

건설산업의 디지털 전환을 준비하는 우리(1)

2024. 11. 21

한맥가족 기술개발센터 양 병 홍



당부의 말씀

- 본 자료는 한맥가족의 기술개발센터에서 수행중인 연구와 개발의 내용과 계획을 내부 소통과 교육을 위하여 정리한 것입니다.
- 사내의 중요한 **기술적 보안사항**과 준비중인 **특허 등이 포함**되어 있으므로, 외부로의 반출, 복사, 전송, 복제 등을 **엄격히 금지**하고 있습니다.

※ 자료의 무단 사용 및 기술 유출은 **민·형사상의 책임**이 뒤따를 수 있습니다.

HALLA

BR

I . 총론

총괄 및 개요

- 국내 도로건설사업 현황
- 건설과 디지털전환(DT)
- 핵심 기반 기술의 변화
- 인프라시설의 정보모델(GIS+BIM)
- 인프라시설의 단계별 모델링 방법
- Product와 Solution의 변화

기술개발센터 개발방향

- 기술개발센터 연혁 및 조직도
- S/W 개발 절차 및 방향

II . 조사(GIS)

조사(GIS)

- Hm Map Service
- Surveryer
- GAIA
- 용지도
- 천지인

III . 일반 및 도로설계

설계 및 설계도의 개념

- 실시설계 및 도면의 정의
- 실시설계의 이해
- 도로 BIM
- BIM 정의 및 작업범위
- 설계도면의 책임범위
- 도면정보 표기방법 절차준수

설계 문제점 및 개선방안

- 토공
- 배수공 및 수리분야
- 포장공

배수 구조물의 효율향상

- 암거 입구부의 수리현상
- 암거 입구부 현상개선
- 집수정 입구부 형상개선

설계도면의 개선

- 설계도면 작성기준
- 과업지시서 및 도면목록
- BIM 기반 설계도 표준
- 해외 설계도면 사례
- 도면작성현황
- 도곽의 사용방법 및 개선
- 설계도 개선
- 공통, 토공 및 횡단, 배수공
- 포장공, 부대공

설계도서

- WBS 기반 수량산출서 작성
- WBS 기반 단가 및 내역산출
- 공사시방서 개선

IV . 구조물설계

구조물일반(공통)

일반구조물

- 횡단통로 (BoxZainer)
- 수로암거 (CulvertZainer)
- 옹벽 (WallZainer)

터 널

교량 하부공

- 교대 (AbutZainer)
- 교각 (PierZainer)

교량 상부공

- DR거더
- Nodular 거더

V . 공사관리

시공상세도 작성

- 시공상세도 작성(편람제작)
- 표준작성 예시

행정, 품질, 안전

- 안전관리 (관리계획 등)
- 도서관리
- 품질관리

공정계획 및 관리

- 공사순서
- 공정관리 기초자료
- 공사기간 계획
- 진도관리
- 시공BIM

기성 및 원가관리

- 공정과 기성 통합관리
- 기성관리
- 원가관리

VI . Digital 전환(S/W)

BIM Tool

- EG-BIM(3D Viewer 포함)
- 3D
- 3D Modeling Editor

S/W 엔진

- StrAna
- Hm-Draw
- Hm-EG

Solutions

- Engineering S/W
- WayPlanner
- WayDetail
- WayDraw
- Watch BIM
- 교량
- 터널

Cloud

- GSIM
- Cloud
- Smart Construction

디자인

- Engineering Business
- Assistance for Business

Smart 건설

XR

I 편 - 총론

총괄 및 개요

- 1 국내 도로건설사업 현황
- 2 건설과 디지털 전환(DT)
- 3 핵심 기반기술의 변화
- 4 인프라시설의 정보모델(GIS+BIM)
- 5 인프라시설의 단계별 모델링 방법
- 6 Product와 Solution의 변화

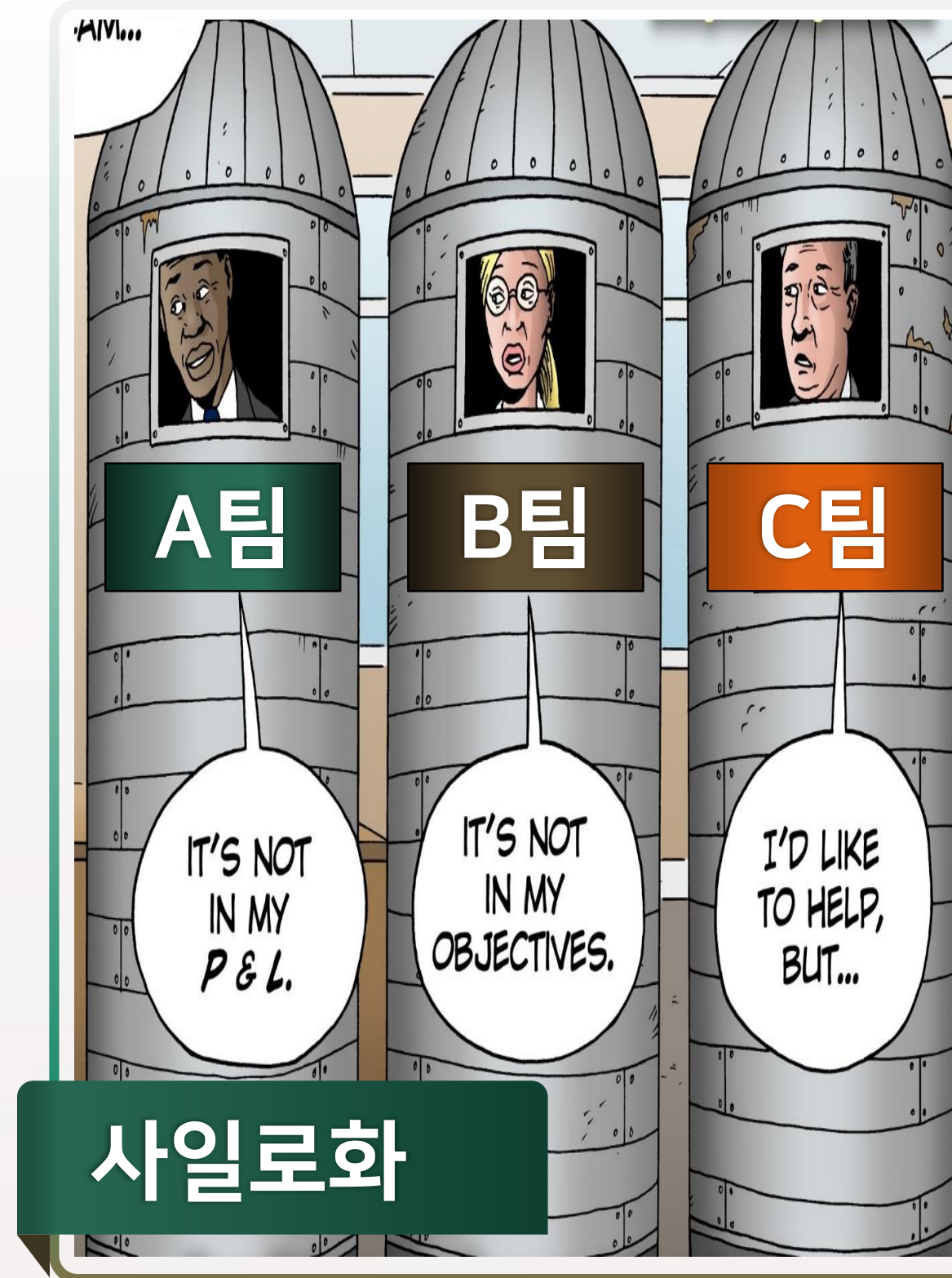
당부의 말씀

- 본 자료는 한맥가족의 기술개발센터에서 수행중인 연구와 개발의 내용과 계획을 내부 소통과 교육을 위하여 정리한 것입니다.
- 사내의 중요한 **기술적 보안사항**과 준비중인 **특허 등이 포함**되어 있으므로, 외부로의 반출, 복사, 전송, 복제 등을 **엄격히 금지**하고 있습니다.

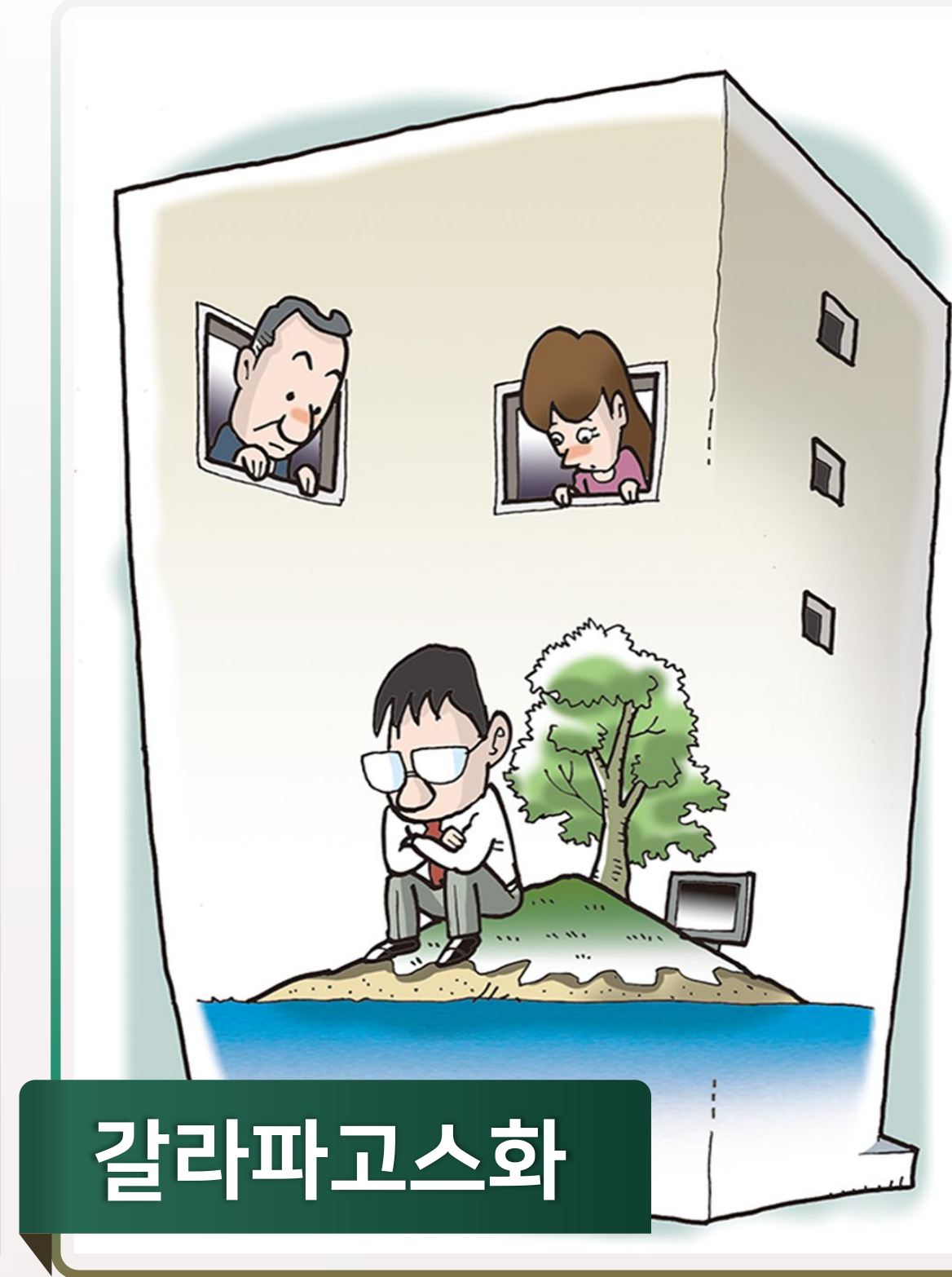
※ 자료의 무단 사용 및 기술 유출은 **민·형사상의 책임**이 뒤따를 수 있습니다.



건설 분야 기관별 '칸막이' 존재



새롭고 높은 기술의 개발, 발전 기대 어려워

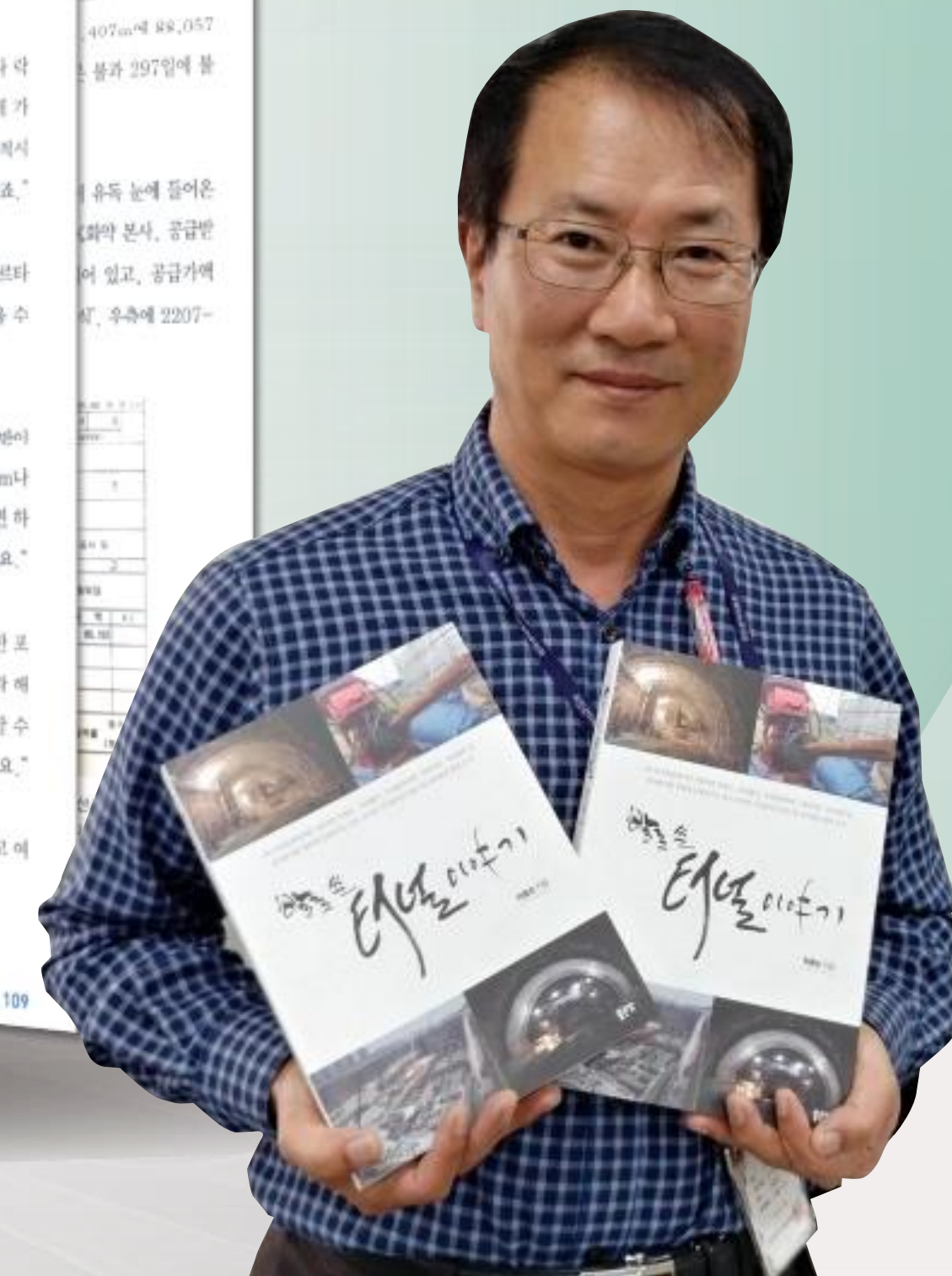
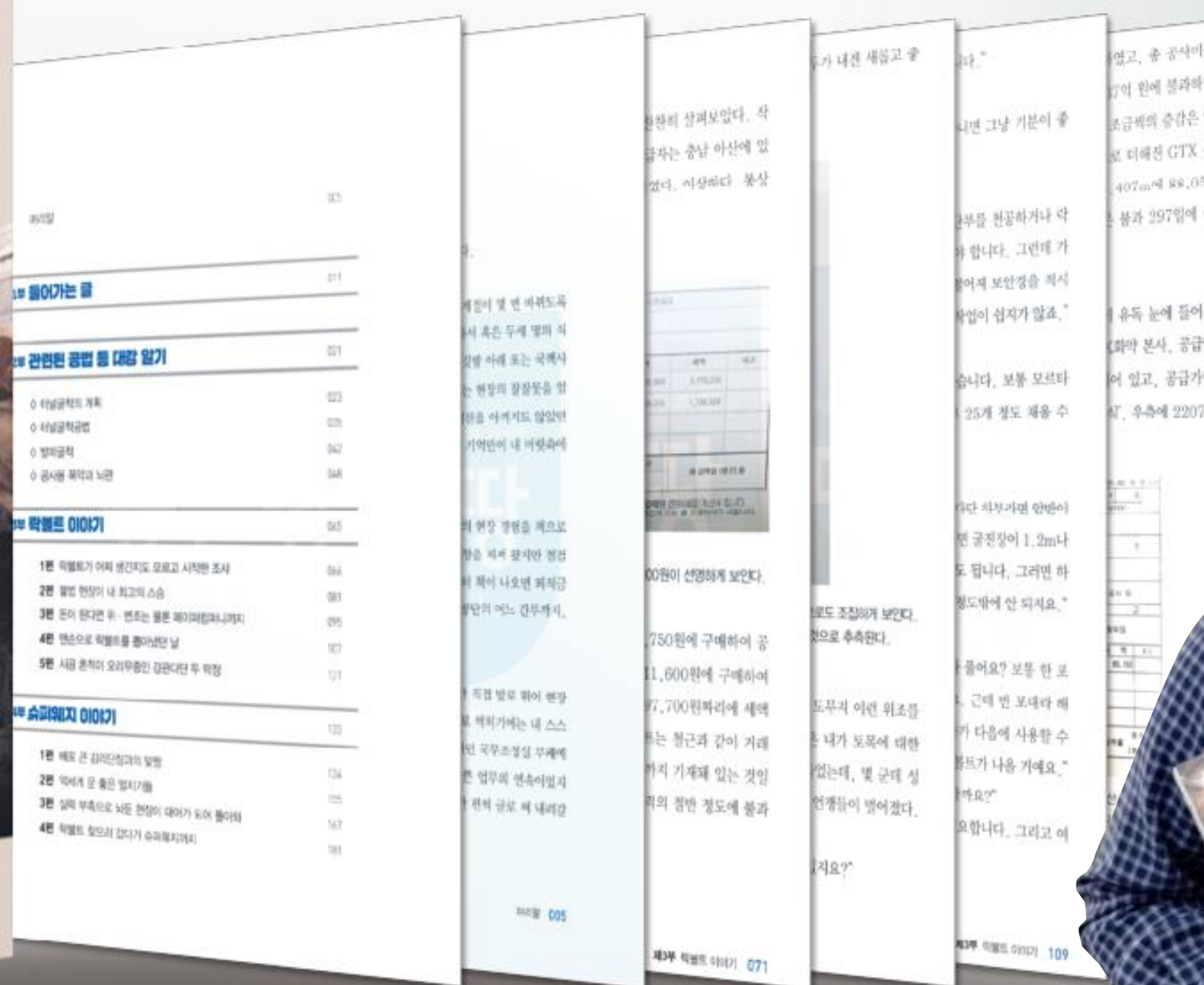
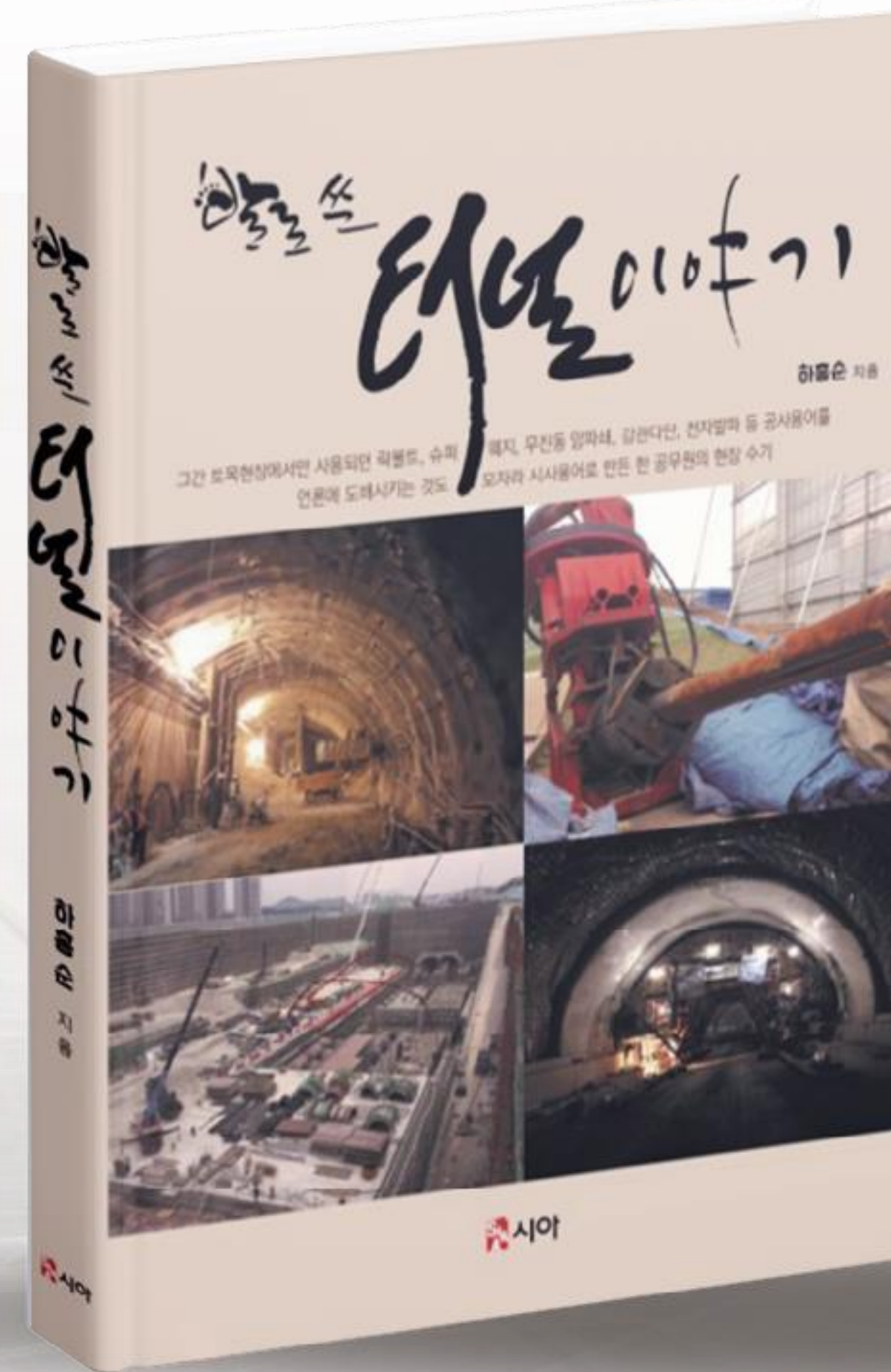


- 정부는 국제표준에 준하는 제도 정비를 구축하려 하였으나 2010년 이후 답보상태
- 과거 수행 방식 답습 및 형식적인 규정·절차 증가 → 형식적 수행, 기술발전 저해

2007년	건설기술의 국제경쟁력 확보 전략 발표 (제4차 건설기술진흥기본계획)
2010년	시공 상세도 작성 지침 (도로공사는 2012년)
2016년	도로 분야 BIM 시범 적용 (한국건설기술연구원, 설악-청평)
2017년	건설공사 표준 시방서 체계 정리 (도로공사는 2018년 전문 시방서)
2020년	500억 원 이상 도로사업 BIM 의무화, 전면 BIM 설계 발주

- 건설체계 관리방식은 일본제국주의 시대에 체계화된 방식과 차관사업(IBRD, ADB) 시 국제개발은행에서 요구하던 방식 혼용, 현재의 건설방식에 부적합 → Global Standard와 괴리
- 설계·감리사, 건설사는 비용문제만 거론할 뿐 소극적 → 과거에 수행했던 방식 고수

국내 건설현장 실태(외부시각)는
“**발로 쓴 터널이야기**” 中 일부 발췌



국무조정실 “부패척결추진단 ” 하홍순

설계사

독보적, 독창적 기술 無



발주처

공사비만 댈 줄 알고,
다른 건 전혀 모름



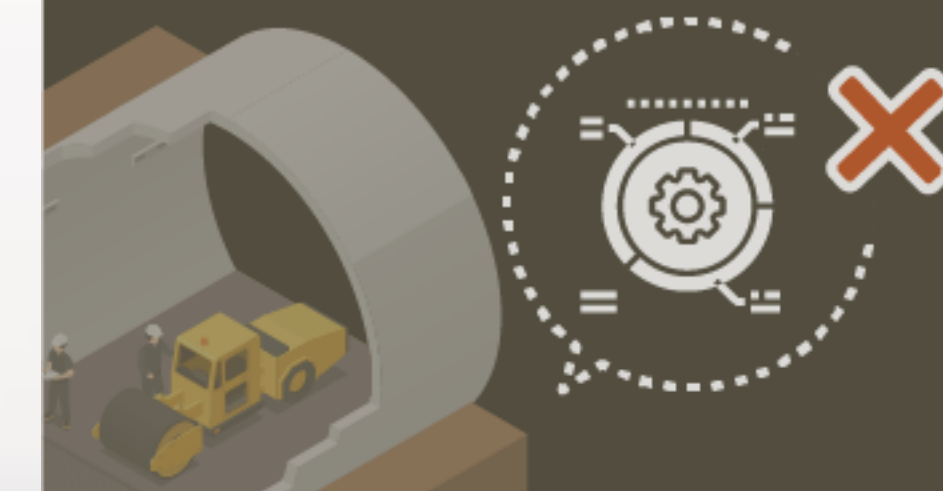
원도급사

최신 공사기법 관심 無
시공능력 사실상 無



하도급사

기술·미래 無

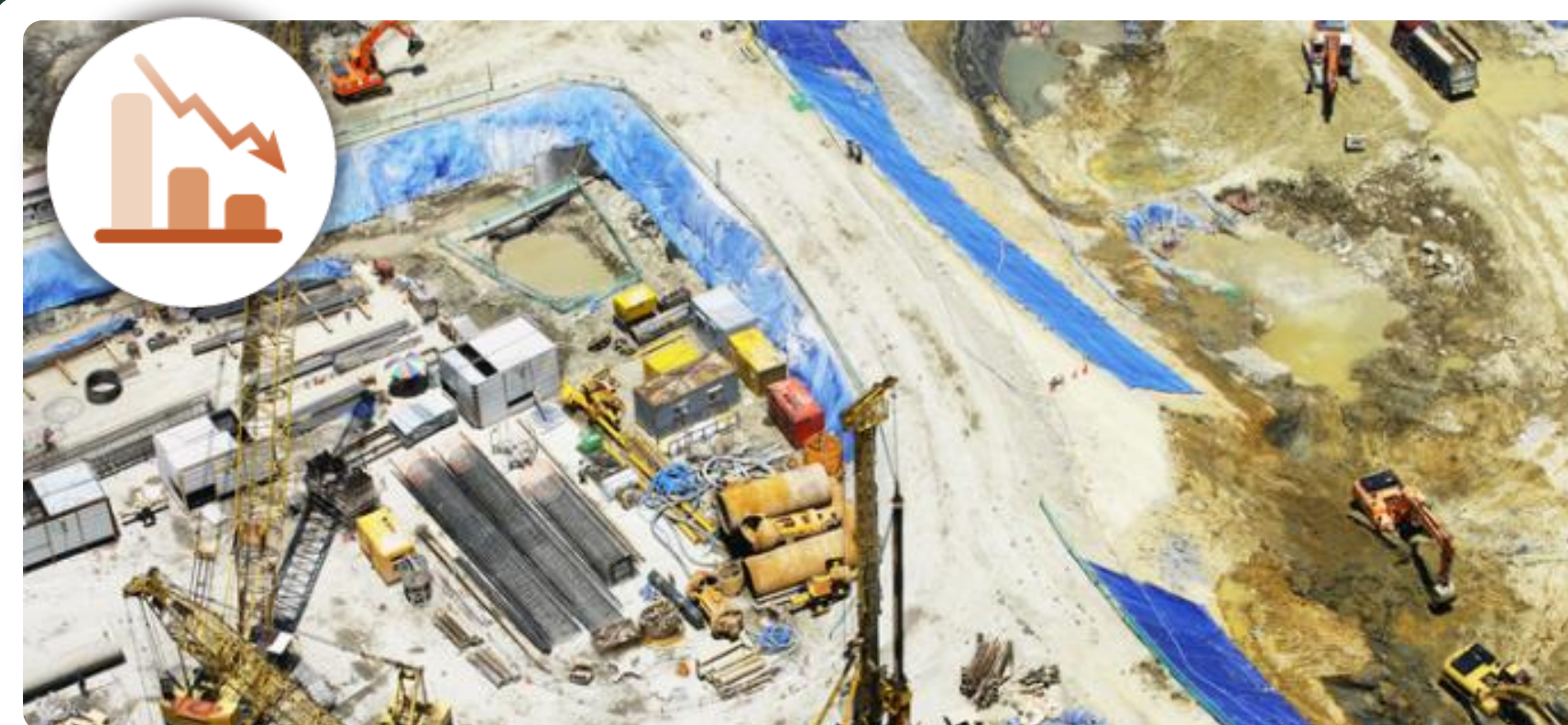


감리단

최신 기법·지식 無
관심 無



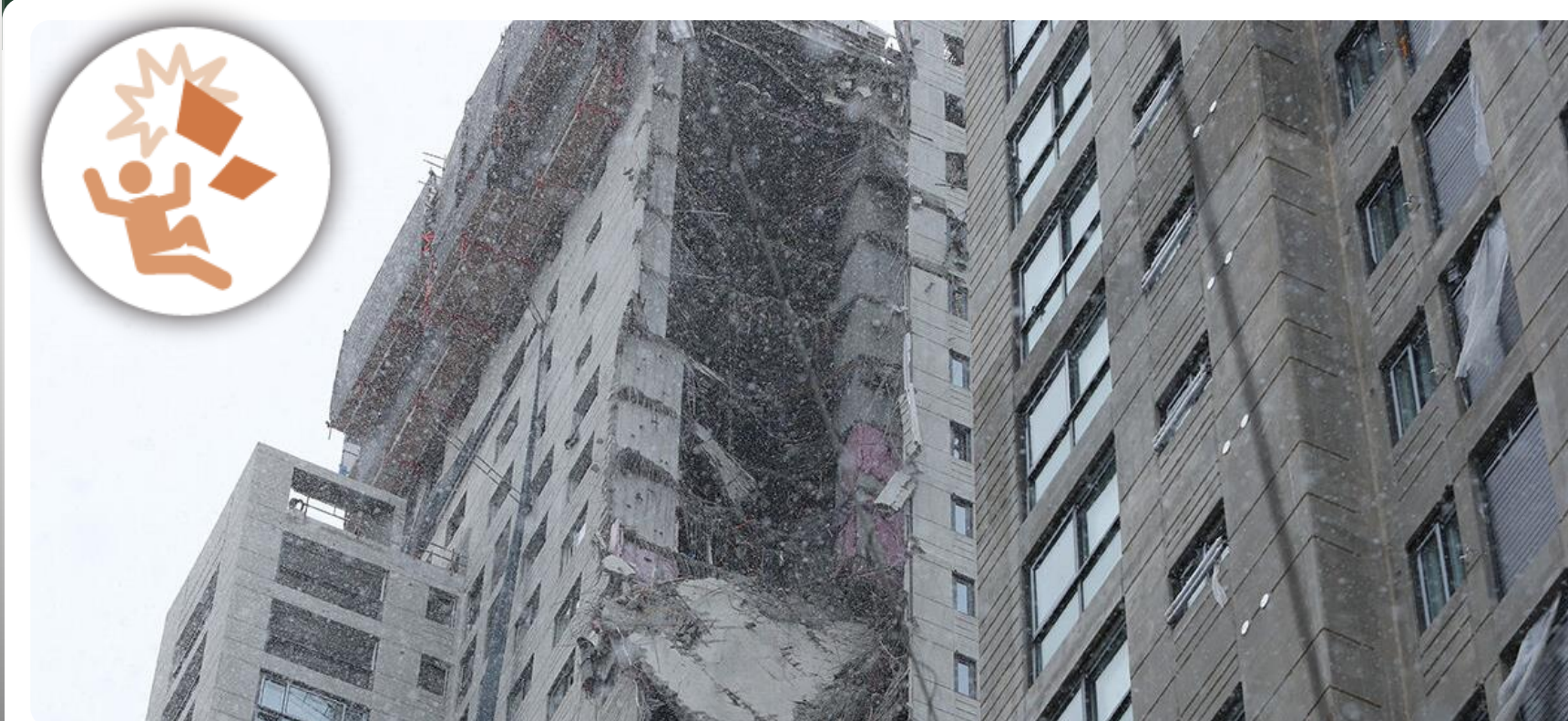
한국 건설산업 경쟁력 추락

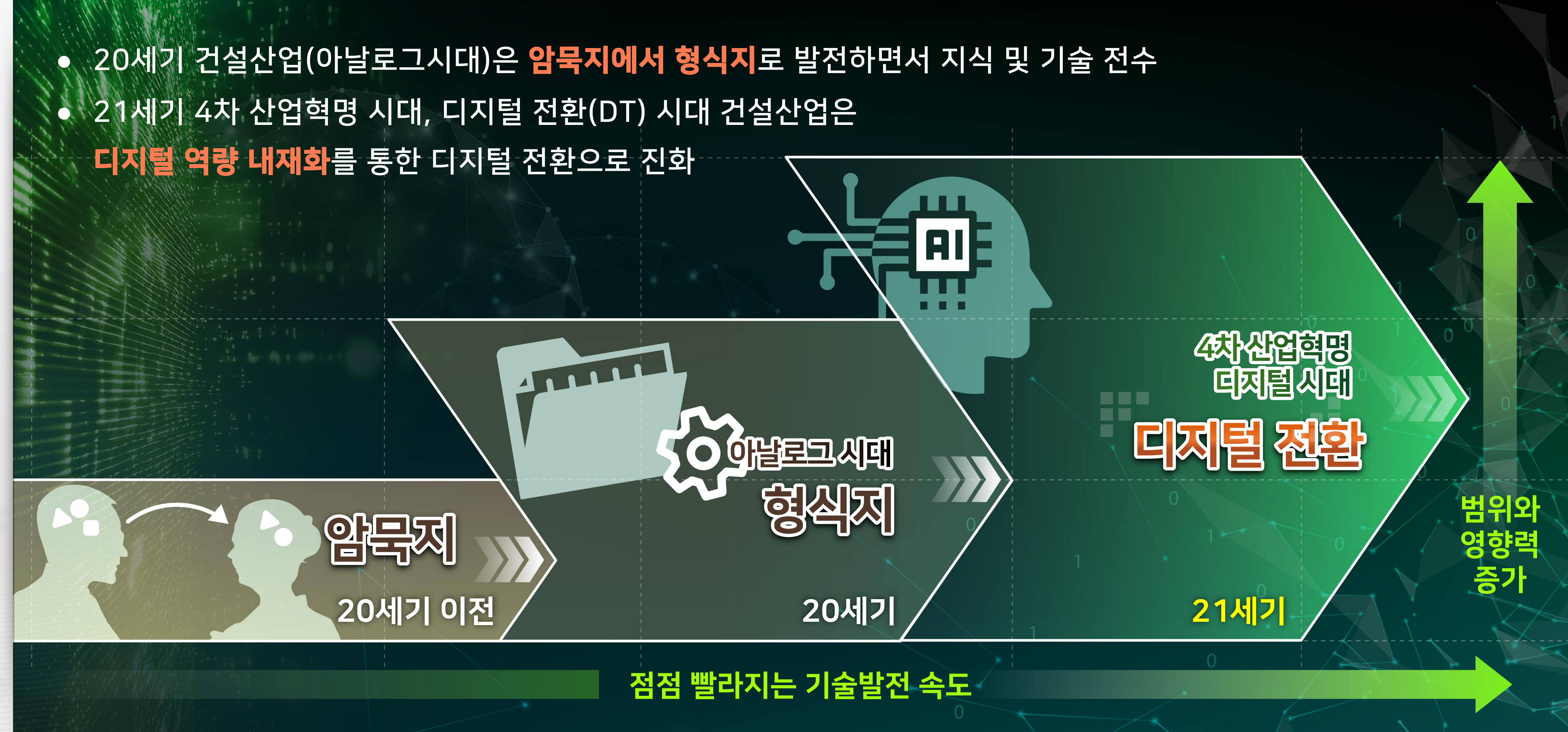


무자격 외국인 터널 폭파 작업



광주 외벽 붕괴 사고







파괴적 기술과 역사적 산업혁명의 전개



기술적 변화에 따른 경제, 산업, 사회, 정치의
"총체적인 사회적 변화"에 초점

(2016년 1월 제47회 다보스 세계경제포럼에서 처음 사용)

The Art of Possible



전 략

'Soft Skill'을 통한 **건설산업 본질 혁신**

프로세스

설계 & 현장관리 기술 **디지털(S/W)化**

조 직

디지털역량 배양, **디지털인력** 확보

문 화

혁신 · **자기주도** · **협업** · 도전

커뮤니케이션

VISION · **비즈니스 모델** 공유(소통+학습)

비즈니스모델

새로운방식 (융복합) = 기존방식+디지털기술

비즈니스의 **모든 영역**이 **디지털 기술**과 결합되어 **근본적인 변화**를 일으키는 것 → **디지털 기업**





- 디지털 역량이란 확보(자체기술 · 외부기술)한 **디지털 기술을 활용**하여 **프로세스 및 비즈니스 모델을 혁신**할 수 있는 능력
- 디지털 역량을 구축 · 확보하기 위해서는 **강력한 고객경험**을 창출하고, **내부 운영 프로세스**를 혁신하여 **비즈니스 모델을 재창조**하는 단계별 접근 필요

고객경험 창출

- 엔지니어 중심 사고 탈피(**엔지니어링 SERVICE** 개념)
- End User(발주자와 시공사 등)' 모두가 이해가 되는 설계 성과품

내부 운영 프로세스 혁신

- 단순 반복작업은 **Software**와 ROBOT에 맡기고,
- **엔지니어**는 새로운 생각과 지식을 창조하는 역할

비즈니스 모델 재창조

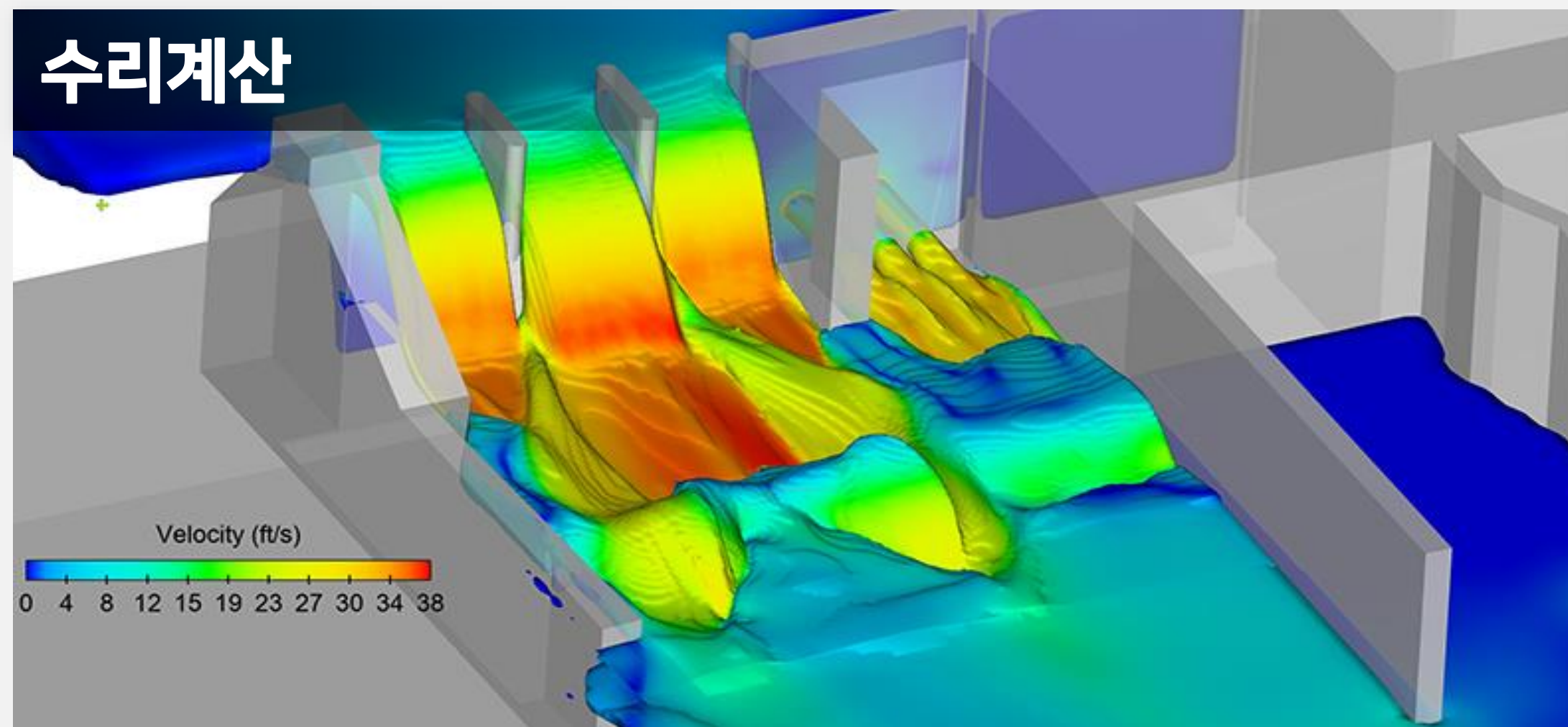
- 단순용역 ➡ **고부가가치** 지식산업
- 국내용역 ➡ **해외수출** 중심의 운영



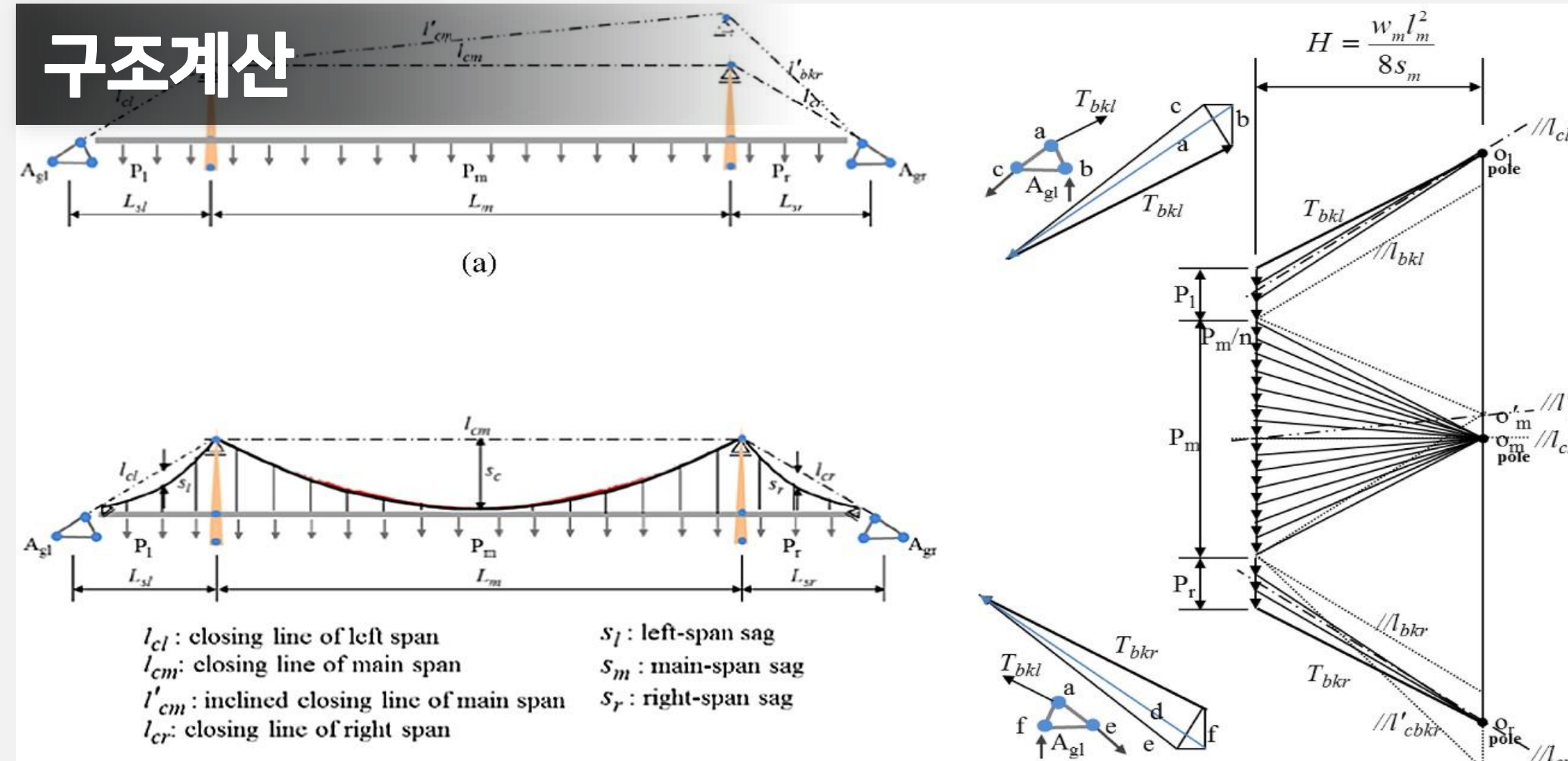
측량



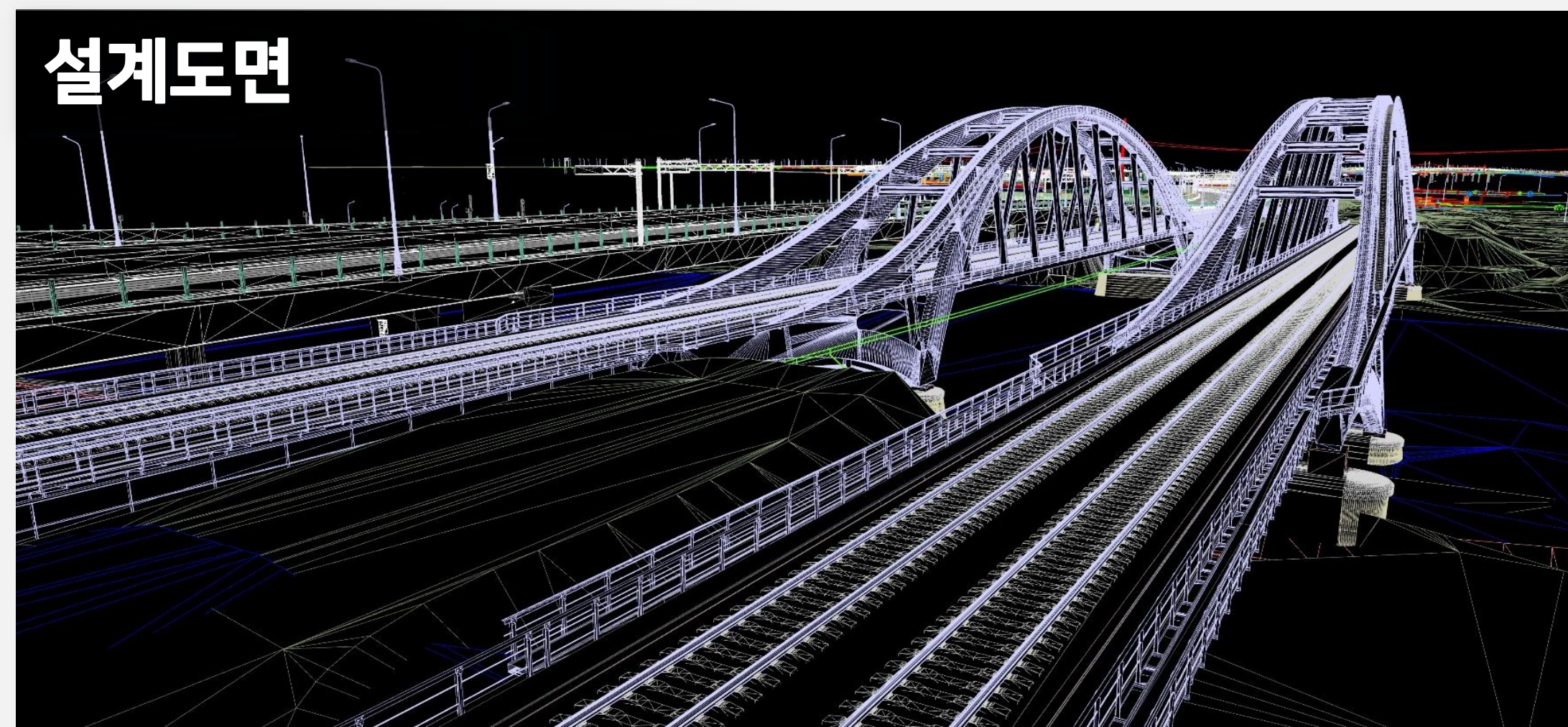
수리계산



구조계산



설계도면



- 핵심 기반기술은 전통적인 토목의 **측량, 토질, 구조, 수리 제도** 등을 말하며, 현재 어떻게 진화되고 **우리가 얼마나 제대로 사용하고 있는지** 인지하는 것이 중요

