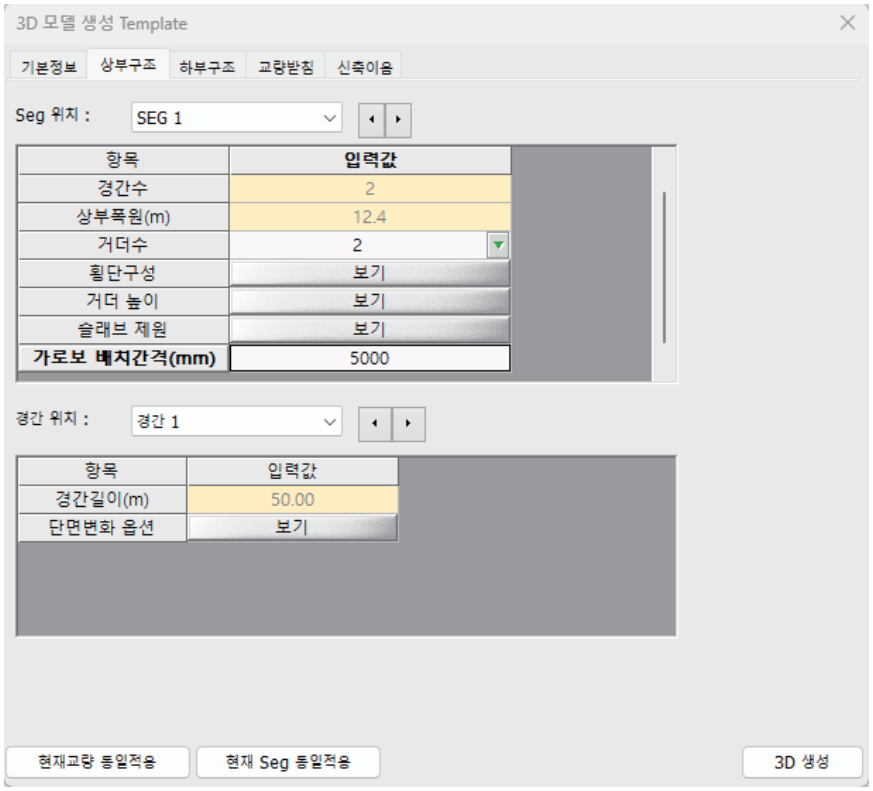
- 경간길이 : 기본정보 탭에서 입력한 경간지점구성 값을 바탕으로 해당 경간의 길이가 표시됩니다. 상부구조 탭에서는 경간길이 변경이 불가능하며, 경간길이를 변경하기 위해서는 기본정보 탭으로 이동하여 경간지점구성에서 해당 경간의 길이를 변경해 주셔야 합니다.

- 단면변화옵션 : 아래와 같은 두 가지 형태의 단면변화 옵션을 선택할 수 있습니다. 원하는 형태의 단면을 선택하신 후 적용 버튼을 클릭하시면, 해당 지간의 박스 형상이 적용한 옵션으로 변경됩니다.



마) 강I형교(STI)

강I형교 상부구조의 상세제원을 입력합니다. 강I형교의 경우 아래 그림과 같이 거더수, 횡단구성, 거더 높이, 슬래브 제원, 가로보 배치간격, 단면변화 옵션을 입력/수정할 수 있습니다. 거더수, 횡단구성, 거더 높이, 슬래브 제원, 가로보 배치간격의 경우 Seg 단위(신축이음으로 구분)로 입력되며, 단면변화 옵션의 경우 경간 단위로 설정됩니다.



- 현재교량 동일적용 : 입력한 값이 교량의 모든 Segment 및 경간에 동일하게 적용됩니다.
- 현재 Seg 동일적용 : 입력한 값이 Segment 내 모든 경간에 동일하게 적용됩니다.
- 3D 생성 : 현재까지 입력된 데이터를 기반으로 3D 모델을 생성합니다.
- Seg 위치 : 신축이음으로 구분된 슬래브 분리에 따른 Segment를 선택하는 항목입니다. 거더수, 횡단구성, 거더 높이, 슬래브 제원, 가로보 배치간격 등은 Seg 단위로 설정할 수 있습니다. Combo Box를 눌러 Segment를 선택하거나, 우측 화살표 버튼을 눌러 이전/다음 Segment로 이동할 수 있습니다.
- 상부구조형식 : 기본정보 탭에서 설정한 상부구조형식이 표시됩니다. 상부구조 탭에서는 형식 변경이 불가능하며, 형식을 변경하기 위해서는 기본정보 탭으로 이동하여 상부구조형식을 변경해 주셔야 합니다.

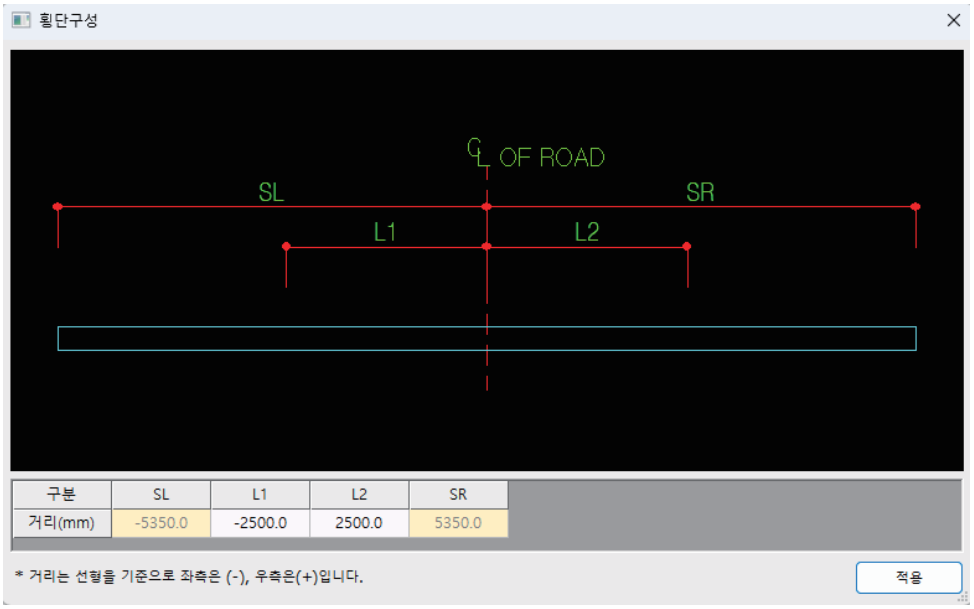
- 경간수 : 선택한 Segment의 경간수가 표시됩니다. 상부구조 탭에서는 경간수 변경이 불가능하며, Segment의 경간수를 변경하기 위해서는 기본정보 탭으로 이동하여 경간 지점구성에서 경간구성을 변경하거나, 신축이음 탭으로 이동하여 신축이음장치의 위치를 변경해 주셔야 합니다.
- 상부폭원 : 기본정보 탭에서 입력한 상부폭원 값이 표시됩니다. 상부구조 탭에서는 폭원 변경이 불가능하며, 폭원을 변경하기 위해서는 기본정보 탭으로 이동하여 총폭원 값을 변경해 주셔야 합니다.
- 거더수 : 선택한 Segment의 거더수를 설정합니다(2~25개 설정 가능). Segment별로 설정 가능하며, 각 Segment별 거더수가 다를 경우 다이얼로그 상단의 Seg 위치를 변경해 가면서 각 Segment별로 거더수를 설정해 주셔야 합니다.

* 거더수의 기본값은 총폭원 값에 따라 플랫폼 내부에서 산정한 개수로 설정됩니다.

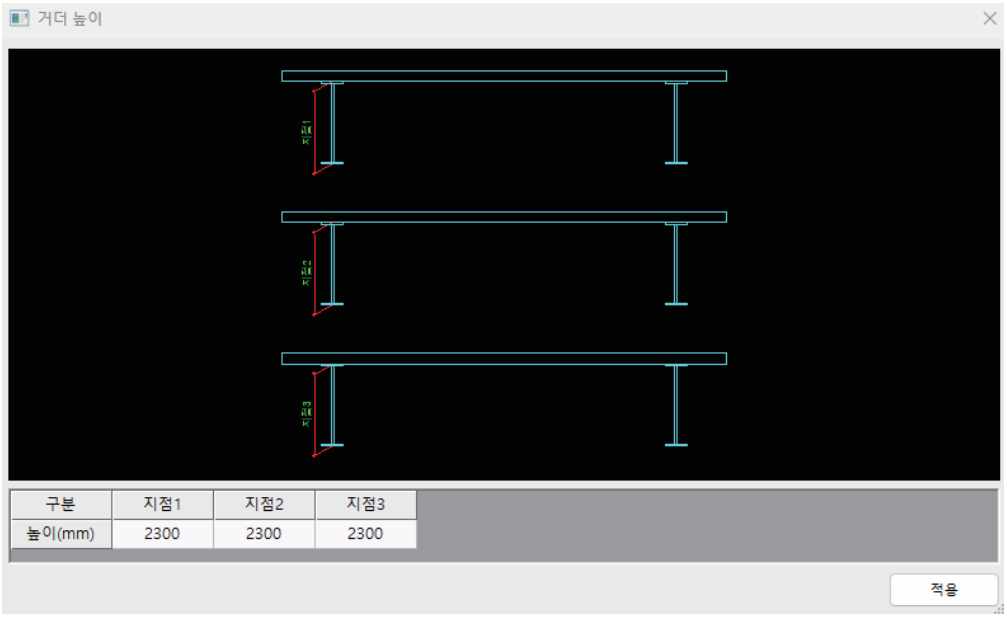
- 횡단구성 : 각 거더의 횡단위치를 입력합니다. SL 및 SR은 교량 중심에서 슬래브 끝단까지의 거리로 총폭원에 의해 결정되는 값으로 수정이 불가능하며, L1, L2, L3, ... 는 각 거더의 횡단위치로 거더 개수에 따라 입력창의 개수가 자동적으로 변경되며 사용자가 값을 수정할 수 있습니다. L1, L2, L3, ... 는 교량 진행 방향을 기준으로 교량 중심에서 좌측은 (-), 우측은 (+) 값을 입력해 줍니다(mm 단위). 입력값에 따른 거더 위치는 횡단구성 다이얼로그의 2D 도면창을 통해 바로 확인할 수 있습니다.

*1 L1, L2, L3, ... 의 기본값은 거더를 등간격으로 배치했을 때의 값을 총폭원 및 거더 개수에 따라 플랫폼 내부에서 자동 산정합니다.

*2 총폭원 및 거더 개수가 변경될 경우 입력값은 초기화됩니다.



- 거더 높이 : 지점별 거더의 높이를 입력해 줍니다(mm 단위).



- 가로보 배치간격 : 선택한 경간의 가로보 간격을 입력합니다. 3D 모델에서 가로보는 설정한 가로보 간격에 따라 등간격으로 자동 배치됩니다.

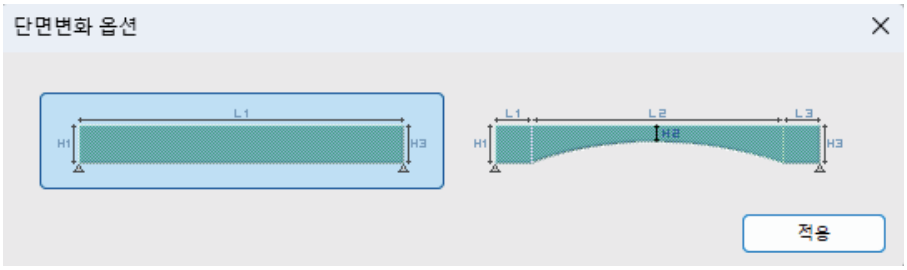
* 가로보의 간격은 숫자만 입력 가능하며, 0 이상의 값을 입력할 수 있습니다.

- 경간 위치 : 선택한 Segment에 있는 경간 위치를 선택하는 항목입니다. 단면변화 옵션은 경간 단위로 설정할 수 있습니다. Combo Box를 눌러 경간을 선택하거나, 우측 화살표 버튼을 눌러 Segment 내 이전/다음 경간으로 이동할 수 있습니다.

* 다른 Segment에 있는 경간으로 이동하기 위해서는 우선 Seg 위치를 변경한 후, 경간 위치를 지정해 주셔야 합니다.

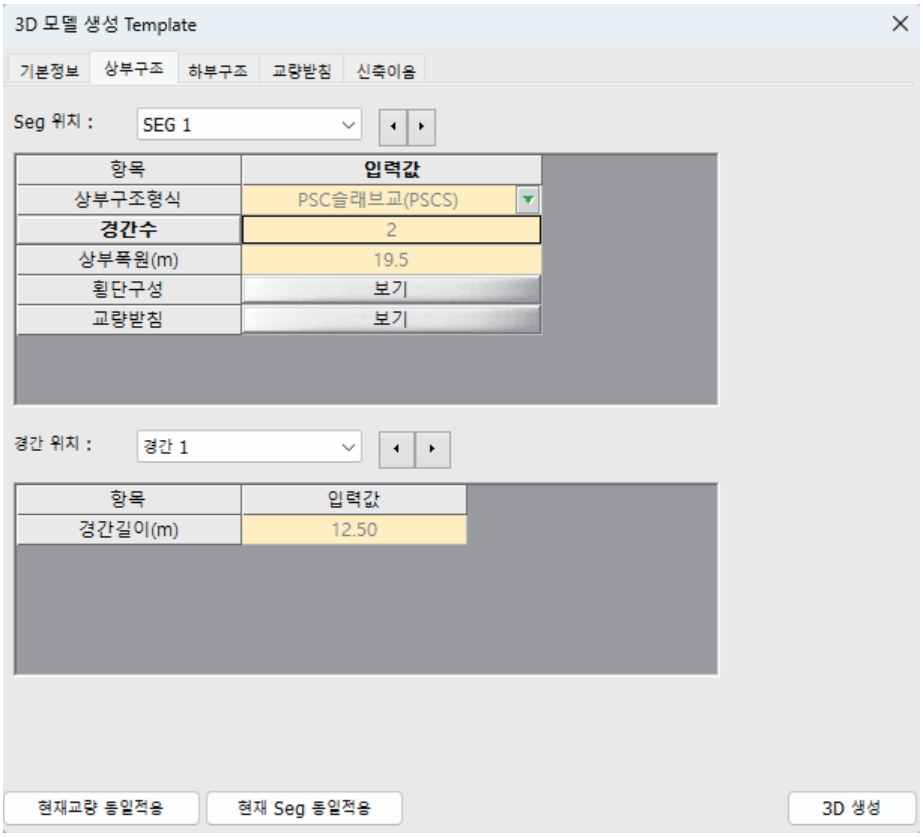
- 경간길이 : 기본정보 탭에서 입력한 경간지점구성 값을 바탕으로 해당 경간의 길이가 표시됩니다. 상부구조 탭에서는 경간길이 변경이 불가능하며, 경간길이를 변경하기 위해서는 기본정보 탭의 경간지점구성에서 해당 경간의 길이를 변경해 주셔야 합니다.

- 단면변화옵션 : 아래와 같은 두 가지 형태의 단면변화 옵션을 선택할 수 있습니다. 원하는 형태의 단면을 선택하신 후 적용 버튼을 클릭하시면, 해당 지간의 거더 형상이 적용한 옵션으로 변경됩니다.



바) PSC슬래브교(PSCS)

PSC슬래브교 상부구조의 상세제원을 입력합니다. PSC슬래브교의 경우 아래 그림과 같이 횡단구성 및 교량받침을 입력/수정할 수 있습니다. 횡단구성 및 교량받침은 Seg 단위로 입력됩니다.



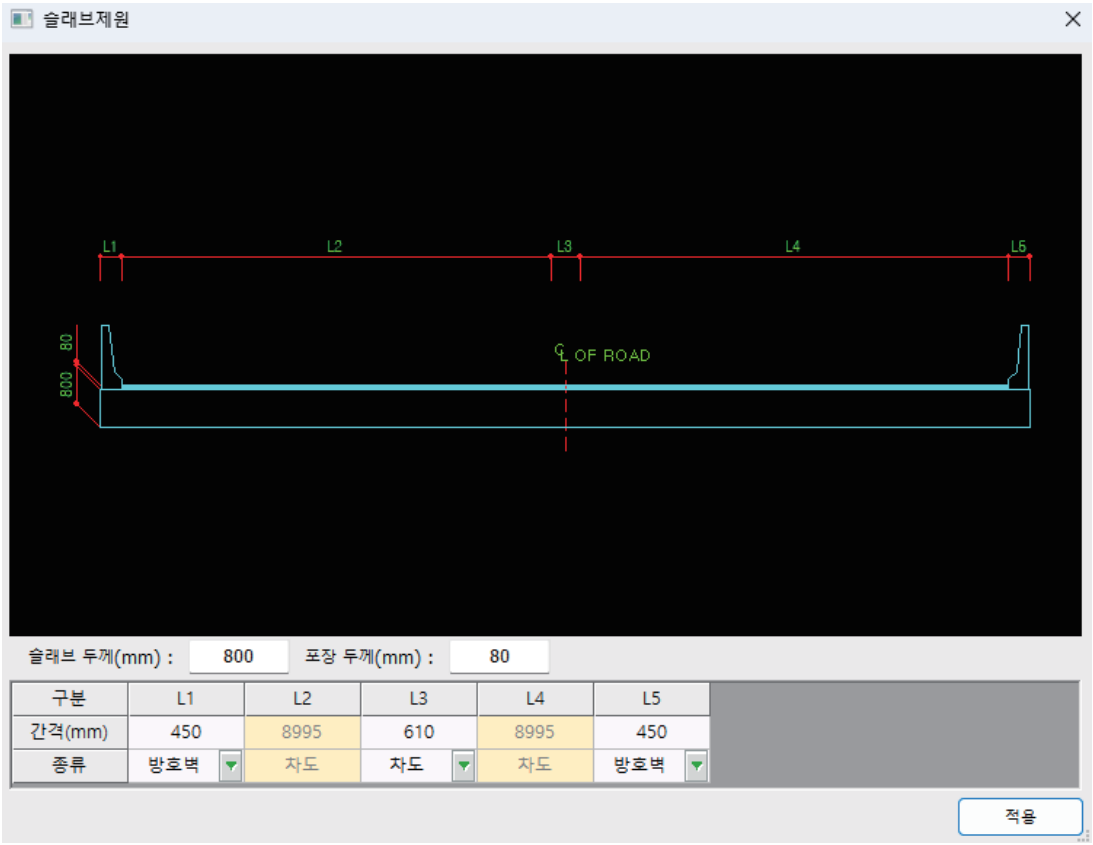
- Seg 위치 : 신축이음으로 구분된 슬래브 분리에 따른 Segment를 선택하는 항목입니다. 횡단구성 및 교량받침은 Seg 단위로 설정할 수 있습니다. PSC슬래브교의 경우 교각 위치에 신축이음이 존재하지 않아 Segment가 항상 1개이므로, Combo Box에는 항상 SEG 1만 표시되며, 우측 화살표 버튼 역시 동작하지 않습니다.
- 상부구조형식 : 기본정보 탭에서 설정한 상부구조형식이 표시됩니다. 상부구조 탭에서는 형식 변경이 불가능하며, 형식을 변경하기 위해서는 기본정보 탭으로 이동하여 상부구조형식을 변경해 주셔야 합니다.
- 경간수 : 선택한 Segment의 경간수가 표시됩니다. 상부구조 탭에서는 경간수 변경이 불가능하며, Segment의 경간수를 변경하기 위해서는 기본정보 탭으로 이동하여 경간 지점구성에서 경간구성을 변경해 주셔야 합니다.

- 상부폭원 : 기본정보 탭에서 입력한 상부폭원 값이 표시됩니다. 상부구조 탭에서는 폭원 변경이 불가능하며, 폭원을 변경하기 위해서는 기본정보 탭으로 이동하여 총폭원 값을 변경해 주셔야 합니다.
- 횡단구성 : 슬래브 두께, 포장 두께, 슬래브 상부 형상 등 슬래브 제원을 입력해 줍니다. 슬래브 두께 및 포장 두께는 해당되는 값(mm 단위)을 입력하며, 0 이상의 숫자만 입력할 수 있습니다. 슬래브 상부는 L1~L5까지 5개로 구분되며, L1 및 L5는 방호벽, 중분대1/2, 차도 중 하나로, L3는 중분대 또는 차도 중의 하나로 설정할 수 있습니다. L1, L3, L5의 간격(mm 단위)은 각각 해당되는 상부 구조물의 폭을 입력해 주시면 됩니다. 입력값에 따른 방호벽 및 중분대의 크기 및 위치는 횡단구성 다이얼로그의 2D 도면창을 통해 바로 확인할 수 있습니다.

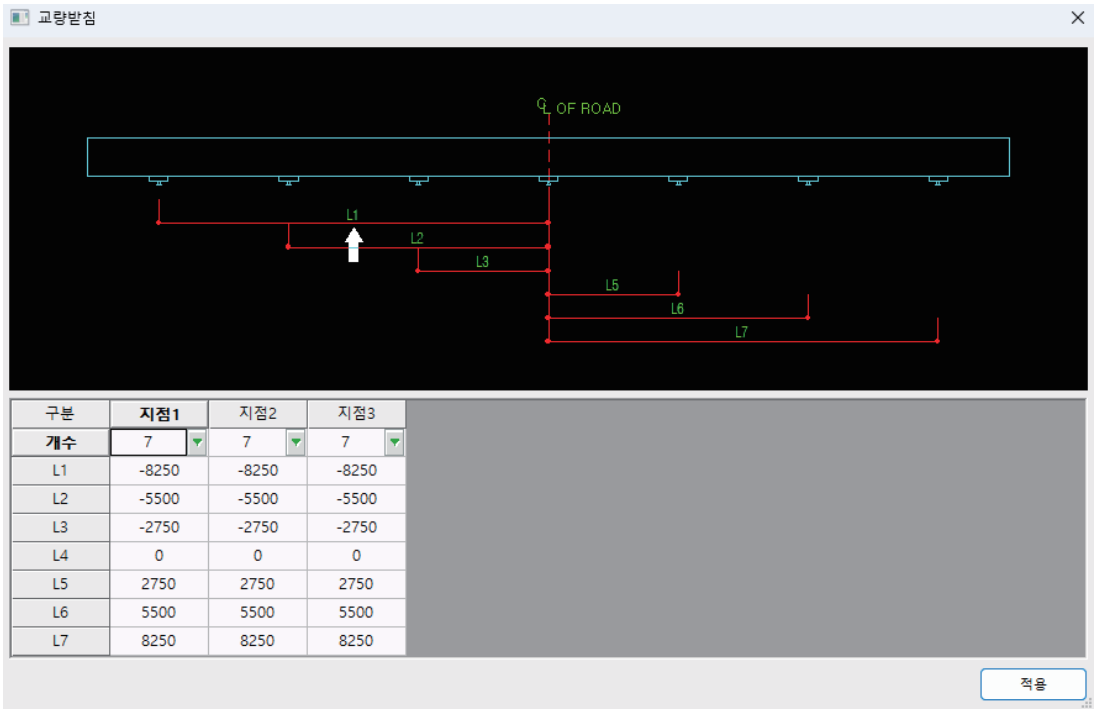
*1 슬래브 두께 및 포장 두께의 기본값은 각각 800, 80으로 설정되어 있습니다.

*2 슬래브 상부 구조물의 종류의 기본값은 L1 및 L5는 방호벽, L3는 차도로 설정되어 있습니다.

*3 슬래브 상부 구조물의 간격의 기본값은 L1 및 L5는 450, L3는 610으로 설정되어 있습니다. L2 및 L4는 총폭원 값에서 L1, L3, L5를 제외한 값으로 플랫폼 내에서 자동 산정하며 사용자가 값을 수정할 수 없습니다.



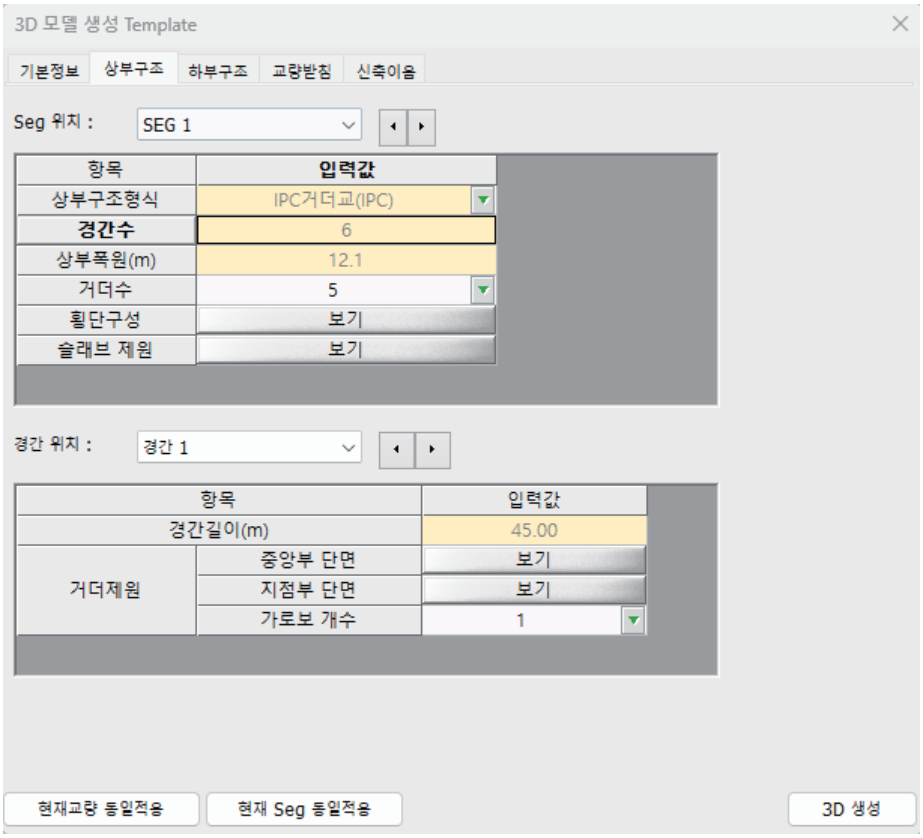
- 교량받침 : 지점별 교량받침의 개수 및 위치를 입력해 줍니다. 지점별 교량받침의 개수는 Combo Box를 통해 설정할 수 있으며(0 ~ 40개), 기본값은 상부폭원 값에 따라 자동으로 설정(등간격 배치)됩니다. 설정한 교량받침 개수에 따라 L1, L2, L3, ... 의 입력이 활성화되며, 활성화된 입력창에 교량받침의 횡단 위치를 입력해 주시면 됩니다. 위치값은 교량 진행 방향을 기준으로 교량 중심에서 좌측은 (-), 우측은 (+) 값을 입력해 줍니다(mm 단위).



- 경간 위치 : 경간 위치를 선택하는 항목입니다. Combo Box를 눌러 경간을 선택하거나, 우측 화살표 버튼을 눌러 Segment 내 이전/다음 경간으로 이동할 수 있습니다.
- 경간길이 : 기본정보 탭에서 입력한 경간지점구성 값을 바탕으로 해당 경간의 길이가 표시됩니다. 상부구조 탭에서는 경간길이 변경이 불가능하며, 경간길이를 변경하기 위해서는 기본정보 탭으로 이동하여 경간지점구성에서 해당 경간의 길이를 변경해 주셔야 합니다.
- 현재교량 동일적용 : 입력한 횡단구성 및 교량받침이 교량의 모든 Segment에 동일하게 적용됩니다.
- 현재 Seg 동일적용 : Segment 내 경간별 입력항목이 없으므로 버튼 클릭 시 입력값 변화는 없습니다.
- 3D 생성 : 현재까지 입력된 데이터를 기반으로 3D 모델을 생성합니다.

사) IPC거더교(IPC)

IPC거더교 상부구조의 상세제원을 입력합니다. IPC거더교의 경우 아래 그림과 같이 거더수, 횡단구성, 슬래브 제원, 거더제원을 입력/수정할 수 있습니다. 거더수, 횡단구성, 슬래브 제원의 경우 Seg 단위(신축이음으로 구분)로 입력되며, 거더제원의 경우 경간 단위로 입력됩니다.



- Seg 위치 : 신축이음으로 구분된 슬래브 분리에 따른 Segment를 선택하는 항목입니다. 거더수, 횡단구성, 슬래브 제원 등은 Seg 단위로 설정할 수 있습니다. Combo Box를 눌러 Segment를 선택하거나, 우측 화살표 버튼을 눌러 이전/다음 Segment로 이동할 수 있습니다.
- 상부구조형식 : 기본정보 탭에서 설정한 상부구조형식이 표시됩니다. 상부구조 탭에서는 형식 변경이 불가능하며, 형식을 변경하기 위해서는 기본정보 탭으로 이동하여 상부구조형식을 변경해 주셔야 합니다.
- 경간수 : 선택한 Segment의 경간수가 표시됩니다. 상부구조 탭에서는 경간수 변경이 불가능하며, Segment의 경간수를 변경하기 위해서는 기본정보 탭으로 이동하여 경간지점구성에서 경간구성을 변경하거나, 신축이음 탭으로 이동하여 신축이음장치의 위치

를 변경해 주셔야 합니다.

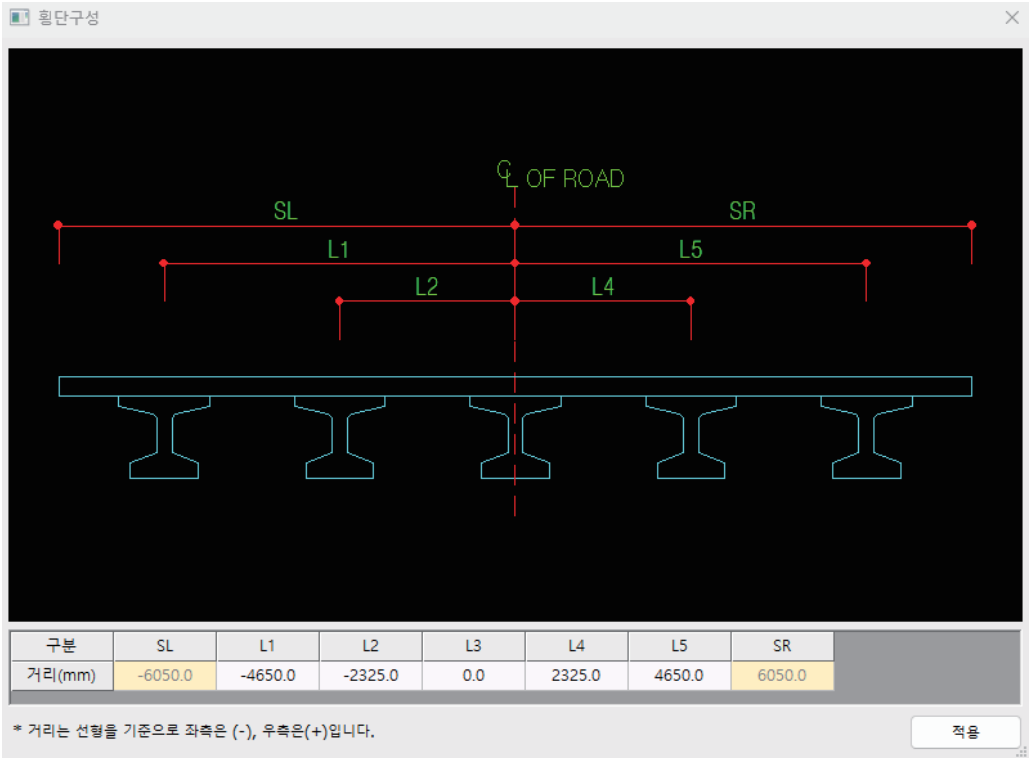
- 상부폭원 : 기본정보 탭에서 입력한 상부폭원 값이 표시됩니다. 상부구조 탭에서는 폭원 변경이 불가능하며, 폭원을 변경하기 위해서는 기본정보 탭으로 이동하여 총폭원 값을 변경해 주셔야 합니다.
- 거더수 : 선택한 Segment의 거더수를 설정합니다(2~25개 설정 가능). Segment별로 설정 가능하며, 각 Segment별 거더수가 다를 경우 다이얼로그 상단의 Seg 위치를 변경해 가면서 각 Segment별로 거더수를 설정해 주셔야 합니다.

* 거더수의 기본값은 총폭원 값에 따라 플랫폼 내부에서 산정한 개수로 설정됩니다.

- 횡단구성 : 각 거더의 횡단위치를 입력합니다. SL 및 SR은 교량 중심에서 슬래브 끝단까지의 거리로 총폭원에 의해 결정되는 값으로 수정이 불가능하며, L1, L2, L3, ... 는 각 거더의 횡단위치로 거더 개수에 따라 입력창의 개수가 자동적으로 변경되며 사용자가 값을 수정할 수 있습니다. L1, L2, L3, ... 는 교량 진행 방향을 기준으로 교량 중심에서 좌측은 (-), 우측은 (+) 값을 입력해 줍니다(mm 단위). 입력값에 따른 거더 위치는 횡단구성 다이얼로그의 2D 도면창을 통해 바로 확인할 수 있습니다.

*1 L1, L2, L3, ... 의 기본값은 거더를 등간격으로 배치했을 때의 값을 총폭원 및 거더 개수에 따라 플랫폼 내부에서 자동 산정합니다.

*2 총폭원 및 거더 개수가 변경될 경우 입력값은 초기화됩니다.

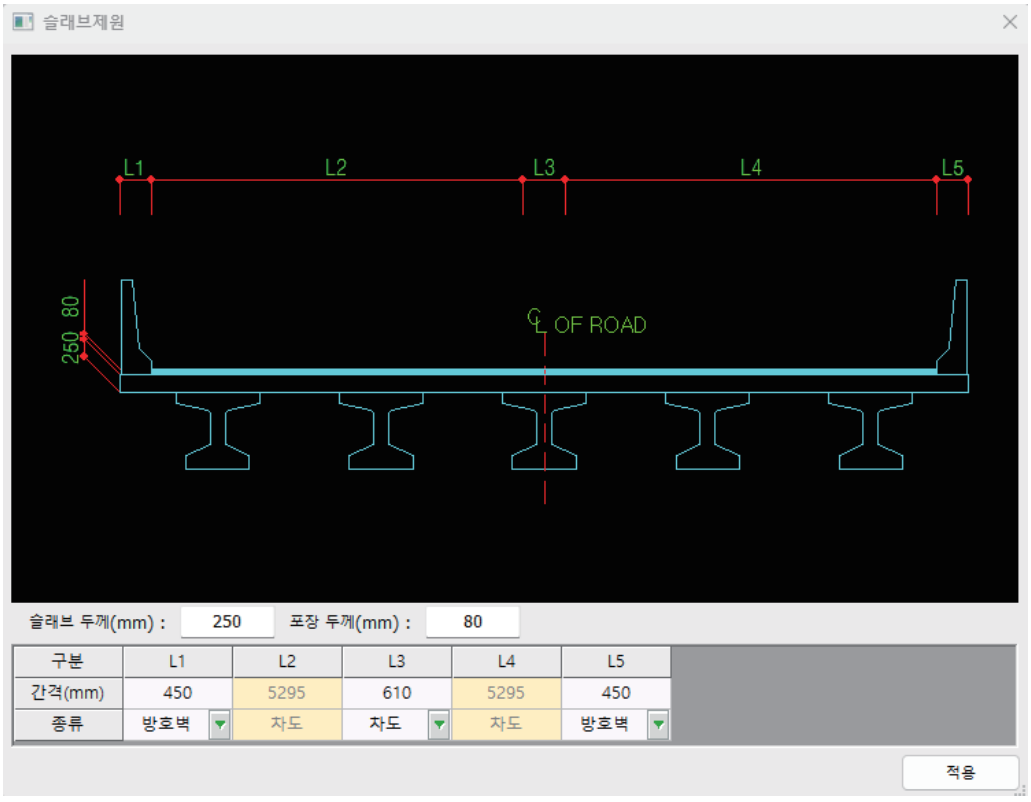


- 슬래브 제원 : 슬래브 두께, 포장 두께, 슬래브 상부 형상 등 슬래브 제원을 입력해 줍니다. 슬래브 두께 및 포장 두께는 해당되는 값(mm 단위)을 입력하며, 0 이상의 숫자만 입력할 수 있습니다. 슬래브 상부는 L1~L5까지 5개로 구분되며, L1 및 L5는 방호벽, 중분대1/2, 차도 중 하나로, L3는 중분대 또는 차도 중의 하나로 설정할 수 있습니다. L1, L3, L5의 간격(mm 단위)은 각각 해당되는 상부 구조물의 폭을 입력해 주시면 됩니다. 입력값에 따른 방호벽 및 중분대의 크기 및 위치는 슬래브 제원 다이얼로그의 2D 도면창을 통해 바로 확인할 수 있습니다.

*1 슬래브 두께 및 포장 두께의 기본값은 각각 250, 80으로 설정되어 있습니다.

*2 슬래브 상부 구조물의 종류의 기본값은 L1 및 L5는 방호벽, L3는 차도로 설정되어 있습니다.

*3 슬래브 상부 구조물의 간격의 기본값은 L1 및 L5는 450, L3는 610으로 설정되어 있습니다. L2 및 L4는 총폭원 값에서 L1, L3, L5를 제외한 값으로 플랫폼 내에서 자동 산정하며 사용자가 값을 수정할 수 없습니다.

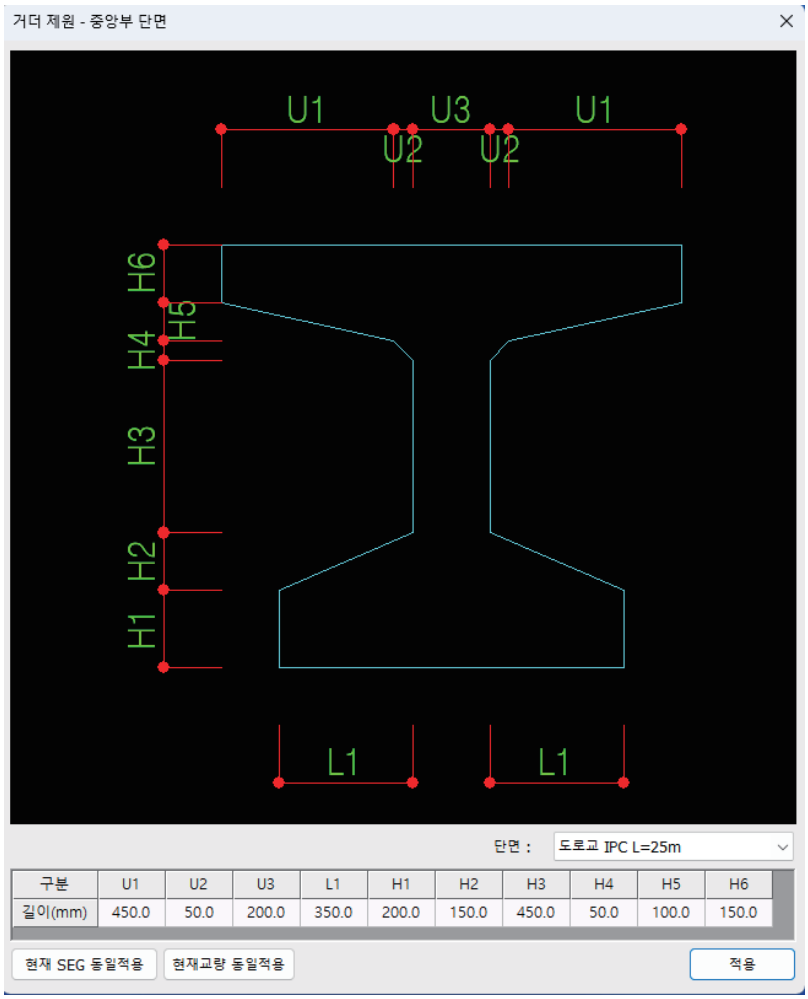


- 경간 위치 : 선택한 Segment에 있는 경간 위치를 선택하는 항목입니다. 거더제원(중앙부 단면, 지점부 단면, 가로부 개수)은 경간 단위로 설정할 수 있습니다. Combo Box를 눌러 경간을 선택하거나, 우측 화살표 버튼을 눌러 Segment 내 이전/다음 경간으로

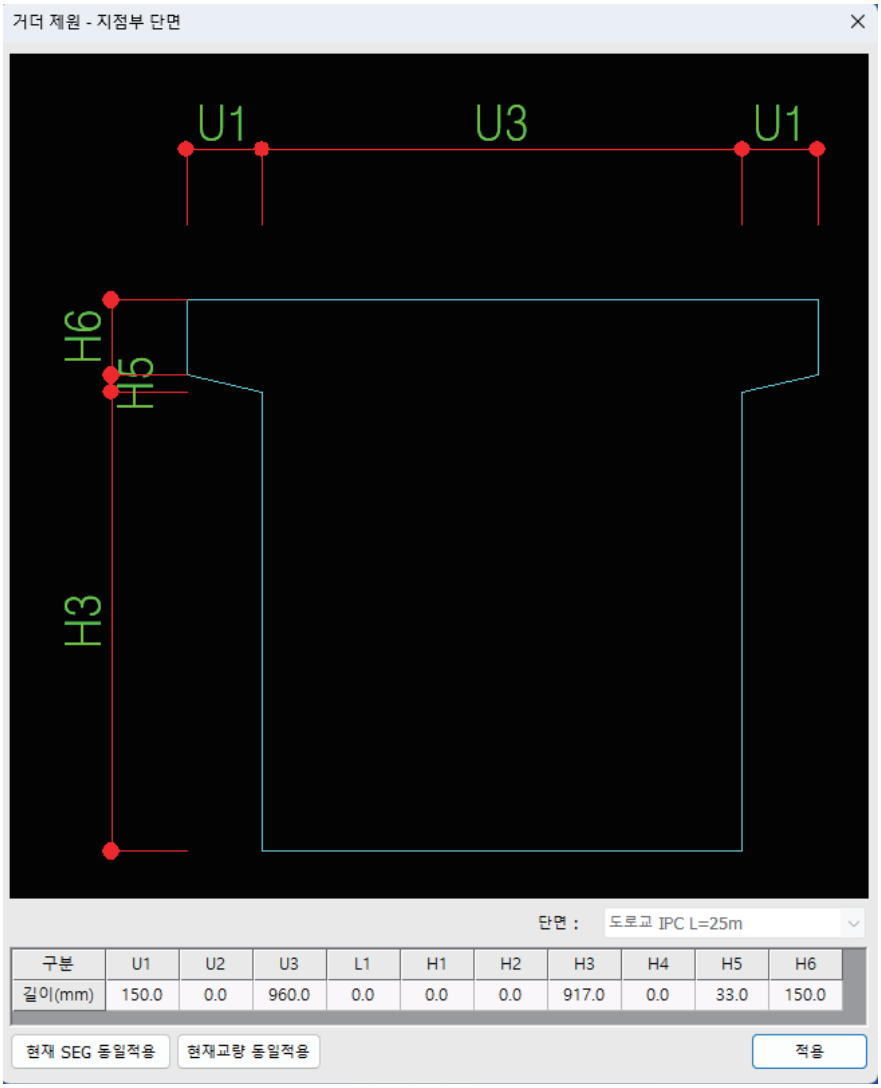
이동할 수 있습니다.

