



# 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

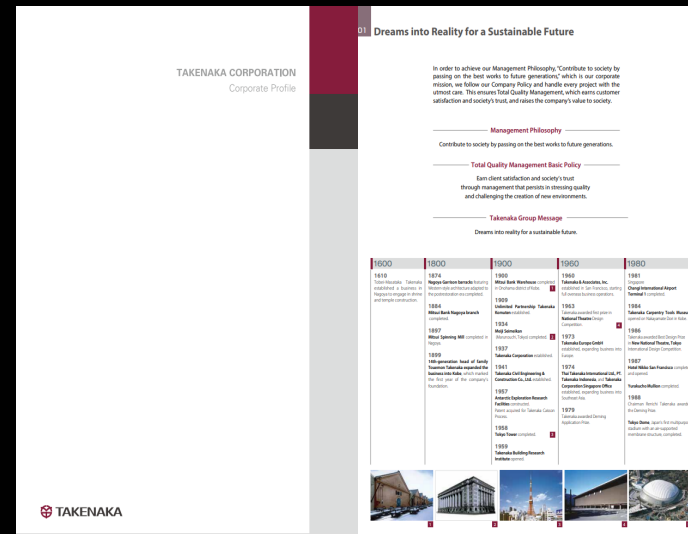


도쿄 본점

**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

→ 장인으로 부터 현대적 건설업으로

1912

1926

쇼와

1989

헤이세이

- 2019년 창립120주년  
- 2020년 창업410주년

2019

레이와

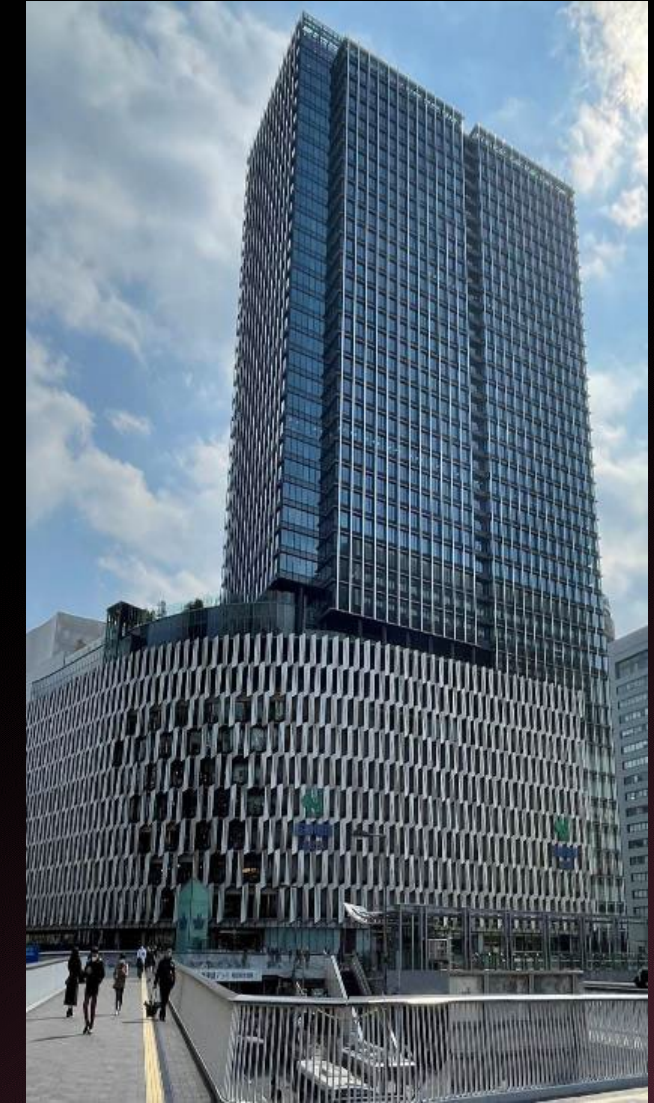
# 다케나카의 랜드마크

도쿄 타워  
(1958년)



도쿄 미드타운 아에스  
(2022년)

아베노 하루카스  
(2014년)



오사카 우메다  
트윈타워-South  
(2022년)