구 분	과 거	현 재
측량 토질조사	<ul style="list-style-type: none"> • 평판, 중·횡단 측량 • 현장 데이터 별도 전송 	<ul style="list-style-type: none"> • 드론을 이용한 항공 측량 또는 군집 측량 • GIS를 통한 지형 지반 Model
구조계산 지반해석	<ul style="list-style-type: none"> • 수작업(계산기/엑셀) 계산 • 단순 구조해석/지반해석 프로그램 	<ul style="list-style-type: none"> • 해석 및 설계 S/W
수리계산	<ul style="list-style-type: none"> • Nomograph를 이용한 방식 • (1970-80년 차관 사업 수행 방법) 	<ul style="list-style-type: none"> • 해석 및 설계 S/W
설계도면	<ul style="list-style-type: none"> • 제도(수작업) • 설계 프로그램을 이용한 2D 복잡 도면 	<ul style="list-style-type: none"> • Graphic S/W(CAD), 3차원 모델(BIM) 사용

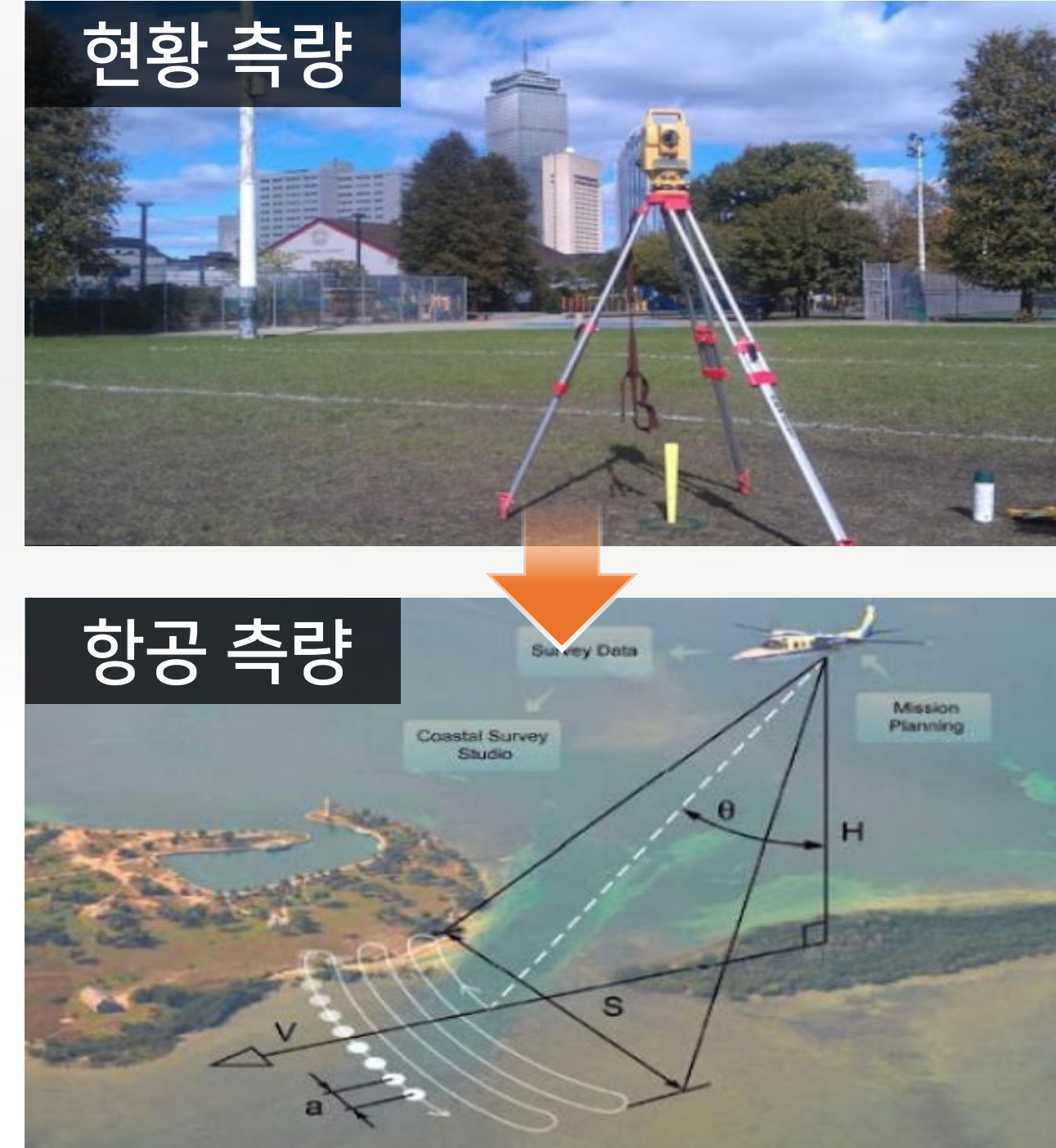
조사(Investigation) 측량, 지반, 지장물, 용지

건설분야 기초자료 획득 방법의 발전



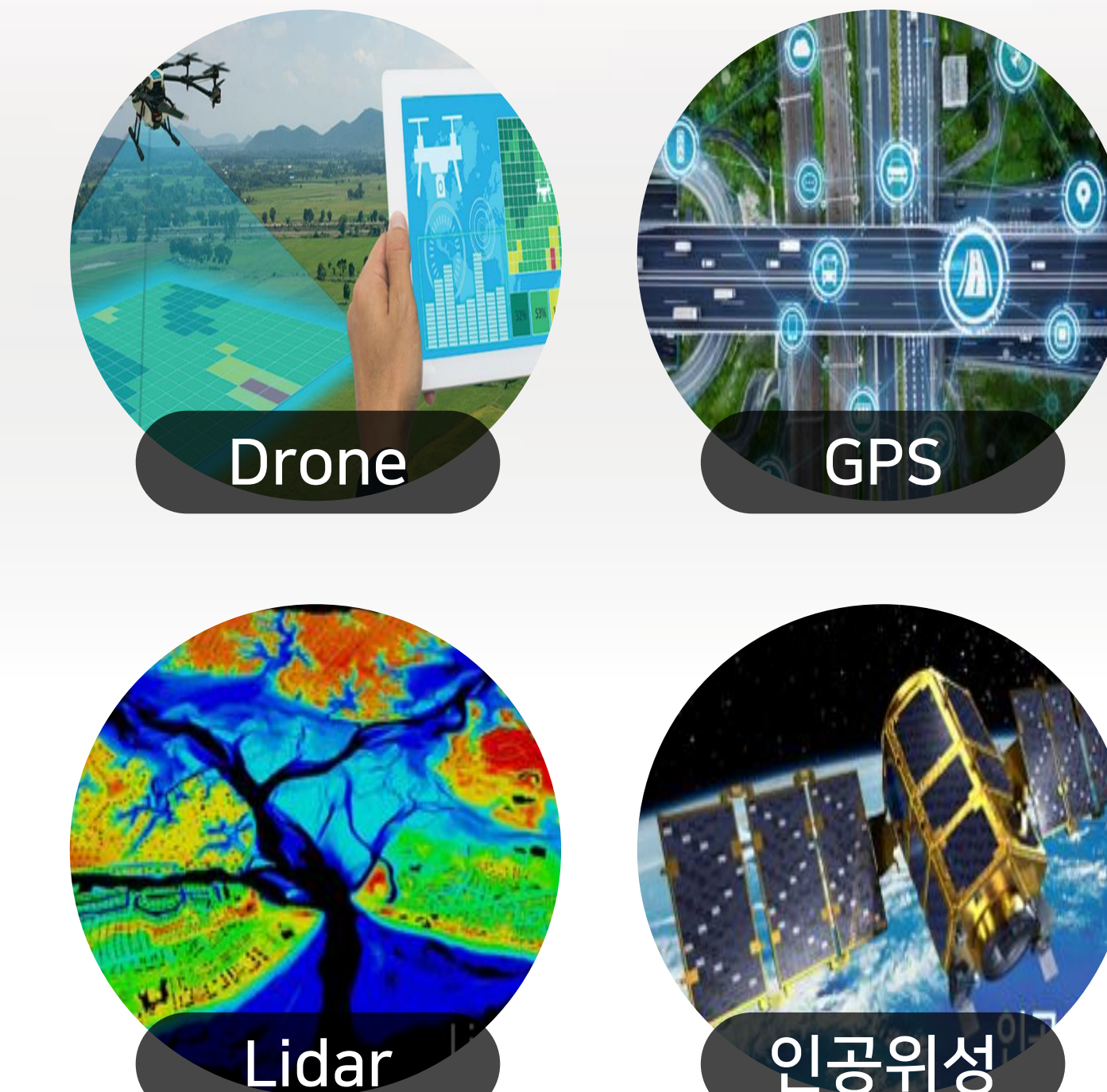
과거 (20세기)

- 현황측량, 중심측량 → 항공측량



현재 (21세기 초)

- GIS, DRONE, GPS, Lidar, 인공위성



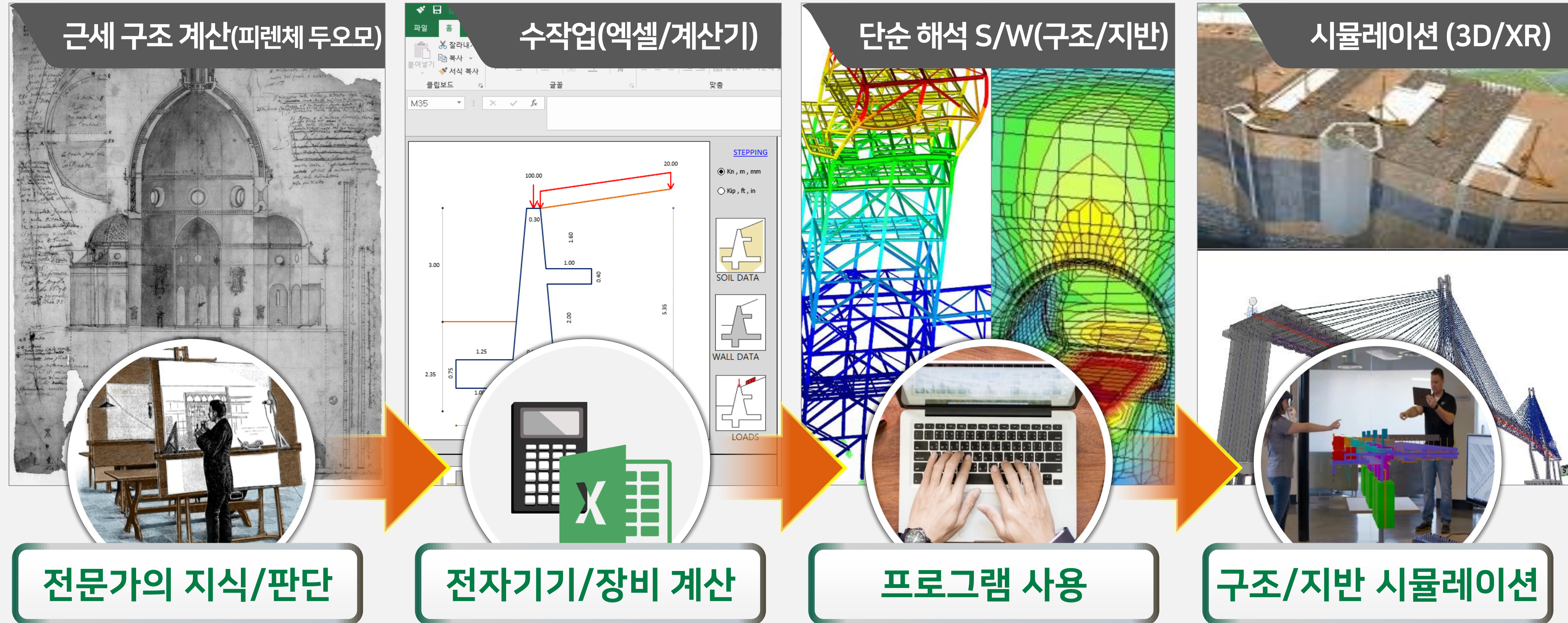
비즈니스 주도권

	● ESRI (미) 지리정보시스템 S/W 제공
	● Pix4D(스) 사진측량 S/W 제공
	● Imaging(프) 지리공간 데이터 수집 및 처리
	● Imaging(프) 자율 현실 캡처로봇

- 건설분야의 기초자료가 되는 지형, 지장물, 용지 등의 기초자료 획득은 과거 측량과 현장 직접 조사에서 Drone을 이용한 3차원 지형모델, GIS 정보구축 자료를 이용한 비대면 획득 등의 방법으로 발전되었으며, H/W적으로는 Drone, Robot 등이 활용되고 있으며, S/W적으로는 ArcGIS, Pix4D 등의 S/W가 시장을 지배하고 있음

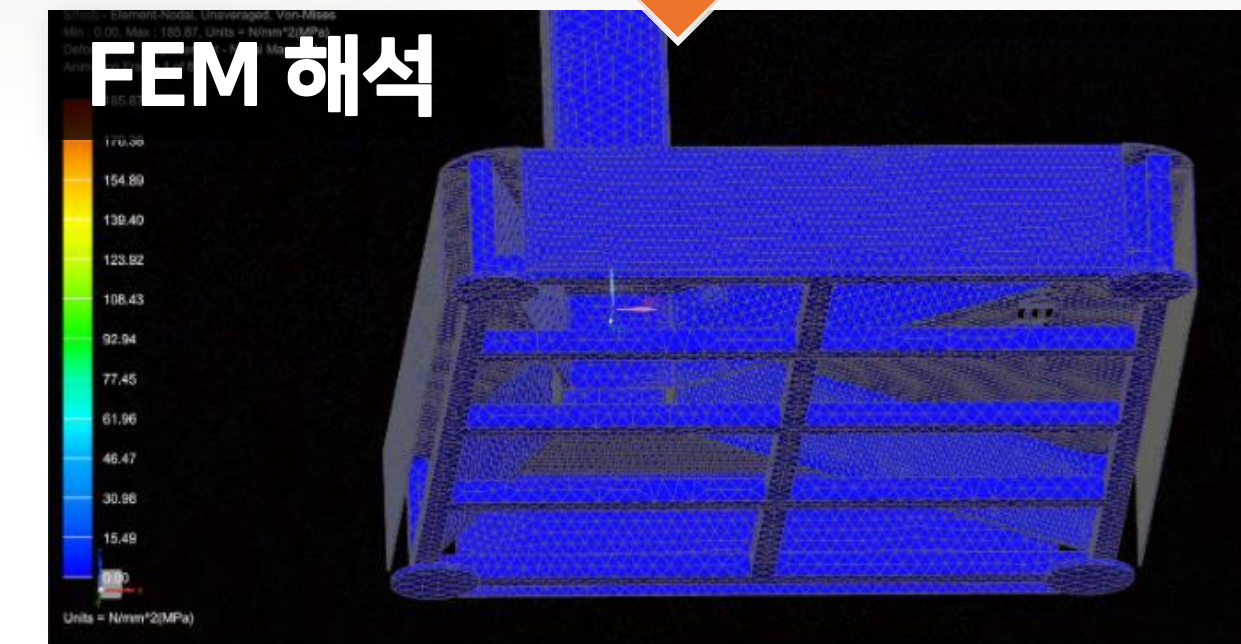
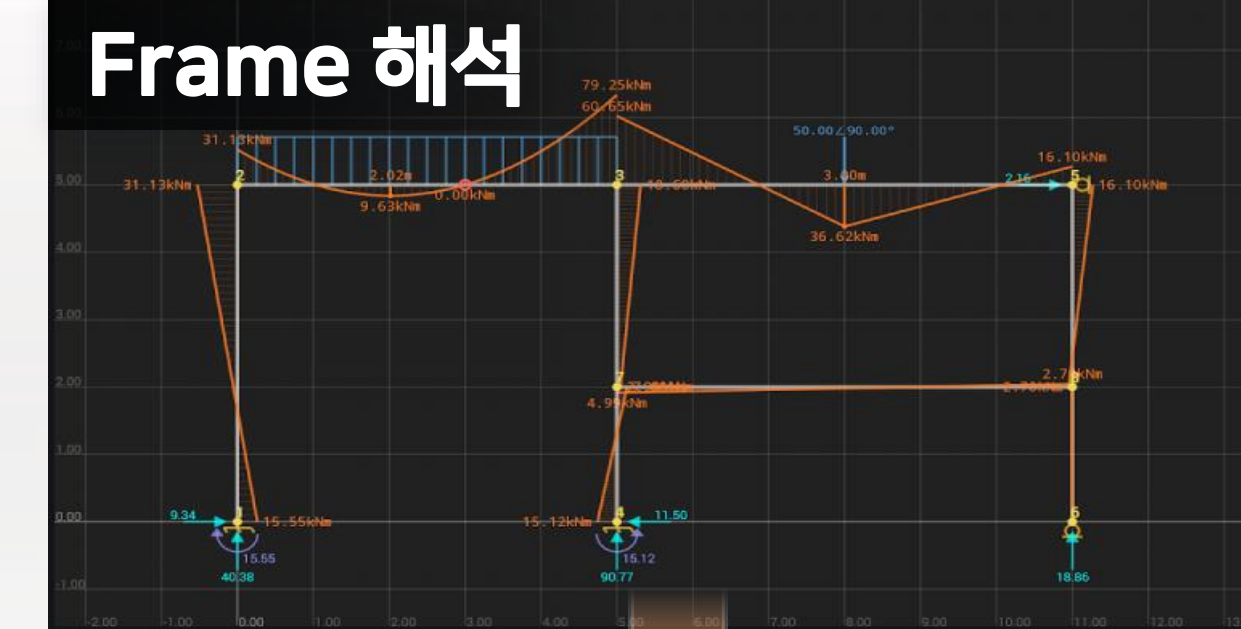
해석(Analysis) - 구조/토질

컴퓨팅 파워의 향상에 따른 해석 능력 및 적용성 고도화



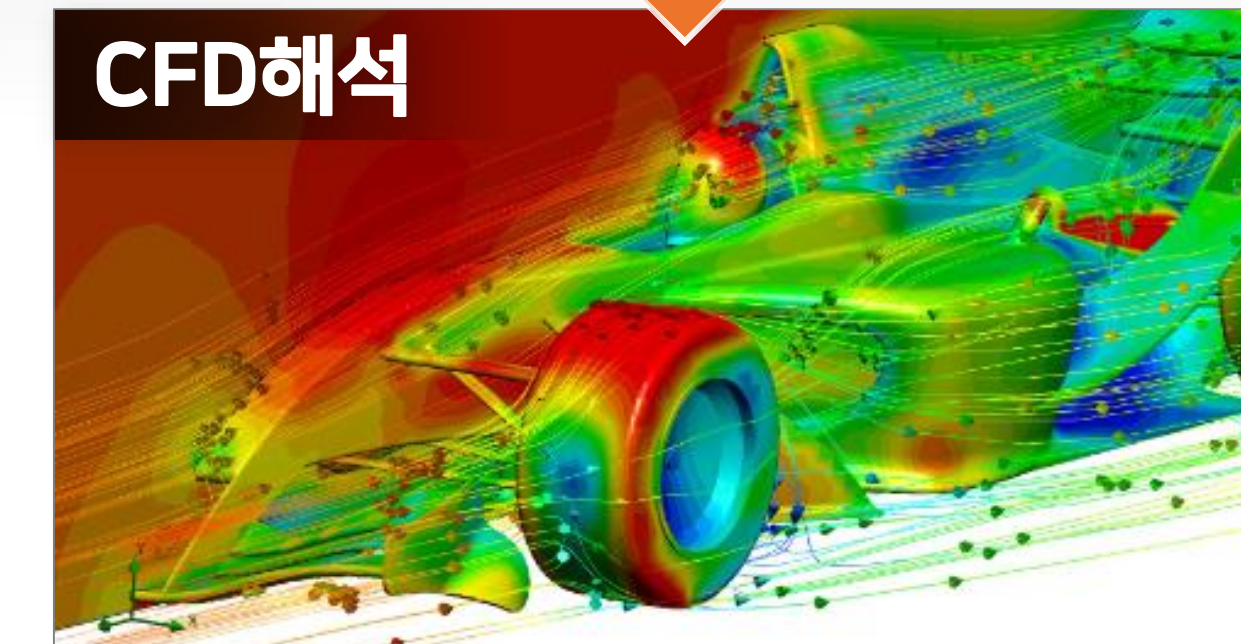
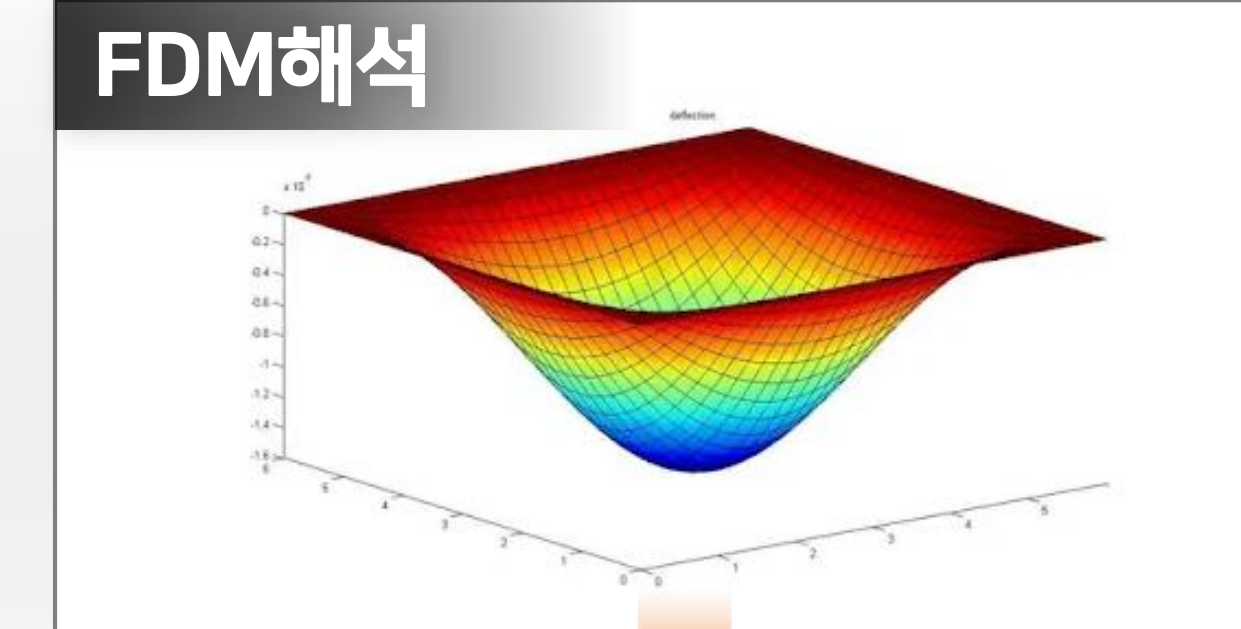
과거 (20세기)

- Frame해석 → FEM해석



현재 (21세기 초)

- FDM해석, CFD해석 등



비즈니스 주도권

- CSI(미)
SAP2000



- Bentley(미)
RM Bridge



- MIDAS IT(한)
MIDAS Civil



- 20세기 후반과 21세기 초반에, 강력한 컴퓨터의 개발로 인해 유한요소해석이 구조 해석과 설계에 강력한 도구가 되었고, 유한 요소 프로그램의 개발은 복잡한 구조물의 정확한 응력을 분석할 능력을 이끌었으며, 구조 공학적 설계와 건설산업 전반에 커다란 혁신을 선사하였음
- 현재는 컴퓨터와 구조해석 S/W를 사용하지 않고서는 현대의 많은 구조물들은 이해되고 설계될 수 없는 상황으로, 국내 구조해석 S/W 시장은 SAP과 MIDAS가 주도하고 있음

해석(Analysis) - 수리

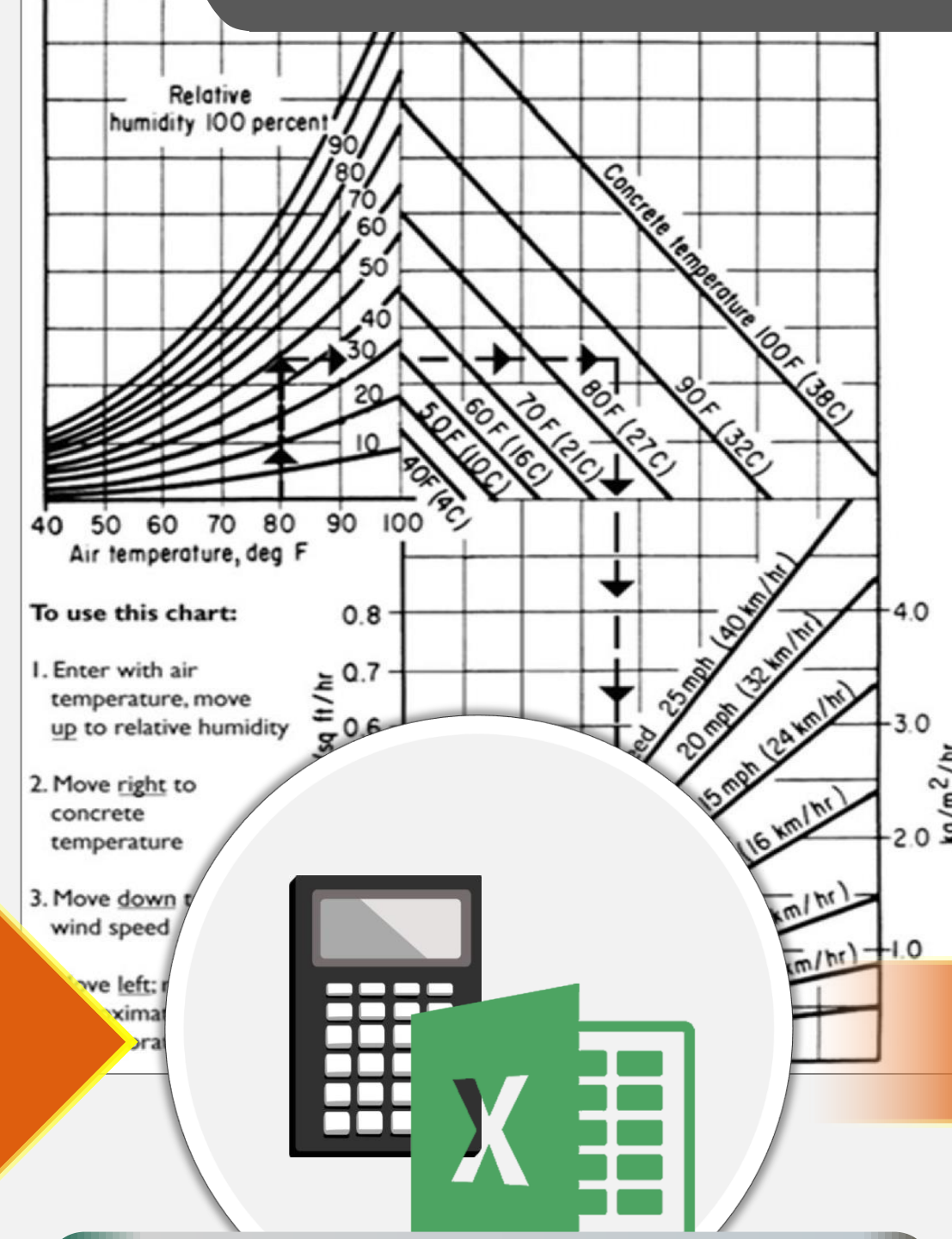
컴퓨팅 파워의 향상에 따른 해석 능력 및 적용성 고도화

일제시대 계산(상하수도)



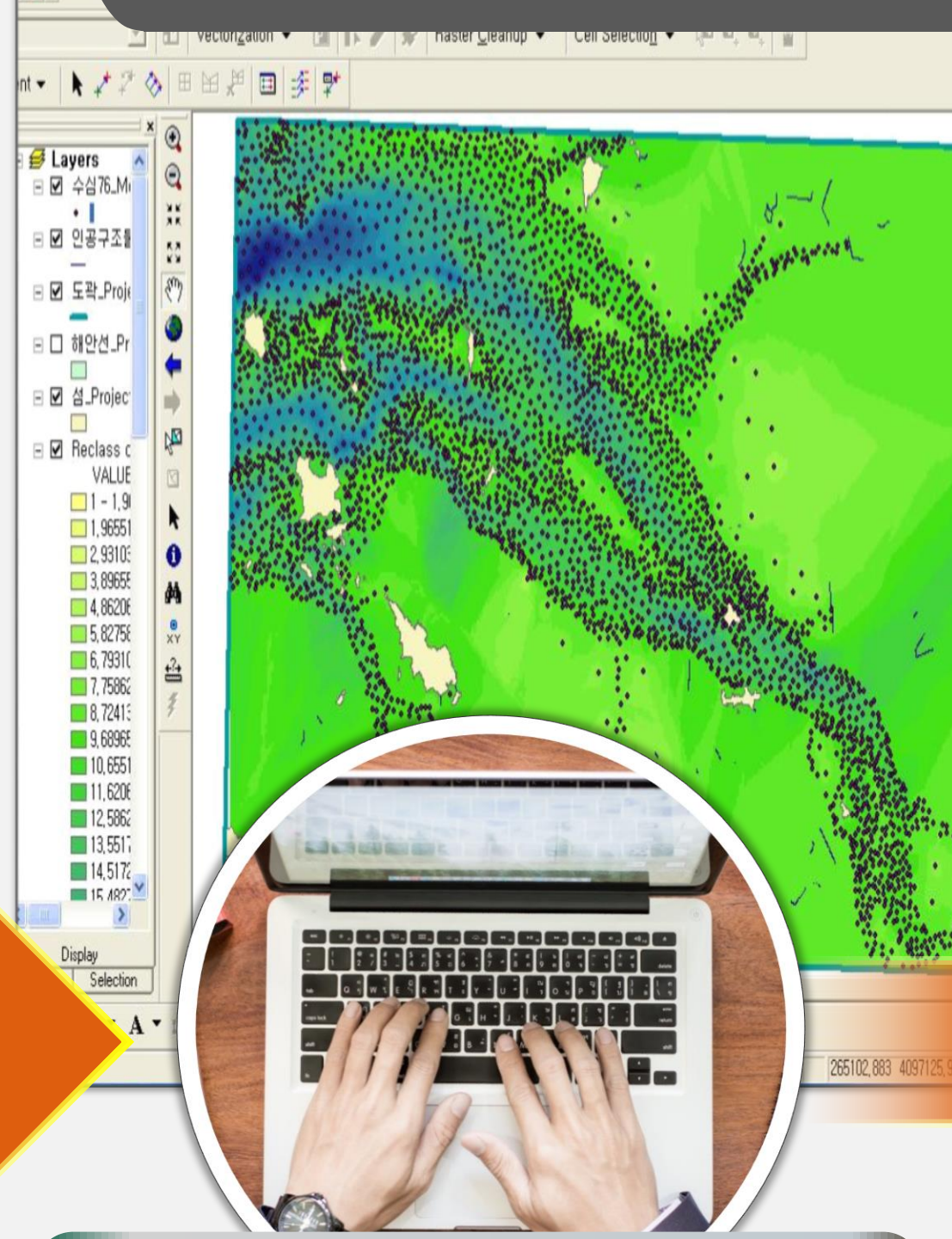
직접 계산

계산기활용(Nomograph)



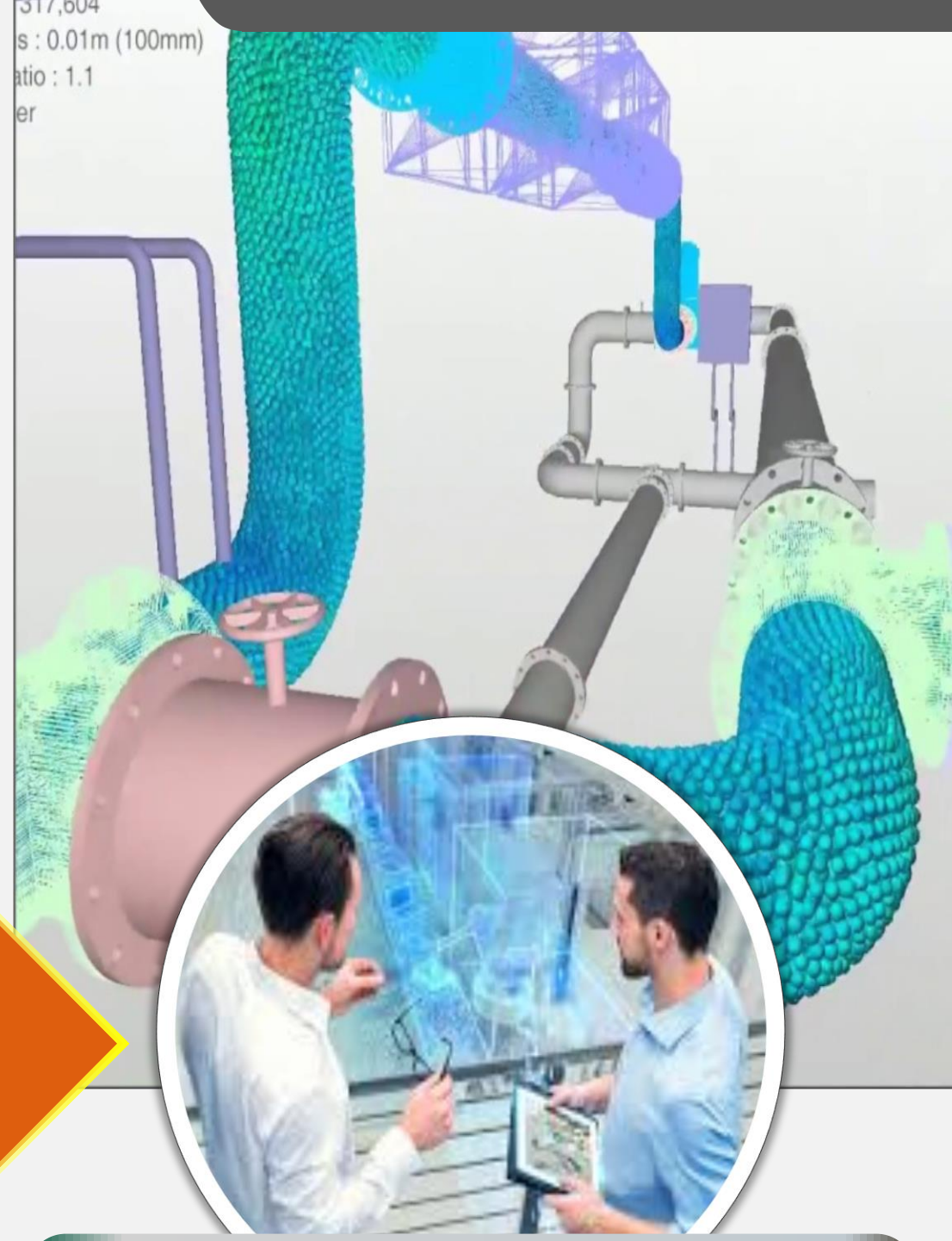
전자기기/장비 계산

단순 해석 S/W(유역 분석)



프로그램 사용

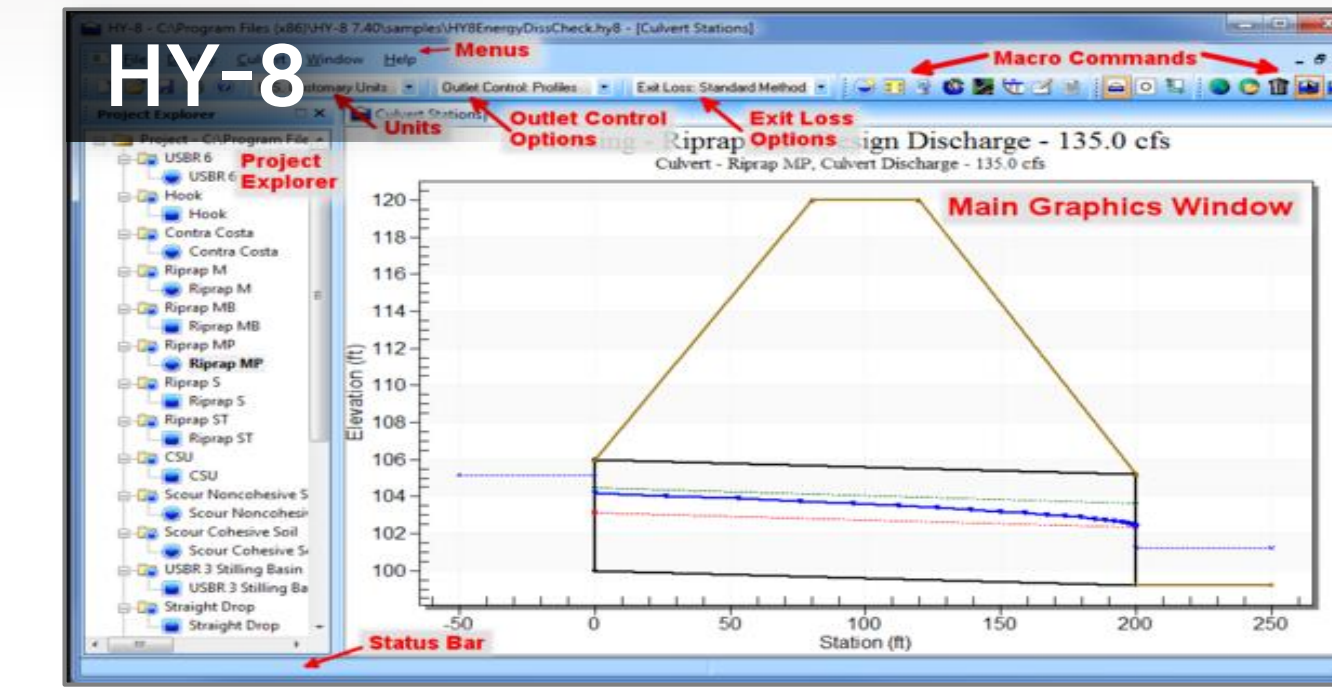
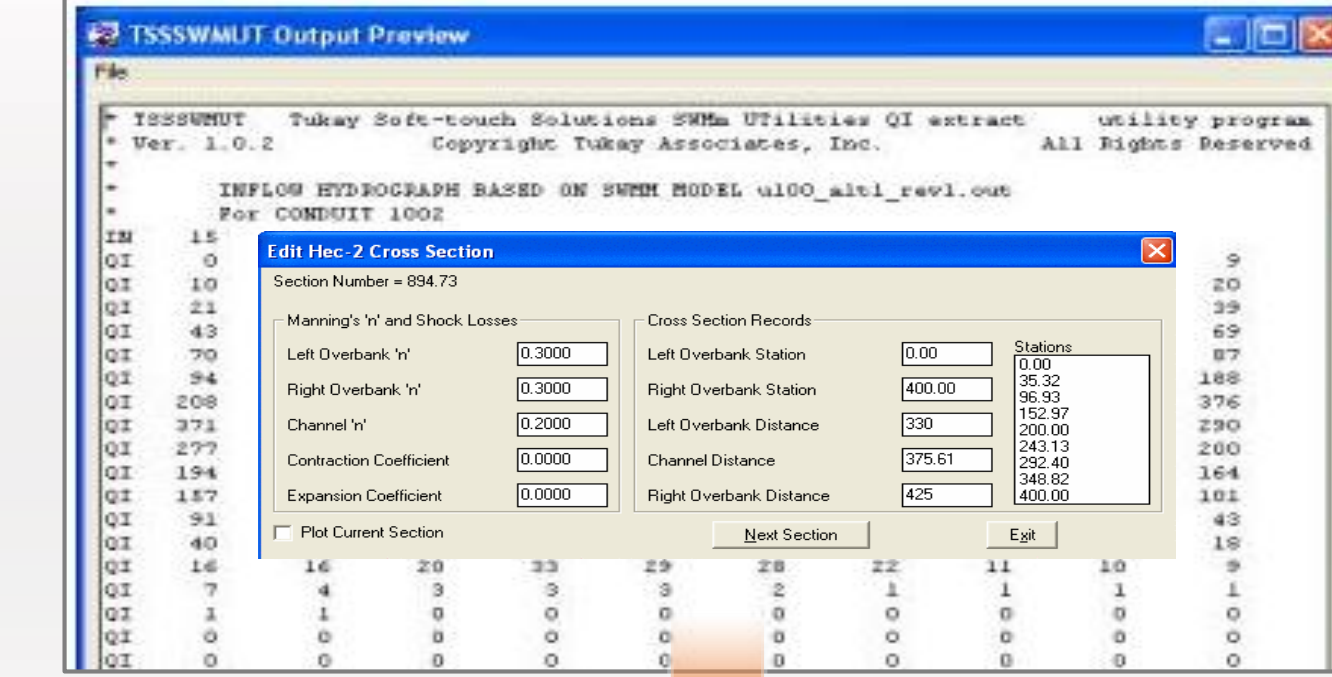
시뮬레이션(3D/XR)



수리 시뮬레이션

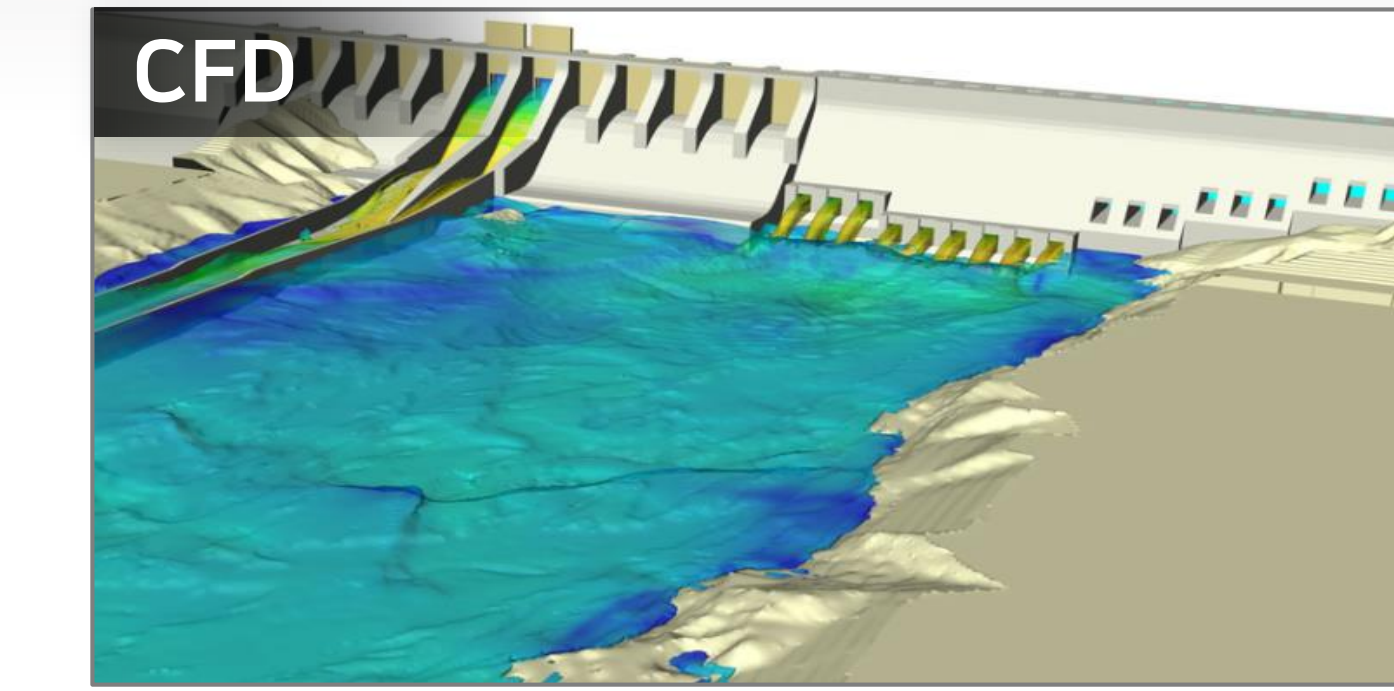
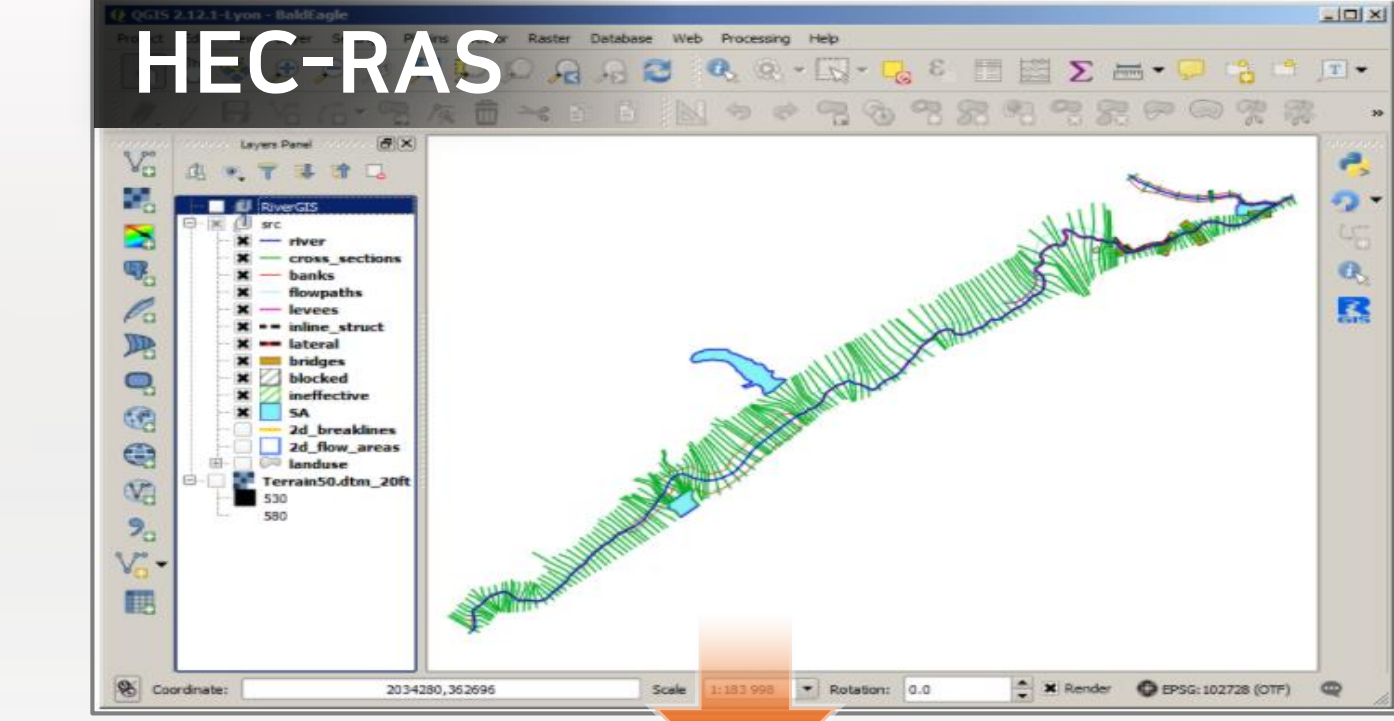
과거 (20세기)

- HEC-2, HY-8 등



현재 (21세기 초)