* 다른 Segment에 있는 경간으로 이동하기 위해서는 우선 Seg 위치를 변경한 후, 경간 위치를 지정해 주셔야 합니다.

- 경간길이 : 기본정보 탭에서 입력한 경간지점구성 값을 바탕으로 해당 경간의 길이가 표시됩니다. 상부구조 탭에서는 경간길이 변경이 불가능하며, 경간길이를 변경하기 위해서는 기본정보 탭으로 이동하여 경간지점구성에서 해당 경간의 길이를 변경해 주셔야 합니다.
- 거더제원(중앙부 단면) : 선택한 경간의 거더 중앙부 단면형상을 입력합니다. 단면 Combo Box의 표준단면을 선택하면 중앙부 제원의 입력값에 해당 값이 자동으로 입력되며, 각각의 값을 직접 입력할 수도 있습니다(mm 단위). 값 입력 후 '현재 SEG 동일적용' 버튼 클릭 시 현재 Segment의 모든 거더가 입력한 제원으로 설정되며, '현재 교량동일적용' 버튼 클릭 시 현재 교량의 모든 거더가 입력한 제원으로 설정됩니다.



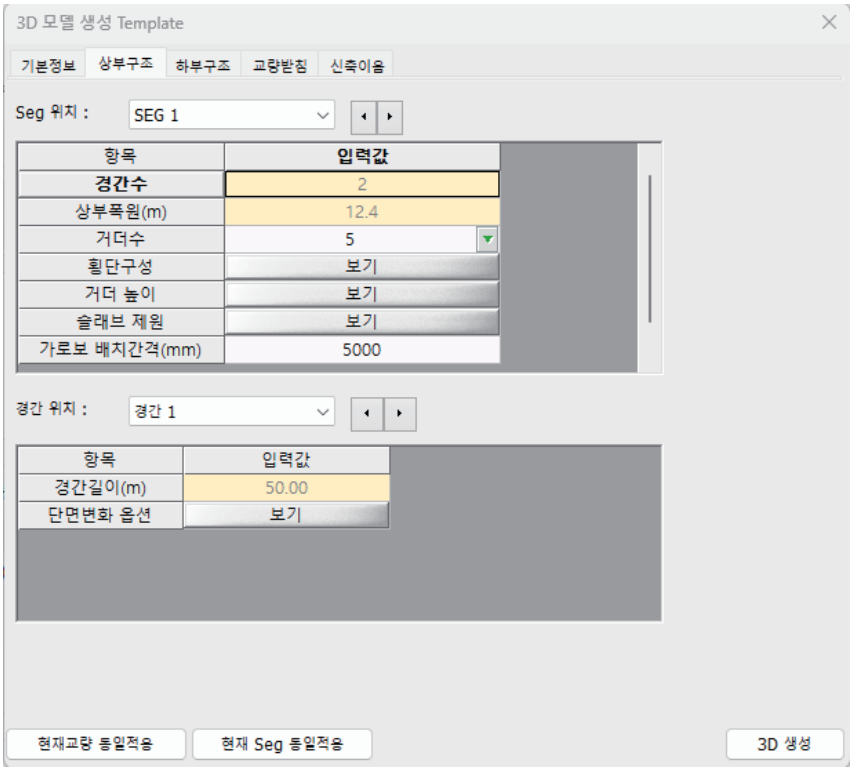
- 거더제원(지점부 단면) : 선택한 경간의 거더 지점부 단면형상을 입력합니다. 표준단면은 중앙부 단면에서 설정한 값으로 자동 적용되며, 각각의 값을 직접 입력할 수도 있습니다(mm 단위). 값 입력 후 '현재 SEG 동일적용' 버튼 클릭 시 현재 Segment의 모든 거더가 입력한 제원으로 설정되며, '현재교량 동일적용' 버튼 클릭 시 현재 교량의 모든 거더가 입력한 제원으로 설정됩니다.



- 거더제원(가로보) : 선택한 경간의 가로보 개수를 설정합니다(0~5개 설정 가능). 3D 모델에서 가로보는 설정한 가로보 개수에 따라 등간격으로 자동 배치됩니다.
- 현재교량 동일적용 : 입력한 거더수, 횡단구성, 슬래브 제원, 거더제원이 교량의 모든 Segment 및 경간에 동일하게 적용됩니다.
- 현재 Seg 동일적용 : 입력한 거더제원이 Segment 내 모든 경간에 동일하게 적용됩니다.
- 3D 생성 : 현재까지 입력된 데이터를 기반으로 3D 모델을 생성합니다.

아) 강판형교(SPG)

강판형교 상부구조의 상세제원을 입력합니다. 강판형교의 경우 아래 그림과 같이 거더수, 횡단구성, 거더 높이, 슬래브 제원, 가로보 배치간격, 단면변화 옵션을 입력/수정할 수 있습니다. 거더수, 횡단구성, 거더 높이, 슬래브 제원, 가로보 배치간격의 경우 Seg 단위(신축이음으로 구분)로 입력되며, 단면변화 옵션의 경우 경간 단위로 설정됩니다.



- 현재교량 동일적용 : 입력한 값이 교량의 모든 Segment 및 경간에 동일하게 적용됩니다.
- 현재 Seg 동일적용 : 입력한 값이 Segment 내 모든 경간에 동일하게 적용됩니다.
- 3D 생성 : 현재까지 입력된 데이터를 기반으로 3D 모델을 생성합니다.
- Seg 위치 : 신축이음으로 구분된 슬래브 분리에 따른 Segment를 선택하는 항목입니다. 거더수, 횡단구성, 거더 높이, 슬래브 제원, 가로보 배치간격 등은 Seg 단위로 설정할 수 있습니다. Combo Box를 눌러 Segment를 선택하거나, 우측 화살표 버튼을 눌러 이전/다음 Segment로 이동할 수 있습니다.
- 상부구조형식 : 기본정보 탭에서 설정한 상부구조형식이 표시됩니다. 상부구조 탭에서는 형식 변경이 불가능하며, 형식을 변경하기 위해서는 기본정보 탭으로 이동하여 상부구조형식을 변경해 주셔야 합니다.

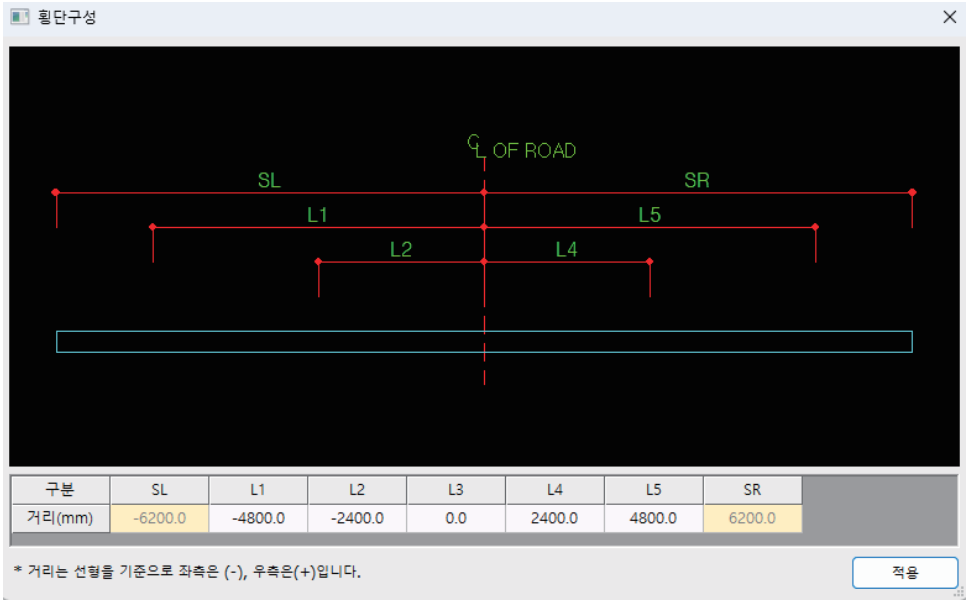
- 경간수 : 선택한 Segment의 경간수가 표시됩니다. 상부구조 탭에서는 경간수 변경이 불가능하며, Segment의 경간수를 변경하기 위해서는 기본정보 탭으로 이동하여 경간 지점구성에서 경간구성을 변경하거나, 신축이음 탭으로 이동하여 신축이음장치의 위치를 변경해 주셔야 합니다.
- 상부폭원 : 기본정보 탭에서 입력한 상부폭원 값이 표시됩니다. 상부구조 탭에서는 폭원 변경이 불가능하며, 폭원을 변경하기 위해서는 기본정보 탭으로 이동하여 총폭원 값을 변경해 주셔야 합니다.
- 거더수 : 선택한 Segment의 거더수를 설정합니다(2~25개 설정 가능). Segment별로 설정 가능하며, 각 Segment별 거더수가 다를 경우 다이얼로그 상단의 Seg 위치를 변경해 가면서 각 Segment별로 거더수를 설정해 주셔야 합니다.

* 거더수의 기본값은 총폭원 값에 따라 플랫폼 내부에서 산정한 개수로 설정됩니다.

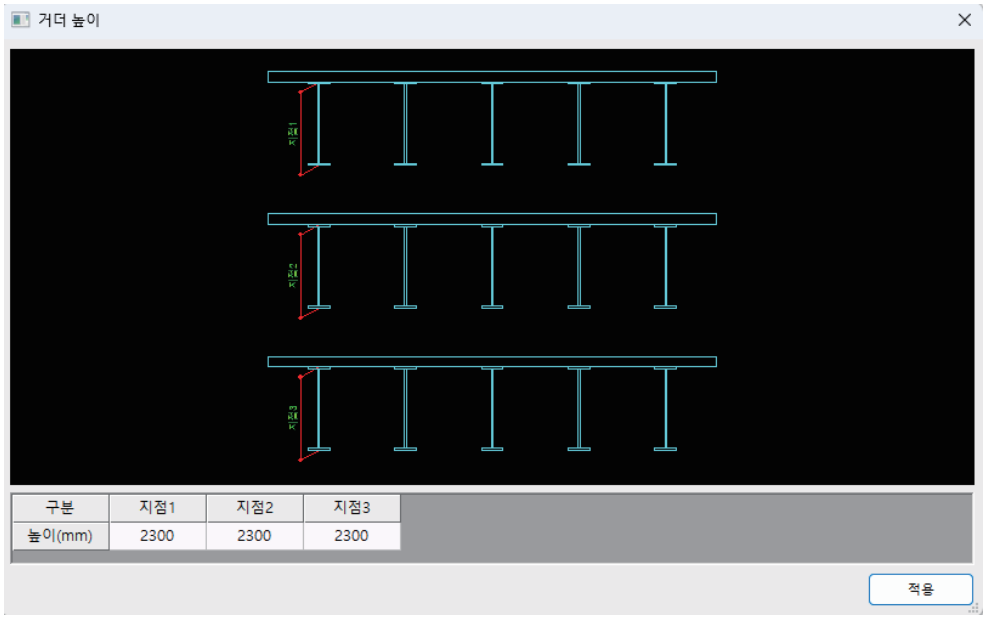
- 횡단구성 : 각 거더의 횡단위치를 입력합니다. SL 및 SR은 교량 중심에서 슬래브 끝단까지의 거리로 총폭원에 의해 결정되는 값으로 수정이 불가능하며, L1, L2, L3, ... 는 각 거더의 횡단위치로 거더 개수에 따라 입력창의 개수가 자동적으로 변경되며 사용자가 값을 수정할 수 있습니다. L1, L2, L3, ... 는 교량 진행 방향을 기준으로 교량 중심에서 좌측은 (-), 우측은 (+) 값을 입력해 줍니다(mm 단위). 입력값에 따른 거더 위치는 횡단구성 다이얼로그의 2D 도면창을 통해 바로 확인할 수 있습니다.

*1 L1, L2, L3, ... 의 기본값은 거더를 등간격으로 배치했을 때의 값을 총폭원 및 거더 개수에 따라 플랫폼 내부에서 자동 산정합니다.

*2 총폭원 및 거더 개수가 변경될 경우 입력값은 초기화됩니다.



- 거더 높이 : 지점별 거더의 높이를 입력해 줍니다(mm 단위).



- 가로보 배치간격 : 선택한 경간의 가로보 간격을 입력합니다. 3D 모델에서 가로보는 설정한 가로보 간격에 따라 등간격으로 자동 배치됩니다.

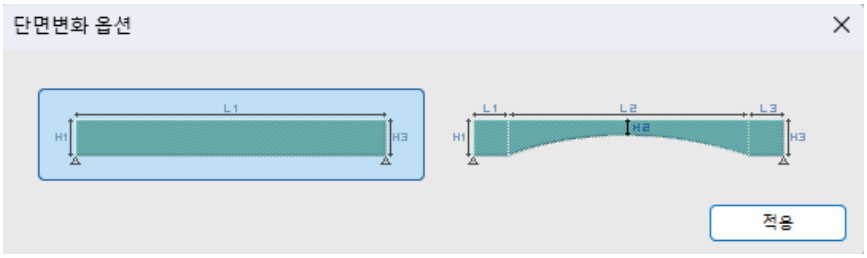
* 가로보의 간격은 숫자만 입력 가능하며, 0 이상의 값을 입력할 수 있습니다.

- 경간 위치 : 선택한 Segment에 있는 경간 위치를 선택하는 항목입니다. 단면변화 옵션은 경간 단위로 설정할 수 있습니다. Combo Box를 눌러 경간을 선택하거나, 우측 화살표 버튼을 눌러 Segment 내 이전/다음 경간으로 이동할 수 있습니다.

* 다른 Segment에 있는 경간으로 이동하기 위해서는 우선 Seg 위치를 변경한 후, 경간 위치를 지정해 주셔야 합니다.

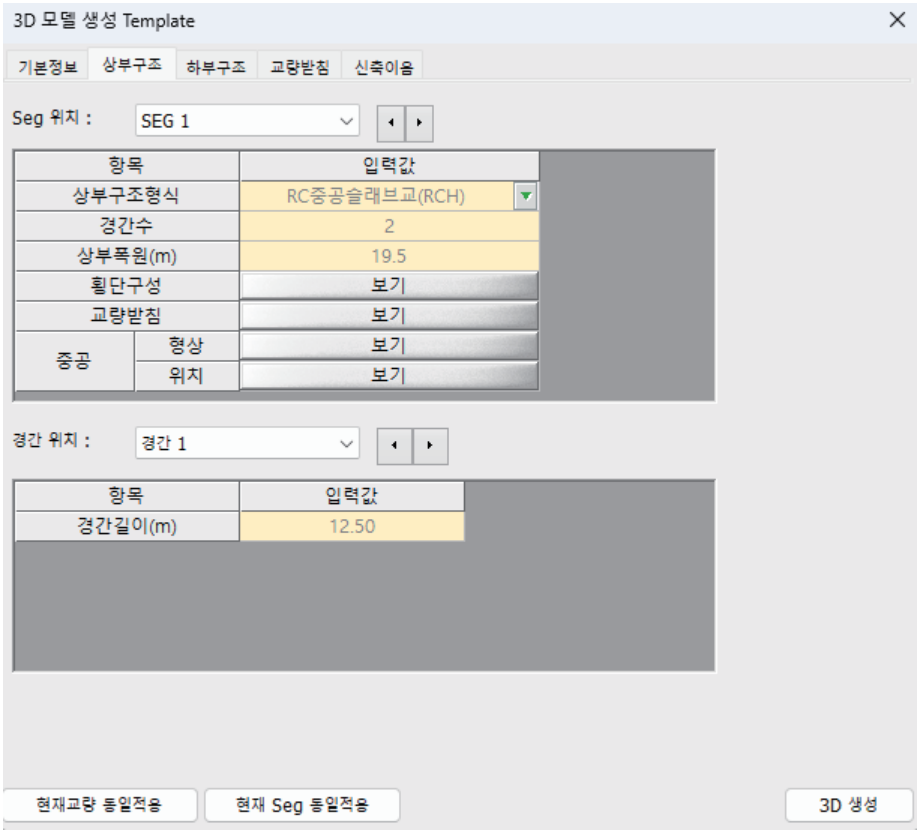
- 경간길이 : 기본정보 탭에서 입력한 경간지점구성 값을 바탕으로 해당 경간의 길이가 표시됩니다. 상부구조 탭에서는 경간길이 변경이 불가능하며, 경간길이를 변경하기 위해서는 기본정보 탭의 경간지점구성에서 해당 경간의 길이를 변경해 주셔야 합니다.

- 단면변화옵션 : 아래와 같은 두 가지 형태의 단면변화 옵션을 선택할 수 있습니다. 원하는 형태의 단면을 선택하신 후 적용 버튼을 클릭하시면, 해당 지간의 거더 형상이 적용한 옵션으로 변경됩니다.



자) RC중공슬래브교(RCH)

RC중공슬래브교 상부구조의 상세제원을 입력합니다. RC중공슬래브교의 경우 아래 그림과 같이 횡단구성, 교량받침, 중공 형상 및 위치를 입력/수정할 수 있습니다. 횡단구성, 교량받침, 중공 형상 및 위치는 Seg 단위로 입력됩니다.



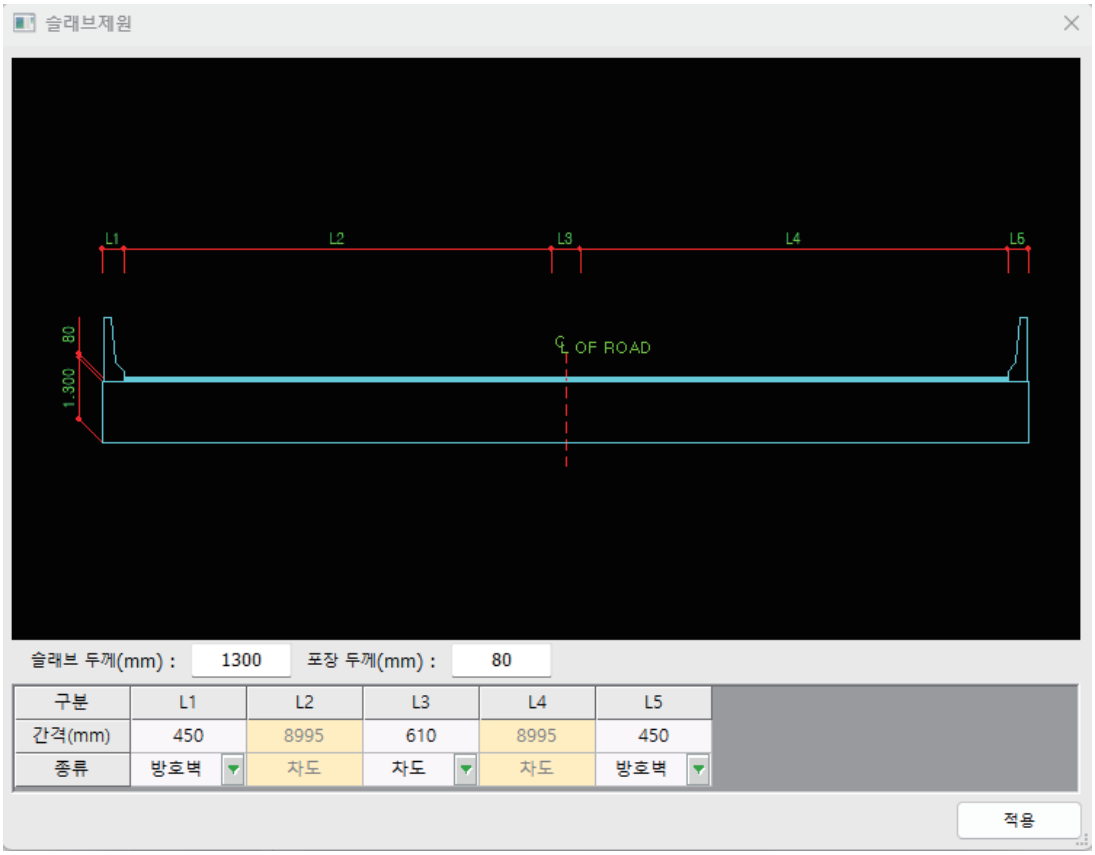
- Seg 위치 : 신축이음으로 구분된 슬래브 분리에 따른 Segment를 선택하는 항목입니다. 횡단구성, 교량받침, 중공 형상 및 위치는 Seg 단위로 설정할 수 있습니다. RC중공슬래브교의 경우 교각 위치에 신축이음이 존재하지 않아 Segment가 항상 1개이므로, Combo Box에는 항상 SEG 1만 표시되며, 우측 화살표 버튼 역시 동작하지 않습니다.
- 상부구조형식 : 기본정보 탭에서 설정한 상부구조형식이 표시됩니다. 상부구조 탭에서는 형식 변경이 불가능하며, 형식을 변경하기 위해서는 기본정보 탭으로 이동하여 상부구조형식을 변경해 주셔야 합니다.
- 경간수 : 선택한 Segment의 경간수가 표시됩니다. 상부구조 탭에서는 경간수 변경이 불가능하며, Segment의 경간수를 변경하기 위해서는 기본정보 탭으로 이동하여 경간지점구성에서 경간구성을 변경해 주셔야 합니다.

- 상부폭원 : 기본정보 탭에서 입력한 상부폭원 값이 표시됩니다. 상부구조 탭에서는 폭원 변경이 불가능하며, 폭원을 변경하기 위해서는 기본정보 탭으로 이동하여 총폭원 값을 변경해 주셔야 합니다.
- 횡단구성 : 슬래브 두께, 포장 두께, 슬래브 상부 형상 등 슬래브 제원을 입력해 줍니다. 슬래브 두께 및 포장 두께는 해당되는 값(mm 단위)을 입력하며, 0 이상의 숫자만 입력할 수 있습니다. 슬래브 상부는 L1~L5까지 5개로 구분되며, L1 및 L5는 방호벽, 중분대1/2, 차도 중 하나로, L3는 중분대 또는 차도 중의 하나로 설정할 수 있습니다. L1, L3, L5의 간격(mm 단위)은 각각 해당되는 상부 구조물의 폭을 입력해 주시면 됩니다. 입력값에 따른 방호벽 및 중분대의 크기 및 위치는 횡단구성 다이얼로그의 2D 도면창을 통해 바로 확인할 수 있습니다.

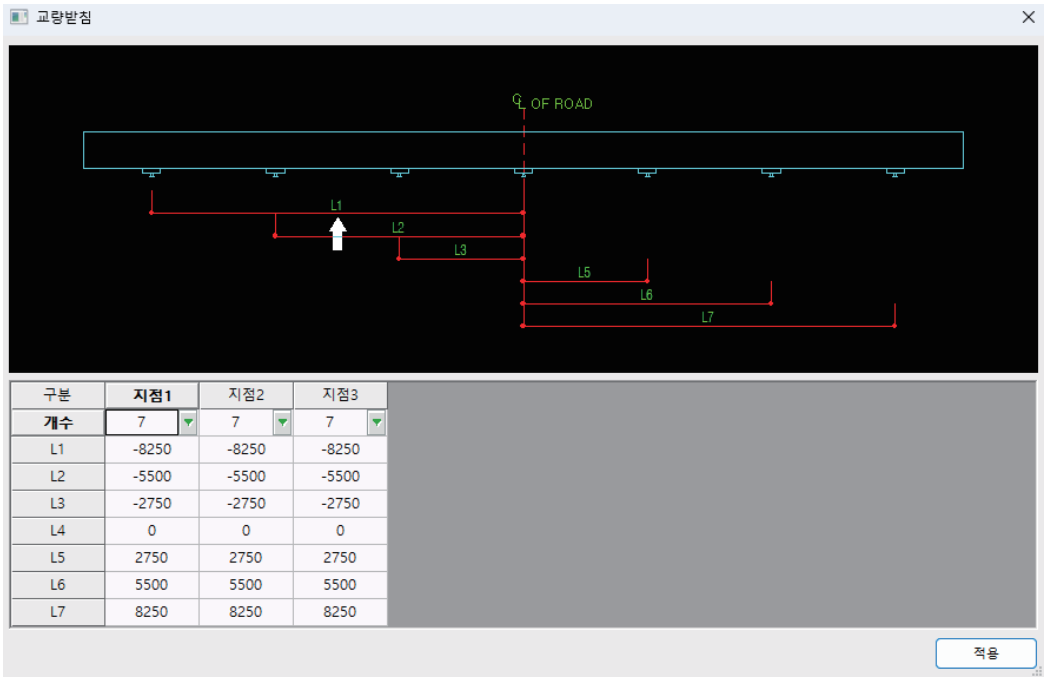
*1 슬래브 두께 및 포장 두께의 기본값은 각각 1300, 80으로 설정되어 있습니다.

*2 슬래브 상부 구조물의 종류의 기본값은 L1 및 L5는 방호벽, L3는 차도로 설정되어 있습니다.

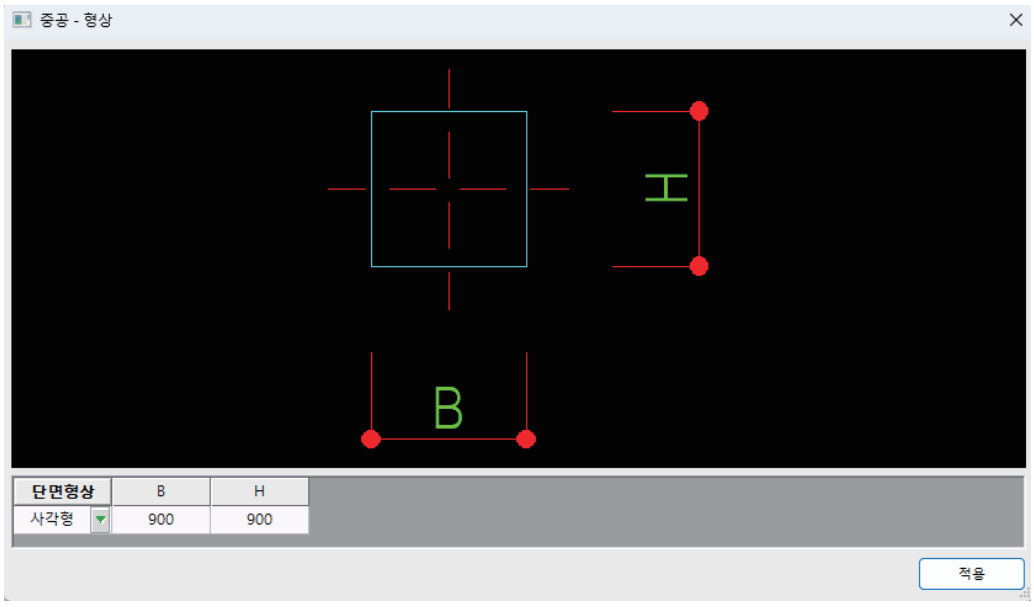
*3 슬래브 상부 구조물의 간격의 기본값은 L1 및 L5는 450, L3는 610으로 설정되어 있습니다. L2 및 L4는 총폭원 값에서 L1, L3, L5를 제외한 값으로 플랫폼 내에서 자동 산정하며 사용자가 값을 수정할 수 없습니다.



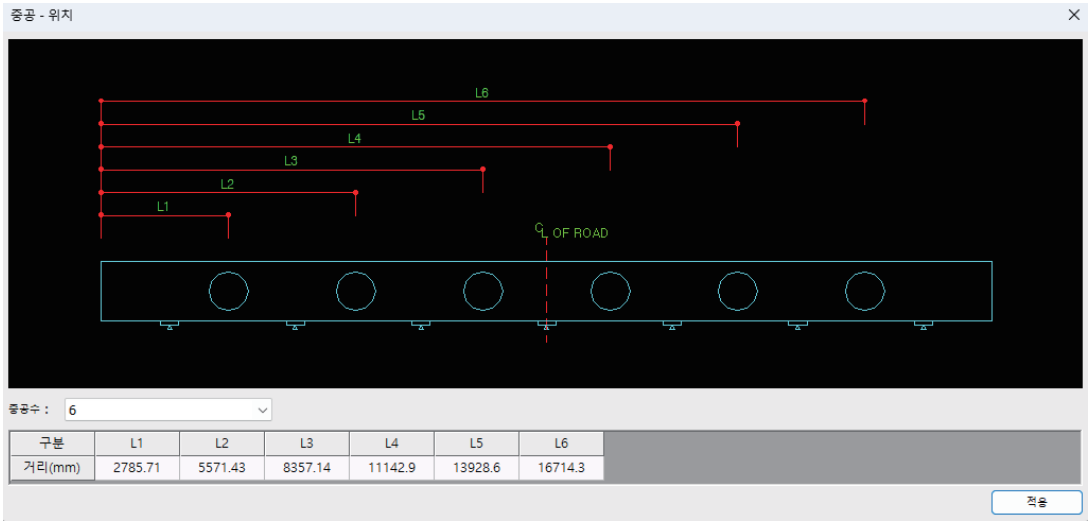
- 교량받침 : 지점별 교량받침의 개수 및 위치를 입력해 줍니다. 지점별 교량받침의 개수는 Combo Box를 통해 설정할 수 있으며(0 ~ 40개), 기본값은 상부폭원 값에 따라 자동으로 설정(등간격 배치)됩니다. 설정한 교량받침 개수에 따라 L1, L2, L3, ... 의 입력이 활성화되며, 활성화된 입력창에 교량받침의 횡단 위치를 입력해 주시면 됩니다. 위치값은 교량 진행 방향을 기준으로 교량 중심에서 좌측은 (-), 우측은 (+) 값을 입력해 줍니다(mm 단위).



- 중공(형상) : 중공단면의 형상 및 크기를 입력해 줍니다(mm 단위). 중공단면의 형상은 Combo Box에서 원형 및 사각형 중 하나를 선택할 수 있습니다.



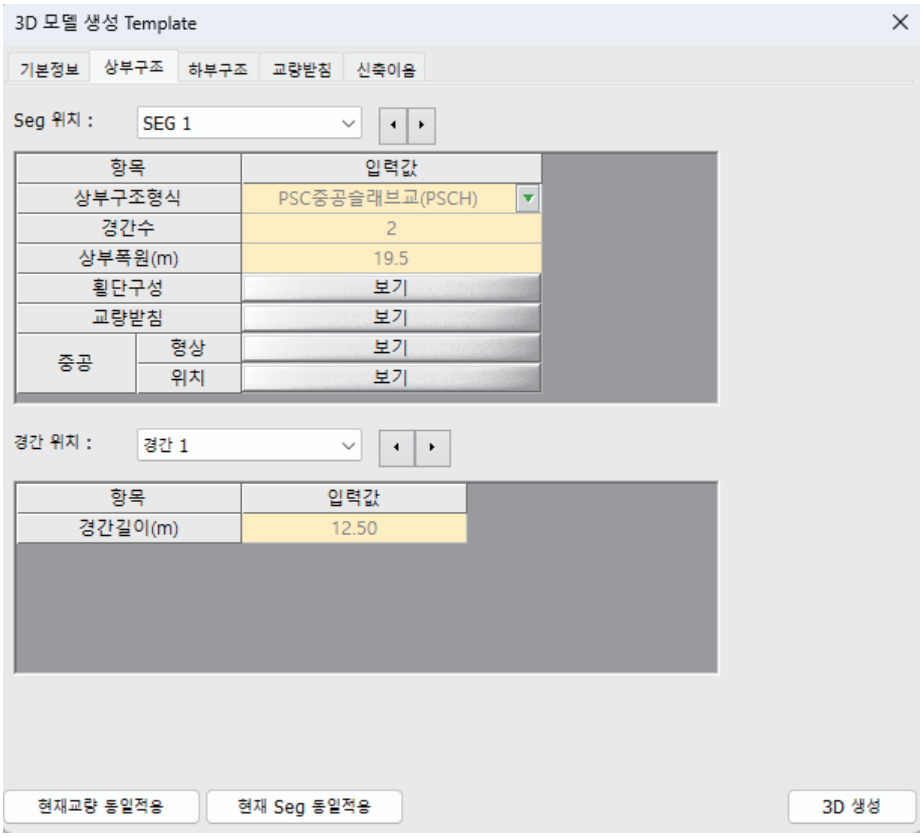
- 중공(위치) : 중공의 개수 및 위치를 입력해 줍니다. 지점별 교량받침의 개수는 Combo Box를 통해 설정할 수 있으며(1 ~ 20개), 기본값은 상부폭원 값에 따라 자동으로 설정(등간격 배치)됩니다. 설정한 중공수에 따라 L1, L2, L3, ... 의 입력이 활성화되며, 활성화된 입력창에 교량받침의 횡단 위치를 입력해 주시면 됩니다. 위치값은 교량 진행 방향을 기준으로 슬래브 좌측 끝단에서의 거리를 입력해 줍니다(mm 단위).



- 경간 위치 : 경간 위치를 선택하는 항목입니다. Combo Box를 눌러 경간을 선택하거나, 우측 화살표 버튼을 눌러 Segment 내 이전/다음 경간으로 이동할 수 있습니다.
- 경간길이 : 기본정보 탭에서 입력한 경간지점구성 값을 바탕으로 해당 경간의 길이가 표시됩니다. 상부구조 탭에서는 경간길이 변경이 불가능하며, 경간길이를 변경하기 위해서는 기본정보 탭으로 이동하여 경간지점구성에서 해당 경간의 길이를 변경해 주셔야 합니다.
- 현재교량 동일적용 : 입력한 횡단구성 및 교량받침이 교량의 모든 Segment에 동일하게 적용됩니다.
- 현재 Seg 동일적용 : Segment 내 경간별 입력항목이 없으므로 버튼 클릭 시 입력값 변화는 없습니다.
- 3D 생성 : 현재까지 입력된 데이터를 기반으로 3D 모델을 생성합니다.

차) PSC중공슬래브교(PSCH)

PSC중공슬래브교 상부구조의 상세제원을 입력합니다. PSC중공슬래브교의 경우 아래 그림과 같이 횡단구성, 교량받침, 중공 형상 및 위치를 입력/수정할 수 있습니다. 횡단구성, 교량받침, 중공 형상 및 위치는 Seg 단위로 입력됩니다.



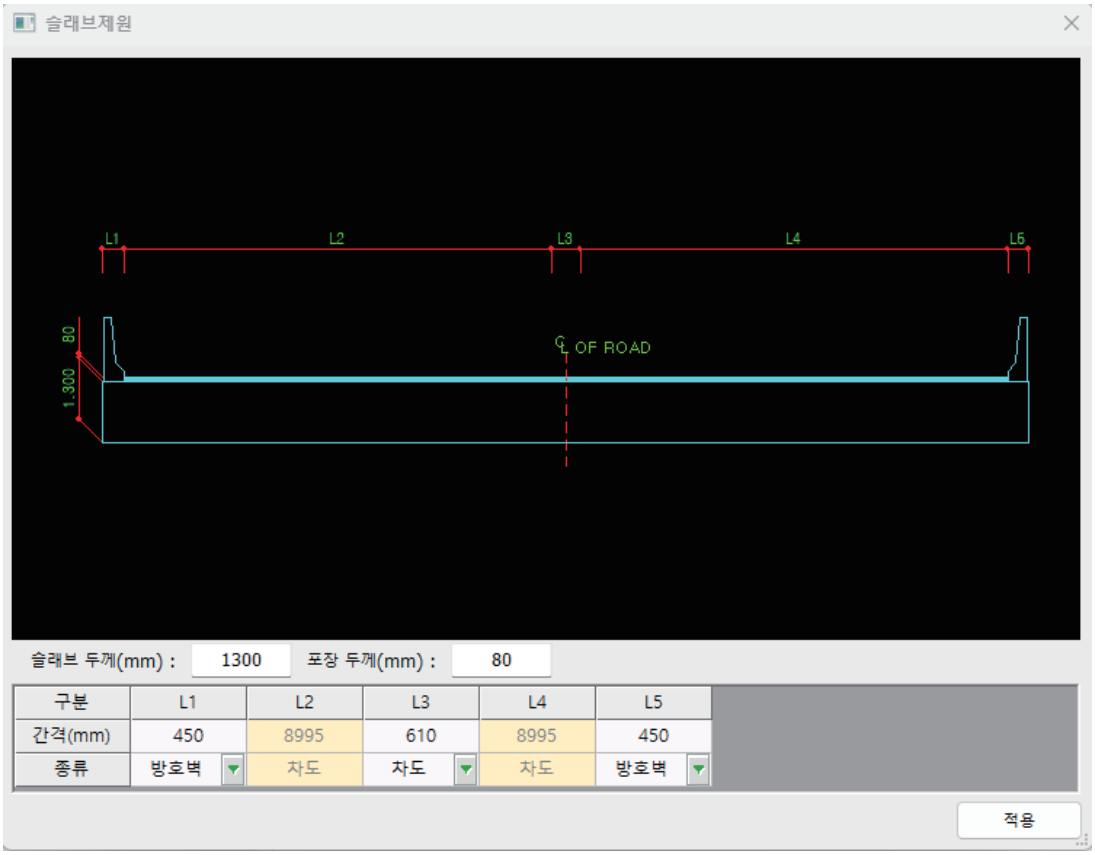
- Seg 위치 : 신축이음으로 구분된 슬래브 분리에 따른 Segment를 선택하는 항목입니다. 횡단구성, 교량받침, 중공 형상 및 위치는 Seg 단위로 설정할 수 있습니다. PSC중공슬래브교의 경우 교각 위치에 신축이음이 존재하지 않아 Segment가 항상 1개이므로, Combo Box에는 항상 SEG 1만 표시되며, 우측 화살표 버튼 역시 동작하지 않습니다.
- 상부구조형식 : 기본정보 탭에서 설정한 상부구조형식이 표시됩니다. 상부구조 탭에서는 형식 변경이 불가능하며, 형식을 변경하기 위해서는 기본정보 탭으로 이동하여 상부구조형식을 변경해 주셔야 합니다.
- 경간수 : 선택한 Segment의 경간수가 표시됩니다. 상부구조 탭에서는 경간수 변경이 불가능하며, Segment의 경간수를 변경하기 위해서는 기본정보 탭으로 이동하여 경간지점구성에서 경간구성을 변경해 주셔야 합니다.

- 상부폭원 : 기본정보 탭에서 입력한 상부폭원 값이 표시됩니다. 상부구조 탭에서는 폭원 변경이 불가능하며, 폭원을 변경하기 위해서는 기본정보 탭으로 이동하여 총폭원 값을 변경해 주셔야 합니다.
- 횡단구성 : 슬래브 두께, 포장 두께, 슬래브 상부 형상 등 슬래브 제원을 입력해 줍니다. 슬래브 두께 및 포장 두께는 해당되는 값(mm 단위)을 입력하며, 0 이상의 숫자만 입력할 수 있습니다. 슬래브 상부는 L1~L5까지 5개로 구분되며, L1 및 L5는 방호벽, 중분대1/2, 차도 중 하나로, L3는 중분대 또는 차도 중의 하나로 설정할 수 있습니다. L1, L3, L5의 간격(mm 단위)은 각각 해당되는 상부 구조물의 폭을 입력해 주시면 됩니다. 입력값에 따른 방호벽 및 중분대의 크기 및 위치는 횡단구성 다이얼로그의 2D 도면창을 통해 바로 확인할 수 있습니다.

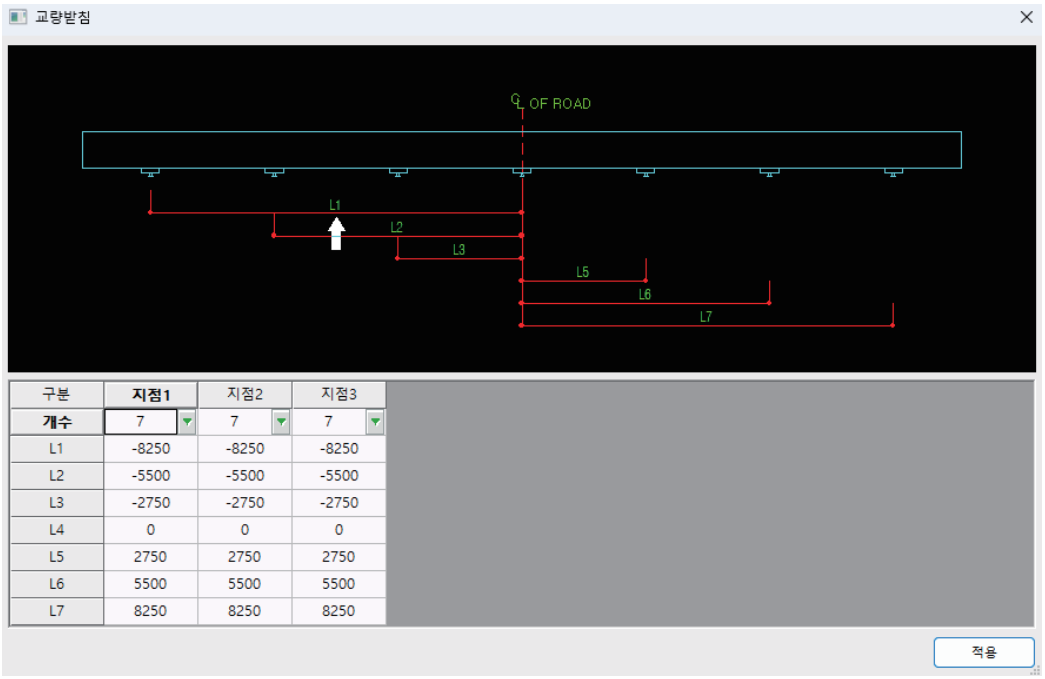
*1 슬래브 두께 및 포장 두께의 기본값은 각각 1300, 80으로 설정되어 있습니다.

*2 슬래브 상부 구조물의 종류의 기본값은 L1 및 L5는 방호벽, L3는 차도로 설정되어 있습니다.

