



MIDAS SQUARE 2024

일본 최신 수족관 쇼 수영장 지붕의 구조 설계

- 타카야마 나오유키, 다케나카 공무점 설계부
- 2023년 11월 14일, MIDAS SQUARE

CONTENTS

01 시작하며

- 회사 소개
- 최근 구조 설계 요구사항과 트렌드

02 건축 개요

- 건축 계획
- 구조 계획

03 MIDAS를 활용한 구조설계 소개

- 일본 최신 수족관 쇼 수영장 지붕의 구조설계

04 마치며

- 준공 사진을 통한 건물 소개

01 시작하며

회사 소개

회사 소개



오사카 본점

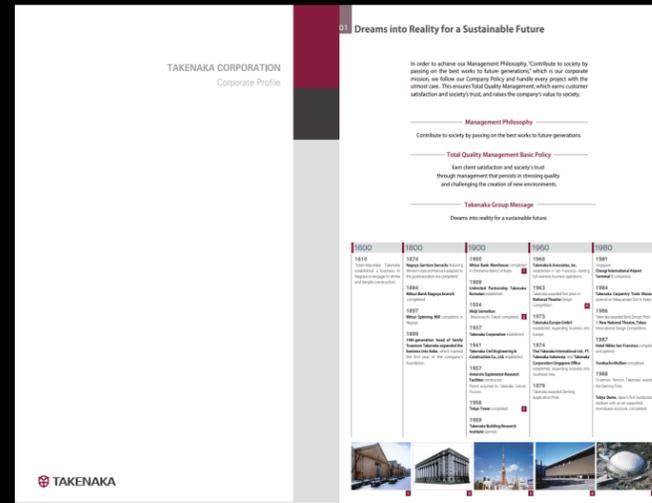


도쿄 본점

회사명
본사 소재
본 지점
영업소
해외 거점
직원 수

주식회사 다케나카 공무점
오사카
도쿄 □ 오사카 외 11지점
국내 50개 지점
유럽, 뒤셀도르프 등 12곳
미국, 뉴욕 등 □ 곳
아시아, 싱가포르 등 □ 곳
7,757명

회사 연혁



QR(ENG)



QR(JPN)

1603

에도

- 1610년 (케이쵸15)
나고야에서 창업

1868

메이지 타이쇼

- 1899년 (메이지32)
고베지점 개설 □ 창립함

1912

1926

쇼와

1989

헤이세이

- 2019년 창립120주년
- 2020년 창업410주년

2019

레이와

→ 장인으로 부터 현대적 건설업으로

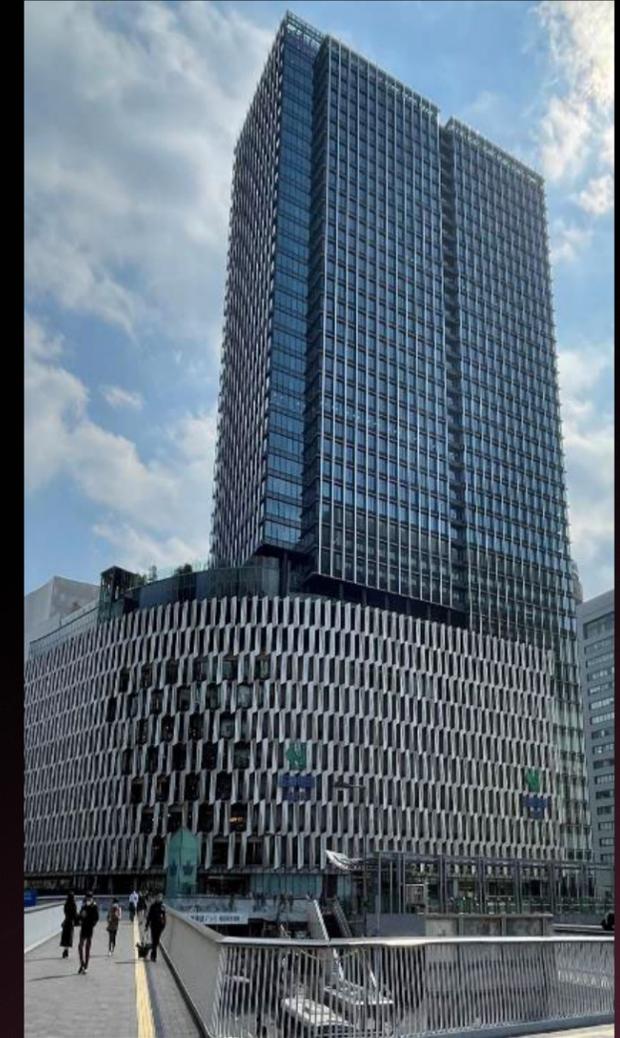
다케나카의 랜드마크

도쿄 타워
(1958년)



도쿄 미드타운 아에스
(2022년)

아베노 하루카스
(2014년)



오사카 우메다
트윈타워-South
(2022년)

다케나카의 신사와 절



특별사적헤이조궁 제1차 대극전



고로카쿠 내 하코다테 행소청사



야쿠시지(나라)



아츠다 신궁 신락전



Suitengu Shrine개조(도쿄니혼바시)



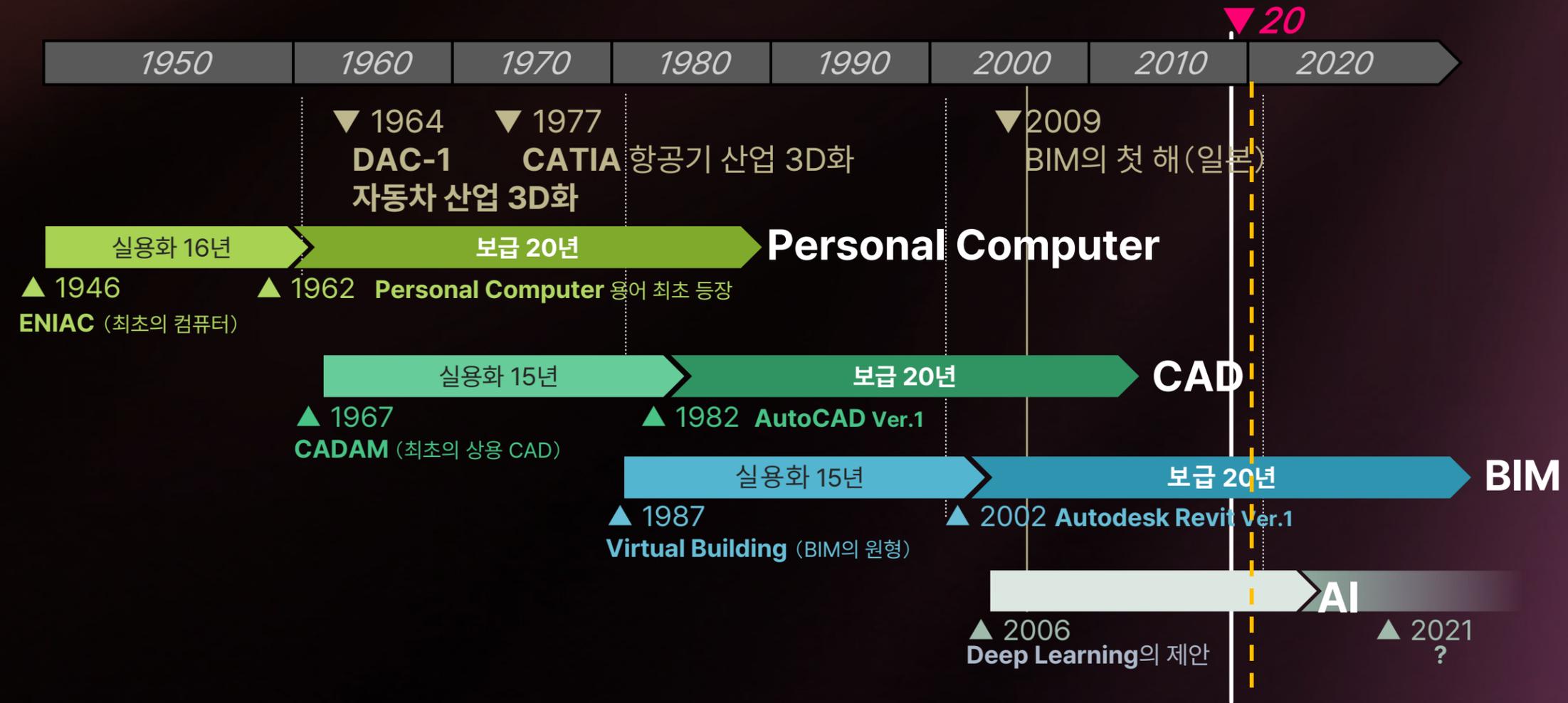
구 국립 역사

01 시작하며

최근 구조 설계 요구사항과 트렌드

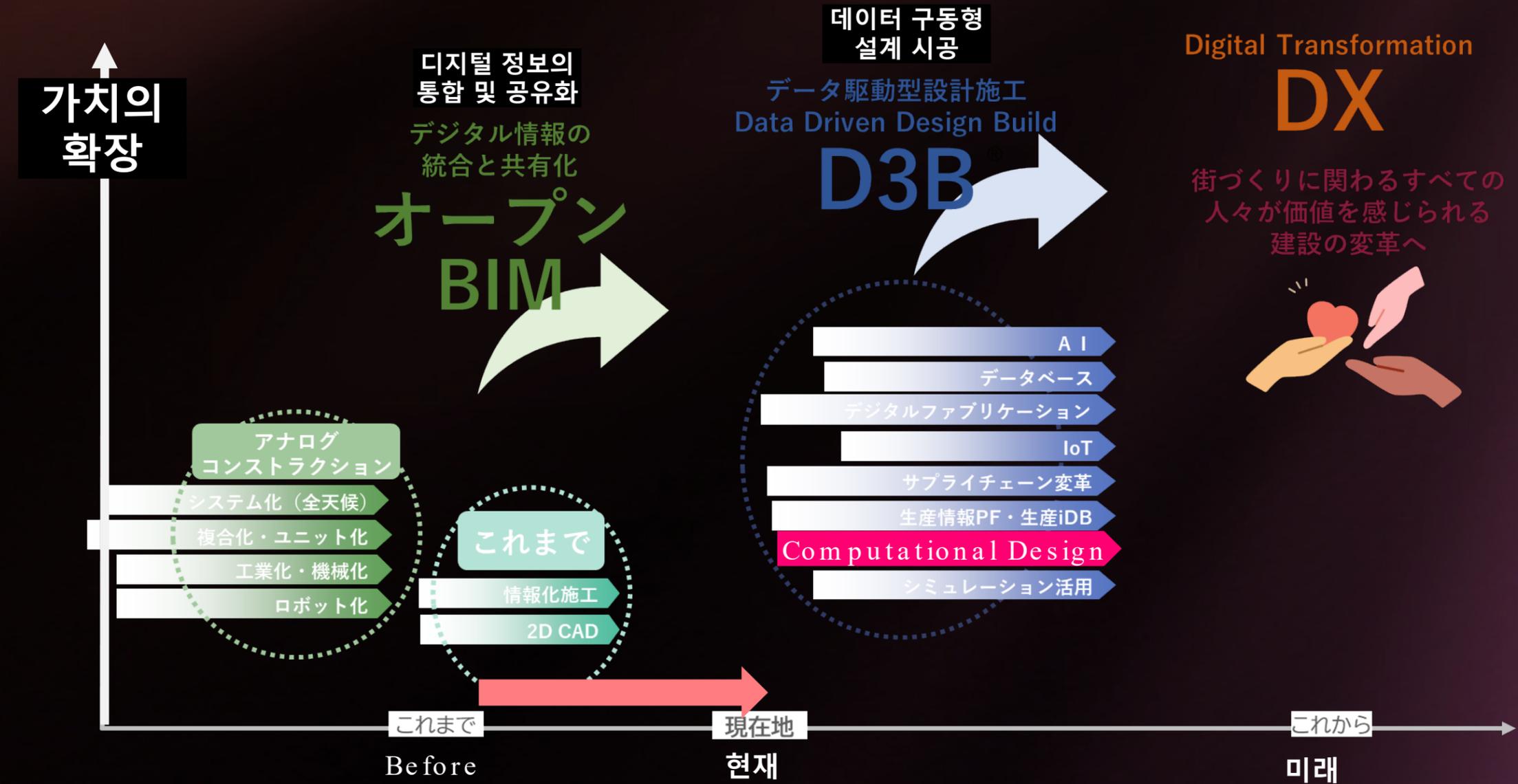
최근 구조 설계 요구사항과 트렌드

CAD/BIM 간략한 역사



최근 구조 설계 요구사항과 트렌드

디지털 기술과 가치의 확장



최근 구조 설계
요구사항과 트렌드



최근 구조 설계
요구사항과 트렌드



최근 구조 설계
요구사항과 트렌드



최근 구조 설계 요구사항과 트렌드



02 건축 개요

건축 계획

건축 계획



건축 계획

오랜 기간 시민들에게 사랑 받아 온 수족관

- 1957년 수족관 오픈
- 1987년 해변 공원으로 재편

< 재정비 이전의 상황 >



旧住友家須磨別邸写真
 (出典:「住友家須磨別邸復元模型」制作報告書 住友史料館・泉屋博古館)



須磨別邸跡地 航空写真
 (出典:「住友家須磨別邸復元模型」制作報告書 住友史料館・泉屋博古館)