- HEC-RAS, CFD 등

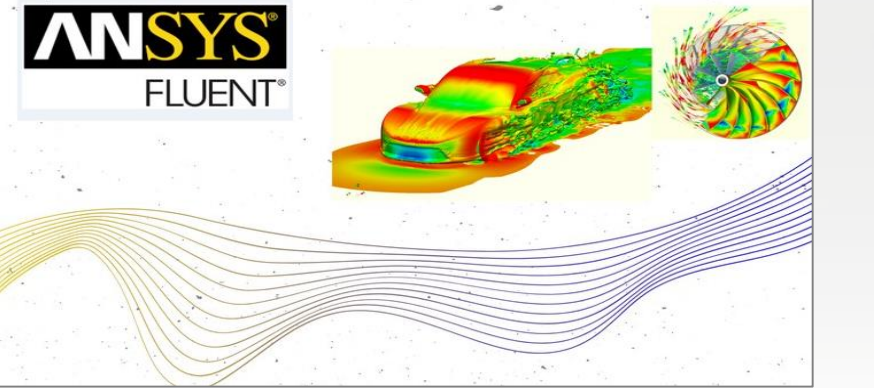


비즈니스 주도권

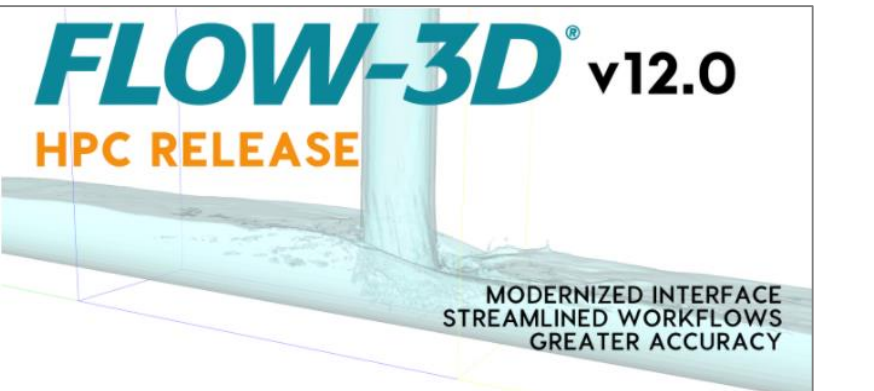
- US Army Corps of Engineers (미)
HEC-RAS



- ANSYS(미)
Fluent



- Flow Science(미)
Flow-3D



- 미공병단의 HEC 시리즈는 HEC-2에서 HEC-RAS로 이어져 기능이 크게 향상되었으며, 최근에는 1D를 넘어 2D의 홍수범람해석도 포함하고 있고, 배포 또한 무료로 하고 있어 수리 해석 분야에서는 선도적 위치에 있음, CFD는 해석의 신뢰도가 아직은 낮아 보편화 되지 못하고 있으며, 모델링의 편리성으로 ANSYS, FLOW-3D등이 다소 앞서고 있음

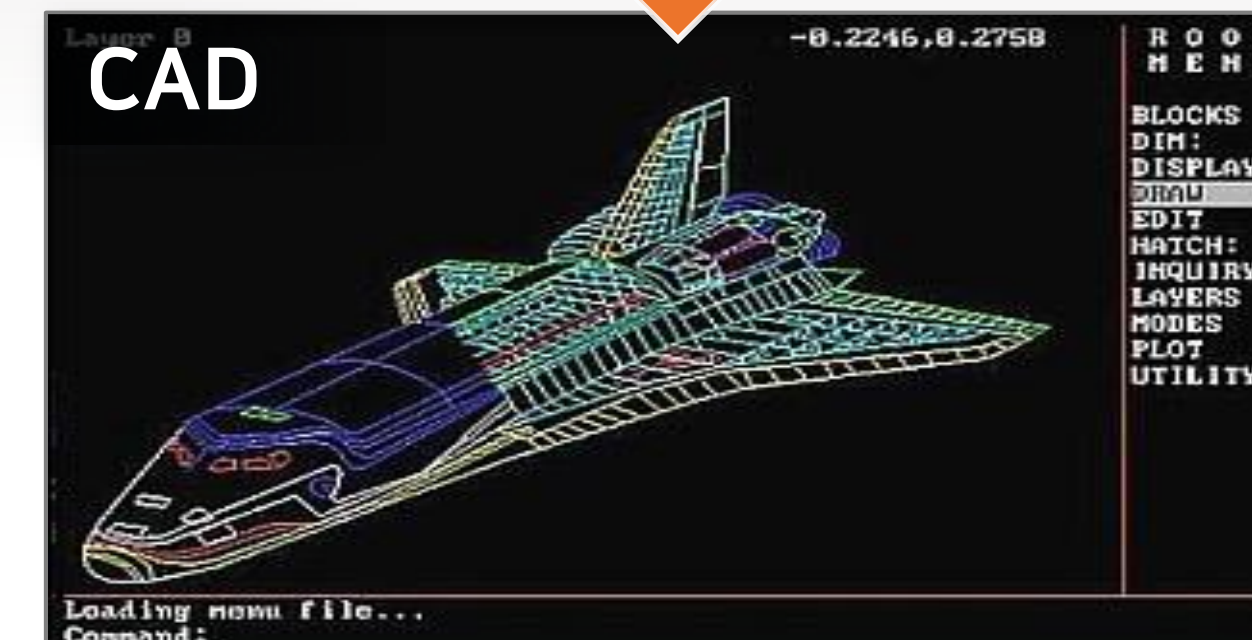
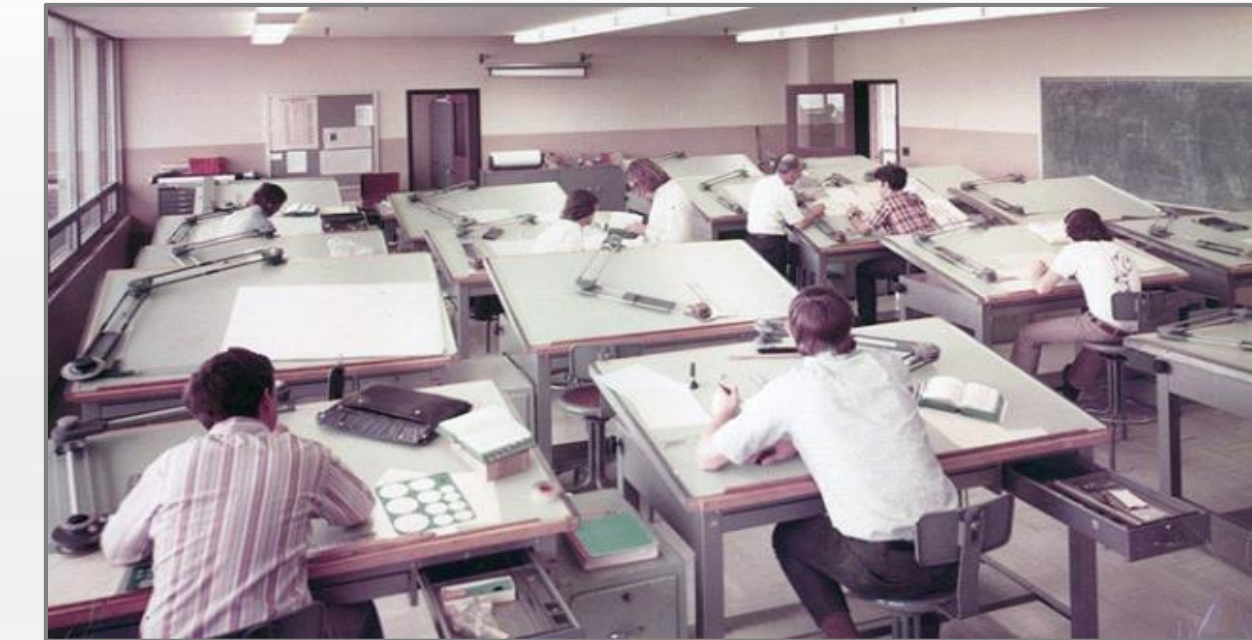
소통(Communication) – 도면, 제도(Graphic)

정보해석 결과에 따라 결정된 계획 전달 도구의 발전



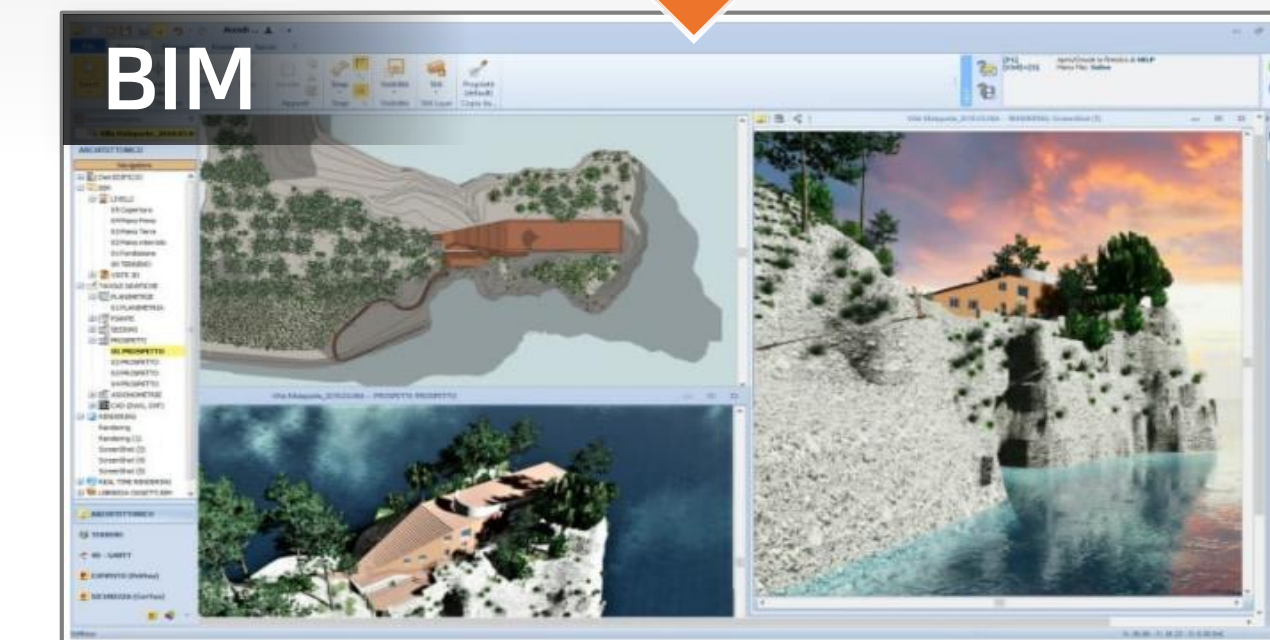
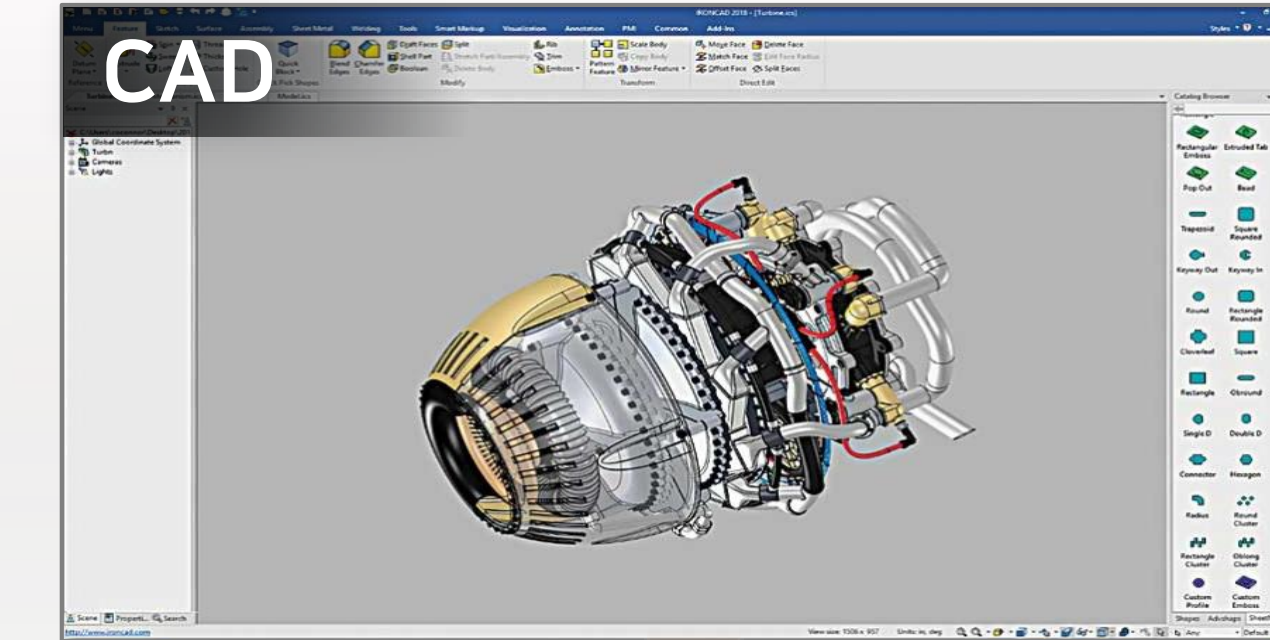
과거 (20세기)

- Rotring, Lettering → CAD



현재 (21세기 초)

- 3D CAD, BIM



비즈니스 주도권

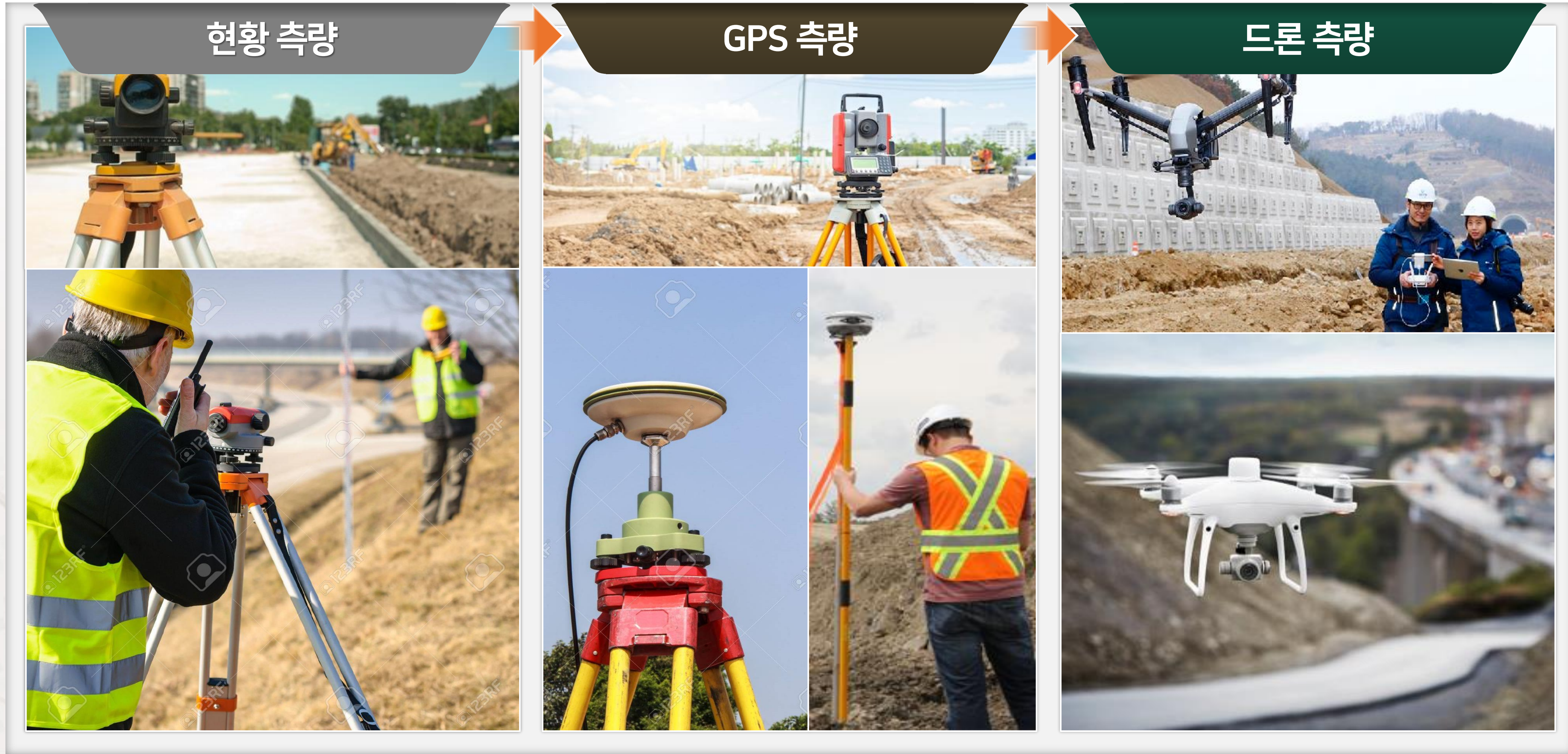
- Autodesk(미) AutoCAD, REVIT



- Bentley(미) MicroStation



- 획득한 정보, 해석결과 등 최종결과물의 커뮤니케이션 역할을 수행하던 도면, 제도 등은 컴퓨터(H/W, S/W)의 발전에 따라 입체적 모델링 뿐만 아니라, 시뮬레이션 등으로 발전되어 가고 있으며, 비즈니스의 주도권은 소프트웨어 성능에 따라 급속 재편중임



구	분	과 거 (~1980년대 초중반)	현 재 (1980년 중반~현재)	미 래 (현 재 ~)
		현황측량	항공측량 / GPS측량	GIS / 드론 + LiDAR
방	법			
결	과	도면	수치도면	3D 모델
정	확	낮음	높음	매우 높음
오	차	큼	감소	거의 없음
시	간	많이 걸림	감소	대폭 감소

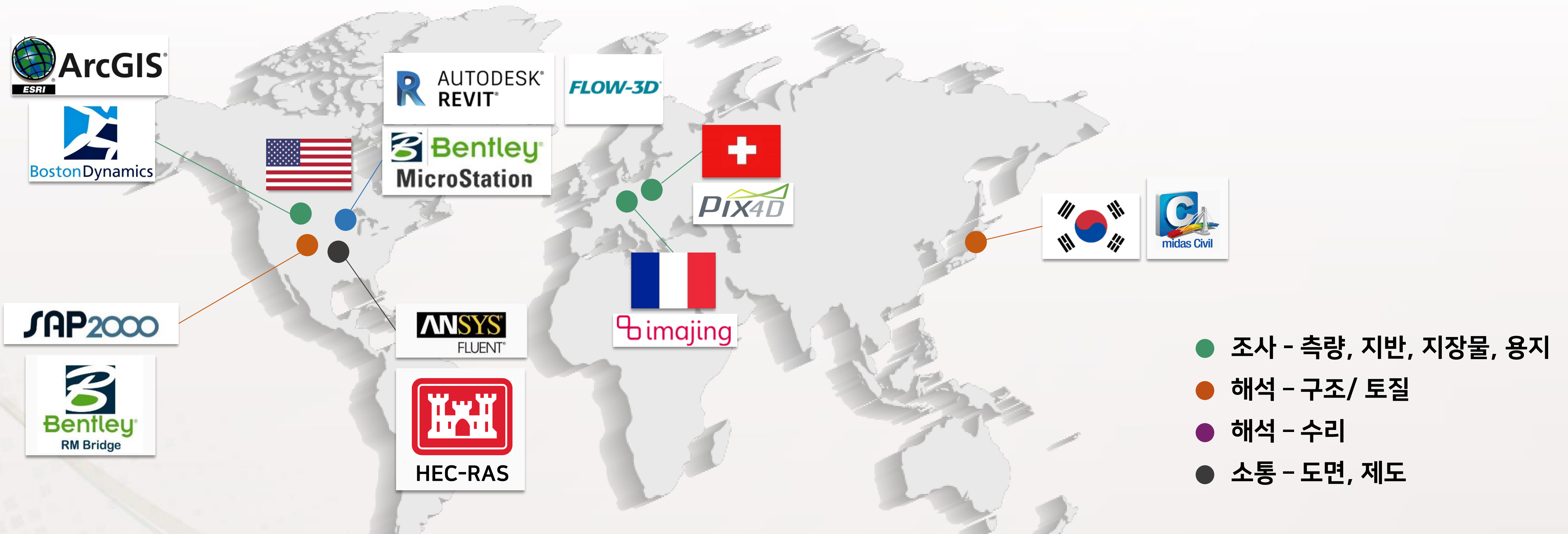
설계방식의 발전 방향 : 설계 결과물



구분	과거 (~1980년대 초중반)	현재 (1980년 중반~현재)	미래 (현재 ~)
도구	제도판, 삼각자, 스케일, 트레이싱지 등	컴퓨터, 플로터, 프린터, 용지(A3, 롤지)	컴퓨터, 3D 프린터, 건설장비, 로봇, 홀로그램(AR, VR) 등
작성자	기술자, 제도사	기술자, CAD 기능인	기술자, 프로그래머
결과물	트레이싱지(A0, A1), 청사진(A0, A1)	용지(A3), CD	디지털 데이터
특징	평면적, 2D, 흑백	평면적, 2D, 칼라	입체적, 2D+3D, 칼라
정확도 / 품질 오류	낮음 / 나쁨 / 많음	향상 / 향상 / 감소 / 범용	매우 높음 / 매우 좋음 / 대폭 감소
수량 산출	수작업	S/W+수작업	BIM S/W 자동산출

설계방식의 발전 방향 : S/W 중심

기반 기술별 시장 지배자 미국 중심의 대형 엔지니어링 S/W기업이 전세계 시장 석권



건설분야의 핵심기반 기술은 정보의 획득, 계획 시설의 해석 및 최종 결과물의 커뮤니케이션까지 급속하게 변화하고 있으며, 이들 대부분은 미국의 대형 엔지니어링 S/W 회사가 주도하면서 세계의 시장을 석권한 상태로, 현재 국내 엔지니어링 업계의 핵심 기반 기술의 예측은 매우 심각한 상태임

Global Graphic S/W

구 분	업 체 명	주 요 제 품
그래픽솔루션	◦ Autodesk	◦ AutoCAD, Civil3D, Revit, Navisworks, Dynamo
	◦ Bentley	◦ MicroStation, OpenRoads, ProjectWise
	◦ Trimble	◦ Tekla, SketchUp, Trimble Connect
	◦ Nemetschek	◦ Allplan, VectorWorks, ArchiCAD
	◦ Dassault	◦ CATIA, SolidWorks ENOVIA, 3D Experience
	◦ Blender 재단	◦ Blender(Opensource)
시 물 레 이 셴	◦ Unity	◦ Unity, Reflect, VisualLive
	◦ Epic Games	◦ Twinmotion, Unreal Engine
	◦ Act-3D	◦ Lumion

GIS & 조사 측량 S/W

구 분	제 품 명	제 작 사
G I S	◦ ArcGIS	◦ Esri
	◦ QGIS	◦ Open Source
	★ 천지인 ★ Cadastral	◦ In-house
측 량 조 사	◦ Li360/LiGeoreference	◦ GVI
	◦ Pix4D	◦ Pix4D
	◦ Metashape	◦ Agisoft
	★ Surveyor	◦ In-house
	◦ XSitemap3.0	◦ CEG
지 반 조 사	◦ Surfer	◦ GoldenSoftware
	★ GAIA	◦ In-house

계획 (교통·도시계획·환경·조경) S/W

구 분	제 품 명	제 작 사
교 통	◦ Tableau	◦ Tableau software
	◦ EMME/2,3,4	◦ INRO
	◦ TOVA	◦ 오픈앤드(명지대팀)
	◦ U-Fosnet	◦ RST Int'l
	◦ TransCAD	◦ Caliper Corp
	◦ T-7F	◦ McTrans
	◦ VISSIM	◦ PTV
	◦ LH-CDS	◦ 한국토지주택공사
	★ Urban Analyzer	◦ In-house
	◦ SoundPlan	◦ SoundPLAN
환 경 분 야	◦ Sanalyst Base	◦ 씨쓰데브
	◦ AERMOD	◦ US EPA
조 경 분 야	◦ Landy	◦ 온코어에스엔티

Analysis S/W (FEM, CFD外)

구 분	제 품 명	제 작 사
구 조 해 석	◦ MIDAS CIVIL外	◦ 마이다스아이티
	◦ SAP	◦ CSI
	◦ RM	◦ TDV
	◦ ABAQUS	◦ ABAQUS
	★ StrAna	◦ In-house
지 반 해 석	◦ GTS NX/Soilworks	◦ 마이다스아이티
	◦ Proshake	◦ EduPro
	◦ Geostudio	◦ Geoslope
	◦ DIPs/Swedge/Phase2外	◦ Rocscience
	◦ Georock	◦ GeoStru
	◦ Geopro	◦ Datasurge
	◦ Flac 2D	◦ ITASCA
	◦ Visual ModFlow	◦ 소프트웨어팩토리
	◦ AutoSlope	◦ 이지소프트
	◦ K-Embank	◦ 베이스소프트
말 뚝 해 석	◦ Talren	◦ terrasol
	◦ A-Pile/L-Pile/Group	◦ ENSOFT
	◦ XSLOPE-Pile	◦ CEG
수 리 해 석	★ Pilezainer	◦ In-house
	◦ TurbnPro	◦ Hydro Info Systems
	◦ WANDA	◦ Deltares
	◦ Flumen	◦ Fluvial
	◦ HySim	◦ 율촌코퍼레이션
	◦ SWMM / EPANET	◦ US EPA
	◦ HEC-RAS / HEC-1	◦ US Army Corps
	◦ K-HAS	◦ 한국농어촌공사
	◦ Fard2006	◦ 행정안전부
	◦ RFAHD	◦ 환경부
	◦ CCHE_MESH. GUI	◦ University of Mississippi
	◦ KModSim	◦ 한국수자원공사
	◦ RAIN	◦ 개인개발
	◦ HY8	◦ US DoT
	◦ OpenFOAM	◦ OpenCFD
유 체 해 석	◦ Flip Fluid	◦ FLIP Fluids
	◦ AFT Arrow	◦ AFT
	◦ Phast V8	◦ DNV

설계용 S/W

구 분	제 품 명	제 작 사
도 로/ 철 도/ 하 천	◦ Road Projector	◦ 나모소프트
	◦ RD2000/SmartPro	◦ 평화데이터시스템
	◦ KPRP	◦ 한국건설기술연구원
	◦ Adsec	◦ Oasys
	◦ BIMRoad/RoadTac	◦ 한길아이티
가 시 설	★ Wayzainer	◦ In-house
	◦ SuNEX	◦ 지오그룹이엔지
	◦ Excav/W	◦ 한국지오건설턴트
구 조 물 성 과 품	◦ GEO XD	◦ 마이다스아이티
	◦ ARoad/AAbutpier외	◦ 한길아이티
상 하 수 도	◦ PipeTools	◦ Z3C
	◦ GISpipe	◦ 진보소프트
	◦ MAKESW	◦ 인천대학교
	★ Ipipe	◦ 삼안

단가 및 공정관리 S/W

구 분	제 품 명	제 작 사
단 가 내 역 서	◦ EBS	◦ 글로텍
	◦ STMate	◦ 경영정보주식회사
	◦ SGS	◦ 나스
	◦ WWCE	◦ 수자원공사
	◦ EST	◦ 다산소프트
공 정 관 리	◦ EMS/FIN/RC	◦ 고려전산주식회사
	◦ Primavera	◦ Oracle
	◦ MS-Project	◦ Microsoft

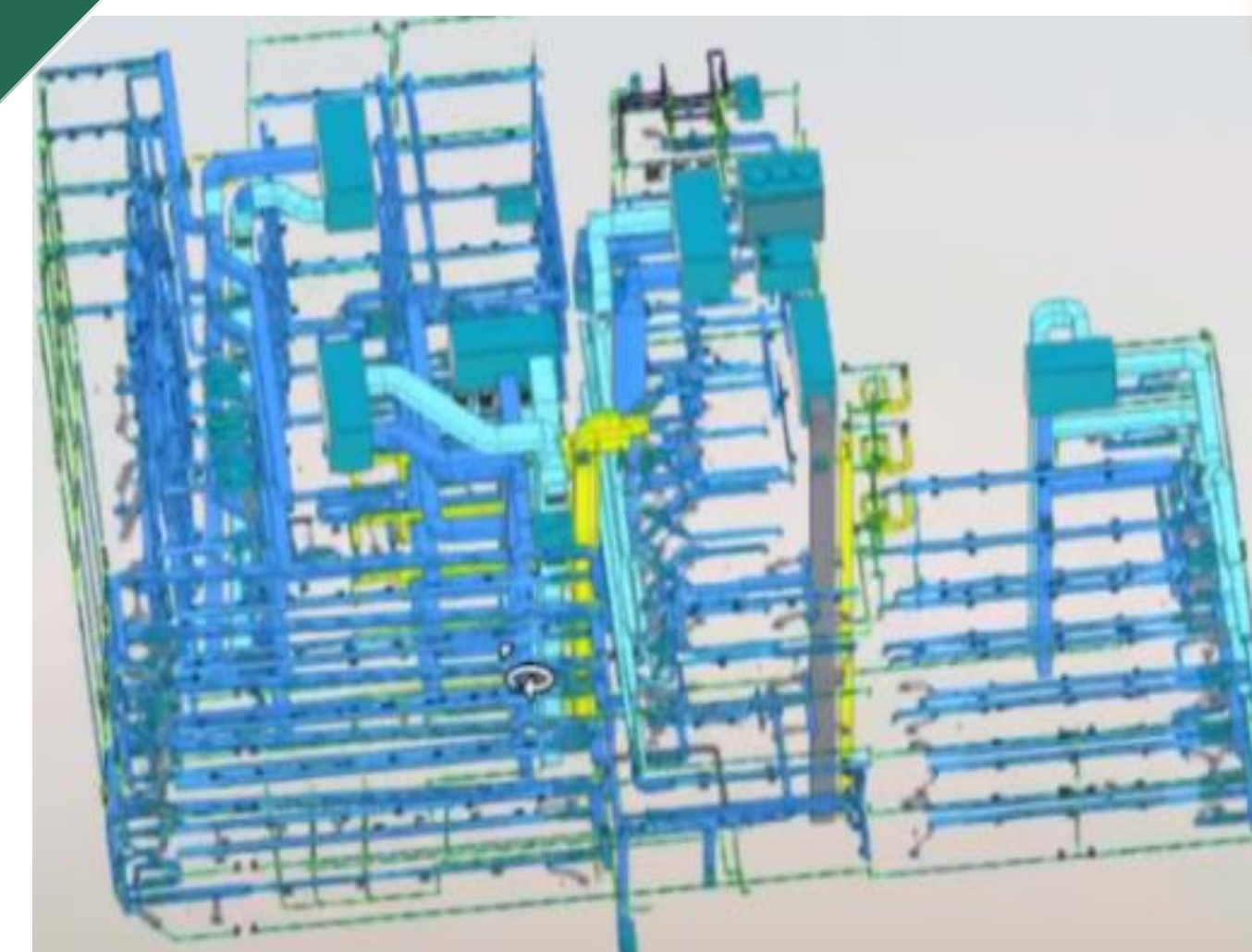
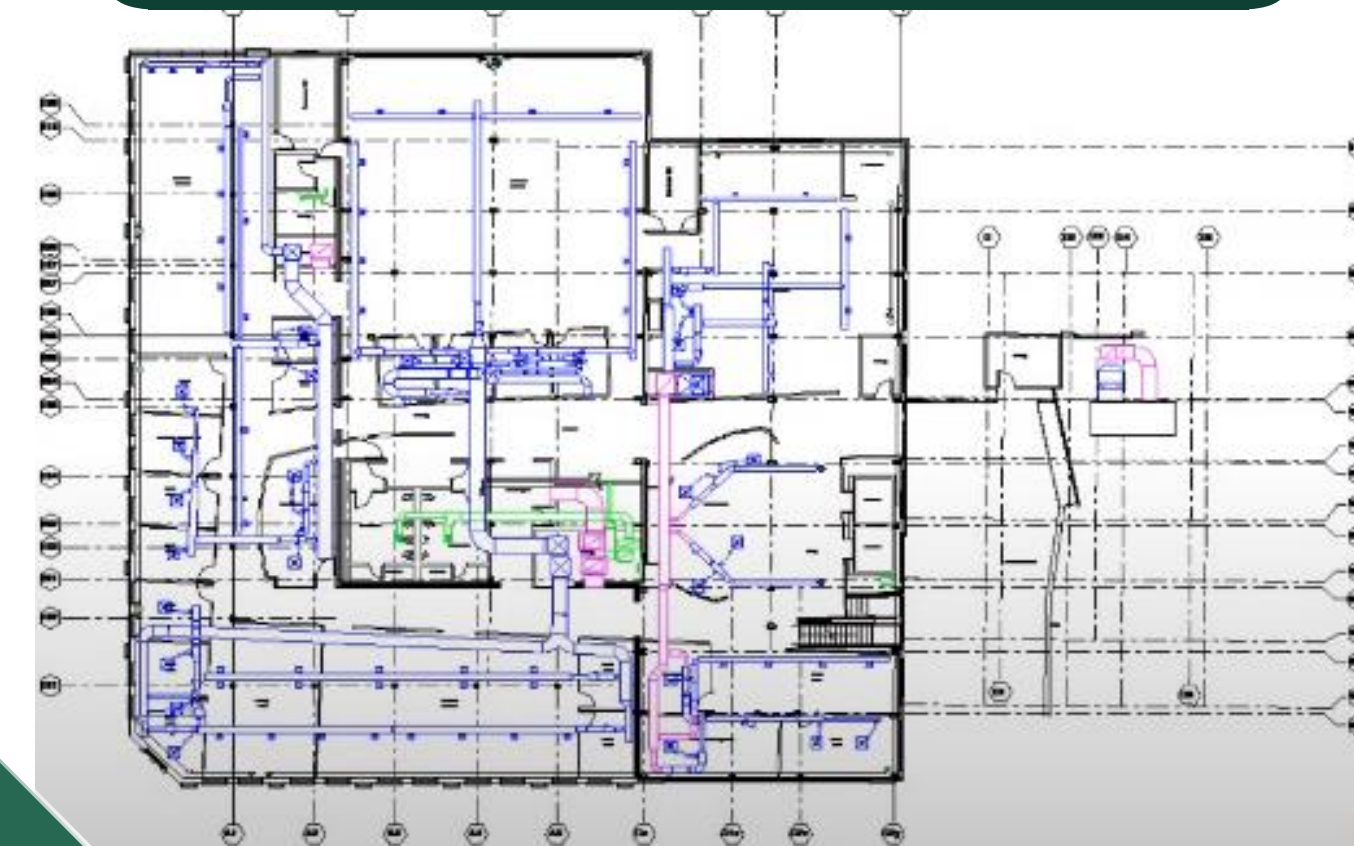
도면작성 & BIM S/W

구 분	제 품 명	제 작 사
도 면 작 성	◦ AutoCAD	◦ Autodesk
	◦ ArmaCAD	◦ OTP
	◦ Rhino3D	◦ Rhinoceros
	◦ SketchUp	◦ Trimble
	★ EG-BIM	◦ In-house
B I M	◦ Autodesk AEC Coll.	◦ Autodesk
	◦ Trimble Connect	◦ Trimble
	◦ Bentley Rebar	◦ Bentley

2D도면



2D 도면 + 3D 도면



GIS와 BIM연동



비정형 구조물



BIM 전환(병행) 설계 (2D Design with 3D Modeling)

- ☑ 2차원 방식으로 설계 또는 시공이 완료된 시설물에 대하여 기존의 준공도면과 측량 데이터 등을 바탕으로 BIM 데이터를 만들어 활용하는 방식
- ☑ 기존의 시설물에 대해 BIM 데이터 확보를 위한 목적으로 시행

전환(병행) 설계

2D Design with 3D Modeling

- ☑ 2D 설계도를 작성 후 이를 근거로 3D Model 구축
- ☑ 부분적으로 parametric 값이 있는 구조물은 2D 없이 3D Model 구축가능

※ 전환(병행) 설계는 본격적인 BIM설계라 할 수 없고 시장의 BIM 이해를 도모하고 BIM으로의 전환을 유도하기 위한 임시적인 상태의 설계 방법임

2D 설계

2D Design

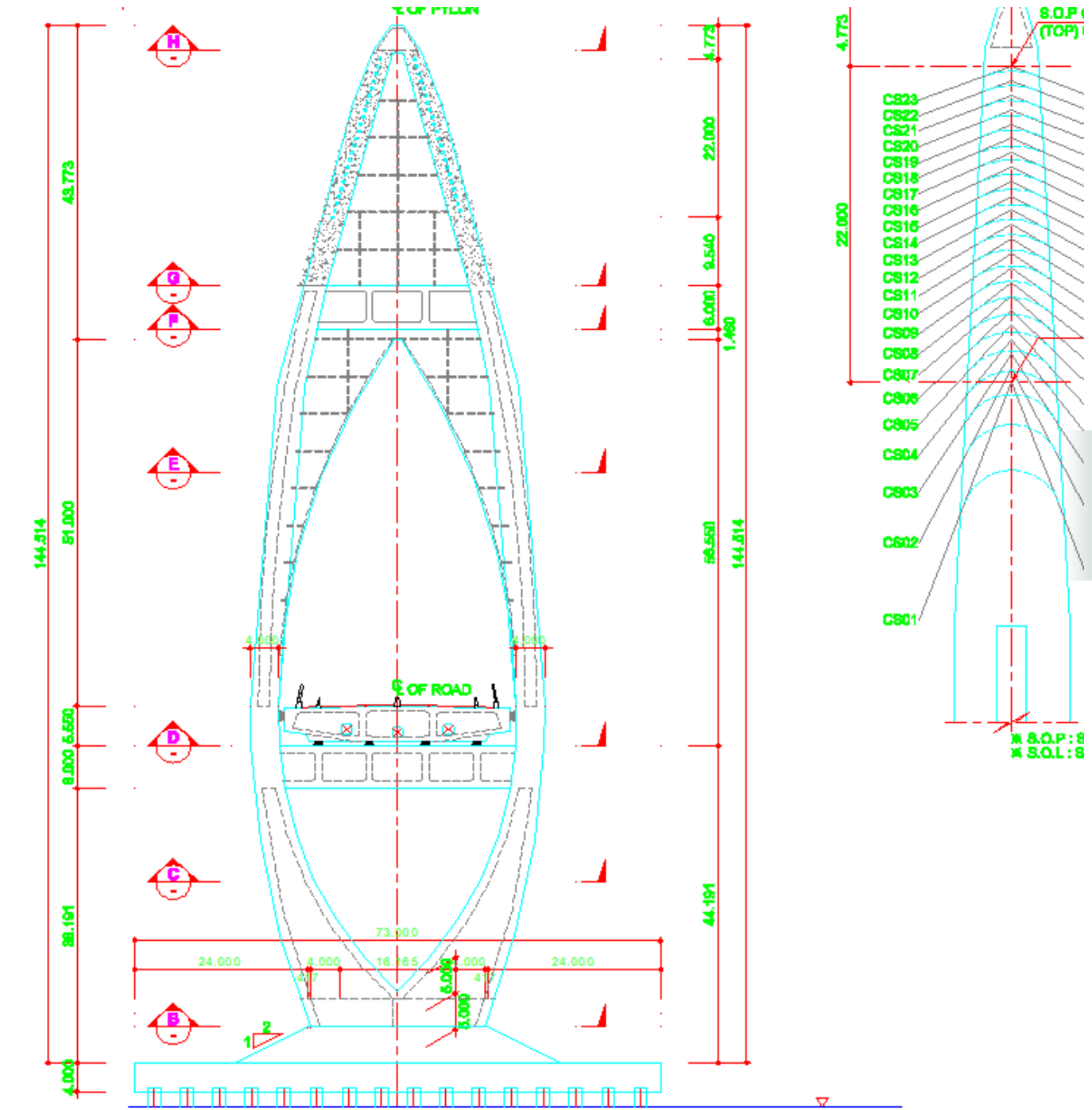
- ☑ 설계자가 2D도면으로만 작성 3D Model은 없음
- ☑ 3D를 상상으로 추정하고, 현장에서 Shop 도면을 별도로 작성해 상호확인

전면 BIM 설계

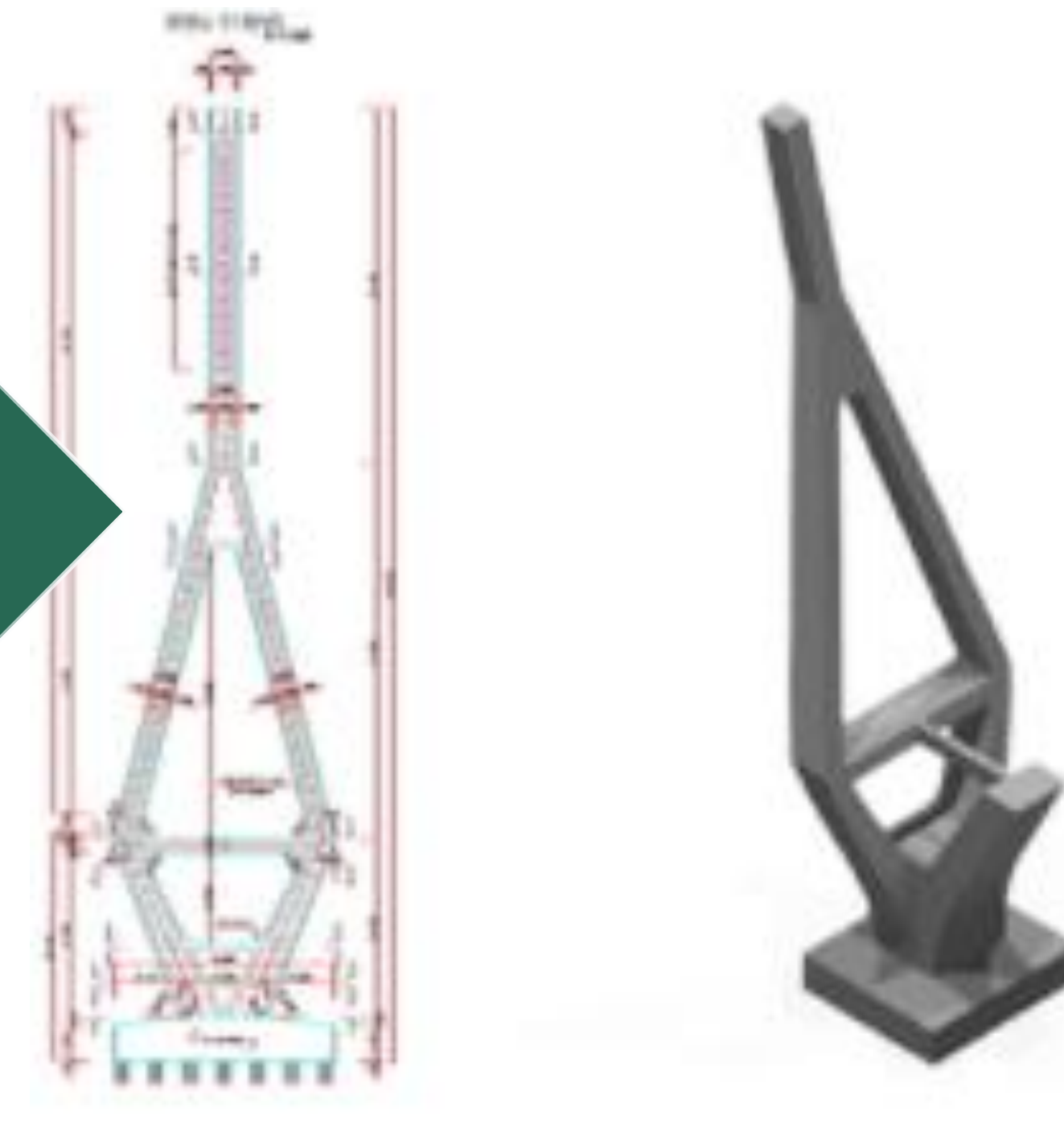
BIM based Design

- ☑ GIS와 연계된 사업 종류별 전용 알고리즘에 의한 프로그램으로 Model 구축
- ☑ 비정형/특별한 형상의 구조물 등은 범용 S/W를 사용하여 Model 을 보완

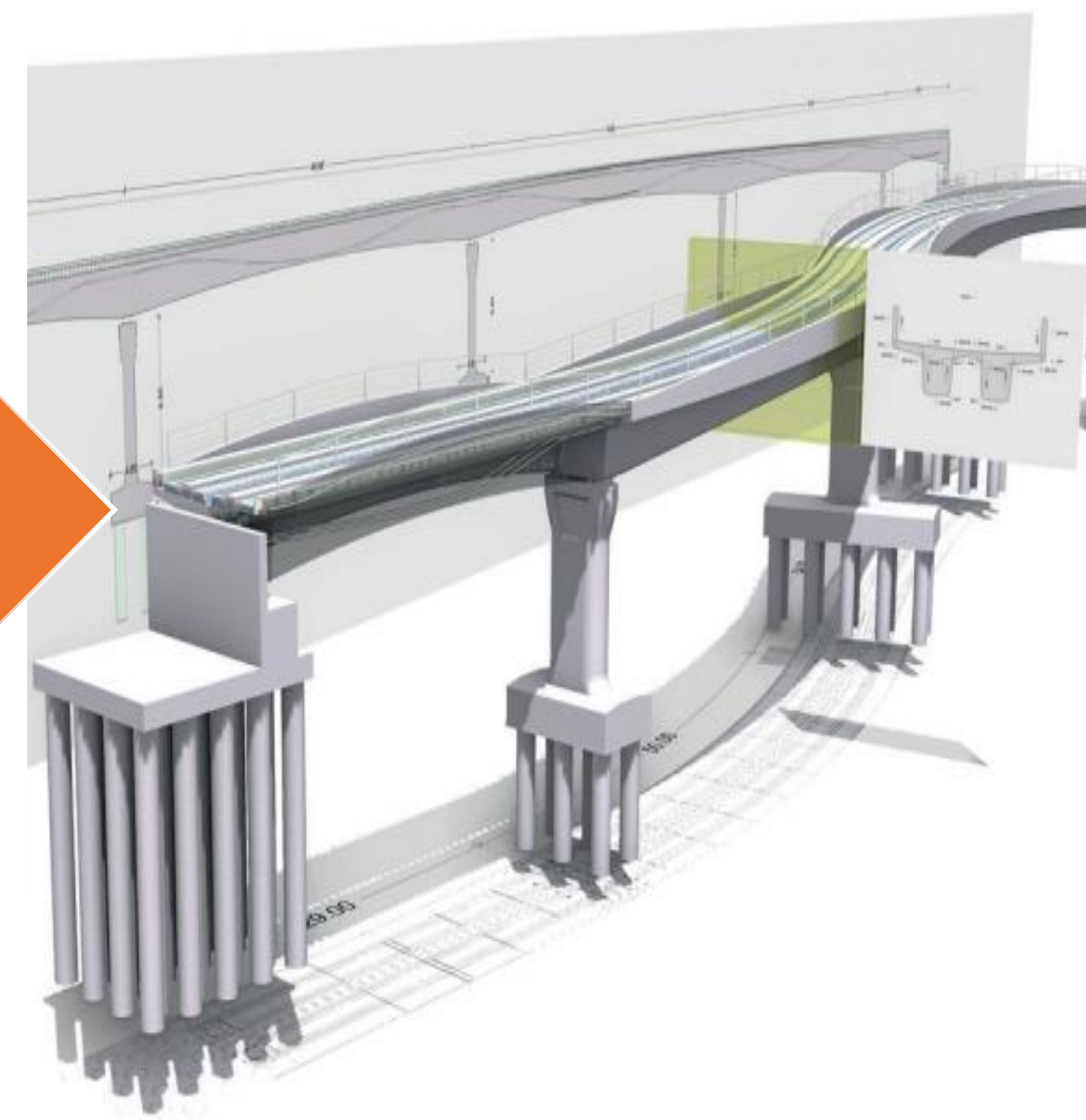
기존 2D도면



2D 도면에 3D 형상 추가



3D기반 상세 도면



전면 BIM 설계 (BIM based Design)

- ☑ 계획에서 상세설계까지 BIM 모델을 통하여 설계를 수행하는 과정과 BIM 모델로부터 도면 및 수량을 산출하는 성과품을 작성하는 과정으로 구분
- ☑ 노선에서부터 시설물의 상세설계를 BIM 저작도로 작성하므로 계획설계에서 상세설계까지 모든과정을 3차원 BIM 기술을 이용하여 설계하는 방식

2D 설계

2D Design

- ☑ 수작업·자동화 프로그램 이용 ⇒ 기술 수준 하향 평준화, 기술발전 의지 상실
- ☑ 20세기 방식 고수 ⇒ 기술 차별화 無, 기술발전 속도 느림

전환(병행) 설계

2D Design with 3D Modeling












- ☑ 2D 설계도에 3D 형상 일부 추가하여 사용자 이해 도모 : 모델 단면을 잘라 만든 도면은 실제 사용하기 곤란
- ☑ 기존 2D 도면에 3D 형상을 추가 하므로 도면 수 증가

※ 전환(병행) 설계는 본격적인 BIM설계라 할 수 없고 시장의 BIM 이해를 도모하고 BIM으로의 전환을 유도하기 위한 임시적인 상태의 설계 방법임