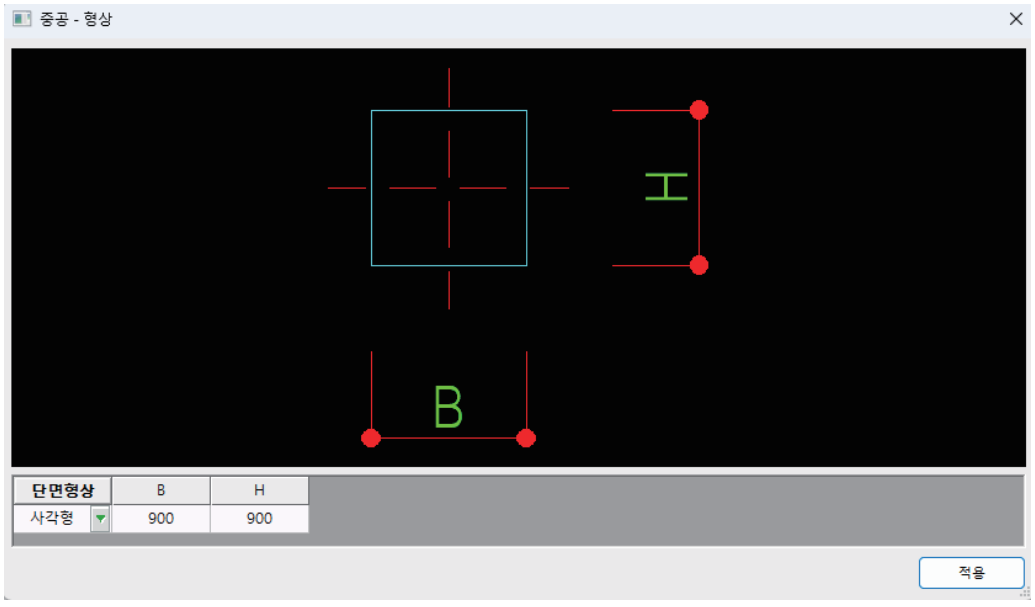
*3 슬래브 상부 구조물의 간격의 기본값은 L1 및 L5는 450, L3는 610으로 설정되어 있습니다. L2 및 L4는 총폭원 값에서 L1, L3, L5를 제외한 값으로 플랫폼 내에서 자동 산정하며 사용자가 값을 수정할 수 없습니다.



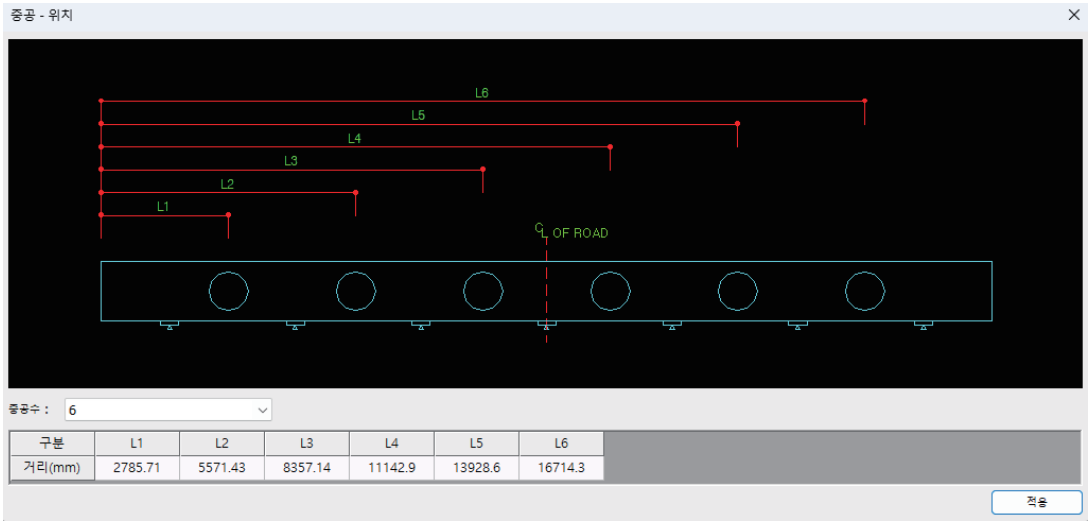
- 교량받침 : 지점별 교량받침의 개수 및 위치를 입력해 줍니다. 지점별 교량받침의 개수는 Combo Box를 통해 설정할 수 있으며(0 ~ 40개), 기본값은 상부폭원 값에 따라 자동으로 설정(등간격 배치)됩니다. 설정한 교량받침 개수에 따라 L1, L2, L3, ... 의 입력이 활성화되며, 활성화된 입력창에 교량받침의 횡단 위치를 입력해 주시면 됩니다. 위치값은 교량 진행 방향을 기준으로 교량 중심에서 좌측은 (-), 우측은 (+) 값을 입력해 줍니다(mm 단위).



- 중공(형상) : 중공단면의 형상 및 크기를 입력해 줍니다(mm 단위). 중공단면의 형상은 Combo Box에서 원형 및 사각형 중 하나를 선택할 수 있습니다.



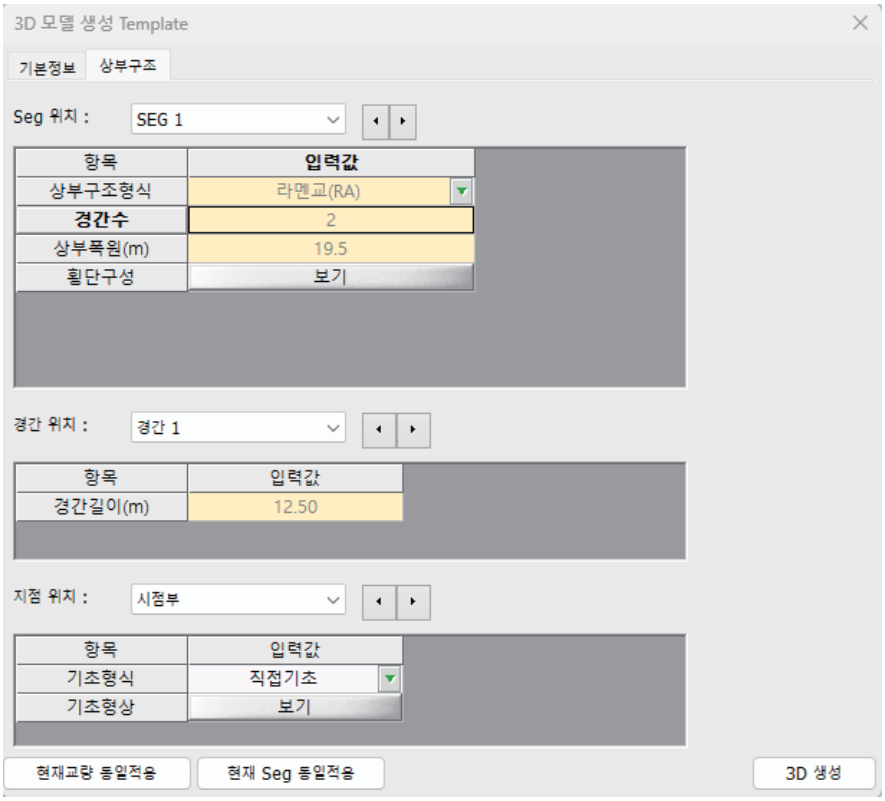
- 중공(위치) : 중공의 개수 및 위치를 입력해 줍니다. 지점별 교량받침의 개수는 Combo Box를 통해 설정할 수 있으며(1 ~ 20개), 기본값은 상부폭원 값에 따라 자동으로 설정(등간격 배치)됩니다. 설정한 중공수에 따라 L1, L2, L3, ... 의 입력이 활성화되며, 활성화된 입력창에 교량받침의 횡단 위치를 입력해 주시면 됩니다. 위치값은 교량 진행 방향을 기준으로 슬래브 좌측 끝단에서의 거리를 입력해 줍니다(mm 단위).



- 경간 위치 : 경간 위치를 선택하는 항목입니다. Combo Box를 눌러 경간을 선택하거나, 우측 화살표 버튼을 눌러 Segment 내 이전/다음 경간으로 이동할 수 있습니다.
- 경간길이 : 기본정보 탭에서 입력한 경간지점구성 값을 바탕으로 해당 경간의 길이가 표시됩니다. 상부구조 탭에서는 경간길이 변경이 불가능하며, 경간길이를 변경하기 위해서는 기본정보 탭으로 이동하여 경간지점구성에서 해당 경간의 길이를 변경해 주셔야 합니다.
- 현재교량 동일적용 : 입력한 횡단구성 및 교량받침이 교량의 모든 Segment에 동일하게 적용됩니다.
- 현재 Seg 동일적용 : Segment 내 경간별 입력항목이 없으므로 버튼 클릭 시 입력값 변화는 없습니다.
- 3D 생성 : 현재까지 입력된 데이터를 기반으로 3D 모델을 생성합니다.

카) 라멘교(RA)

라멘교 상부구조의 상세제원을 입력합니다. 라멘교의 경우 아래 그림과 같이 횡단구성, 기초형식, 기초형상을 입력/수정할 수 있습니다. 횡단구성의 경우 Seg 단위로 입력되며, 기초형식 및 기초형상은 지점 위치별로 입력됩니다. 라멘교는 상하부 일체식 구조이므로, 다른 교량 형식들과 달리 하부구조, 교량받침, 신축이음 입력 탭 없이 상부구조에서 모든 제원을 입력합니다.



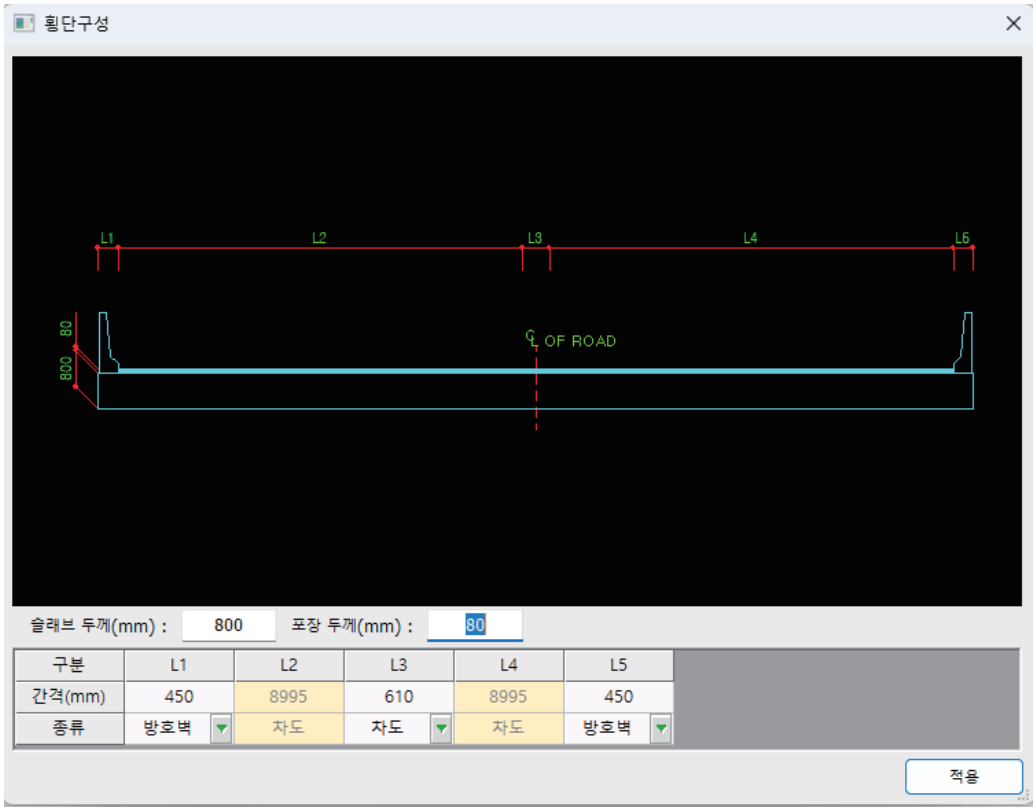
- Seg 위치 : 신축이음으로 구분된 슬래브 분리에 따른 Segment를 선택하는 항목입니다. 횡단구성은 Seg 단위로 설정할 수 있습니다. 라멘교의 경우 상하부 일체식 구조로 신축이음이 존재하지 않아 Segment가 항상 1개이므로, Combo Box에는 항상 SEG 1만 표시되며, 우측 화살표 버튼 역시 동작하지 않습니다.
- 상부구조형식 : 기본정보 탭에서 설정한 상부구조형식이 표시됩니다. 상부구조 탭에서는 형식 변경이 불가능하며, 형식을 변경하기 위해서는 기본정보 탭으로 이동하여 상부구조형식을 변경해 주셔야 합니다.

- 경간수 : 선택한 Segment의 경간수가 표시됩니다. 상부구조 탭에서는 경간수 변경이 불가능하며, Segment의 경간수를 변경하기 위해서는 기본정보 탭으로 이동하여 경간 지점구성에서 경간구성을 변경해 주셔야 합니다.
- 횡단구성 : 슬래브 두께, 포장 두께, 슬래브 상부 형상 등 슬래브 제원을 입력해 줍니다. 슬래브 두께 및 포장 두께는 해당되는 값(mm 단위)을 입력하며, 0 이상의 숫자만 입력할 수 있습니다. 슬래브 상부는 L1~L5까지 5개로 구분되며, L1 및 L5는 방호벽, 중분대1/2, 차도 중 하나로, L3는 중분대 또는 차도 중의 하나로 설정할 수 있습니다. L1, L3, L5의 간격(mm 단위)은 각각 해당되는 상부 구조물의 폭을 입력해 주시면 됩니다. 입력값에 따른 방호벽 및 중분대의 크기 및 위치는 횡단구성 다이얼로그의 2D 도면창을 통해 바로 확인할 수 있습니다.

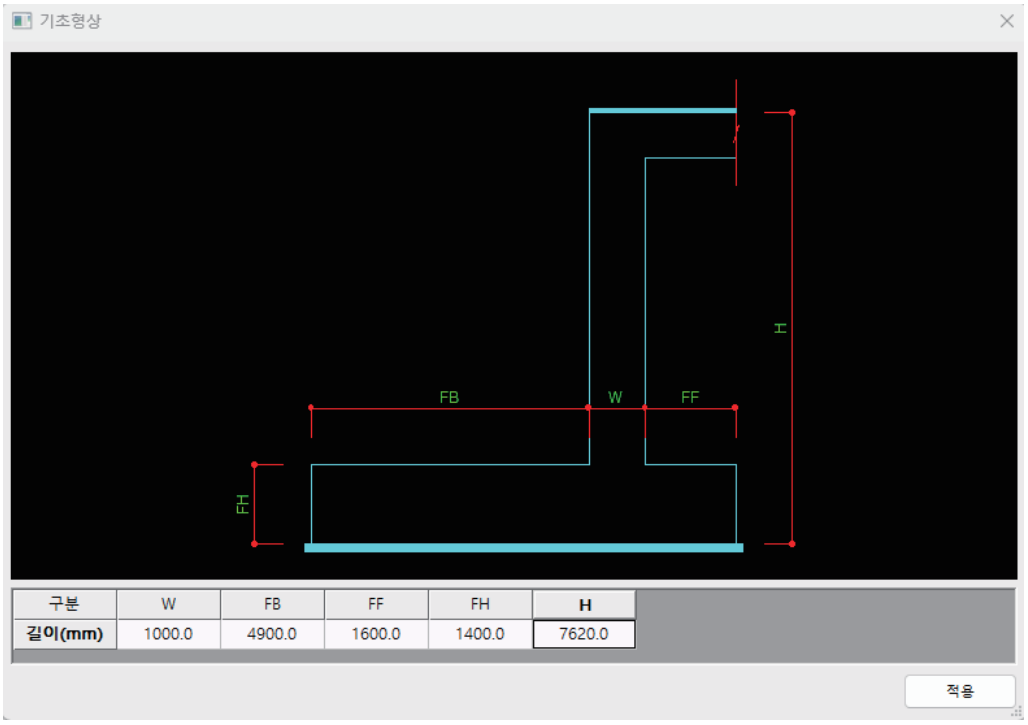
*1 슬래브 두께 및 포장 두께의 기본값은 각각 800, 80으로 설정되어 있습니다.

*2 슬래브 상부 구조물의 종류의 기본값은 L1 및 L5는 방호벽, L3는 차도로 설정되어 있습니다.

*3 슬래브 상부 구조물의 간격의 기본값은 L1 및 L5는 450, L3는 610으로 설정되어 있습니다. L2 및 L4는 총폭원 값에서 L1, L3, L5를 제외한 값으로 플랫폼 내에서 자동 산정하며 사용자가 값을 수정할 수 없습니다.



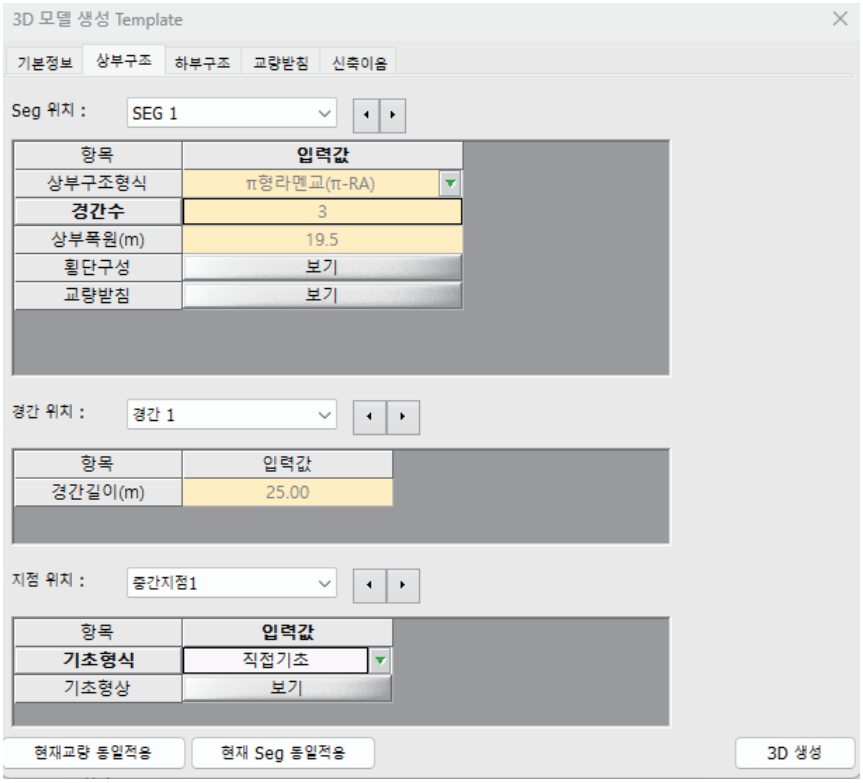
- 경간 위치 : 경간 위치를 선택하는 항목입니다. Combo Box를 눌러 경간을 선택하거나, 우측 화살표 버튼을 눌러 Segment 내 이전/다음 경간으로 이동할 수 있습니다.
- 경간길이 : 기본정보 탭에서 입력한 경간지점구성 값을 바탕으로 해당 경간의 길이가 표시됩니다. 상부구조 탭에서는 경간길이 변경이 불가능하며, 경간길이를 변경하기 위해서는 기본정보 탭으로 이동하여 경간지점구성에서 해당 경간의 길이를 변경해 주셔야 합니다.
- 지점 위치 : 지점 위치를 선택하는 항목입니다. Combo Box를 눌러 지점을 선택하거나, 우측 화살표 버튼을 눌러 Segment 내 이전/다음 경간으로 이동할 수 있습니다.
- 기초형식 : 각 지점의 기초형식을 선택하는 항목입니다. Combo Box를 눌러 직접기초 또는 말뚝기초를 설정할 수 있습니다.
- 기초형상 : 각 지점의 벽체 및 기초 제원값을 입력합니다. 아래 그림과 같이 벽체의 높이 및 기초의 형상(mm 단위)을 입력하며, 0 이상의 숫자만 입력할 수 있습니다. 입력값에 따른 벽체의 높이 및 기초의 형상은 기초형상 다이얼로그의 2D 도면창을 통해 바로 확인할 수 있습니다.



- 현재교량 동일적용 : 입력한 횡단구성이 교량의 모든 Segment에 동일하게 적용됩니다.
- 현재 Seg 동일적용 : Segment 내 경간별 입력항목이 없으므로 버튼 클릭 시 입력값 변화는 없습니다.
- 3D 생성 : 현재까지 입력된 데이터를 기반으로 3D 모델을 생성합니다.

타) π형 라멘교(π-RA)

π형 라멘교 상부구조의 상세제원을 입력합니다. 라멘교의 경우 아래 그림과 같이 횡단구성, 기초형식, 기초형상을 입력/수정할 수 있습니다. 횡단구성의 경우 Seg 단위로 입력되며, 기초형식 및 기초형상은 지점 위치별로 입력됩니다.



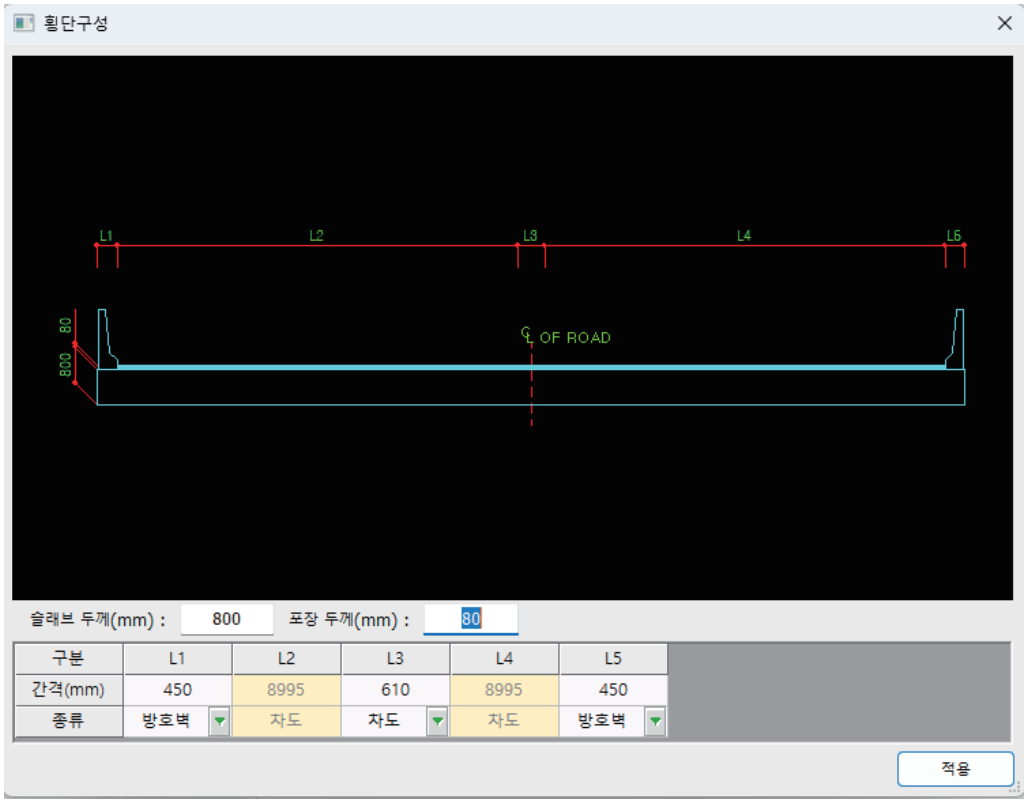
- 현재교량 동일적용 : 입력한 횡단구성이 교량의 모든 Segment에 동일하게 적용됩니다.
- 현재 Seg 동일적용 : Segment 내 경간별 입력항목이 없으므로 버튼 클릭 시 입력값 변화는 없습니다.
- 3D 생성 : 현재까지 입력된 데이터를 기반으로 3D 모델을 생성합니다.
- Seg 위치 : 신축이음으로 구분된 슬래브 분리에 따른 Segment를 선택하는 항목입니다. 횡단구성은 Seg 단위로 설정할 수 있습니다. π형 라멘교의 경우 상하부 일체식 구조로 신축이음이 존재하지 않아 Segment가 항상 1개이므로, Combo Box에는 항상 SEG 1만 표시되며, 우측 화살표 버튼 역시 동작하지 않습니다.
- 상부구조형식 : 기본정보 탭에서 설정한 상부구조형식이 표시됩니다. 상부구조 탭에서는 형식 변경이 불가능하며, 형식을 변경하기 위해서는 기본정보 탭으로 이동하여 상부구조형식을 변경해 주셔야 합니다.

- 경간수 : 선택한 Segment의 경간수가 표시됩니다. 상부구조 탭에서는 경간수 변경이 불가능하며, Segment의 경간수를 변경하기 위해서는 기본정보 탭으로 이동하여 경간 지점구성에서 경간구성을 변경해 주셔야 합니다.
- 횡단구성 : 슬래브 두께, 포장 두께, 슬래브 상부 형상 등 슬래브 제원을 입력해 줍니다. 슬래브 두께 및 포장 두께는 해당되는 값(mm 단위)을 입력하며, 0 이상의 숫자만 입력할 수 있습니다. 슬래브 상부는 L1~L5까지 5개로 구분되며, L1 및 L5는 방호벽, 중분대1/2, 차도 중 하나로, L3는 중분대 또는 차도 중의 하나로 설정할 수 있습니다. L1, L3, L5의 간격(mm 단위)은 각각 해당되는 상부 구조물의 폭을 입력해 주시면 됩니다. 입력값에 따른 방호벽 및 중분대의 크기 및 위치는 횡단구성 다이얼로그의 2D 도면창을 통해 바로 확인할 수 있습니다.

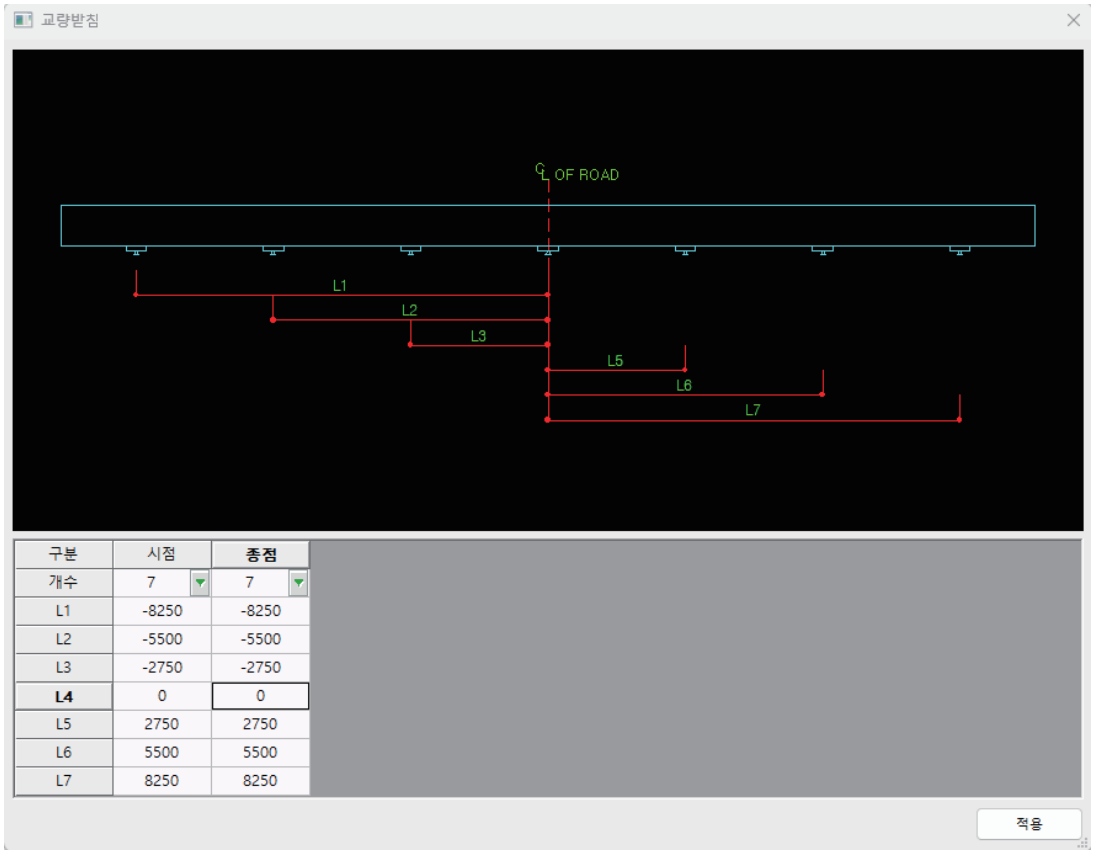
*1 슬래브 두께 및 포장 두께의 기본값은 각각 800, 80으로 설정되어 있습니다.

*2 슬래브 상부 구조물의 종류의 기본값은 L1 및 L5는 방호벽, L3는 차도로 설정되어 있습니다.

*3 슬래브 상부 구조물의 간격의 기본값은 L1 및 L5는 450, L3는 610으로 설정되어 있습니다. L2 및 L4는 총폭원 값에서 L1, L3, L5를 제외한 값으로 플랫폼 내에서 자동 산정하며 사용자가 값을 수정할 수 없습니다.

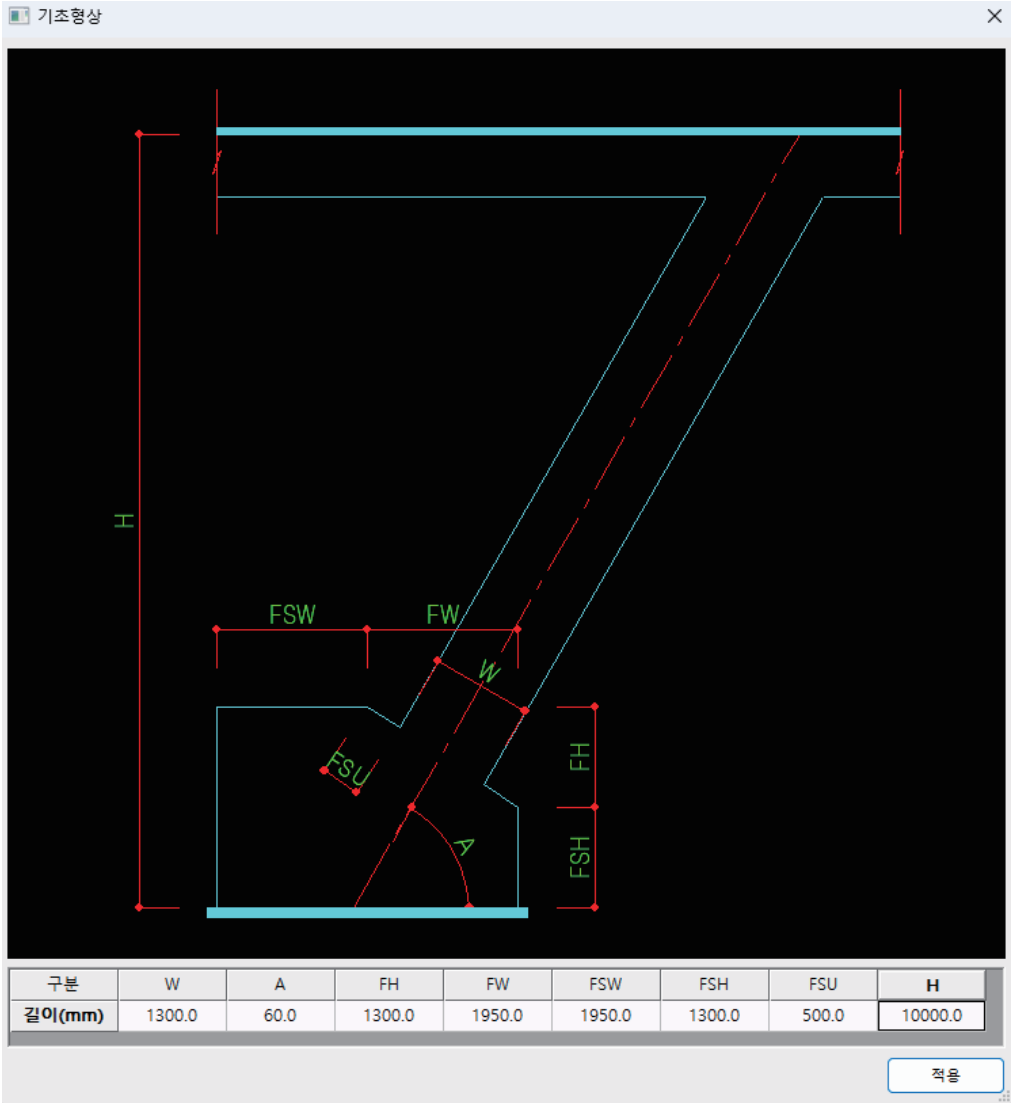


- 교량받침 : 시점 및 종점의 교량받침 개수 및 위치를 입력해 줍니다. 시점/종점 교량받침의 개수는 Combo Box를 통해 설정할 수 있으며(0 ~ 40개), 기본값은 상부폭원 값에 따라 자동으로 설정(등간격 배치)됩니다. 설정한 교량받침 개수에 따라 L1, L2, L3, ... 의 입력이 활성화되며, 활성화된 입력창에 교량받침의 횡단 위치를 입력해 주시면 됩니다. 위치값은 교량 진행 방향을 기준으로 교량 중심에서 좌측은 (-), 우측은 (+) 값을 입력해 줍니다(mm 단위).



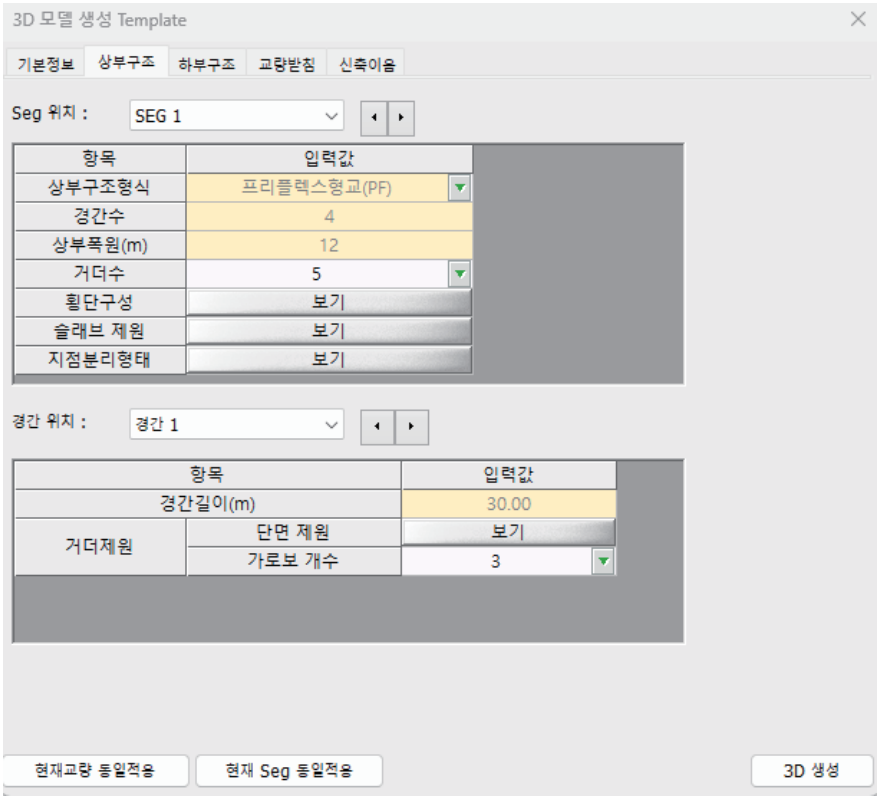
- 경간 위치 : 경간 위치를 선택하는 항목입니다. Combo Box를 눌러 경간을 선택하거나, 우측 화살표 버튼을 눌러 Segment 내 이전/다음 경간으로 이동할 수 있습니다.
- 경간길이 : 기본정보 탭에서 입력한 경간지점구성 값을 바탕으로 해당 경간의 길이가 표시됩니다. 상부구조 탭에서는 경간길이 변경이 불가능하며, 경간길이를 변경하기 위해서는 기본정보 탭으로 이동하여 경간지점구성에서 해당 경간의 길이를 변경해 주셔야 합니다.

- 지점 위치 : 중간지점 위치를 선택하는 항목입니다. Combo Box를 눌러 지점을 선택하거나, 우측 화살표 버튼을 눌러 Segment 내 이전/다음 경간으로 이동할 수 있습니다.
- 기초형식 : 각 중간지점의 기초형식을 선택하는 항목입니다. Combo Box를 눌러 직접기초 또는 말뚝기초를 설정할 수 있습니다.
- 기초형상 : 각 중간지점의 벽체 및 기초 제원값을 입력합니다. 아래 그림과 같이 벽체의 높이 및 기초의 형상(mm 단위)을 입력하며, 0 이상의 숫자만 입력할 수 있습니다. 입력값에 따른 벽체의 높이 및 기초의 형상은 기초형상 다이얼로그의 2D 도면창을 통해 바로 확인할 수 있습니다.



파) 프리플랙스형교(PF)

프리플랙스형교 상부구조의 상세제원을 입력합니다. 프리플랙스교의 경우 아래 그림과 같이 거더수, 횡단구성, 슬래브 제원, 지점분리형태, 거더제원을 입력/수정할 수 있습니다. 거더수, 횡단구성, 슬래브 제원, 지점분리형태의 경우 Seg 단위(신축이음으로 구분)로 입력되며, 거더제원의 경우 경간 단위로 입력됩니다.



- Seg 위치 : 신축이음으로 구분된 슬래브 분리에 따른 Segment를 선택하는 항목입니다. 거더수, 횡단구성, 슬래브 제원, 지점분리형태 등은 Seg 단위로 설정할 수 있습니다. Combo Box를 눌러 Segment를 선택하거나, 우측 화살표 버튼을 눌러 이전/다음 Segment로 이동할 수 있습니다.
- 상부구조형식 : 기본정보 탭에서 설정한 상부구조형식이 표시됩니다. 상부구조 탭에서는 형식 변경이 불가능하며, 형식을 변경하기 위해서는 기본정보 탭으로 이동하여 상부구조형식을 변경해 주셔야 합니다.
- 경간수 : 선택한 Segment의 경간수가 표시됩니다. 상부구조 탭에서는 경간수 변경이 불가능하며, Segment의 경간수를 변경하기 위해서는 기본정보 탭으로 이동하여 경간지점구성에서 경간구성을 변경하거나, 신축이음 탭으로 이동하여 신축이음장치의 위치를 변경해 주셔야 합니다.

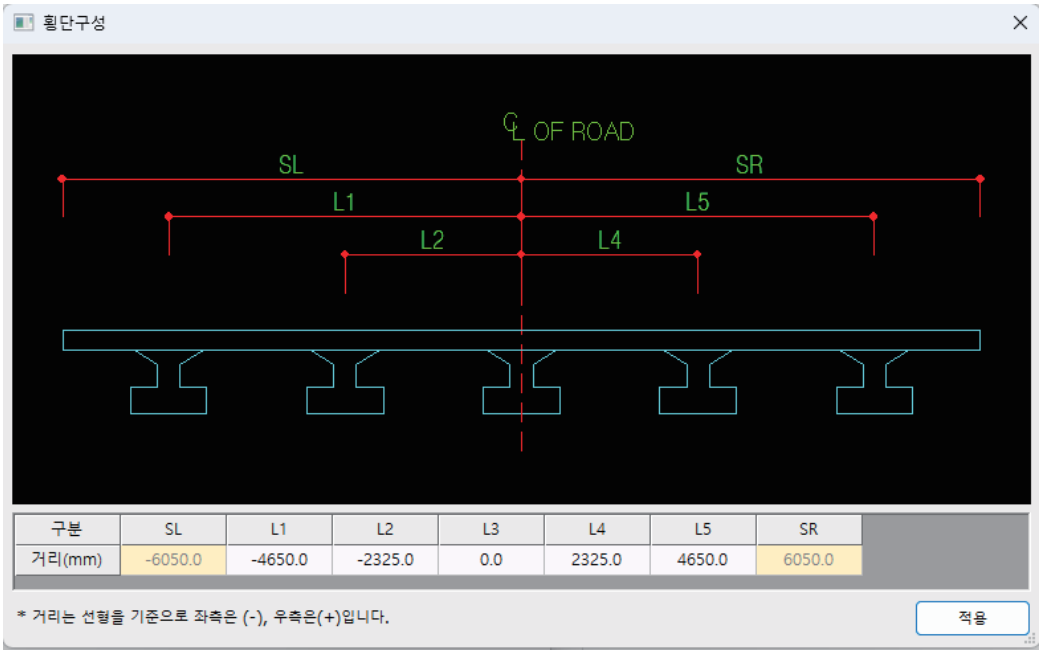
- 상부폭원 : 기본정보 탭에서 입력한 상부폭원 값이 표시됩니다. 상부구조 탭에서는 폭원 변경이 불가능하며, 폭원을 변경하기 위해서는 기본정보 탭으로 이동하여 총폭원 값을 변경해 주셔야 합니다.
- 거더수 : 선택한 Segment의 거더수를 설정합니다(2~25개 설정 가능). Segment별로 설정 가능하며, 각 Segment별 거더수가 다를 경우 다이얼로그 상단의 Seg 위치를 변경해 가면서 각 Segment별로 거더수를 설정해 주셔야 합니다.

* 거더수의 기본값은 총폭원 값에 따라 플랫폼 내부에서 산정한 개수로 설정됩니다.

- 횡단구성 : 각 거더의 횡단위치를 입력합니다. SL 및 SR은 교량 중심에서 슬래브 끝단까지의 거리로 총폭원에 의해 결정되는 값으로 수정이 불가능하며, L1, L2, L3, ... 는 각 거더의 횡단위치로 거더 개수에 따라 입력창의 개수가 자동적으로 변경되며 사용자가 값을 수정할 수 있습니다. L1, L2, L3, ... 는 교량 진행 방향을 기준으로 교량 중심에서 좌측은 (-), 우측은 (+) 값을 입력해 줍니다(mm 단위). 입력값에 따른 거더 위치는 횡단구성 다이얼로그의 2D 도면창을 통해 바로 확인할 수 있습니다.

*1 L1, L2, L3, ... 의 기본값은 거더를 등간격으로 배치했을 때의 값을 총폭원 및 거더 개수에 따라 플랫폼 내부에서 자동 산정합니다.

*2 총폭원 및 거더 개수가 변경될 경우 입력값은 초기화됩니다.