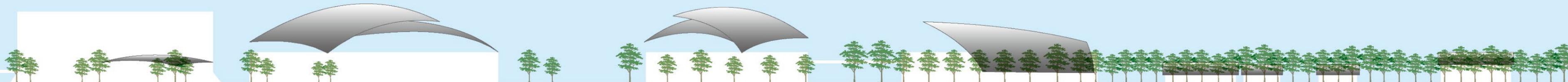
건축 계획



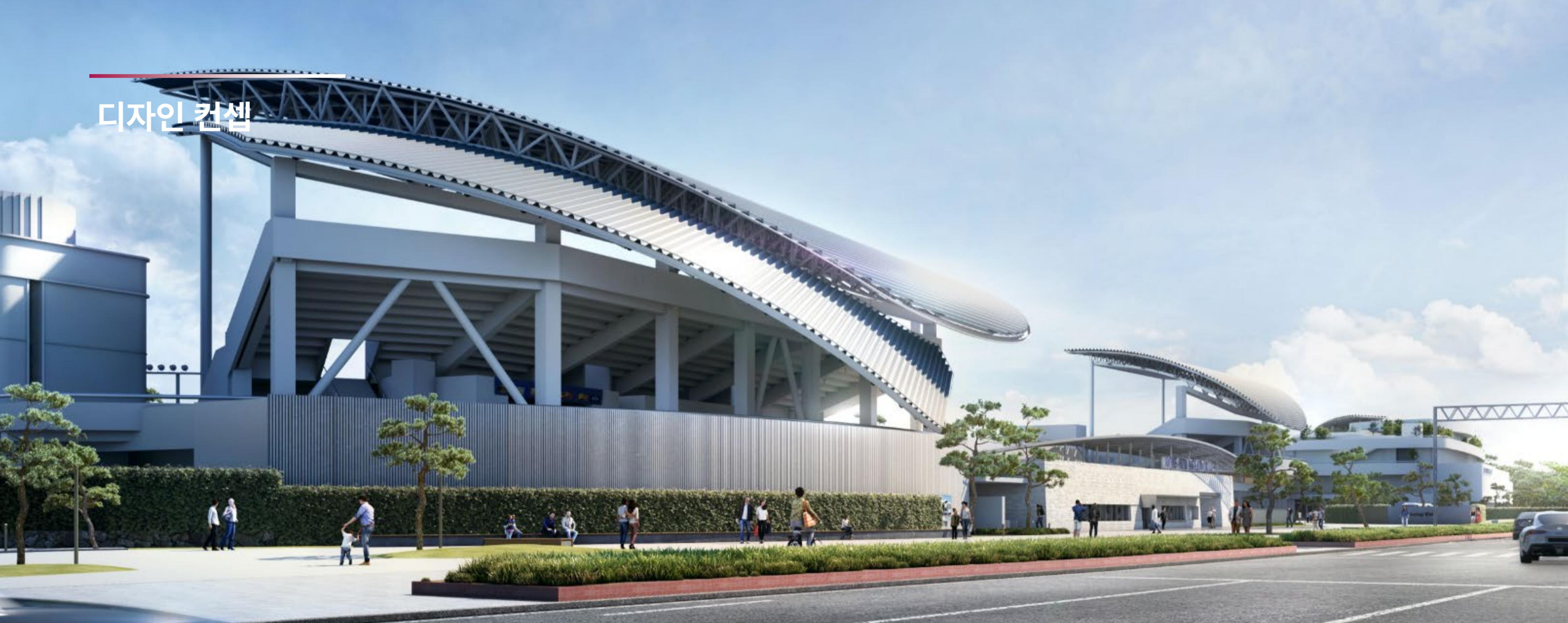
디자인 컨셉

수족관 같은 두근두근한 파사드

정원 전체에 연결되는 '흰색'을 기조로 한 외벽과 생물의 변화를 표현하는 활기 넘치는 곡면 지붕

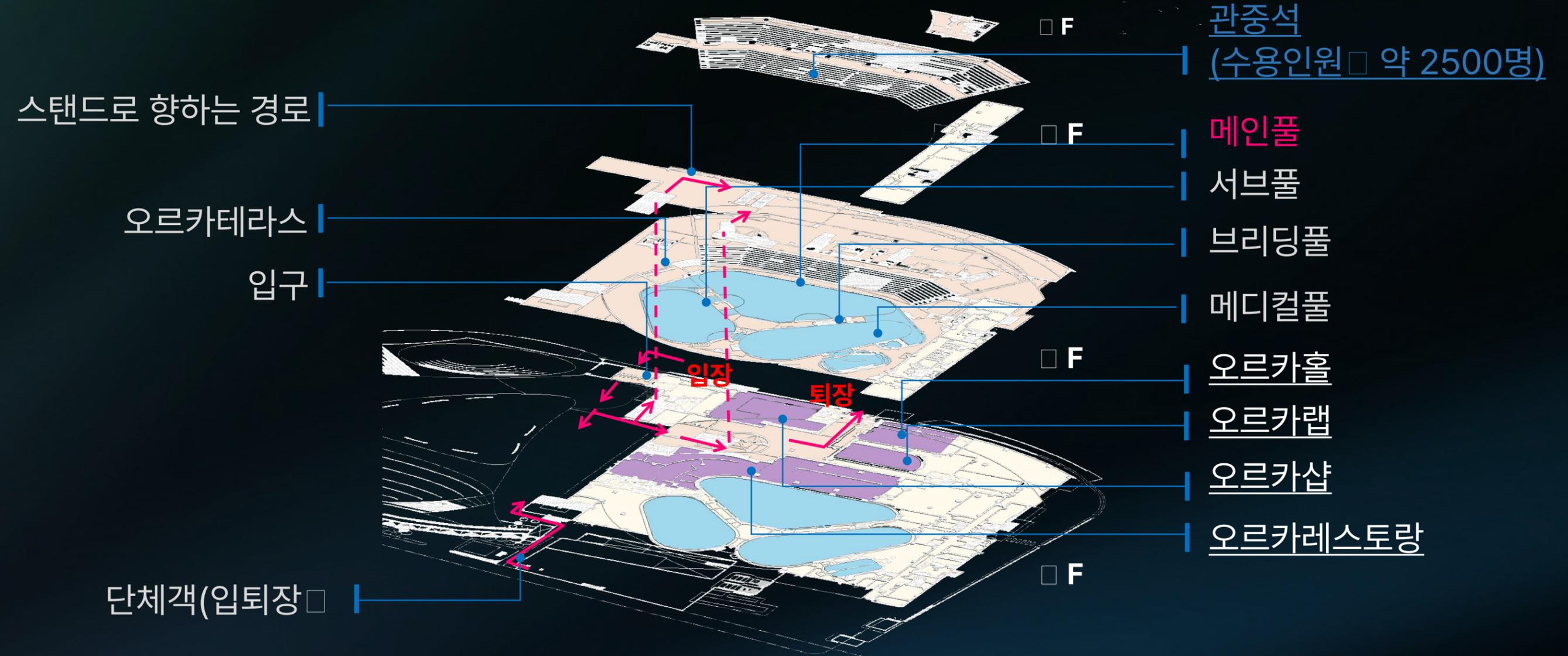


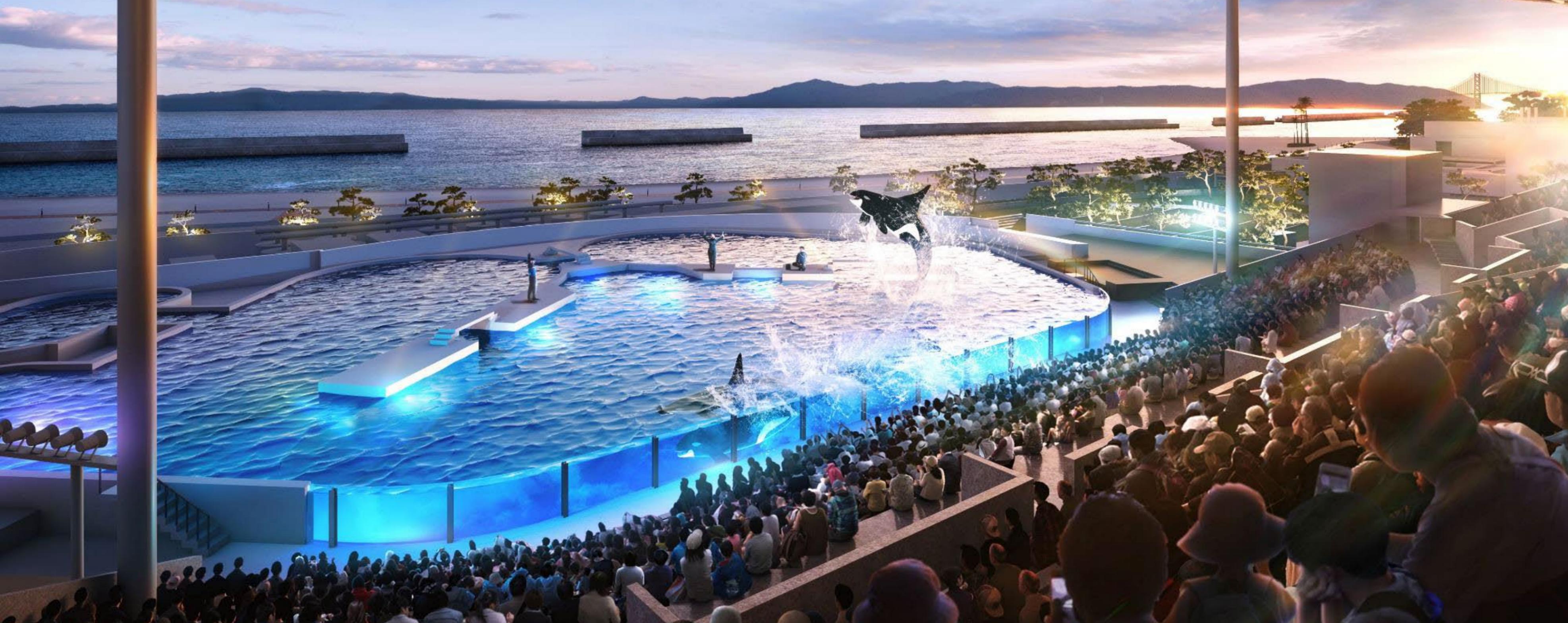
디자인 컨셉



오르카 스타디움

평면 계획





02 건축 개요

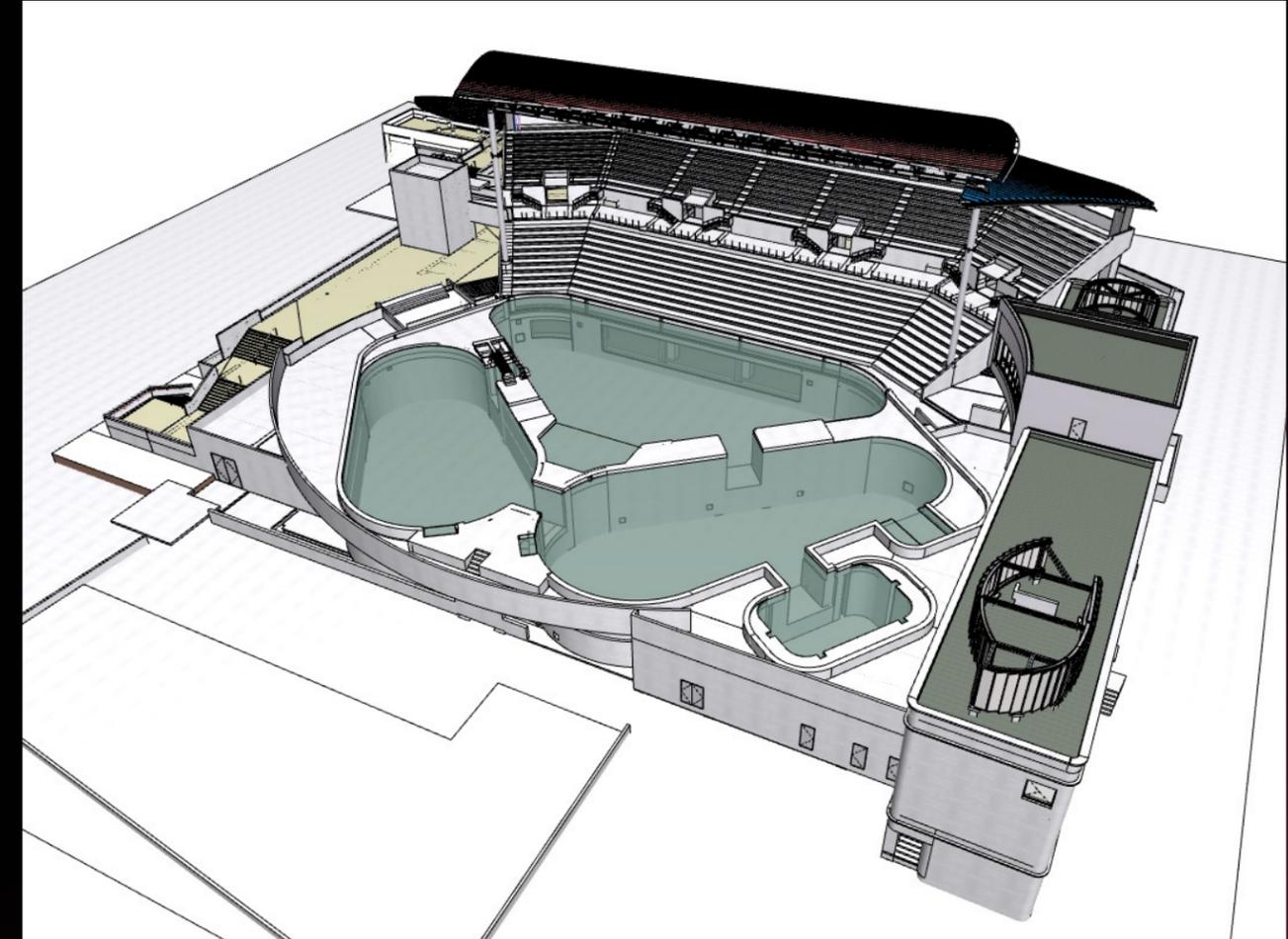
구조 계획

오르카 스타디움

Orca (범고래) Stadium

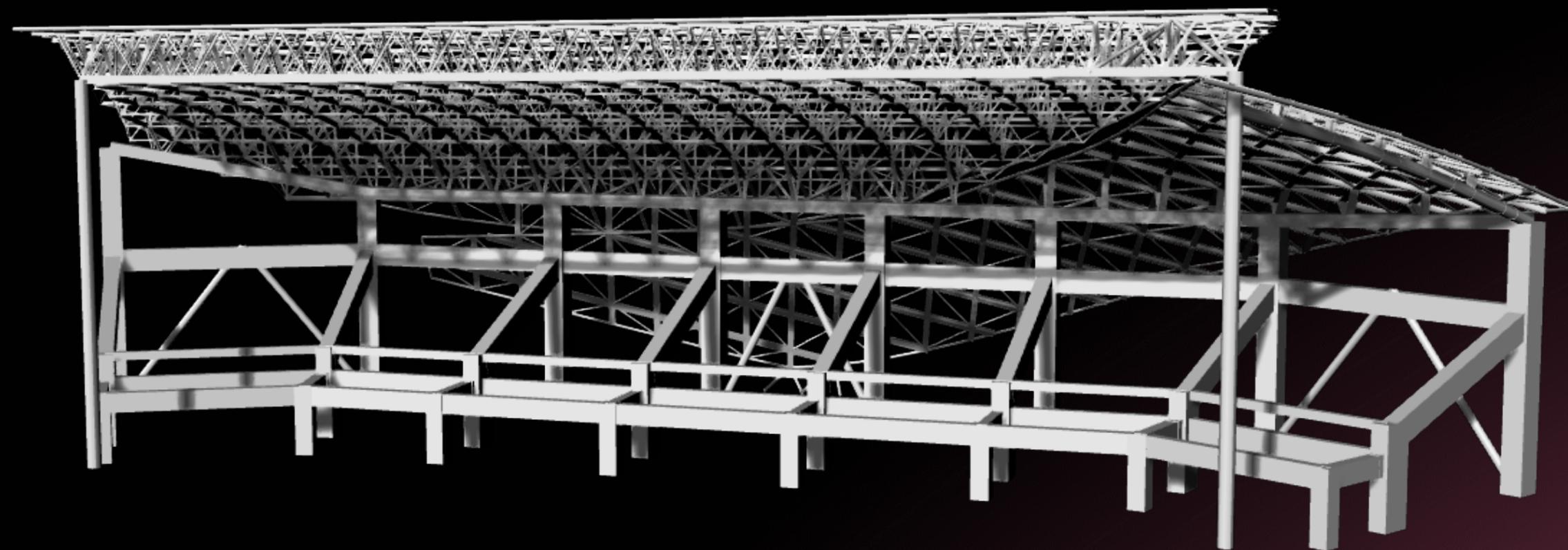
건축 개요

- 건물 규모 □ 지상4층 □ 지하 □ 층
- 구조 유형 □ RC구조 □ S구조(대형지붕)
- 구조 형식 □ 내진구조
- 구조 형식 □ 양방향으로 내진벽이 있음.
라멘구조
- 기초 형식 □ 직접 기초
- 계산 Route □ Route 3