전면 BIM 설계

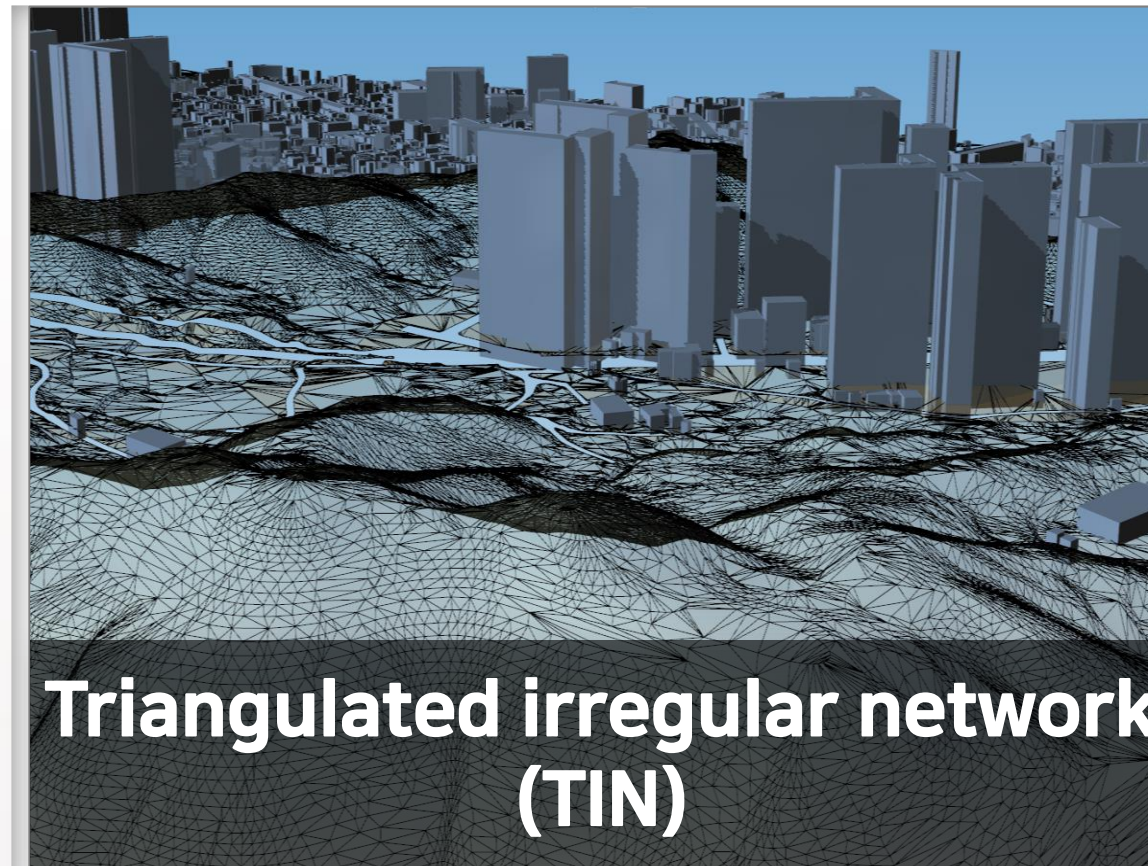
BIM based Design

- ☑ 프로그램 개발 단계부터 모델과 별도로 도면 작성 ⇒ 알고리즘 포함하여 계획됨
- ☑ 현장 작업용 상세치수, 관계기관 협의/검증/확인 위해 도면은 필수임
- ☑ 3D 기반 상세 도면은 현장 SHOP Drawing 도면과 경계 모호함

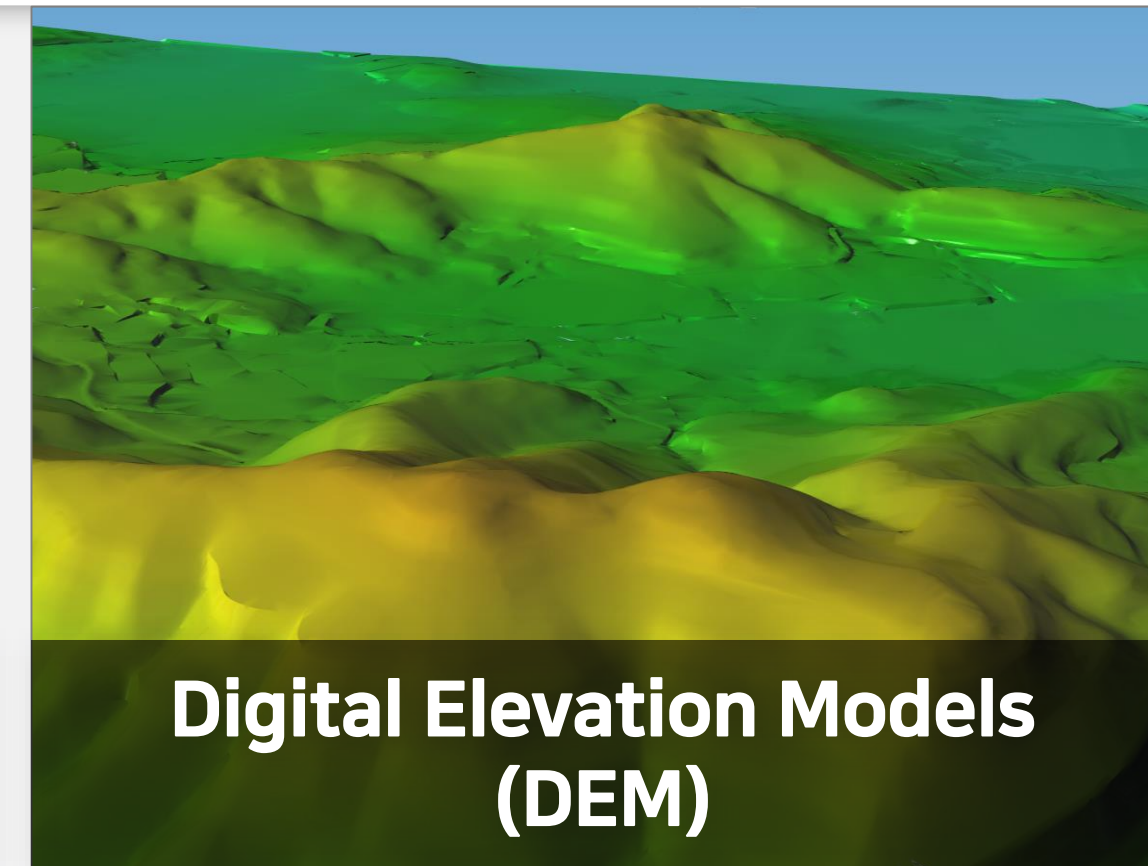
구 분	개발 주체	개 념	특 징	성 과 품	비 고
범용 (판매용) S / W	   	<ul style="list-style-type: none">엔지니어링 S/W 전문회사가 세계시장에 판매하기 위해 개발사용자가 목적에 맞게 Add-ons 등 추가 · 이용하도록 유도 예) 성능 좋은 덤프트럭, 버스 등을 생산하는 업체	<ul style="list-style-type: none">세계시장을 타겟으로 BIM 생태계 독점 의도가 큼동일한 방식으로 후발주자가 경쟁하는 것은 무리S/W사용료(유지관리비)는 지속적으로 증가될 것	<ul style="list-style-type: none">Model제작 도구로써, 모델 제작 · 성과품 작성 은 사용자 수행	천지인 StrAna GAIA
A dd- on s S / W	   	<ul style="list-style-type: none">범용 S/W내 엔진과 기능을 사용특정 목적의 결과물이 쉽게 도출되도록 개발된 S/W 예) 곡물 운반을 목적으로 곡물 탱크를 만드는 업체	<ul style="list-style-type: none">초기 개발이 쉬워, 현업 업무효율 증진을 위해 개발 접근범용S/W 판매사에서 적극 지원(생태계,독과점)범용S/W에 연속, 기술발전에 장애	<ul style="list-style-type: none">특정 목적물의 Model 제작이 주목적성과품 작성을 위해 별도 Process 필요	-
S olution (전문 전용) S / W	  	<ul style="list-style-type: none">엔진과 기능을 협업 또는 자체 개발특정 목적 결과물 생산을 위해 자신만의 방법으로 개발된 S/W 예) 곡물 운반용 차량 자체를 만드는 업체 (곡물의 종류별로 다양한 차량 제작 가능)	<ul style="list-style-type: none">특정 시설물에 특화, 생산성/기술축적/효율성에 집중초기투자 비용이 크고 Eng, S/W 개발 능력 모두 필요목적 달성시 파괴력 크며, Paradigm 전환의 선두 역할	<ul style="list-style-type: none">계획단계부터 Model제작 · 성과품 작성까지 일괄 연속 수행 System	WayZainer BoxZainer TunnelZainer Urban Analyzer

구 분	주 요 기 능	미 국				프 랑 스	독 일	국 내	
		건설용 S/W의 절대강자 [AutoDesk]	토목용 S/W의 강자 [Bentley]	구조분야 강자 [Trimble]	GIS 분야 절대강자 [ESRI]	제조업 S/W 절대강자 [Dassault]	유럽, 건설분야 강자 [Nemetscheck]	구조분야 해석 중심 최근 구조분야 BIM진출 시도 [MIDAS IT]	3rd Party [Add-ons]
GIS & Plan (Concept & Design)	<ul style="list-style-type: none">수작업지형 모델링기초 선형기능 제공주어진 Template에 따른 토공계획기본적 3D Editing 기능	Infraworks Civil 3D Map 3D	ConceptStation Open Roads Open Rails	-	ArcGIS	Solidworks	-	-	KG Road(KG엔지니어링) Road Projector(나모소프트)
Structure Model (Modeling & Design)	<ul style="list-style-type: none">구조물 Modeling에 특화구조물 외곽 및 철근 배근필요시 구조용 요소 모델링	Revit Utility Design	AECO sim Open Bridge	SketchUp Tekla	-	Catia	Allplan ArchiCAD	MIDAS CIM	A-Series (한길아이티)
Visualization (View & Handling)	<ul style="list-style-type: none">제작된 모델의 조합 및 검토일부 Simulation 기능	Navisworks Maya	Navigator	BIM Sight	-	3D Experience	Solibri	-	-
CAD S/W	-	AutoCAD	Microstation	-	-	Draft Sight	ArchiCAD	-	AutoDesk Add-ons

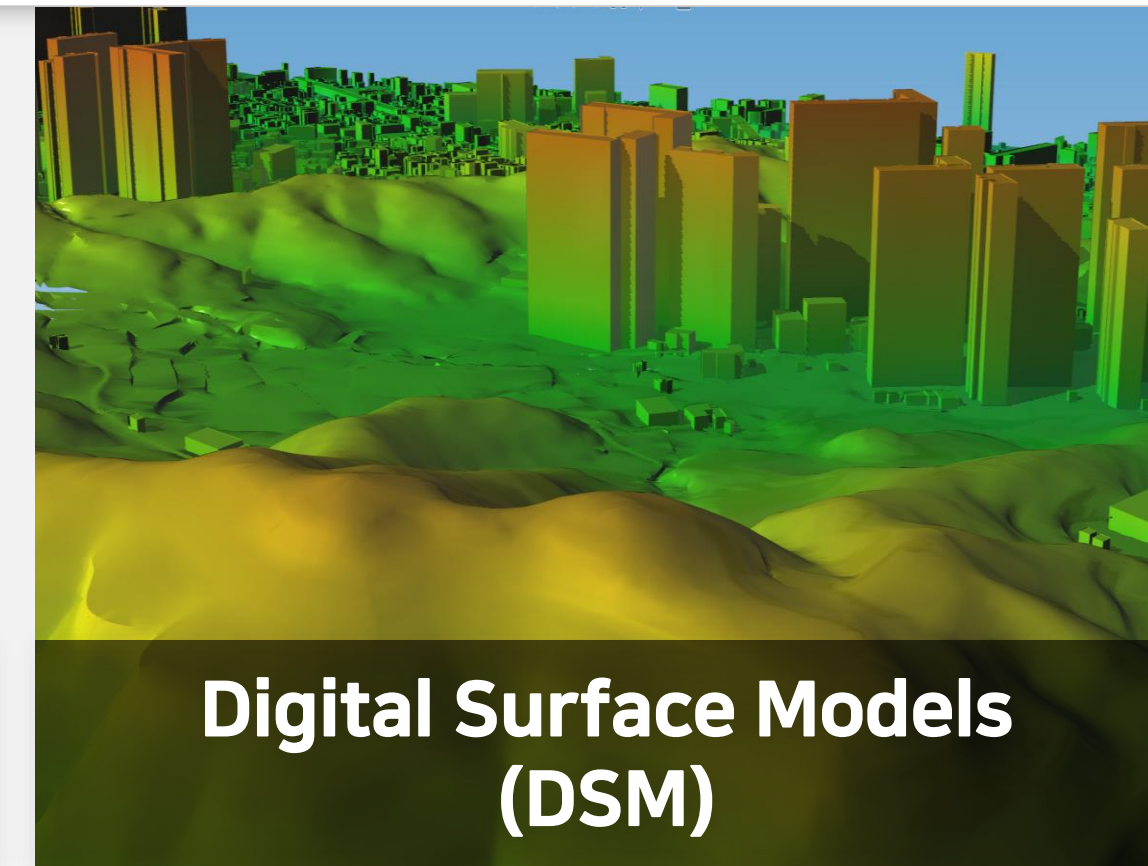
구 분		Business Leader	사 용 법	개 요	용 어	고 객	특 징	발전방향
제조업		<ul style="list-style-type: none">SiemensDassault systemesAutoDesk, SAP 등	<ul style="list-style-type: none">제품별 S/W 개발 또는 범용 S/W parametric화대부분 수작업에 의한 한 개의 범용 S/W 작업 가능	<ul style="list-style-type: none">Product(제품) 생산 및 운영/유지관리 중심생산체계의 디지털화 중심으로 발전 (Smart Factory)	CAE (3D Printing) Digital Twin Smart Factory	<ul style="list-style-type: none">제조 기업 중심	<ul style="list-style-type: none">일정공간 내 복잡한 형상구현에 유리, 재사용성 높음다양한 개별 부품이 조립된 제품 중심으로 발전시장규모와 제품별 수준 차이가 큼항공기, 자동차산업 등에서 탁월한 발전	<div>초기 CAE, NASA, GE Smart Factory</div> <div>↓</div> <div>거대 ENG S/W (AutoCad)로 발전 발주자의 적극적 동참</div> <div>↓</div> <div>최근 ENG S/W의 적극적인 Marketing</div>
건설업	건축	<ul style="list-style-type: none">AutoDeskTeklaBentleyNemetschek 등	<ul style="list-style-type: none">범용 S/W로 다양한 건물형상(외곽/골격) 작성 후 모듈을 이용하여 내외장재 제품(Object) 모델링대부분 수작업에 의한 한 개의 범용 S/W 작업 가능	<ul style="list-style-type: none">건물형상 3D설계/시공/운영 Digital Modeling기반, 내외장재 제품(Object)에 영향을 받으며 발전	BIM Virtual Smart Construction	<ul style="list-style-type: none">건축주 설계사 건설사	<ul style="list-style-type: none">형상은 다양하나 구조적 유사성으로 인해 객체화 된 모듈 사용 용이건축 내 설비, 전기 등 공정별 간섭 체크에 유리층별, 구성 모듈 등의 반복성이 많아 효율성이 높으나 변경이 많으므로 자동화 S/W를 만들기에 한계	
	토목	<ul style="list-style-type: none">AutoDeskBentleyTeklaDassault systemes	<ul style="list-style-type: none">다수의 범용 S/W를 조합하여 모델링사업 종류별, 구성 구조물별 전용 S/W 필요	<ul style="list-style-type: none">Infra시설의 계획/설계/시공/유지관리 위한 디지털화 개념Smart City, Smart Construction 등과 연계 발전 중	BIM Virtual Smart Construction	<ul style="list-style-type: none">공공기관 설계사 건설사	<ul style="list-style-type: none">형상은 건축과 유사하나 지형, 선형 변화로 동일 형태 無재사용성, 반복성이 없어 범용 S/W 직접 모델링에 생산성과 확산성 한계 존재(프로젝트마다 신규 작성)다양한 정보(지형, 지반, 시설물 등)를 GIS 모델에 구축해야 하므로 초기 구축이 매우 어려움	



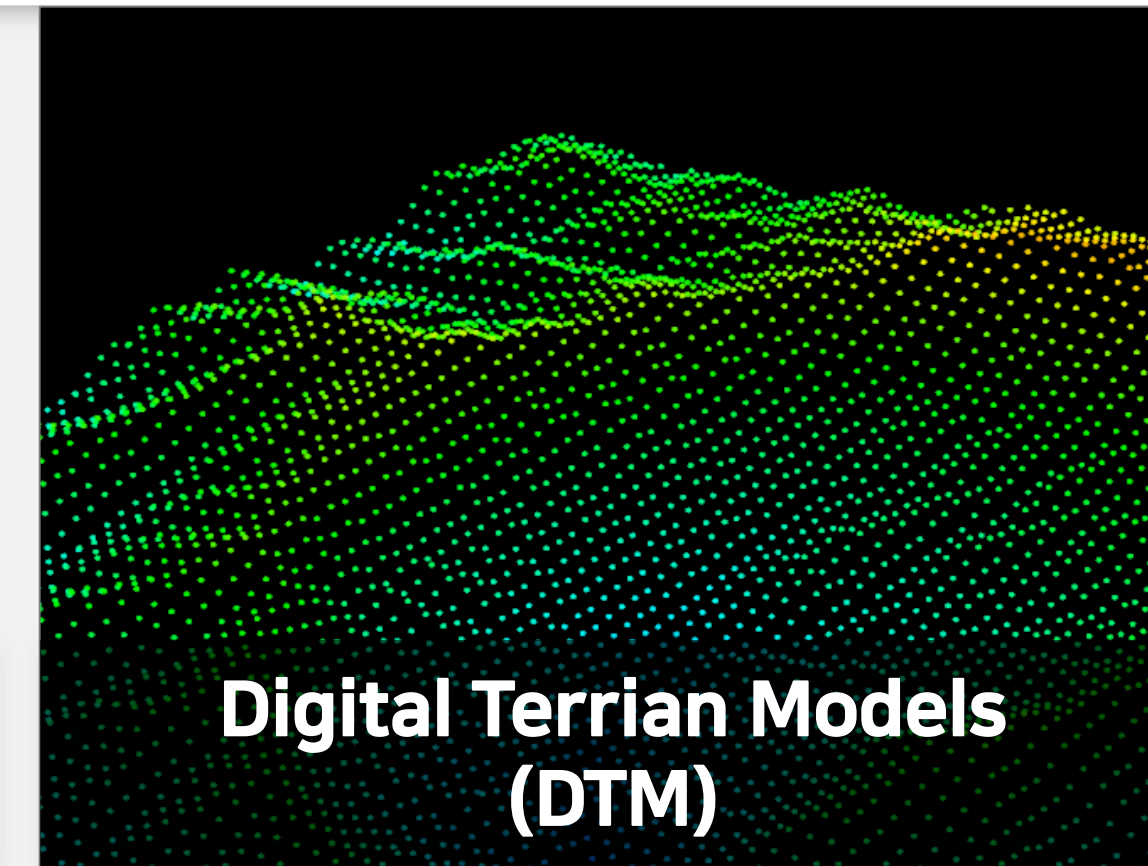
Triangulated irregular network (TIN)



Digital Elevation Models (DEM)



Digital Surface Models (DSM)

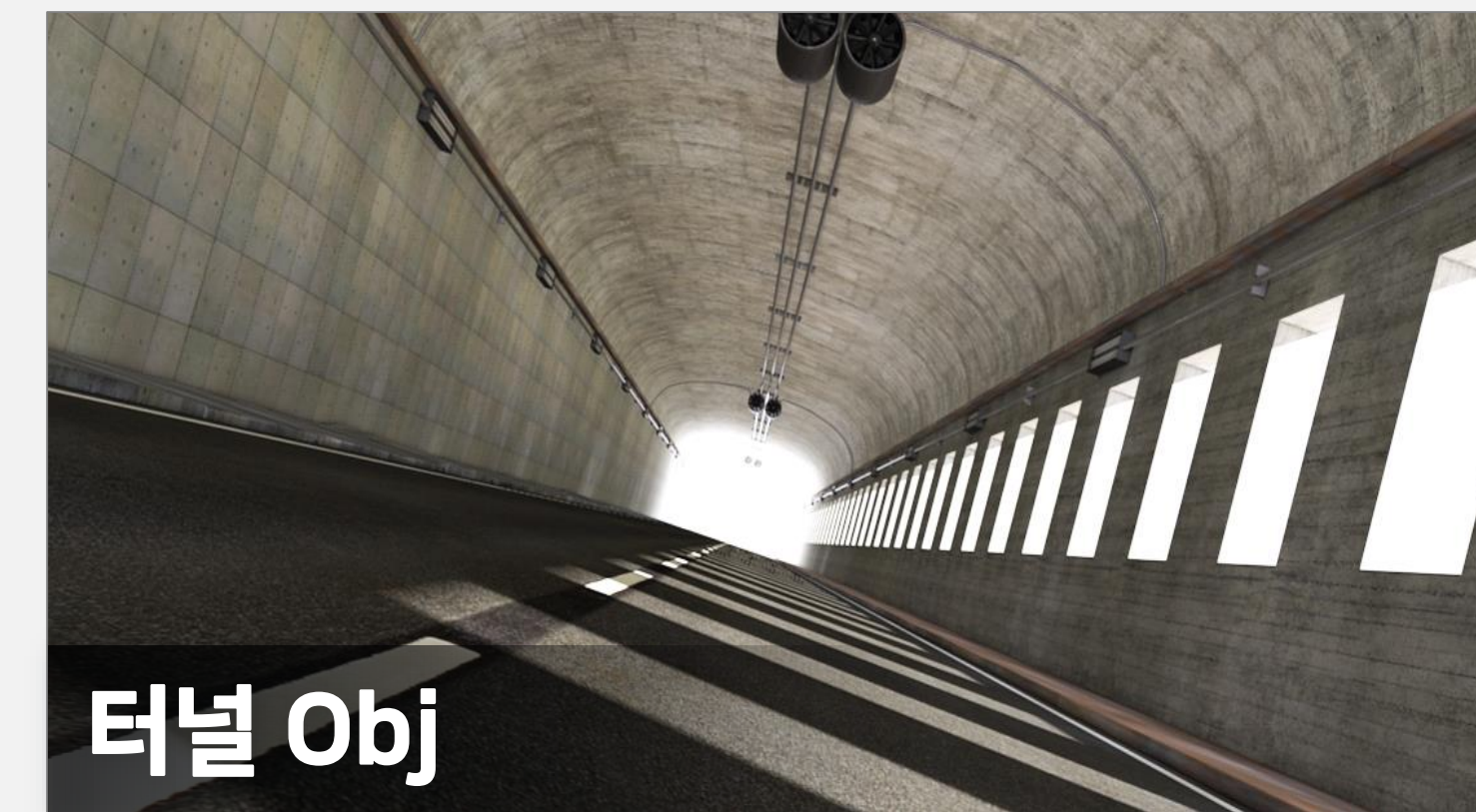


Digital Terrian Models (DTM)

- ☑ 지형, 지반, 하천, 도로, 철도 등의 지표면 및 지층면의 모델링(TIN, DEM, DSM, DTM 등)
- ☑ 존재하는 교량, 터널, 지하차도, 일반 구조물 등의 입체 모델링(Obj, City GML 등)



교량 Obj



터널 Obj



City GML

- ☑ 지적 현황, 토지 이용현황, 피복도, 녹지 등급 등의 속성값 모델링(SHP)
- ☑ 지형도(DWG, DXF), 정사영상(TIF, JPG), Point Cloud 등의 기초자료 D/B 구축
- ☑ 경사도, 녹지도, 배수유역 및 강우량 등의 GIS 분석 및 설계자료 구축

GIS 모델링

인간에 필요한 지리정보체계(Geographic Information System)을 효율적으로 활용하기 위해 광역의 지형/지반/시설물 등을 형상화하고 정보체계를 구축하는 작업

- ☑ 지형, 지반, 기존 시설물 특징 : 정보량 多, 상세 정도(LOD)에 따라 작업량 多 → S/W 의존도 매우 높음
- ☑ S/W의 성능, 사용성, 적용의 적절성(지식)에 따라 결과의 차이 큼
- ☑ 적용하는 S/W 및 기초자료의 종류에 따라 결과값 수준 차이 큼 (그 어느 분야보다 S/W가 중요)
- ☑ S/W의 보유(개발) 수준의 차이 = 기술력의 차이

1968

Origins

- Spatial analysis in epidemiology (1832, 1854)
- Term "GIS"

1969

System Development

- Eg. Canada GIS (CGIS) (1960)



1970s

Digitalization & Visualisation

- Computer Mapping



1980s

Database Management

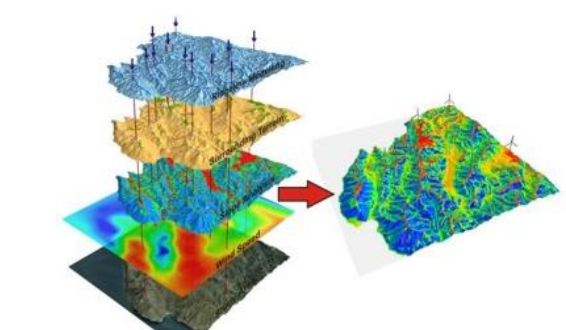
- Spatial Database



1990s

Visualization-Based analysis

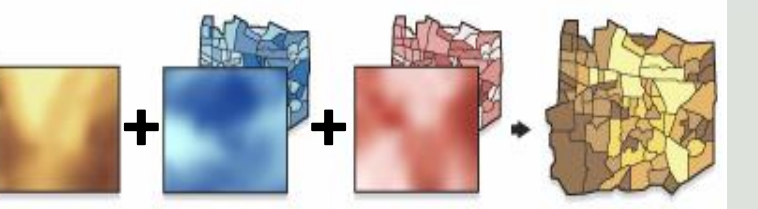
- Mapping Analysis

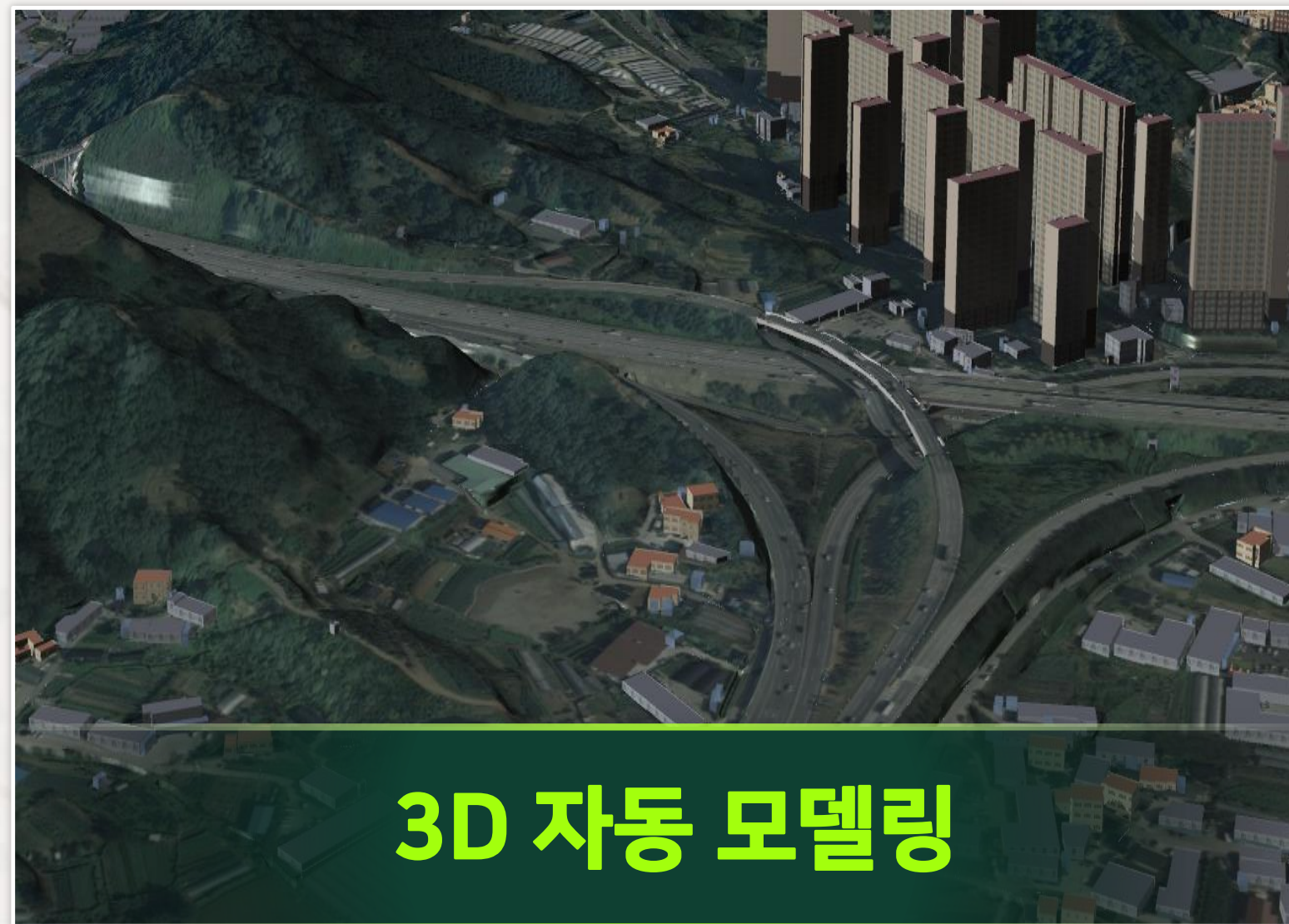
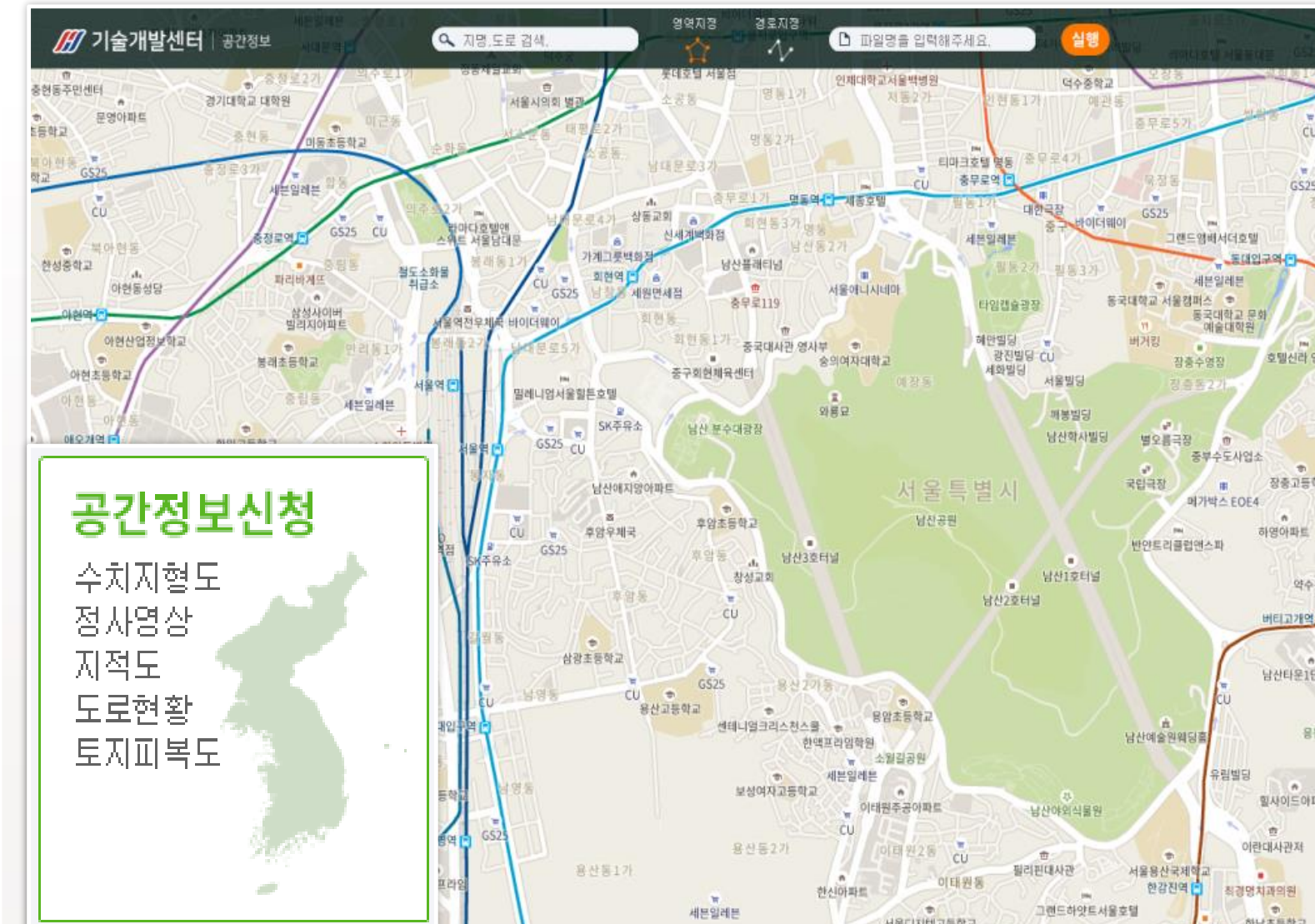
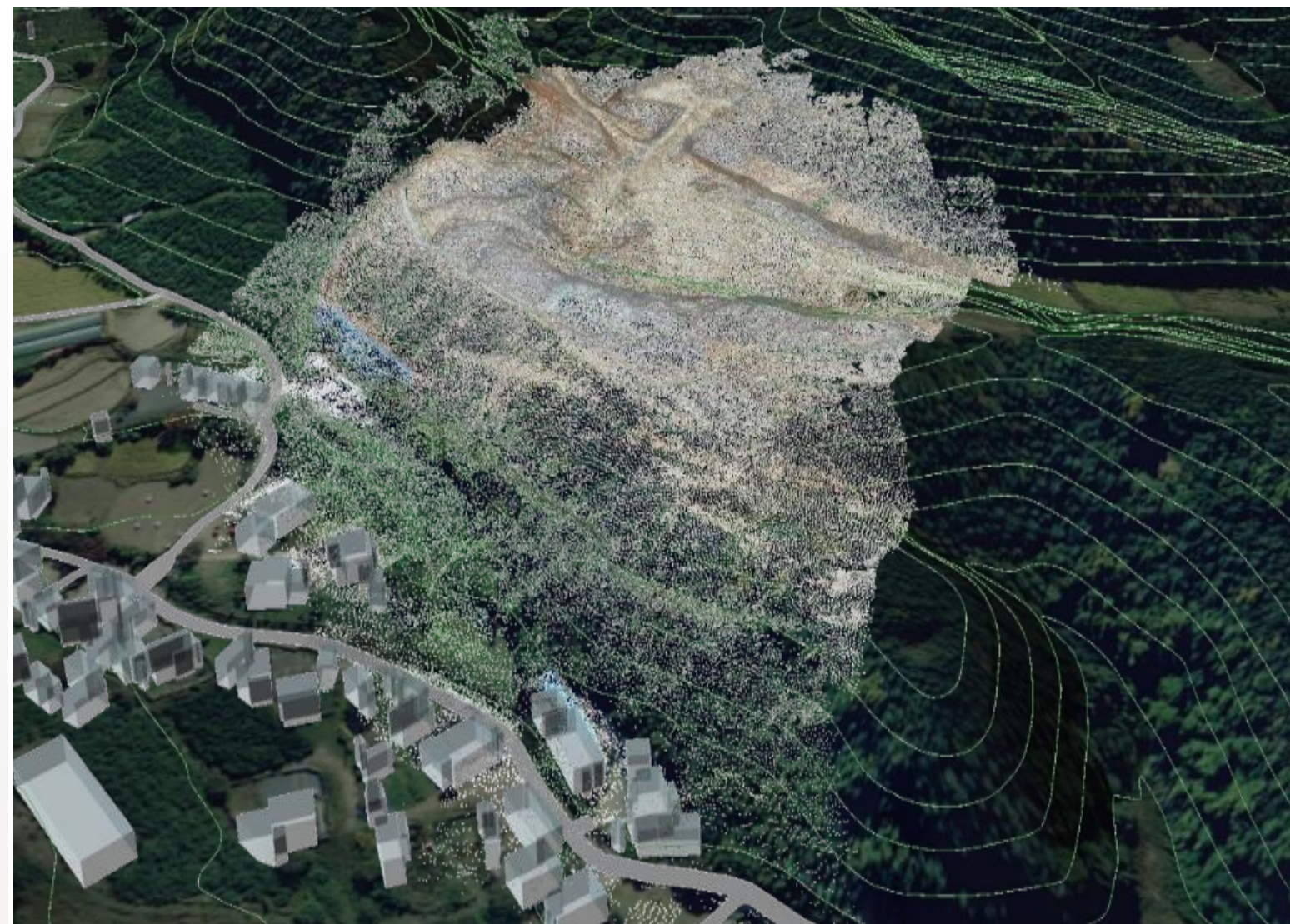


2000s

Mathematical Modelling

- Spatial Statistical Modelling

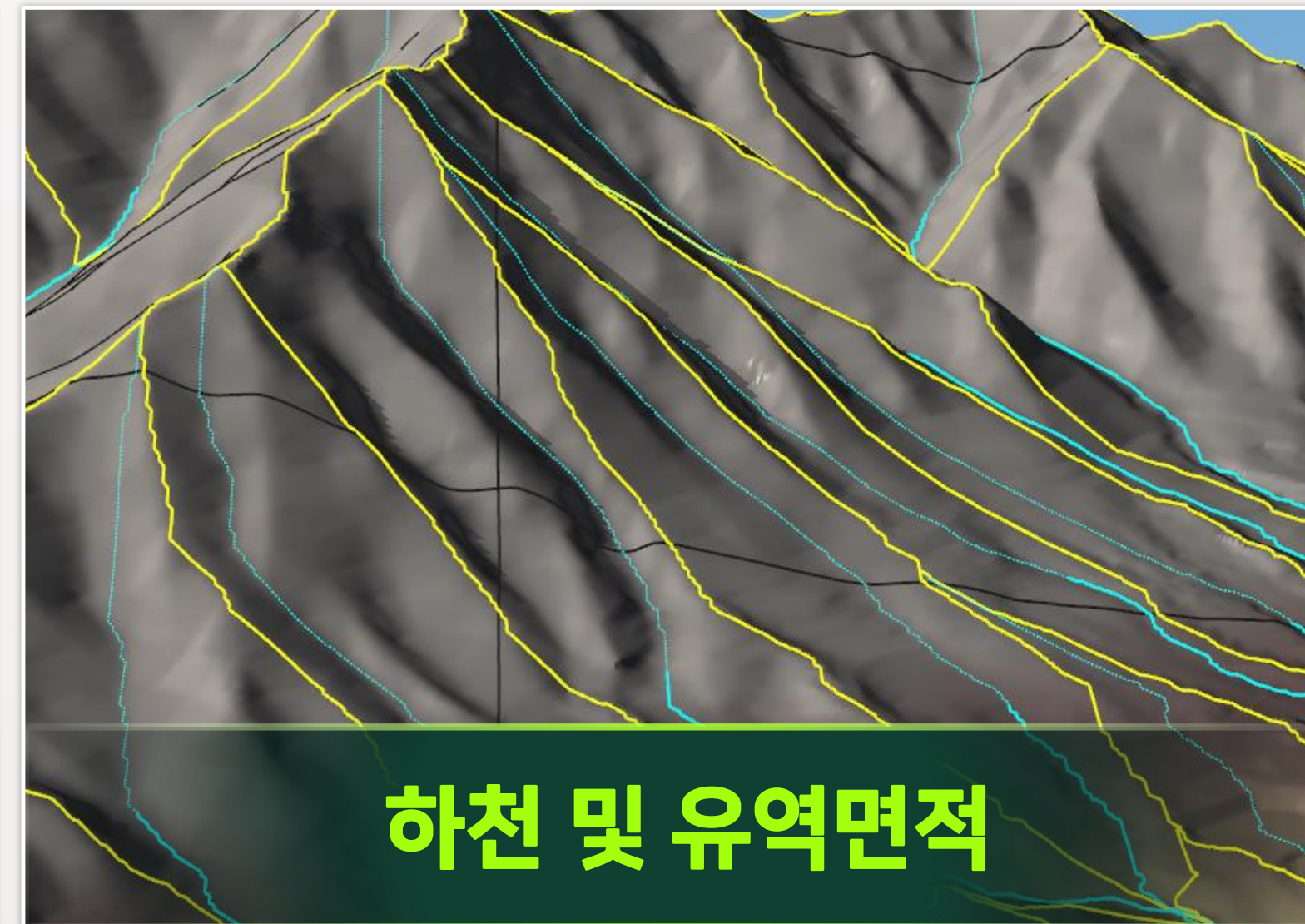
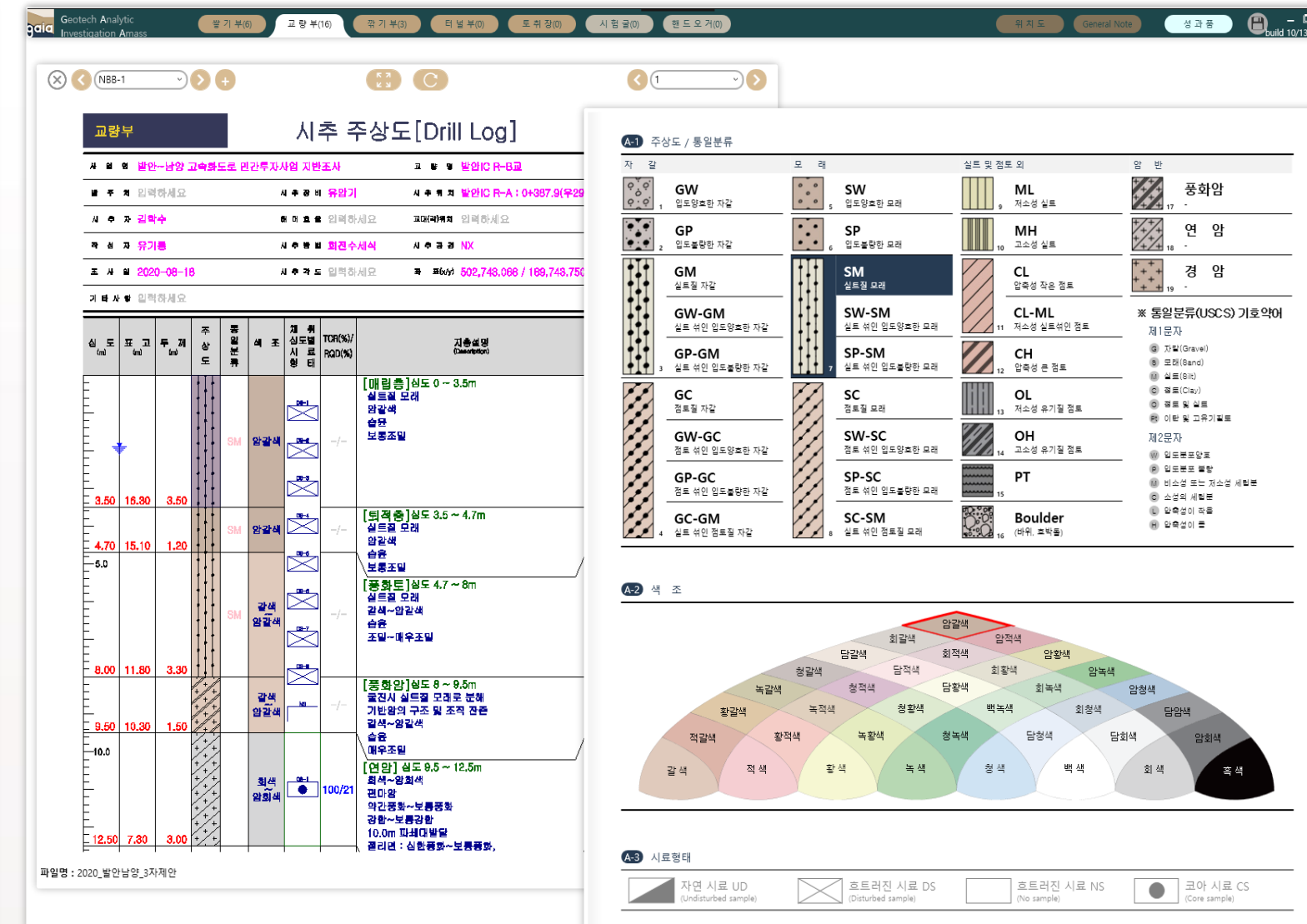




3D 자동 모델링



능선 계곡선 반영



하천 및 유역면적

기본 자료의 구축

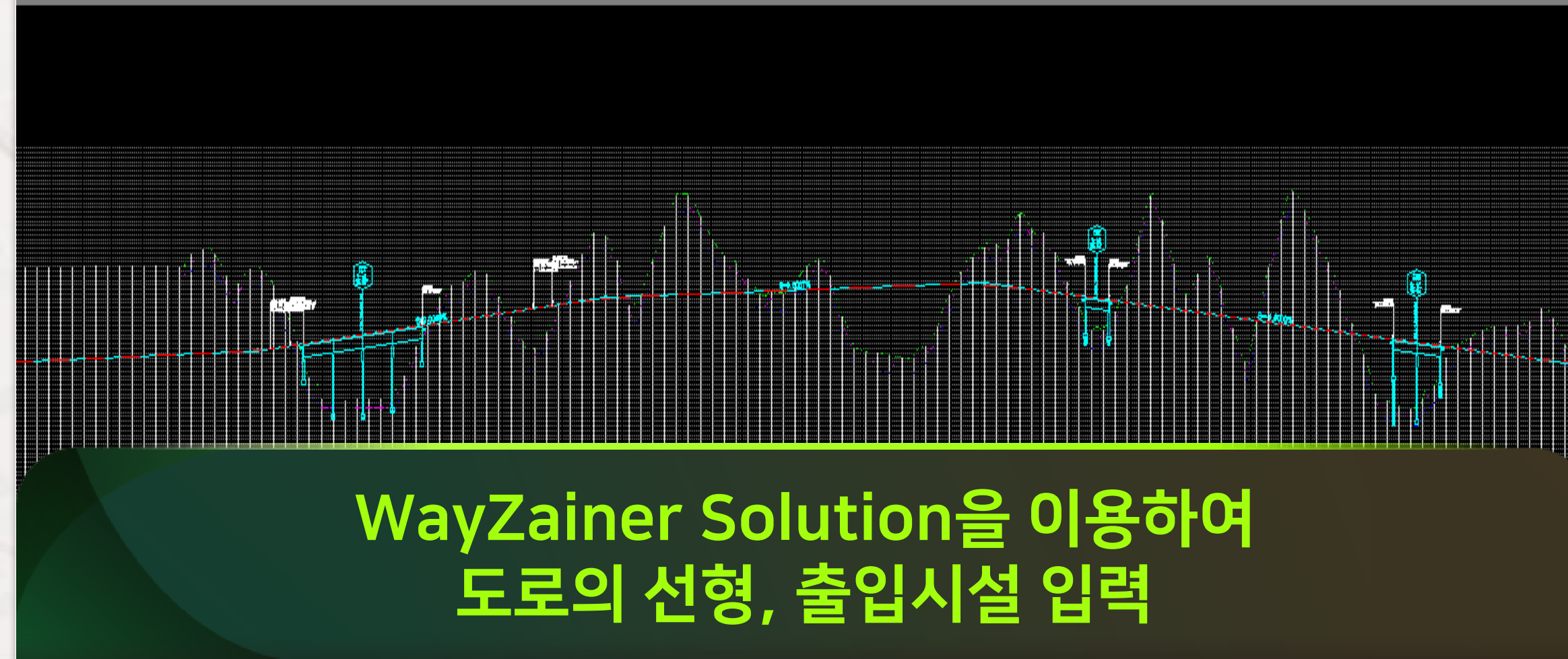
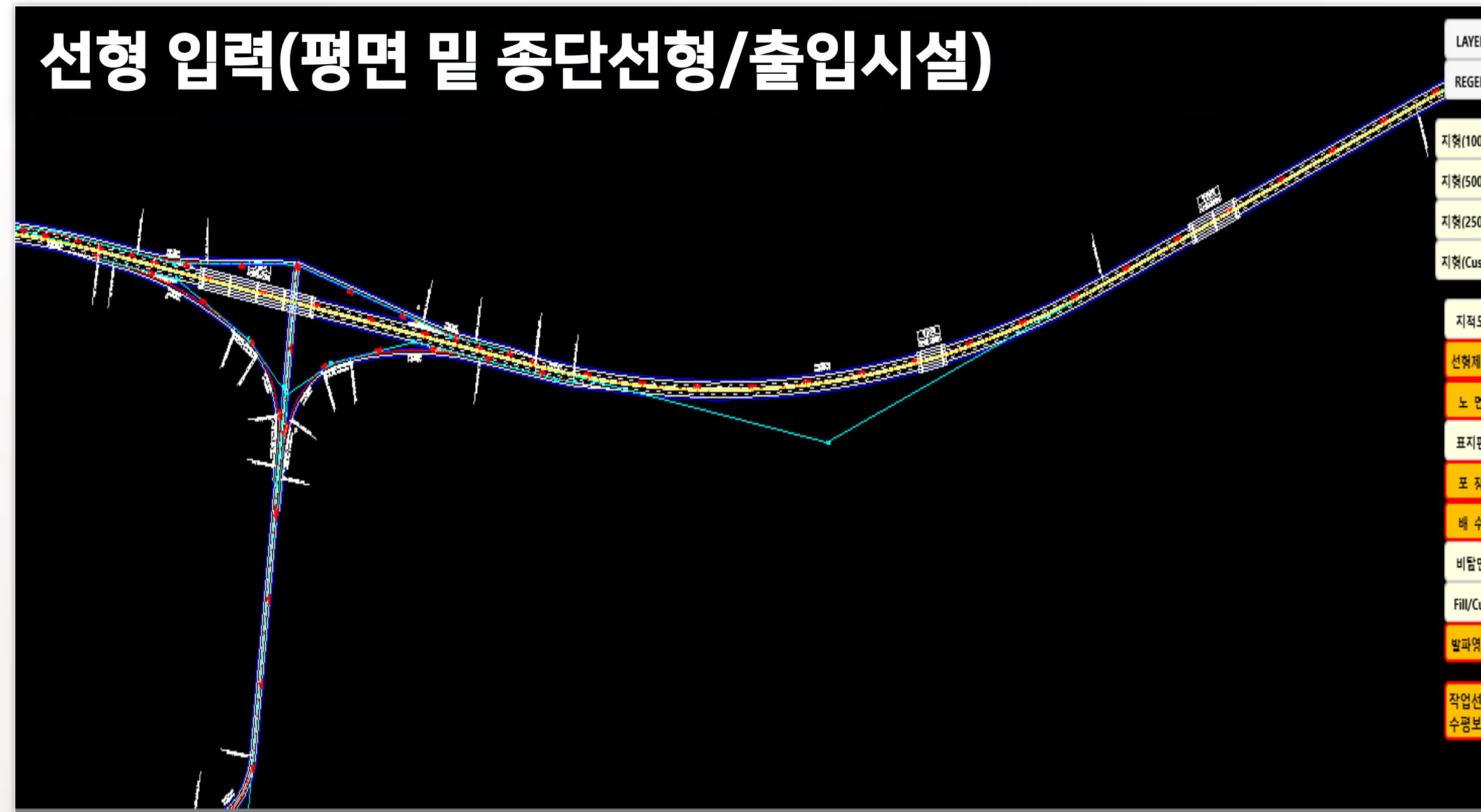
- Hm MAP Service
- 측량
- 토질조사 자료