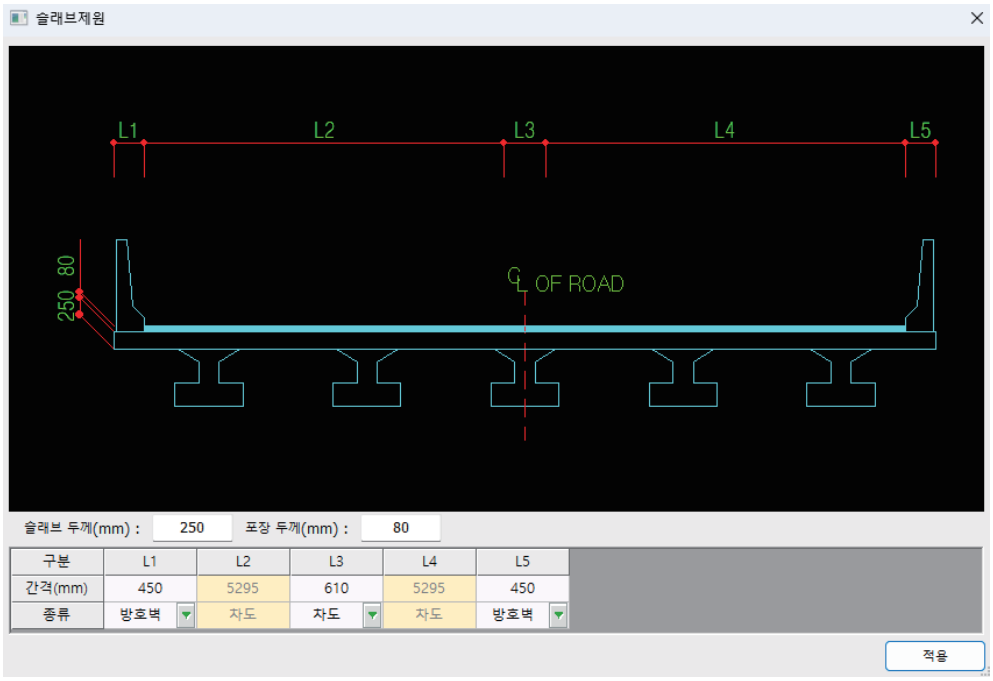
- 슬래브 제원 : 슬래브 두께, 포장 두께, 슬래브 상부 형상 등 슬래브 제원을 입력해 줍니다. 슬래브 두께 및 포장 두께는 해당되는 값(mm 단위)을 입력하며, 0 이상의 숫자만 입력할 수 있습니다. 슬래브 상부는 L1~L5까지 5개로 구분되며, L1 및 L5는 방

호벽, 중분대1/2, 차도 중 하나로, L3는 중분대 또는 차도 중의 하나로 설정할 수 있습니다. L1, L3, L5의 간격(mm 단위)은 각각 해당되는 상부 구조물의 폭을 입력해 주시면 됩니다. 입력값에 따른 방호벽 및 중분대의 크기 및 위치는 슬래브 제원 다이얼로그의 2D 도면창을 통해 바로 확인할 수 있습니다.

*1 슬래브 두께 및 포장 두께의 기본값은 각각 250, 80으로 설정되어 있습니다.

*2 슬래브 상부 구조물의 종류의 기본값은 L1 및 L5는 방호벽, L3는 차도로 설정되어 있습니다.

*3 슬래브 상부 구조물의 간격의 기본값은 L1 및 L5는 450, L3는 610으로 설정되어 있습니다. L2 및 L4는 총폭원 값에서 L1, L3, L5를 제외한 값으로 플랫폼 내에서 자동 산정하며 사용자가 값을 수정할 수 없습니다.



- 지점분리형태 : 중간지점의 분리형태를 설정합니다. 거더분리를 선택할 경우, 해당 지점의 거더는 분리된 형태로 생성되며, 받침은 2열로 생성됩니다. 거더강결을 선택할 경우, 해당 지점의 거더는 연결된 형태로 생성되며, 받침은 1열로 생성됩니다.

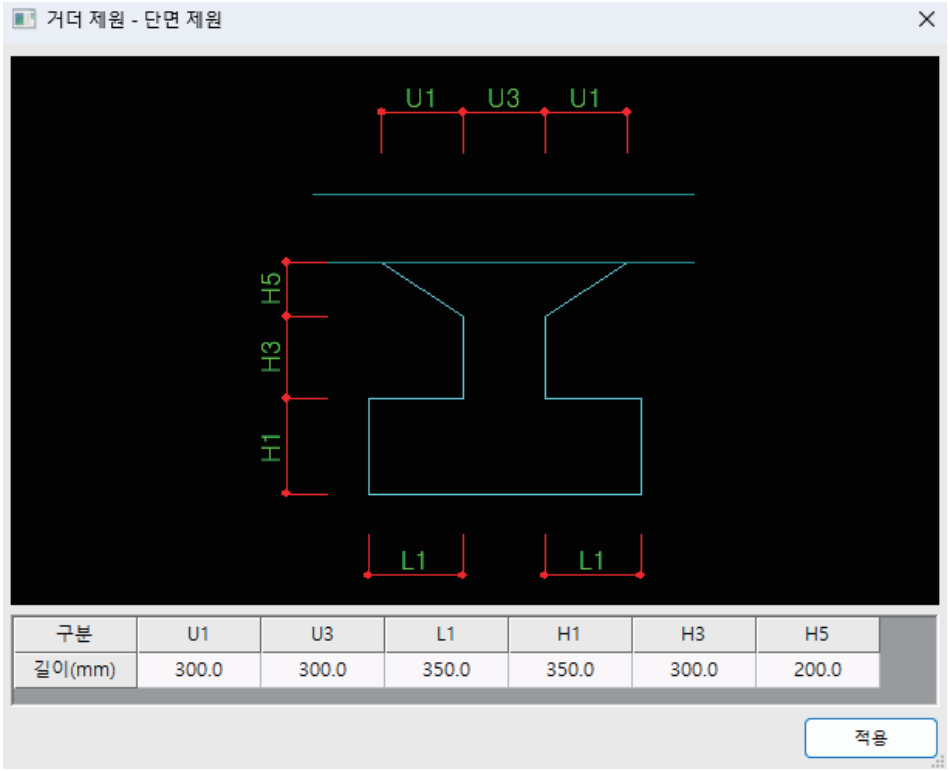


- 경간 위치 : 선택한 Segment에 있는 경간 위치를 선택하는 항목입니다. 거더제원(중앙부 단면, 지점부 단면, 가로부 개수)은 경간 단위로 설정할 수 있습니다. Combo Box를 눌러 경간을 선택하거나, 우측 화살표 버튼을 눌러 Segment 내 이전/다음 경간으로 이동할 수 있습니다.

  * 다른 Segment에 있는 경간으로 이동하기 위해서는 우선 Seg 위치를 변경한 후, 경간 위치를 지정해 주셔야 합니다.

- 경간길이 : 기본정보 탭에서 입력한 경간지점구성 값을 바탕으로 해당 경간의 길이가 표시됩니다. 상부구조 탭에서는 경간길이 변경이 불가능하며, 경간길이를 변경하기 위해서는 기본정보 탭으로 이동하여 경간지점구성에서 해당 경간의 길이를 변경해 주셔야 합니다.

- 거더제원(단면제원) : 선택한 경간의 거더 단면형상을 입력합니다(mm 단위).



- 거더제원(가로보) : 선택한 경간의 가로보 개수를 설정합니다(0~5개 설정 가능). 3D 모델에서 가로보는 설정한 가로보 개수에 따라 등간격으로 자동 배치됩니다.

- 현재교량 동일적용 : 입력한 거더수, 횡단구성, 슬래브 제원, 거더제원이 교량의 모든 Segment 및 경간에 동일하게 적용됩니다.

- 현재 Seg 동일적용 : 입력한 거더제원이 Segment 내 모든 경간에 동일하게 적용됩니다.

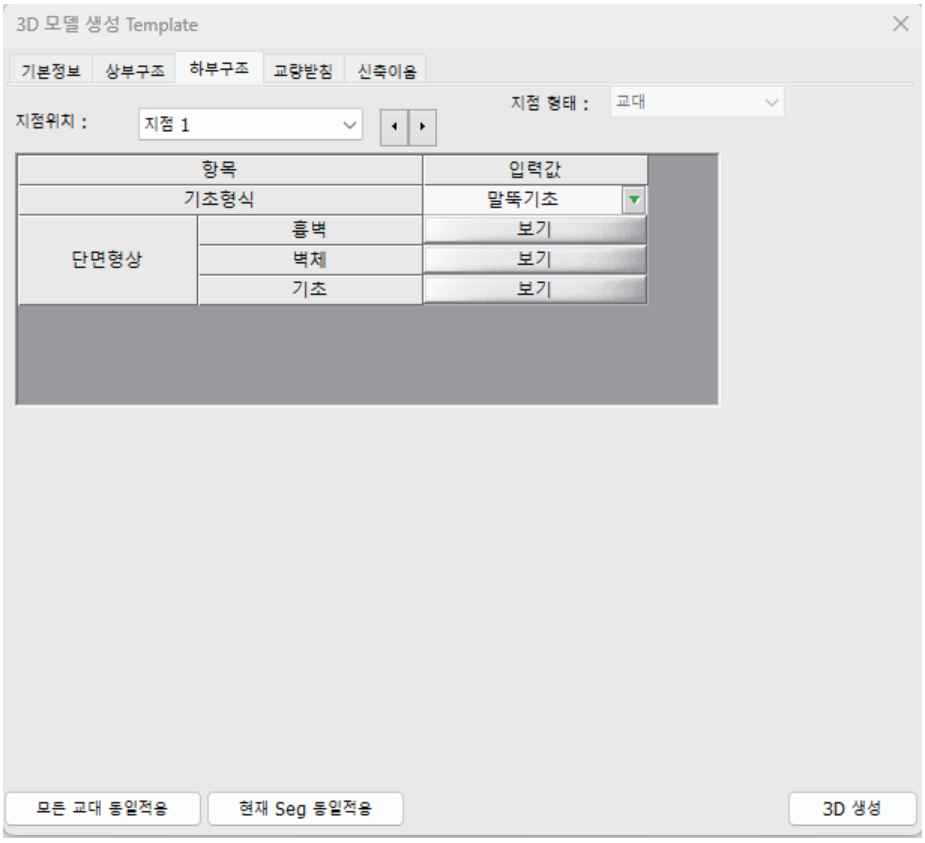
- 3D 생성 : 현재까지 입력된 데이터를 기반으로 3D 모델을 생성합니다.

3) 하부구조

지점별 하부구조의 상세제원을 입력합니다. 하부구조 형태(교대 및 교각)에 따른 입력항목은 다음과 같습니다.

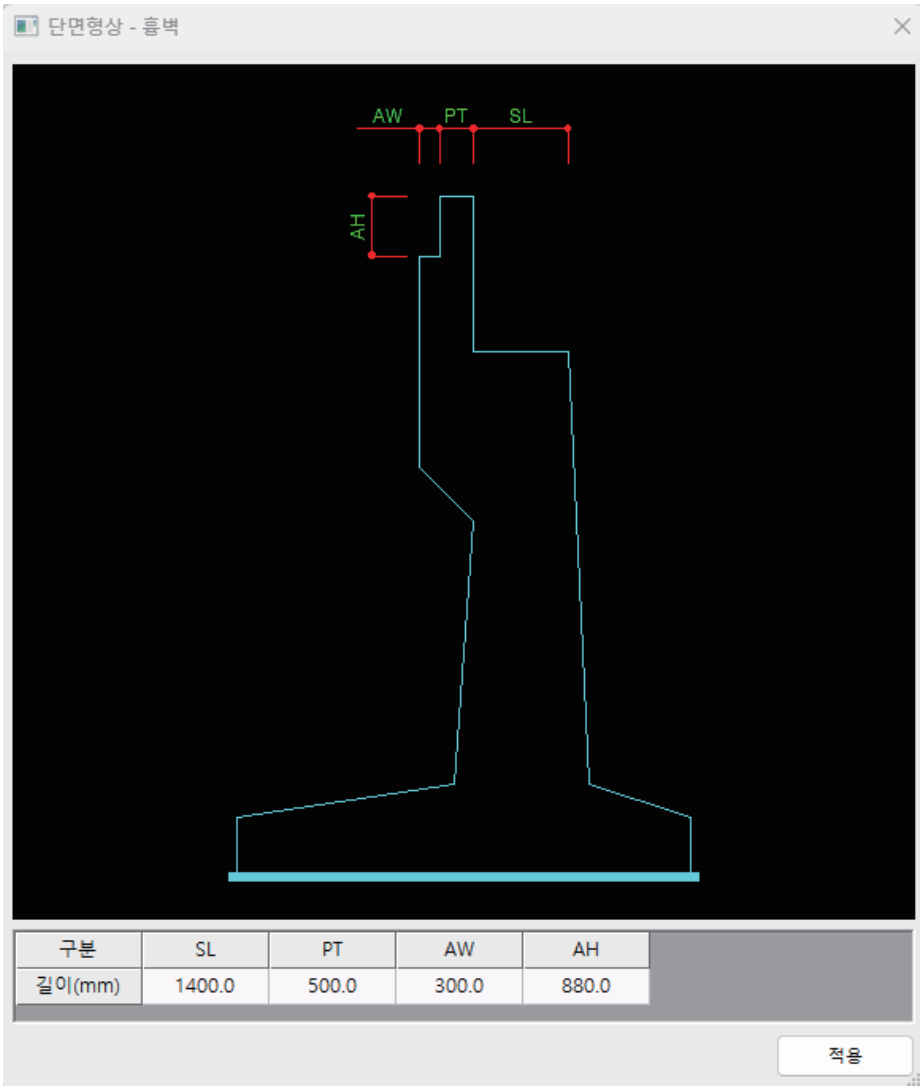
가) 교대

교대의 상세제원을 입력합니다. 교대 제원은 아래 그림과 같이 기초형식, 단면형상(흉벽, 벽체, 기초)을 입력/수정할 수 있습니다. 모든 제원은 지점 단위로 입력됩니다.

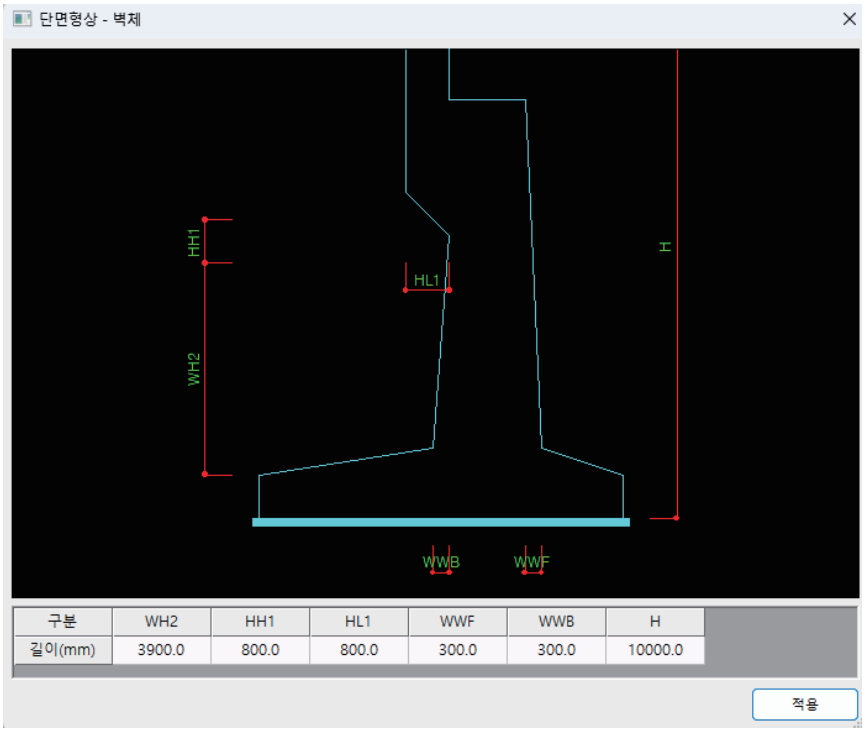


- 지점위치 : 지점을 선택하는 항목입니다. Combo Box를 눌러 지점을 선택하거나, 우측 화살표 버튼을 눌러 이전/다음 지점으로 이동할 수 있습니다.
- 지점 형태 : 선택한 지점 위치의 지점 형태를 표시해 주는 항목입니다. 해당 지점의 형태(교대/교각)을 표시해 줍니다. 지점 형태는 신축이음 탭에서 설정할 수 있으며, 하부구조 탭에서는 지점 형태를 수정할 수 없습니다.
- 모든 교대 동일적용 : 입력한 기초형식, 단면형상(흉벽, 벽체, 기초)이 교량의 모든 교대에 동일하게 적용됩니다.

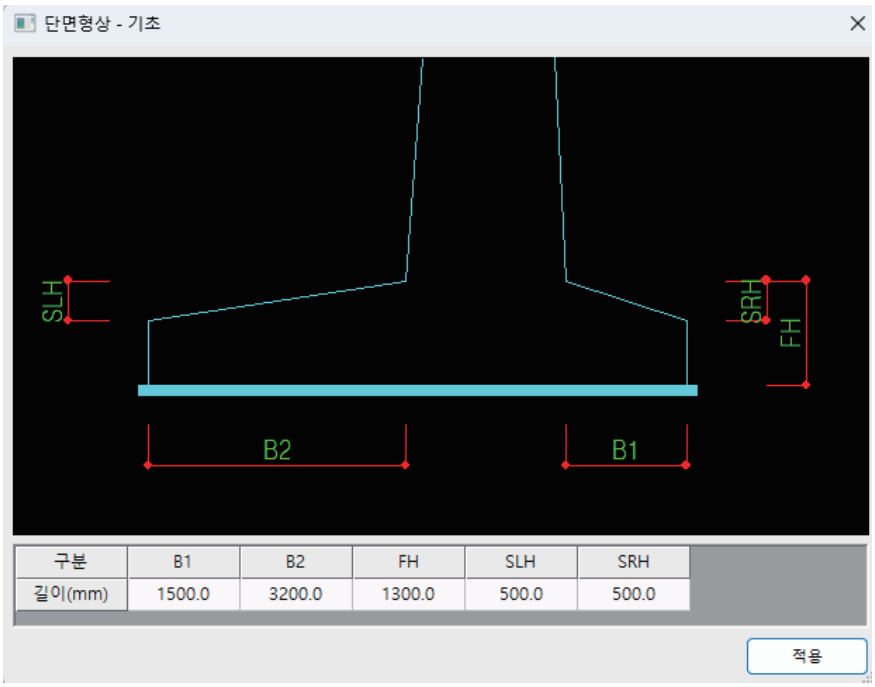
- 현재 Seg 동일적용 : 입력한 기초형식, 단면형상(흉벽, 벽체, 기초)이 현재 Segment 내 모든 교대에 동일하게 적용됩니다.
- 기초형식 : 해당 지점의 기초형식을 선택하는 항목입니다. Combo Box를 눌러 직접기초 혹은 말뚝기초를 선택할 수 있습니다.
- 단면형상(흉벽) : 해당 교대의 흉벽 제원을 입력합니다. 각각의 입력항목은 2D 도면상에서 표시되는 항목을 확인한 후 해당되는 값(mm 단위)을 입력하며, 0 이상의 숫자만 입력할 수 있습니다.



- 단면형상(벽체) : 해당 교대의 벽체 제원을 입력합니다. 각각의 입력항목은 2D 도면상에서 표시되는 항목을 확인한 후 해당되는 값(mm 단위)을 입력하며, 0 이상의 숫자만 입력할 수 있습니다.

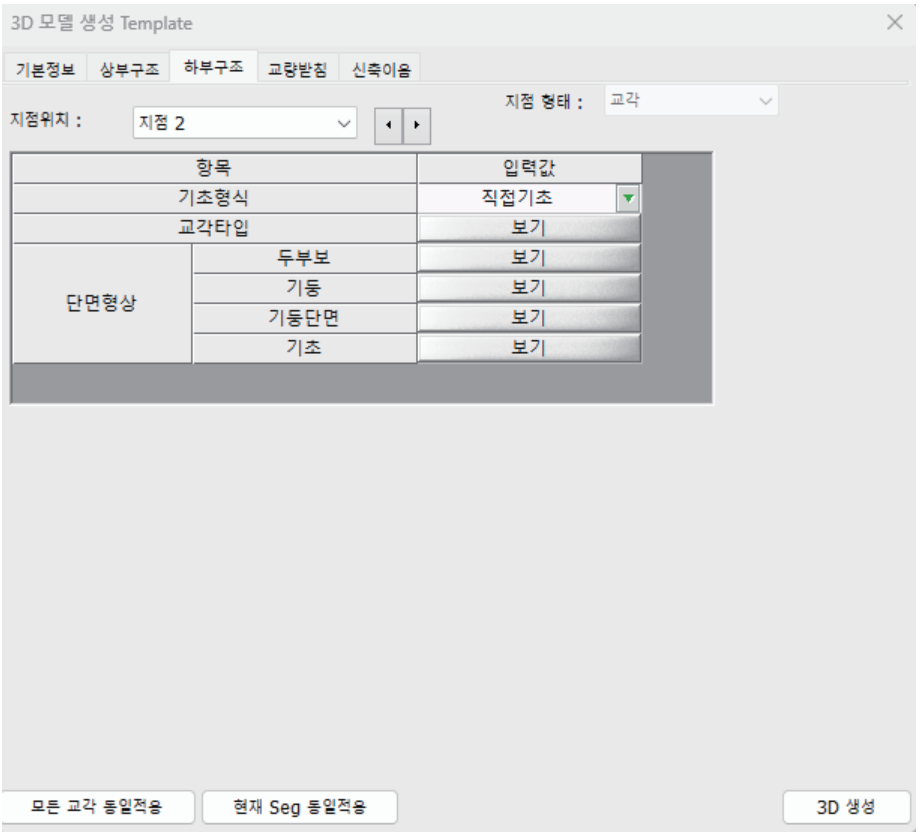


- 단면형상(기초) : 해당 교대의 기초 제원을 입력합니다. 각각의 입력항목은 2D 도면상에서 표시되는 항목을 확인한 후 해당되는 값(mm 단위)을 입력하며, 0 이상의 숫자만 입력할 수 있습니다.



나) 교각

교각의 상세제원을 입력합니다. 교각 제원은 아래 그림과 같이 기초형식, 교각타입, 단면형상(두부보, 기둥, 기둥단면, 기초)을 입력/수정할 수 있습니다. 모든 제원은 지점 단위로 입력됩니다.

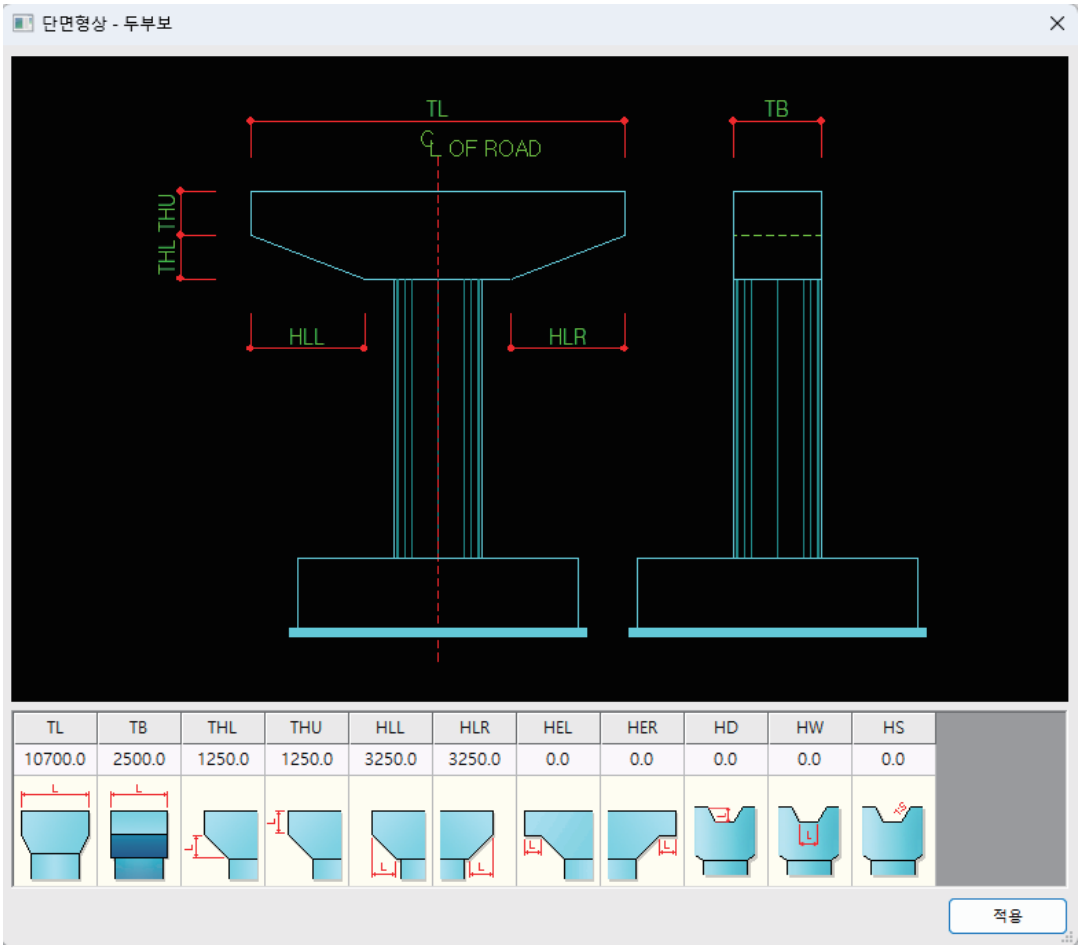


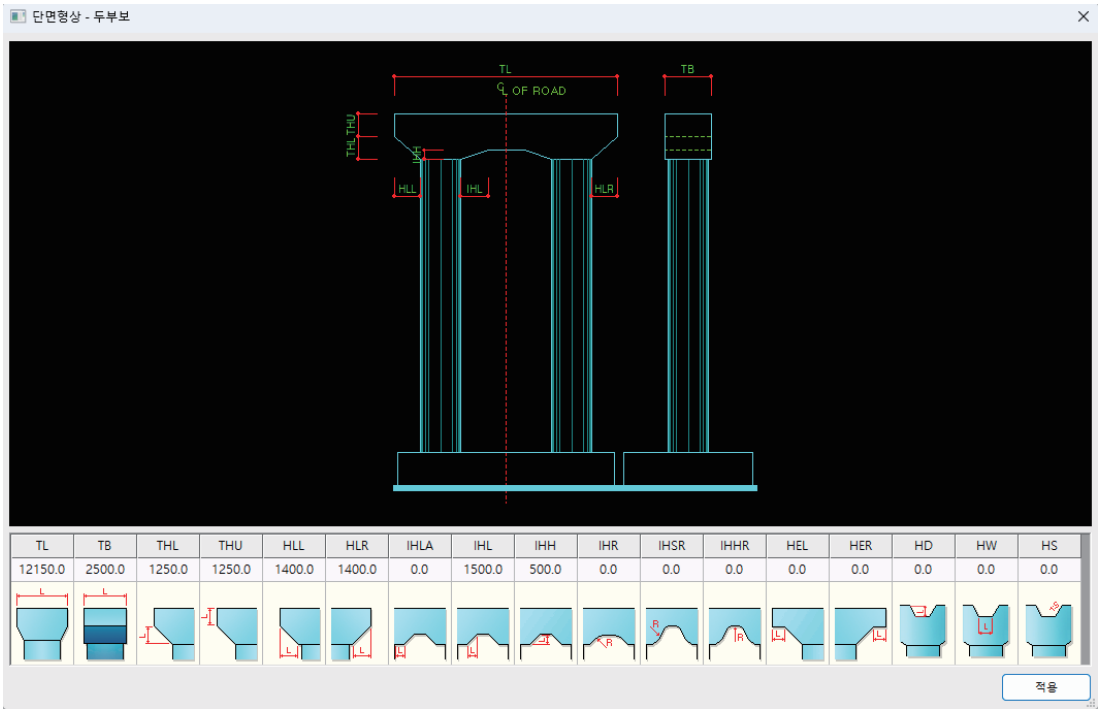
- 지점위치 : 지점을 선택하는 항목입니다. Combo Box를 눌러 지점을 선택하거나, 우측 화살표 버튼을 눌러 이전/다음 지점으로 이동할 수 있습니다.
- 지점 형태 : 선택한 지점 위치의 지점 형태를 표시해 주는 항목입니다. 해당 지점의 형태(교대/교각)을 표시해 줍니다. 지점 형태는 신축이음 탭에서 설정할 수 있으며, 하부구조 탭에서는 지점 형태를 수정할 수 없습니다.
- 모든 교각 동일적용 : 입력한 기초형식, 교각타입, 단면형상(두부보, 기둥, 기둥단면, 기초)이 교량의 모든 교각에 동일하게 적용됩니다.
- 현재 Seg 동일적용 : 입력한 기초형식, 교각타입, 단면형상(두부보, 기둥, 기둥단면, 기초)이 현재 Segment 내 모든 교각에 동일하게 적용됩니다.
- 기초형식 : 해당 지점의 기초형식을 선택하는 항목입니다. Combo Box를 눌러 직접기초 혹은 말뚝기초를 선택할 수 있습니다.

- 교각타입 : 해당 교각의 타입을 선택합니다. 보기 버튼을 클릭하면 교각 타입 설정 위저드 창이 실행되며, T형 또는 다주식 교각을 선택할 수 있습니다. 원하는 교각 타입에 마우스를 가져가면 해당 타입의 형상이 크게 표시되며, 원하는 타입을 더블클릭하면 단면형상 입력창이 선택한 타입에 맞게 자동으로 설정됩니다.



- 단면형상(두부보) : 해당 교각의 두부보 제원을 입력합니다. 각각의 입력항목은 2D 도면 상에서 표시되는 항목을 확인한 후 해당되는 값(mm 단위)을 입력하며, 0 이상의 숫자만 입력할 수 있습니다. 교각타입에서 선택한 T형 및 다주식에 따라 입력항목이 아래 그림과 같이 표시됩니다.





입력창의 기호는 아래와 같습니다.

▶ TL : 두부보의 길이를 입력합니다.

▶ TB : 두부보의 폭원을 입력합니다.

▶ THL : 내민보의 헌치부 두께를 입력합니다.

▶ THU : 내민보의 외측두께를 입력합니다.

▶ HLL : 좌측 내민보의 헌치길이를 입력합니다.

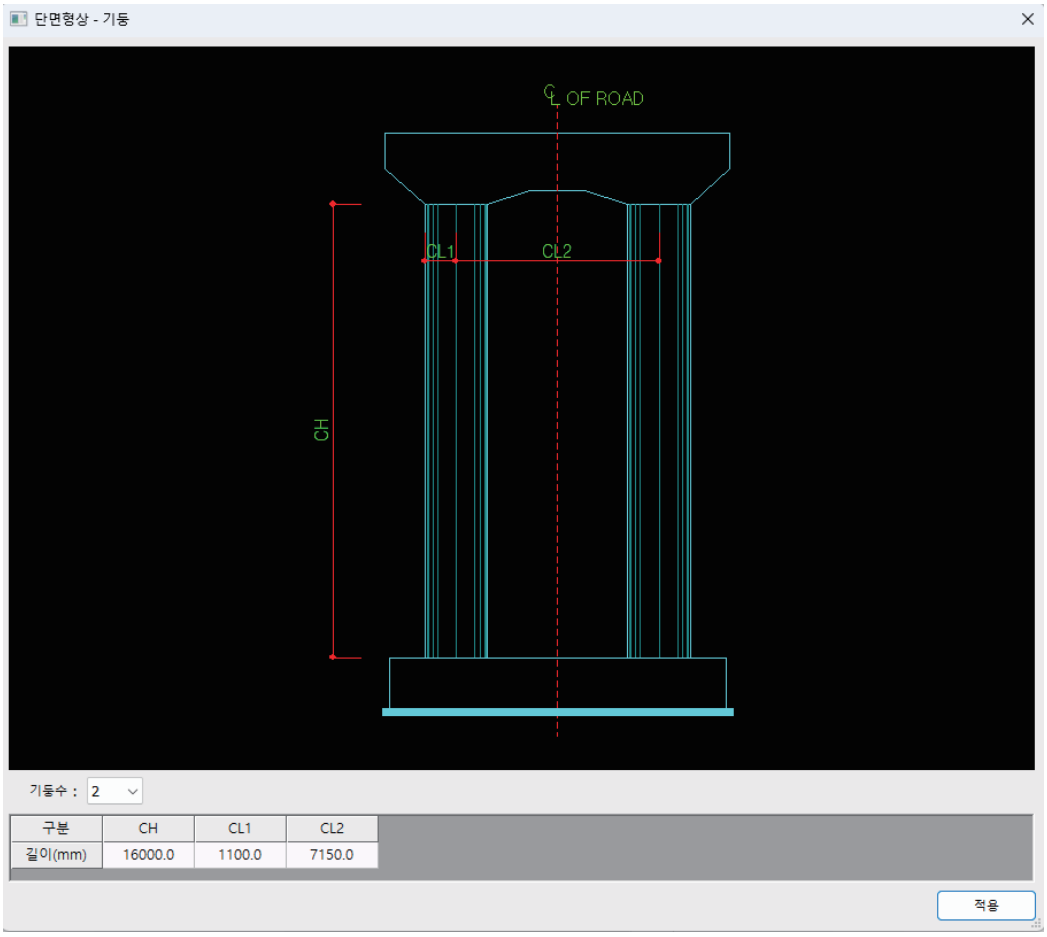
▶ HLR : 우측 내민보의 헌치길이를 입력합니다.

▶ HRL, HRR : 두부보 하단부를 곡선으로 처리하는 경우의 반지름값을 입력합니다. (HRL-두부보 외측, HRR-내측지간부)

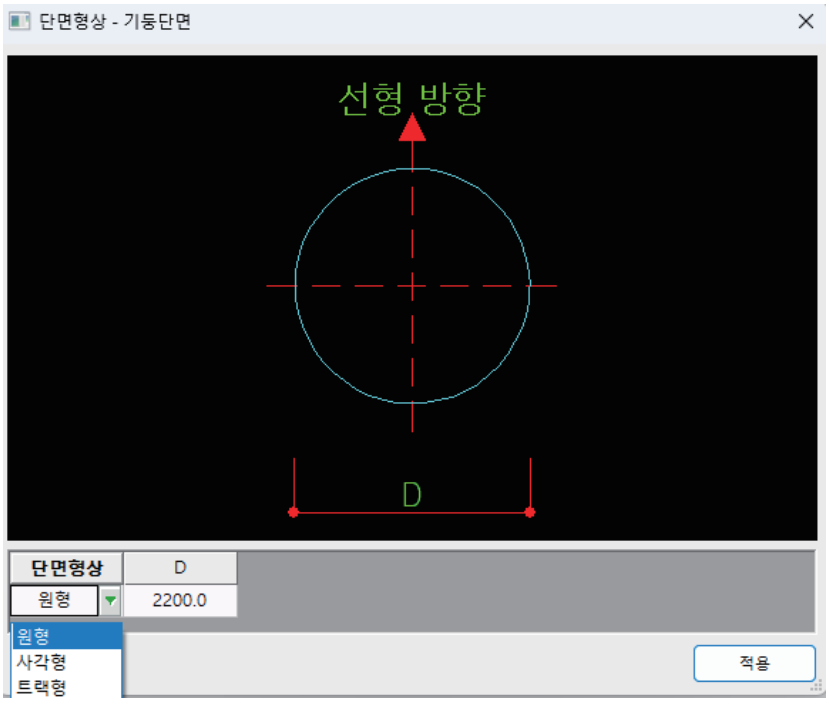
▶ HEL, HER : 두부보의 좌우측 캔틸레버부를 입력한 만큼 연단에서 수평으로 처리합니다.

▶ HD, HW, HS : 코핑중앙부의 홈파기를 HD, HW, HS에 설정값을 입력합니다.

- 단면형상(기둥) : 해당 교각의 기둥 수(다주식 교각에서만), 기둥 높이, 기둥별 위치를 입력합니다. 각각의 입력항목은 2D 도면 상에서 표시되는 항목을 확인한 후 해당되는 값(mm 단위)을 입력하며, 0 이상의 숫자만 입력할 수 있습니다. 다주식 교각의 경우 입력항목이 아래 그림과 같이 표시됩니다. 다주식의 경우 기둥수는 2~30개까지 설정 가능하며, CH는 기둥의 높이(mm 단위)입니다. CL1, CL2....는 코핑부 하단 끝단에서 각 기둥의 중심까지의 거리를 입력합니다(mm 단위).



- 단면형상(기둥단면) : 기둥의 단면형상 및 크기를 설정합니다. 단면형상은 원형, 사각형, 트랙형, 다각형(육각형, 팔각형) 중 하나를 선택할 수 있습니다.



- 단면형상(기초) : 해당 교각의 기초 제원을 입력합니다. 각각의 입력항목은 2D 도면상에서 표시되는 항목을 확인한 후 해당되는 값(mm 단위)을 입력하며, 0 이상의 숫자만 입력할 수 있습니다. 각 입력창의 기호는 아래와 같습니다.

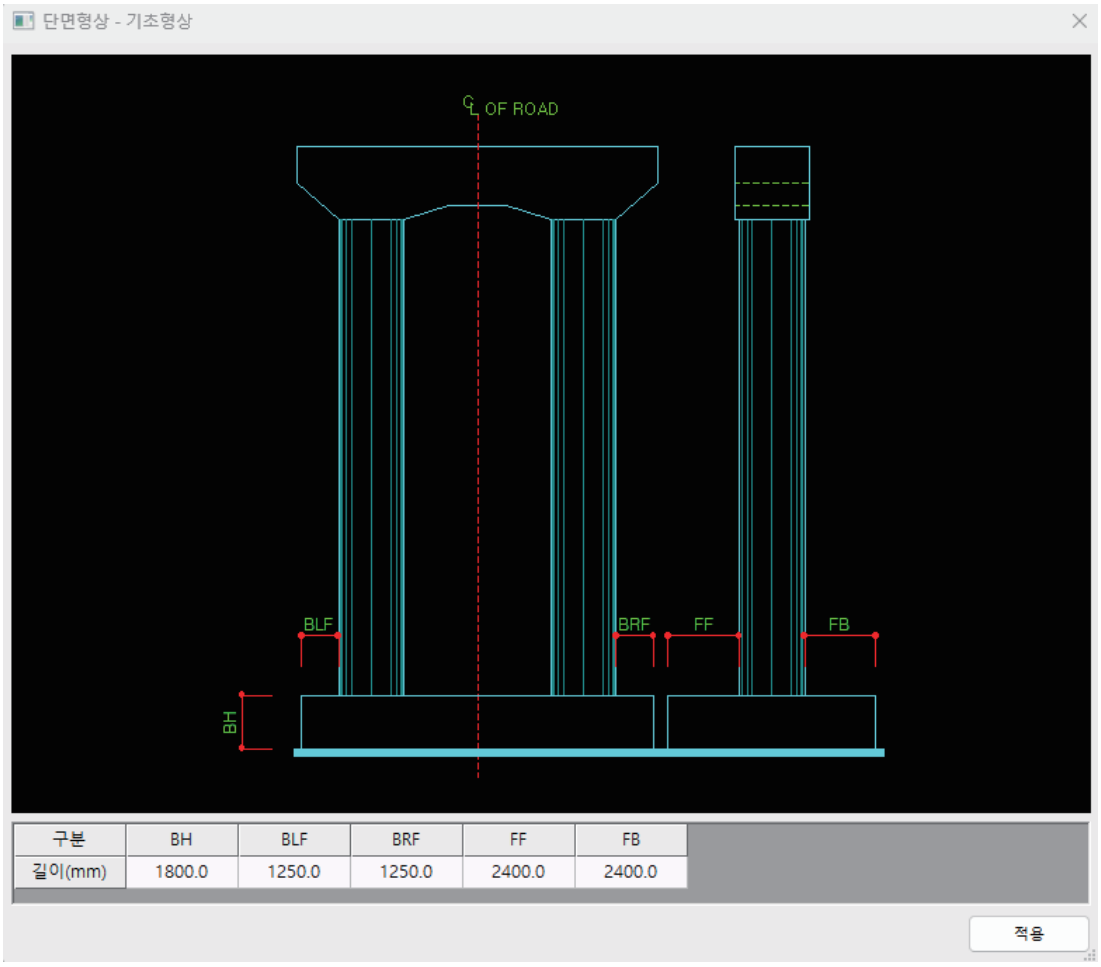
  ▶ BH : 기초부의 높이를 입력합니다.

  ▶ BLF : 교축직각방향의 기초연단에서 기둥끝단까지의 거리(좌측)를 입력합니다.

  ▶ BRF : 교축직각방향의 기초연단에서 기둥끝단까지의 거리(우측)를 입력합니다.

  ▶ FF : 교축방향의 기초연단에서 기둥끝단까지의 거리(좌측)를 입력합니다.

  ▶ FB : 교축방향의 기초연단에서 기둥끝단까지의 거리(우측)를 입력합니다.



4) 교량받침

지점별 교량받침의 종류를 설정합니다. 교량받침 종류는 탄성받침, 포트받침, 고력황동 중 하나를 선택할 수 있으며, 각 지점별로 설정한 교량받침 종류에 따라 해당 받침의 3D 모델이 자동으로 생성됩니다.



5) 신축이음

신축이음이 설치된 위치 및 지점별 신축이음의 종류를 설정합니다. 신축이음이 설치된 위치는 좌측 체크박스를 통해 설정할 수 있으며, 신축이음 종류는 모노셀, 핑거, 레일식(모노), 레일식 중 하나를 선택할 수 있습니다. 단일교량형식의 경우 첫 번째 지점과 마지막 지점의 종류가 교대로 고정되며, 복수교량형식의 경우 첫 번째 지점과 마지막 지점의 종류를 교대 또는 교각으로 선택할 수 있도록 Combo Box가 활성화됩니다.