오르카 스타디움

지붕 구조의 구성

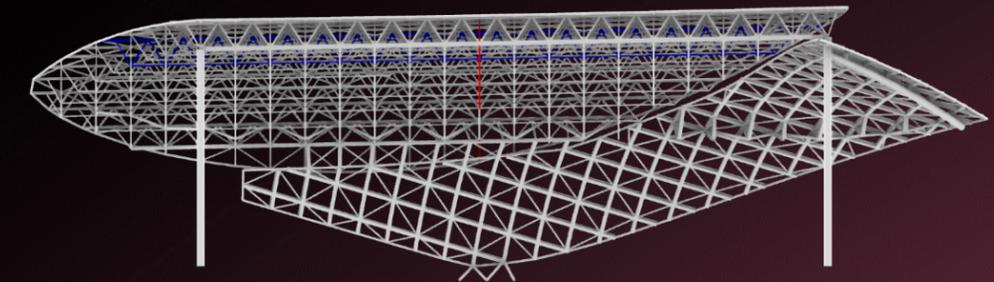
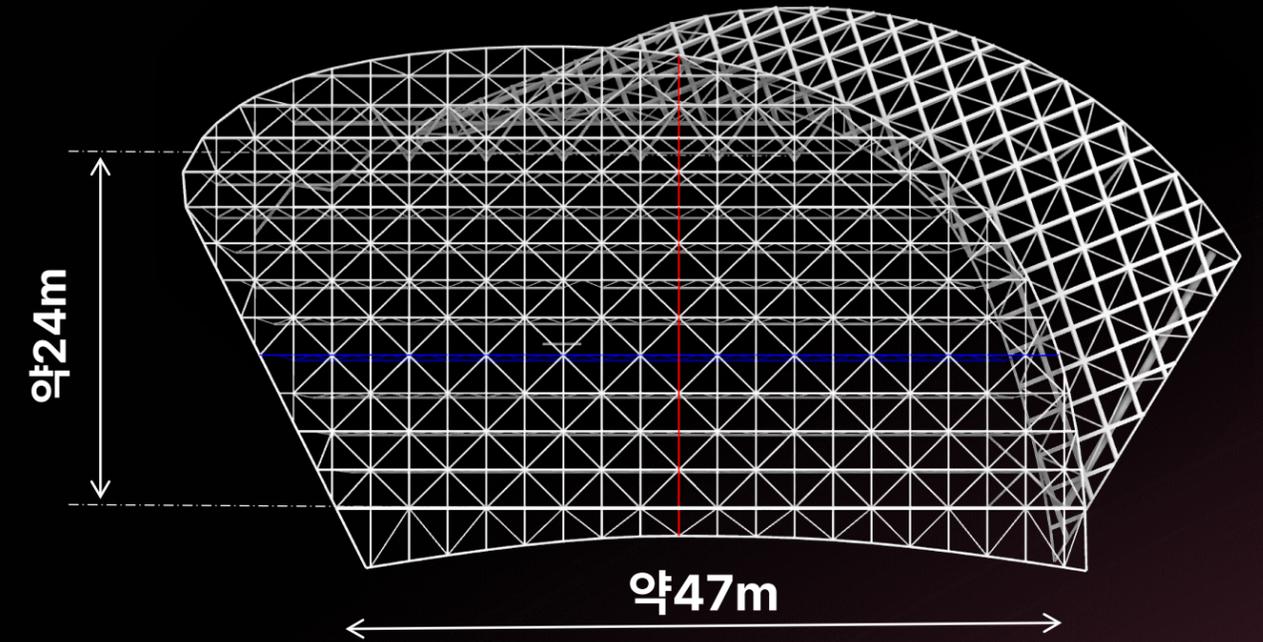
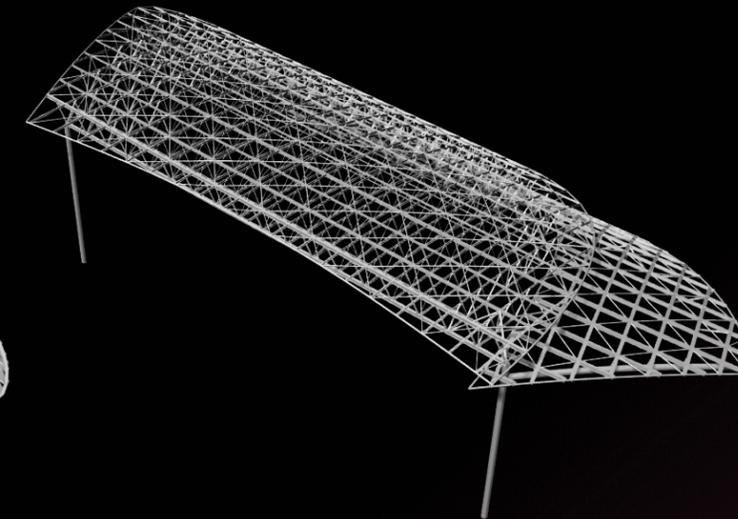
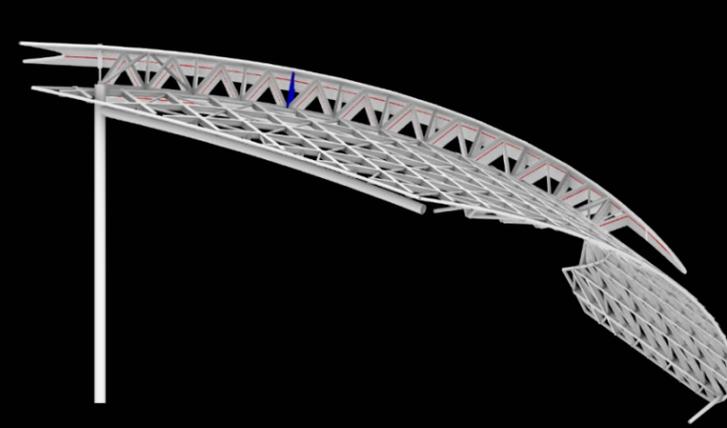


오르카 스타디움

지붕의 규모, 주요 단면 구성

(상부 지붕)

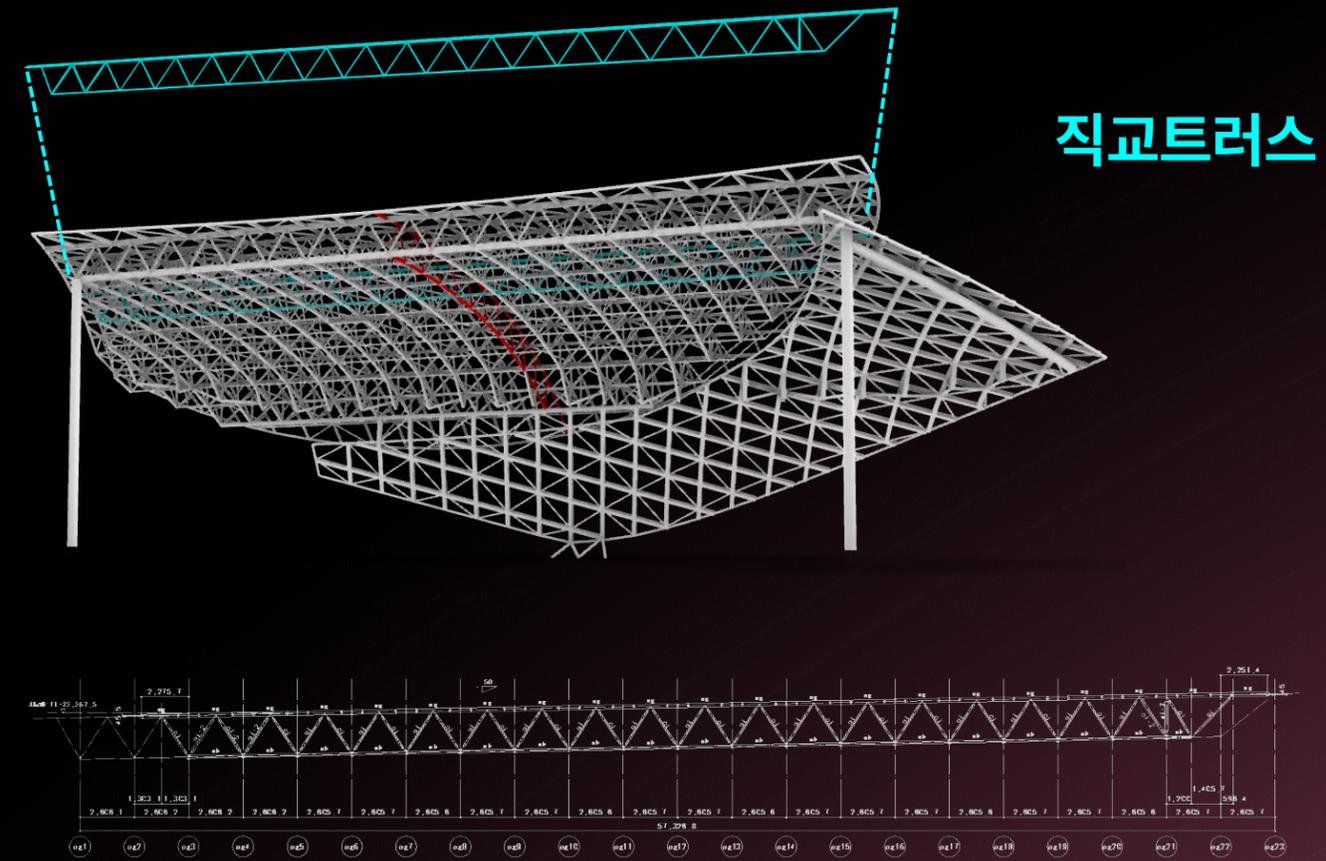
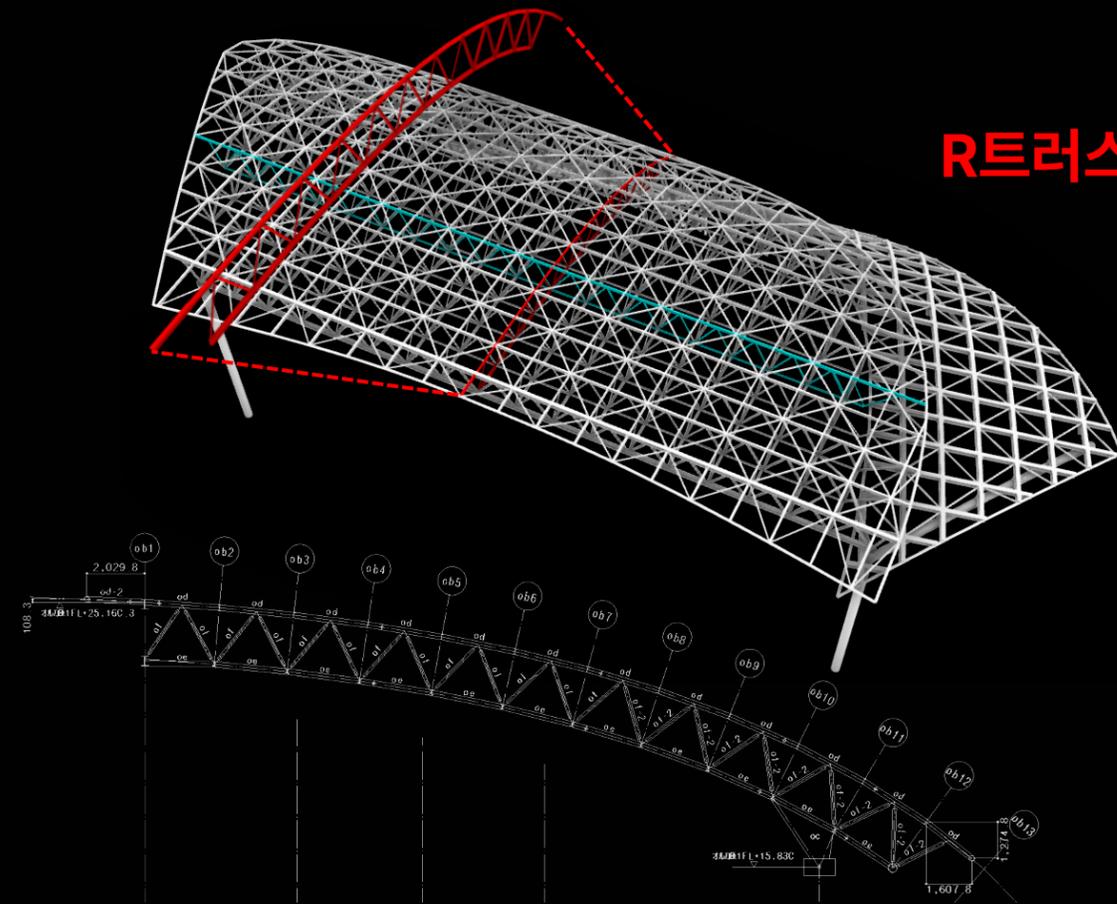
- 트러스빔 상하현재 H-194×150×6×9 □ SM490A □
- 트러스빔 강재 L-100×75×10 □ SS400 □
- 선단직교트러스 상하현재 H-340×250×9×14 □ SM490A □
- 선단직교트러스 강재 H-125×125×6.5×9 □ SM490A □
- 선단기둥 ○ -609.6×22 □ STKN490B □
- 수평 브레이스 ○ -139.8×6 □ STK490 □
- 수직 브레이스 ○ -216.3×12.7 □ STK490 □



오르카 스타디움

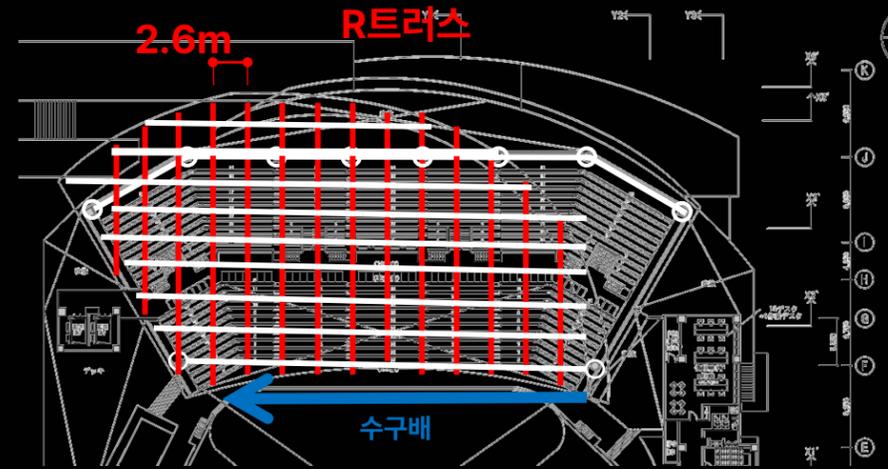
직교 트러스와 R 트러스를 결합한 양방향 트러스 구조

오르카 지붕 철골 구조 Perspective



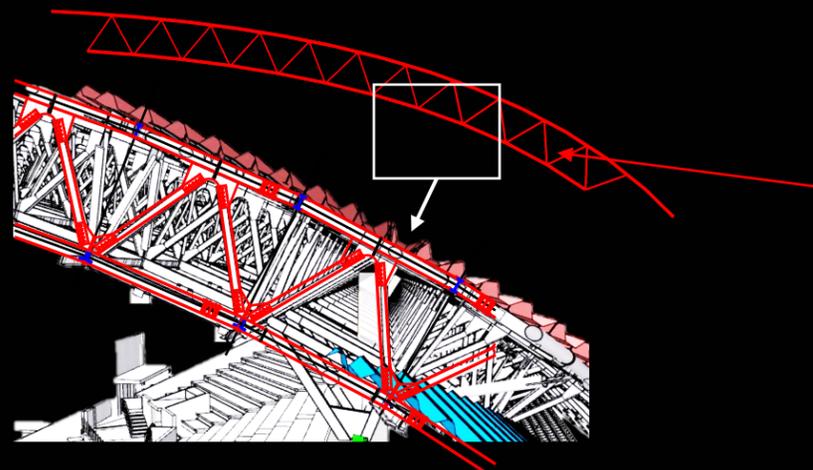
오르카 스타디움

2가지 역할을 수행하는 트러스 구조

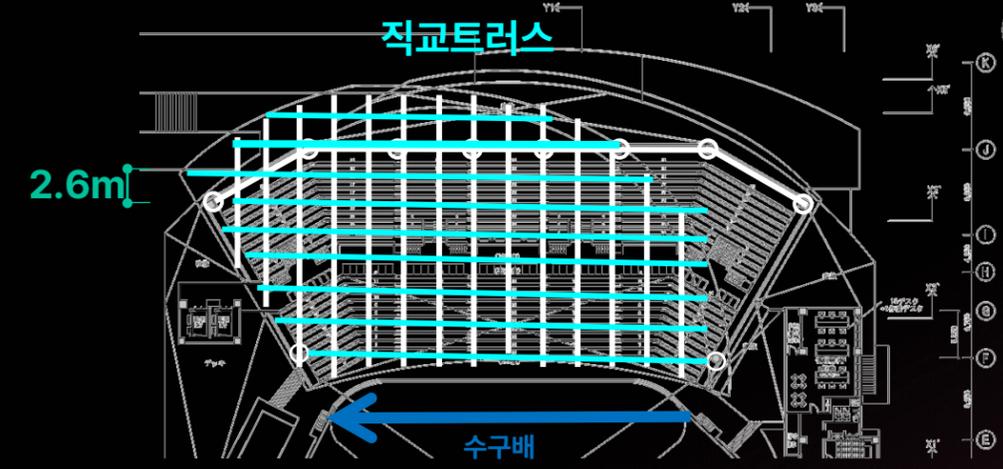


곡면의 접지판을 지지하는 다각형 모양의 트러스

R트러스



강성이 작은 방향 → 접판의 구부림 방향
(R트러스 지붕의 곡면을 계획)