- 사내 HmMAP Service에 구축된 수치지형도 (1:5,000, 1:25,000), 정사영상 (위성사진), 지적도, 토지 피복도, 도로, 철도, 교량, 터널, 건물, 하천
- 수리시설 (댐, 제방, 수문 등)의 GIS 자료를 D/B 구축
- 실측, 항측, 드론 측량 등의 상세 결과물 (1/1,000, 정사영상) 등의 지형자료와 토질조사 자료결과(GAIA) 등의 DATA로 D/B 구축
- 설계의 기본자료로 사용되는 강우량 등의 자료를 해당지역 부분만 발체하여 D/B 구축

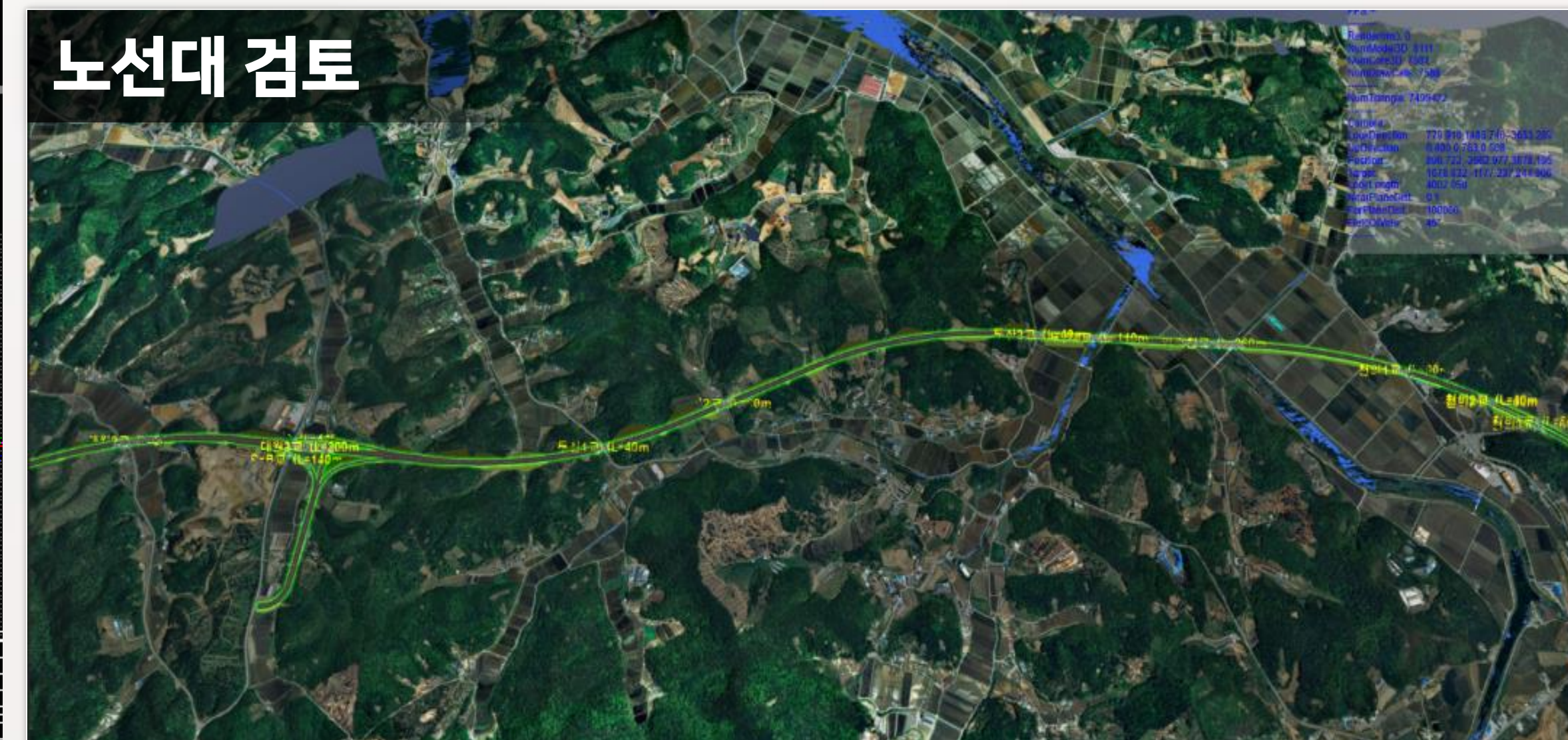
고도화 작업

- 천지인

- 기초 수치지형도의 고도화 작업으로 제공된 수치지형도를 곧바로 모델링하면 기본설계 정도에서는 사용이 가능하나, 상세설계에서는 사용이 곤란한 왜곡된 지표 형상이 발생됨
- 이를 해소하기 위해서 수치지형도를 분석하고, 실제 지형에 근접한 지형 Model이 되도록 하는 작업이 우선 수행되어야 함
- 실 작업시 방대한 Data로 인한 속도 해소를 위해 지형 Model의 LOD (Level of Development) 작업 수행
- D/B에 구축된 도로, 철도, 하천, 교량, 터널, 건물 등의 자료를 시각화하는 3D Modeling
- 지적도, 토지 피복도 등의 3D Modeling(시각화, 속성연계) 및 공간연산 작업
- 토질조사 자료를 이용한 지반의 지층별 3D Modeling
- 지형도, 지적도, 토지 피복도, 강우량 등을 이용한 유역도 및 유량 분석, 경사도 분석 등



WayZainer Solution을 이용하여
도로의 선형, 출입시설 입력



개요

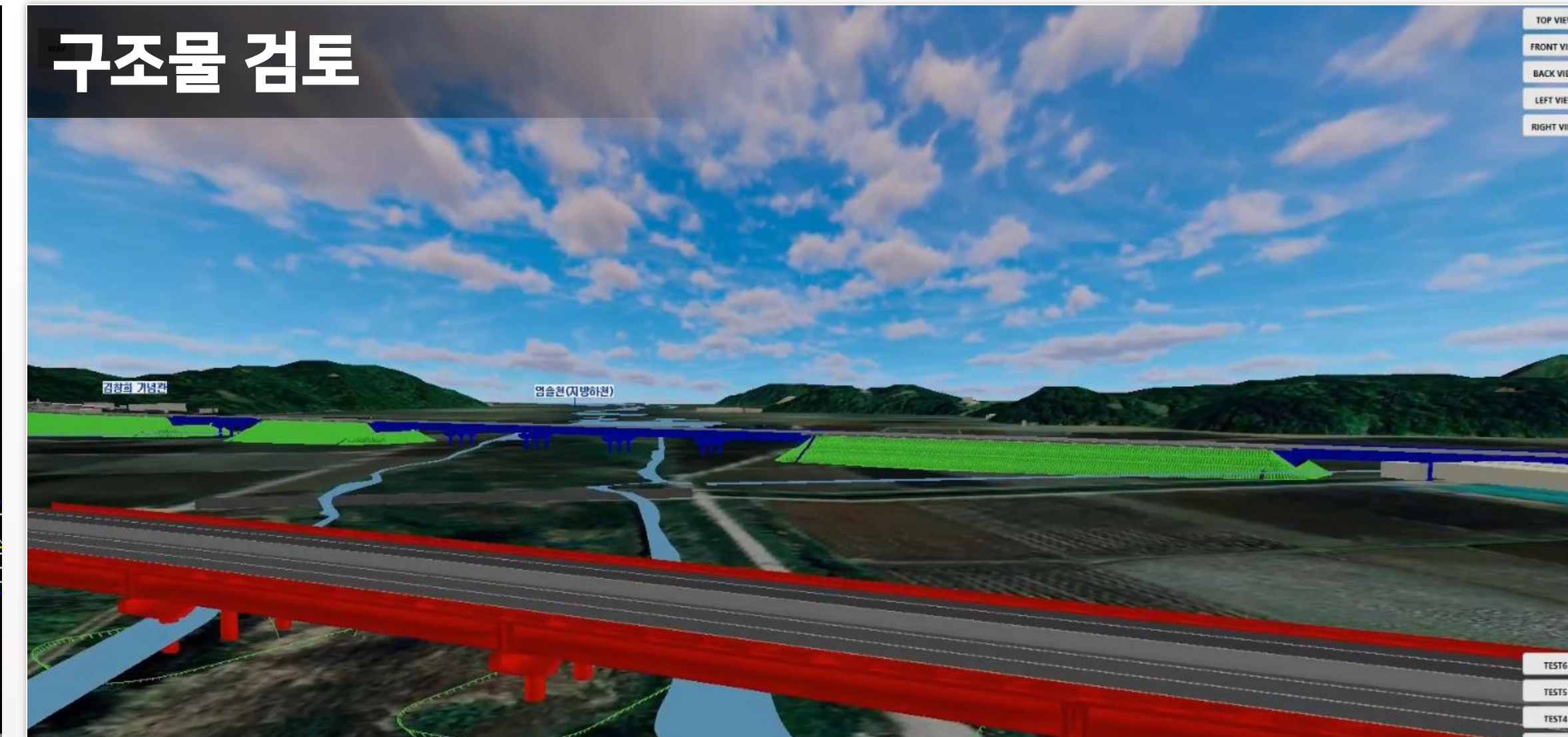
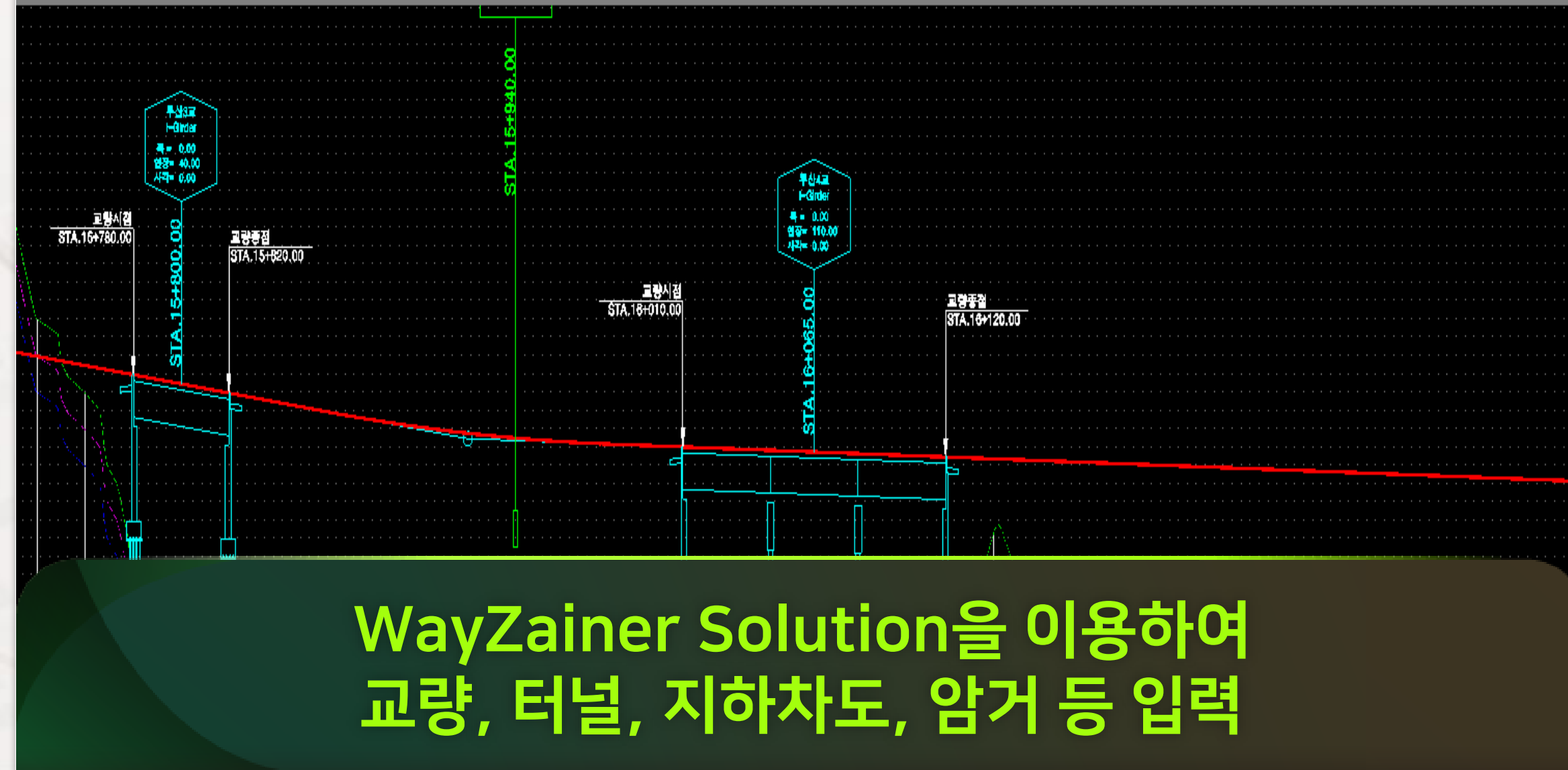
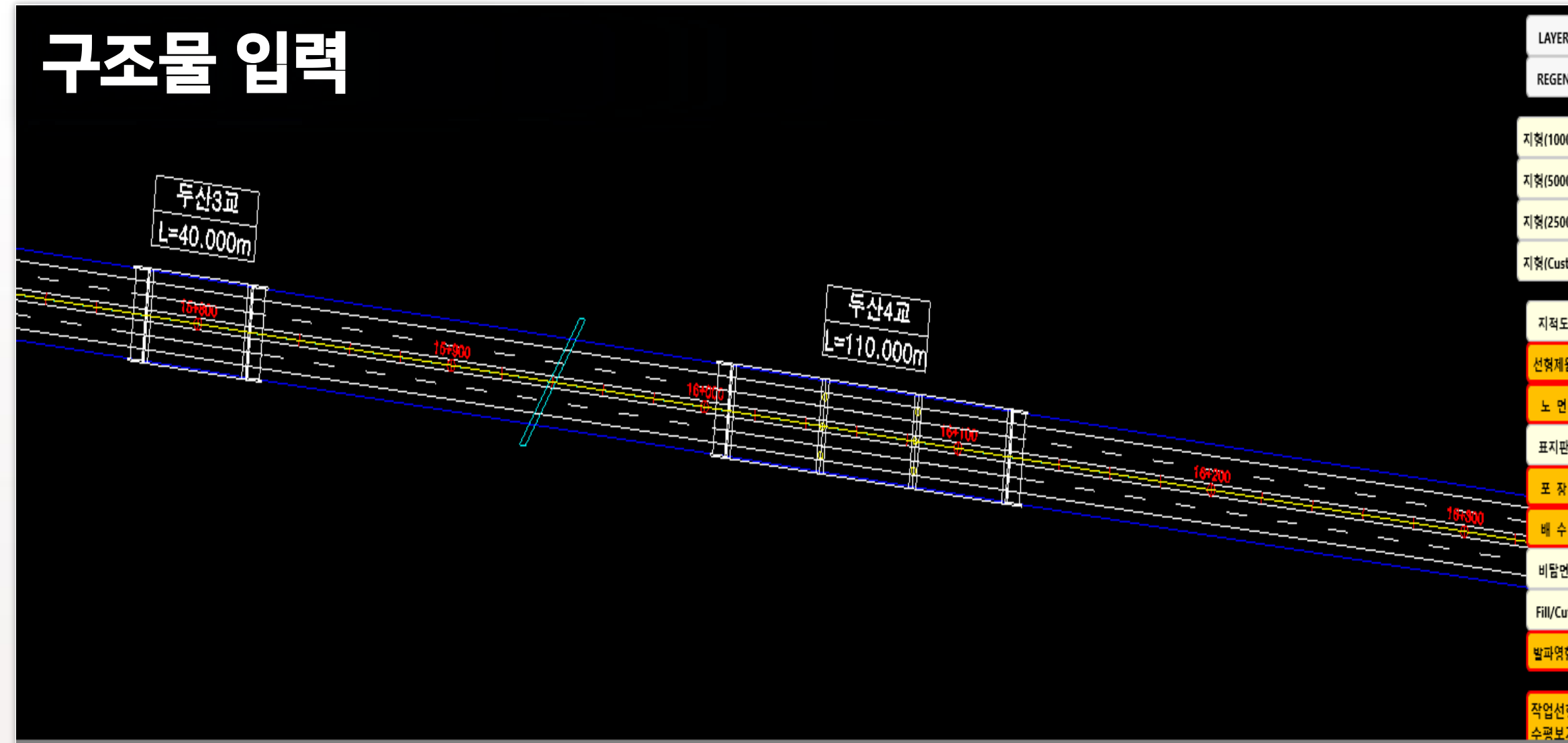
● 모델링된 지형상에서 인프라 시설을 계획하고 3D형상을 모델링 작업함

- ☑ 국가별, 발주처 별로 가장 기본적인 형상의 설계기준 (통행방식, 구성요소, 비탈면 기울기 등)이 다름
- ☑ 시설물별로 설계기준, 시방기준 등을 설정하기 위한 작업에 필요한 기준과 절차를 먼저 정의하여야만 함
- ☑ 선형기반 인프라 시설의 경우, 모든 지점마다 주변의 지형, 지반, 구조물 상황이 다르고, 선형정보(평면선형, 종단선형, 편구배)도 변화함
- ☑ 주요 구조물의 경우, 그 구조와 형식 (지간구성, Skew, 폭원 구성 등)이 모두 다르고, 동일한 시설물은 존재하지 않으므로 매번 새롭게 Modeling해야 함 (재사용성, 반복성이 매우 낮고, Library 등의 표준화 작업이 곤란함)

S/W의 적용

● 토목 시설물의 다양성으로 인해서, 기술자는 높은 단계의 전용 S/W를 개발하고 이를 활용하기보다, 매번 반복적인 기본설계 수준의 모델링에만 집중하고 있는 실정임

- ☑ 다양한 시설과 변수를 가지는 토목 시설물들에 대한 모델링 작업 시, 타분야 (제조업, 건축 등)에서 주로 활용하는 Library (module, object 등)를 이용하는 방법은 매우 제한적일 수 밖에 없음
- ☑ 사람이 일일이 수작업으로 작성하는 방법은 매우 어렵고 비용과 시간이 과투입되어 적용성이 매우 낮으므로 토목 시설물용 전용 S/W의 개발은 필수임

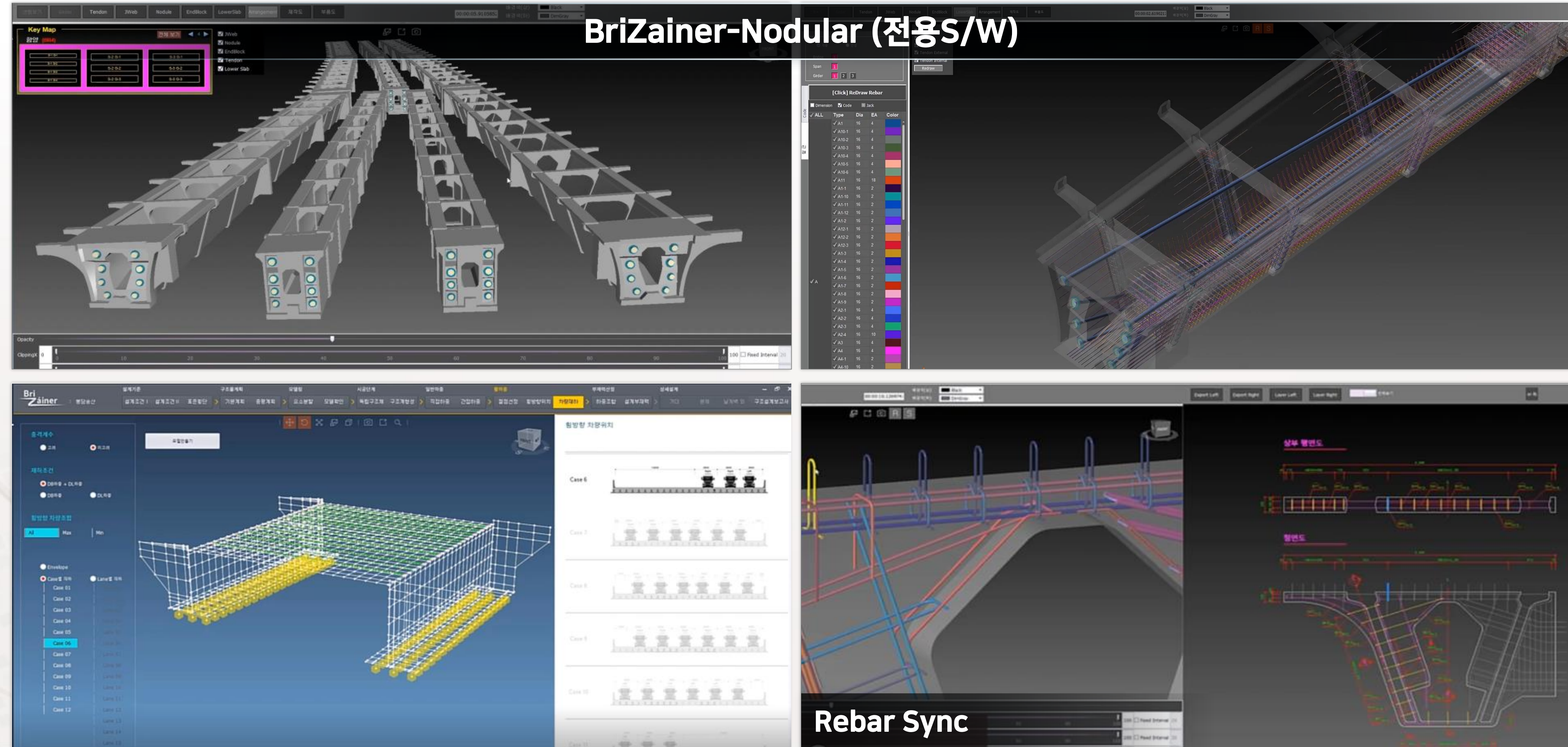


모델링 방법

- 모델링된 지형상에서 인프라 시설을 계획하고 3D형상을 모델링 작업함
- ☑ 도로의 경우, 비교노선 선정을 위해서 가장 기초적인 토공, 주요 구조물, 출입시설 정도만 모델링하여 노선 선정단계에서 사용함
- ☑ 교량형식 선정도 유사한 과정을 거침
- ☑ 엄격한 의미의 BIM보다는 단순 3D Model 구축의 의미가 큼
- ☑ 도로전용 S/W(WayZainer)에서 최소한의 입력자료에 의해 3D Model을 구축
- ☑ 구축된 Model은 Viewer(Alt. Model Viewer)를 사용하여 설명함

시장상황 (도로시설)

구분	Autodesk	Bentley	국내 (Add-ons)		
			나모소프트	한길아이티	KG엔지니어링
Concept	Infraworks	OpenRoads Concept Station	<AutoCAD>	<Parasolid>	<Civil3d>
Basic	Civil3D	OpenRoads Designer	Road Projector*	BimRoad*	KG-Road
Viewer	Autodesk Viewer Navisworks freedom	Bentley View OpenRoads Navigator	-	-	<Navisworks Freedom>

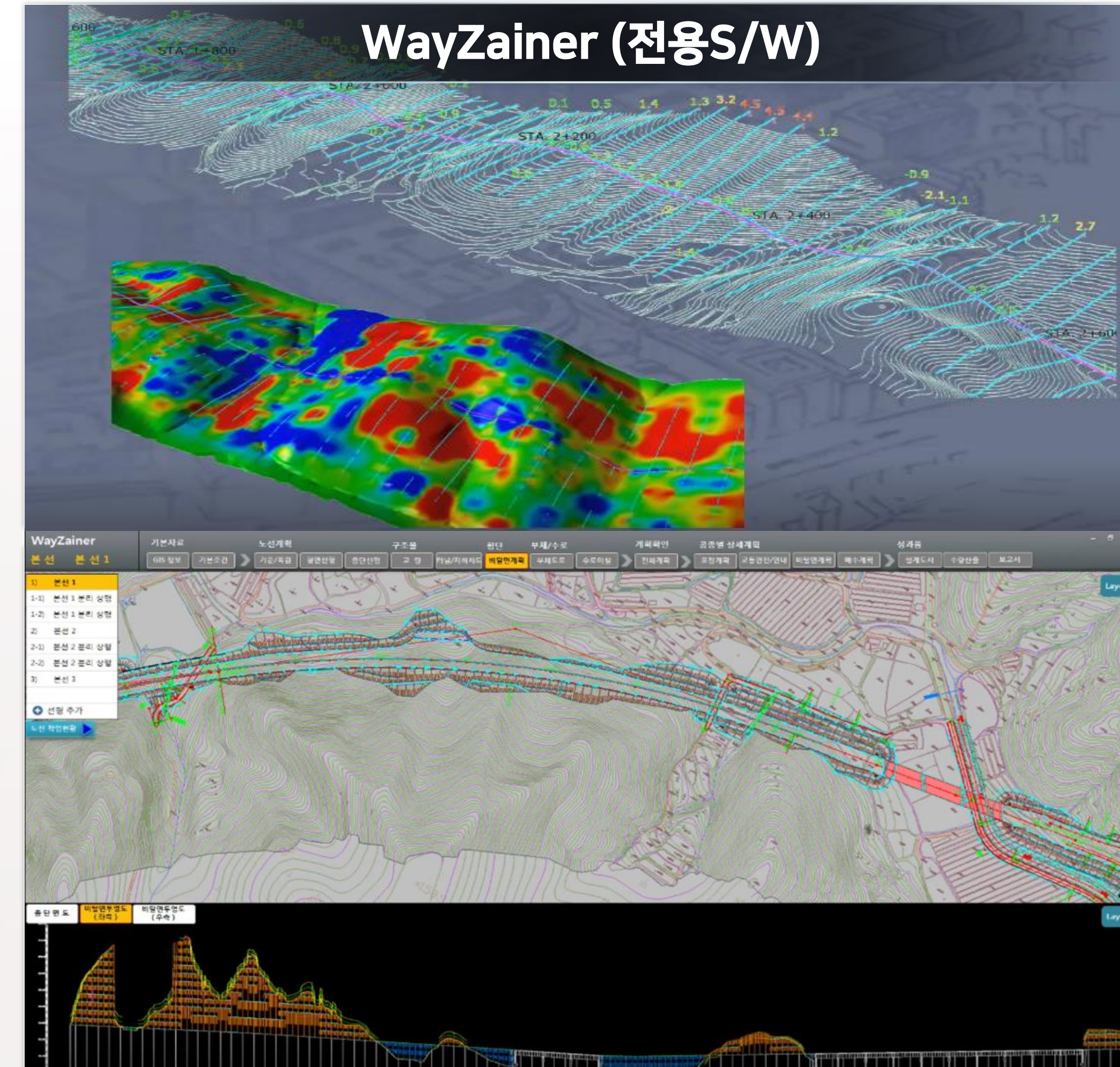


개요

- 최종 공사 진행 시에도 적용 가능하도록, 확 정된 인프라 시설 계획 모델에 상세한 형상과 속성값 (Detail Editing 및 속성값 부여) 를 추가하는 작업
- ☑ 수작업이 곤란하므로 시설물별 전용 S/W를 사용하여야 함
- ☑ 전용 S/W의 개발이 미진하여 실질적인 BIM이 이루어지지 않고 있음. 대부분 Add-ons(범용 S/W 엔진과 기능을 이용) S/W를 활용하여 2D 계획을 3D로 전환함으로써 그정도와 수준이 매우 낮고 오류가 발생
- ☑ 실 크기가 명확한 구조물(교량, 터널 등)의 경우, 구조물별로 분리하여 3D Editing이 가능한 범용 BIM S/W로수작업에 의한 모델링을 함
- ☑ 국내는 이들을 BIM설계라고 칭하나, 이는 3D형상 Model이 더 적합하다고 할 수 있음

S/W의 적용

- Infra시설에서 상세 Modeling의 수준과 범위는 전용 S/W에 따라 사용 방법, 결과 수준 등이 매우 다름 (방직기의 수준에 따라 천의 종류와 수준이 다른 것과 같음)
- ☑ 전용 S/W는 범용 BIM S/W(3D CAD)에 Add-ons (엔진 및 기능 이용)로 만드는 방법과상용 Component (엔진 모듈 등) 또는 자체 엔진(Graphic, Geometry 등)을 탑재하여 독자적 Process를 갖추는 방법이 있음
- ☑ 전용 S/W는 Graphic, Geometry 등의엔진뿐 아니라각단계(Process) 별로 수많은 소 Process와 시설물별 모듈들이 있는 매우 복잡하고 방대한 구조로 이루어지므로, 장기간에 걸친 비용 소모가큰 투자가수반돼야함
- ☑ 범용 BIM S/W를 표방하는 해외 대기업들은 Add-ons S/W를 이용한 Process S/W를 구축해야자신들만의 생태계 구축이 되므로 이를 적극적으로 지원하며 유도하고 있음
- ☑ 일반 설계자는 범용 BIM S/W를 설계 S/W로 착각하고, 해외 대기업들의 제품에만 의존, 설계 품질 향상 한계

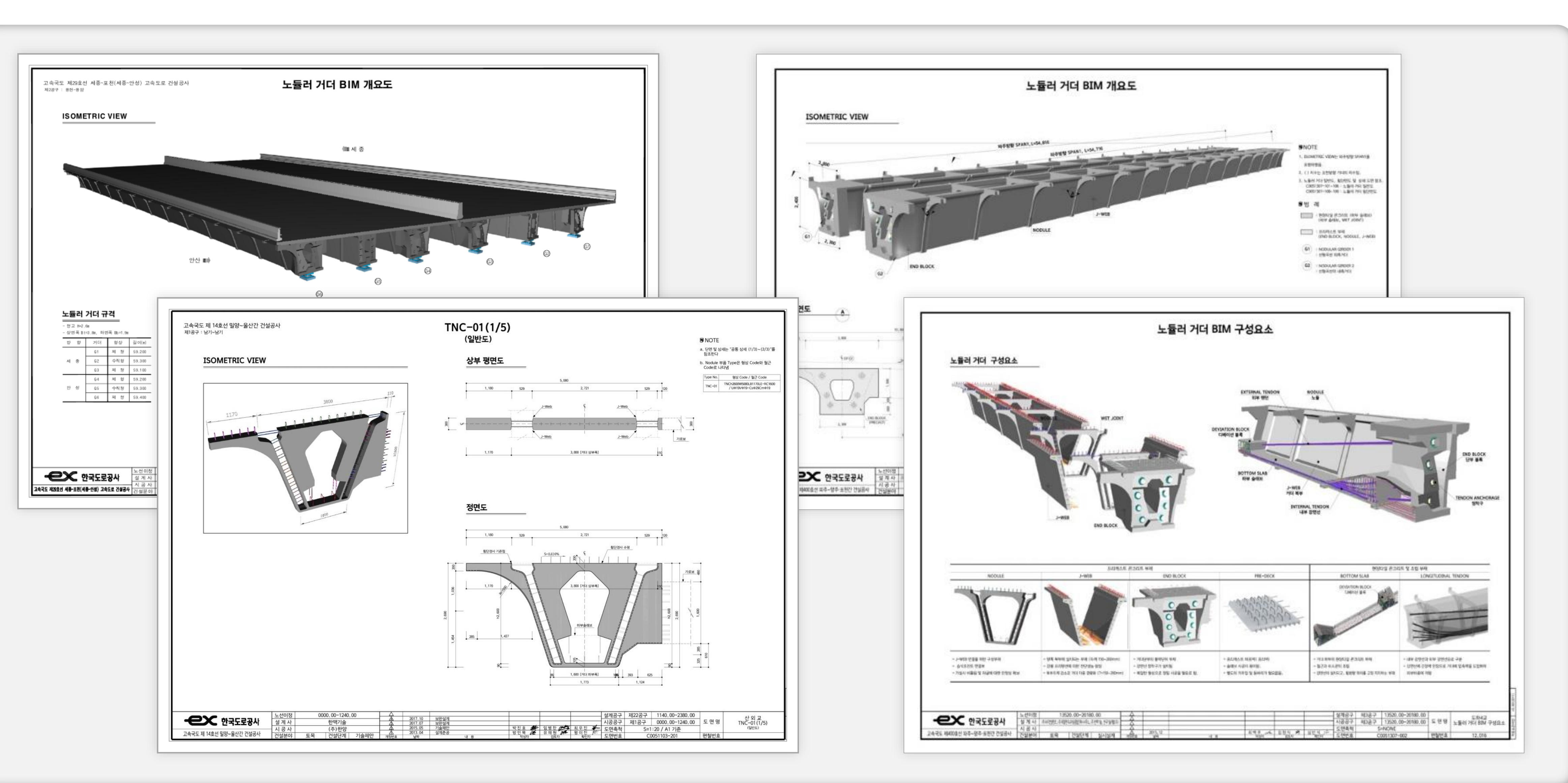


GIS 상세 모델링 작업

- 구조체 (토공, 포장공, 배수공, 부대공 등으로 구성된 도로본체)의 향상된 상세 BIM설계를 위해서는, 수치지형도 (1:5,000)를 상세 측량자료 (1/1,000)와 조합하여 GIS를 재모델링 하여야 함
- ☑ GIS Model(천지인)의 상세한 재모델링 작업(모델 구축)은 난이도가 높을 뿐 아니라 File 용량이 커서 보통의 방식으로는 파일을 열기도 어려우므로 이러한 특성을 고려한 S/W가 만들어져야 함
- ☑ GIS 상세 모델에서 추출한 지형, 지반(암 추정선 등)을 기반으로 타 구조체의 상세 모델링이 시작되므로 정밀하고 섬세한 GIS Modeling이 되어야만 함

전용 S/W의 필요성

- 분야별 전용 process가 없으면 정밀도가 낮고 수행 업무가 많아 실질적 BIM작업에 어려움 발생
 - ☑ 토공/배수공/포장공 등을 포함하는 구조체의 경우 비선형의 소형 구조물마다 별도로 모듈이 필요할 뿐 아니라 이들과 구조체의 연결 process가 필요하므로 수작업으로 모든 비선형 구조물을 그리는 작업은 비효율적
 - ☑ 구조물(교량, 터널 등)의 경우, 도로 S/W(WayZainer) 내 모듈에 의해 외형 모델링만 수행되고 구조물 상세 철근, 강연선 등을 포함하는 상세 모델링은 별도의 전용S/W로 모델링 되어야 함
- 상세한 모델링을 수행하는 전용 S/W의 경우, 많은 연계 Program과 D/B가 연동화 되어야 하고, 내부모듈 (구조물별, 공종별)의 수도 매우 많게 되어 Server 용으로 구성되는 것이 바람직함
 - ☑ 도로 구조체(배수, 포장, 부대시설 포함)를 자동화하는 S/W는 아직 없음
 - ☑ 교량은 형식별로, 터널은 공법별로 별도의 전용 S/W가 있어야 함



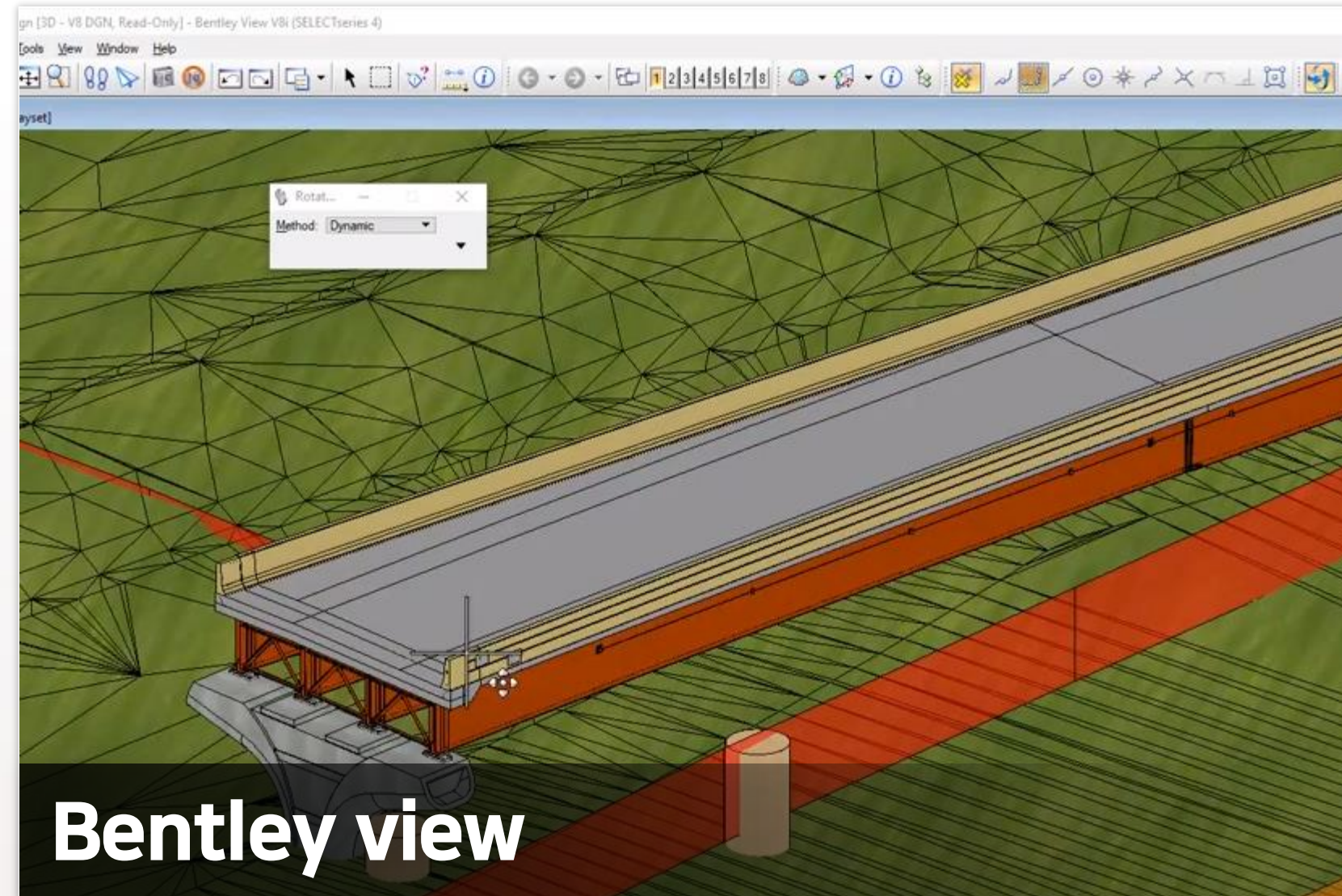
BIM 설계 도면 특징

- BIM설계를 통한 도면은 기존 2D도면과 비교했을 때 달라져야함

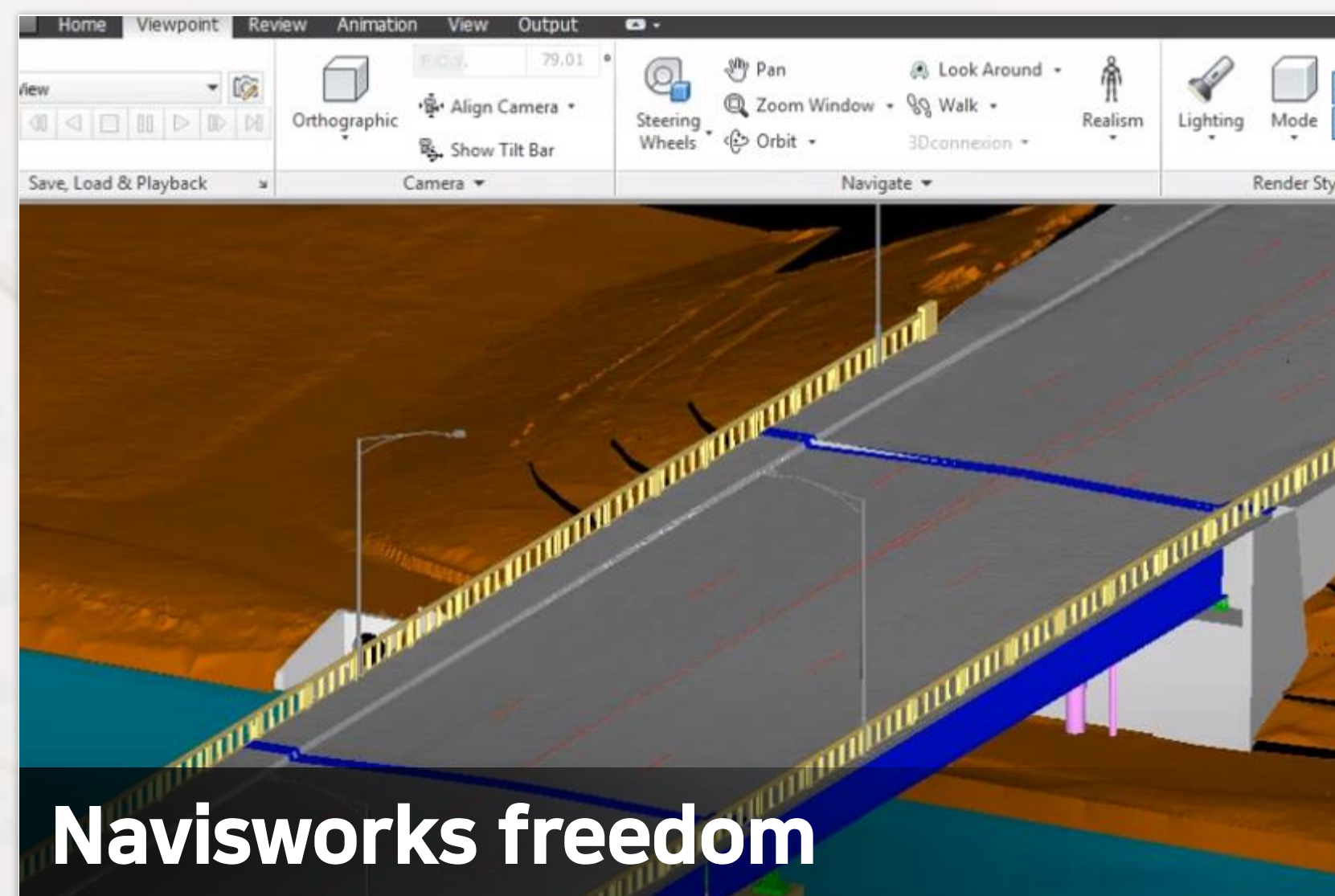
- ☑ 3D형상은 구조체 및 구조물의 이해를 빠르게 해주고, 작업 실수를 없애는데 큰 도움이 되나, 도면 없이 3D형상만으로 공사가 가능하지는 않음
- ☑ 실제 작업을 위한 각종 상세 치수, 좌표 등을 도면화해서 현장에서 그 값을 직접 활용하기 위해서는 기존 방식의 2D 도면보다 더 친절하고 상세한 도면이 되어야만 함
- ☑ 기존 2D 설계에서 시도하기 어려웠던 3차원 정보로부터 추출할 수 있는 값은 물론, 기존에 작성하지 못한 도면까지 작성이 가능하게 되므로, 도면량이 증가될 뿐만 아니라 엔지니어링 DWG와 Shop DWG의 경계조차 애매하게 됨

BIM 설계 도면 장점

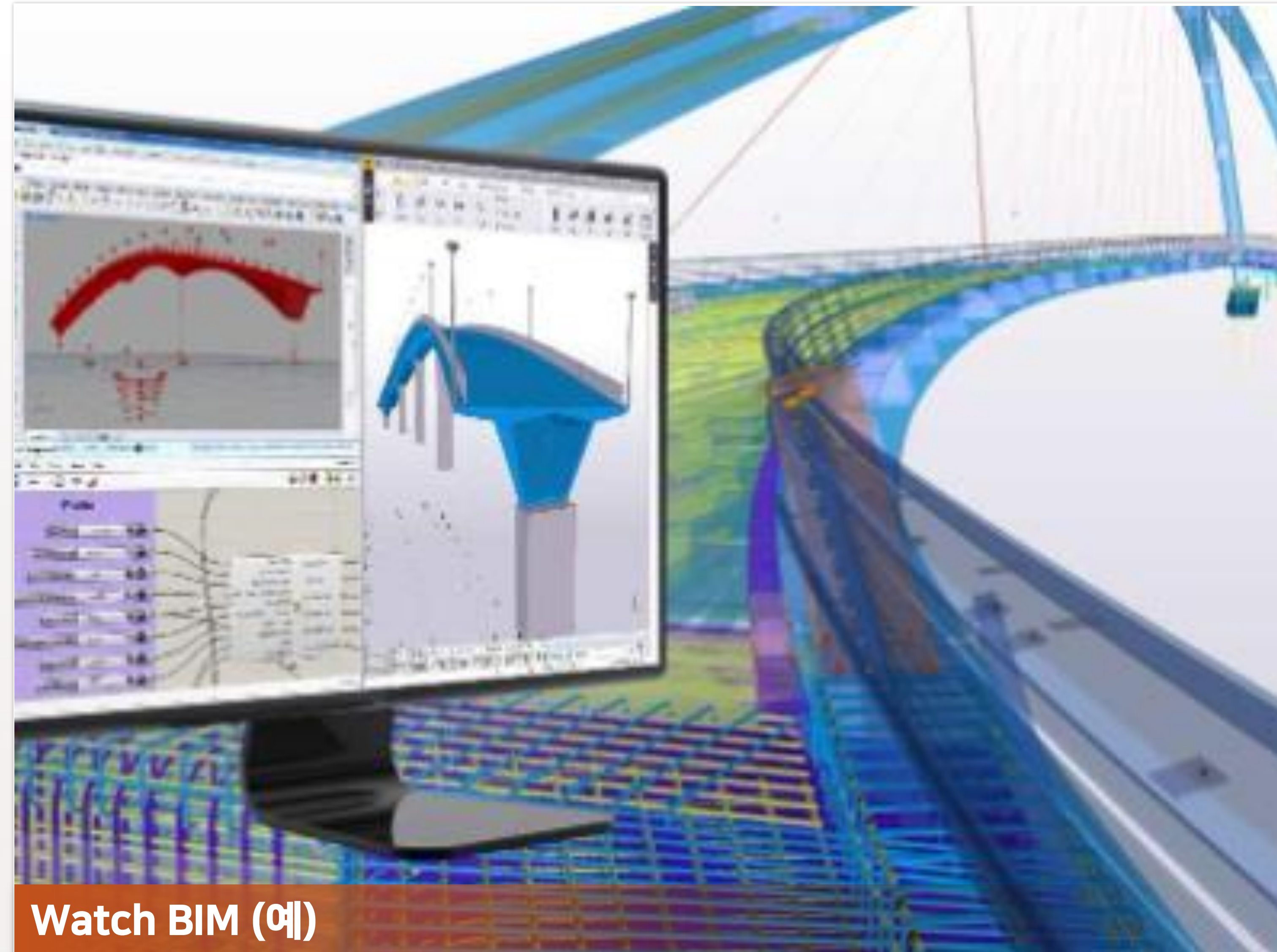
- BIM 설계 도면은 3D형상과 상세 배치 등 최종 사용자 (End User)의 정확하고 빠른 이해를 이끔
- ☑ 설계자의도를 시공자, 감리자, 작업자가 전달 및 확인하는데 월등히 유리
- ☑ 비전문가도 알아보기 쉽게 개선 되므로 여러 설계절차(검토, 심의, 승인 등)와 행정 절차(관계기관 협의, 공청회) 민원 등 유관 기관과의 소통에 유리