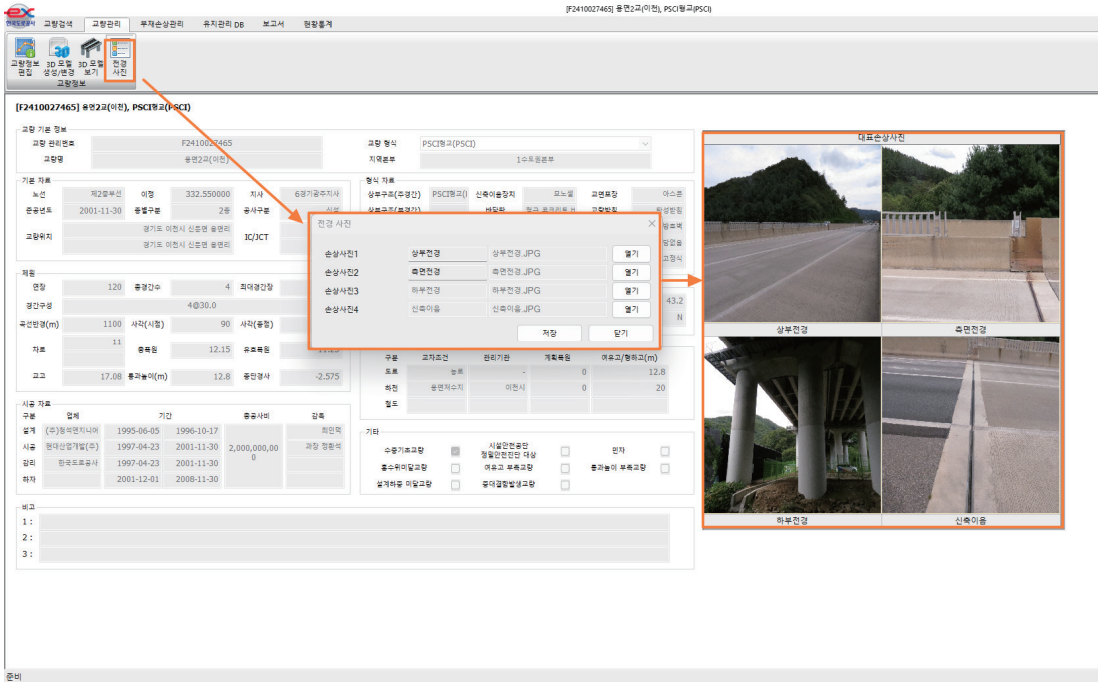


다. 3D 모델 보기

버튼 클릭 시 해당 교량의 부재손상관리 탭으로 이동합니다. 3D 모델이 생성되어 있지 않은 경우에는 이동하지 않습니다.

라. 전경사진

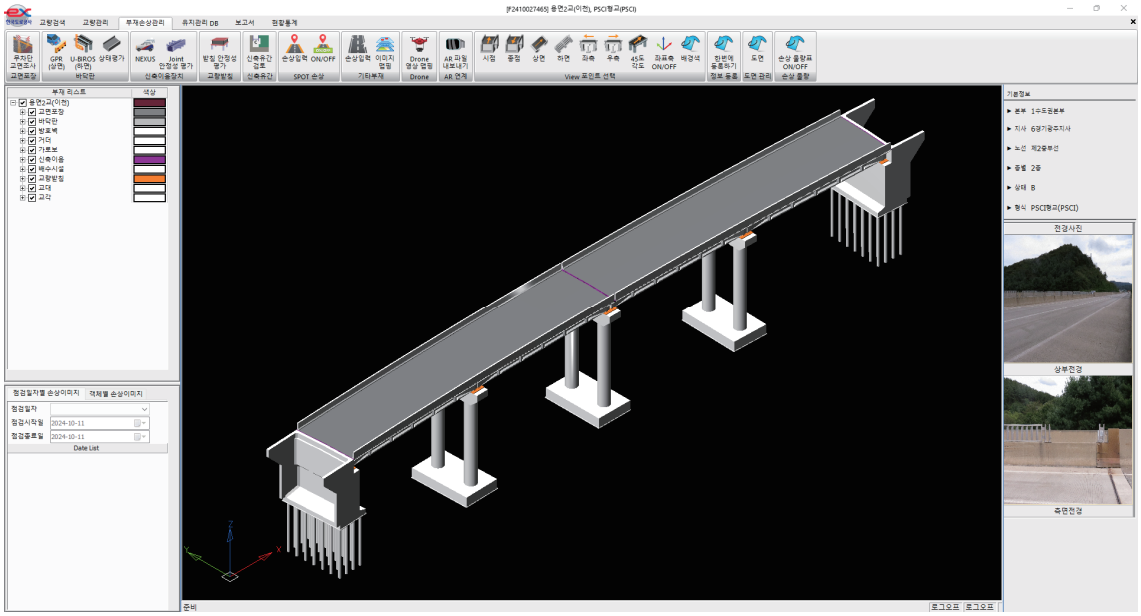
버튼 클릭 시 우측 화면에 전경사진을 추가할 수 있습니다. 사진명을 입력하고 열기를 선택한 후 이미지가 저장되어 있는 폴더를 찾아 입력하고자 하는 이미지를 선택하고 저장 버튼을 클릭하면 입력한 정보들이 해당 란에 저장됩니다.



제 4 장
부재손상관리

4. 부재손상관리

부재손상관리 메뉴에서는 각 객체별 손상 데이터 입력 및 손상이미지 맵핑을 수행할 수 있습니다. 메뉴구성은 아래 그림과 같습니다.



화면 좌측의 트리 메뉴는 부재리스트와 손상이미지 리스트로 구성되어 있습니다. 부재리스트에서는 각 객체가 Inventory Code로 표시되며 체크버튼을 통해 3D View창에 있는 객체를 On/Off할 수 있습니다.

손상이미지 리스트는 두 개의 탭으로 구성되어 있습니다. 점검일자별 손상이미지 탭에서는 설정한 점검일자에 입력된 모든 손상이미지를 확인할 수 있습니다. 점검일자에서 확인하고자하는 일자를 선택하면 선택한 일자에 입력된 모든 손상이미지가 트리메뉴에 표시되며, 입력된 손상이미지는 체크버튼을 통해 3D View창에서 On/Off할 수 있습니다.

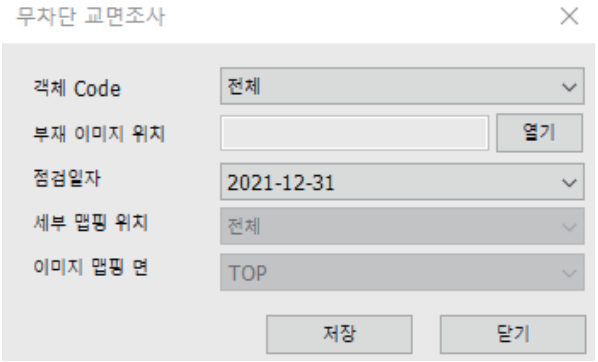
객체별 손상이미지 탭에서는 입력된 손상이미지를 객체별로 구분하여 확인할 수 있습니다. 객체명에서 확인하고자하는 객체 그룹을 선택한 후 객체코드에서 객체 코드명을 선택하면 해당 객체의 모든 손상이미지를 일자별로 모두 확인할 수 있습니다.

화면 우측에는 교량의 기본 정보 및 전경 사진을 확인할 수 있는 별도의 창이 표시됩니다. 기본정보 및 전경사진은 교량관리 탭에서 입력한 항목들이 표시됩니다.

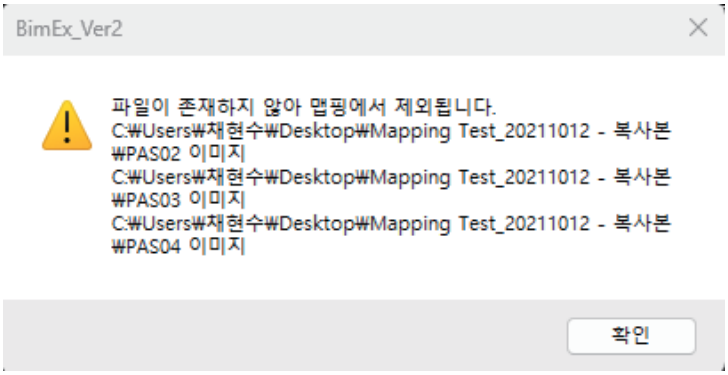
가. 교면포장

1) 무차단 교면조사

무차단 교면조사 메뉴에서는 교면포장 객체의 상면에 교면조사 이미지의 맵핑을 진행할 수 있습니다. 무차단 교면조사 버튼을 클릭하면 아래 그림과 같은 다이얼로그가 생성됩니다. 객체 Code에서 전체를 선택할 경우 모든 교면포장 객체의 상면에 이미지를 한번에 맵핑할 수 있고, 세부 객체 Code를 선택할 경우 각각의 객체의 상면에 이미지를 하나씩 맵핑할 수 있습니다.



전체 이미지를 한번에 맵핑하고자 하는 경우, 객체 Code에서 전체를 선택한 후 점검일자에서 해당되는 날짜를 선택합니다. 그 후 부재 이미지 위치에서 열기를 선택한 후 이미지가 저장되어있는 폴더를 선택하고 저장 버튼을 클릭하면 폴더 내에 있는 정해진 이름을 가진 파일(PAS01, PAS02, PAS03, ...)을 한번에 저장됩니다. 정해진 파일명이 없을 경우 누락된 파일명이 표시된 경고창이 생성되며, 누락된 이미지를 제외한 나머지 이미지만 저장됩니다.

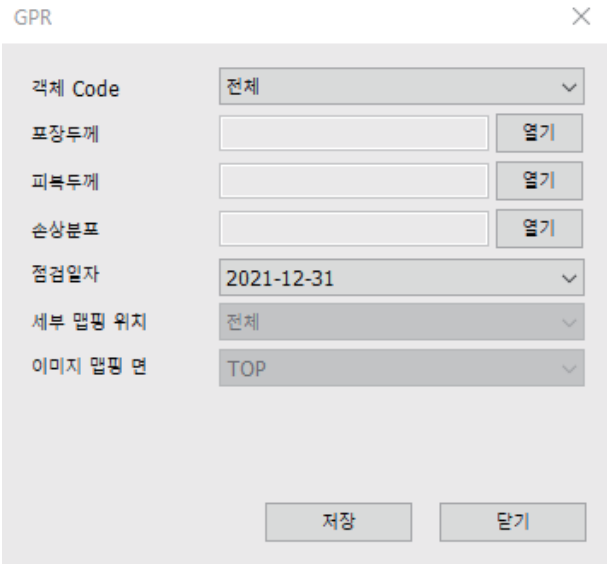


개별 이미지를 하나씩 맵핑하고자 하는 경우, 객체 Code에서 원하는 객체 Code를 선택한 후 점검일자에서 해당되는 날짜를 선택합니다. 그 후 부재 이미지 위치에서 열기를 선택한 후 이미지가 저장되어 있는 폴더를 찾아 입력하고자 하는 이미지를 선택하고 저장 버튼을 클릭하면 해당 파일이 해당 객체에 저장됩니다.

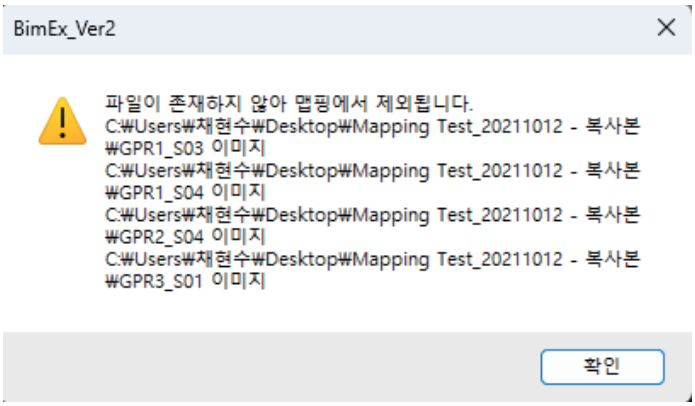
나. 바닥판

1) GPR(상면)

GPR(상면) 메뉴에서는 바닥판 객체의 상면에 GPR 이미지의 맵핑을 진행할 수 있습니다. GPR(상면) 버튼을 클릭하면 아래 그림과 같은 다이얼로그가 생성됩니다. 객체 Code에서 전체를 선택할 경우 모든 바닥판 객체의 상면에 이미지를 한번에 맵핑할 수 있고, 세부 객체 Code를 선택할 경우 각각의 객체의 상면에 이미지를 하나씩 맵핑할 수 있습니다.



전체 이미지를 한번에 맵핑하고자 하는 경우, 객체 Code에서 전체를 선택한 후 점검일자에서 해당되는 날짜를 선택합니다. 그 후 포장두께, 피복두께, 손상분포에서 열기를 각각 선택한 후 이미지가 저장되어있는 폴더를 선택하고 저장 버튼을 클릭하면 폴더 내에 있는 정해진 이름을 가진 파일을 한번에 저장합니다. 정해진 파일명이 없을 경우 누락된 파일명이 표시된 경고창이 생성되며, 누락된 이미지를 제외한 나머지 이미지만 저장됩니다.



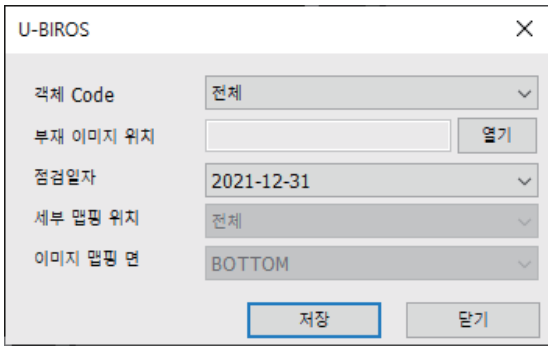
각각의 항목별로 정해진 이미지 파일명은 다음과 같습니다.

- 포장두께 : GPR1_S01, GPR1_S02, GPR1_S03, ...
- 피복두께 : GPR2_S01, GPR2_S02, GPR2_S03, ...
- 손상분포 : GPR3_S01, GPR3_S02, GPR3_S03, ...

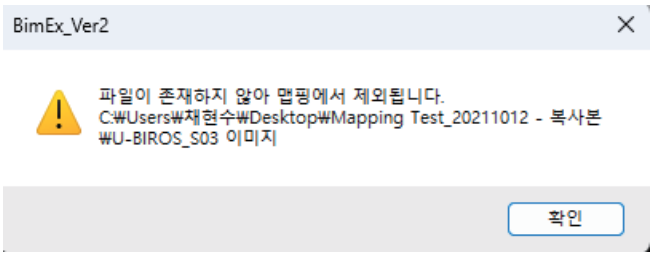
개별 이미지를 하나씩 맵핑하고자 하는 경우, 객체 Code에서 원하는 객체 Code를 선택한 후 점검일자에서 해당되는 날짜를 선택합니다. 그 후 포장두께, 피복두께, 손상분포에서 열기를 각각 선택한 후 이미지가 저장되어 있는 폴더를 찾아 입력하고자 하는 이미지를 선택하고 저장 버튼을 클릭하면 해당 파일이 해당 객체에 저장됩니다.

2) U-BIROS(하면)

U-BIROS(하면) 메뉴에서는 바닥판 객체의 하면에 U-BIROS 이미지의 맵핑을 진행할 수 있습니다. 버튼을 클릭하면 아래 그림과 같은 다이얼로그가 생성됩니다. 객체 Code에서 전체를 선택할 경우 모든 바닥판 객체의 하면에 이미지를 한번에 맵핑할 수 있고, 세부 객체 Code를 선택할 경우 각각의 객체의 하면에 이미지를 하나씩 맵핑할 수 있습니다.



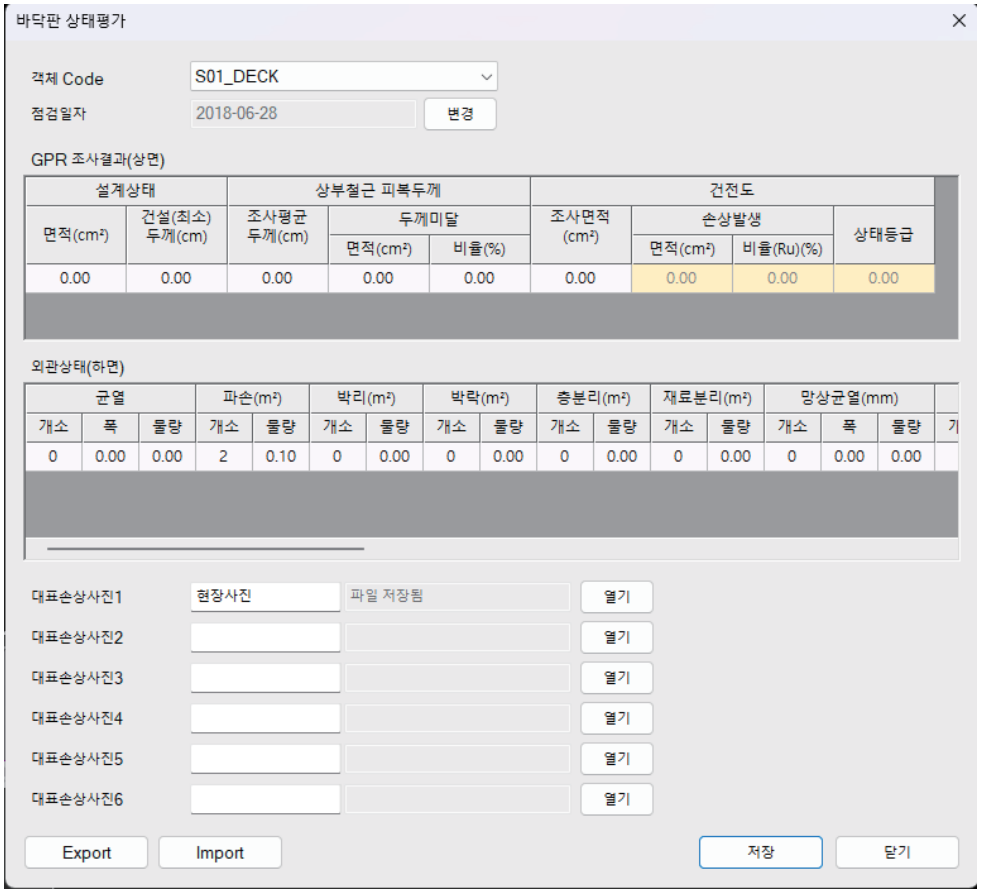
전체 이미지를 한번에 맵핑하고자 하는 경우, 객체 Code에서 전체를 선택한 후 점검일자에서 해당되는 날짜를 선택합니다. 그 후 부재 이미지 위치에서 열기를 선택한 후 이미지가 저장되어있는 폴더를 선택하고 저장 버튼을 클릭하면 폴더 내에 있는 정해진 이름을 가진 파일(U-BiROS_S01, U-BiROS_S02, U-BiROS_S03, ...)을 한번에 저장합니다. 정해진 파일명이 없을 경우 누락된 파일명이 표시된 경고창이 생성되며, 누락된 이미지를 제외한 나머지 이미지만 저장됩니다.



개별 이미지를 하나씩 맵핑하고자 하는 경우, 객체 Code에서 원하는 객체 Code를 선택한 후 점검일자에서 해당되는 날짜를 선택합니다. 그 후 부재 이미지 위치에서 열기를 선택한 후 이미지가 저장되어 있는 폴더를 찾아 입력하고자 하는 이미지를 선택하고 저장 버튼을 클릭하면 해당 파일이 해당 객체에 저장됩니다.

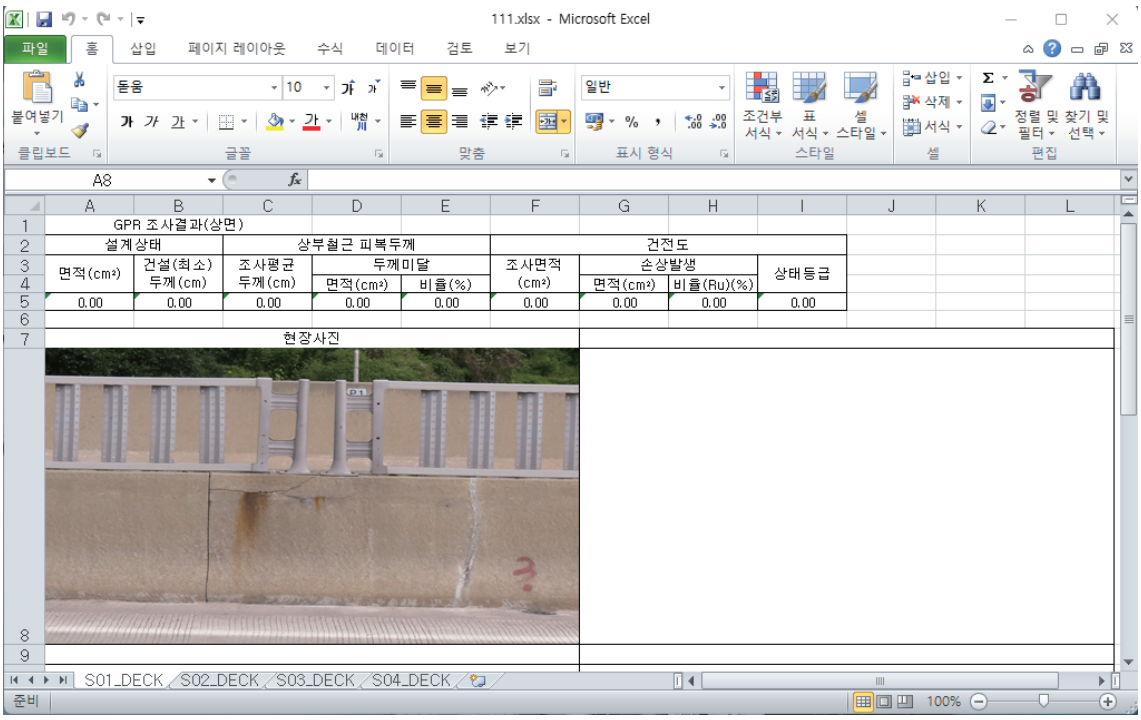
3) 상태평가

상태평가 메뉴에서는 바닥판 GPR 조사결과 및 외관조사 결과를 입력할 수 있습니다. 상태평가 버튼을 클릭하면 아래 그림과 같은 다이얼로그가 생성됩니다.

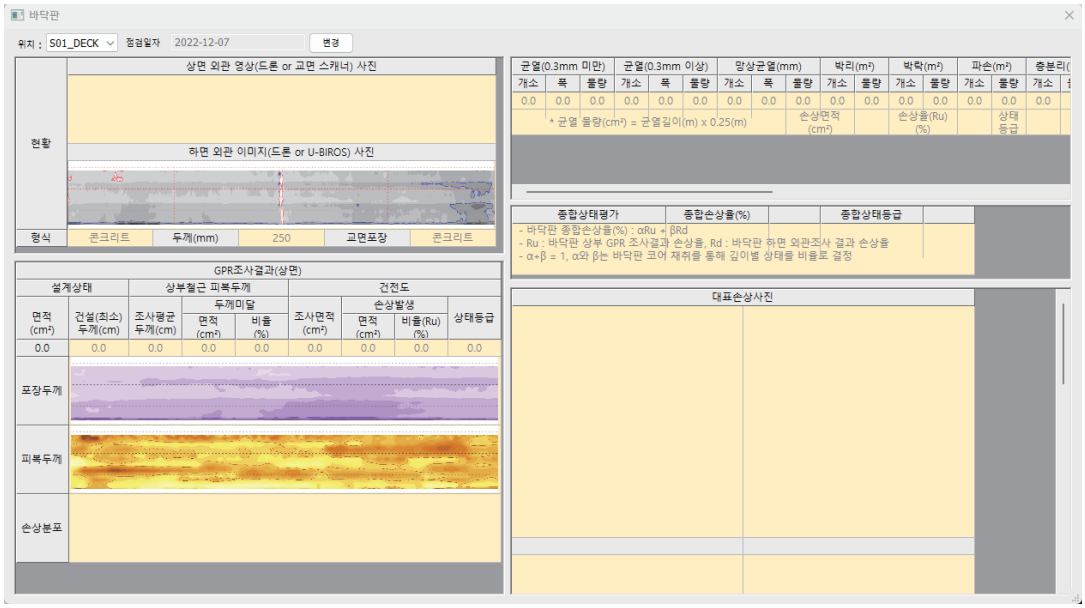


우선 객체 Code에서 손상정보를 입력하고자 하는 객체를 선택한 후 점검일자에서 점검을 수행한 일자를 선택합니다. 다음으로 GPR 조사결과(상면) 및 외관상태(하면)에 손상정보를 입력합니다. 대표손상사진에서 사진명을 입력하고 열기를 선택한 후 이미지가 저장되어 있는 폴더를 찾아 입력하고자 하는 이미지를 선택하고 저장 버튼을 클릭하면 입력한 정보들이 해당 객체에 저장됩니다.

GPR 조사결과 및 대표손상사진은 Excel Export 및 Import 기능을 통해 손쉽게 입력/수정할 수 있습니다. Export 버튼을 클릭하여 Excel 파일을 생성한 후 Excel 파일에 GPR 조사결과 및 대표손상사진을 추가하고 해당 파일을 Import하면 Excel 파일에 작성된 내용 및 사진 파일이 플랫폼에 저장됩니다.



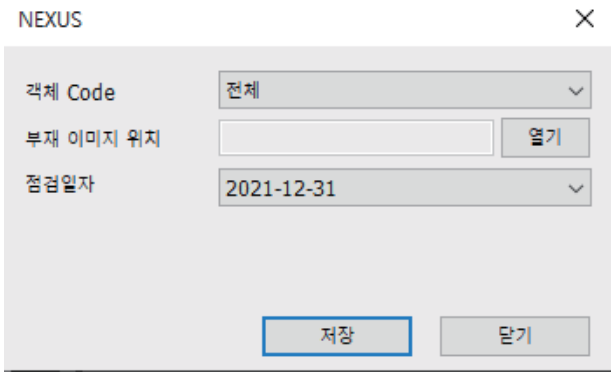
입력한 정보는 부재리스트 또는 3D 모델에서 해당 객체를 선택한 후 마우스 오른쪽 클릭을 하면 표시되는 '부재 상태 표시창'을 선택하면 확인할 수 있습니다.



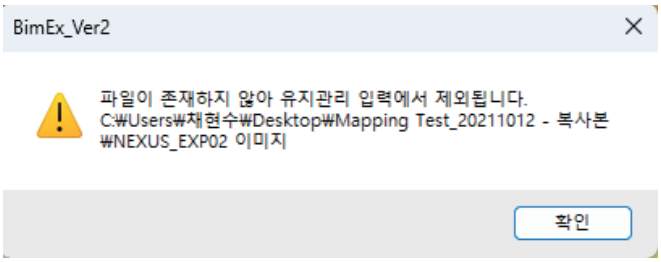
다. 신축이음장치

1) NEXUS

NEXUS 메뉴에서는 신축이음장치에 NEXUS 이미지를 저장할 수 있tmqsl다. NEXUS 버튼을 클릭하면 아래 그림과 같은 다이얼로그가 생성됩니다. 객체 Code에서 전체를 선택할 경우 모든 신축이음장치 객체에 이미지를 한번에 저장할 수 있고, 세부 객체 Code를 선택할 경우 각각의 객체에 이미지를 하나씩 저장할 수 있습니다.



전체 이미지를 한번에 저장하고자 하는 경우, 객체 Code에서 전체를 선택한 후 점검일자에서 해당되는 날짜를 선택합니다. 그 후 부재 이미지 위치에서 열기를 선택한 후 이미지가 저장되어있는 폴더를 선택하고 저장 버튼을 클릭하면 폴더 내에 있는 정해진 이름을 가진 파일(NEXUS_EXP01, NEXUS_EXP02, NEXUS_EXP03, ...)을 한번에 저장합니다. 정해진 파일명이 없을 경우 누락된 파일명이 표시된 경고창이 생성되며, 누락된 이미지를 제외한 나머지 이미지만 저장됩니다.



개별 이미지를 하나씩 맵핑하고자 하는 경우, 객체 Code에서 원하는 객체 Code를 선택한 후 점검일자에서 해당되는 날짜를 선택합니다. 그 후 부재 이미지 위치에서 열기를 선택한 후 이미지가 저장되어 있는 폴더를 찾아 입력하고자 하는 이미지를 선택하고 저장 버튼을 클릭하면 해당 파일이 해당 객체에 저장됩니다.

2) Joint 안정성 평가

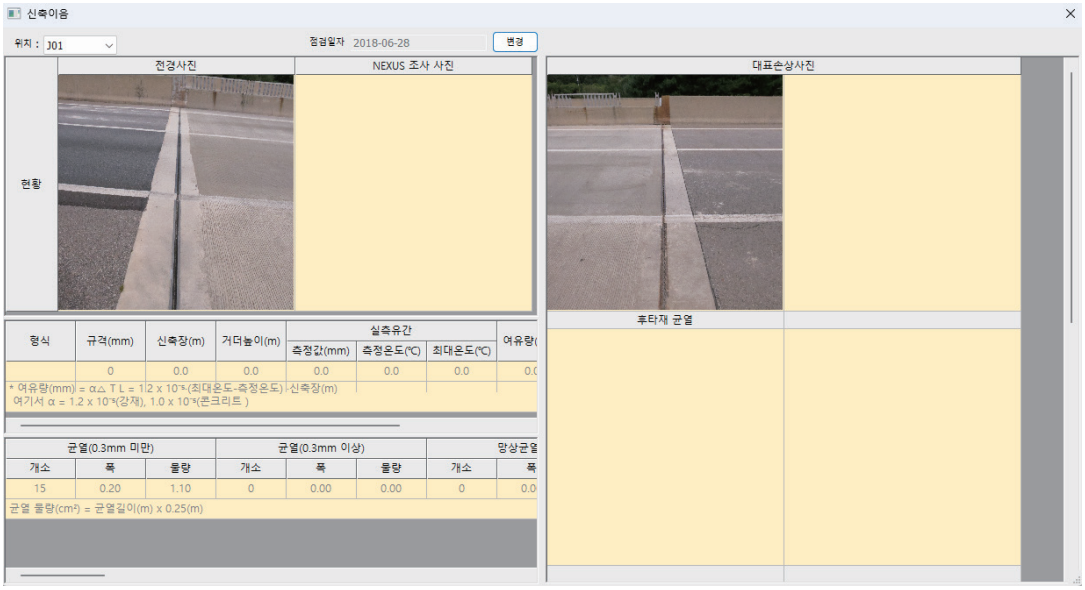
Joint 안정성 평가 메뉴에서는 Joint 안정성 평가결과 및 외관조사 결과를 입력할 수 있습니다. Joint 안정성 평가 버튼을 클릭하면 아래 그림과 같은 다이얼로그가 생성됩니다.



우선 객체 Code에서 손상정보를 입력하고자 하는 객체를 선택한 후 점검일자에서 점검을 수행한 일자를 선택합니다. 다음으로 Joint 안정성 평가 및 외관상태에 손상정보를 입력합니다. 대표손상사진에서 사진명을 입력하고 열기를 선택한 후 이미지가 저장되어 있는 폴더를 찾아 입력하고자 하는 이미지를 선택하고 저장 버튼을 클릭하면 입력한 정보들이 해당 객체에 저장됩니다.

Joint 안전상 평가, 전경사진, 대표손상사진은 Excel Export 및 Import 기능을 통해 손쉽게 입력/수정할 수 있습니다. Export 버튼을 클릭하여 Excel 파일을 생성한 후 Excel 파일에 Joint 안전상 평가, 전경사진, 대표손상사진을 추가하고 해당 파일을 Import하면 Excel 파일에 작성된 내용 및 사진 파일이 플랫폼에 저장됩니다.

입력한 정보는 부재리스트 또는 3D 모델에서 해당 객체를 선택한 후 마우스 오른쪽 클릭을 하면 표시되는 ‘부재 상태 표시창’을 선택하면 확인할 수 있습니다.



라. 교량받침

1) 받침 안정성 평가

받침 안정성 평가 메뉴에서는 받침 건전성 평가결과 및 외관조사 결과를 입력할 수 있습니다. 받침 안정성 평가 버튼을 클릭하면 아래 그림과 같은 다이얼로그가 생성됩니다.

우선 객체 Code에서 손상정보를 입력하고자 하는 객체를 선택한 후 점검일자에서 점검을 수행한 일자를 선택합니다. 다음으로 받침 건전성 평가 및 외관상태에 손상정보를 입력합니다. 대표손상사진에서 사진명을 입력하고 열기를 선택한 후 이미지가 저장되어 있는 폴더를 찾아 입력하고자 하는 이미지를 선택하고 저장 버튼을 클릭하면 입력한 정보들이 해당 객체에 저장됩니다.

받침 안전상 평가, 전경사진, 이동량 측정 사진, 대표손상사진은 Excel Export 및 Import 기능을 통해 손쉽게 입력/수정할 수 있습니다. Export 버튼을 클릭하여 Excel 파일을 생성한 후 Excel 파일에 받침 안전상 평가, 전경사진, 이동량 측정 사진, 대표손상사진을 추가하고 해당 파일을 Import하면 Excel 파일에 작성된 내용 및 사진 파일이 플랫폼에 저장됩니다.

입력한 정보는 부재리스트 또는 3D 모델에서 해당 객체를 선택한 후 마우스 오른쪽 클릭을 하면 표시되는 ‘부재 상태 표시창’을 선택하면 확인할 수 있다.

받침 안정성 평가

객체 Code A1_SH01

점검일자 2018-06-28 변경

전경사진 파일 저장됨 열기

이동량 측정 사진 파일 저장됨 열기

받침 안정성 평가

형식	규격(kN)	허용가동량 (mm)	신축장(m)	거더높이(m)	가동량		
					측정값(mm)	측정온도(℃)	최대/최소 Max.
	0	0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0

외관상태

균열			파손(m²)		박리(m²)		박락(m²)		층분리(m²)		재료분리(m²)		망상균	
개소	폭	물량	개소	물량	개소	물량	개소	물량	개소	물량	개소	물량	개소	
0	0.00	0.00	0	0.00	1	0.30	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0

대표손상사진1 손상1 파일 저장됨 열기

대표손상사진2 열기

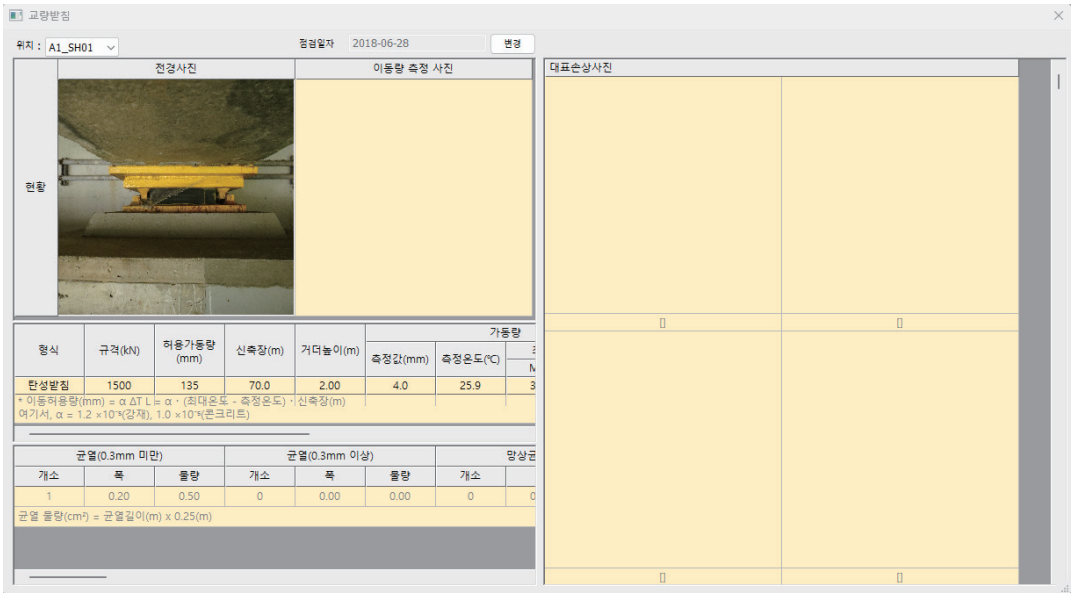
대표손상사진3 열기

대표손상사진4 열기

대표손상사진5 열기

대표손상사진6 열기

Export Import 저장 닫기

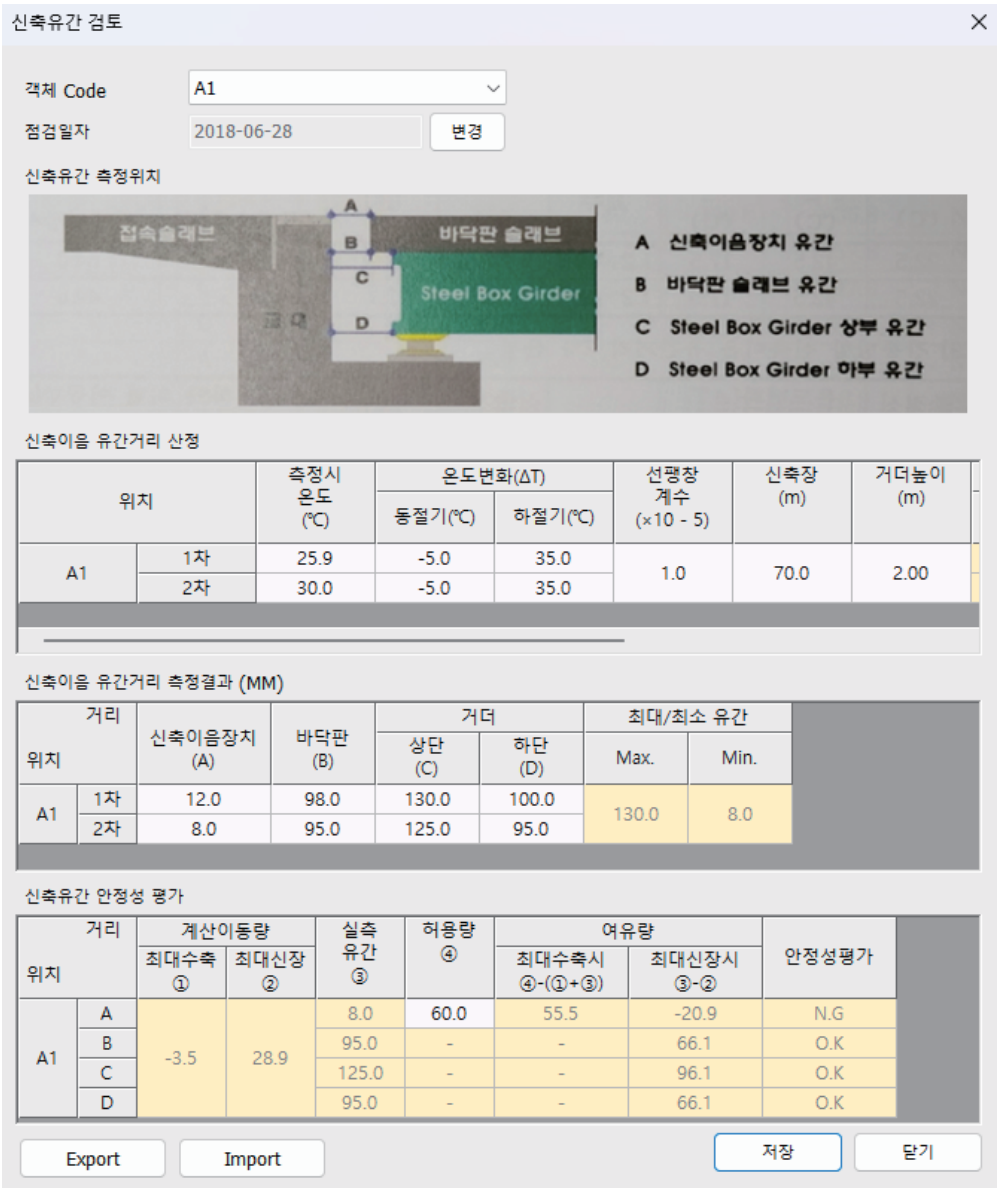


마. 신축유간

1) 신축유간 검토

신축유간 검토 메뉴에서는 신축유간 측정결과를 입력하고 신축이음 안전성 평가결과를 확인할 수 있습니다. 신축유간 검토 버튼을 클릭하면 아래 그림과 같은 다이얼로그가 생성됩니다.

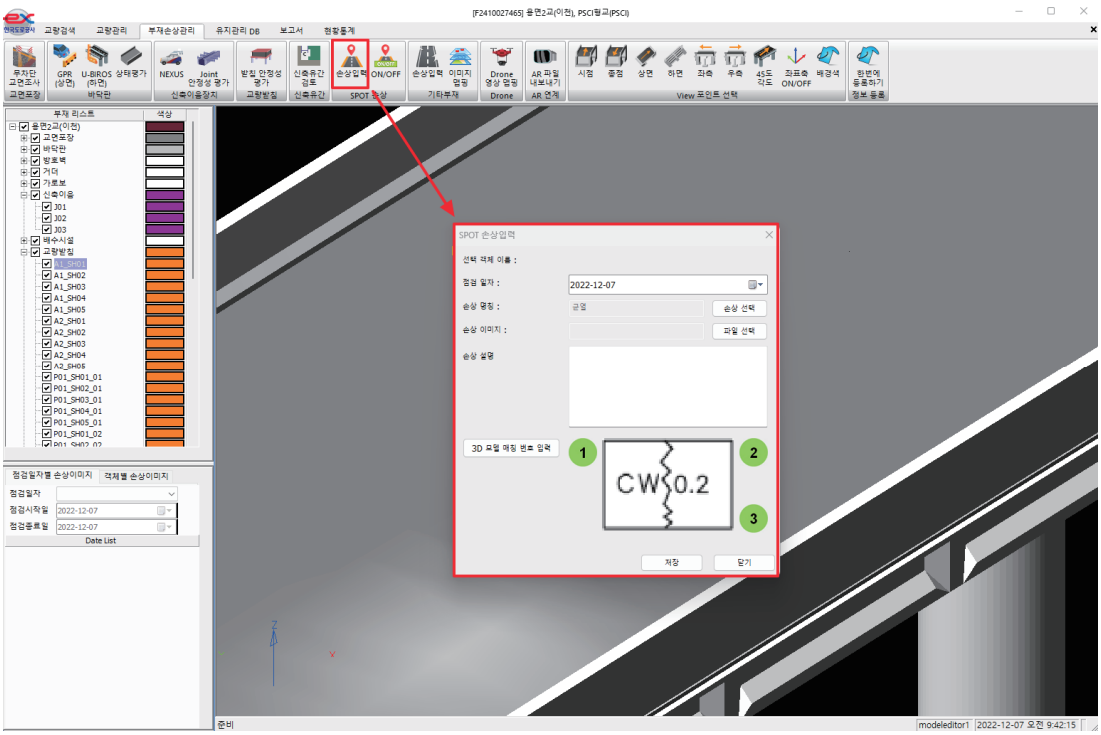
우선 객체 Code에서 신축유간 검토 정보를 입력 및 확인하고자 하는 객체를 선택한 후 점검일자에서 점검을 수행한 일자를 선택합니다. 다음으로 신축이음 유간거리 산정결과 및 신축이음 유간거리 측정결과를 입력하면 같은 다이얼로그에서 신축유간 안전성 평가결과를 바로 확인할 수 있습니다. 신축유간평가 결과 역시 Excel Export 및 Import 기능을 통해 손쉽게 입력/수정할 수 있습니다.