1/50의 수구배 보장 R형태 제작 시 템플릿

직교트러스

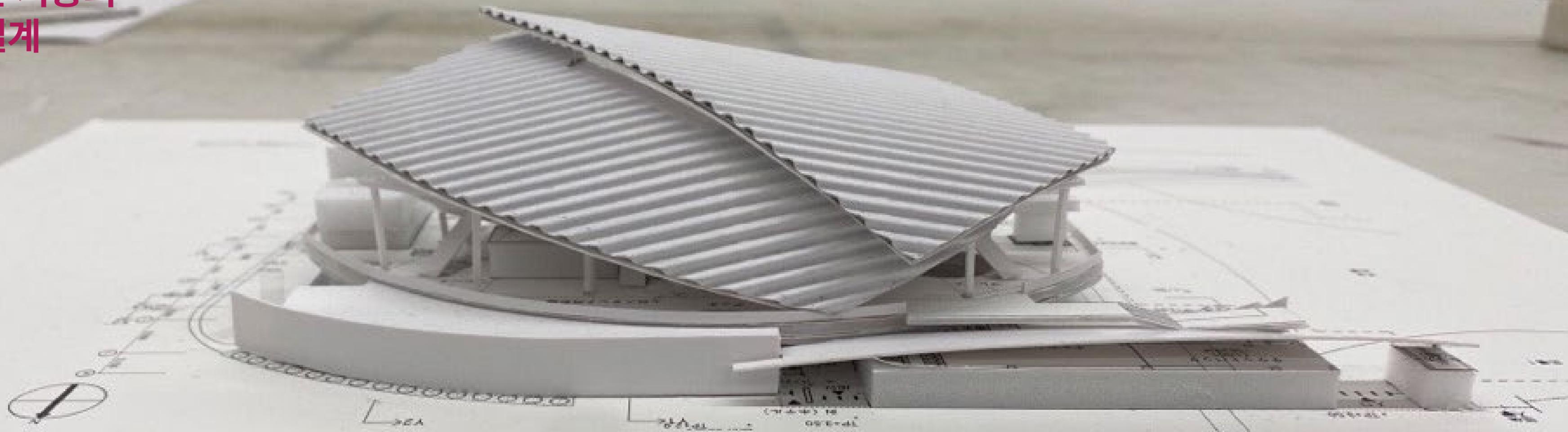


강성이 작은 방향 → 접판 Span 방향
(직교트러스로 수구배를 확보)

03 MIDAS를 활용한 구조설계 소개

일본 최신 수족관 쇼 수영장 지붕의 구조설계

MIDAS를
활용한 지붕의
구조설계



지붕 구조 설계의 과제

지붕 구조 설계에서의 과제

1. 복잡한 형태에 대한 모델링
2. 형상 변경으로 인한 대규모 해석 모델 수정 작업
3. 복잡한 형태로 인해 발생하는 방대한 보고서 및 도면
(구조도 및 작업도) 작성 작업의 어려움

지붕 구조 설계의 과제

지붕 구조 설계에서의 과제

1. 복잡한 형태에 대한 모델링

2. 형상 변경으로 인한 대규모 해석 모델 수정 작업

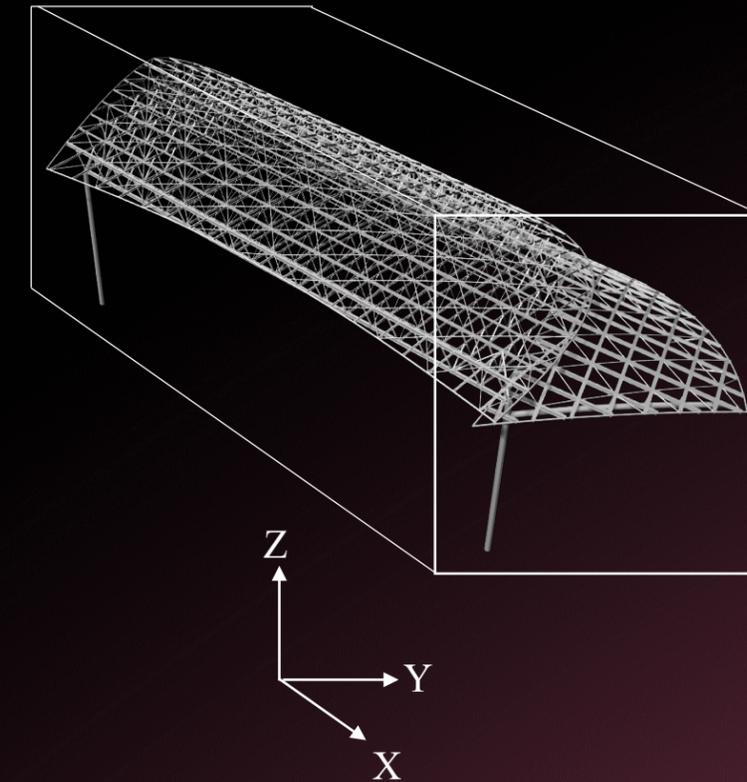
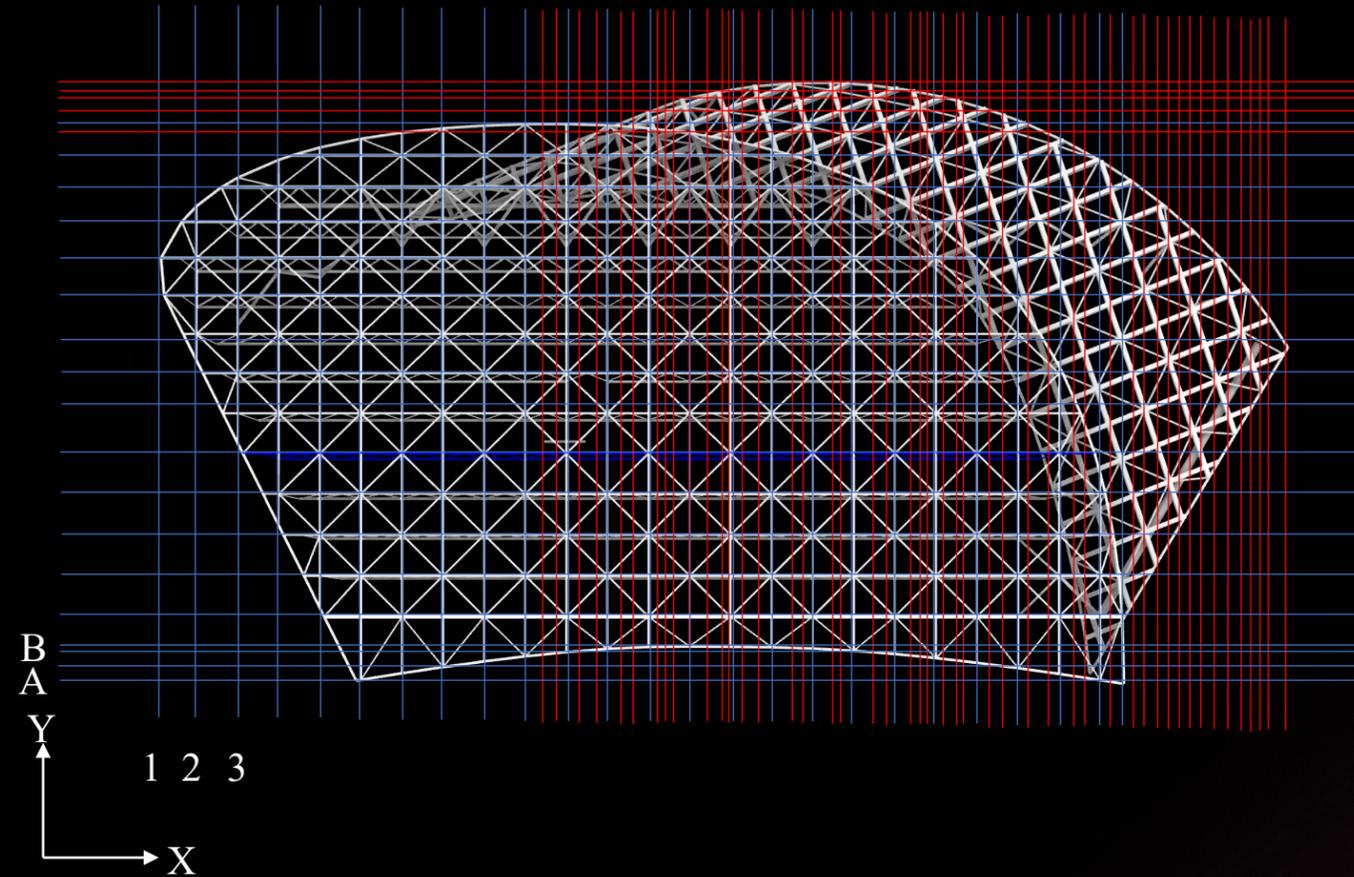
3. 복잡한 형태로 인해 발생하는 방대한 보고서 및 도면

(구조도 및 작업도) 작성 작업의 어려움

지붕 구조 설계의 과제

1) 복잡한 형태에 대한 모델링

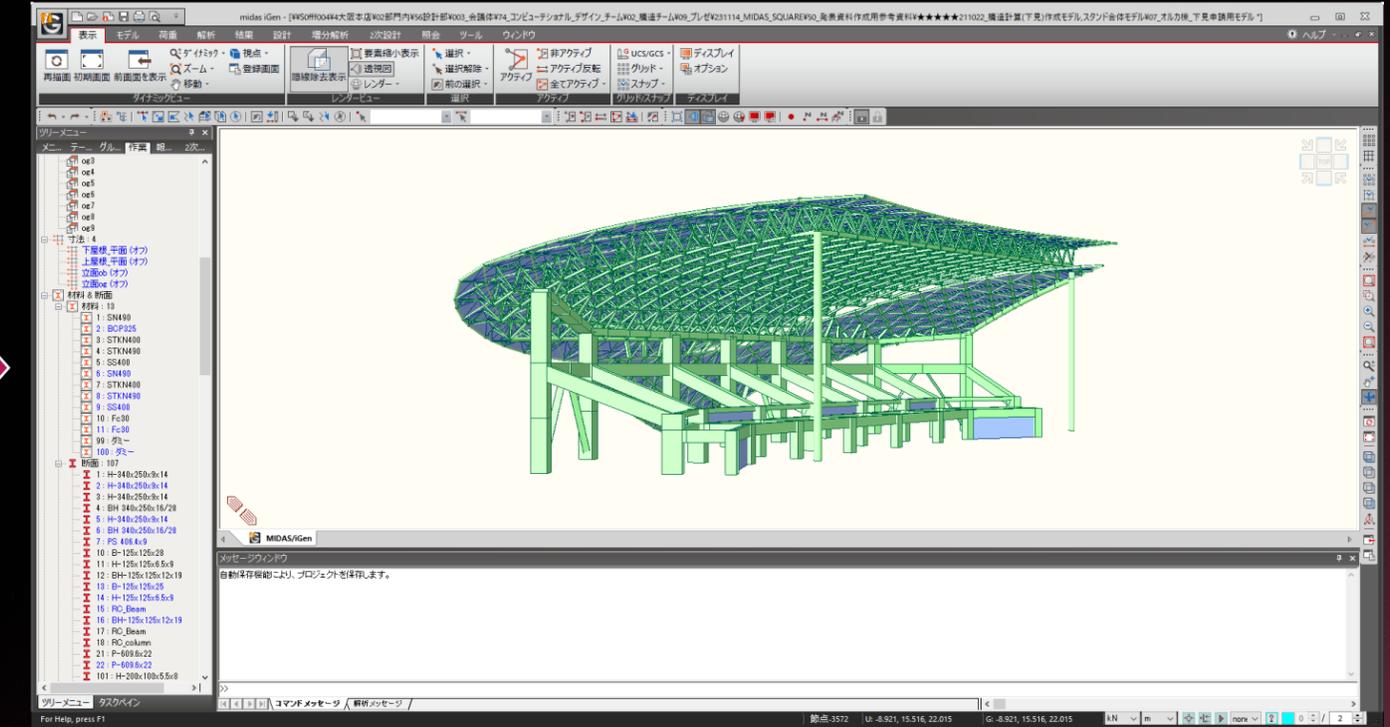
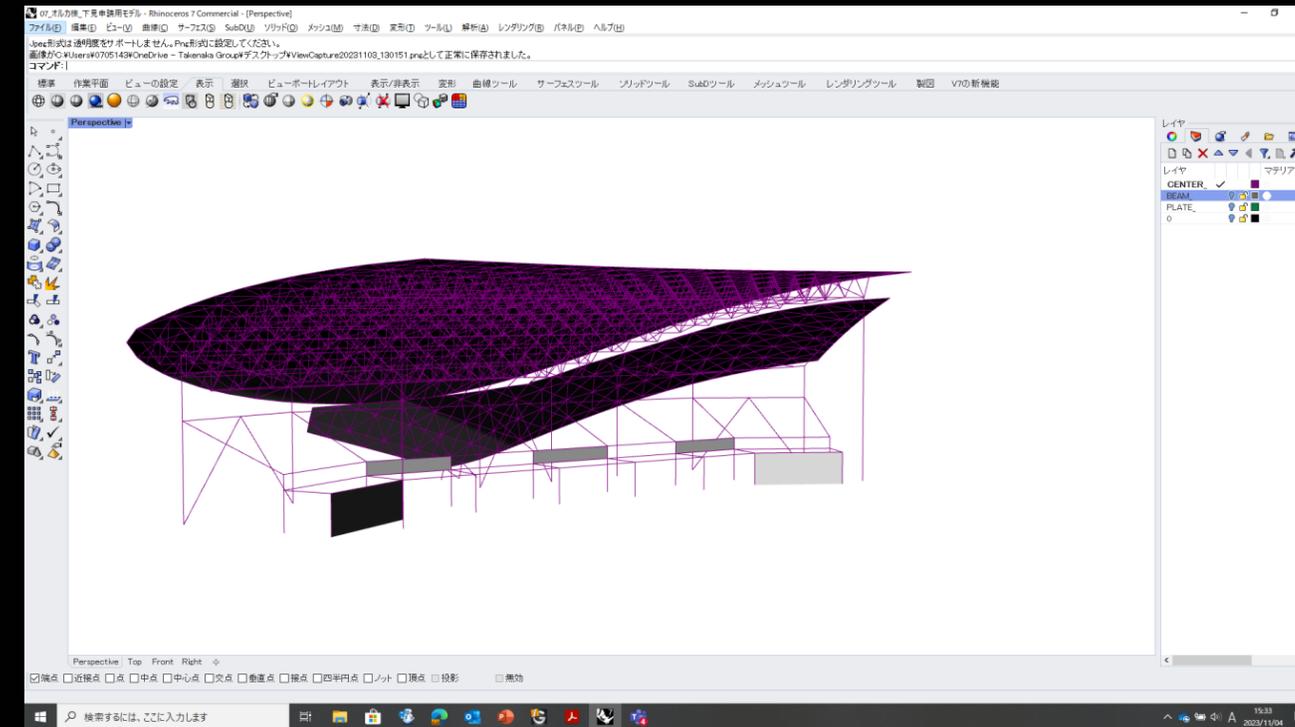
: X축, Y축, 및 Z축을 설정하고 그리드의 절점을 사용하여 해석 모델을 정의 → 자유로운 모델링이 불가능