Bentley view



Navisworks freedom



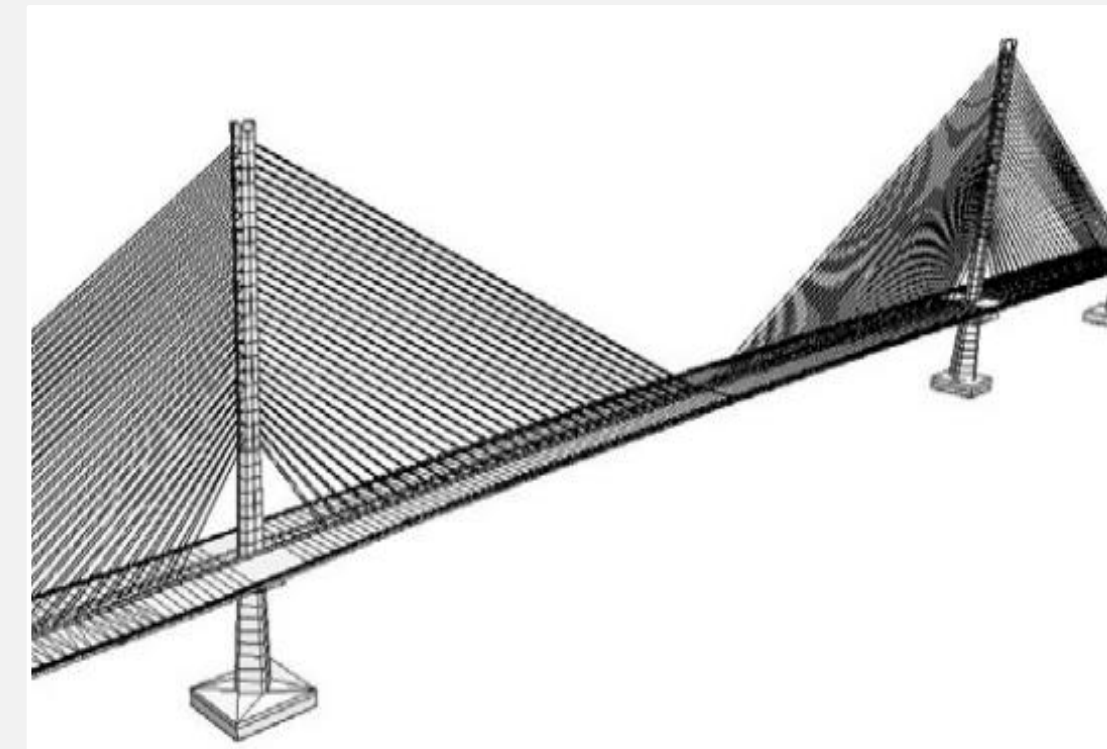
Watch BIM (예)

Viewer - 단순 시각 확인용

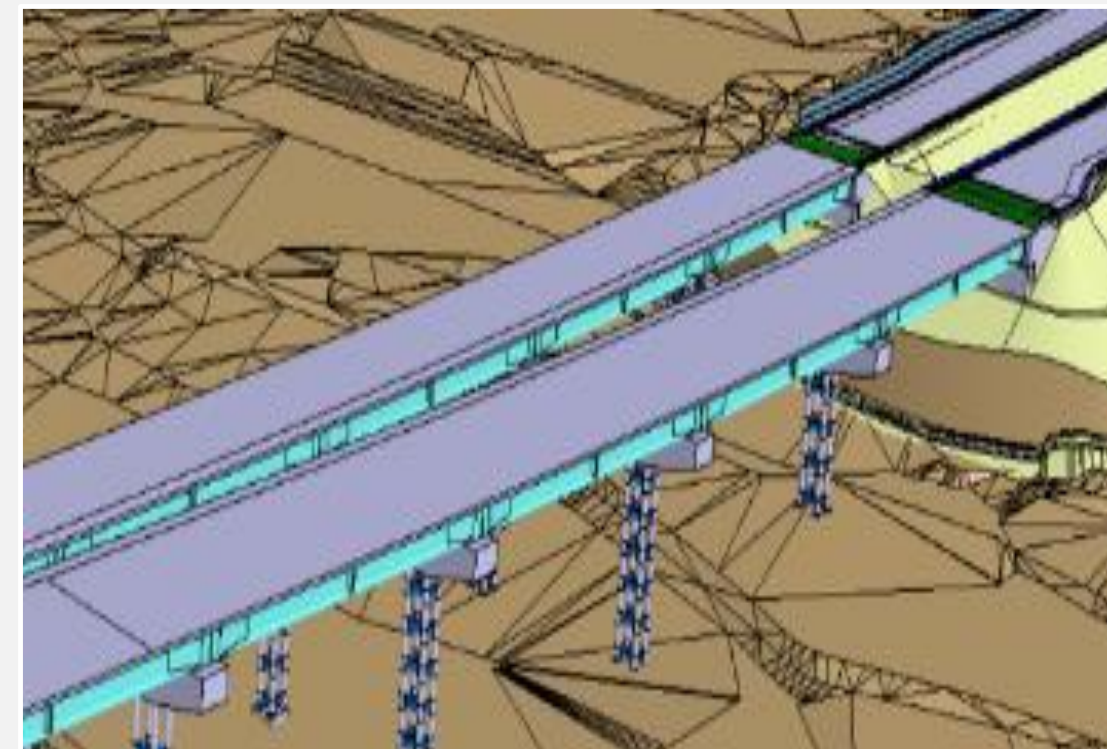
- 상세 Modeling된 결과물(외형, 속성 등)을 단순 확인하고, 출력하는 도구가 필요함
 - ☑ 모든 BIM S/W는 현재까지 모든 결과물과 완벽히 호환되는 S/W는 없음
 - ☑ 특정 제품의 시장 점유율이 월등히 높게 되면 그 제품이 표준이 되고 (AutoCAD 예) 그에 따라 독점적 지위를 누리게 되므로, 선진국의 대형 S/W를 중심으로 표준을 획득하기 위한 경쟁은 매우 치열함
 - ☑ Viewer는 일반적으로 타 S/W에서 제작된 3D 형상을 보는 것은 가능하나(3DS, Obj, IFC Format) 속성을 포함한 수정 기능은 탑재되지 않음
 - ☑ Viewer는 일반 Format으로 작성된 무료 배포용 도구이므로 제작 납품된 모델만 확인 가능

Container (Watch BIM) - 상세 설명도구

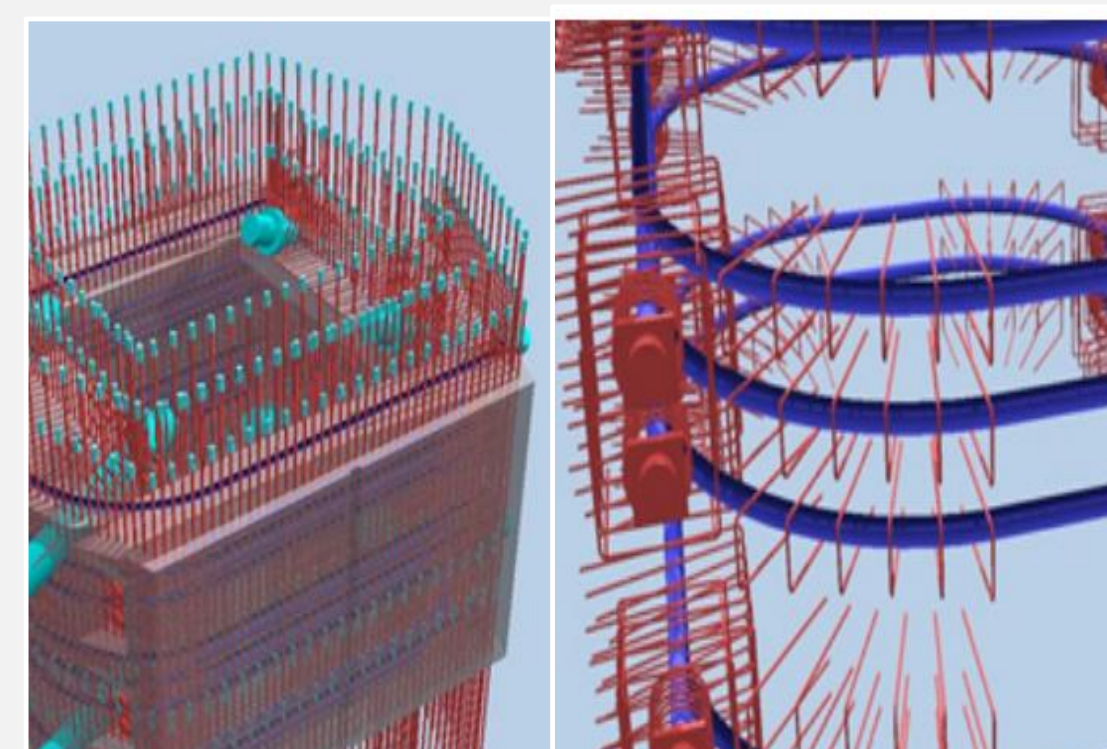
- 주요 성과품(Contents)을 상세히 설명할 도구 (Briefing Tool, Container)가 필요함
 - ☑ 상세 설명도구(Container)인 자체제작 S/W(Watch BIM)는 보호되어야 하므로 납품시 그 수를 5부 정도로 제한하여야 하며, 추가 요구시 비용 청구가 필요함(Container도 수정 기능은 포함되지 않음)
- Watch BIM(Container)에 수록될 내용 (Contents)
 - ☑ 사업개요(Project Summary)를 포함하는 사업과 관련된 일반 사항
 - ☑ GIS Description : 지형 및 지반의 Model과 그 특성, 지장물과 토지이용 분석 등
 - ☑ 노선 Description : Simulation(Fly Through, Construction Through 등)
 - ☑ Model Details : GIS, Infrastructure의 modeling Detail Check
 - ☑ Drawing Products : 공종별 설계도면을 해당 위치별로 곧바로 보는 기능



고덕대교 BIM모델



부항교 BIM 모델



철근 모델, 강연선 간섭 검토



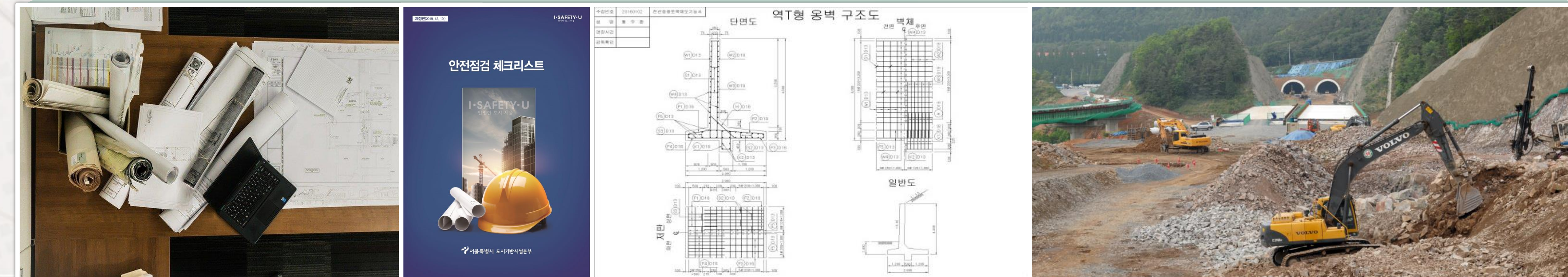
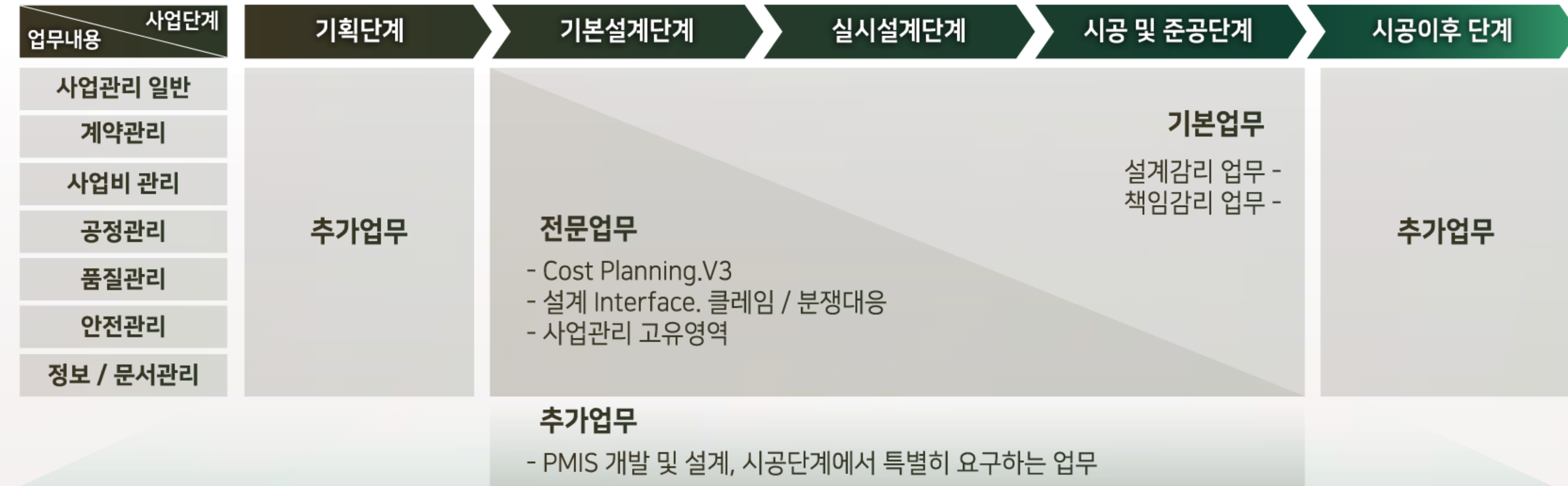
교대 철근 모델



동광주 - 광산

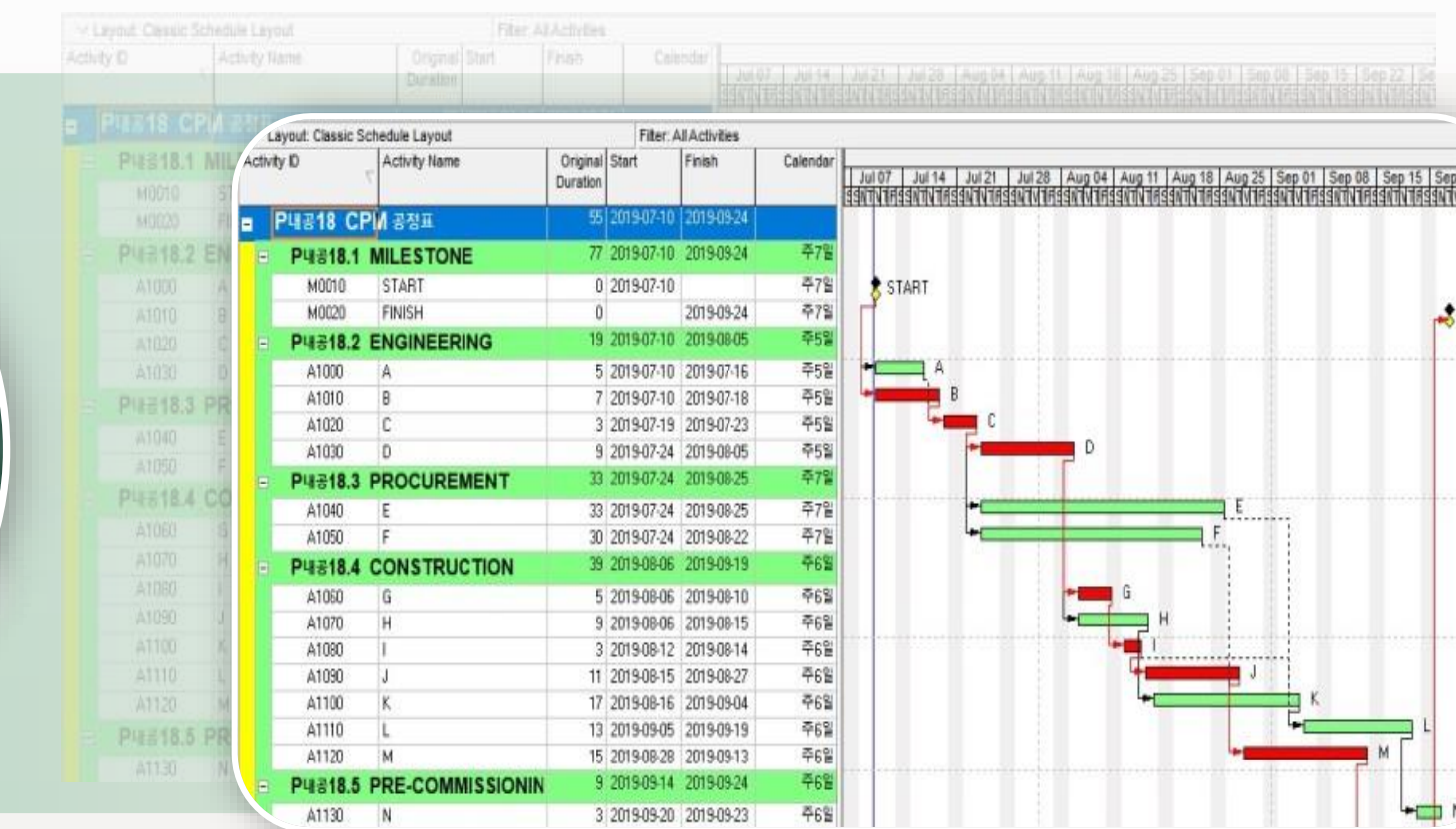


구 분		개 요	적용 대상		사용 S/W
			구조물	도로	
대구 순환, 5공 구('11~14)		• 고속도로 BIM 최초 도입	둔산교, 부동터널	-	AutoDesk 제품군
함양~울산, 12공 구('11~14)		• 교량의 도로부분 BIM 도입시도	교량, 배수구조물	-	AutoDesk 제품군
새만금~전주, 8공 구('15~17)		• 2D+3D 병행, LOD 350	교량 1개소, T/N 1개소	-	Dassault(Catia) 제품
서울~세종 T/K ('16~22)	10공구	• 특수교 가설, Ramp교 시공성 검토	삼동교, Ramp교 시공성	-	AutoDesk 제품군
	11공구	• 터널 유지관리 BIM 적용	남한산성 터널	-	AutoDesk 제품군
	12공구	• 시공 위험구간 검토, 장비운영 및 공정관리	교량, Box Culvert	-	AutoDesk 제품군
	13공구	• 지하철(5, 9호선) 저촉검토	교량기초, 안전 및 공정관리	-	Dassault 제품군
	14공구	• 사장교 BIM 적용, 가시설 운영 검토	고덕대교, LOD 400	-	AutoDesk 제품군
양평~이천 2공 구 ('17~19)		• 전 공정 시범 BIM, 특별과업, LOD 350	교량 2개소, 터널 1개소	1.5km	Dassault 제품군
대산~당진 ('19~21)	4공구	• 전면 BIM 시범 발주 공종별 별도 제품 사용	<미시행>	3.1km	공종별 Bentley 제품군 사용
	3공구	• 교량 상세 설계를 제외한 전 공정 BIM 수행	<미정>	5.2km	자체 개발
	2공구	• 도로 계획 부분 시행중 상세 내용 미정	<미정>	5.3km	AutoDesk Add-ons

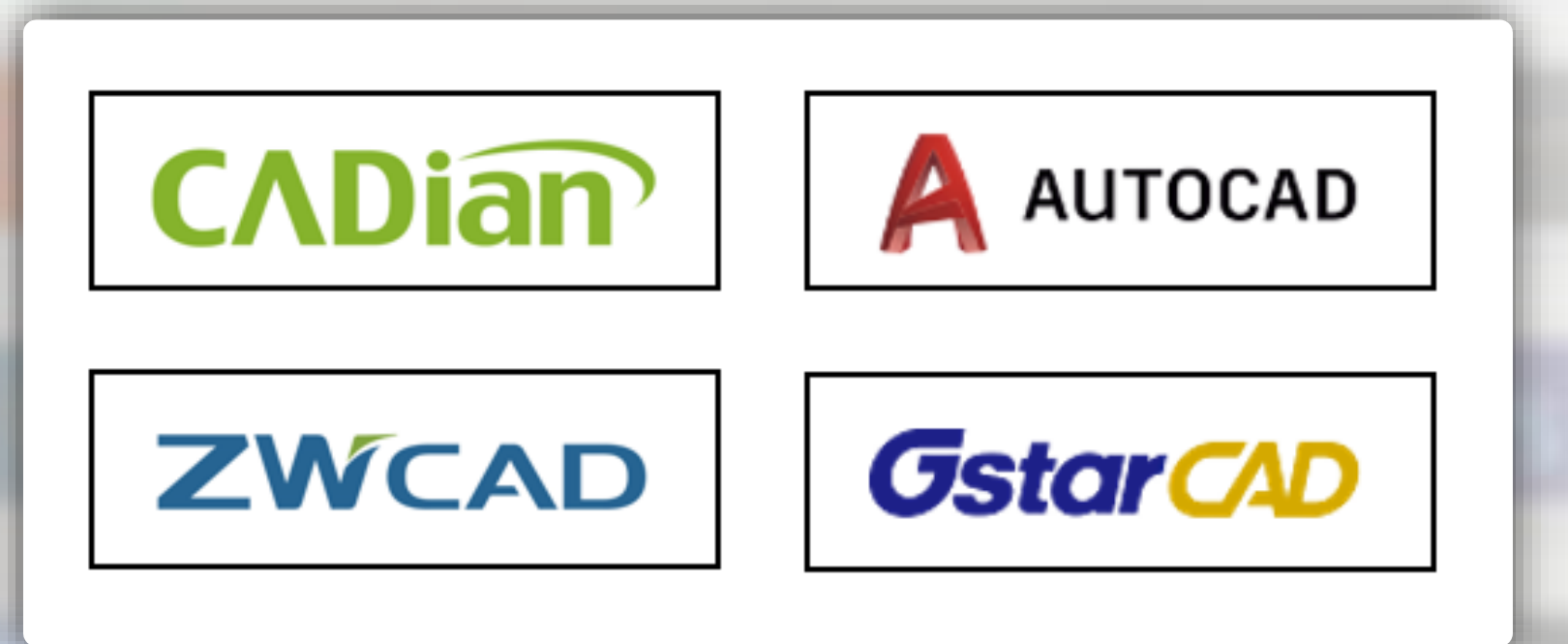
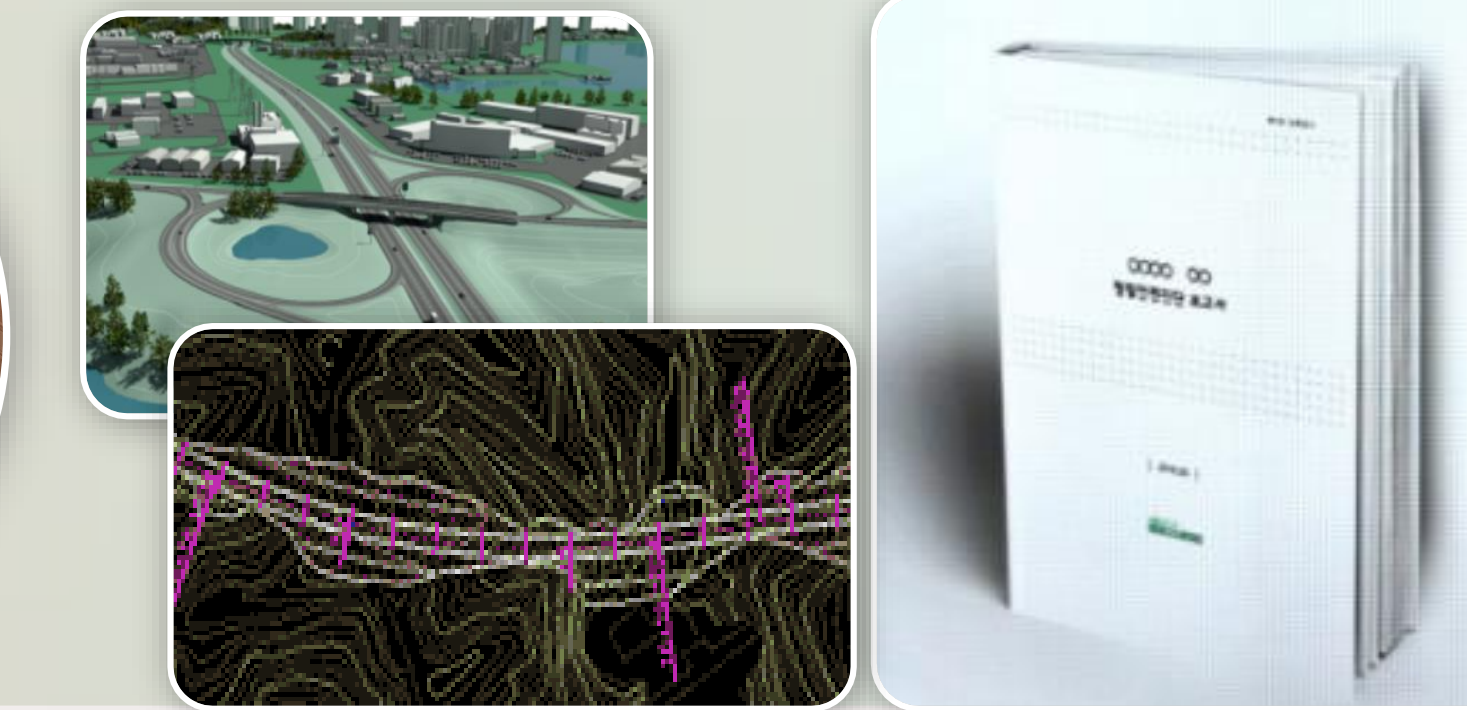


단계별 성과품(Product)과 건설절차(Solution)는 아날로그 방식에 최적화된 전통적 방식

Process
(건설절차)



Product
(단계별 성과품)



기존 상용 S/W의 한계

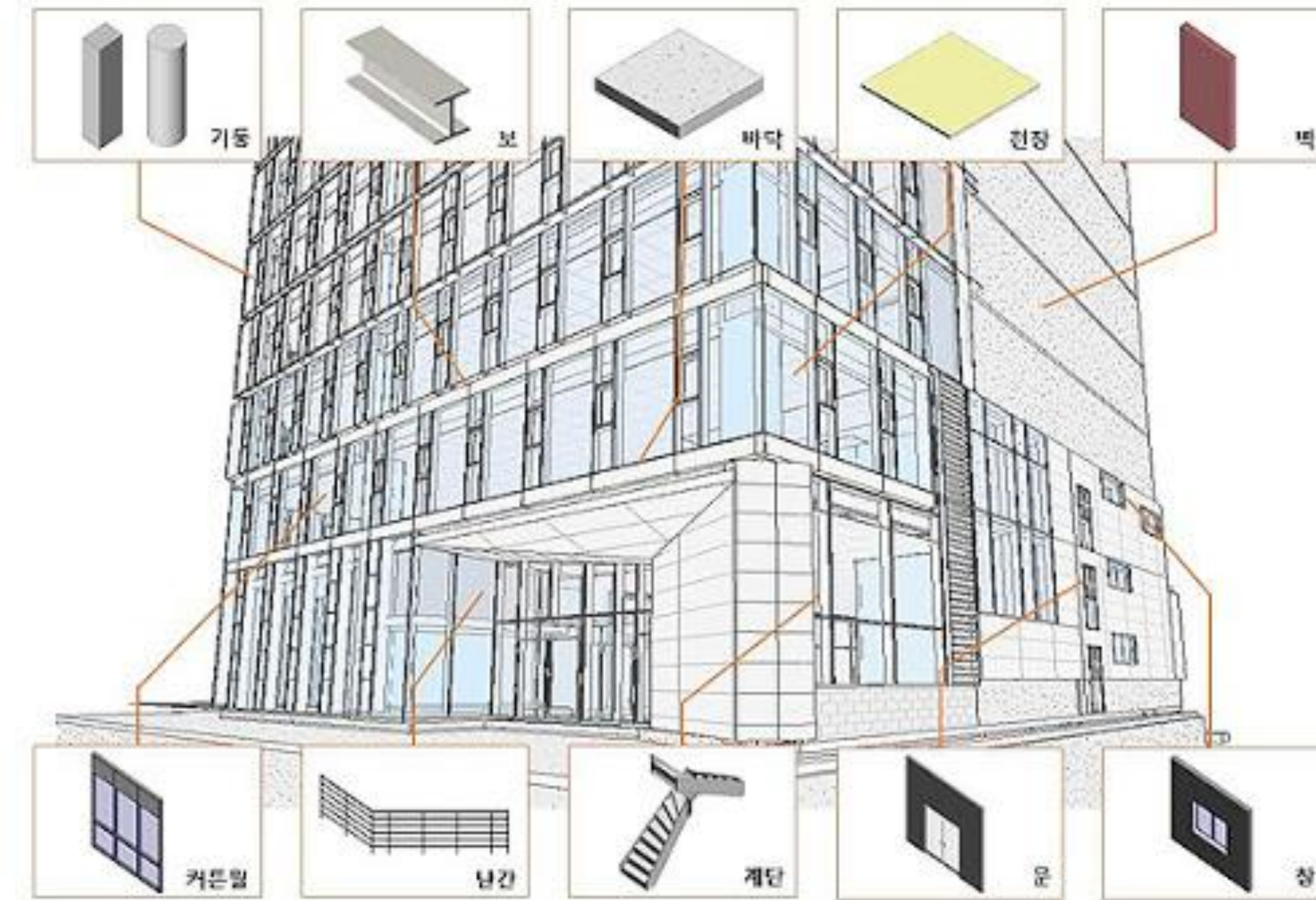
건설 단계별 검증 · 책임 충실
→ 아날로그 방식에 최적화

아날로그식 S/W 판매 → 기술축적 X 디지털전환
부분적 부품 제작 수준 → 통합모델 제작 역량 부재

건축시설



범용 S/W와 내외장재 모듈



인프라시설



S/W 개발의 어려움 (너무 많은 매개변수)

경우의 수 多

검토 조건 多

경험/사례 無

목적물의 단순 외관 확인용 성과품이라면
비용 · 시간 · 인력 多 → 생산성 · 효율성 ↓

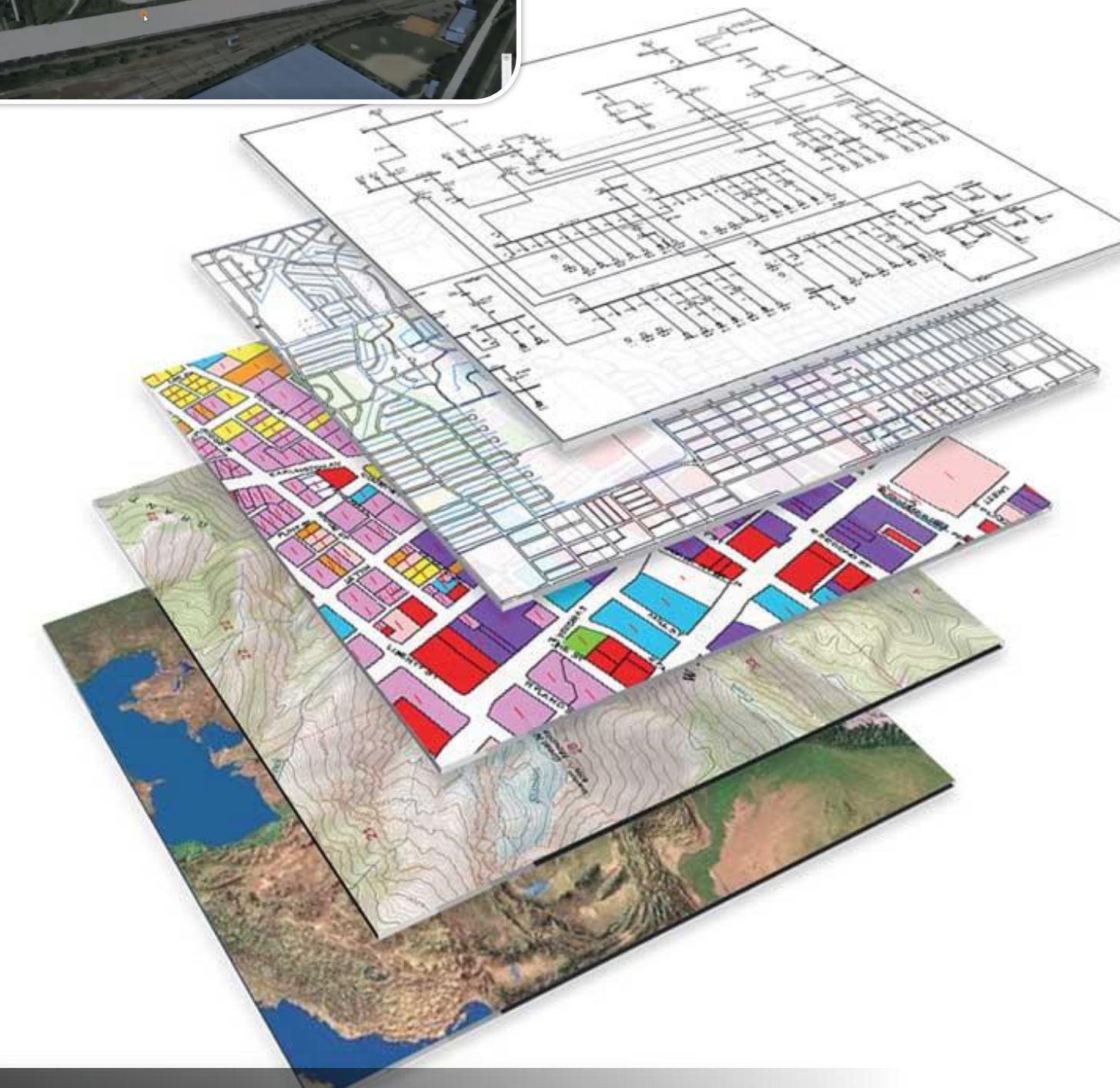
디지털 기반 Model 중심의 절차와 성과품으로 변화,
디지털 전환으로 건설과정을 미리 경험/운영 유지관리

Digital Twin / Mirror World

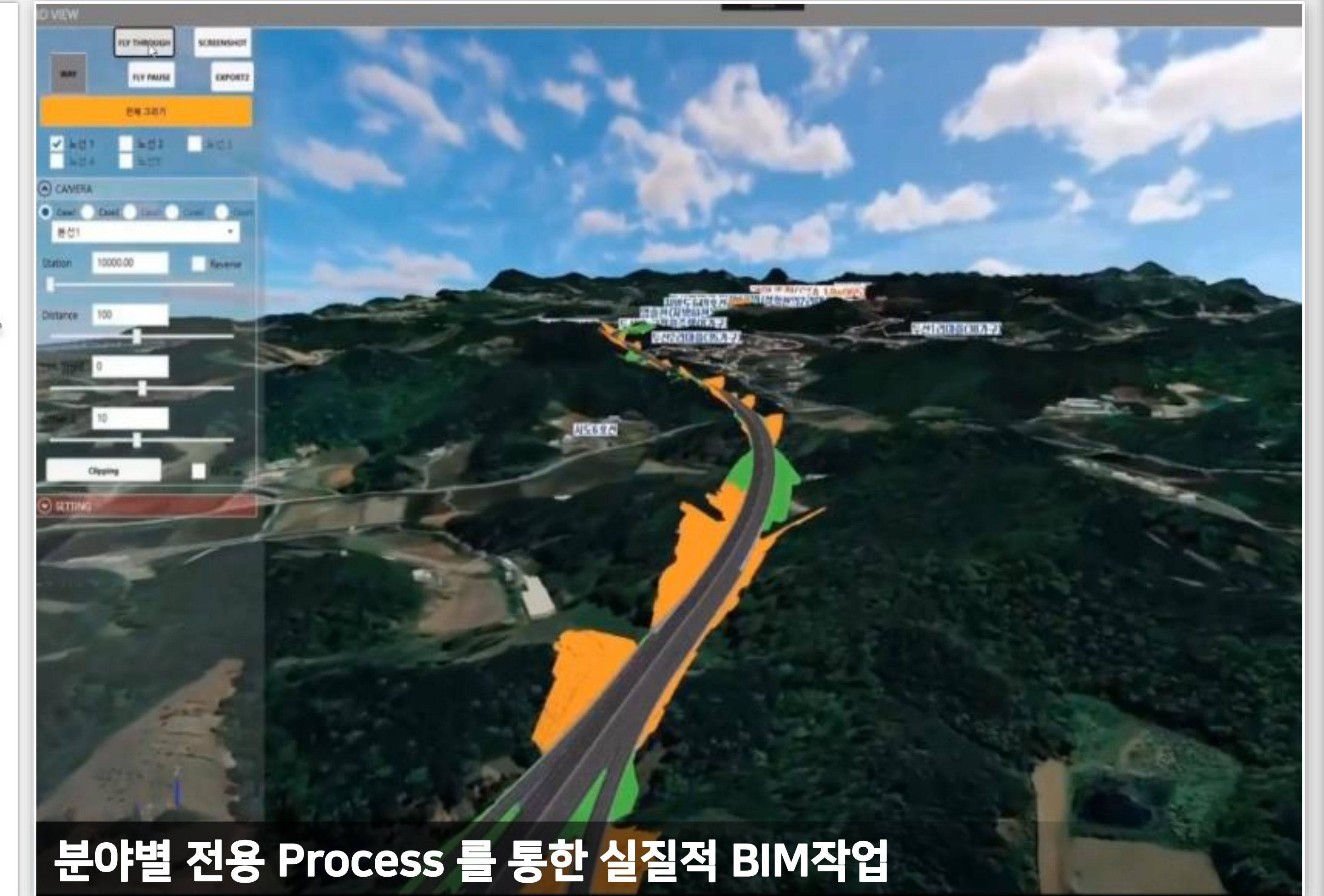
얼마나 적은 인력·시간·비용으로
얼마나 높은 품질로 실제와 같도록 할 것인가?

Information Model의 수준은 **성과품(Product)**과 **건설절차(Solution)**에 영향
모든 의사결정과 작업수행의 기본, **개별 현장별로 S/W를 만들어 사용하는 개념**

Information Model(Digital Twin, Mirror world)는 **디지털 전환의 핵심(core)**



GIS 상세 Modeling



분야별 전용 Process 를 통한 실질적 BIM작업

설계 성과품(Design Product)의 변화

기존 설계도

시공순서 고려하지 않은 완성단면 포장계획 도면

개선 설계도

시공순서를 고려한 각 포장 층별 계획 및 수량 집계

설계도서 성과품

계획부분

3D 기반 Communication으로 변화

설계도서

BIM 기반 설계로 더 높은 품질 요구
아날로그 → 디지털화 ≠ 디지털 전환

설계도서 성과품

성과품에 대한 종합적 제고 필요

① 측량

② 토질조사

③ 설계도면

④ 구조계산서

⑤ 수리계산서

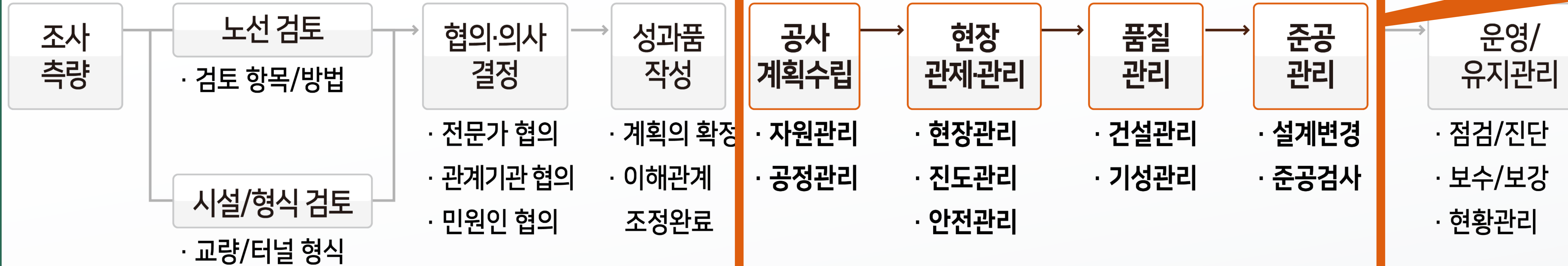
⑥ 수량산출서

⑦ 단가산출서

⑧ 공사시방서

도로건설 Workflow 분석

Step1 설계 Step2 시공 Step3 유지관리

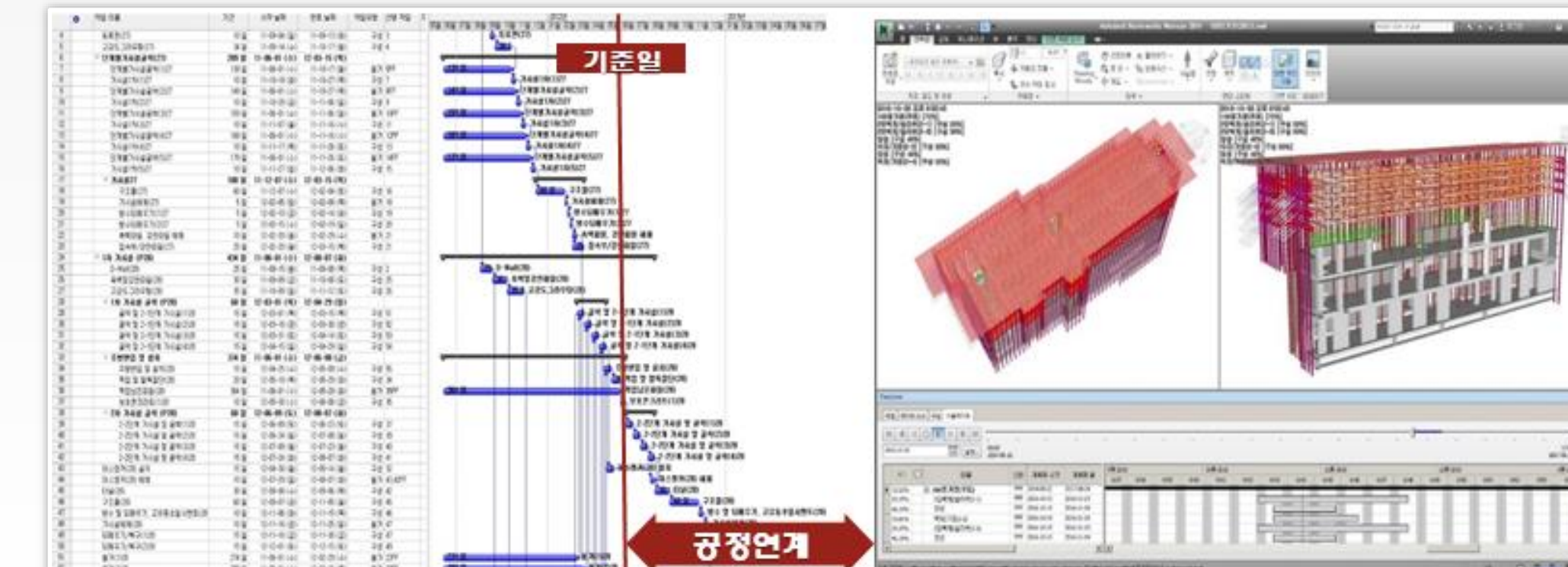


Hard Skill 중심

Integration 통한 **Hard Skill 중심** 발전
노동 · 환경 등 **제도적 규제 강화**

Soft Skill 중심

Soft Skill 중심 비즈니스 모델로 재편



Soft Skill 중심의 비즈니스 모델

- ☑ 공사의 가장 근간이 되는 높은 품질의 BIM 기반 시공 상세도
- ☑ BIM모델 기반으로 선행적 시뮬레이션 공사방법의 시공계획 및 관리
- ☑ 상세공사의 공정이 반영된 선형(위치)기반 공정계획 및 관리
- ☑ 단가산출서, 내역서와 공정계획이 상세 연계 기성 및 원가 관리
- ☑ 실시간 현장상황(IoT, CCTV 등)과 공사계획 반영 안전 및 품질 관리



레드오션	블루오션
<p>기존 방식 : 現주력사업 (한맥가족사)</p> <ul style="list-style-type: none"> 비정상적 '천수답식 노동집약형 사업구조' <ul style="list-style-type: none"> 발주처의 발주물량에 의존한 PQ, TP, 전자입찰 낙찰 <ul style="list-style-type: none"> 2D 설계 / 단순 시공(교량, 말뚝) / 제품설계 '기존 지식을 기반'으로 한 수량산출 중심의 형식적 건설엔지니어링 실적 · 인력 > 기술력 · 능력 정부 · 지자체 · 공공기관 등 발주처 발주물량에 따라 '수동적 사업수행' 	<p>새로운 방식 : 新사업 (기술개발센터)</p> <ol style="list-style-type: none"> R&D 적극적 수행으로 <ul style="list-style-type: none"> 기술력 축적과 스마트건설 선도 (B2G) 경쟁력 있는 Process(S/W) 개선으로 <ul style="list-style-type: none"> 설계역량 배가 (B2G, B2B) 시공부문(건설관리, CM, PM)에 Soft Skill 접목 <ul style="list-style-type: none"> 업역 확대(B2G, B2B) 국내모델 확산(B2G, B2B)으로 <ul style="list-style-type: none"> 해외시장 진출
<p>BIM, 스마트건설(IoT) 등과 연계된 CM/PM 방식의 Soft Skill 중심의 가치체계로 전환</p>	

I 편 - 총론

기술개발센터 개발방향

- 1 기술개발센터 연혁 및 조직도
- 2 S/W 개발 절차 및 방향

당부의 말씀

- 본 자료는 한맥가족의 기술개발센터에서 수행중인 연구와 개발의 내용과 계획을 내부 소통과 교육을 위하여 정리한 것입니다.
- 사내의 중요한 **기술적 보안사항**과 준비중인 **특허 등이 포함**되어 있으므로, 외부로의 반출, 복사, 전송, 복제 등을 **엄격히 금지**하고 있습니다.

※ 자료의 무단 사용 및 기술 유출은 **민·형사상의 책임**이 뒤따를 수 있습니다.

HALLA

BR

대산~당진 고속도로 3공구
BIM 설계 시행

2019

스마트건설
기술개발사업 (R&D)

2021

XR기반
건설산업 혁신 시스템

2021

Digital Twin
(Mirror World) 구축

2023

기술개발센터

는!

한맥가족社의 기술인력으로 구성된 연구 개발 조직으로,
건설산업의 새로운 미래를 찾아갑니다.