바. Spot 손상

1) 손상입력

부재단위가 아닌 임의위치의 손상정보를 입력합니다. SPOT 손상 버튼을 클릭하면 아래 그림과 같이 점검 일자, 손상 종류, 첨부 이미지, 손상 설명, 손상 위치 등을 입력할 수 있는 창이 생성됩니다.



각각의 입력내용은 다음과 같습니다.

① 점검 일자

- 손상이 관측된 일자를 선택합니다.

② 손상 명칭

- 손상의 종류를 선택합니다. 손상 선택 버튼을 클릭하면 손상표시 범례창이 생성됩니다. 해당되는 손상종류를 선택한 후 확인 버튼을 클릭하면 손상 종류가 선택됩니다. 손상표시 범례는 한국시설안전공단에서 발행한 '안전점검 및 정밀안전진단 세부지치(교량)'에 근거하여 구성되었습니다.

③ 손상 이미지

- 점검 시 촬영한 사진파일 등 이미지를 첨부합니다.

④ Scale

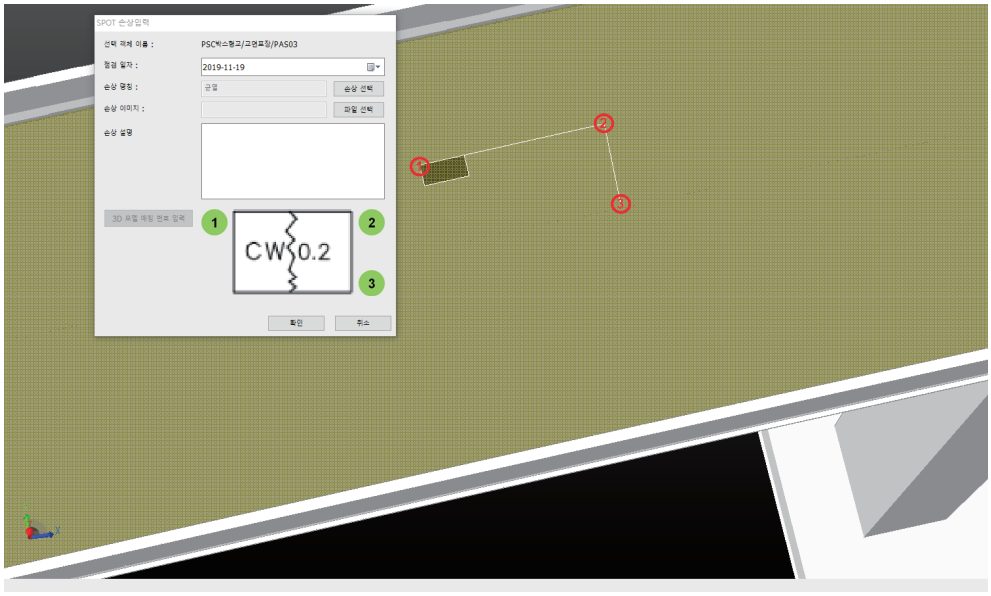
- 3D 화면에 표시할 Spot 손상 마커의 사이즈를 입력하니다.

⑤ 손상 설명

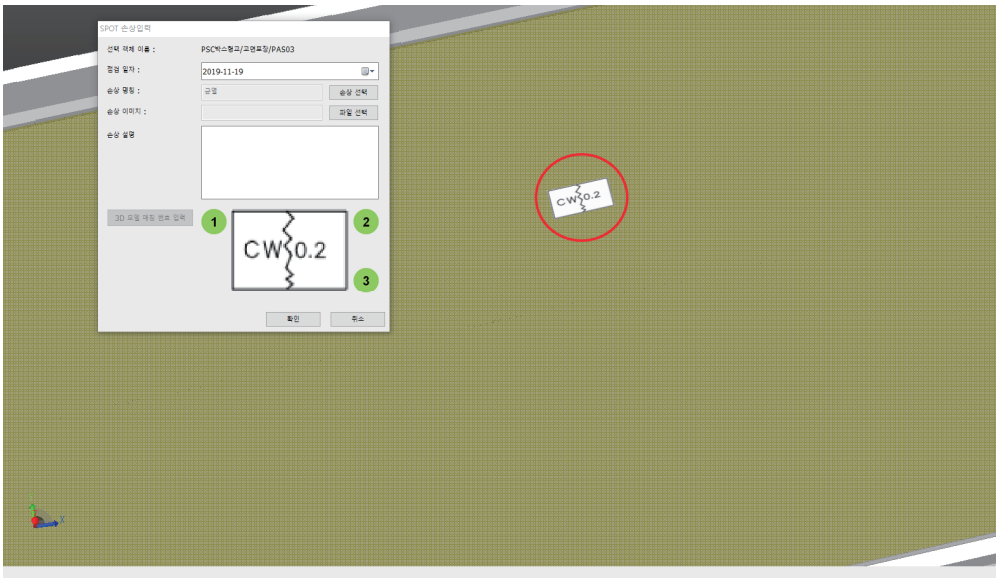
- 손상에 대한 구체적인 내용이나 주의사항 등 점검 정보를 텍스트로 입력합니다.

⑥ 3D 모델 매칭 번호 입력

- SPOT 손상정보를 3D 모델 상에 매칭시키기 위한 3D 모델 매칭번호를 입력합니다. 3D 모델 매칭 번호 입력을 클릭한 후, 아래 그림과 같이 3D 모델 상에서 1, 2, 3번 점을 차례로 클릭합니다.

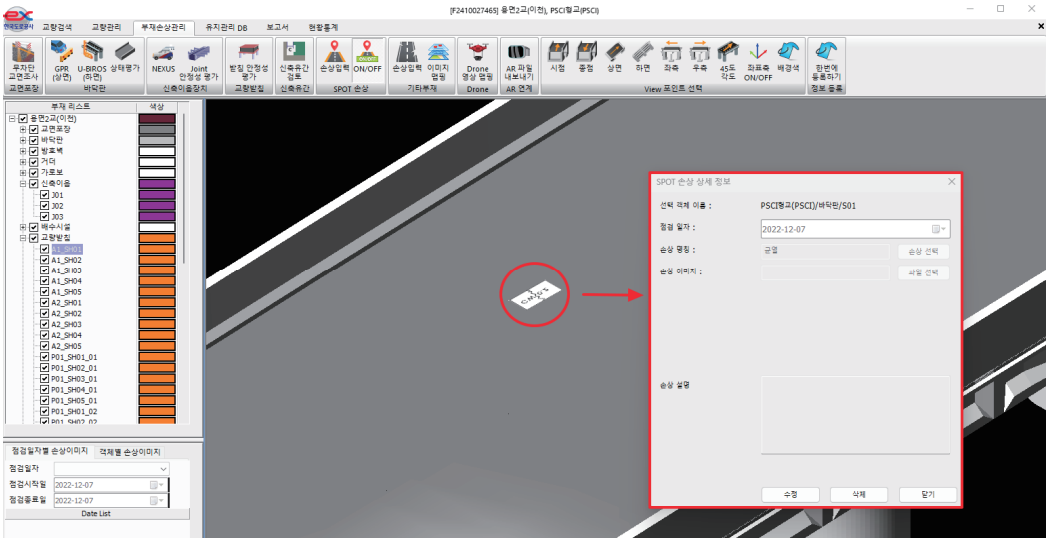


- 매칭포인트를 선택하면 아래 그림과 같이 SPOT 손상정보가 3D 모델 상에 표시됩니다. 확인 버튼을 클릭하면 해당 SPOT 손상정보가 저장됩니다.



2) ON/OFF

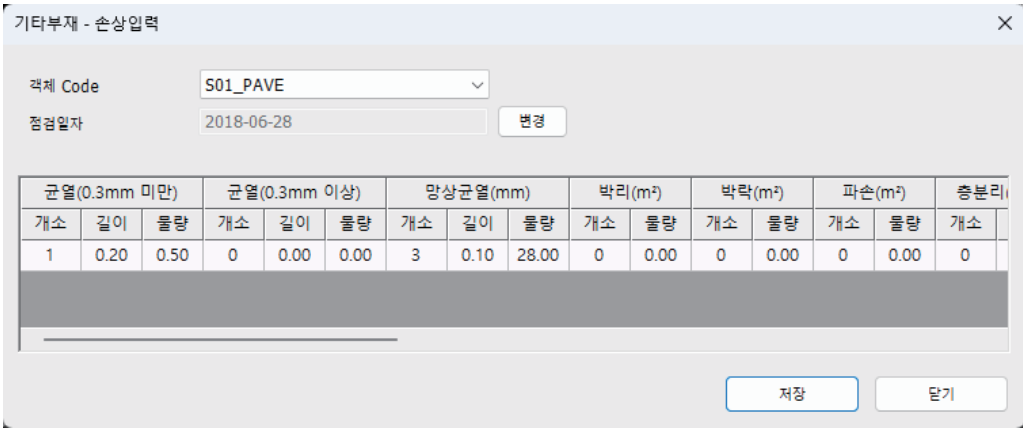
SPOT 손상정보를 3D 모델 상에서 보이거나 숨길 수 있습니다. SPOT On/Off 버튼을 클릭하면 SPOT 손상정보를 3D 모델 상에 표시되며 다시 한 번 클릭하면 사라집니다. 표시된 SPOT 손상정보를 클릭하면 SPOT 손상 상세정보를 확인/수정할 수 있습니다.



사. 기타부재

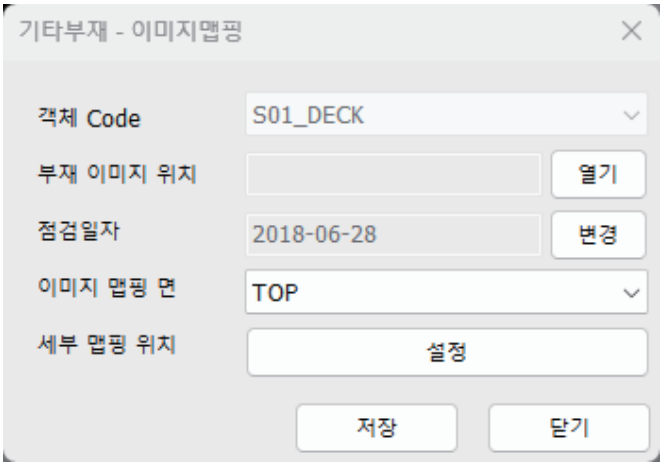
1) 손상입력

앞선 메뉴에서 손상정보를 입력한 바닥판, 신축이음장치, 교량받침 이외의 부재에 대한 손상정보를 입력할 수 있습니다. 손상정보를 입력하기 위해 우선 손상을 입력하고자 하는 객체를 부재리스트 또는 3D View 화면에서 선택한 후 손상입력 버튼을 클릭하면 아래와 같이 손상정보를 입력할 수 있는 다이얼로그가 생성됩니다. 다이얼로그에서 점검일자에서 점검을 수행한 일자를 선택한 후 손상정보를 입력하고 저장 버튼을 클릭하면 입력한 정보들이 해당 객체에 저장됩니다.

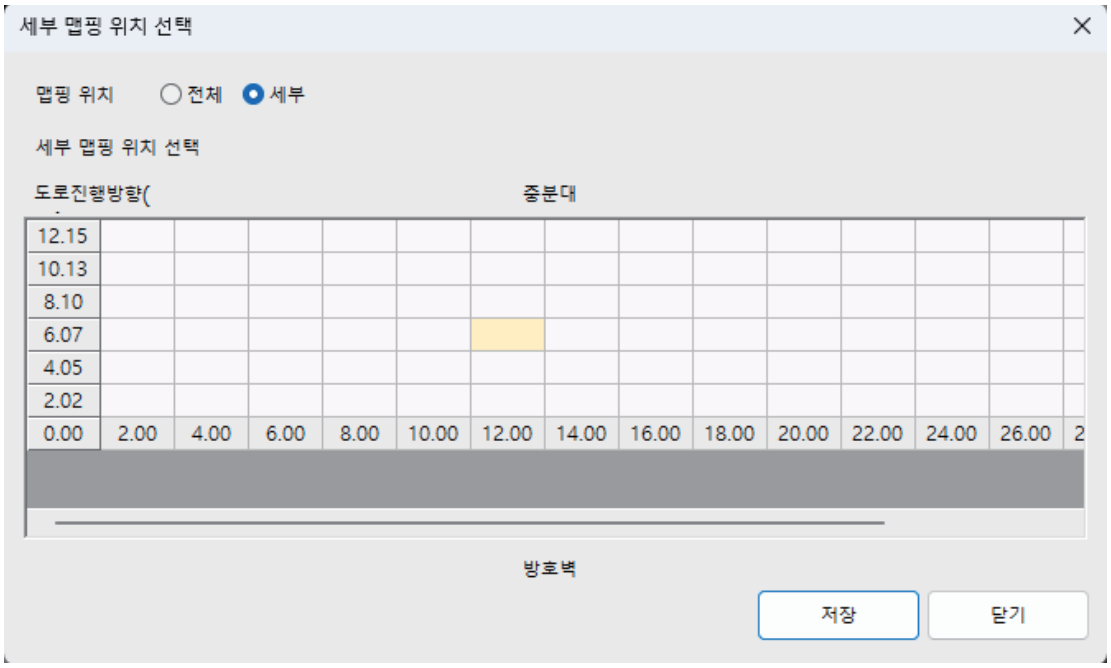


2) 이미지 맵핑

모든 부재의 손상이미지 맵핑을 진행할 수 있습니다. 이미지 맵핑을 수행하기 위해 우선 손상이미지를 맵핑하고자 하는 객체를 부재리스트 또는 3D View 화면에서 선택한 후 이미지 맵핑 버튼을 클릭하면 아래와 같이 이미지 맵핑을 수행할 수 있는 다이얼로그가 생성됩니다.



바닥판 및 거더의 경우, 손상이미지를 세부 위치별로 맵핑할 수 있습니다. 바닥판 또는 거더 객체를 선택한 후, 위 그림의 다이얼로그에서 세부 맵핑 위치 버튼을 클릭하면 아래와 같은 다이얼로그가 생성됩니다. 생성된 다이얼로그에서 세부 맵핑 위치를 '세부'로 설정한 후 해당되는 위치를 마우스로 선택하면, 선택한 위치에만 입력한 이미지가 맵핑됩니다. 전체를 선택할 경우 객체의 전체 면에 이미지가 맵핑됩니다.



점검일자에서 해당되는 날짜를 선택한 후 이미지를 맵핑할 면을 선택합니다. 이미지를 맵핑할 수 있는 면은 Top, Bottom, Left, Right, Front, Bottom의 6개 면으로 구성되어 있습니다. 그 후 부재 이미지 위치에서 열기를 선택한 후 이미지가 저장되어 있는 폴더를 찾아 입력하고자 하는 이미지를 선택하고 저장 버튼을 클릭하면 해당 파일이 해당 객체에 저장됩니다. 맵핑한 이미지는 GPR과 마찬가지로 좌측 하단의 손상이미지 맵핑리스트에서 체크박스 버튼을 클릭하여 3D View창에서 On/Off할 수 있습니다.

아. Drone

1) Drone 영상 맵핑

드론 영상 이미지(.obj)를 가져와 3D View창에 표시합니다. 메모리 사용량에 따른 성능 문제로 이 버전에서는 해당 기능을 지원하지 않습니다.

자. AR 연계

1) AR 파일 내보내기

AR 파일 내보내기는 생성된 3D Model을 AR 파일(.fbx)로 내보내기 위한 메뉴입니다. AR 파일 내보내기를 클릭한 후 저장할 폴더를 선택하면 현재 교량의 3D Model이 AR 파일(.fbx)로 저장됩니다. 현재는 해당 기능을 막아둔 상태이며, 추후 AR과 실제 연계가 가능할 때 해당 기능을 지원할 예정입니다.

차. View 포인트 선택

1) 시점/종점/상면/하면/좌측/우측/45도 각도

3D 모델의 View 포인트를 선택합니다. 각 버튼 클릭 시 선택한 방향으로 3D View 창의 카메라 포인트가 이동합니다.

2) 좌표축 ON/OFF

3D View 창 좌측 하단의 좌표축 표시를 On/Off합니다.

3) 배경색

3D View 창의 배경화면 색상을 설정합니다. 메인화면에서 다른 교량으로 이동하거나 프로그램을 다시 실행할 경우 설정한 배경색은 초기화됩니다.

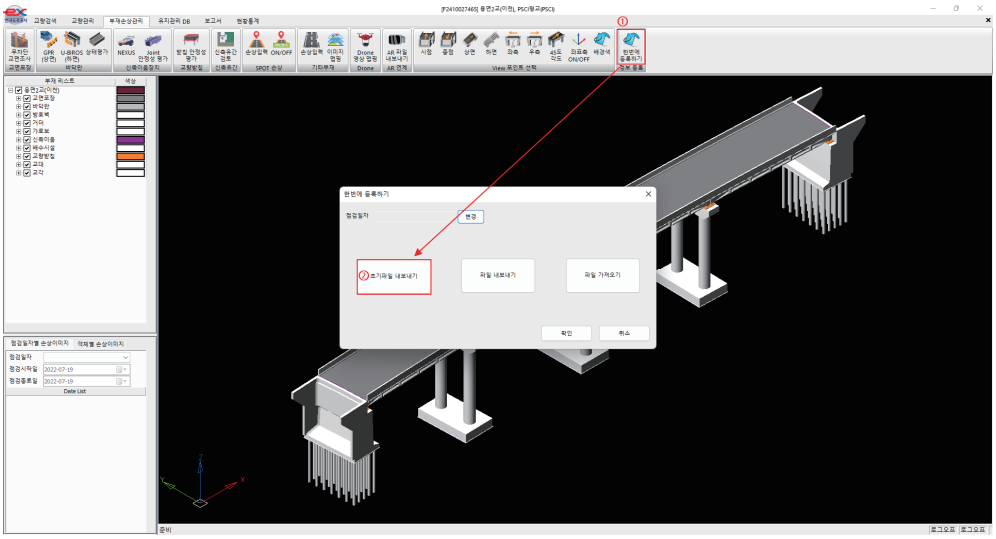
카. 정보 등록

1) 한번에 등록하기

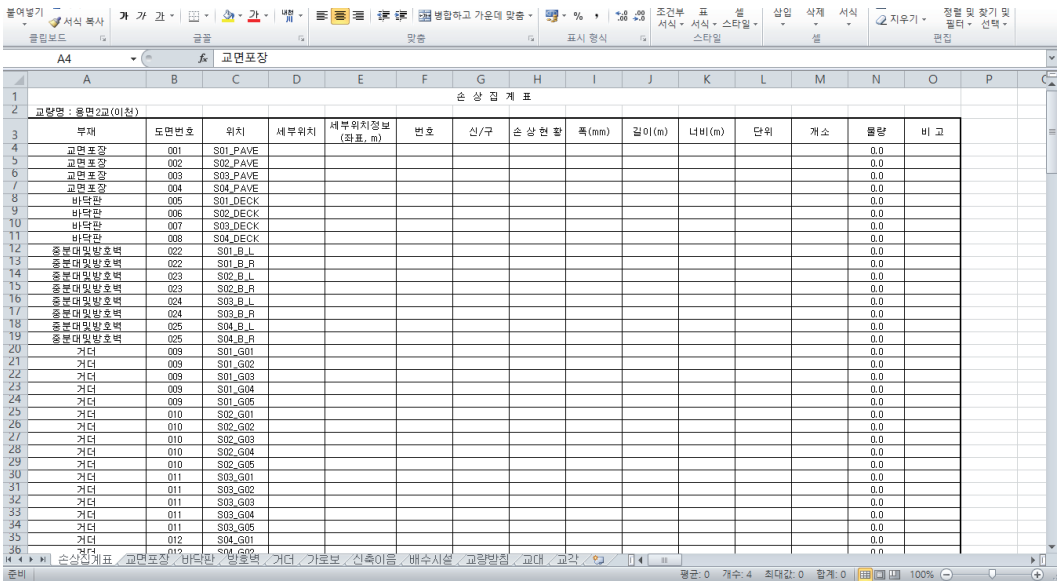
모든 부재의 손상 데이터를 한 번에 등록할 수 있습니다. 한번에 등록하기는 손상집계표 파일 내보내기/가져오기를 통해 진행됩니다.

a) 손상집계표 파일 양식 내보내기

① ‘초기파일 내보내기’ 버튼을 클릭하여 파일을 저장할 폴더를 선택합니다.



손상집계표 파일은 엑셀 파일로 저장되며, 초기파일에는 부재 위치별 항목들이 하나씩 기본값으로 작성되어 있습니다. 손상정보 입력 시 해당 열들을 복사하여 추가해 주시면 됩니다.



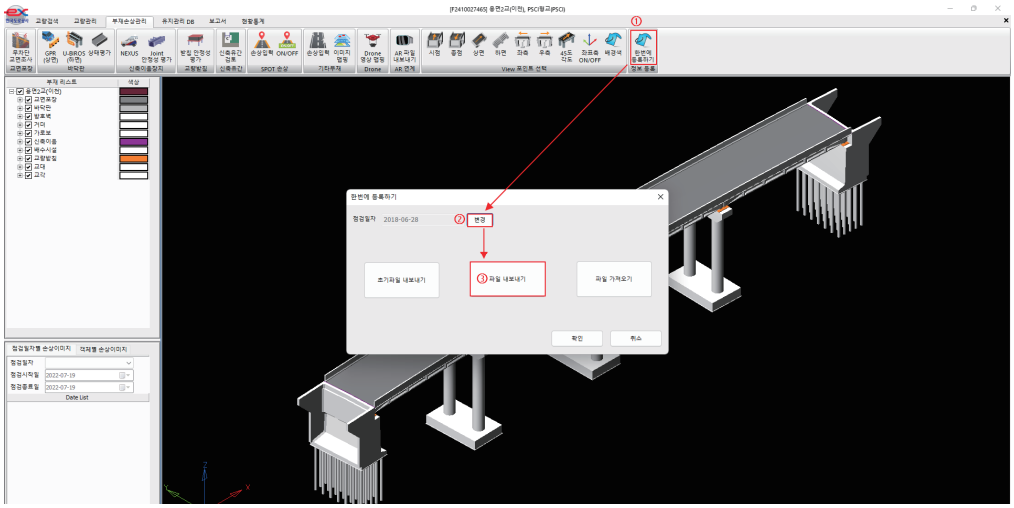
손 상 집 계 표

교량명 : 용면2교(이천)

부재	도면번호	위치	세부위치	세부위치정보 (좌표, m)	번호	신/구	손 상 현 황	폭(mm)	길이(m)	너비(m)	단위	개소	물량	비 고
교면포장	001	S01_PAVE											0.0	
교면포장	002	S02_PAVE											0.0	
교면포장	003	S03_PAVE											0.0	
교면포장	004	S04_PAVE											0.0	
바닥판	005	S01_DECK											0.0	
바닥판	006	S02_DECK											0.0	
바닥판	007	S03_DECK											0.0	
바닥판	008	S04_DECK											0.0	
중분대및방호벽	022	S01_B_L											0.0	
중분대및방호벽	022	S01_B_R											0.0	
중분대및방호벽	023	S02_B_L											0.0	
중분대및방호벽	023	S02_B_R											0.0	
중분대및방호벽	024	S03_B_L											0.0	
중분대및방호벽	024	S03_B_R											0.0	
중분대및방호벽	025	S04_B_L											0.0	
중분대및방호벽	025	S04_B_R											0.0	
거더	009	S01_G01											0.0	
거더	009	S01_G02											0.0	
거더	009	S01_G03											0.0	
거더	009	S01_G04											0.0	
거더	009	S01_G05											0.0	
거더	010	S02_G01											0.0	
거더	010	S02_G02											0.0	
거더	010	S02_G03											0.0	
거더	010	S02_G04											0.0	
거더	010	S02_G05											0.0	
거더	011	S03_G01											0.0	
거더	011	S03_G02											0.0	
거더	011	S03_G03											0.0	
거더	011	S03_G04											0.0	
거더	011	S03_G05											0.0	
거더	012	S04_G01											0.0	
거더	012	S04_G02											0.0	

b) 손상집계표 파일 내보내기(기존 파일)

① 점검일자를 선택한 후, 파일 내보내기 버튼을 클릭하여 파일을 저장할 폴더를 선택합니다. 이 기능을 활용하여 이전 점검에서 작성한 손상집계표 파일을 가져와 현재 점검에서 추가된 손상만을 작성하여 작업을 완료할 수 있습니다.



c) 손상집계표 파일 작성

① 생성된 손상집계표 파일에 아래 그림과 같이 손상정보를 입력합니다.



손 상 집 계 표

구조물명 : 용면2교(이천)

부재	도면번호	위치	세부위치	세부위치정보 (좌표, m)	번호	신/구	손 상 현 황	폭(mm)	길이(m)	너비(m)	단위	개소	물량	비 고
교면포장	001	PAS01	S01-1	(4, 4)	1	신	마모		5.00	5.00	㎡	1	25.00	
교면포장	001	PAS01	S01-1	(10, 6)	2	신	망상균열		4.00	2.00	㎡	1	8.00	
교면포장	001	PAS01	S01-1	(22, 8)	3	신	균열(0.3mm미만)	0.20	2.00		m	1	0.50	
교면포장	001	PAS01	S01-1	(24, 1)	4	신	마모		2.00	0.80	㎡	1	1.60	
교면포장	001	PAS01	S01-1	(27, 6)	5	신	망상균열	0.10	5.00	2.00	㎡	1	10.00	
교면포장	001	PAS01	S01-1	(27, 9)	6	신	망상균열		5.00	2.00	㎡	1	10.00	
교면포장	002	PAS02	S02-1	(8, 11)	1	구	배수구막힘				EA	1	0.00	
교면포장	002	PAS02	S02-1	(28, 11)	2	신	배수구막힘				EA	1	0.00	
교면포장	002	PAS02	S02-1		3	신	망상균열		3.00	2.00	㎡	1	6.00	
교면포장	002	PAS02	S02-1		4	신	들뜸		3.00	0.50	㎡	1	1.50	
교면포장	002	PAS02	S02-1		5	신	열화		2.00	0.50	㎡	1	1.00	
교면포장	002	PAS02	S02-1		6	신	망상균열	0.10	20.00	2.00	㎡	1	40.00	
교면포장	002	PAS02	S02-1		7	신	보수불량		0.80	0.60	㎡	1	0.48	
교면포장	002	PAS02	S02-1		8	신	패임		0.20	0.20	㎡	1	0.04	
교면포장	003	PAS03	S03-1		1	구	배수구막힘				EA	1	0.00	
교면포장	003	PAS03	S03-1		2	신	망상균열	0.10	3.00	2.00	㎡	1	6.00	
교면포장	003	PAS03	S03-1		3	신	패임		1.00	0.20	㎡	1	0.20	
교면포장	003	PAS03	S03-1		4	신	마모		5.00	1.00	㎡	1	5.00	
교면포장	003	PAS03	S03-1		5	신	마모		3.00	1.00	㎡	1	3.00	
교면포장	003	PAS03	S03-1		6	신	망상균열	0.10	8.00	0.50	㎡	1	4.00	
교면포장	003	PAS03	S03-1		7	신	패임		5.00	0.10	㎡	1	0.50	
교면포장	003	PAS03	S03-1		8	신	망상균열	0.10	20.00	2.00	㎡	1	40.00	
교면포장	004	PAS04	S04-1		1	구	배수구막힘				EA	1	0.00	
교면포장	004	PAS04	S04-1		2	신	망상균열	0.10	20.00	5.00	㎡	1	100.00	
교면포장	004	PAS04	S04-1		3	신	들뜸		2.00	1.00	㎡	1	2.00	
교면포장	004	PAS04	S04-1		4	신	균열(0.3mm미만)	0.20	2.00		m	1	0.50	
교면포장	004	PAS04	S04-1		5	신	열화		2.00	2.00	㎡	1	4.00	
교면포장	004	PAS04	S04-1		6	신	망상균열	0.10	8.00	1.00	㎡	1	8.00	
바닥판	005	S01	S01-s11		1	신	백태		0.50	0.10	㎡	1	0.05	
바닥판	005	S01			2	신	파손		0.20	0.20	㎡	1	0.04	
바닥판	005	S01			3	신	들뜸/박리		0.50	0.50	㎡	1	0.25	

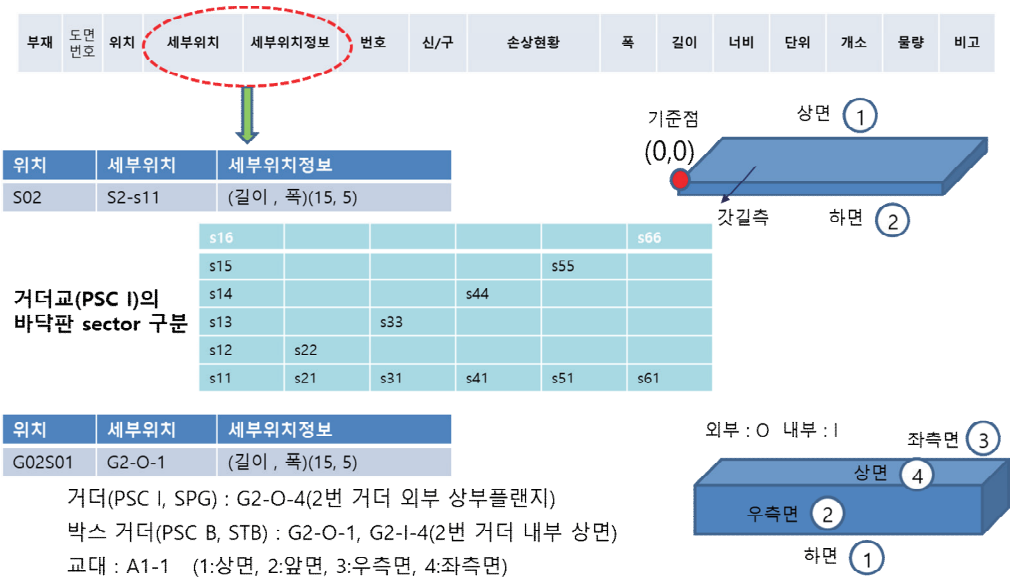
*1 손상집계표 파일은 크게 사용자가 각각의 손상정보를 입력하는 손상집계표 시트와 각 객체군 별로 손상물량을 Sorting하는 시트들로 구성되어 있습니다.

*2 객체별 손상물량 시트의 구성 및 수식을 변경할 경우 유지관리 플랫폼에서 정확한 데이터를 불러올 수 없습니다(수정 금지).

*3 균열 및 망상균열의 폭을 자동으로 Sorting하기 위해서는 Excel 2019 이상의 버전이 필요합니다. Excel 2019 아래버전에서는 균열 및 망상균열의 폭이 0으로 입력됩니다(다중 최대값 수식 미지원).

② 각 항목별 작성방법은 아래와 같습니다.

- 부재 : 손상이 발생한 부재의 종류를 작성합니다. 플랫폼 Import용 손상 집계 Sheets의 명칭과 동일하여야 Sorting이 가능합니다.
- 도면번호 : 해당 손상이 작성될 외관조사망도 도면번호를 작성합니다. 도면번호는 플랫폼에서 관리하는 외관조사망도에서 해당 부재의 외관조사결과를 작성한 도면의 번호를 의미하며, 초기파일에 작성된 도면번호를 참고하여 작성해 주시면 됩니다.
- 위치 : 해당되는 객체 Code를 작성합니다.
- 세부위치 & 세부위치정보 : 아래 그림과 같은 규칙에 따라 작성합니다.



거더(PSC I, SPG) : G2-O-4(2번 거더 외부 상부플랜지)
박스 거더(PSC B, STB) : G2-O-1, G2-I-4(2번 거더 내부 상면)
교대 : A1-1 (1:상면, 2:앞면, 3:우측면, 4:좌측면)

- 번호 : 외관조사망도에 표시한 번호를 작성합니다.
- 신/구 : 현재/이전 손상구분을 작성합니다.
- 손상현황 : 손상명을 작성합니다. 플랫폼 내에 설정된 손상명과 일치하지 않을 경우 기타 손상으로 Sorting됩니다.
- 폭(mm) : 균열폭을 작성합니다.

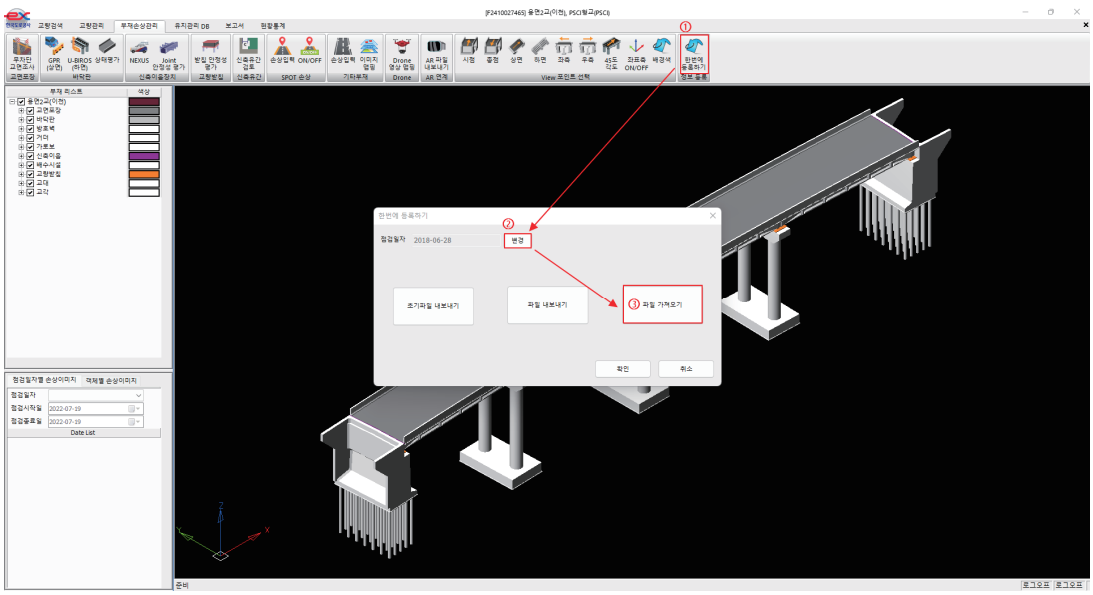
- 길이(m) : 손상의 길이를 작성합니다.
- 너비(m) : 손상의 너비를 작성합니다.
- 단위 : 손상의 단위를 작성합니다(m, ㎡, EA).
- 개소 : 손상 개수를 작성합니다.
- 물량 : 손상 물량을 자동으로 산정합니다. 임의로 수정할 경우 플랫폼 내에서 전체 손상물량이 잘못 산정될 수 있습니다(수정 금지).

d) 손상집계표 파일 가져오기

① 점검일자를 선택한 후, 파일 가져오기 버튼을 클릭하여 작업한 파일을 유지관리 플랫폼에 저장합니다.

*1 해당 점검일자에 저장된 파일이 없을 경우, 선택한 점검일자에 점검이력이 추가되며 업로드한 파일이 해당 점검일자에 저장되며, 해당 점검이력에 파일의 손상정보가 입력됩니다.

*2 해당 점검일자에 저장된 파일이 있을 경우, 기 저장된 파일을 삭제하고 새로 업로드한 파일을 해당 점검일자에 저장하며, 해당 점검이력의 기존 손상정보가 파일의 손상정보로 업데이트됩니다.

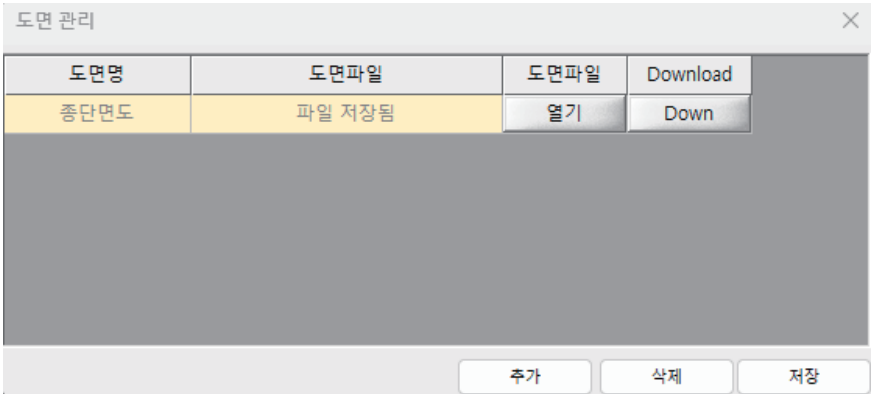


타. 도면 관리

1) 도면

해당 교량의 도면 파일을 저장 및 다운로드합니다. 도면 명을 입력하고, 열기 버튼을 클

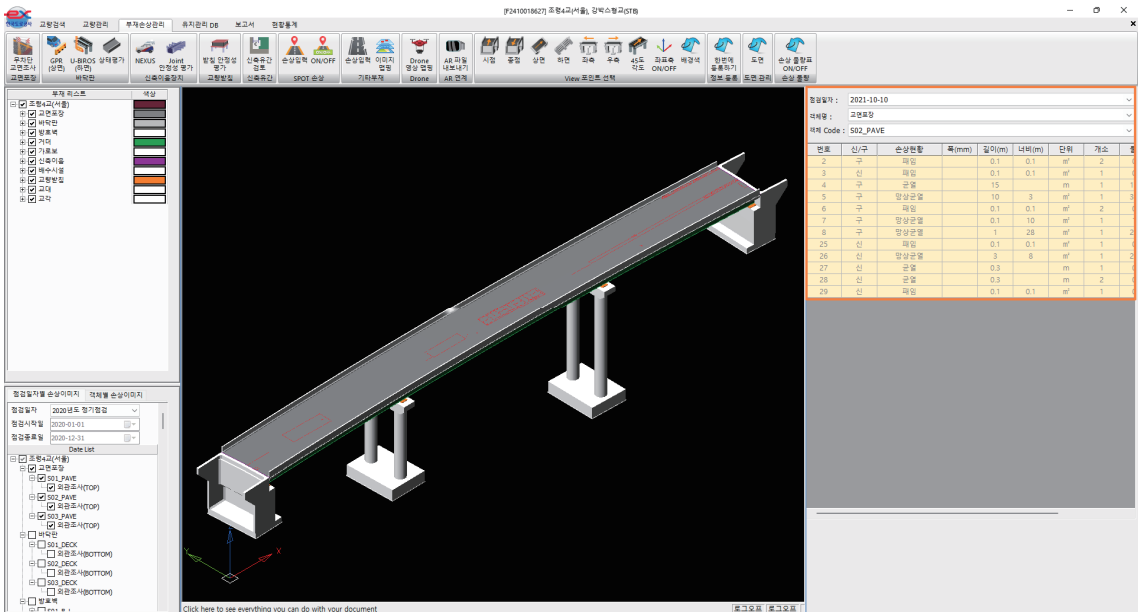
릭한 후 도면이 저장된 폴더에서 파일을 선택하면 해당 파일이 플랫폼에 저장됩니다. 저장된 파일을 Down 버튼을 클릭하여 사용자의 PC에 저장할 수 있습니다.



파. 손상 물량

1) 손상 물량표 On/Off

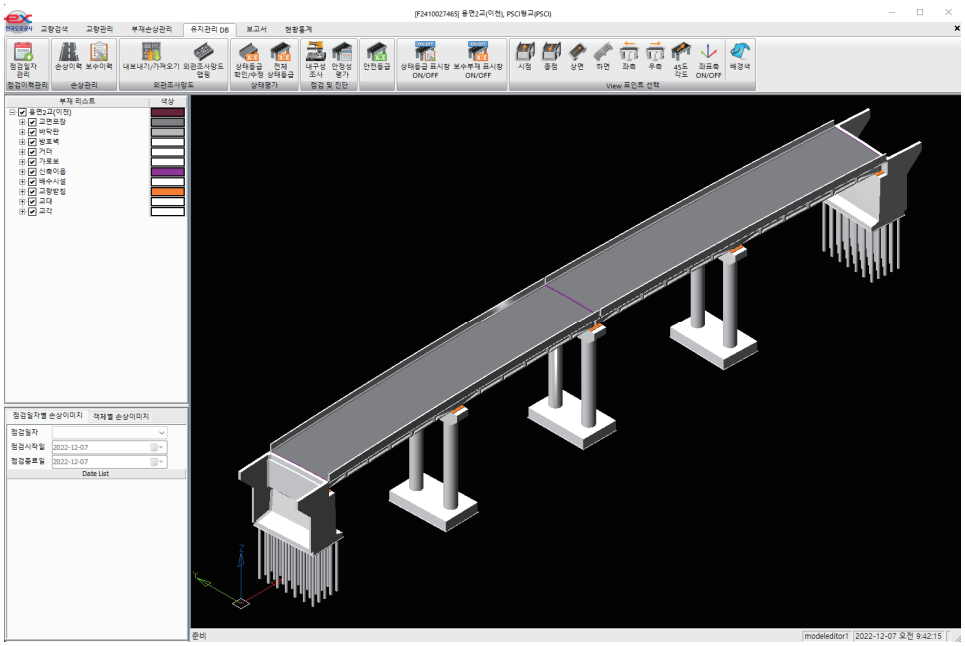
한번에 등록하기를 통해 저장한 손상물량표의 손상항목을 플랫폼 화면에서 확인할 수 있습니다. 손상 물량표 On/Off 버튼을 클릭하면 아래 그림과 같이 우측 화면에 손상물량표가 표시됩니다. 맵핑된 외관조사망도와 함께 3D 모델 상에서 손상의 위치 및 물량을 한번에 확인할 수 있습니다.



제 5 장
유지관리 DB

5. 유지관리 DB

유지관리 DB 메뉴에서는 부재손상관리 메뉴에서 입력한 손상정보를 확인하고 객체별 손상등급을 입력/확인할 수 있습니다. 메뉴구성은 아래 그림과 같습니다.



가. 점검이력관리

1) 점검일자 관리

부재손상관리 탭에서 입력한 손상정보를 Sorting할 점검기간을 설정하는 메뉴입니다. ‘점검일자 관리’ 버튼을 클릭하면 아래와 같은 다이얼로그가 생성되며, 점검일 추가 버튼을 클릭하여 점검을 추가합니다. 추가된 점검에서 일자변경 버튼을 클릭하여 캘린더에서 점검시작일 및 종료일을 선택한 후, 점검구분에서 정기안전점검, 정밀안전점검, 정밀안전진단 중 하나를 설정한 후 저장 버튼을 클릭하며 설정한 점검일이 저장됩니다.