# 다케나카의 신사와 절



특별사적헤이쵸궁 제1차 대극전



고로카쿠 내 하코다테 행소청사



야쿠시지(나라)



아츠다 신궁 신락전



Suitengu Shrine개조(도쿄니혼바시)



구 국립 역사

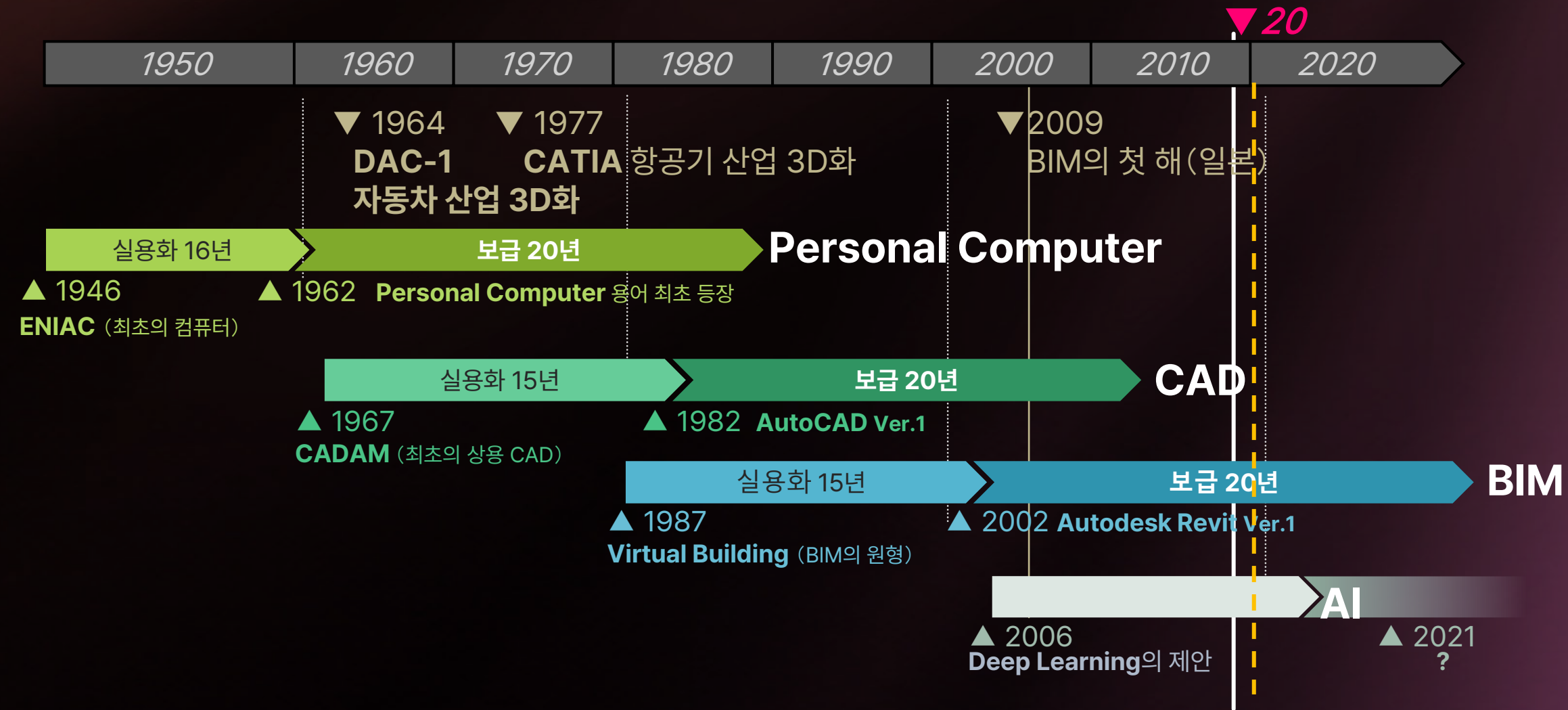
# 01 시작하며

최근 구조 설계 요구사항과 트렌드