지붕 구조 설계의 과제

1) 복잡한 형태에 대한 모델링

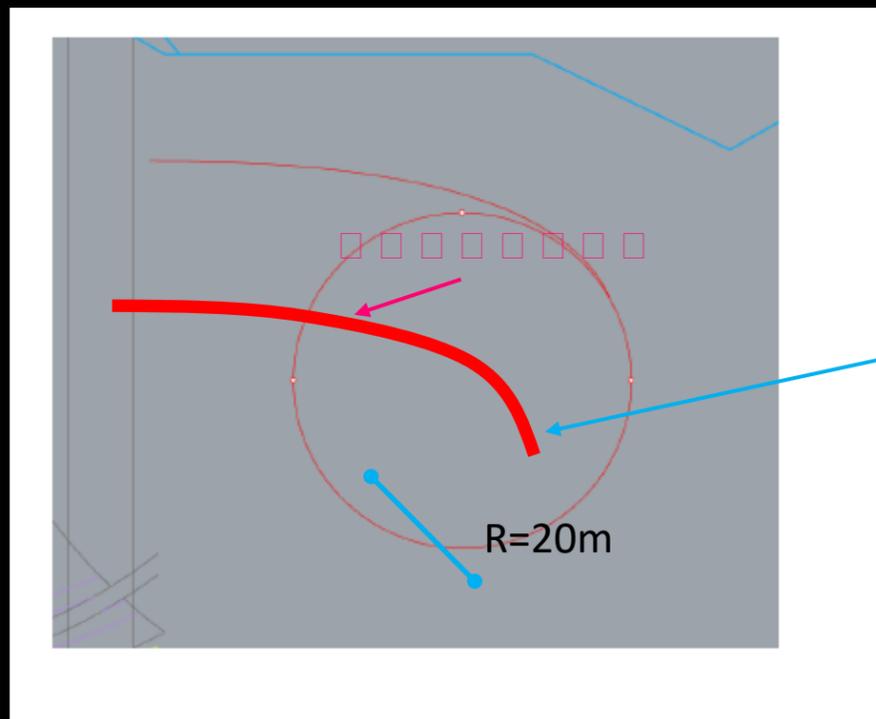
: CAD의 형상정보인 DXF 등에서 모델링 → 축이라는 개념에서 해방되어 지붕 모형 고려 가능



지붕 구조 설계의 과제

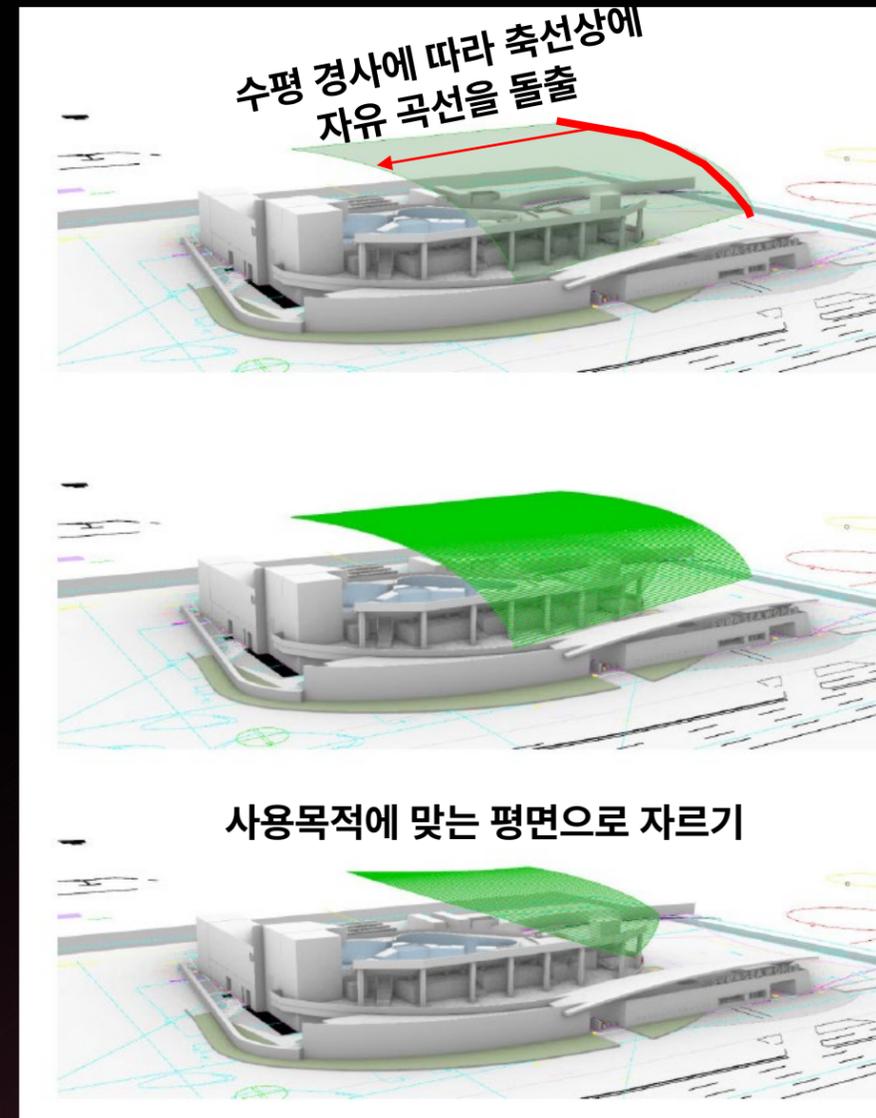
1) 복잡한 형태에 대한 모델링

: 접판의 시공 가능 범위 내에서 자유로운 지붕 형상 검토



접판의 구부림 가공가능
r=반경20□

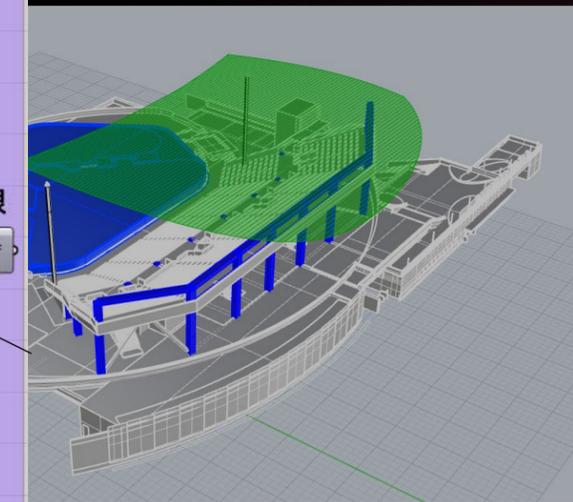
접판의 제작이 가능하며 Design을 실현 가능
자유곡선으로 지붕을 곡률을 결정



지붕 구조 설계의 과제

1) 복잡한 형태에 대한 모델링

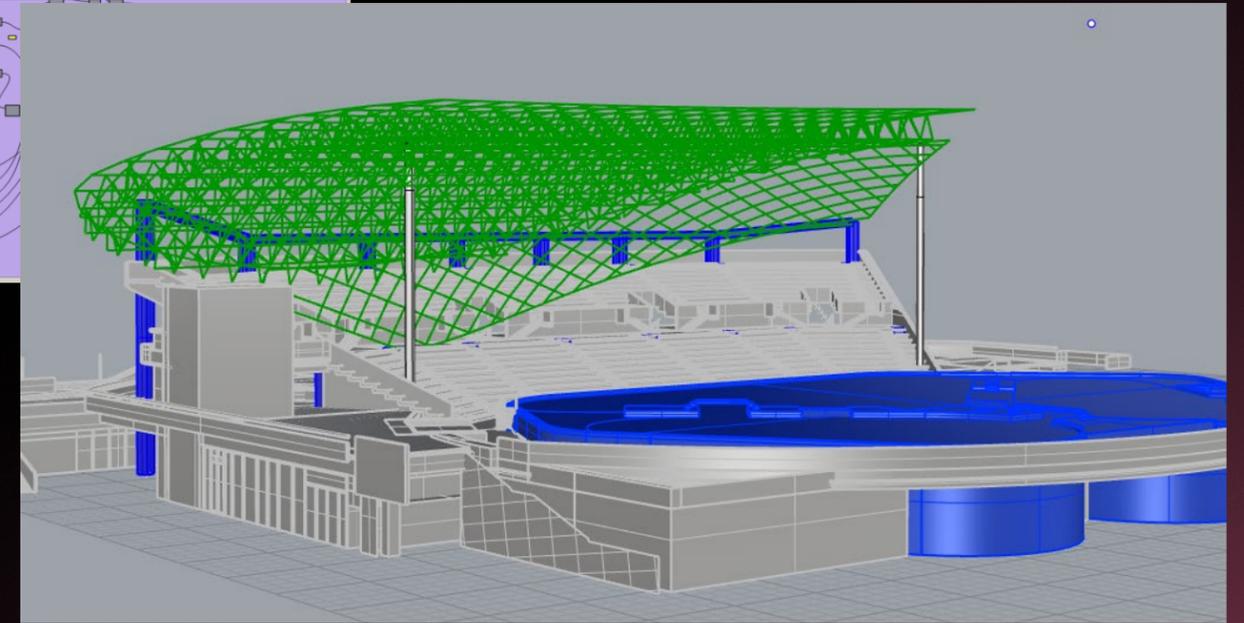
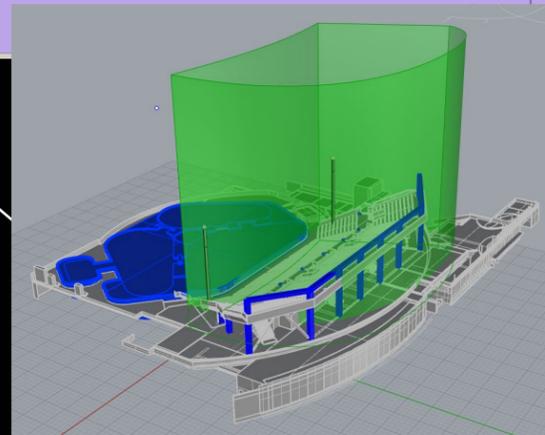
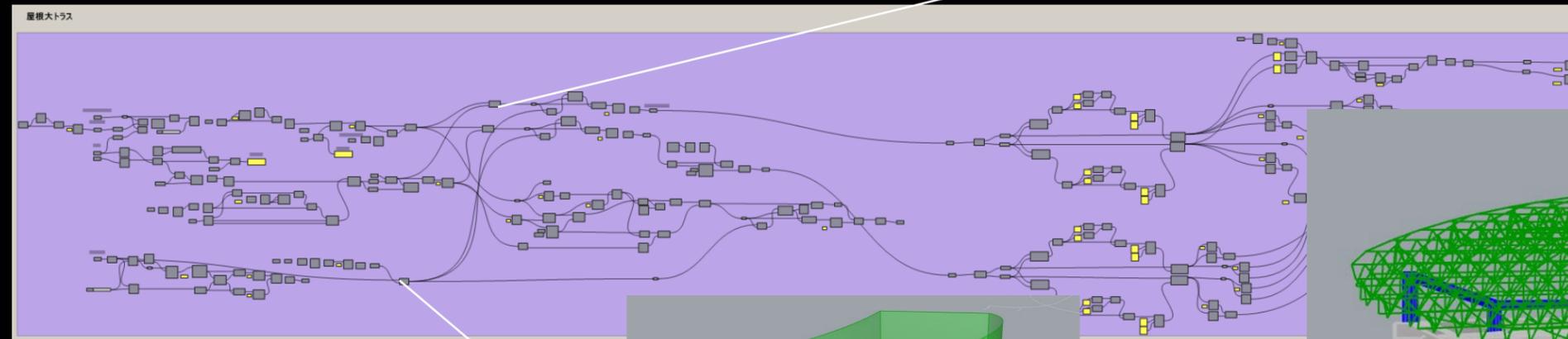
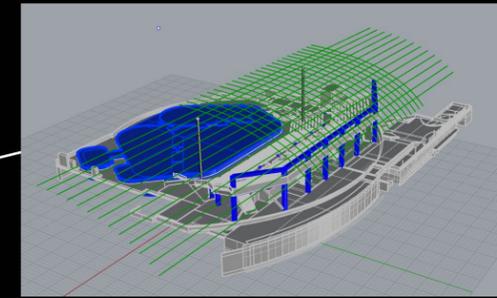
: Rhinoceros+Grasshopper를 사용한 지붕 철골 구조 생성



지붕 구조 설계의 과제

1) 복잡한 형태에 대한 모델링

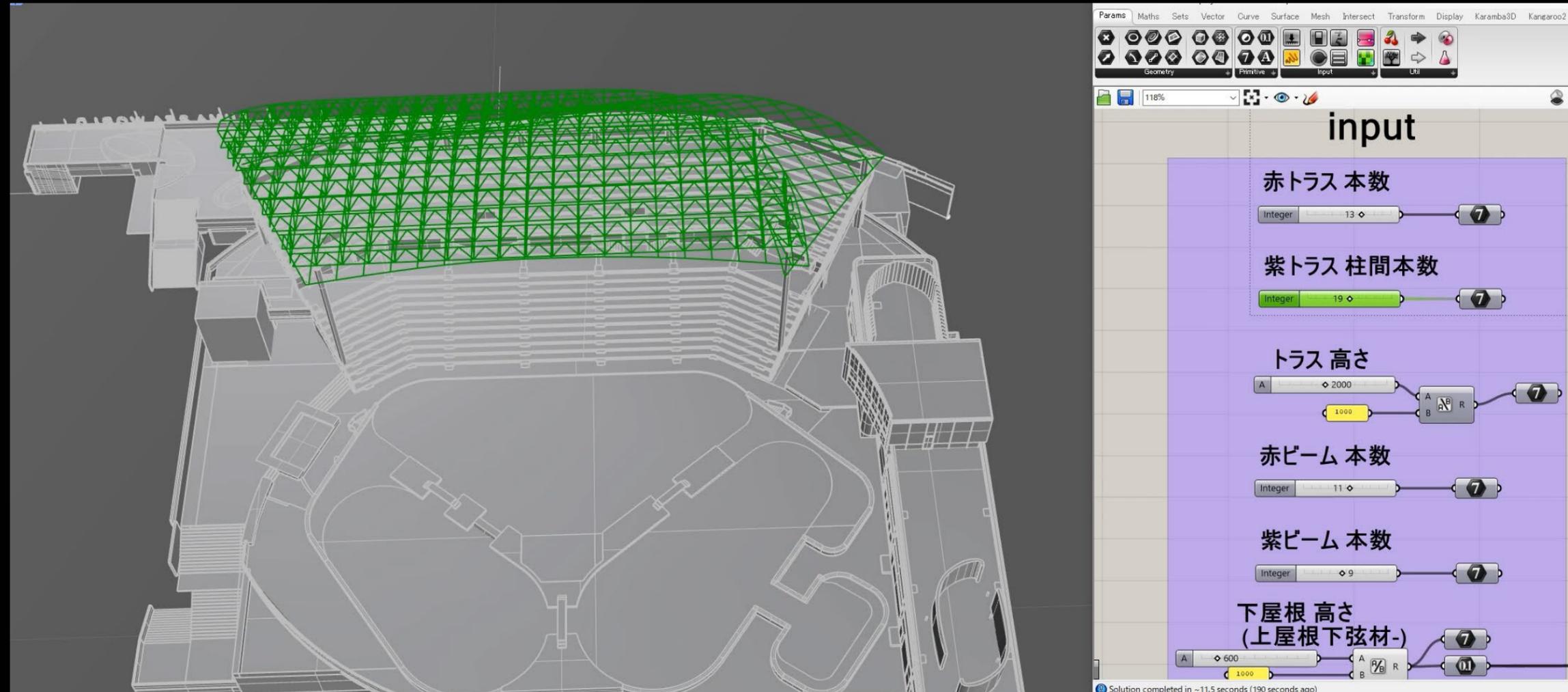
: Rhinoceros+Grasshopper를 사용한 지붕 철골 구조 생성