- ✓ 건설기술의 본질에 충실한 신기술·신공법을 개발하고 ICT 기술을 활용한 지능형 엔지니어링 S/W를 개발해 우리 스스로를 혁신
- ✓ 제작, 조립, 가설의 효율을 극대화 하도록 설계기술을 개선
- ✓ 건설산업의 모든 분야에서 전문지식을 갖춘 엔지니어와 개발자가 오랜 시간 축적된 기술과 경험을 바탕으로 건설산업 전체의 나아갈 방향 제시

암거, 터널,
교량설계 S/W

2018

BIM 설계 S/W

2017

도로설계 S/W
구조해석 S/W

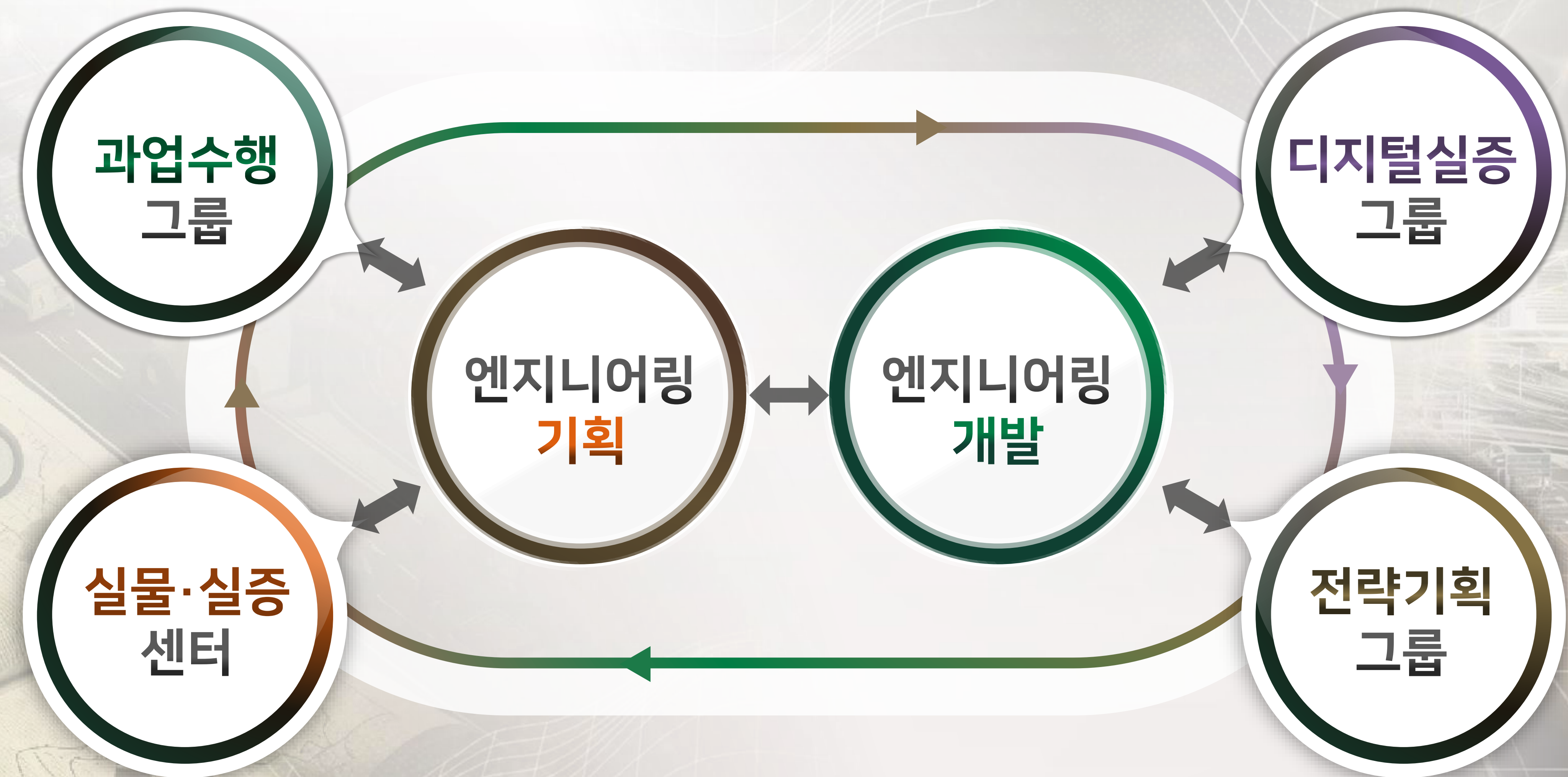
2016

지형 및 지반 S/W
도면관리 및 편집 S/W

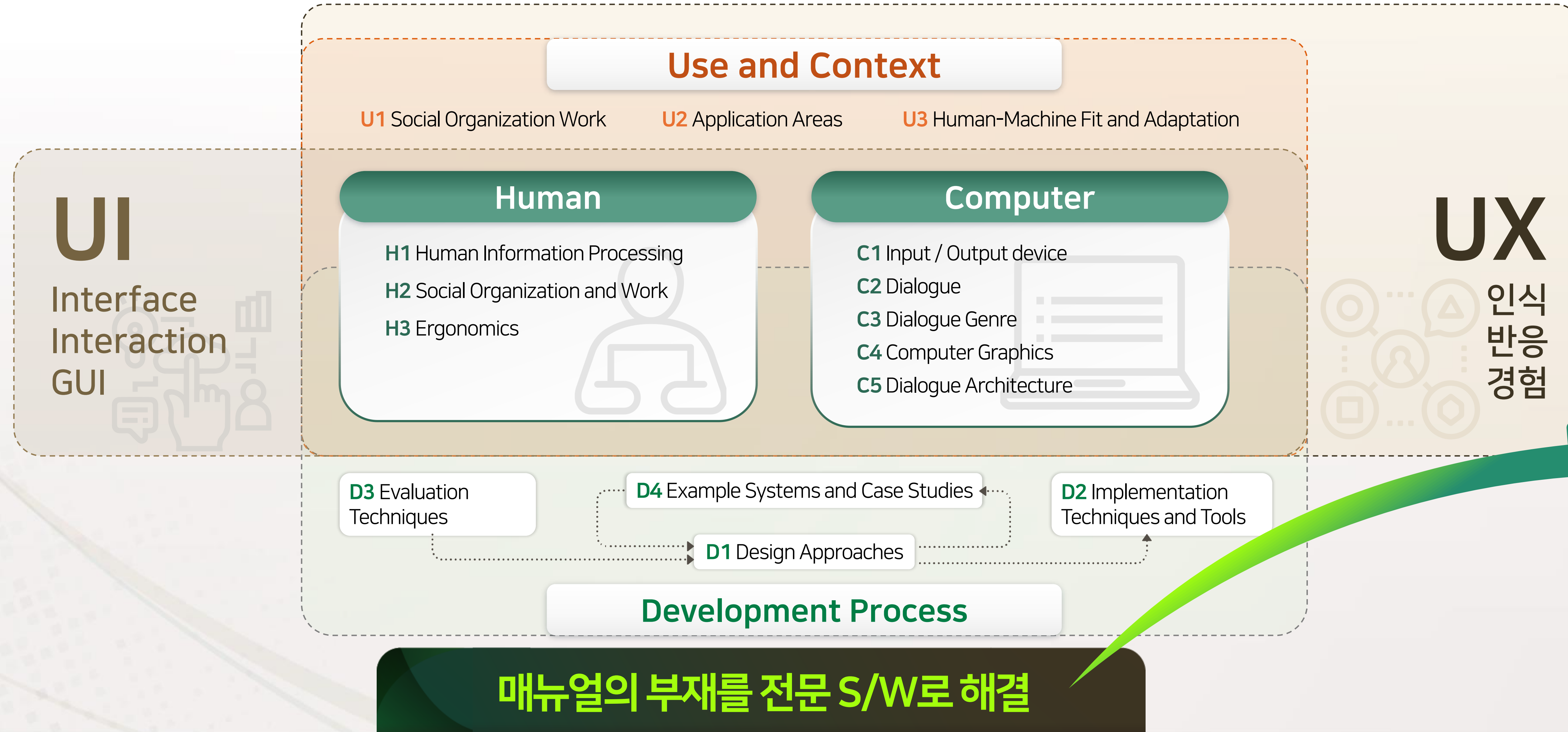
2015

교량 설계 S/W

2011



그 룹	팀 명	담당업무
엔지니어링 기획	• 일반구조물	• 구조물 S/W 기획
	• 프리팹	• 프리캐스트 콘크리트 기술 연구 및 생산 지원
	• Infra Solution 기획	• Wayzainer 기획
	• Urban Infra	• 단지/상하수도/교통분야 및 EG-BIM, Modeler 기획
	• 기술기획	• CCF (Co-Construction Framework) 기획, CEDAs(Civil Engineering and Design Assistance system) 기획
엔지니어링 개발	• 물관리	• 상하수도 시설물 개발, 수리계산 등
	• Construction Control	• 공정관리, 시공관리, 단가산출
	• 천지인	• 천지인 개발
	• Infra Solution 개발	• Wayzainer 개발
	• Web Solution	• Web개발 , 전사 ERP 개발 및 유지 관리
과업수행 그룹	• GSIM	• GSIM 개발
	• 구조물 S/W 개발	• 구조물 S/W 개발
	• 그래픽스 개발	• 사내 AI/기하 라이브러리/그래픽, 도면 컴포넌트/회의 시스템/EG-BIM 툴 등 개발
	• 단지설계 개발	• 단지설계 엔지니어링 소프트웨어 개발
	• 스마트건설	• 스마트 건설 R&D 수행
디지털 실증 그룹	• 스마트개발	• 스마트 건설 Web 개발
	• 해석개발	• 구조해석, 유동해석 S/W 개발
	• StrAna 기획	• StrAna 기획
	• 도시계획, 설계, 상하수도	• 사업부서
	• 경영기획	• 총괄기획(경영, 인사, 교육, R&D 등)
전략기획 그룹	• ERP기획	• 전사 ERP 기획 및 유지 관리
	• 디자인기획	• 웹디자인, 편집디자인, 영상디자인, 전사지원
	• 디지털기획	• 개발 S/W 마케팅, 연구자산 관리
	• 협업증진	• 센터 운영 지원
	• 실물실증	• 프리캐스트 콘크리트 제품 생산본부 지원



설계 매뉴얼 부재

- ☑ 우리 회사는 지금까지 설계 절차서도 없이도 제 (경험자 또는 장인으로부터 훈련을 받는) 방법으로 설계를 수행
- ☑ 내부 절차서는 필요하지도 만들 시간도 없었음(성과품을 만드는 것에 집중)

매뉴얼 필요

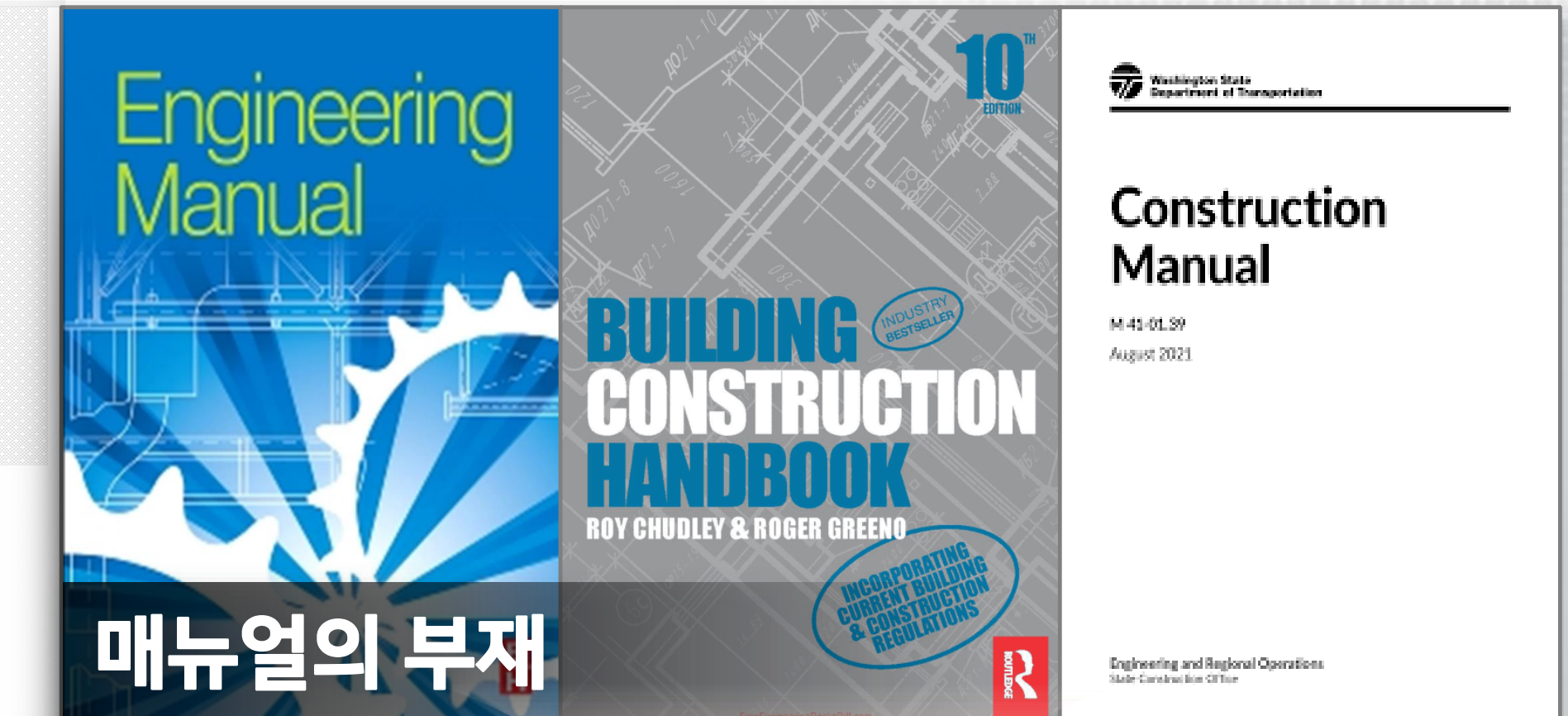
- ☑ 언제까지 Copy에 의존한 설계를 할 것인가? 그렇다면 지금부터 매뉴얼을 만들어서 시행하라 하면 현실을 너무 모른다고 할 것임
- ☑ 디지털 시대에는 매뉴얼이 아니라 S/W로 구현되어야 함

대안은 전문S/W

- ☑ UX(User Experience) Design에 기반한 전문 S/W(Solution)가 대안임
- ☑ 공종별, 시설별 전문 S/W와 이들을 Integration하는 Solution이 해결책임
- ☑ 과거의 매뉴얼을 보다 상세하고, 친절하며, 내용이 충실한 성과품을 만들어내는 S/W를 만들어야 함

Engineer의 업무(경험이 많은 분야별 Senior Engineer 투입)

- ☑ Engineer는 설계 Process와 함께 단계별로 필요한 입력자료와 설계과정 중의 판단,입력 값 등을 정리하여 GUI(Graphic User Interface) 만들고 동시에 Process를 정리해 프로그래머(개발자)와 상의
- ☑ 개발과정중 Debugging, Process 개선도 동시에 수행

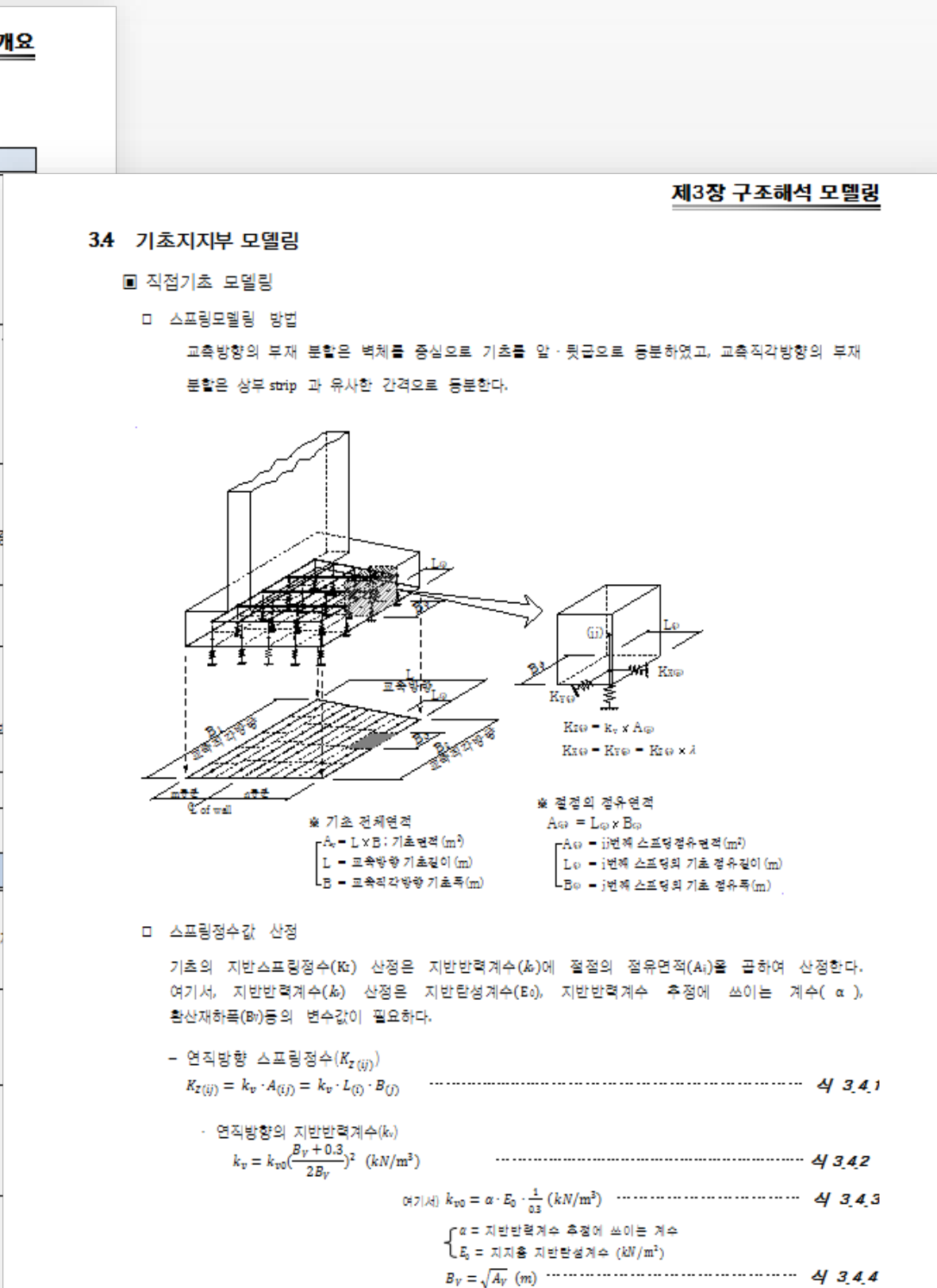
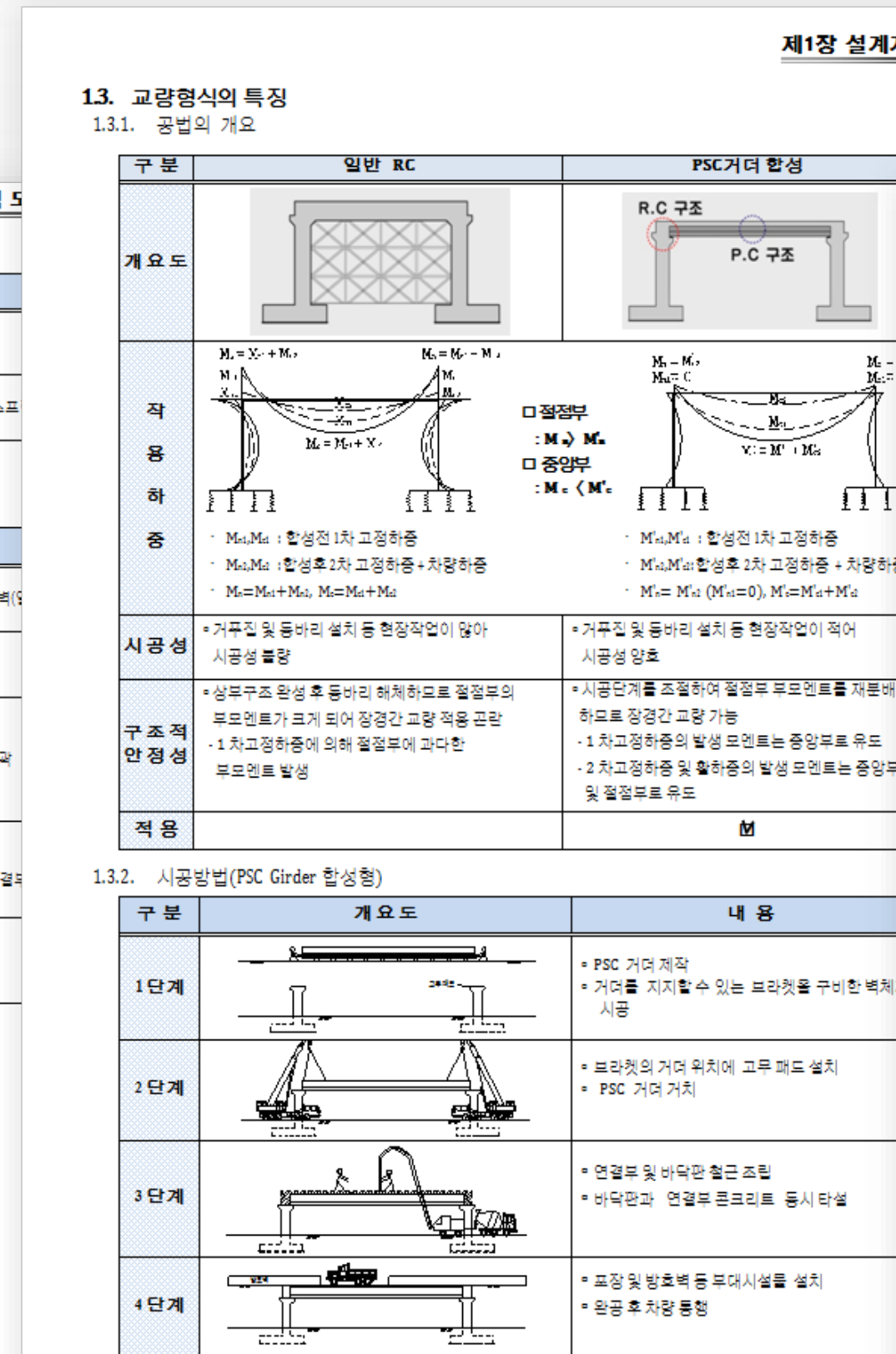
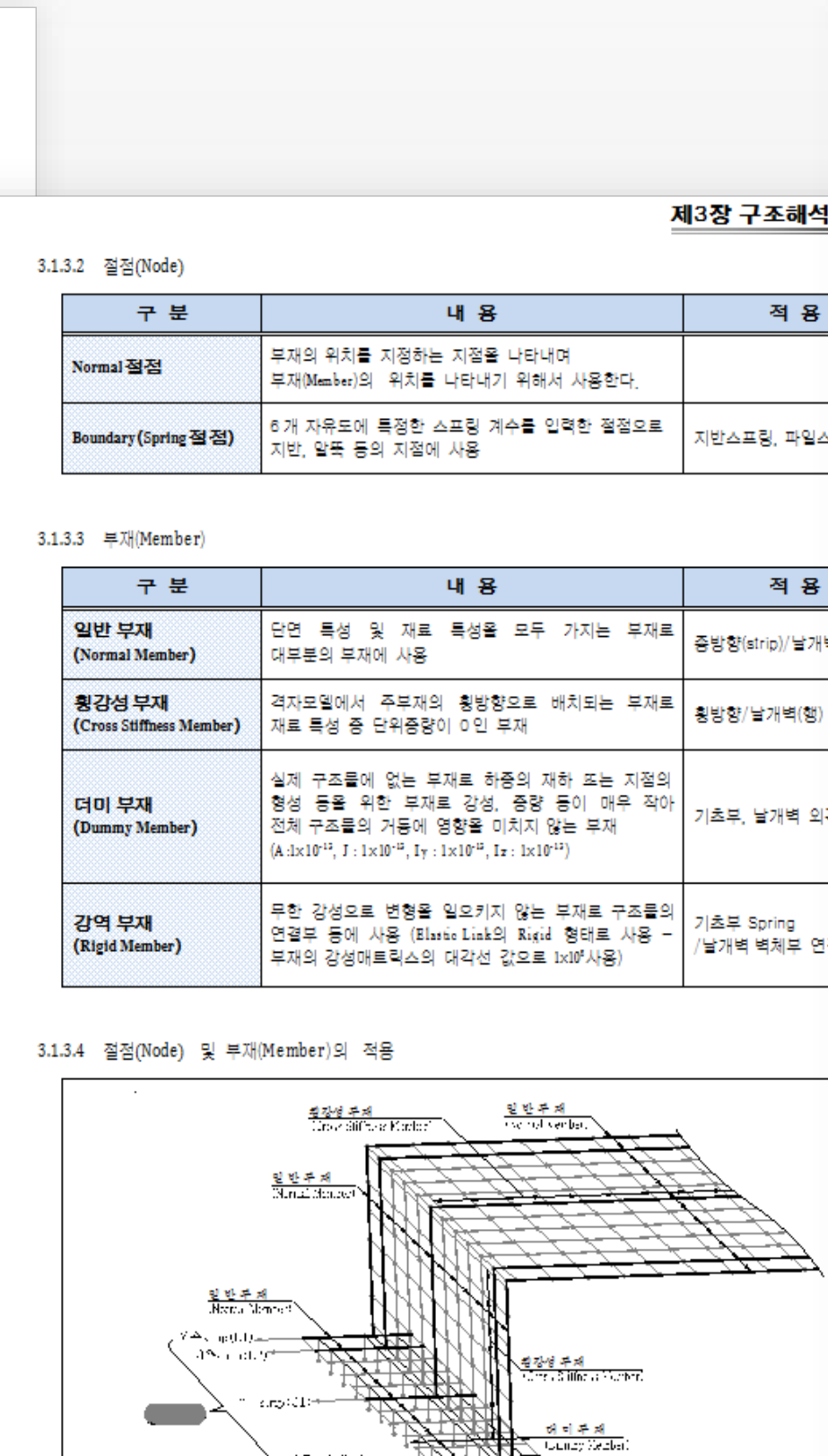
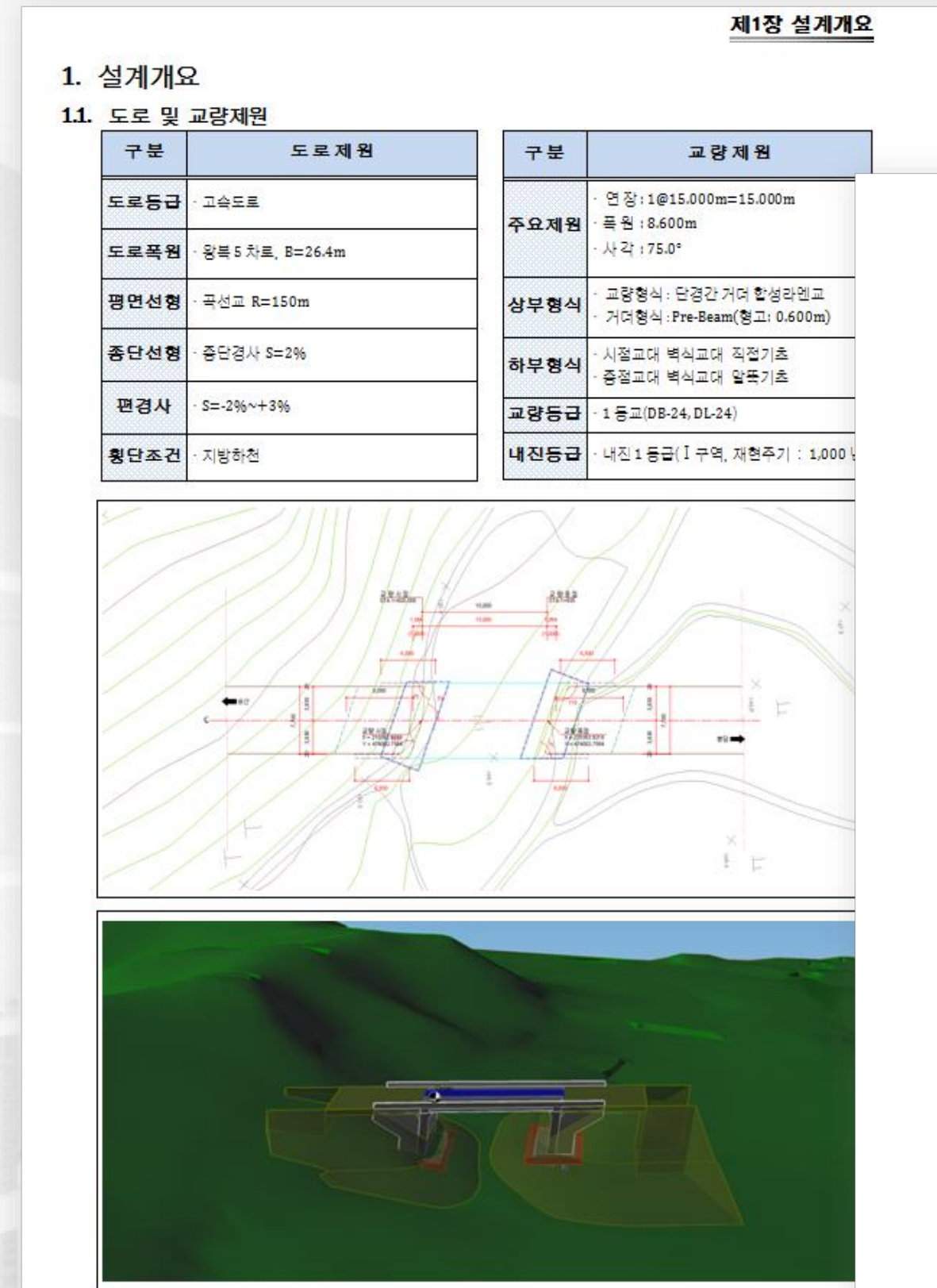


매뉴얼의 부재

대안



전문S/W 통한 Solution 도출



● 품질 높은 성과품 작성 필요

- ☑ 구조 계산서, 수리 계산서 등 계산서에 대해 근본적으로 다시 생각
- ☑ 엔지니어링 서비스에서 근간이 되는 부분이 해석을 통한 계산서임
- ☑ 지금껏 우리는 20세기 방식의 성과품 자동화 생산 S/W에만 의지 하고 있지 않은가?

● 공학적 판단 근거를 명확히 기술

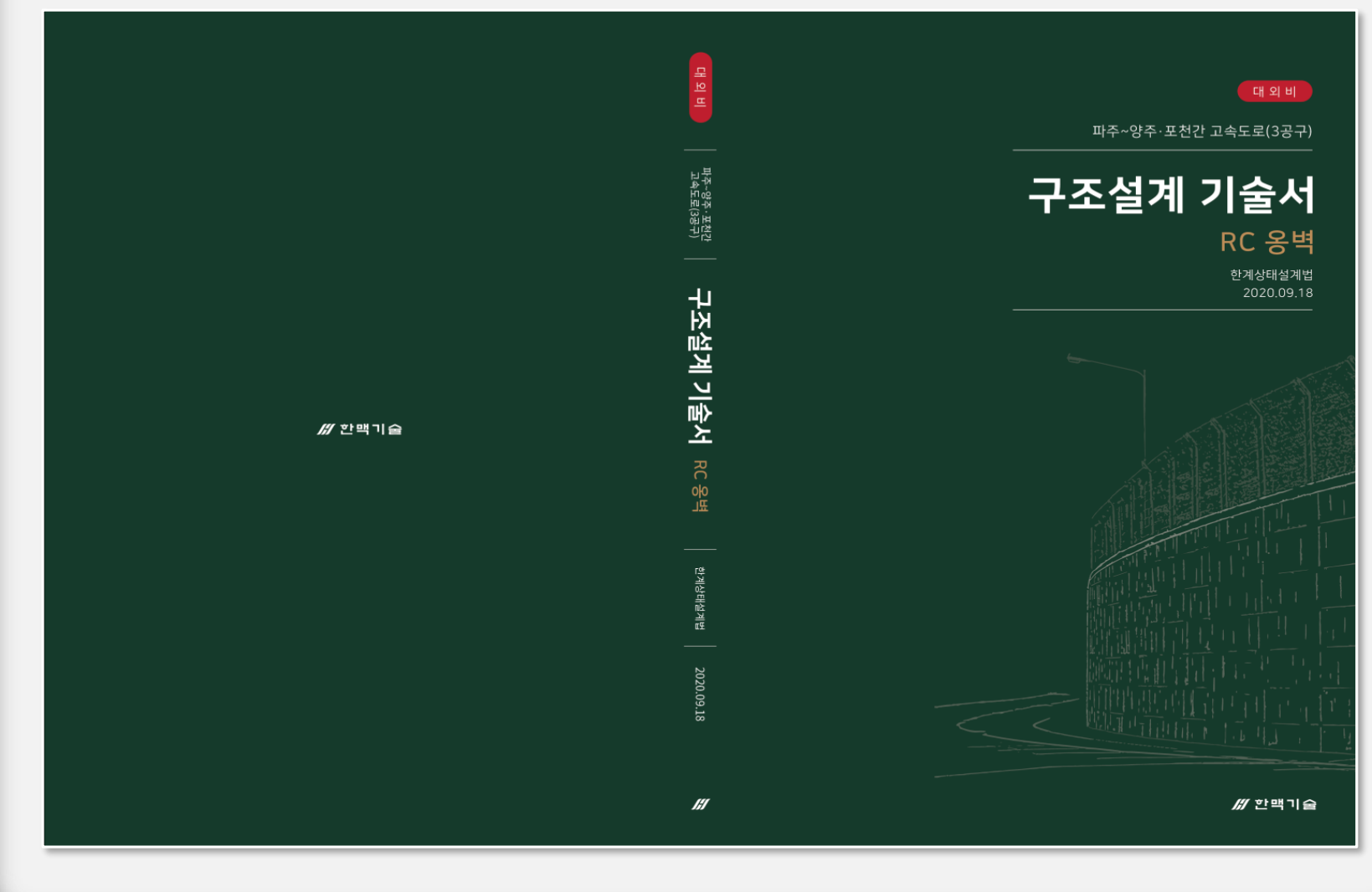
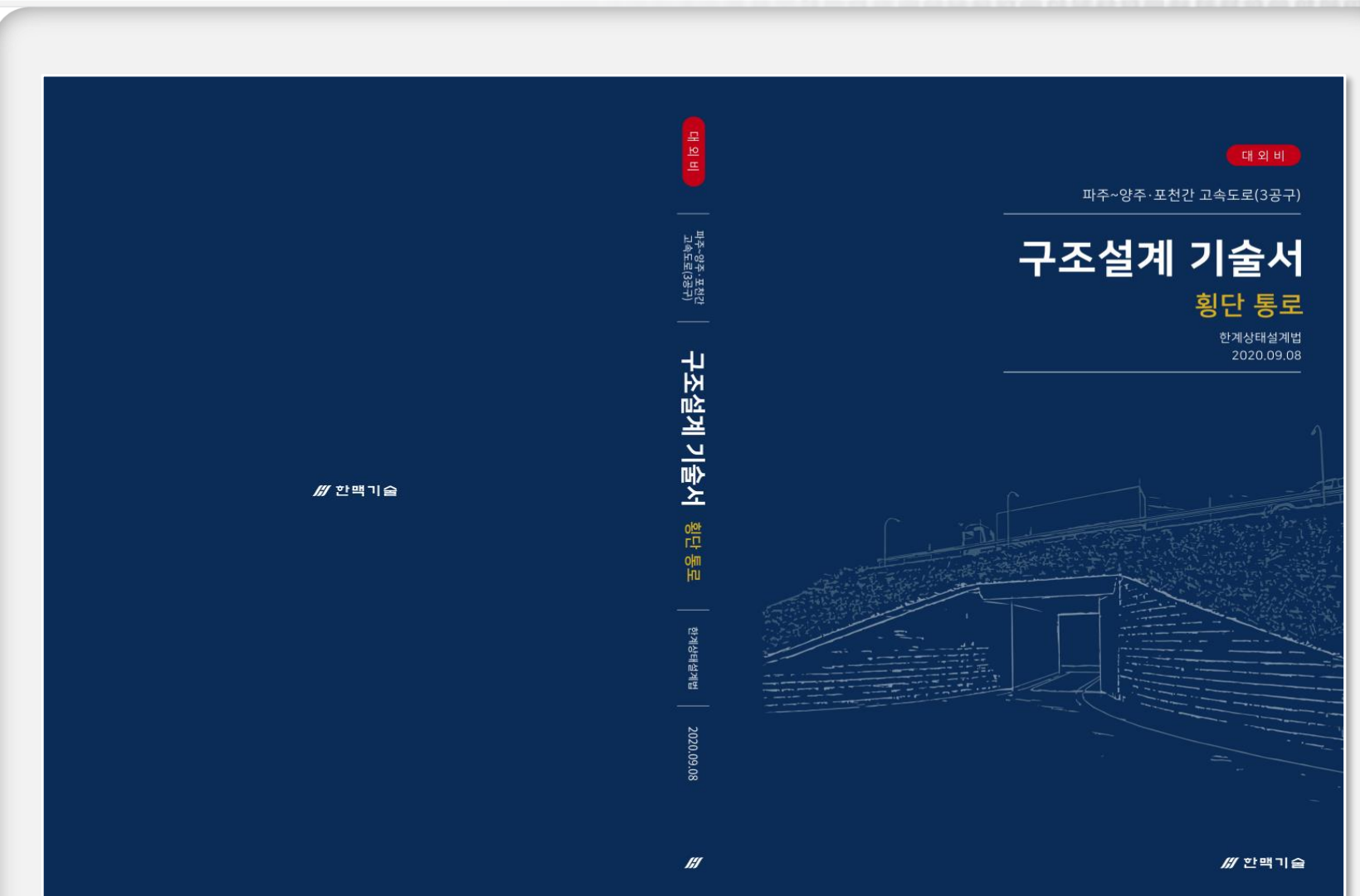
- ☑ 계산서의 각 항별로 각종 시방 규정, 절차 등에 대해서 그 사유와 발생 경우의 수(use case)를 분석 정리하고, 해석 모듈을 왜, 어떻게 정리해서 입력했는지, 그 결과를 어떻게 설명할지 등을 샘플을 통해서 정리해야 함
- ☑ 각종 계산과정을 일목요연하게 정리해서 쉽게 알아보도록 함
- ☑ 이에 따라 개발된 Program의 수준이 회사의 수준이 됨

● 기술서 업그레이드를 통한 기술축척 및 발전

- ☑ 기술서는 기술(Technology, 技術)을 기술(Description, 記述)한다는 뜻을 가짐
- ☑ 기술서의 오류를 개선하고 Upgrade 하면 우리는 기술축척이 되면서 지속적 발전할 수 있음
- ☑ 기술서와 함께 최소한의 계산 내용을 정리한 계산서도 함께 작성

● 기술서 = 지적재산권, Knowhow

- ☑ 기술서 자체가 우리의 지적 재산권(knowhow)이므로 내부용으로만 사용되고, 요약된 계산서만 납품됨



개발자와 지속적인 소통



기획 경험과 노하우 축적



개발자와 엔지니어 간 소통

- ☑ 개발자(프로그래머)는 엔지니어가 작성한 UI와 알고리즘 문서를 보고 프로그래밍(개발)
- ☑ 이때 엔지니어가 작성한 문서의 수준과 친절도에 따라 개발시간과 품질에 큰 차이가 발생
- ☑ 물론 엔지니어도 처음에는 미숙하므로 낮은 수준의 문서를 만들지만, 지속적인 소통을 통해 문서의 수준이 향상됨

공학적 판단 근거를 명확히 기술

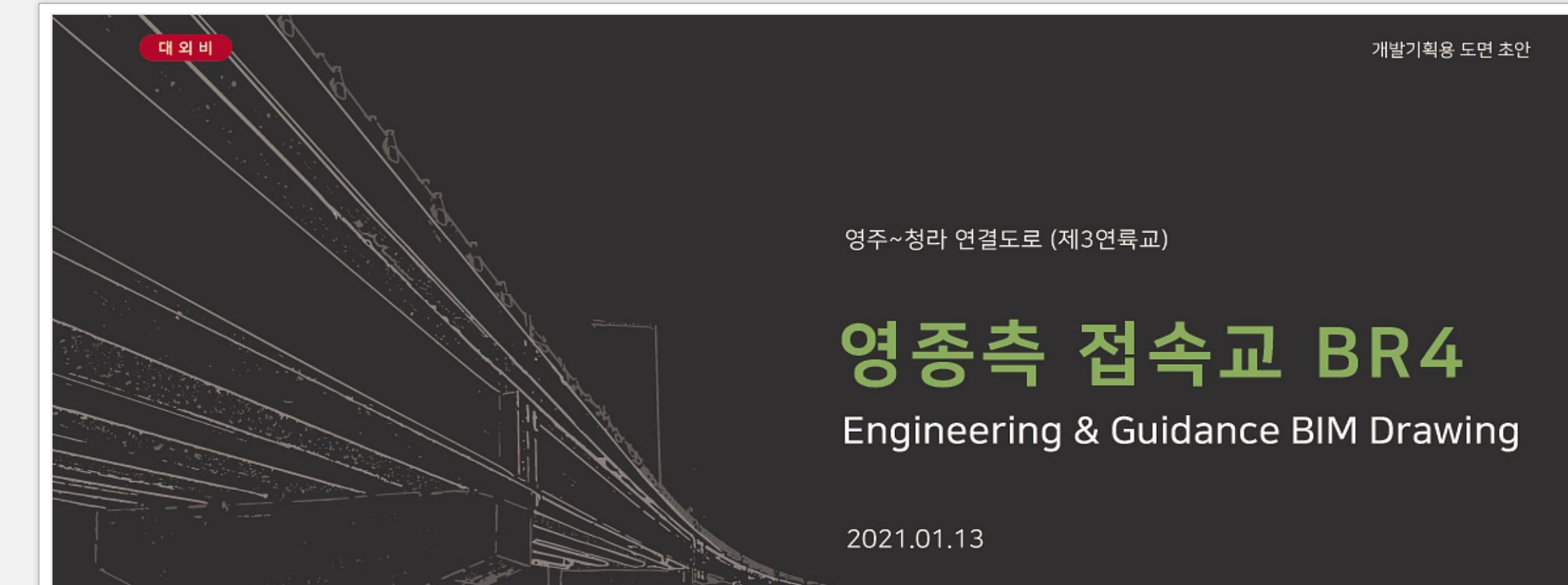
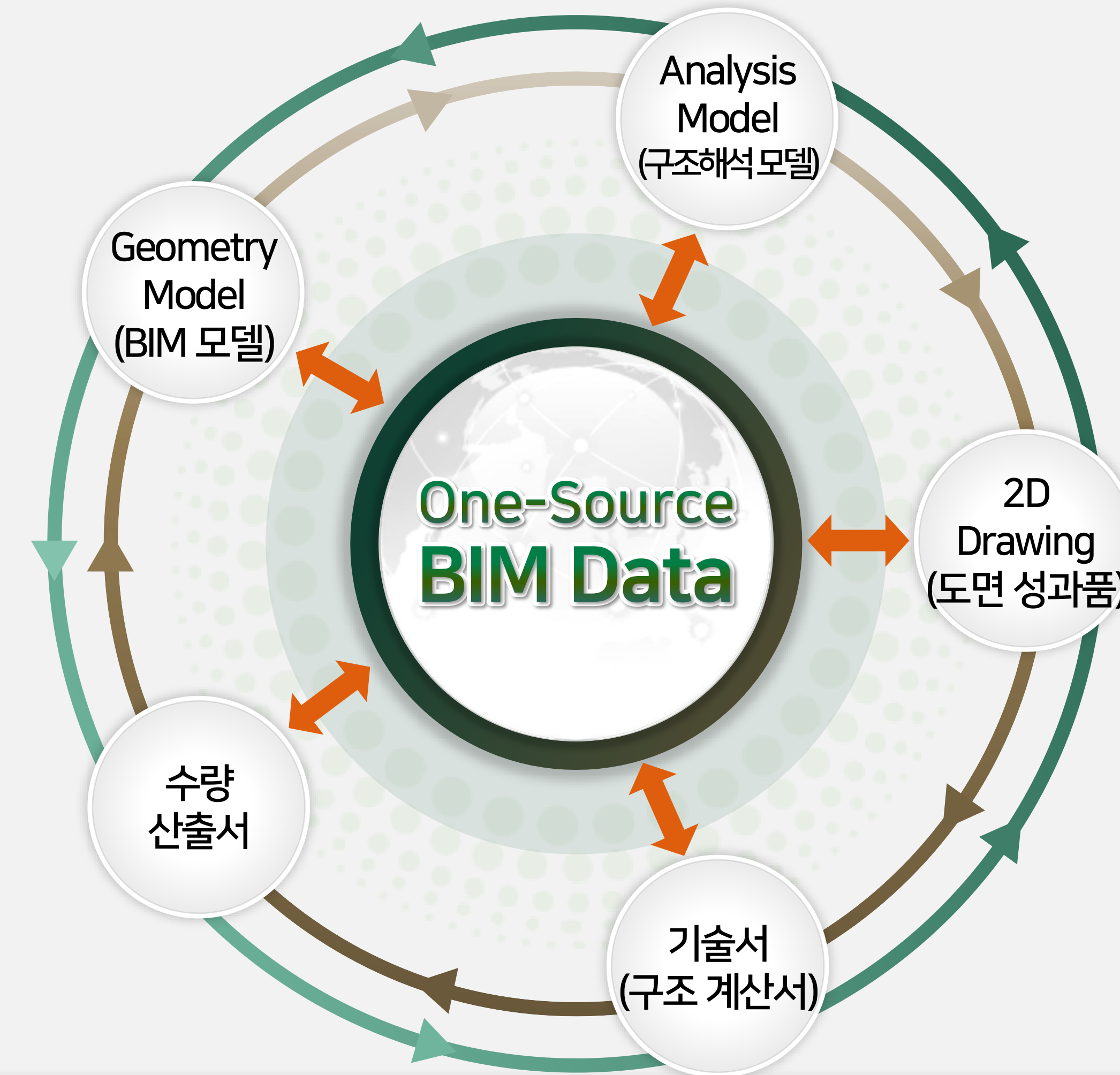
- ☑ 국내 토목 기술자들은 대부분 S/W개발 기획을 잘 모르고 이에 대한 경험도 없기 때문에 처음에는 상당한 시간이 소요됨
- ☑ 다행히 우리는 이에 대한 오랜 경험과 많은 노하우가 쌓여, 현재 높은 수준에 도달해 있음
- ☑ 특히 엔지니어는 기획을 경험하면서 많은 근본적 생각과 공부를 통해 기술 수준이 매우 높아짐

테스트를 통한 설계품질 향상

- ☑ 1차적으로 개발된 프로그램을 엔지니어가 직접 테스트를 하면서, 당초 예상치 못한 부분과 개발자가 잘못 이해한 부분 등을 확인해 가면서 기획 수준이 높아짐
- ☑ 이 과정에서 새로운 아이디어와 지금까지 인지하지 못했던 설계 오류사항 등도 많이 찾아내어 전체 설계 품질을 높일 수 있음



BIM 성과품 의 상호 연계



New-type 성과품 작성 시도

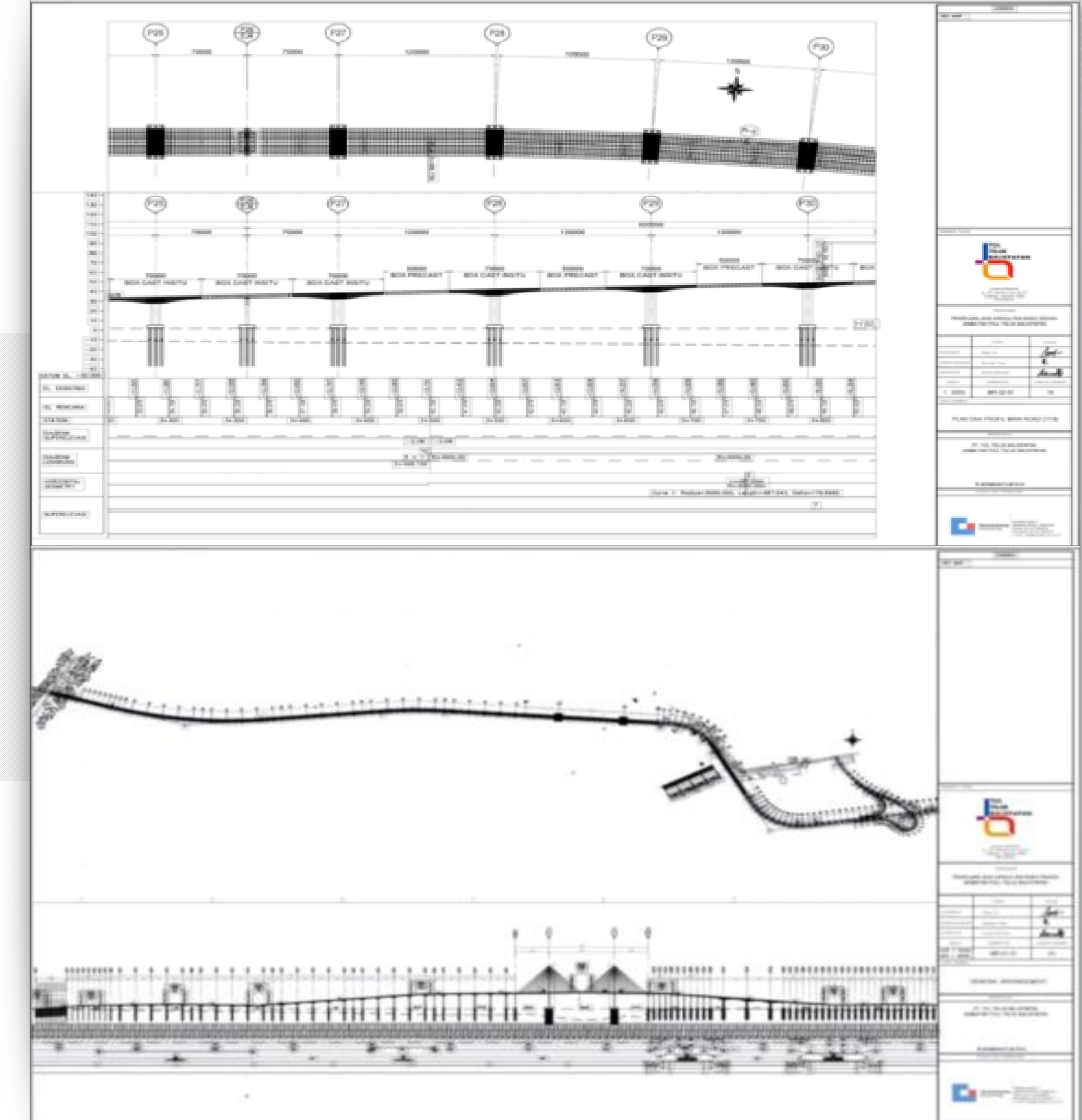
- ☑ 새롭게 S/W를 개발하면서 과거의 성과품 기준으로 한다면 동의하겠는가?
성과품 자체에 대해서 근본적인 생각을 해야만 함
- ☑ 설계오류를 최소화하고 최종 사용자가 쉽게 이해할 수 있는 도면을 만들어 내려면,
먼저 다양한 시도와 시행착오를 겪어야만 함