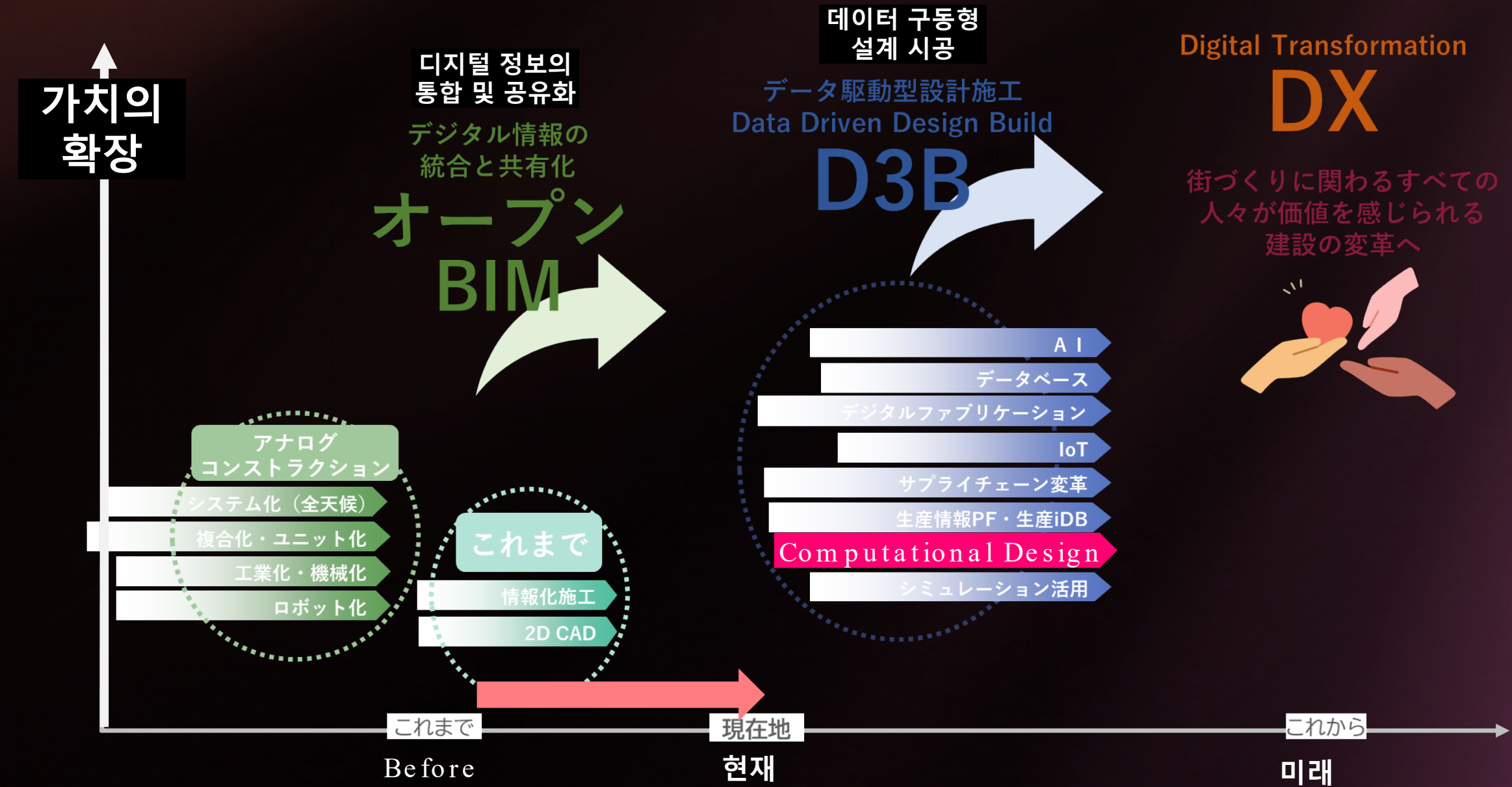
# 최근 구조 설계 요구사항과 트렌드

## 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



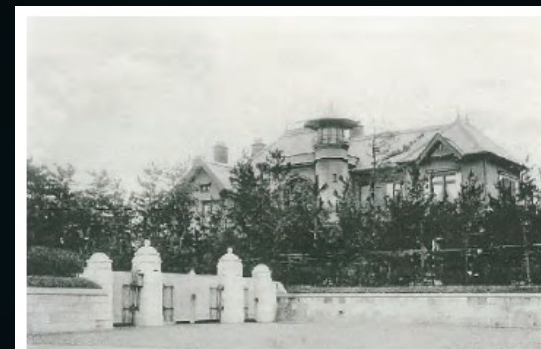