지붕 구조 설계의 과제

1) 복잡한 형태에 대한 모델링

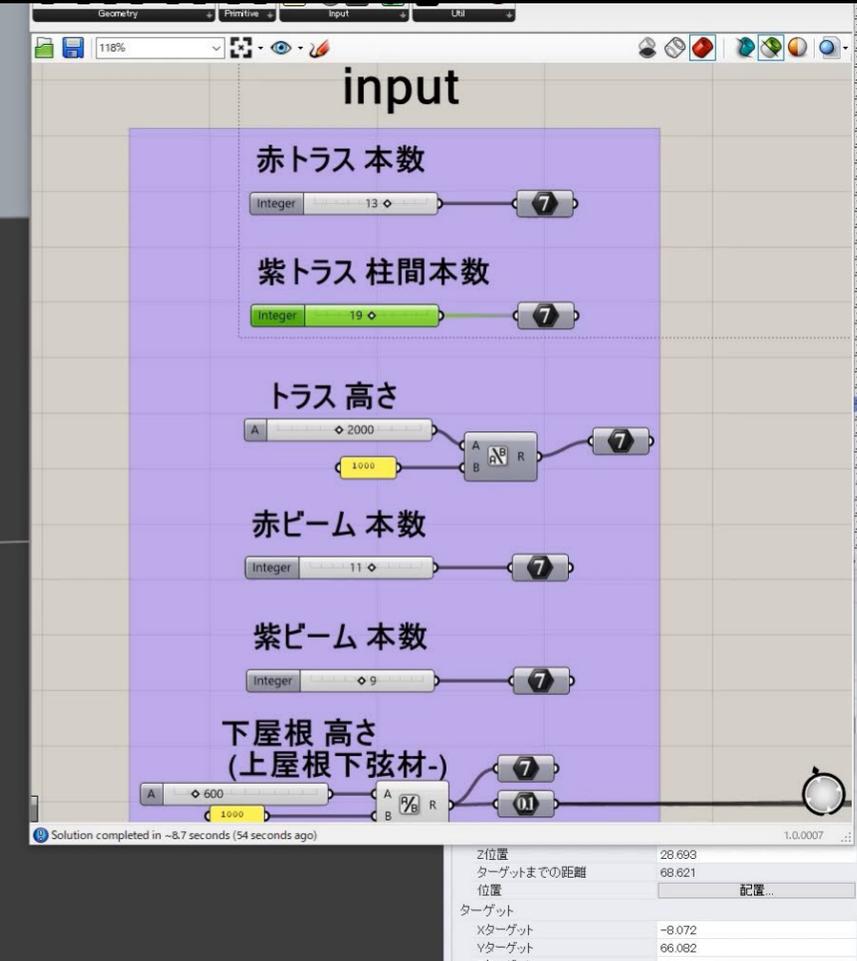
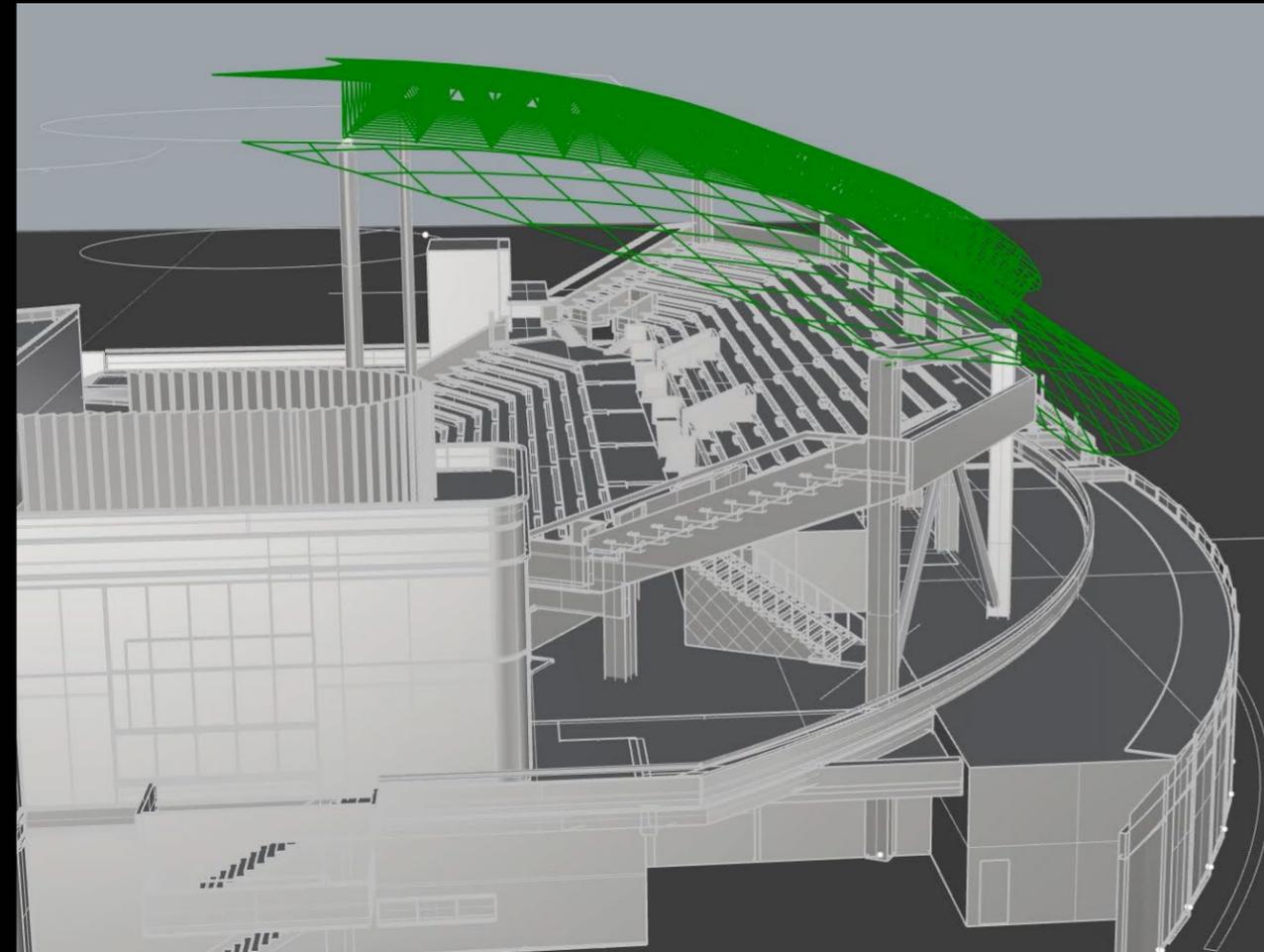
: Rhinoceros+Grasshopper를 사용한 트러스 보의 분할 수 변경



지붕 구조 설계의 과제

1) 복잡한 형태에 대한 모델링

: Rhinoceros+Grasshopper를 사용하여 트러스 보의 특성을 변경



지붕 구조 설계의 과제

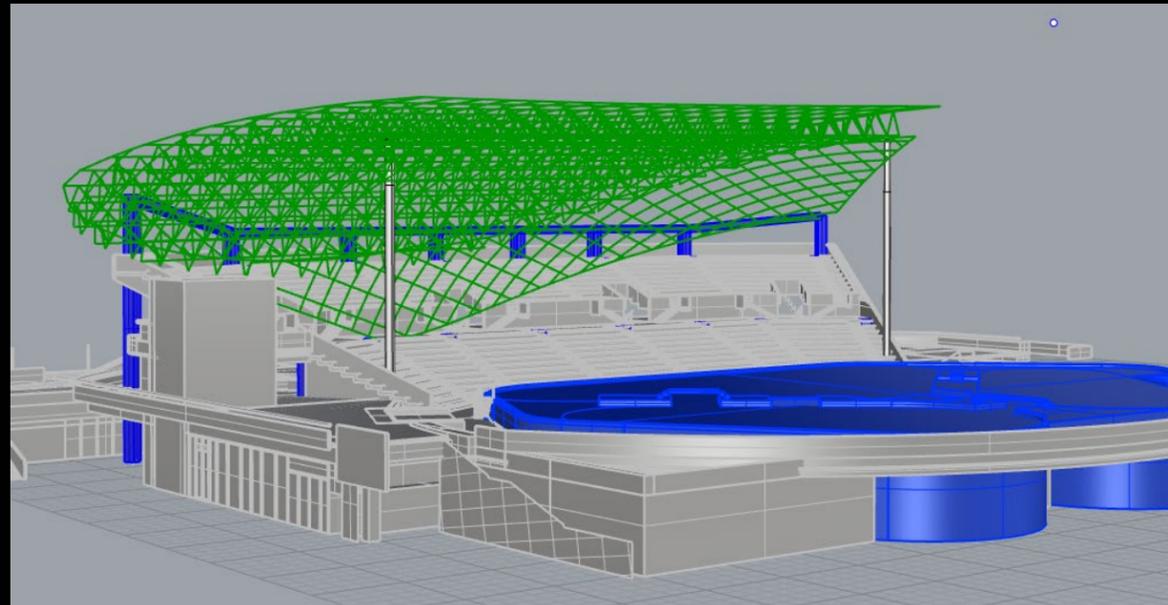
지붕 구조 설계에서의 과제

1. 복잡한 형태에 대한 모델링
- 2. 형상 변경으로 인한 대규모 해석 모델 수정 작업**
3. 복잡한 형태로 인해 발생하는 방대한 보고서 및 도면
(구조도 및 작업도) 작성 작업의 어려움

지붕 구조 설계의 과제

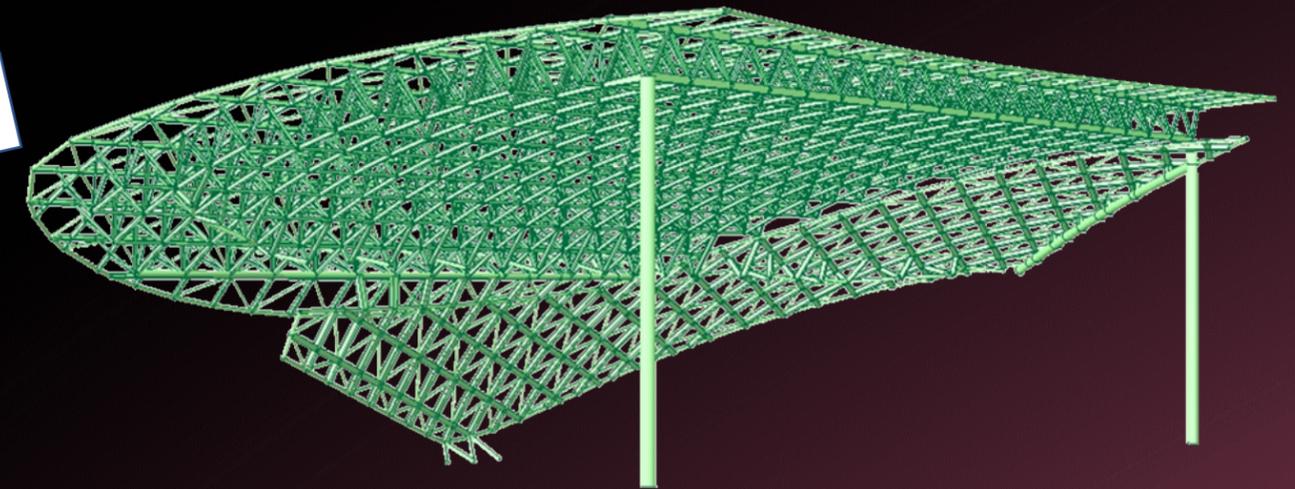
2) 형상 변경으로 인한 대규모 해석 모델 수정 작업

: 모델을 여러 번 변경하고 검증하는 것은 어려움 → 많은 시간이 필요함



A

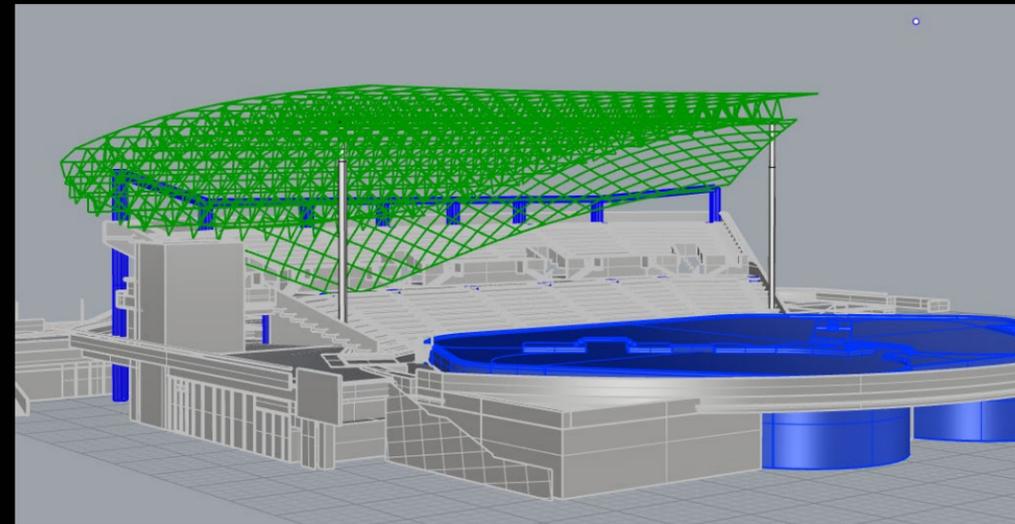
dxg



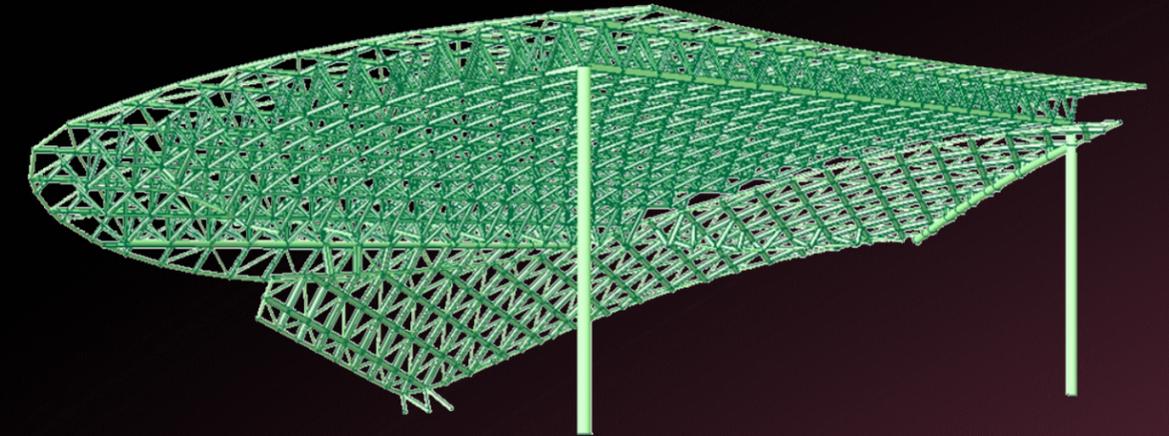
지붕 구조 설계의 과제

2) 형상 변경으로 인한 대규모 해석 모델 수정 작업

: CAD의 데이터에 독자적인 '다케나카' 오리지널 스크립트를 추가하여 MIDAS의 입력 데이터를 생성할 수 있는 환경을 구축 → 모델의 변경과 동시에 해석 모델의 변경도 완료되어 모델을 다시 작성할 필요가 없습니다.