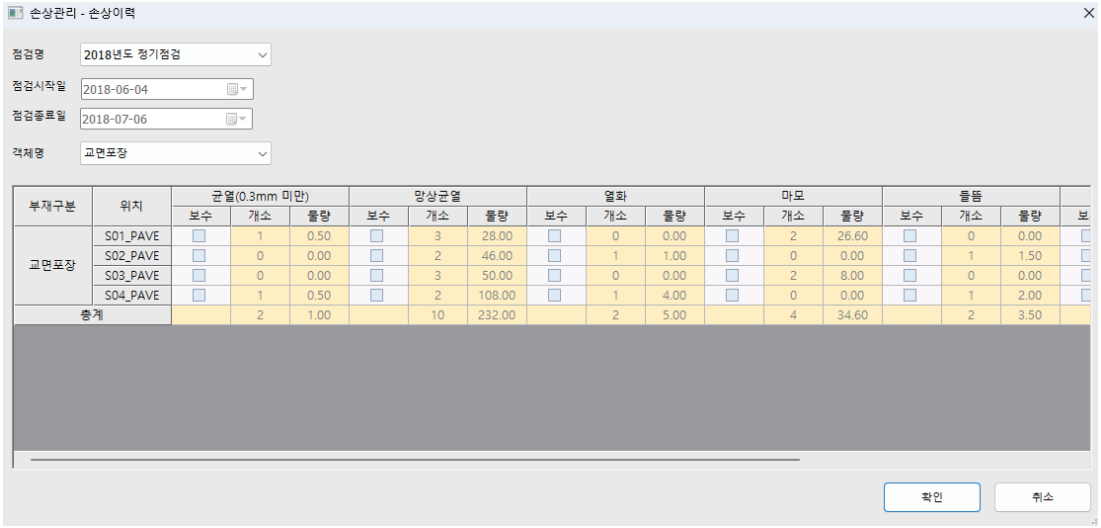


나. 손상관리

1) 손상이력

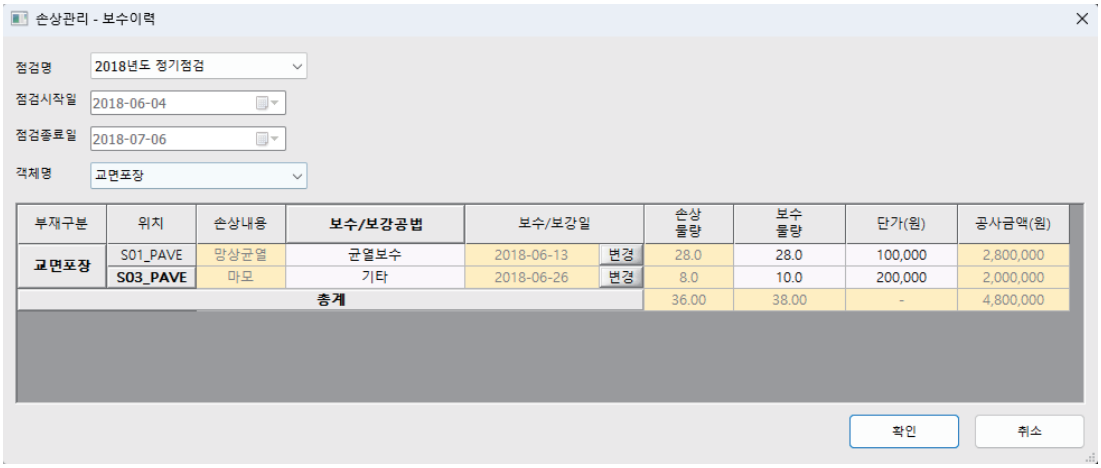
손상이력 메뉴에서는 부재손상관리 탭에서 입력한 손상정보를 객체별로 구분하여 확인할 수 있습니다. 손상이력 버튼을 클릭하면 아래 그림과 같은 다이얼로그가 생성되며, 점검일자 및 객체명에서 확인하고자 하는 점검일과 객체를 선택하면 해당 객체군의 모든 손상정보 및 전체 합계가 표시됩니다. 각 손상항목 중 보수공사를 진행한 항목에 대해 체크박스를 클릭하면 다음 메뉴인 보수이력에서 선택한 항목이 표시되며, 보수물량 및 금액을 입력할 수 있습니다.

* 손상물량 합계가 0인 부재위치 및 손상항목은 아래 다이얼로그에서 표시되지 않습니다. 예를 들어 S02_PAVE에 입력된 손상이 없을 경우 S02_PAVE 행은 표시되지 않으며, 손상항목 중 망상균열의 물량 합계가 0인 경우 망상균열 열은 표시되지 않습니다. 부재손상관리 탭에서 해당 항목들의 손상을 추가적으로 입력하면 손상이력 메뉴에 해당 행 또는 열이 표시됩니다.



2) 보수이력

보수이력 메뉴에서는 손상이력 메뉴애서 체크한 보수항목의 물량 및 보수금액을 확인할 수 있습니다. 보수이력 버튼을 클릭하면 아래 그림과 같은 다이얼로그가 생성되며, 점검일자 및 객체명에서 확인하고자 하는 점검일과 객체를 선택하면 해당 객체군의 보수/보강공법, 보수/보강일, 보수물량, 단가 등을 입력할 수 있고, 입력값에 따른 총 공사금액이 자동으로 산정됩니다.



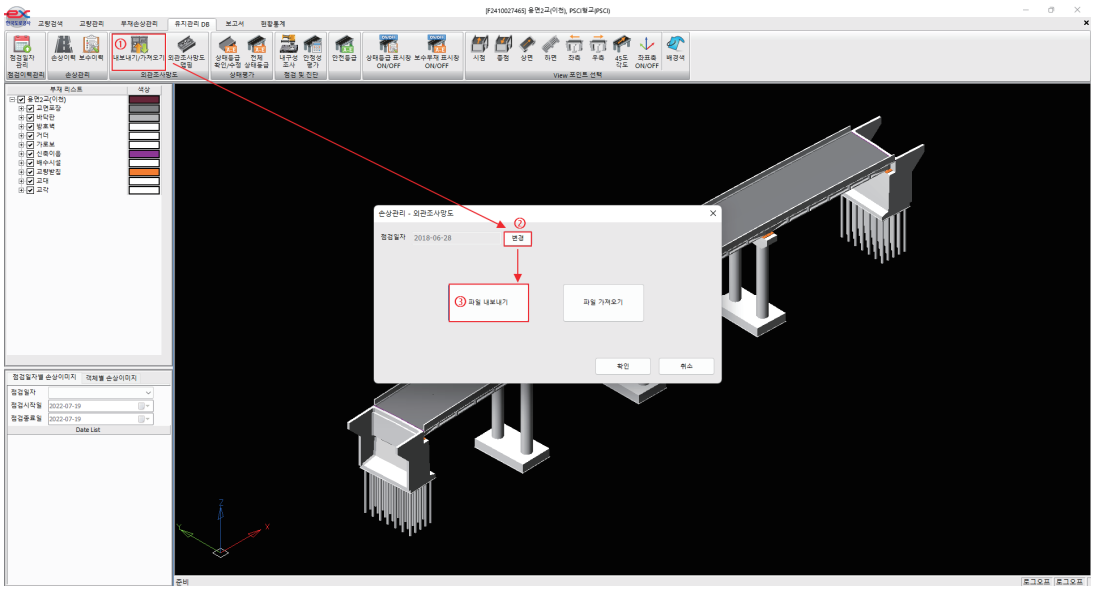
다. 외관조사망도

1) 내보내기/가져오기

외관조사망도 파일을 내보내거나 가져올 수 있습니다. 외관조사망도 내보내기 및 가져오기는 아래와 같은 순서에 따라 진행할 수 있습니다.

a) 외관조사망도 파일 내보내기(초기 파일)

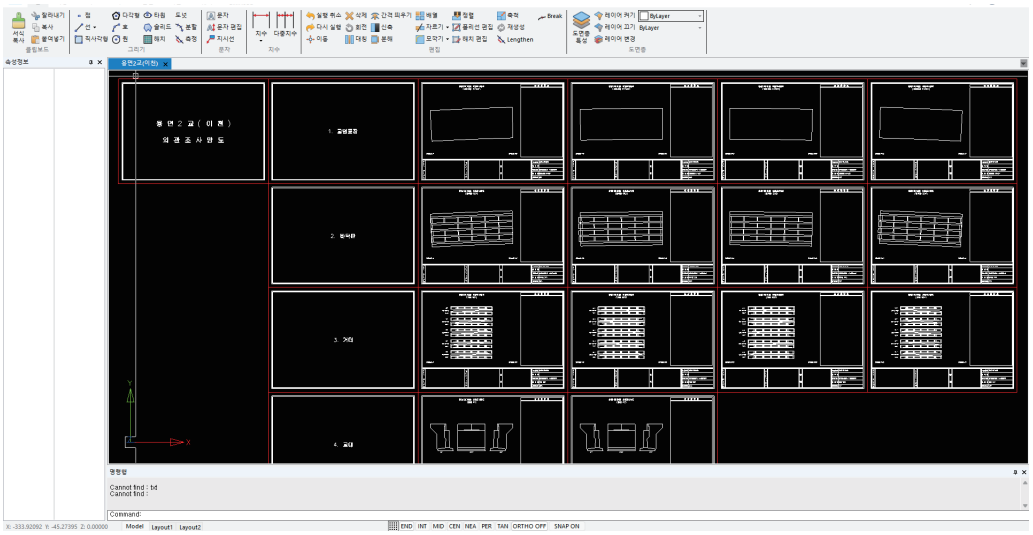
① 점검일자를 선택한 후, 파일 내보내기 버튼을 클릭하여 저장할 폴더를 선택합니다.



* 만약 해당 점검일자에 기존에 저장한 파일이 있을 경우, 아래 그림과 같은 팝업 창이 생성됩니다. ⓐ 초기도면 내보내기를 선택할 경우 구조물의 외곽라인만 표시된 파일이 생성되며, ⓑ 입력도면 내보내기를 선택할 경우 기존에 저장되어 있던 손상정보가 입력된 파일이 생성됩니다.

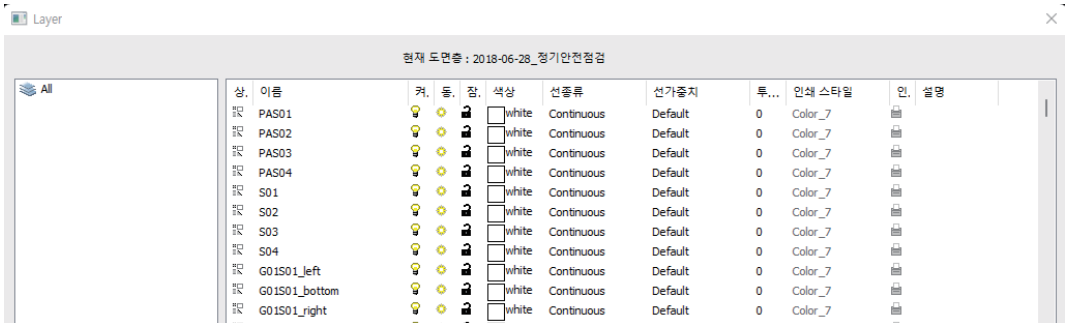


② 파일을 저장한 폴더로 이동한 후 파일을 열어 외관조사망도 초기 파일을 확인합니다.



*1 외관조사망도 파일은 .dxf 파일 양식으로만 저장됩니다. .dwg 파일 양식의 경우, 파일 내부의 텍스트 정보를 가져올 수 없으므로, 추후 유지관리 플랫폼에서 손상 데이터를 가져오기 위해서는 .dxf 파일 양식을 사용하여야 합니다.

*2 도면층의 경우 아래 그림과 같이 맵핑이 필요한 각각의 면이 하나의 도면층으로 설정되어 있습니다. 유지관리 플랫폼에서 각각의 도면층에 대한 좌표 정보를 기반으로 맵핑을 진행하므로, 해당 도면층의 이름이 변경되거나 도면층이 삭제될 경우 해당 위치의 맵핑을 진행할 수 없습니다(수정 금지).



b) 외관조사망도 파일 내보내기(기존 파일)

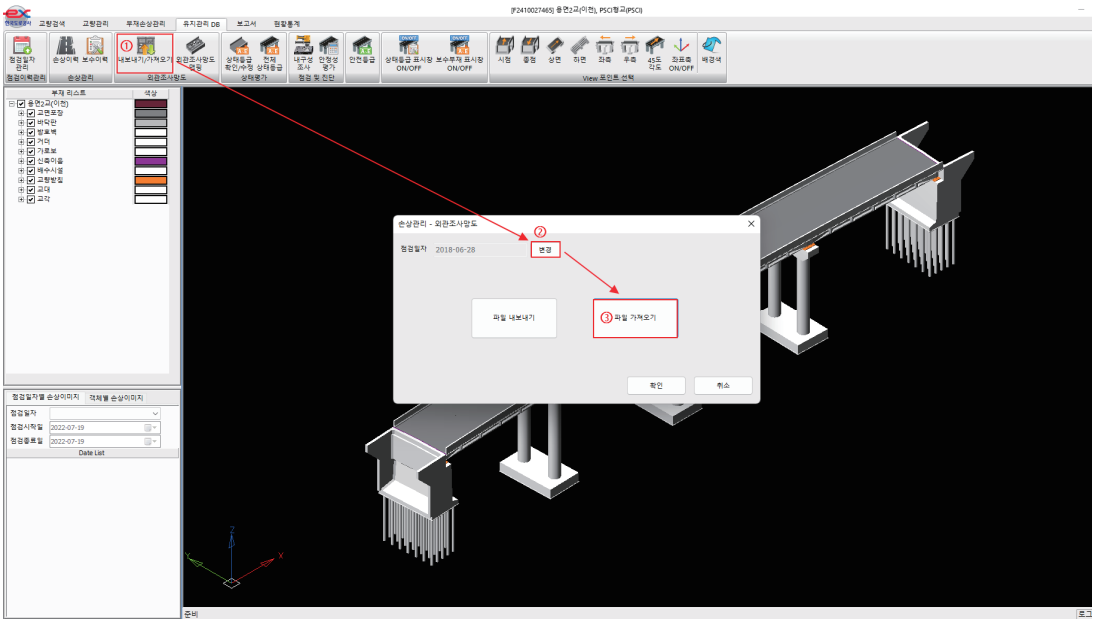
① 점검일자를 선택한 후, 파일 내보내기 버튼을 클릭하여 파일을 저장할 폴더를 선택합니다. a)의 과정과 동일하며, 생성된 팝업 창에서 ⓑ 입력도면 내보내기를 선택하시면 됩니다.

*1 이 기능을 활용하면 이전 점검에서 작성한 외관조사망도 파일을 가져와 현재 점검에서 추가된 손상만을 작성하여 작업을 완료할 수 있습니다.

*2 단 현재 도면층 명칭은 '점검일_점검종류'로 설정되어 있으므로, 이전 점검에서 작성한 외관조사망도 파일을 활용할 경우 해당 도면층의 명칭에서 점검일을 새로 저장하는 날짜로 변경하여야 합니다.

c) 외관조사망도 파일 가져오기

① 외관조사망도 작성 후 작성한 파일을 유지관리 플랫폼에 저장합니다. 점검일자를 선택한 후, 파일 가져오기 버튼을 클릭하여 작업한 파일을 유지관리 플랫폼에 저장합니다.

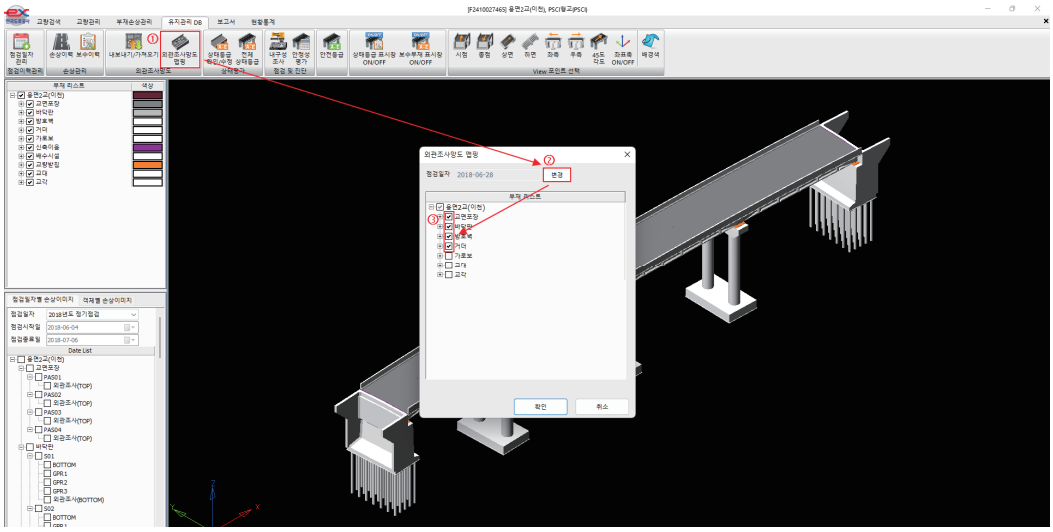


*1 해당 점검일자에 기 저장된 파일이 없을 경우, 선택한 점검일자에 점검이력이 추가되며 업로드한 파일이 해당 점검일자에 저장됩니다.

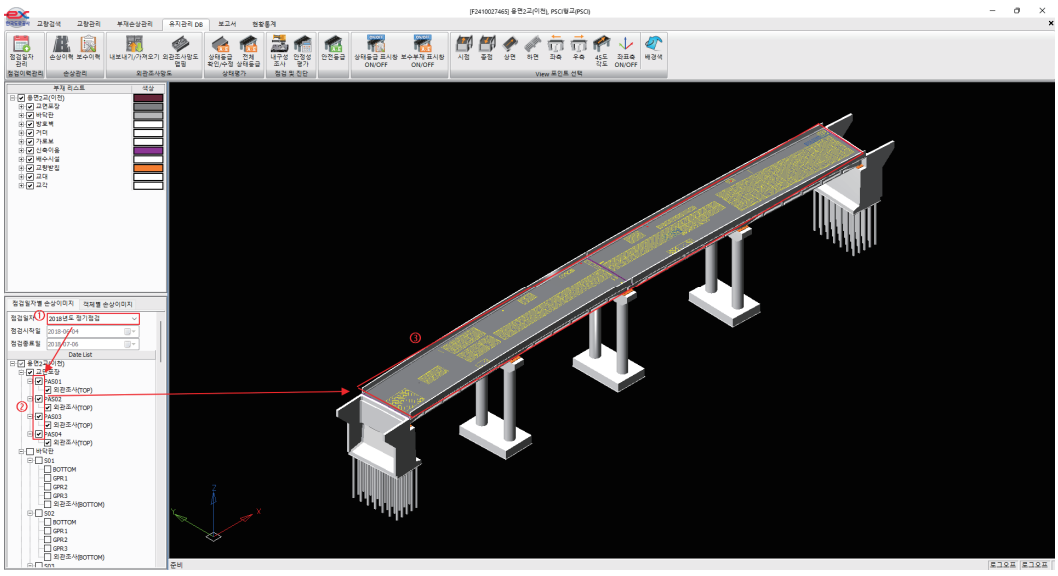
*2 해당 점검일자에 기 저장된 파일이 있을 경우, 기 저장된 파일을 삭제하고 새로 업로드한 파일을 해당 점검일자에 저장합니다.

2) 외관조사망도 맵핑

① 외관조사망도 파일을 가져온 후, [유지관리 DB_외관조사망도_외관조사망도 맵핑]에서 점검일자를 선택한 후, 맵핑을 진행하고자하는 객체를 체크하고 확인 버튼을 클릭합니다.



② 맵핑 이미지는 객체의 면 단위로 저장되며, 좌측 하단의 손상이미지 맵핑 트리에서 점검일자를 설정한 후 확인하고자 하는 외관조사망도 이미지를 선택하면 3D 모델에 해당 이미지가 표시됩니다.

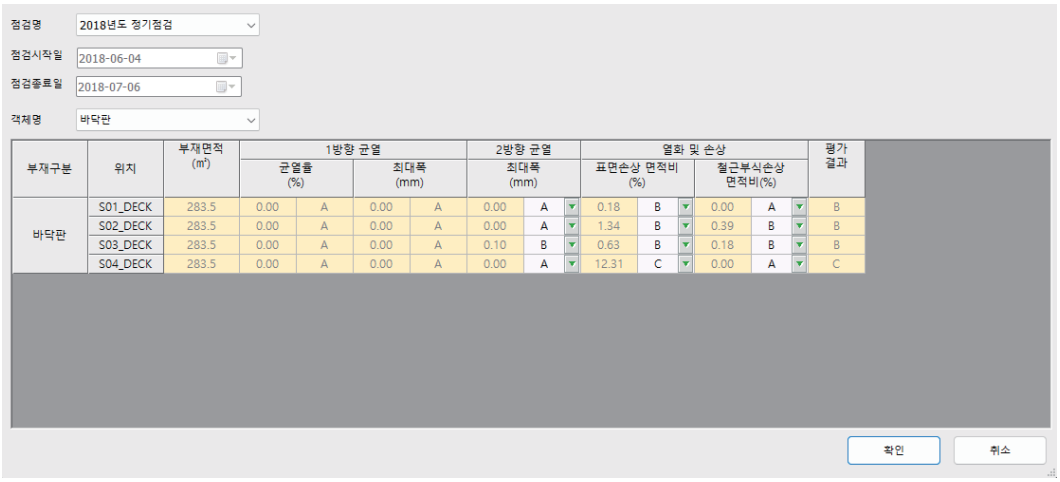


* 이미지 맵핑 리스트에는 손상 이미지(사진 등), 과학화장비 조사 이미지(GPR, U-BIROS, 무차단 교면조사), 외관조사망도 맵핑 이미지가 모두 표시됩니다. 외관조사망도 이미지만 확인하고자 할 경우에는 '외관조사(방향면)'으로 표시된 항목들만 체크해 주시면 됩니다.

라. 상태평가

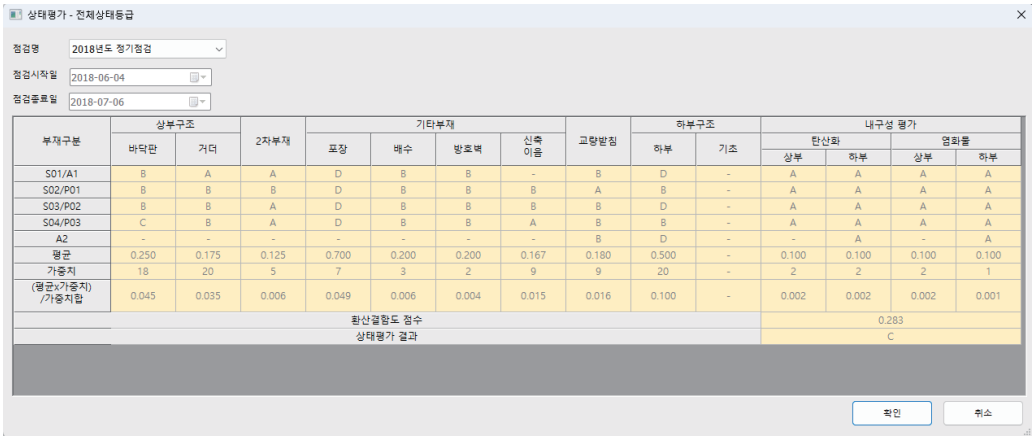
1) 상태등급 확인/수정

상태등급 확인/수정 메뉴에서는 손상등급을 객체별로 구분하여 확인 및 입력할 수 있습니다. 상태등급 확인/수정 버튼을 클릭하면 아래 그림과 같은 다이얼로그가 생성되며, 점검일자 및 객체명에서 확인하고자 하는 점검일과 객체를 선택하면 해당 객체군의 부재면적, 손상률, 손상등급, 평가결과를 확인할 수 있습니다. 손상률에 따라 자동적으로 산정되며, 점검자의 판단에 따라 등급 수정이 필요한 항목들은 사용자가 직접 손상등급을 수정할 수도 있습니다.



2) 전체상태등급

전체상태등급 메뉴에서는 상태등급 확인/수정 및 내구성 조사 메뉴에서 입력한 상태등급에 따른 교량 전체 상태등급을 확인할 수 있습니다. 전체상태등급 버튼을 클릭하면 아래 그림과 같은 다이얼로그가 생성되며, 점검일자에서 확인하고자 하는 점검일을 선택하면 각 부재별 상태등급, 환산결함도 점수, 교량 전체 상태등급을 확인할 수 있습니다.



마. 점검 및 진단

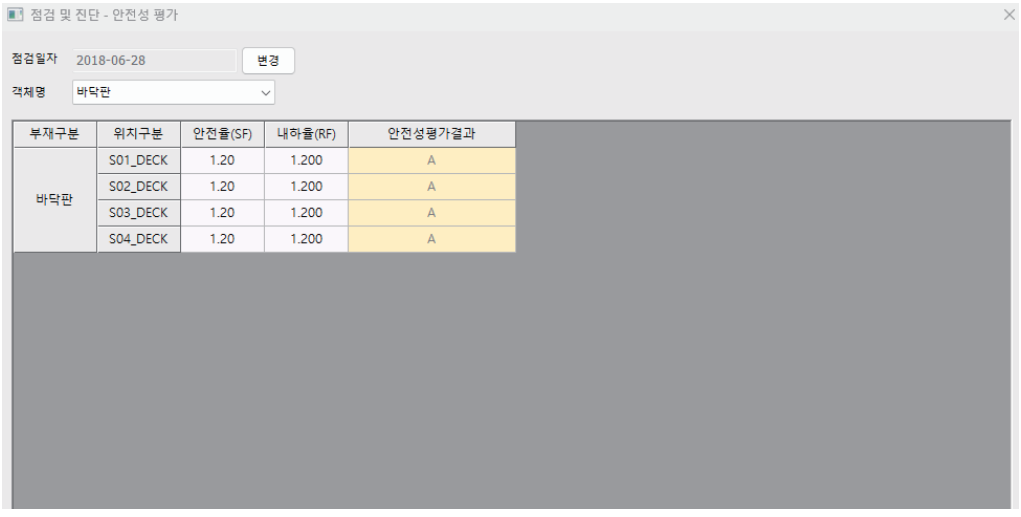
1) 내구성 조사

내구성 조사 메뉴에서는 상/하부 구조물의 탄산화 상태평가 및 염화물 상태평가 결과를 입력할 수 있습니다. 내구성 조사 버튼을 클릭하면 아래 그림과 같은 다이얼로그가 생성되며, 점검일자에서 확인하고자 하는 점검일을 선택한 후 조사항목에서 탄산화 상태평가 또는 염화물 상태평가 결과를 선택하면, 해당 일자의 탄산화 상태평가 또는 염화물 상태평가 결과를 입력 및 확인할 수 있습니다.



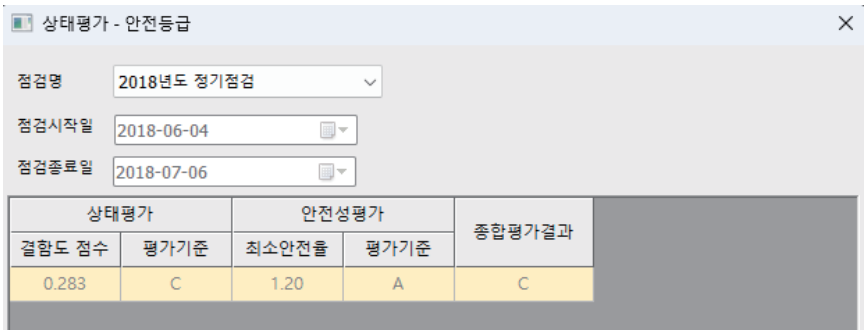
2) 안정성 평가

안정성 평가 메뉴에서는 바닥판, 거더, 교대, 교각의 안전율 및 내하율을 입력할 수 있습니다. 안정성 평가 버튼을 클릭하면 아래 그림과 같은 다이얼로그가 생성되며, 점검일자에서 확인하고자 하는 점검일과 해당 객체를 선택하면, 해당 객체의 안전율 및 내하율을 입력할 수 있으며 입력값에 따른 안전성 평가결과를 확인할 수 있습니다.



바. 안전등급

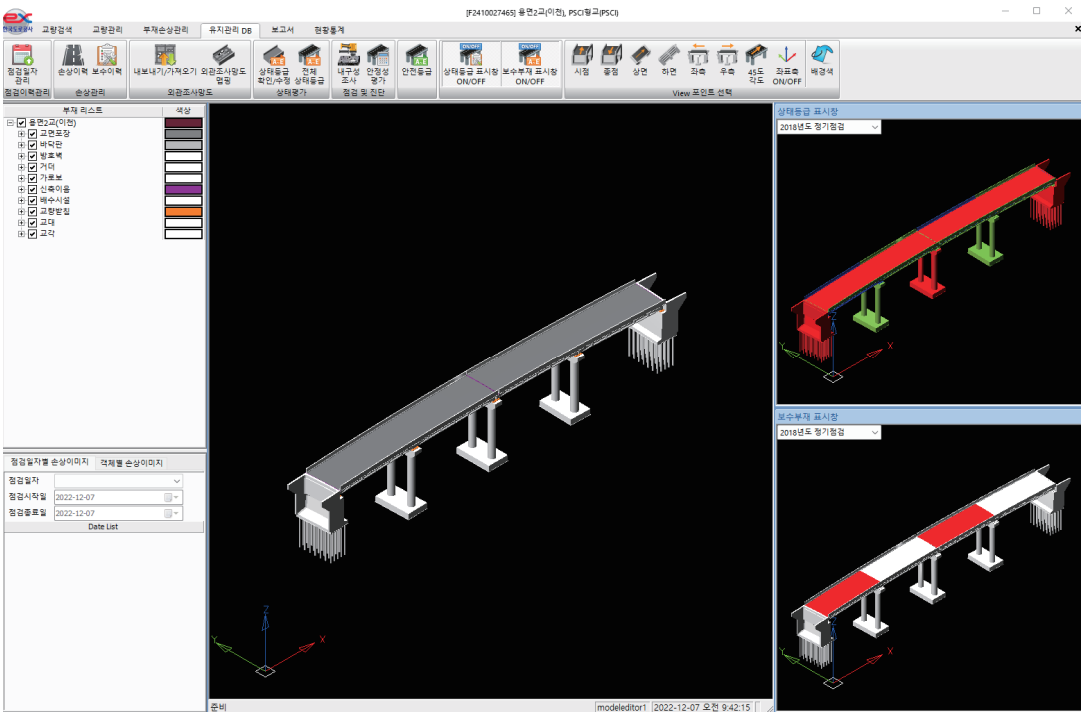
전체 상태등급 및 안정성 평가결과를 바탕으로 산정된 교량의 안전등급을 확인할 수 있습니다. 안전등급 메뉴를 선택한 후 점검일자를 설정하면 상태평가 및 안전성 평가결과가 표시되며, 전체 상태등급 및 안정성 평가결과를 바탕으로 하는 종합평가결과(안전등급)이 자동적으로 산정됩니다.



사. 상태등급 표시창, 보수부재 표시창 ON/OFF

부재별 상태등급 및 보수부재를 3D 모델 상에서 확인할 수 있는 별도의 3D 창을 On/Off합니다. 상태등급 표시창 또는 보수부재 표시창을 On할 경우 아래 그림과 같이 우측에 별도의 3D 창이 생성되며, 해당 창에서 점검명을 선택하면 해당 점검에 저장된 부재별 상태등급 및 보수부재가 색상으로 구분되어 표시됩니다.

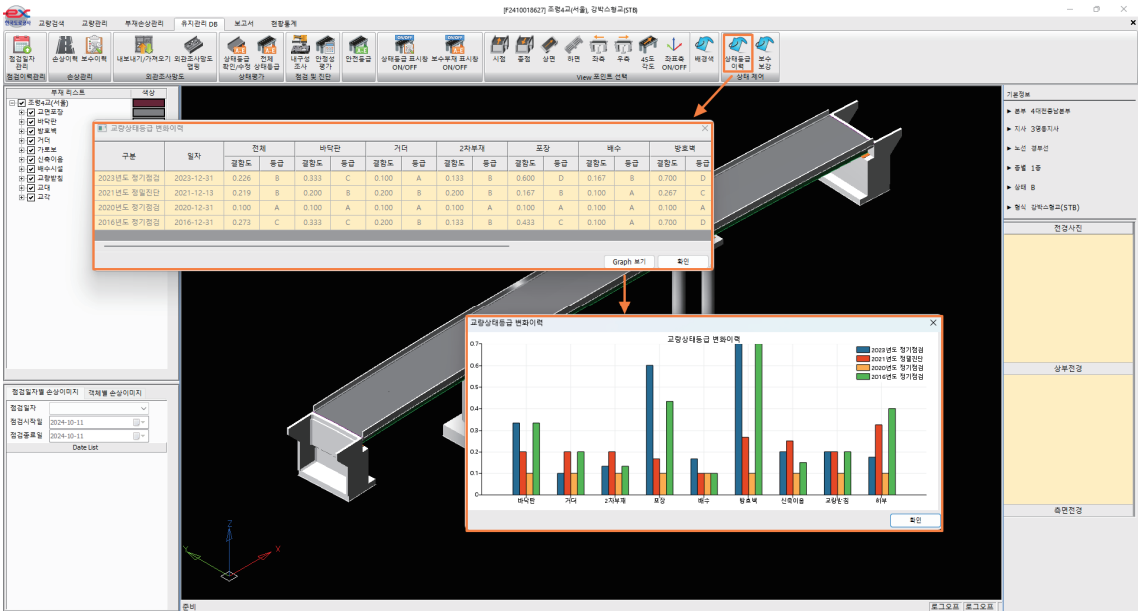
* 상태등급에 따른 부재별 색상 구분 - A : 초록, B : 파랑, C : 주황, D : 빨강, E : 검정



아. 상태 제어

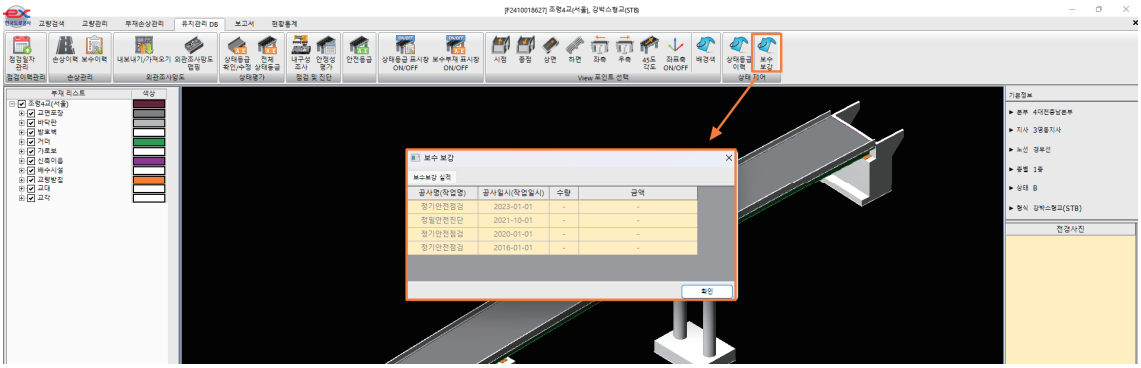
1) 상태등급 이력

점검일자에 따른 교량상태등급 변화이력을 확인할 수 있습니다. 상태등급 버튼을 클릭하면 아래 그림과 같이 입력된 점검일자별로 전체 및 부재별 결함도가 표시됩니다. 해당 다이얼로그에서 Graph 보기 버튼을 클릭하면 상태등급 이력을 그래프로 확인할 수 있습니다.



2) 보수보강 이력

작업일시에 따른 보수보강 이력을 확인할 수 있습니다. 보수보강 버튼을 클릭하면 아래 그림과 가이 공사일시별로 보수 수량 및 금액이 표시됩니다.

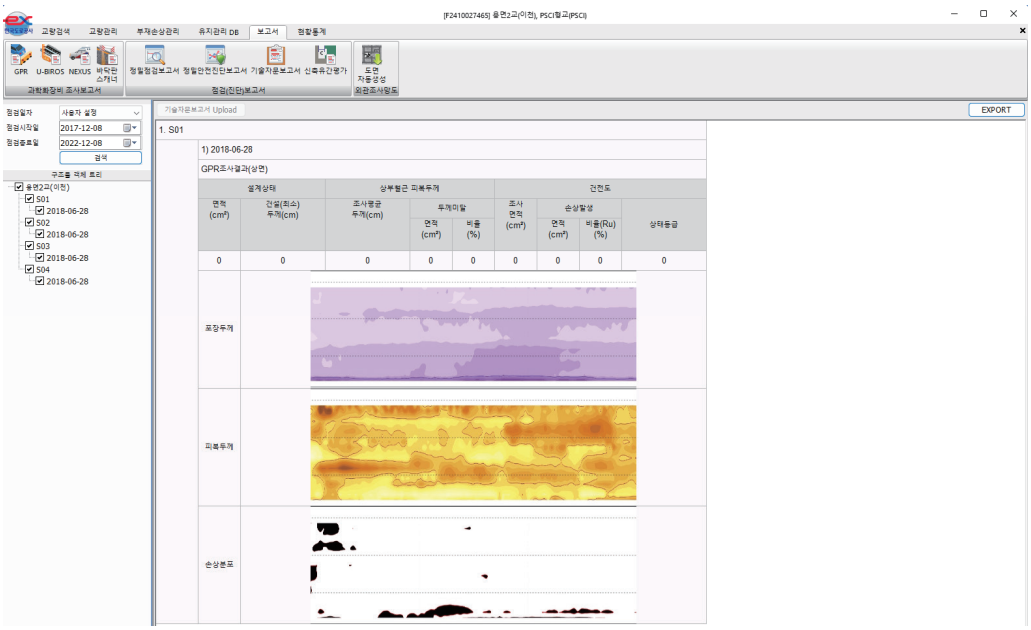


제 6 장
보 고 서

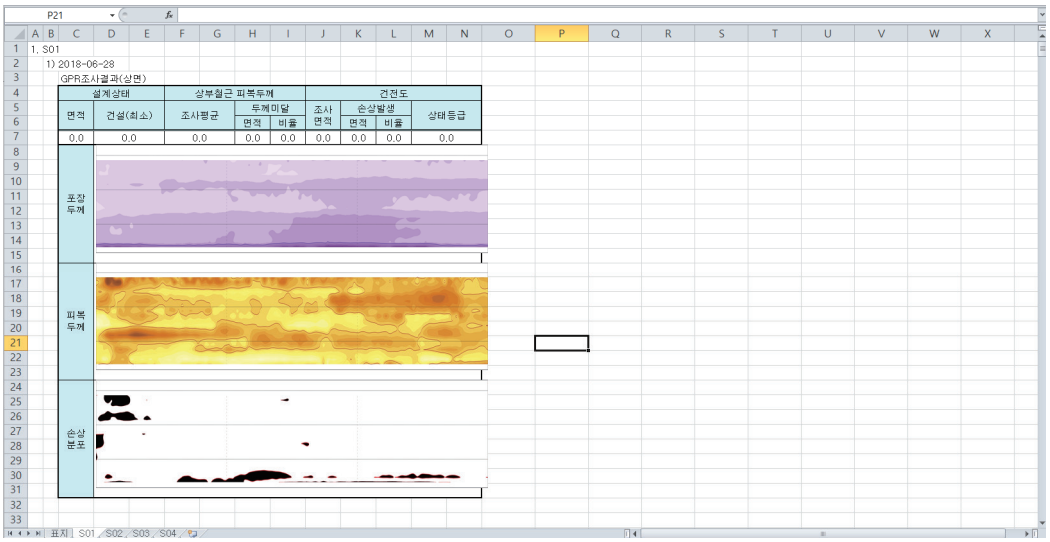
6. 보고서

가. 과학화장비 조사보고서

과학화장비 조사보고서에서는 GPR, U-BIROS, NEXUS, 바닥판 스캐너 보고서를 확인 및 출력할 수 있습니다. 과학화장비 조사보고서 메뉴에서 원하는 보고서 메뉴를 선택한 후, 좌측 트리메뉴에서 점검시작일 및 점검종료일을 설정하고 검색을 클릭하면 해당 기간 내 조사결과들이 트리 메뉴에 표시됩니다. 확인하고자 하는 항목을 클릭하면 해당 보고서를 플랫폼에서 바로 확인하실 수 있습니다.



우측 상단의 EXPORT 버튼을 클릭한 후 파일을 저장할 폴더를 선택하면 동일한 내용을 엑셀 파일로 출력할 수 있습니다.