성과품 상호 연계

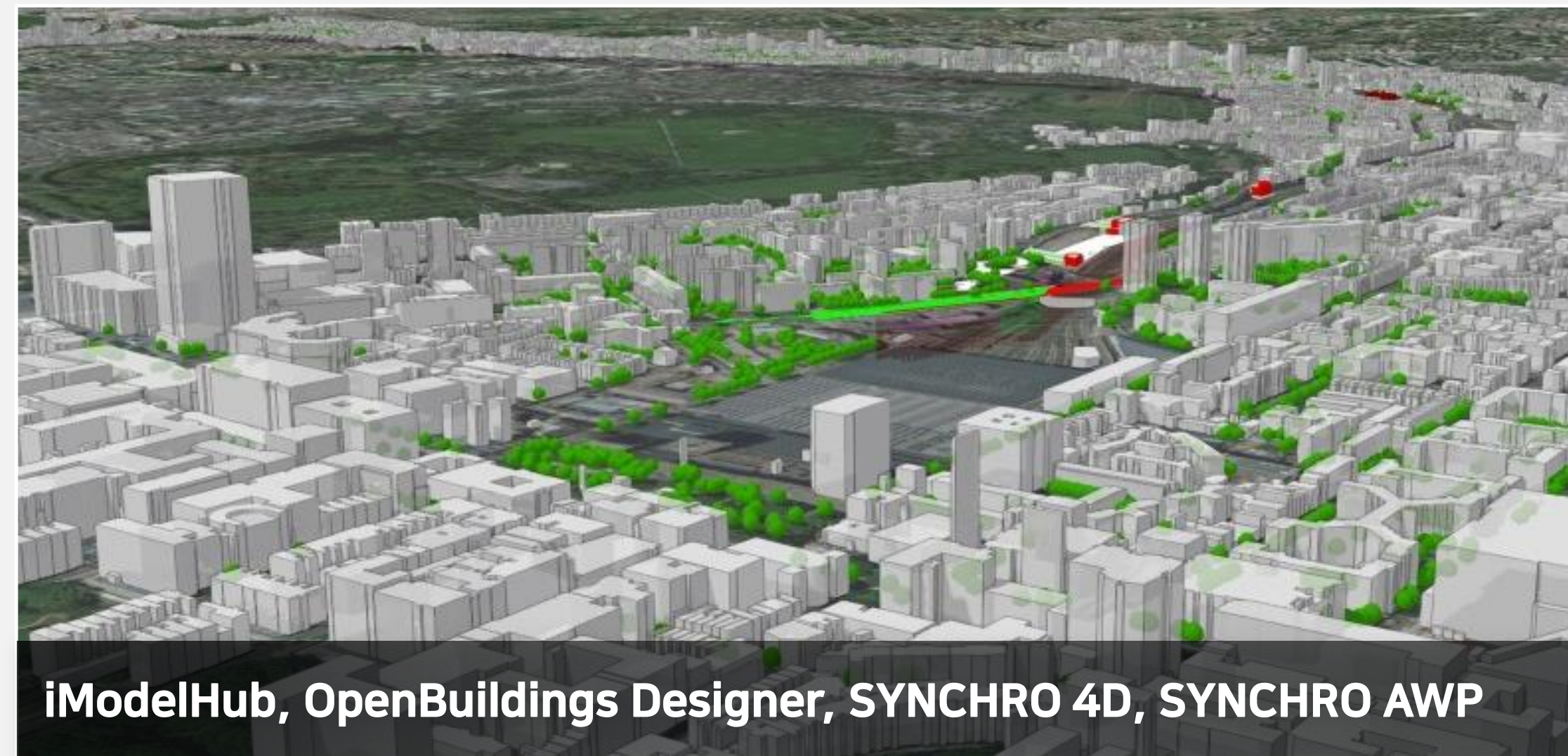
- ☑ 과거 도면 작성에 상대적으로 시간과 노력을 많이 들이던 시절의 관습이 계속되어,
도면과 수량을 별도 작성해 왔음
- ☑ 현장을 고려하지 않고 설계자 중심으로 작성된 수량 산출서는 시공현장에서 설계
시 사용되지 않고 매번 기성 때마다 새롭게 수량을 산출됨
- ☑ 지금부터라도 도면과 연계한 수량 산출을 하여야 함
(즉, 도면의 여백에 수량산출내역을 기재)

충분한 설명을 반영한 성과품 - 설계투명성 확보

- ☑ 설계 내용에 왜 그러한 설계를 했는지에 대한 충분한 설명이 명기되어야만 함
- ☑ 각종 규정과 시방서 및 발주처의 지시에 의한 의사결정 과정 등도 도면, 보고서
등에 남겨야 함
- ☑ 이러한 과정만이 설계 투명성을 확보해 성과품의 지속적인 향상을 도모



Bentley 제품 적용 사례



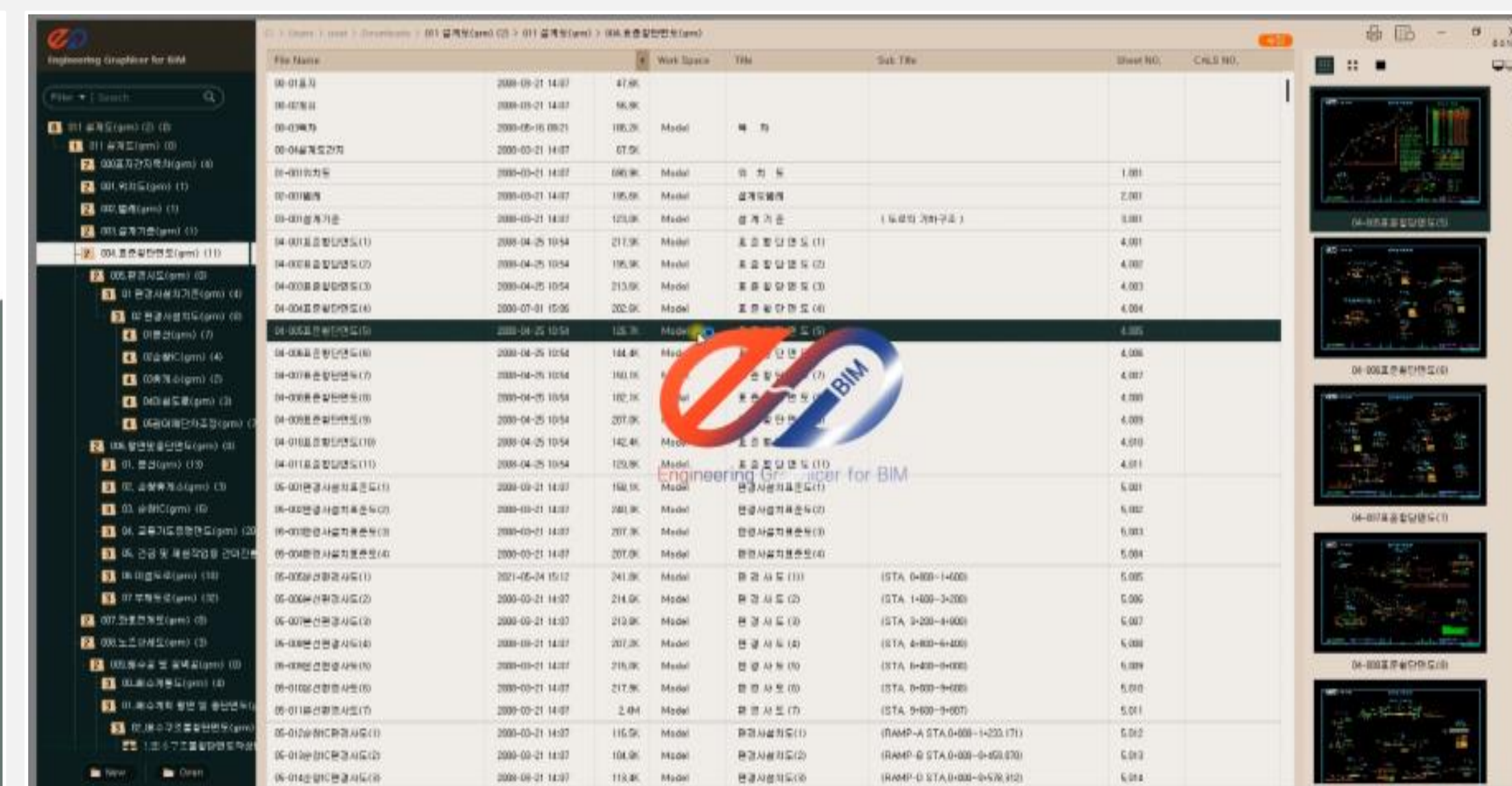
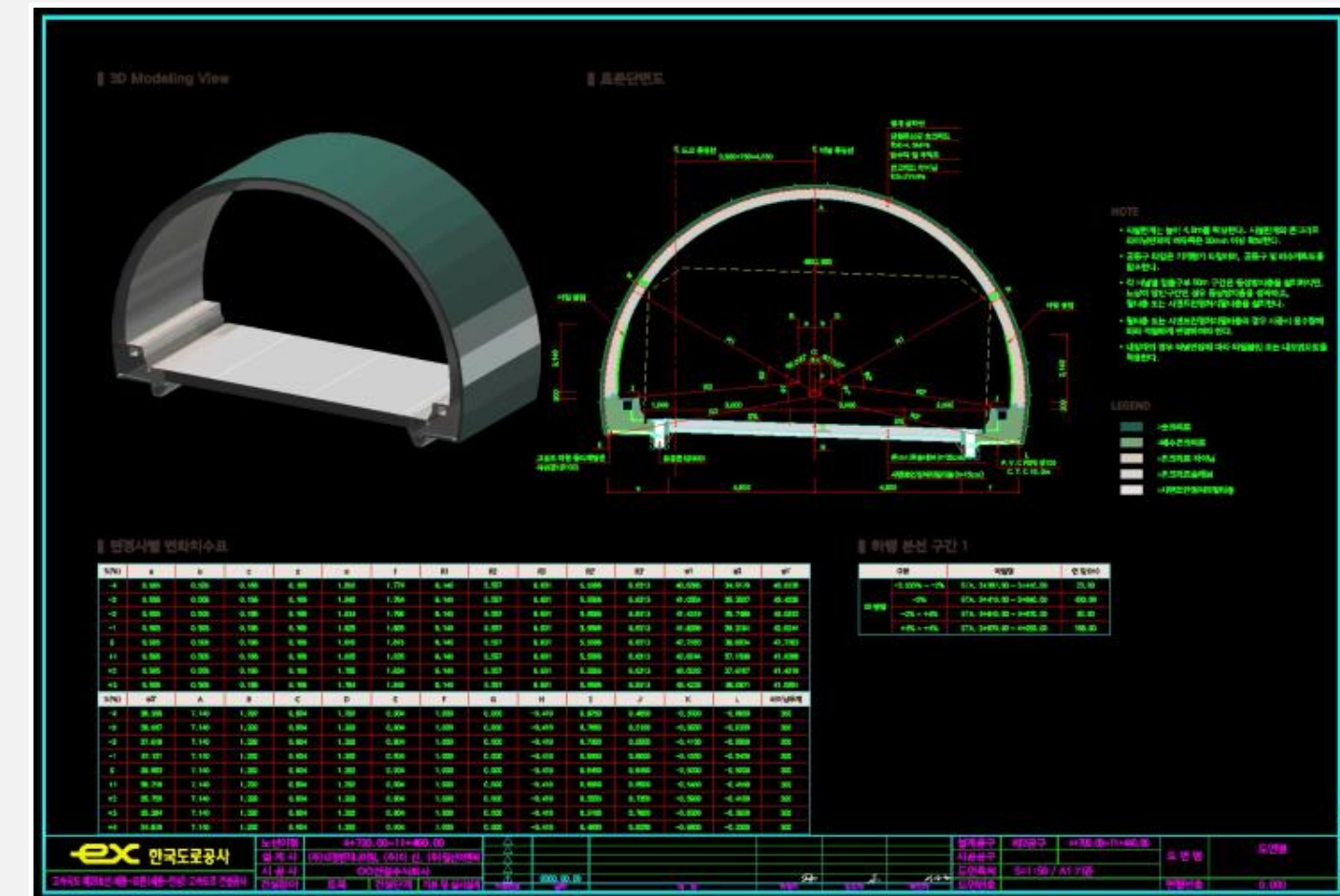
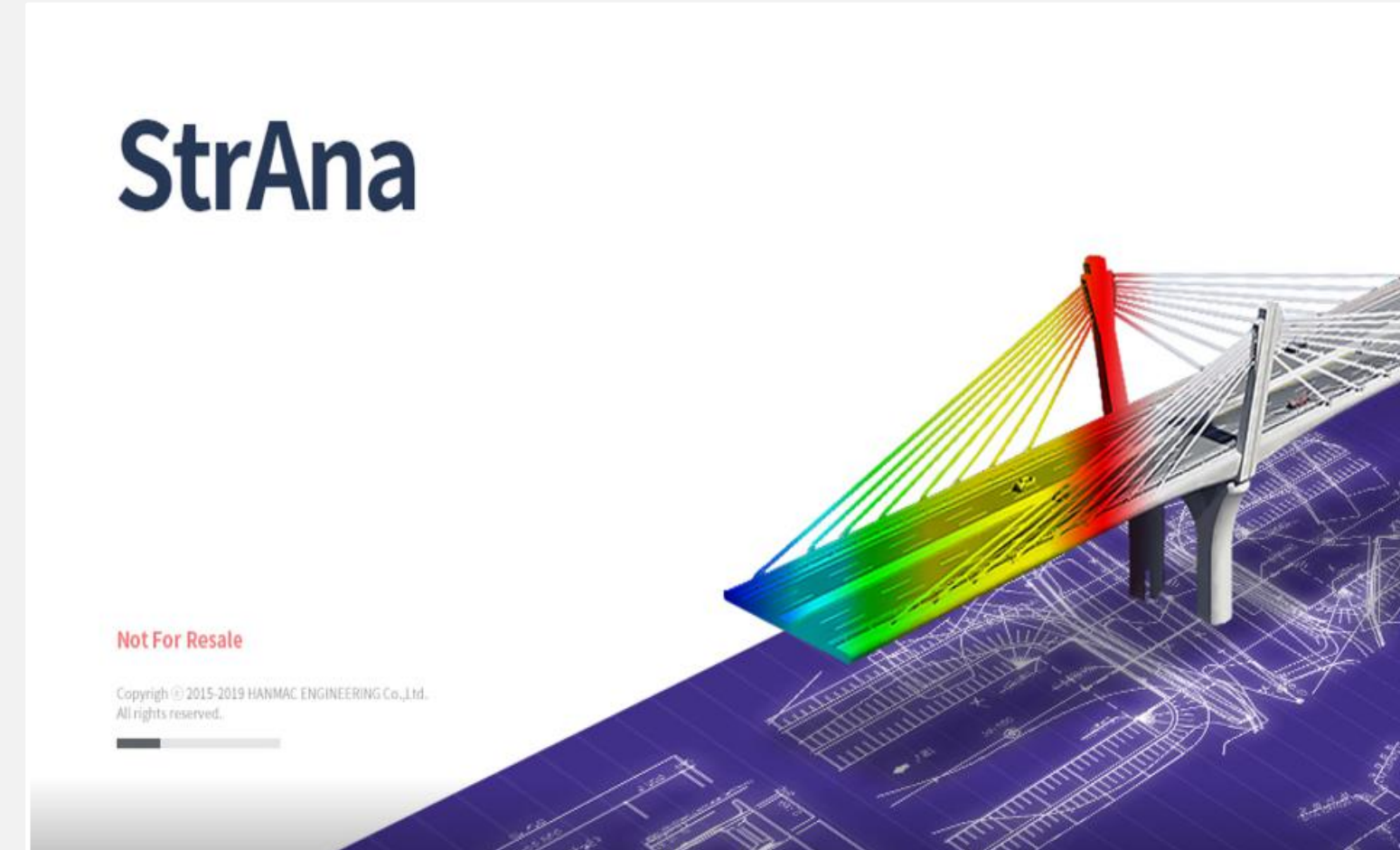
Autodesk 제품 적용 사례



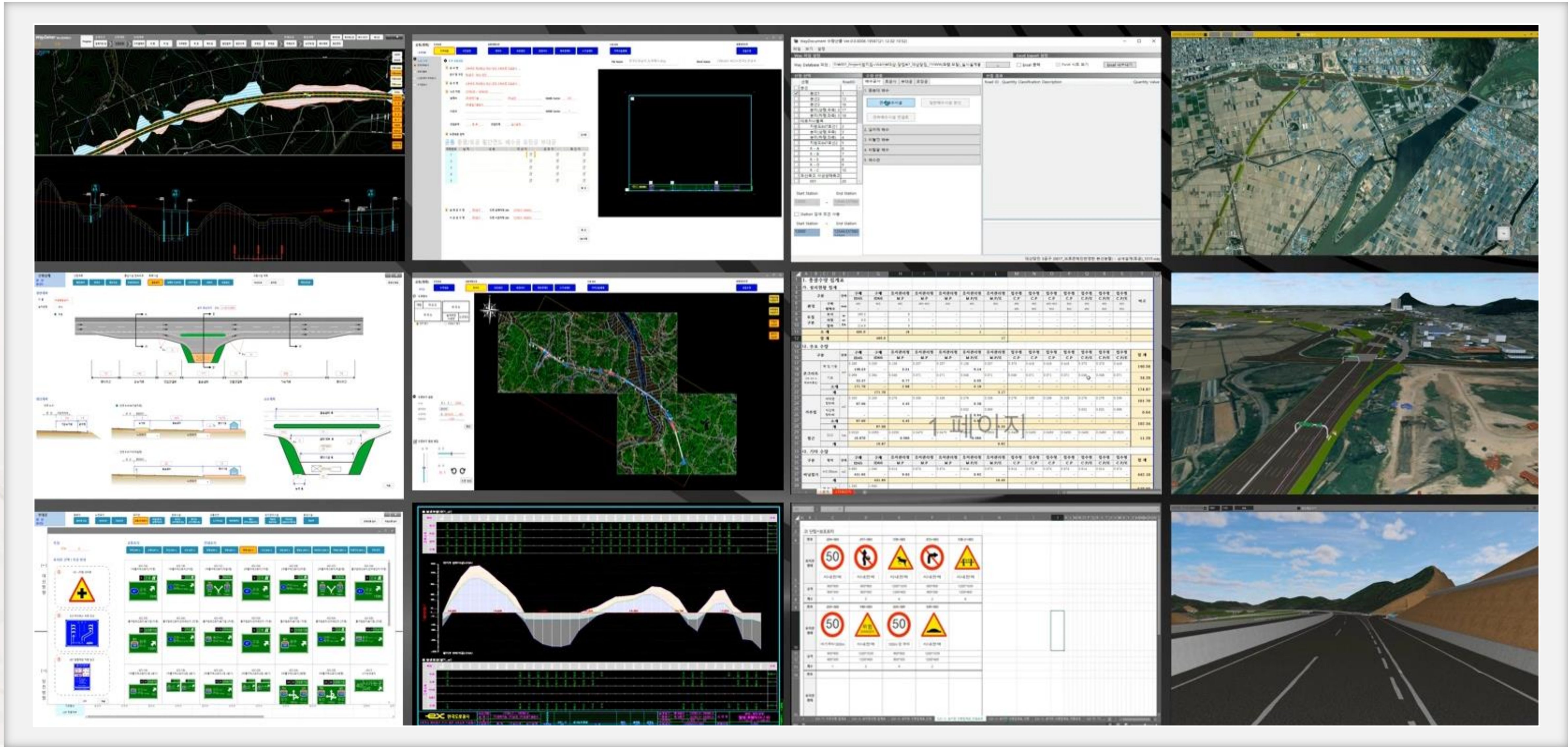
구분	시설분야	영역기반시설(Area based)	선형기반시설(Corridor based)	비고
도시	계획 설계	도시지구계획	-	운영 중
		도시설계(산단, 택지 등)	-	-
교통 · 물류	도로	Street(도시부)	Highway(지방부)	완성단계
	철도	Depot(차고) Station(정거장)	고속, 일반철도 도시철도(지하철)	- -
물	수자원	수력/양수 DAM, 저류지	하천	초기개발단계
	상수도	정수장, 배수지	상수관망	-
	하수도	처리장	하수관망	개발 중
항만 / 공항		항만, 공항	-	-
Life Line		Stationary(Plant)	PipeLine	-
농업		저수시설	용수시설	-
환경 시설		시설(분뇨, 소각처리)	-	<설계도서 작성시 동시수행>

※ : 전용 Solution의 개발 효율적
 : 범용 S/W에 Add-ons형 Module 탑재 유리

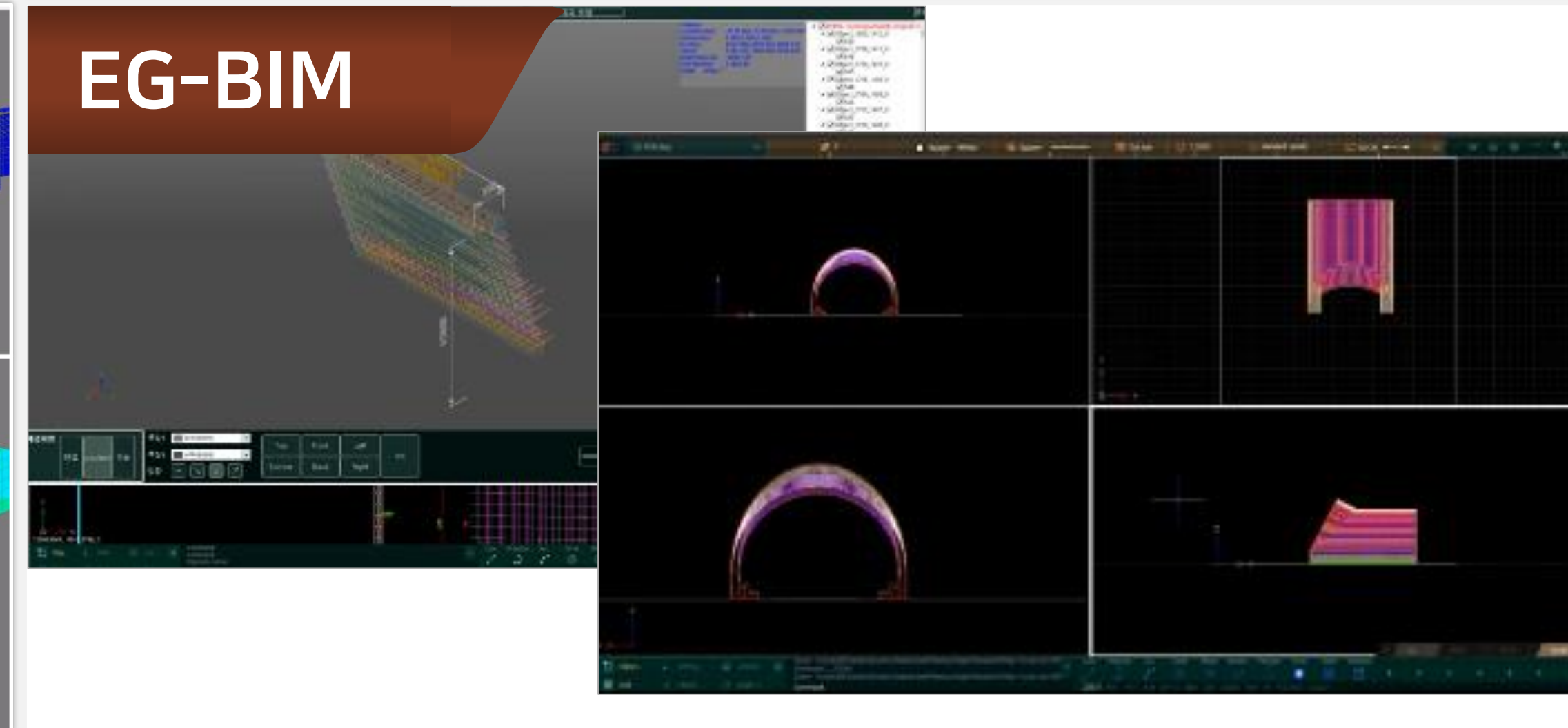
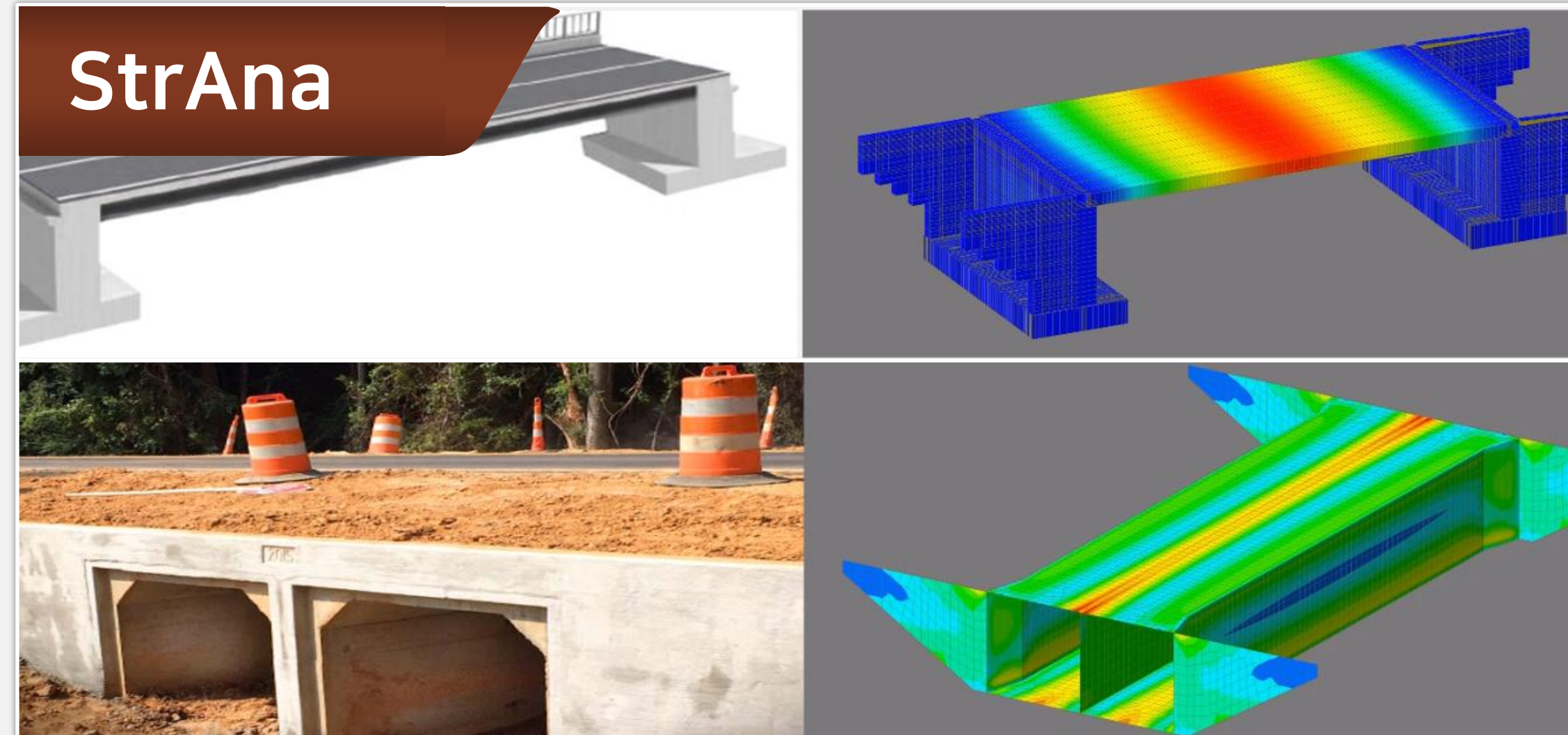
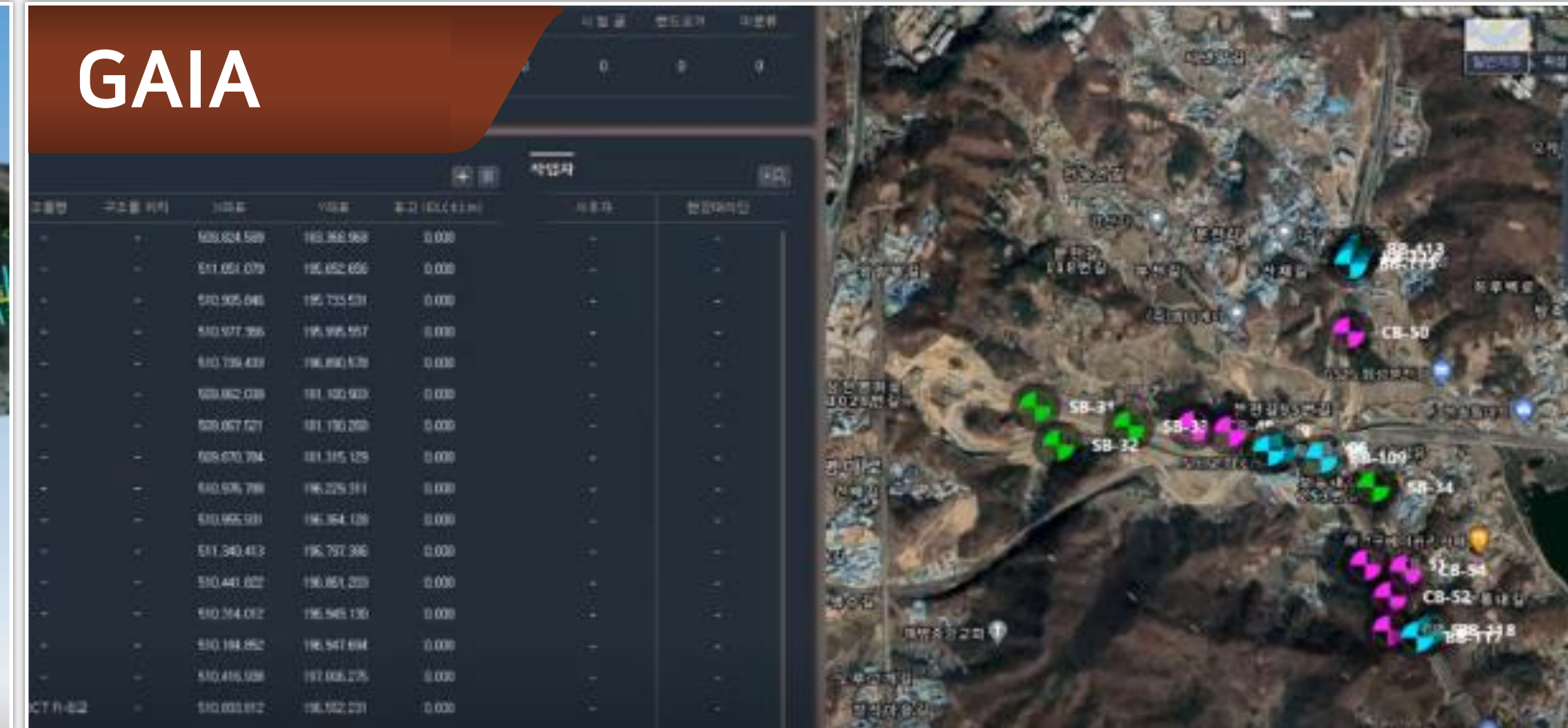
※ Pipe Line은 전기, 통신, 가스, 열배송, 송유, 해저케이블 등으로 세분할 수 있음



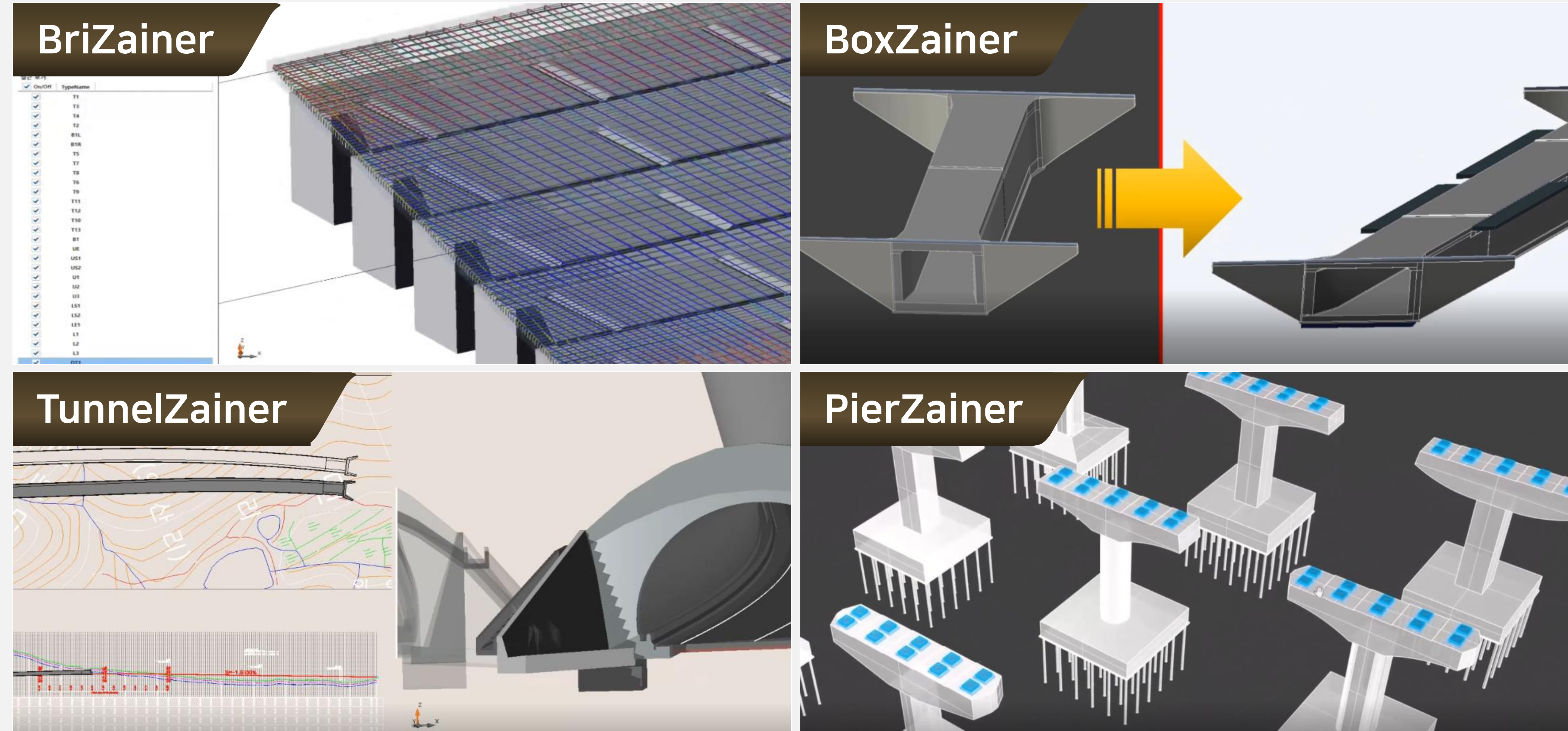
구 분		주요 내용	적 용
Module		<ul style="list-style-type: none"> 전 체Program에 하나의 기능만 수행하도록 하는 독립적 부품으로, 여러 프로그램에 공통으로 사용되기도 함 	3D Viewer 배수구조물 (도수로, 측구연결부 등) 구조물 형상 (교량, 터널 등)
Component Engine (Tool Kit)		<ul style="list-style-type: none"> Module과 유사하나 더 많은 기능이 들어있고 그 자체에 U (User Interface) 를 추가만 하면 바로 Program이 되는 것을 말함 특별히 연산량이 많고 사용 용도가 많은 것을 엔진이라고 함 (해석 엔진, 그래픽 엔진) 	그래픽 (HmEG, Hm Draw) 해석 (StrAna, Core, CFD) GIS (TIN&DEM, 수리 수문) 외부 (Vector Draw, Eyeshot 등)
단위 프로그램	Graphic S/W	<ul style="list-style-type: none"> CAD, BM Mod der 등과같이 도면과 Mod d을 작성 수정 편집 출력 등의 기능 갖는 Program 	EG-BIM (AutoCAD, Revit 등)
	구조해석 S / W	<ul style="list-style-type: none"> 구조해 설을 전 문으로 하는 범 용 기능을 갖는 S/W Frame, Tru ss, Plate, Solid 및 Particle 요소 해석 기능 	StrAna, CFD (MiDAS, SAP, RM 등)
	GIS 및 조사분석 S / W	<ul style="list-style-type: none"> GIS 정보를 취합 정리 및 분석 기능을 갖는 S/W 토목분야 전 문에 쓰이는 지적도를 이용한 용지 업무용 	천지인, GAIA, Cadastral
	구조물 설계 전용 S/W	<ul style="list-style-type: none"> 토목 구조물은 종류별로 형 상을 포함작용하는 하중이 다르고 각종 시방규정도 매우 복잡하고 철근 등도 설계해야 하므로 각 시설물 별 Module과 설계 S/W가 필요 	Program & 형상 Module (옹벽, Box, 지하차도, 터널, 교대, 교각, I-Girder 등)



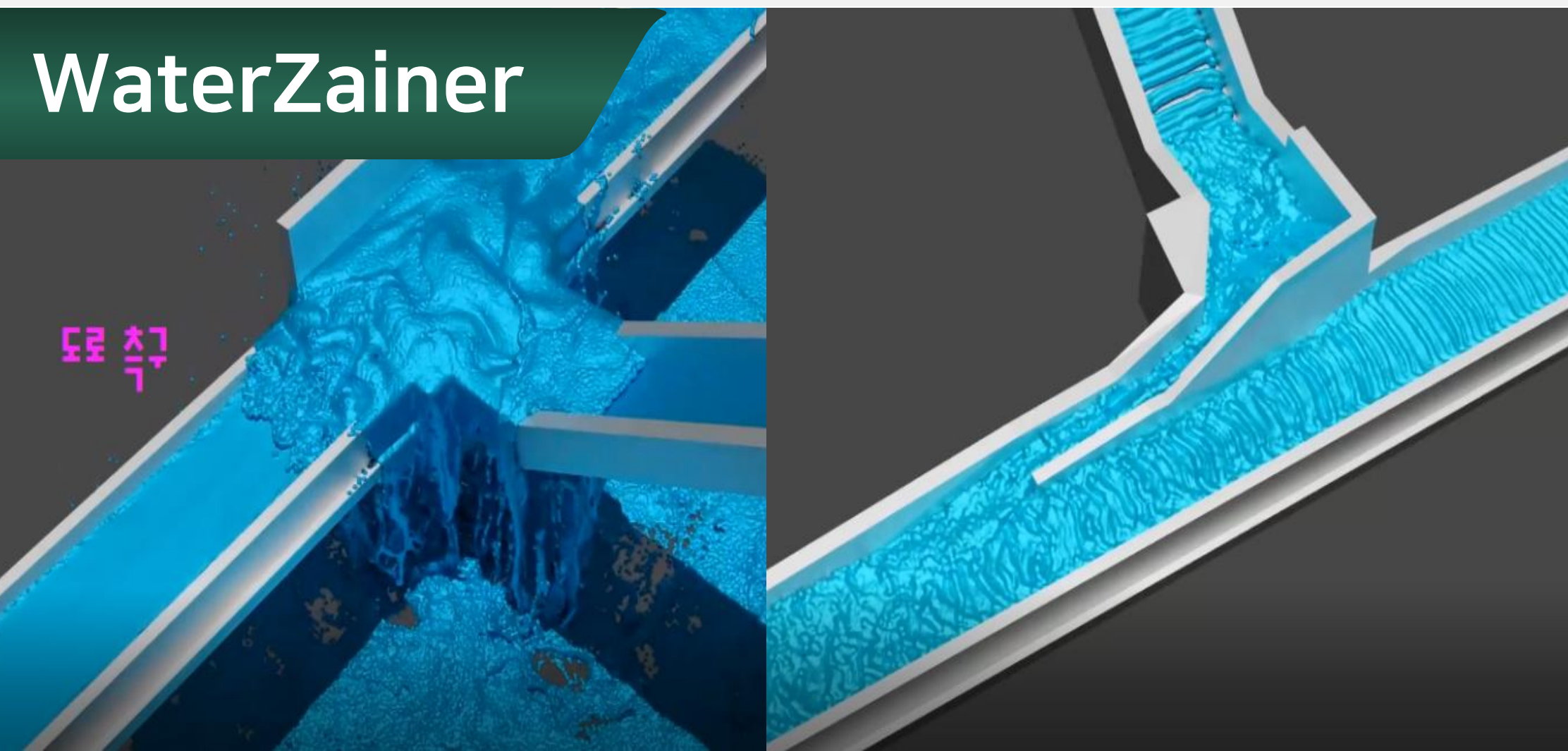
구 분		주요 내용	적 용
솔 루 션	도 시 계 획	• 도시계획, 지구단위 계획 등의 수행 시	Urban Analyzer
	도 시 / 단 지	• 주택단지, 산업단지, 신도시 등의 설계 및 Modeling	CitiZainer
	도로(지방/도시)	• 교량, 터널 등의 구조물을 포함하는 고속도로, 국도 등	WayZainer
	철도(일반/도시)	• 교량, 터널 등의 구조물을 포함하는 일반철도, 지하철 등	RailZainer, SubwayZainer
	하 천	• 침수/범람 예방을 위한 하천계획 및 시설물	RiverZainer
	하 수 관 망	• 하수관망의 계획, 설계 및 Modeling	SewerLine
	G A S 관 망	• 가스관망의 계획, 설계 및 Modeling	G-PipeLine
	공 정 관 리	• 선형기반 3D형 공정계획 및 공정 Simulation	Module화 작업중
웹	가 상 건 설	• 작성된 Model을 가상 건설 시행으로 Simulation	Unity기반 작업중
	GIS	• 사내 Intranet을 통한 수치지형도, 정사영상, 지적도 등을 제공하는 Service	HmMap
	GIS+BIM	• Google Earth에 BIM Model을 올려놓은 것과 같은 기능을 하는 것으로 한반도 전체를 1/5,000 도로 모델링	GSIM



분 야	명 칭	방 식	Release 계획	Open (안)		주요 방식
				내부	외부	
서 비 스	Hm MAP Service	Web	(20.06)	●	X	• Intranet으로 지형도, 지적도, 정사영상 등의 서비스 제공
	GSIM	Web	21.03	○	○	• GIS기반 Infra시설 BIM Web 서비스
G I S	천지인	Program	20.12	○	(?)	• GIS 정보제공(지형, 토지이용, 시설정보 등)
	GAIA	Program	21.02	○	○	• 지반조사 자료 성과물(Log, Diagram 등)
	Cadastral	Program	20.12	○	X	• 지적도를 이용한 용지관련 업무
	<수리·수문>	Component	-	△	X	• 배수유역, 침수분석, 강우강도(량) 분석 등
	<TIN, DEM>	Component	-	▲	X	• TIN, DEN(능선, 계곡선, 도로선 등의 고려)
	<용지도>	Component	-	△	X	• 용지 및 지적도 생성
구조해석	StrAna	Program	21.12	○	○	• 범용 구조해석 S/W(Solid, Dynamic)
	<Core>	Component	(20.06)	▲	X	• 구조물 설계 Prog의 구조해석 Engine
	<CFD>	Component	-	△	X	• Computational Fluid Dynamics 유체해석
그 래 픽	EG-BIM	Program	20.09	●	○	• CAD Program, 3D부분 추가중
	<HmEG> <HmDraw>	Component	-	▲	X	• Graphic Engine, 설계/해석 S/W에 모든 사용
	<3DViewer>	Module	-	△	X	• Graphic Viewer로 EG-BIM 탑재



분	야	명 칭	방 식	Release 계획	Open(안)		주요 내용
					내부	외부	
일	반	WallZainer	Program & Module	20.12	○	X	• 옹벽 설계 Prog(LSD, 도면·수량 포함)
		BoxZainer	Program & Module	20.09	●	X	• 횡단통로(P), 암거(W), 공동구(E,T,G)
지 하 차 도	터	UnderZainer	Program & Module	21.XX	○	X	• 도로 지하차도 설계전용 Program
		TunnelZainer	Program & Module	21.XX	○	X	• 도로 터널 설계전용 Program
교 량	일체	RFZainer	Program & Module	21.XX	○	X	• 라멘교 전용 Program(RC, /GC)
	하부	AbutZainer	Program & Module	21.XX	○	X	• 교대설계 전용 Program
		PierZainer	Program & Module	21.XX	○	X	• 교각설계 전용 Program
	상부	BridgePlanner	Program	21.XX	○	X	• 교량계획 전용 Program
		BriZainer/DR	Program & Module	21.XX	○	X	• DR Girder교 상부설계 전용
		BriZainer/Nodular	Program & Module	21.XX	○	X	• Nodular Girder교 상부설계 전용
		DeckZainer	Program	21.XX	○	X	• 일반교량 상부 Slab 설계 전용
배 수	부 대	배수구조물 별	Module	(20.06)	▲	X	• WayZainer의 Model 구축용 Module
		부대시설 별	Module	(20.06)	▲	X	• WayZainer의 Model 구축용 Module



분 야	명 칭	Release 계획	Open(안)		주요 내용
			내부	외부	
도 시 계 획	Urban Analyzer	21.XX	○	X	• 도시계획 시행시 전용 Program
도 시 설 계	CitiZainer				• 도시설계 전용 Program
도 로	WayZainer	20.12	△	X	• 도로 설계 및 도로
철 도	RailZainer				• 고속(일반)철도
	SubwayZainer				• 도시(지하철)철도
하 천	WaterZainer	21.XX	△	X	• 침수/범람 예방을 위한 Total Solution S/W
상 수 도					• 상수관망
하 수 도	LineZainer	21.XX	△	X	• 하수관망
Li f e Li ne					• Pipe Line(GAS)
기 타	Watch BIM				• 도로(WayZainer) 성과품 Handler

단위공정 분석



공정 및 공사관리



분 야	명 칭	Release 계획	Open(안)		주요 내용
			내부	외부	
단 위 공 정 분 석	Estimator Module	22.XX	○	X	• 단위 / 그룹 / 부재별 상세 공정 항목별 소요 자재, 장비, 인원, 시간, 비용 산정 모듈
공 정 및 공 사 관 리	Project Scheduler	22.XX	○	△	• 3차원 기반 공정 계획 및 관리용 Program
시 공 시뮬레이션	Virtual Const. of Critical Process	22.XX	○	△	• 가상 공정 / 공사 시뮬레이션 Program
구 조 물 별 시 공 B M	Builder 시리즈	22.XX	○	△	• 도로 / 교량 / 터널 / 지하차도 / 횡단통로/ 교대 / 교각 / 옹벽 등 구조물별 시공 BIM Program : WayBuilder · BriBuilder · TunnelBuilder · AbutBuilder · UnderpassBuilder · Box Builder · Pier Builder · Wall Builder
공 정 별 시 공 B M	Const. 시리즈	22.XX	○	△	• 도로 시공을 위한 절토/성토, 포장, 배수, 안전시설, 부대시설 등 공정별 시공관리 Program : Blasting Const. / Cut Const. / Bank Const. / SlopeReinforce / PaveConst. / Drain Const. / Facility Install

감사합니다

한맥가족 기술개발센터

Thank you

TECHNOLOGY THAT STRENGTHENS
CORE TECHNOLOGICAL CAPABILITIES
FOR DIGITAL TRANSFORMATION

Q&A