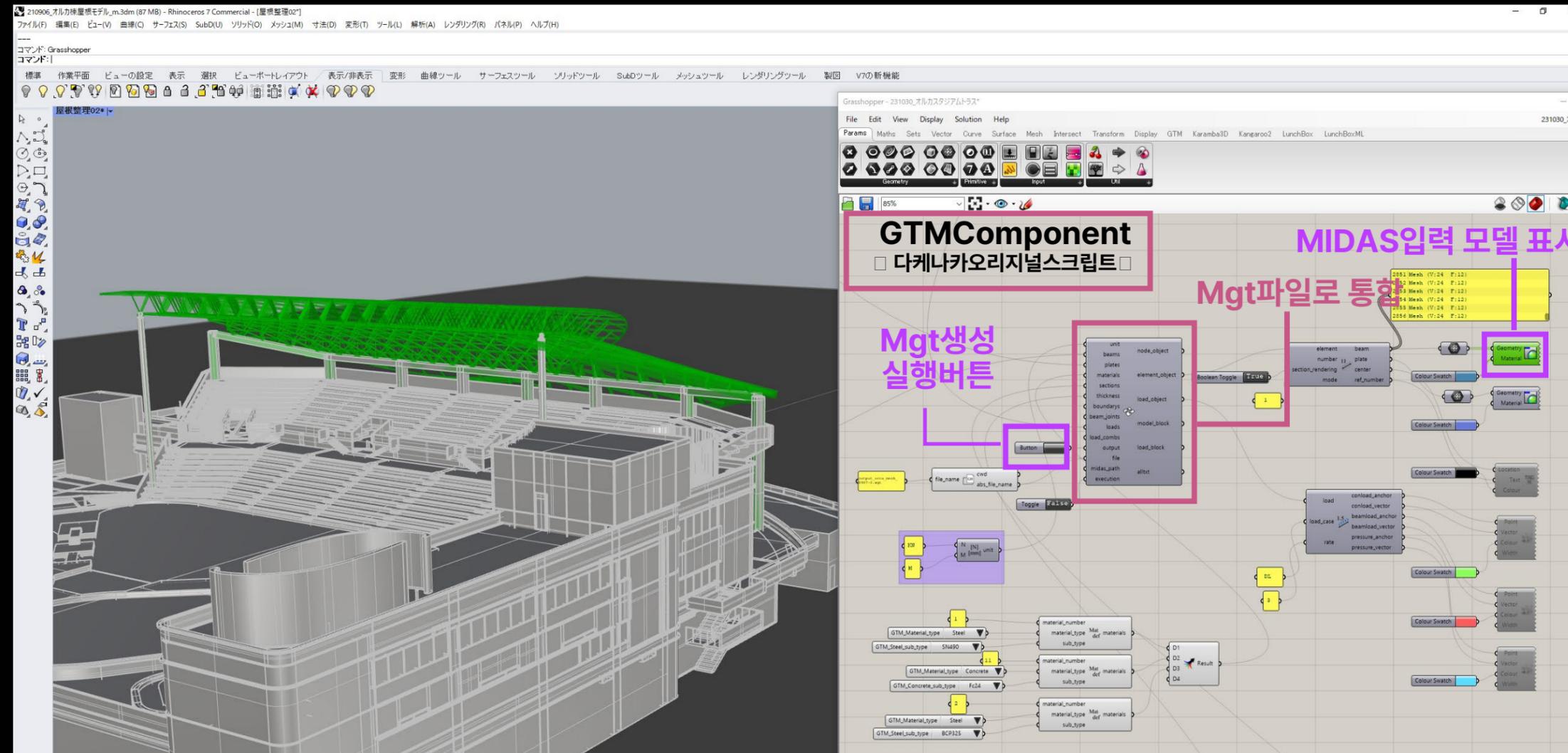


mgt



지붕 구조 설계의 과제

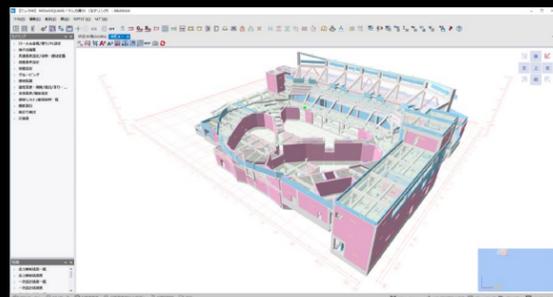
2) 형상 변경으로 인한 대규모 해석 모델 수정 작업



지붕 구조 설계의 과제

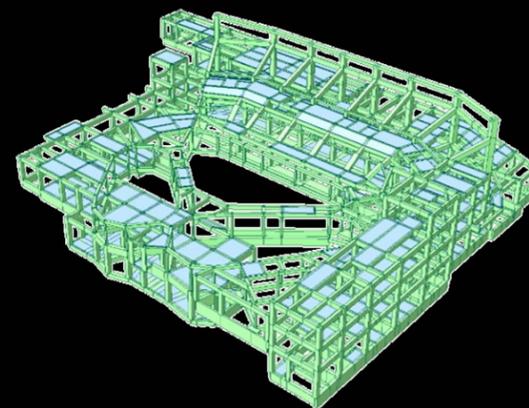
2) 형상 변경으로 인한 대규모 해석 모델 수정 작업

BRAINNX

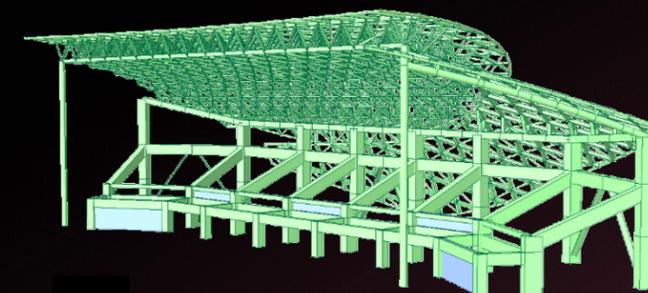


MIDAS Export

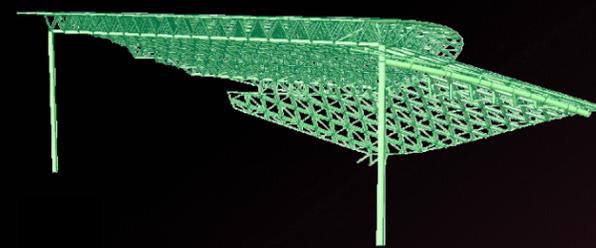
다케나카 오리지널 스크립트



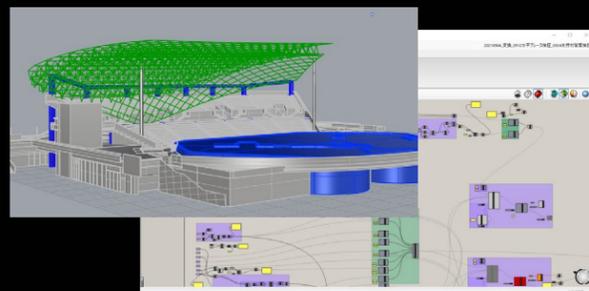
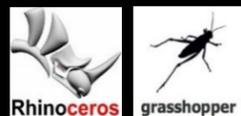
스탠드 모델



검토용 모델



지붕구조 모델



GTM Component

다케나카 오리지널 스크립트

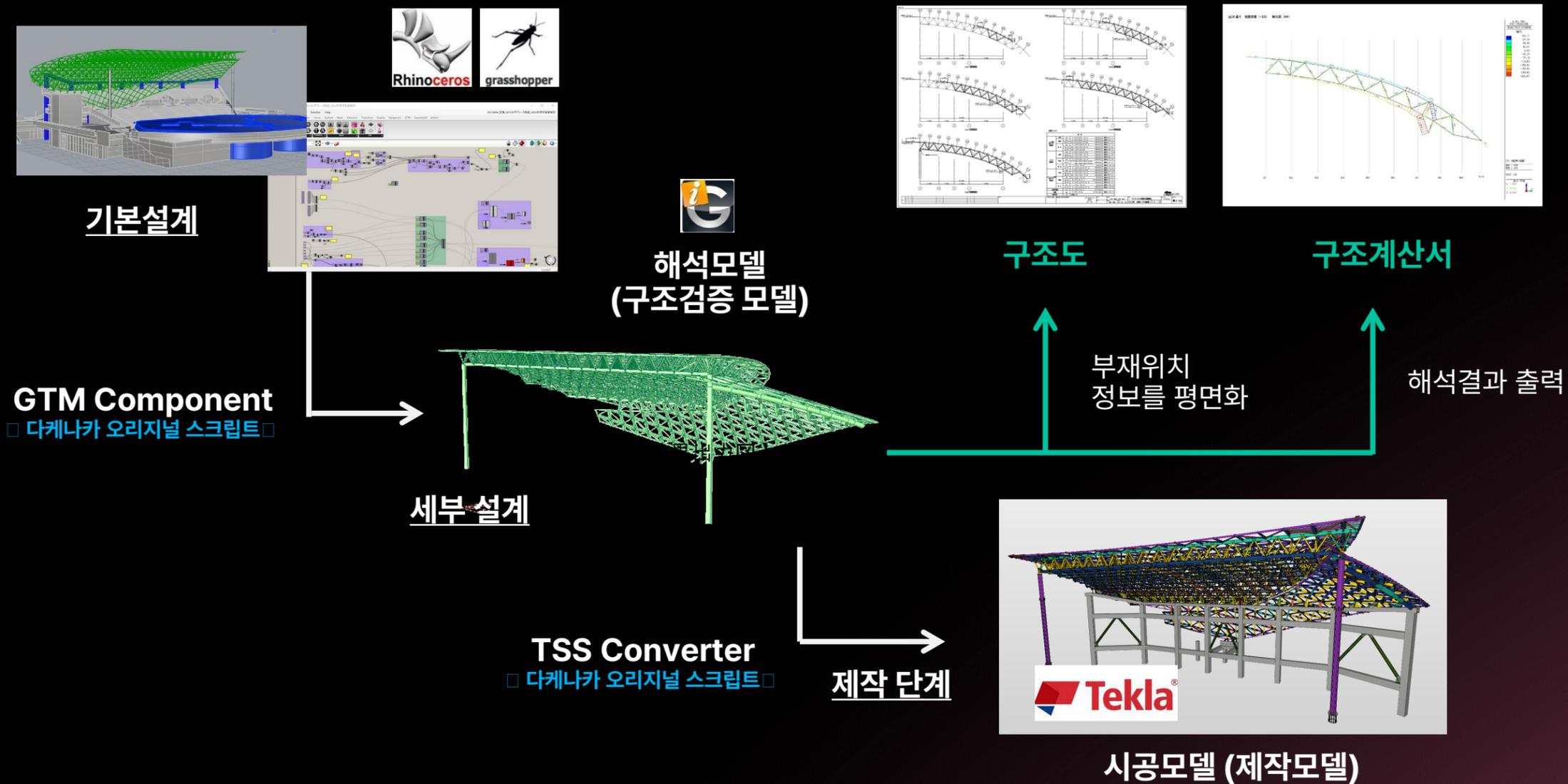
지붕 구조 설계의 과제

지붕 구조 설계에서의 과제

1. 복잡한 형태에 대한 모델링
2. 형상 변경으로 인한 대규모 해석 모델 수정 작업
- 3. 복잡한 형태로 인해 발생하는 방대한 보고서 및 도면
(구조도 및 작업도) 작성 작업의 어려움**