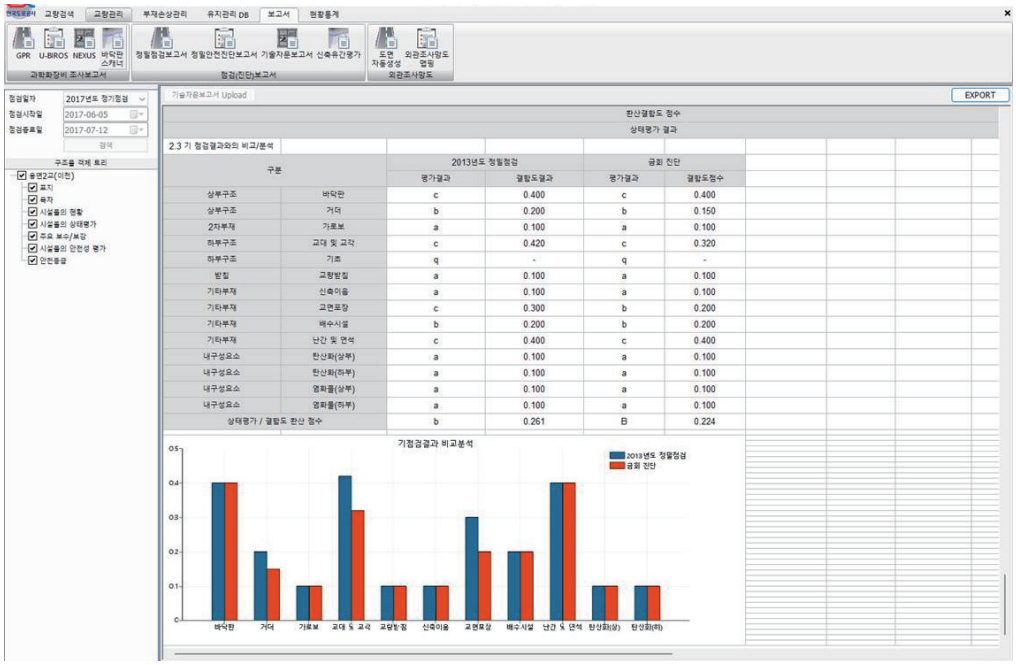


나. 점검(진단)보고서

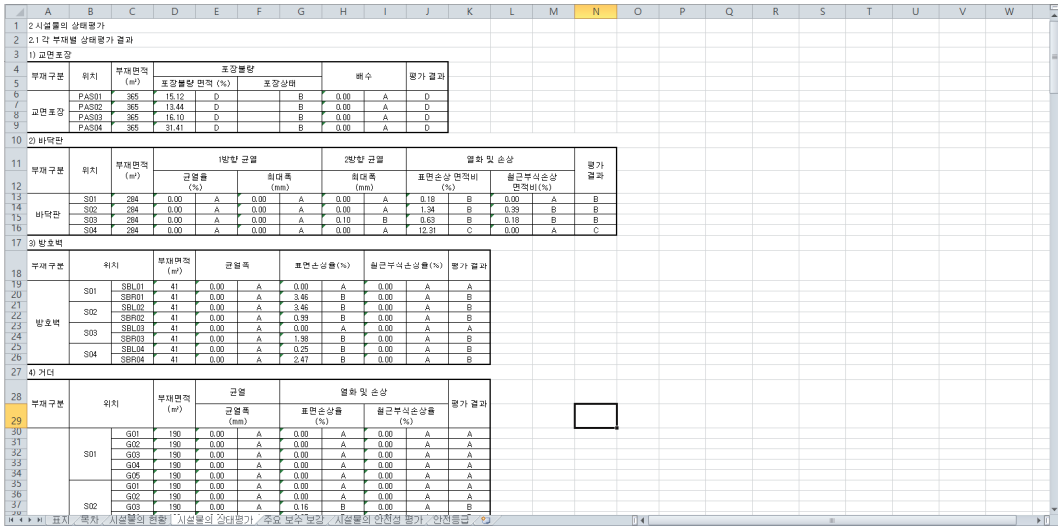
1) 정밀점검보고서

점검 보고서를 출력할 수 있습니다. 정밀점검보고서 메뉴를 선택한 후 점검일자를 설정하면 해당 점검의 보고서 목차가 좌측 트리 메뉴에 표시됩니다. 확인하고자 하는 항목을 클릭하면 해당 보고서를 플랫폼에서 바로 확인하실 수 있습니다.

* 점검일자 Combo Box에는 [유지관리 DB_점검일자 관리]에서 점검구분을 정기안전점검 및 정밀안전점검으로 설정한 점검명만 표시됩니다.



트리 메뉴에서 출력한 항목을 체크한 후, 우측 상단의 EXPORT 버튼을 클릭하고 파일을 저장할 폴더를 선택하면 동일한 내용을 엑셀 파일로 출력할 수 있습니다.



2) 정밀안전진단보고서

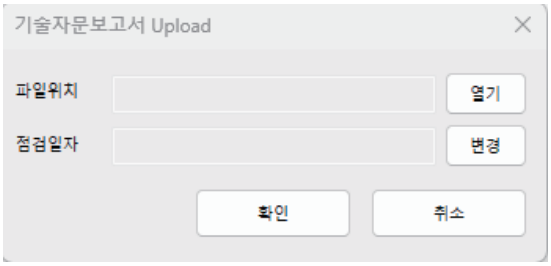
정밀안전진단 보고서를 출력할 수 있습니다. 정밀안전진단보고서 메뉴를 선택한 후 점검일자를 설정하면 해당 점검의 보고서 목차가 좌측 트리 메뉴에 표시됩니다. 확인하고자 하는 항목을 클릭하면 해당 보고서를 플랫폼에서 바로 확인하실 수 있습니다. 또한 트리 메뉴에서 출력한 항목을 체크한 후, 우측 상단의 EXPORT 버튼을 클릭하고 파일을 저장할 폴더를 선택하면 동일한 내용을 엑셀 파일로 출력할 수 있습니다. 플랫폼 내 표시항목 및 엑셀 출력파일의 구성은 정밀점검보고서와 동일합니다.

* 점검일자 Combo Box에는 [유지관리 DB_점검일자 관리]에서 점검구분을 정밀안전진단으로 설정한 점검명만 표시됩니다.

3) 기술자문보고서

기술자문보고서를 업로드 및 다운로드할 수 있습니다. 기술자문보고서 메뉴를 선택한 후 좌측 상단의 '기술자문보고서 Upload' 버튼을 클릭하면 아래 그림과 같은 다이얼로그가 생성되며, 파일위치 및 점검일자를 선택한 후 확인 버튼을 클릭하면 해당 파일이 플랫폼 서버에 저장됩니다.

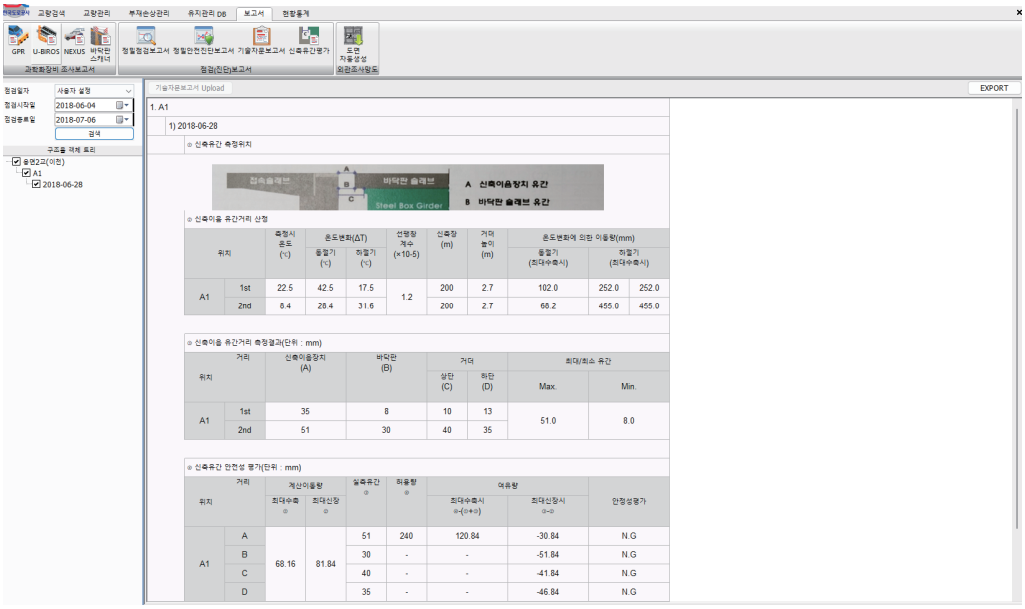
* 기술자문보고서 파일은 한글(.hwp) 파일만 업로드할 수 있습니다.



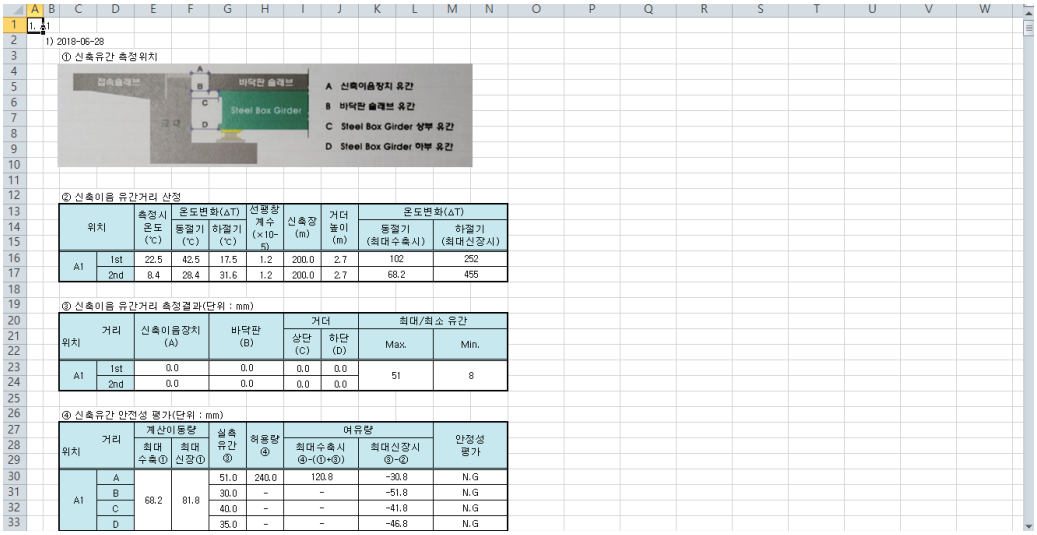
기술자문보고서 다운로드의 경우, 좌측 상단의 점검일자를 설정하면 설정한 기간에 해당되는 기술자문보고서 목록이 좌측 트리 메뉴에 표시됩니다. 트리 메뉴에서 출력한 항목을 체크한 후, 우측 상단의 EXPORT 버튼을 클릭하고 파일을 저장할 폴더를 선택하면 기술자문보고서 파일을 다운로드하실 수 있습니다.

4) 신축유간평가

신축유간평가 보고서를 출력할 수 있습니다. 신축유간평가 메뉴를 선택한 후, 좌측 트리 메뉴에서 점검시작일 및 점검종료일을 설정하고 검색을 클릭하면 해당 기간 내 조사결과들이 트리 메뉴에 표시됩니다. 확인하고자 하는 항목을 클릭하면 해당 보고서를 플랫폼에서 바로 확인하실 수 있습니다.



트리 메뉴에서 출력한 항목을 체크한 후, 우측 상단의 EXPORT 버튼을 클릭하고 파일을 저장할 폴더를 선택하면 동일한 내용을 엑셀 파일로 출력할 수 있습니다.



다. 외관조사망도

1) 도면 자동생성

[유지관리 DB_외관조사망도_내보내기/가져오기]에서 가져온 도면 파일을 출력할 수 있습니다. 외관조사망도 메뉴를 선택한 후, 좌측 상단의 점검일자를 설정하면 설정한 기간에 해당되는 외관조사망도 목록이 좌측 트리 메뉴에 표시됩니다. 트리 메뉴에서 출력한 항목을 체크한 후, 우측 상단의 EXPORT 버튼을 클릭하고 파일을 저장할 폴더를 선택하면 외관조사망도 파일을 다운로드하실 수 있습니다.

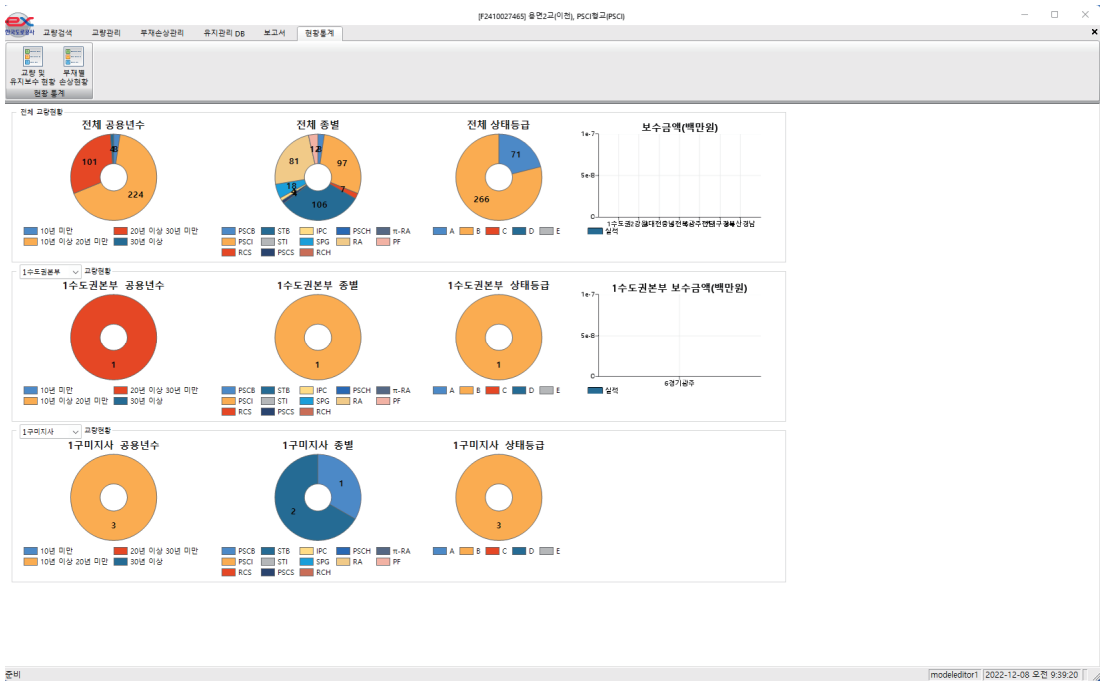
제 7 장
현황통계

7. 현황통계

플랫폼에서 관리하고 있는 전체 교량의 현황 및 통계값을 확인할 수 있습니다.

가. 교량 및 유지보수 현황

전체/본부/지사별 교량 및 유지보수 현황이 그래프로 표시됩니다. 본부 및 지사의 경우 교량현황 앞의 Combo Box에서 해당되는 본부 및 지사를 선택하시면 해당 본부 및 지사의 현황을 확인하실 수 있습니다.



나. 부재별 손상현황

설정한 조건에 따른 부재별 손상현황을 확인할 수 있습니다. 부재별 손상현황 메뉴 선택 후 아래의 순서에 따라 진행합니다.

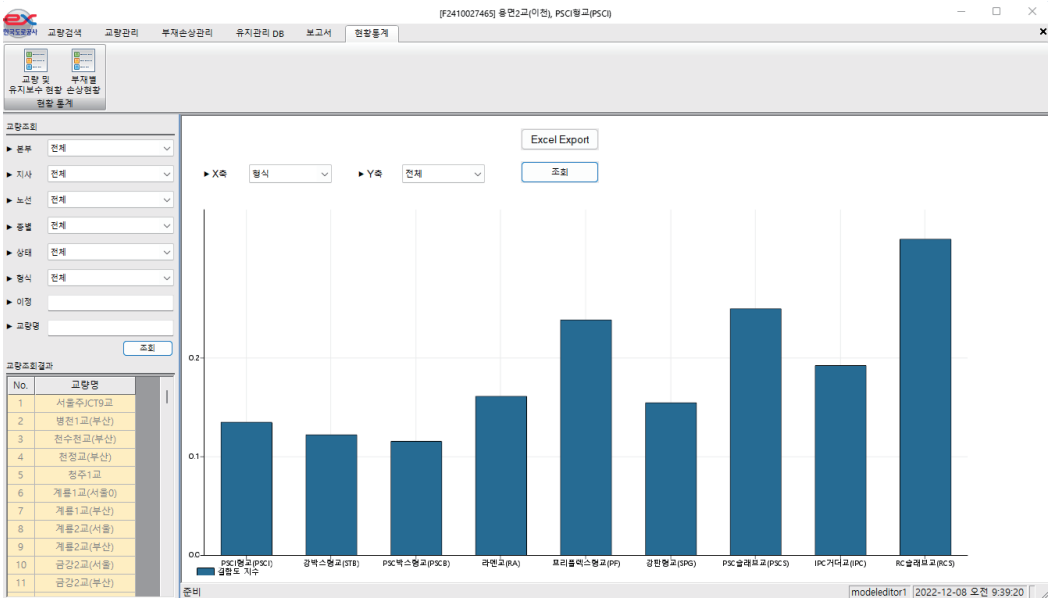
① 좌측 Docking Pane의 교량조회 메뉴에서 확인하고자 하는 교량들의 조건을 설정한 후 조회 버튼을 클릭하여 해당되는 교량을 확인합니다.

② x축에 표시하고자하는 항목을 설정합니다. 본부, 지사, 노선, 종별, 형식, 교량 중 하나의 항목을 설정할 수 있으며, 설정한 값에 해당되는 단위로 그래프의 x축이 설정됩니다.

③ y축에 표시하고자하는 항목을 설정합니다. 전체, 바닥판, 거더, 2차부재, 포장, 배수, 방호벽, 신축이음, 교량받침, 하부, 기초, 탄산화(상부) , 탄산화(하부), 염화물(상부), 염

화물(하부) 중 하나의 항목을 설정할 수 있으며, 설정한 값에 해당되는 단위로 그래프의 y축이 설정됩니다.

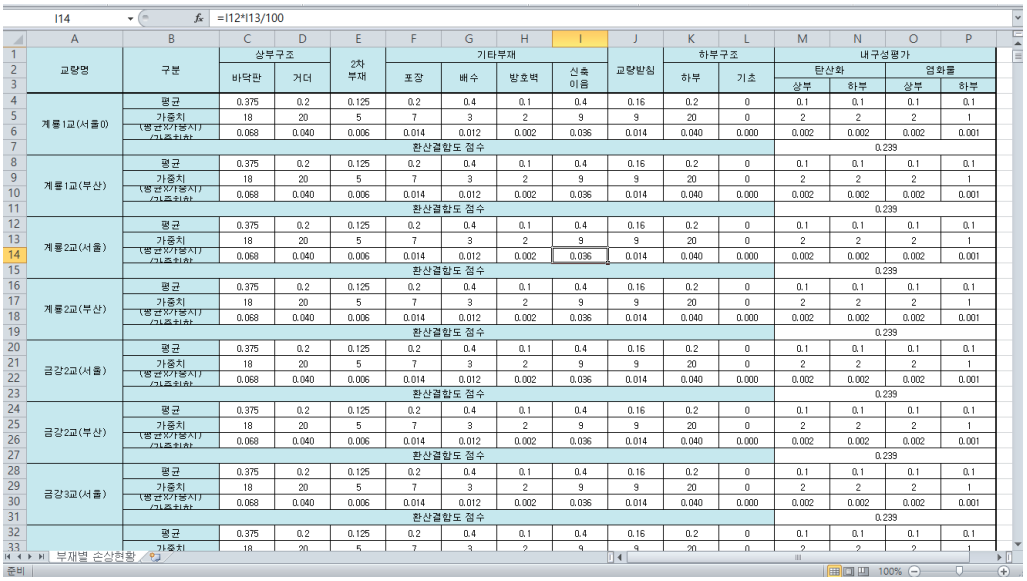
④ 조회 버튼을 클릭하면 아래 그림과 같이 설정한 조건에 대한 결함도 지수 그래프를 확인할 수 있습니다.



또한 다양한 통계처리를 위해 플랫폼에서 관리하고 있는 교량들의 결함도 지수를 엑셀 파일로 내보낼 수 있습니다. 엑셀 파일 내보내기는 아래와 같은 순서로 진행합니다.

① 좌측 Docking Pane의 교량조회 메뉴에서 확인하고자 하는 교량들의 조건을 설정한 후 조회 버튼을 클릭하여 해당되는 교량을 확인합니다.

② Export 버튼을 클릭하여 조회한 교량들의 결함도 지수를 엑셀 파일로 내보낸 후, 아래 그림과 같이 엑셀 파일에 작성된 결함도 지수를 확인합니다.



교량명	구분	상부구조		2차부재	기타부재				교량받침	하부구조		내구성평가			
		바닥판	거더		포장	배수	방호벽	신축이음		하부	기초	탄산화		염화물	
												상부	하부	상부	하부
계룡1교(서울0)	평균	0.375	0.2	0.125	0.2	0.4	0.1	0.4	0.16	0.2	0	0.1	0.1	0.1	0.1
	가중치	18	20	5	7	3	2	9	9	20	0	2	2	2	1
	(평균X가중치)/가중치합	0.068	0.040	0.006	0.014	0.012	0.002	0.036	0.014	0.040	0.000	0.002	0.002	0.002	0.001
	환산결함도 점수											0.239			
계룡1교(부산)	평균	0.375	0.2	0.125	0.2	0.4	0.1	0.4	0.16	0.2	0	0.1	0.1	0.1	0.1
	가중치	18	20	5	7	3	2	9	9	20	0	2	2	2	1
	(평균X가중치)/가중치합	0.068	0.040	0.006	0.014	0.012	0.002	0.036	0.014	0.040	0.000	0.002	0.002	0.002	0.001
	환산결함도 점수											0.239			
계룡2교(서울)	평균	0.375	0.2	0.125	0.2	0.4	0.1	0.4	0.16	0.2	0	0.1	0.1	0.1	0.1
	가중치	18	20	5	7	3	2	9	9	20	0	2	2	2	1
	(평균X가중치)/가중치합	0.068	0.040	0.006	0.014	0.012	0.002	0.036	0.014	0.040	0.000	0.002	0.002	0.002	0.001
	환산결함도 점수											0.239			
계룡2교(부산)	평균	0.375	0.2	0.125	0.2	0.4	0.1	0.4	0.16	0.2	0	0.1	0.1	0.1	0.1
	가중치	18	20	5	7	3	2	9	9	20	0	2	2	2	1
	(평균X가중치)/가중치합	0.068	0.040	0.006	0.014	0.012	0.002	0.036	0.014	0.040	0.000	0.002	0.002	0.002	0.001
	환산결함도 점수											0.239			
금강2교(서울)	평균	0.375	0.2	0.125	0.2	0.4	0.1	0.4	0.16	0.2	0	0.1	0.1	0.1	0.1
	가중치	18	20	5	7	3	2	9	9	20	0	2	2	2	1
	(평균X가중치)/가중치합	0.068	0.040	0.006	0.014	0.012	0.002	0.036	0.014	0.040	0.000	0.002	0.002	0.002	0.001
	환산결함도 점수											0.239			
금강2교(부산)	평균	0.375	0.2	0.125	0.2	0.4	0.1	0.4	0.16	0.2	0	0.1	0.1	0.1	0.1
	가중치	18	20	5	7	3	2	9	9	20	0	2	2	2	1
	(평균X가중치)/가중치합	0.068	0.040	0.006	0.014	0.012	0.002	0.036	0.014	0.040	0.000	0.002	0.002	0.002	0.001
	환산결함도 점수											0.239			
금강3교(서울)	평균	0.375	0.2	0.125	0.2	0.4	0.1	0.4	0.16	0.2	0	0.1	0.1	0.1	0.1
	가중치	18	20	5	7	3	2	9	9	20	0	2	2	2	1
	(평균X가중치)/가중치합	0.068	0.040	0.006	0.014	0.012	0.002	0.036	0.014	0.040	0.000	0.002	0.002	0.002	0.001
	환산결함도 점수											0.239			
	평균	0.375	0.2	0.125	0.2	0.4	0.1	0.4	0.16	0.2	0	0.1	0.1	0.1	0.1
	가중치	18	20	5	7	3	2	9	9	20	0	2	2	2	1

제 8 장
부 록

8. 부 록

가. 메뉴리스트

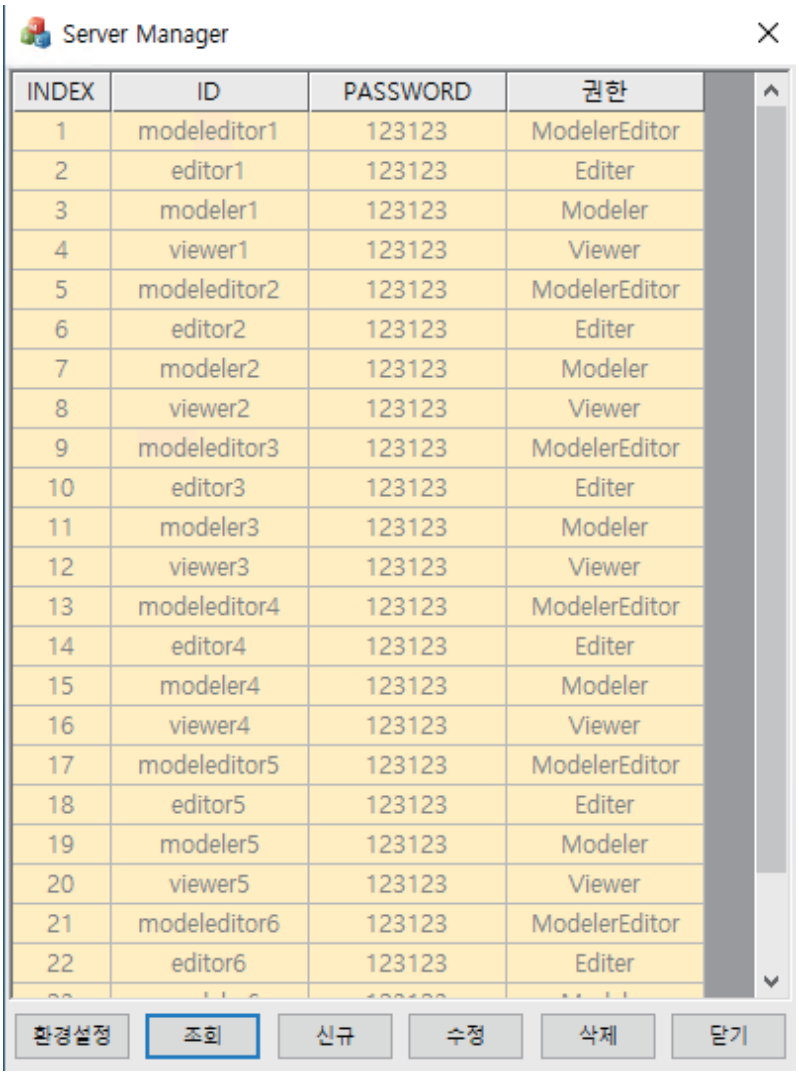
교량 BIM 유지관리 플랫폼(BIMEX) 메뉴리스트			
메인 탭	대분류	중분류	주요기능
교량검색	GIS	교량추가	플랫폼 DB에 신규 교량 추가
교량관리	교량정보	교량정보 편집	교량의 기본정보 입력 및 수정
		3D 모델 생성/변경	3D 모델 생성을 위한 교량의 기본/상세 제원 입력
		3D 모델 보기	생성된 3D 모델 보기
		전경 사진	교량 전경사진 및 대표손상시진 입력
부재손상관리	교면포장	무차단 교면조사	무차단 교면조사 데이터 입력
	바닥판	GPR(상면)	GPR 데이터 입력
		U-BIROS (하면)	U-BIROS 데이터 입력
		상태평가	GPR 조사결과(상면), 외관조사(하면), 대표손상사진 입력 및 확인
	신축이음장치	NEXUS	NEXUS 데이터 입력
		Joint 안정성 평가	Joint 안정성 평가, 외관상태, 대표손상사진 입력 및 확인
	교량받침	받침 안정성 평가	받침 안정성 평가, 외관상태, 대표손상사진 입력 및 확인
	신축유간	신축유간 검토	신축이음 유간거리 산정 및 안정성 평가내용 입력 및 확인
	SPOT 손상	손상입력	SPOT 손상 내역 입력
		ON/OFF	3D 모델에서 SPOT 손상 티커 ON/OFF
	기타부재	손상입력	바닥판, 신축이음, 교량받침 외 나머지 부재의 손상 내역 입력
		이미지 맵핑	3D 모델에 손상 이미지 맵핑
	Drone	Drone 영상 맵핑	드론 영상 파일(.obj) 가져오기
	AR 연계	AR 파일 내보내기	3D 모델을 AR 파일(.fbx)로 내보내기

교량 BIM 유지관리 플랫폼(BIMEX) 메뉴리스트			
메인 탭	대분류	중분류	주요기능
부재손상관리	View 포인트 선택	시점	시점에서 종점 방향으로 3D 모델 View 포인트 변경
		종점	종점에서 시점 방향으로 3D 모델 View 포인트 변경
		상면	교량 상면에서 하면 방향으로 3D 모델 View 포인트 변경
		하면	교량 하면에서 상면 방향으로 3D 모델 View 포인트 변경
		좌측	교량 진행방향 좌측에서 우측 방향으로 3D 모델 View 포인트 변경
		우측	교량 진행방향 우측에서 좌측 방향으로 3D 모델 View 포인트 변경
		45도 각도	45도 각도로 3D 모델 View 포인트 변경
		좌표축 ON/OFF	3D View창에서 좌표축 표시 ON/OFF
		배경색	3D View창 배경색 설정
	정보 등록	한번에 등록하기	손상집계표를 내보내기/가져오기를 통해 모든 손상정보를 한번에 등록
	도면 관리	도면	도면 파일 저장 및 다운로드
	손상물량	손상물량표 On/Off	손상물량표 On/Off
유지관리 DB	점검이력관리	점검일자 관리	점검단위 설정 및 점검단위별 시작일/종료일 설정
	손상관리	손상이력	부재손상관리 탭에서 입력된 부재별 손상내역을 점검단위별로 확인
		보수이력	손상내역별 보수이력 입력
	외관조사망도	내보내기/ 가져오기	점검일자별 외관조사망도 초기/저장파일 내보내기 및 작성된 외관조사망도 파일 가져오기
		외관조사망도 맵핑	가져온 외관조사망도 파일의 손상항목을 3D 모델에 맵핑

교량 BIM 유지관리 플랫폼(BIMEX) 메뉴리스트			
메인 탭	대분류	중분류	주요기능
유지관리 DB	상태평가	상태등급 확인/수정	부재별 상태등급 확인 및 수정
		전체 상태등급	부재별 상태등급에 따른 교량 전체 상태평가 결과 확인
	점검 및 진단	내구성 조사	탄산화 상태평가/염화물 상태평가결과 입력
		안전성 평가	바닥판, 거더, 교대, 교각의 안전성 평가결과 입력 및 확인
	안전등급	안전등급	교량 상태등급 및 안전성 평가결과에 따른 전체 안전등급 확인
	상태표시창	상태등급표시창 ON/OFF	3D 모델을 상태등급에 따라 색상으로 구분한 별도의 3D View창 ON/OFF
		보수부재표시창 ON/OFF	3D 모델 상에 보수부재를 색상으로 표시한 별도의 3D View창 ON/OFF
	상태 제어	상태등급이력	점검일자별 상태등급이력 확인
		보수보강	공사일시별 보수보강 이력 확인
보고서	과학화장비 조사보고서	GPR	GPR 보고서 확인 및 엑셀 파일로 내보내기
		U-BIROS	U-BIROS 보고서 확인 및 엑셀 파일로 내보내기
		NEXUS	NEXUS 보고서 확인 및 엑셀 파일로 내보내기
		바닥판 스캐너	무차단 교면조사 보고서 확인 및 엑셀 파일로 내보내기
	점검(진단) 보고서	정밀점검 보고서	정밀점검보고서 확인 및 엑셀 파일로 내보내기
		정밀안전진단 보고서	정밀안전진단보고서 확인 및 엑셀 파일로 내보내기
		기술자문 보고서	기술자문보고서 업로드 및 다운로드
		신축유간평가	신축유간평가 보고서 확인 및 엑셀 파일로 내보내기
	외관조사망도	도면 자동생성	외관조사망도 파일 내보내기
현황통계	현황 통계	교량 및 유지보수 현황	전체/본부/지사별 공용년수, 종별, 상태등급, 보수금액 통계 확인
		부재별 손상현황	사용자 설정에 따른 전체교량 및 세부 부재별 결함도 지수 확인

나. 클라이언트 계정 관리

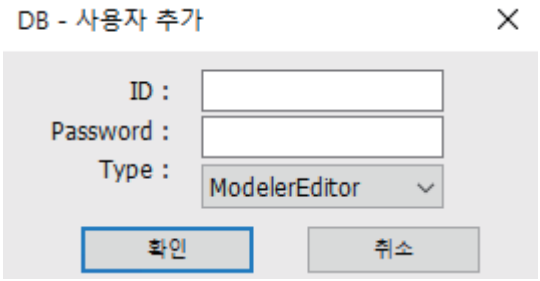
클라이언트 계정 관리는 서버 PC에 설치되어 있는 별도의 프로그램을 통해 진행합니다. 프로그램(BexDbManagerTUx64.exe)을 실행하여 사용자 계정을 추가/삭제/수정할 수 있습니다. 프로그램을 실행하면 첨부그림과 같이 클라이언트 계정 관리를 진행할 수 있는 프로그램이 실행됩니다. 각 버튼의 기능은 다음과 같습니다.



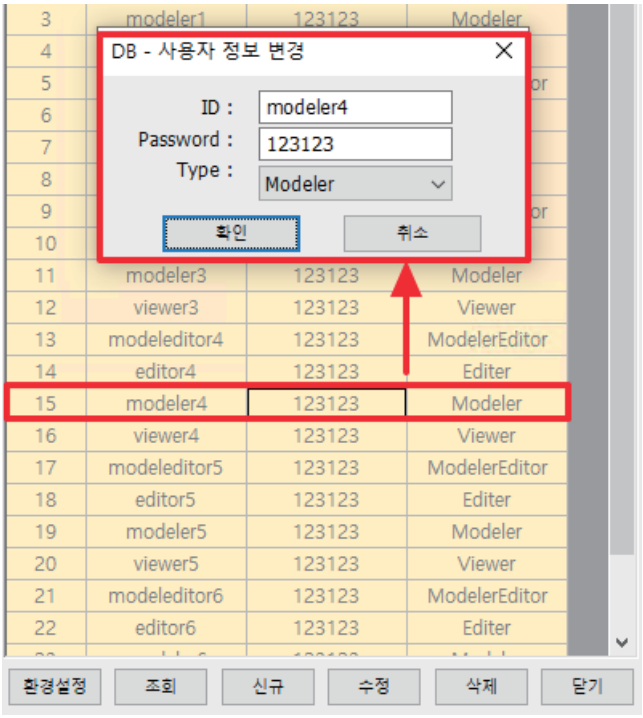
① 환경설정 : 서버에 접속하기 위한 환경을 설정합니다. 클라이언트 PC 로그인 창의 환경설정과 동일한 메뉴입니다.

② 조회 : 현재 입력된 클라이언트 계정 정보(ID, PASSWORD, 권한)를 확인할 수 있습니다.

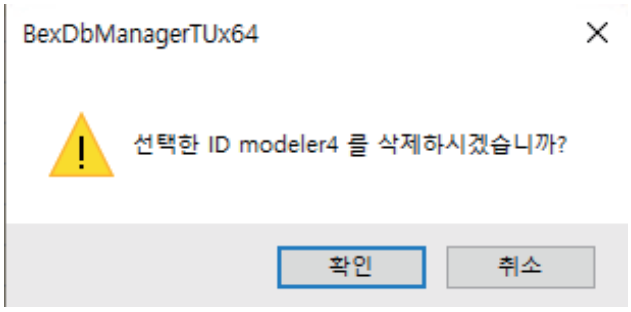
③ 신규 : 신규 클라이언트 계정 정보를 입력합니다. 신규 버튼을 클릭하면 아래와 같은 다이얼로그가 생성되며, ID 및 PASSWORD를 입력한 후 Type을 설정하고 확인 버튼을 클릭하면 새로운 계정이 생성됩니다.



④ 수정 : 입력된 클라이언트 계정 정보를 수정합니다. 프로그램 창에서 수정하고자 하는 계정을 클릭한 후 수정 버튼을 누르면 아래와 같은 다이얼로그가 생성됩니다. ID, PASSWORD, Type 중 변경하고자 하는 항목을 변경한 후 확인 버튼을 클릭하면 수정한 계정 정보가 저장됩니다.



⑤ 삭제 : 입력된 클라이언트 계정 정보를 삭제합니다. 프로그램 창에서 수정하고자 하는 계정을 클릭한 후 수정 버튼을 누르면 아래와 같은 다이얼로그가 생성됩니다. 확인 버튼을 누르면 선택한 계정이 삭제됩니다.



도 서 정 보

<table>
<tr><td colspan="2">1. 연구보고서 번호 :
연구원-2024-38-5349607</td><td>2. 도서목록번호</td><td>3. 수령번호</td></tr>
<tr><td colspan="3" rowspan="2">4. 제 목
BIM 기반 구조물 유지관리 정보 활용방안 연구</td><td>5. 발간년월일 : 2025년 2월</td></tr>
<tr><td>6. 연구수행 기관명 코드</td></tr>
<tr><td colspan="3">7. 연구담당자와 소속연구실
구조물연구실 이병주</td><td>8. 연구보고서 발간번호</td></tr>
<tr><td colspan="3" rowspan="2">9. 연구수행기관 또는 부서
한국도로공사 도로교통연구원</td><td>10. 사업분류코드</td></tr>
<tr><td>11. 계약 또는 인가번호</td></tr>
<tr><td colspan="3" rowspan="2">12. 연구제안 부서 또는 기관명
한국도로공사 도로교통연구원</td><td>13. 연구기관과 보고형태</td></tr>
<tr><td>14. 연구의뢰 기관명코드</td></tr>
<tr><td colspan="4">15. 기타사항</td></tr>
<tr><td colspan="4">16. 요 약 :
본 연구에서는 유지관리 업무를 통해 생산되는 디지털 정보를 효율적으로 활용하기 위해 BIMEX의 개발 및 고도화, 실증을 통한 디지털 정보의 활용도 제고방안 마련 등의 연구를 수행하였다.
먼저, BIMEX 개발 및 고도화 부분에서는 (1) 교량의 기본정보 입력만으로 3D BIM 모델을 자동생성할 수 있는 방법, (2) 2D 외관조사결과를 3D 디지털 모델에 맵핑하는 방법, (3) 손상물량을 집계하여 상태평가와 위험도 지수를 자동으로 산출하는 기법, (4) GPR 및 드론 등 첨단 조사 장비의 결과를 3D BIM 모델에 맵핑하는 방법 등 기술을 개발하였다. 두 번째, 실증 및 활용도 제고방안 마련에서는 (5) Test Bed를 구축하여 BIM기반 교량 유지관리 운영 상의 문제점을 분석하고 개선사항을 도출하였고 (6) 기존 정보관리 방법과 3차원 디지털 체계 관리방법의 상충사항 도출 및 해결방안 마련, (7) BIM 기반 디지털 유지관리 정보의 활용방안 제시 등의 세부 연구를 수행하였다.
본 연구를 통해 개발한 BIM 기반의 유지관리 체계를 현재 공용중인 9,796개 교량의 정보관리업무에 활용하게 되면 효율적 업무 프로세서에 의해 약 20%의 유지관리 비용이 절감될 것으로 추산되며, 정량적이고 직관적인 디지털 데이터를 기반으로 하기때문에 보수보강방법 선정 등에서 합리적인 의사결정이 이루어질 것으로 판단된다.</td></tr>
<tr><td colspan="3">17. 키워드: BIM, 플랫폼, 유지관리, 디지털</td><td>18. 발행부서 및 배포구분</td></tr>
<tr><td>19. 비밀구분</td><td>20. 비밀페이지</td><td>21. 총페이지 198</td><td>22. 가격</td></tr>
</table>

INFORMATION

<table>
<tr><td colspan="2">1. Report No.
KECRI-2024-38-5349607</td><td>2. Accession No.</td><td>3. Receipt No.</td></tr>
<tr><td colspan="3" rowspan="2">4. Title and Subtitle
A Study on the Practical Use of BIM based Bridge Maintenance Platform</td><td>5. Report Date : 2025. 2.</td></tr>
<tr><td>6. Performing</td></tr>
<tr><td colspan="3">7. Researchers
Structural Research Division Lee, Byeong Ju</td><td>8. Performing Organization Report No.</td></tr>
<tr><td colspan="3" rowspan="2">9. Performing Organization Name or Department
Expressway & Transportation Research Institute</td><td>10. Work Unit Code</td></tr>
<tr><td>11. Contract or Grant No.</td></tr>
<tr><td colspan="3" rowspan="2">12. Sponsoring Agency Name and Address
Expressway & Transportation Research Institute</td><td>13. Type of Report and Period Covered</td></tr>
<tr><td>14. Sponsoring Agency</td></tr>
<tr><td colspan="4">15. Supplementary Note</td></tr>
<tr><td colspan="4">16. Abstract :
BIM is a technology that is primarily used in design and construction, but it has recently been actively introduced into maintenance because it has the advantage of improving work efficiency. In addition, with the advent of new technologies such as AI, VR/AR, and drones, bridge inspection and surveying methodologies have developed rapidly. Maintenance information obtained through innovative methods is valuable but massive in quantity. Bridge maintenance systems (BMS) in operation are mainly text-based systems, which have limitations in data management. BIM, a 3D-based management system, can easily accommodate a variety of information and big data generated from bridge maintenance. Therefore, in order to perform bridge maintenance tasks more easily, accurately and efficiently, we are developing BIM-based bridge maintenance platform BIMEX (Bridge Information Model for EXpresshway).
So far, the ability to automatically create a 3D BIM model with just the input of basic bridge information, the ability to convert a 2D damage map into a 3D map, the ability to automatically calculate the status rating and risk index by aggregating the amount of damage, and the ability to map the results of advanced investigation equipment such as GPR and drones to a 3D BIM model have been developed and are being tested on the actual maintenance site. The key issue of this development project is the construction of a 3D model for an existing bridge of 10,000 and how to operate digital data.
In the future, we would like to evaluate the effectiveness of the development system through time-based application while implementing technical supplements necessary for system operation, and suggest institutional standards and mid- to long-term promotion directions that allow it to be flexibly settled in practice in connection with the existing bridge maintenance system (BMS).</td></tr>
<tr><td colspan="3">17. Key Word : BIM, Platform, BIMEX, Bridge, Maintenance</td><td>18. Circulation and Distribution Statement</td></tr>
<tr><td>19. Security Classify</td><td>20. Security Page</td><td>21. No. of Page
198</td><td>22. Price</td></tr>
</table>

보고서 집필 내역

구분	소속 및 직책	성명	집필 부분	비고
연구책임자	구조물연구실 선임연구위원	이병주	총괄, 제1장 ~ 제 8장	
참여연구자	구조물연구실 수석연구원	구본성	제3장, 제4장	
	구조물연구실 책임연구원	윤성환	제4장, 제5장	
	구조물연구실 연구위원	남문석	제2장, 제5장	
	㈜스펙엔지니어링	공민준	제4장, 제5장, 제6장	공동연구
	㈜한길아이티 부장	채현수	부록	공동연구

본 연구는 한국도로공사 도로교통연구원에서 수행한 연구성과물로써 정부와 공사의 정책이나 견해와는 관계없으며, 공사의 승인없이 연구내용의 일부 또는 전부를 다른 목적으로 이용할 수 없습니다.

발 행 처 : 한국도로공사 도로교통연구원

우편번호 : 18489

주　　소 : 경기도 화성시 동탄순환대로 17길 24

전　　화 : 031-8098-6161

F A X : 031-8098-6149

홈페이지 : http://www.ex.co.kr

발 행 월 : 2025년 2월

BIM 기반 구조물 디지털 유지관리 정보 활용방안 연구

A Study on the Application method of Digital Information for Structural Maintenance based on BIM

http://www.ex.co.kr/research/