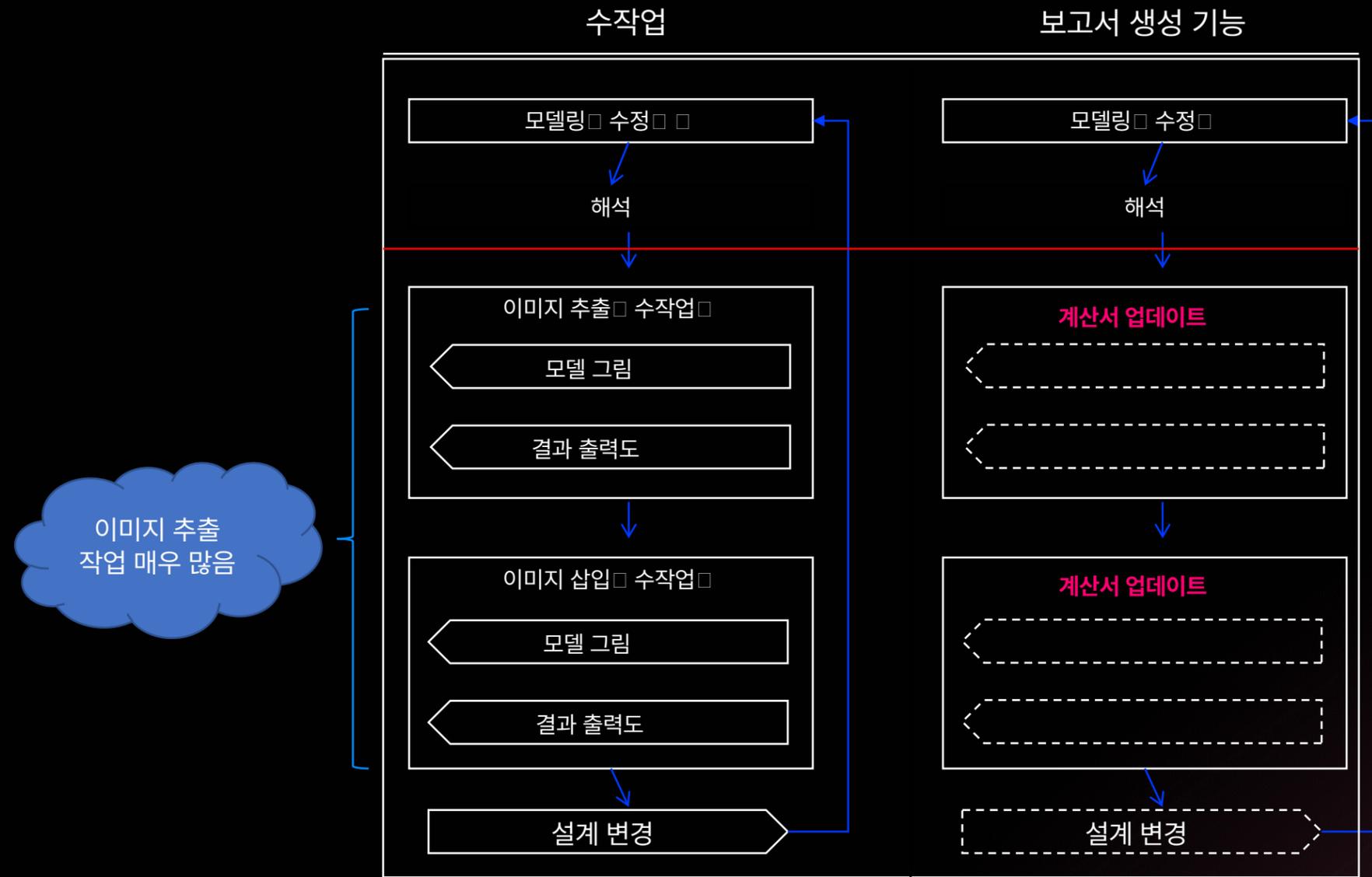
지붕 구조 설계의 과제

3) 복잡한 형태로 인해 발생하는 방대한 보고서 및 도면 (구조도 및 작업도) 작성 작업의 어려움



지붕 구조 설계의 과제

3) 복잡한 형태로 인해 발생하는 방대한 보고서 및 도면 (구조도 및 작업도) 작성 작업의 어려움



>결과 이미지 개수

	결과 출력도
이르카(돌고래)관	599
오르카(범고래)관	612

>수정에 따른 계산서 출력 횟수

	횟수
이르카(돌고래)관	599
오르카(범고래)관	612

>보고서 작성 기능의 효과

수작업의 경우

	이미지 추출 횟수
이르카(돌고래)관	599x4 = 2396
오르카(범고래)관	612x4 = 1836

보고서 작성 기능의 경우

	이미지 추출 횟수
이르카(돌고래)관	599x1 = 599
오르카(범고래)관	612x1 = 612

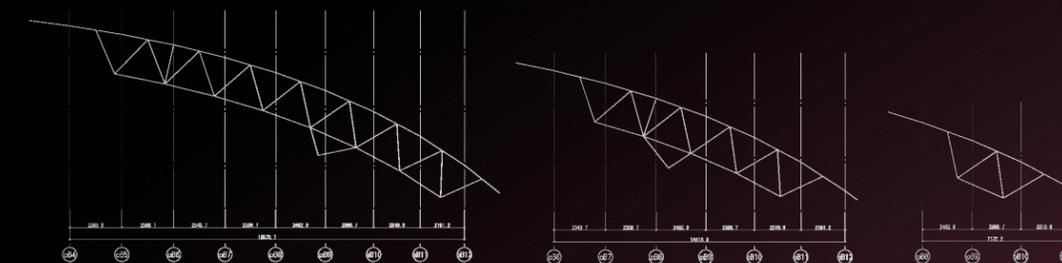
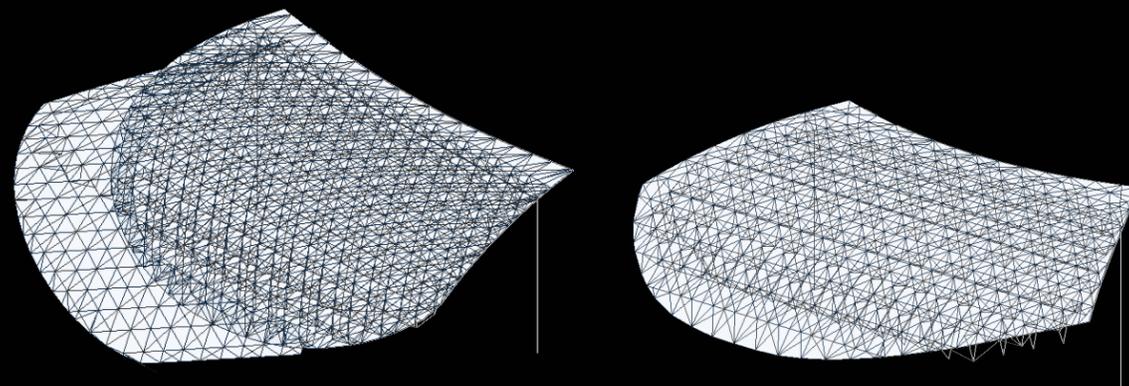
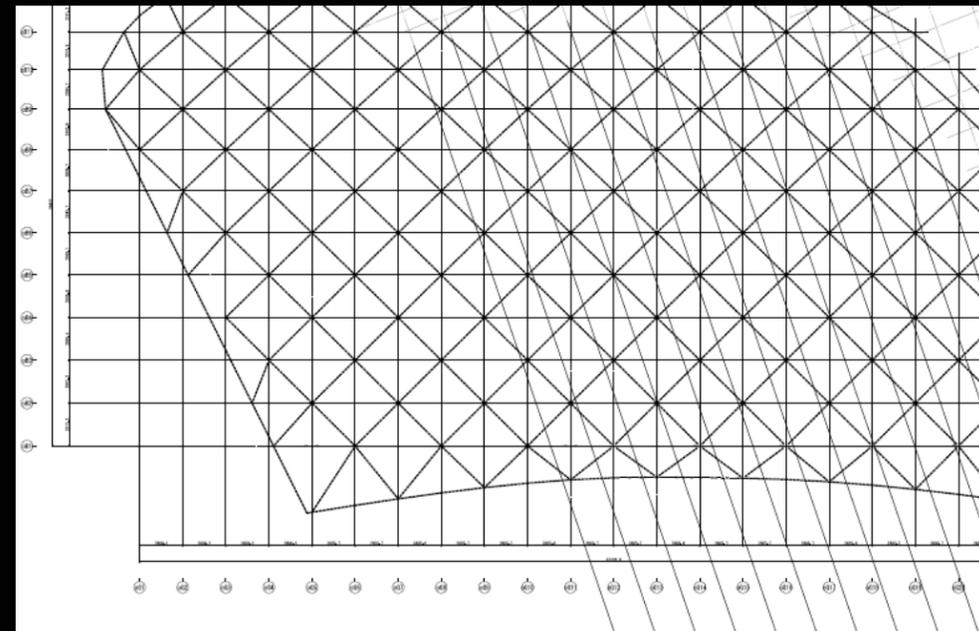
작업 감소 효과

	이미지 추출 횟수
이르카(돌고래)관	25%
오르카(범고래)관	33%

지붕 구조 설계의 과제

3) 복잡한 형태로 인해 발생하는 방대한 보고서 및 도면 (구조도 및 작업도) 작성 작업의 어려움

오르카홀			이르카홀			
도면	도면명	개수	도면	도면명	개수	
투영도	상부지붕 상현재 투영도	1	투영도	하현재 지붕 투영도	1	
	상부지붕 하현재 투영도	1		상현재 지붕 투영도	1	
	하부지붕 투영도	1				
축조도	상부지붕 R트러스 축조도	23	축조도	R트러스 축조도	21	
	상부지붕 연직트러스 축조도	13		연직트러스 축조도	연직트러스 축조도	10
	하부지붕 R트러스 축조도	20				
	하부지붕 연직트러스 축조도	21				
합계		80	합계		33	

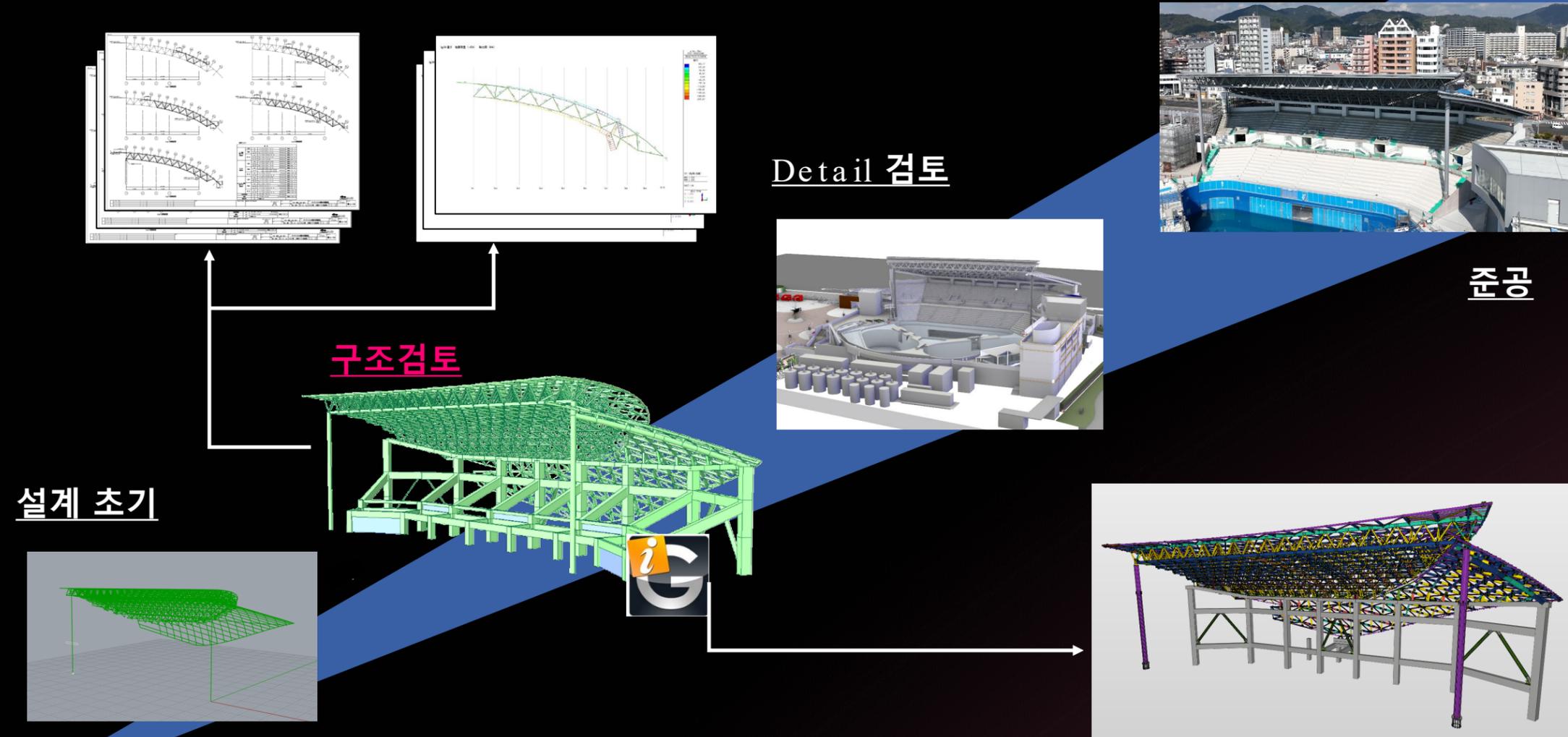


Drawing를 활용한 구조도 작업의 효율화

- Gen으로부터 3D DXF 데이터를 내보낼 수 있지만, 2D로 변환 불가
- Drawing을 사용하여 각 프레임 별로 중심선 도면을 생성하고, 구조도면의 하부 도면으로 활용합니다

지붕 구조 설계의 과제

3) 복잡한 형태로 인해 발생하는 방대한 보고서 및 도면 (구조도 및 작업도) 작성 작업의 어려움



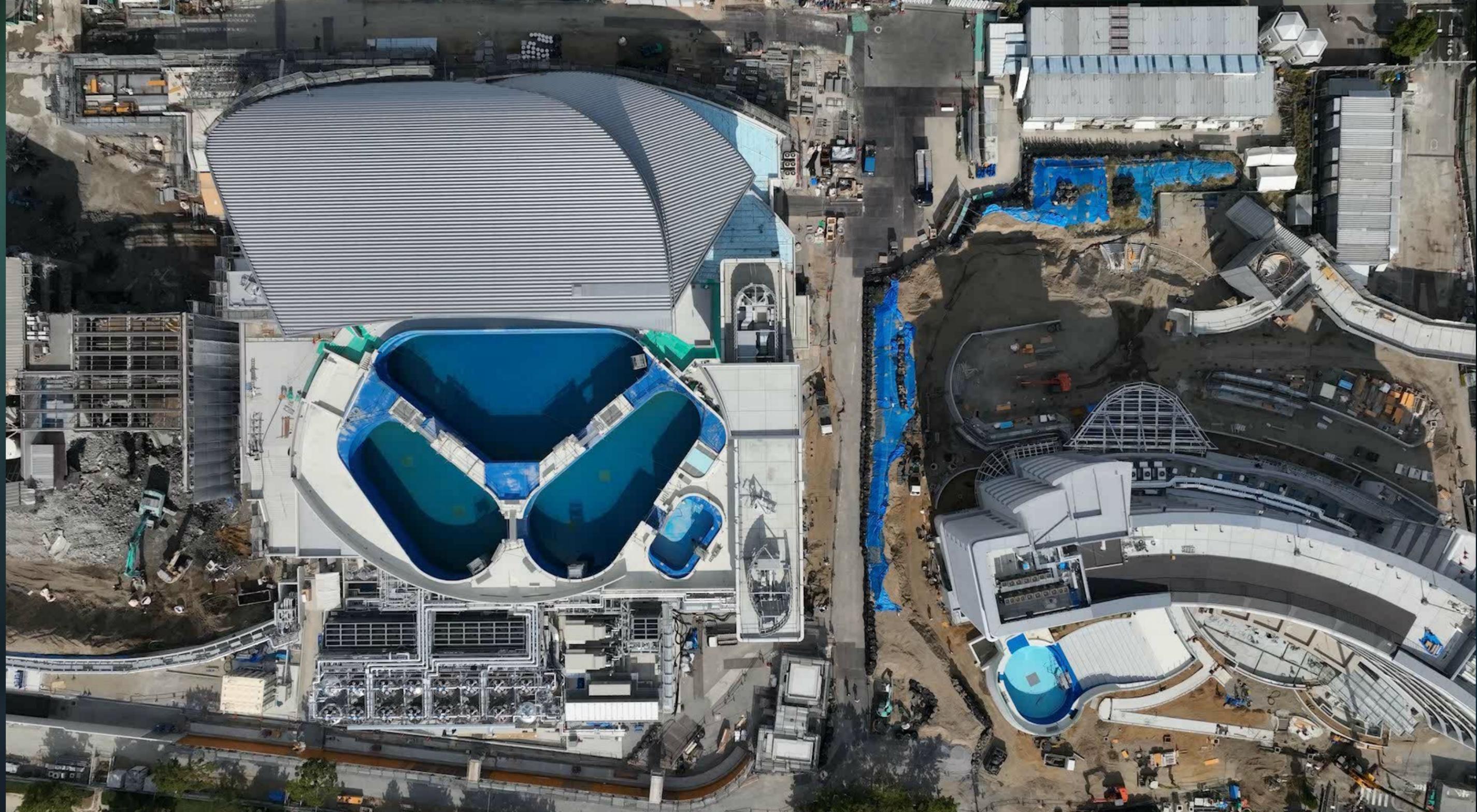
04 마치며

준공 사진에 의한 건물 소개



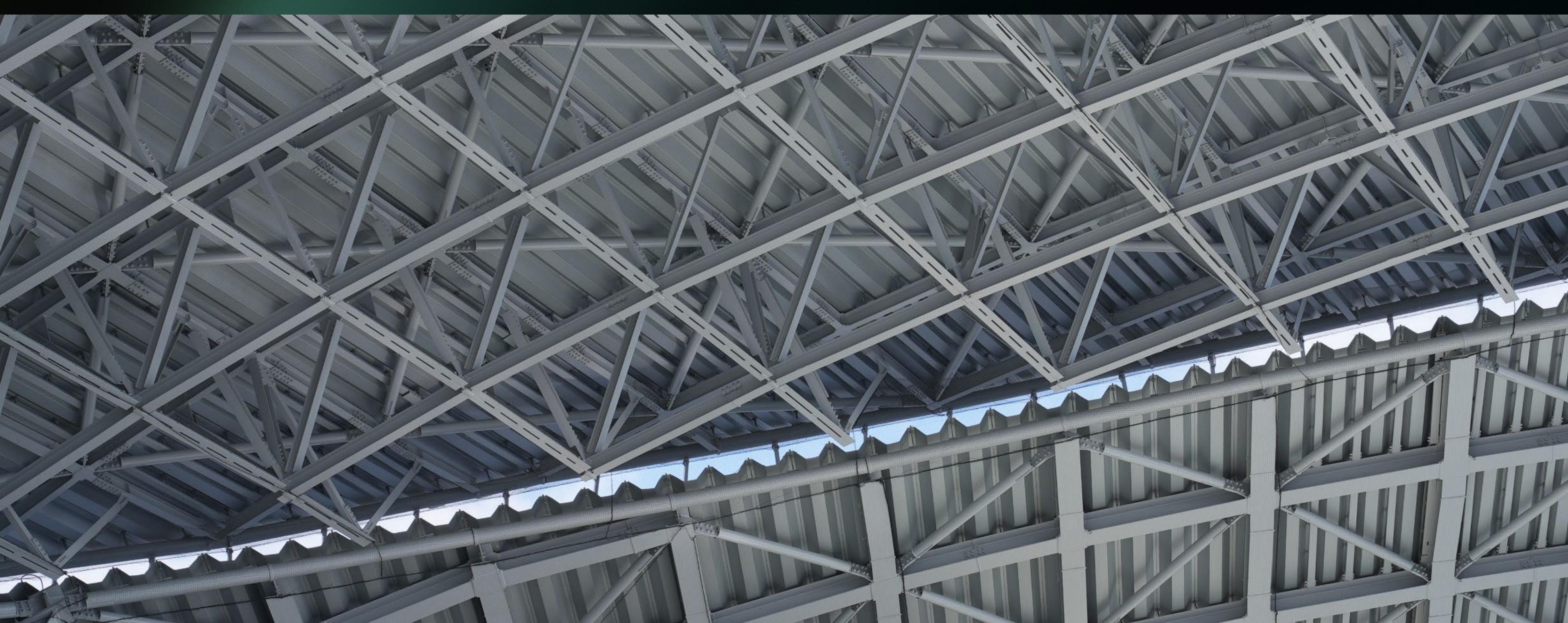




















An aerial, black and white photograph of a coastal city. On the left, a wide beach curves along the ocean. A long, low wall or promenade runs parallel to the beach. To the right of the beach, a large, modern building complex with several interconnected, rounded structures is under construction or recently completed. The buildings have a textured, possibly metallic or corrugated metal, facade. Further to the right, a multi-lane highway runs parallel to the beach, with several tall apartment buildings or hotels situated behind it. The overall scene is a mix of natural coastal elements and urban development.

FIN.

감사합니다

- 타카야마 나오유키, 다케나카 공무원 설계부