# 건축 계획

## 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)

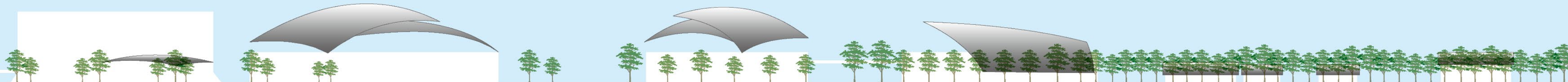
# 건축 계획



## 디자인 컨셉

### 수족관 같은 두근두근한 파사드

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

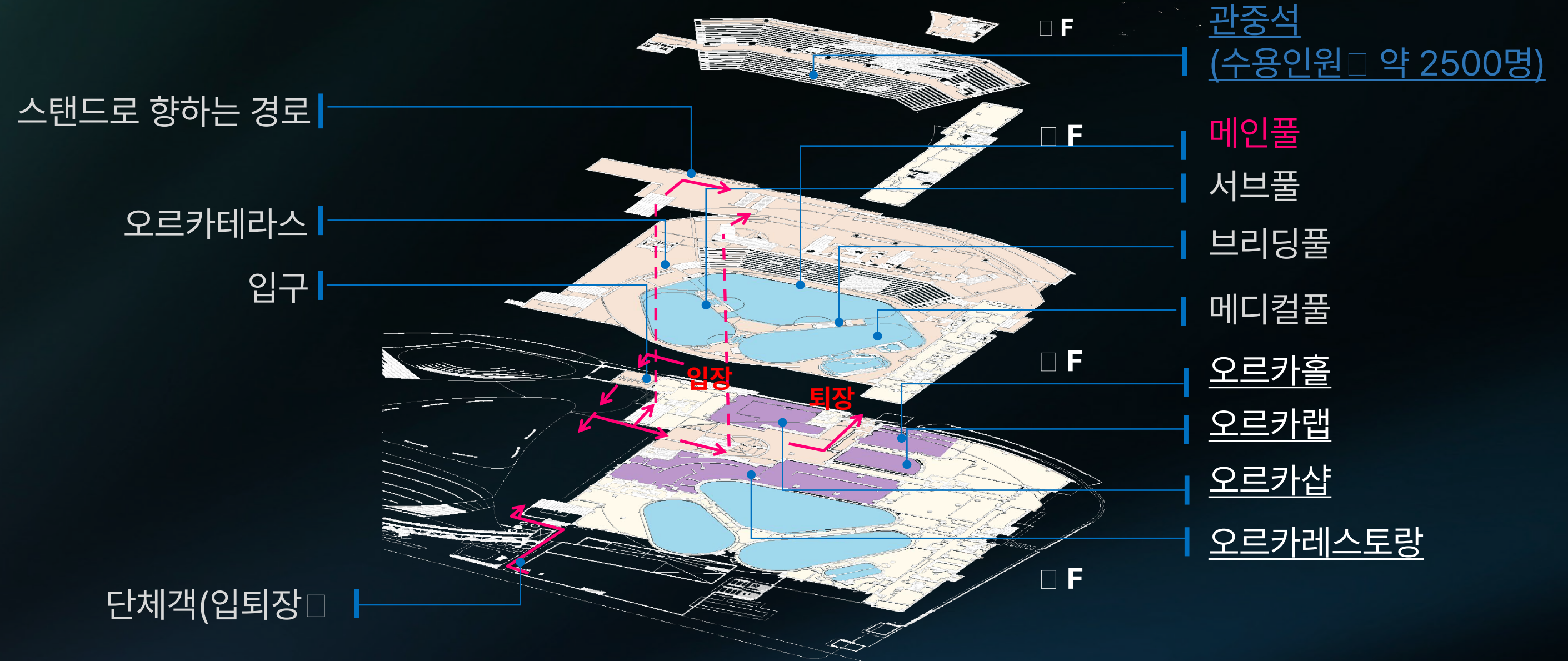


# 디자인 컨셉



# 오르카 스타디움

## 평면 계획





# 02 건축 개요

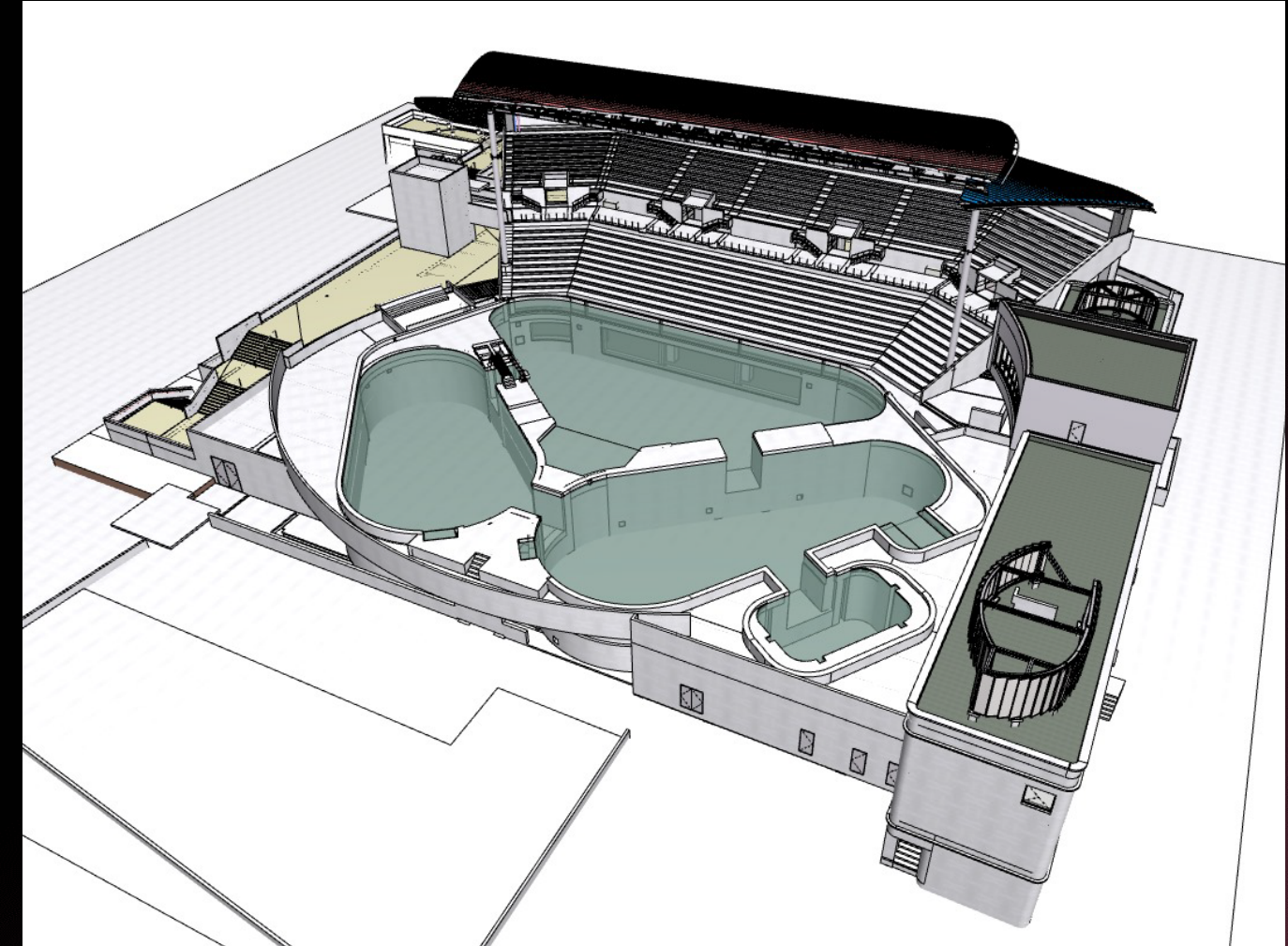
구조 계획

# 오르카 스타디움

## Orca (범고래) Stadium

### 건축 개요

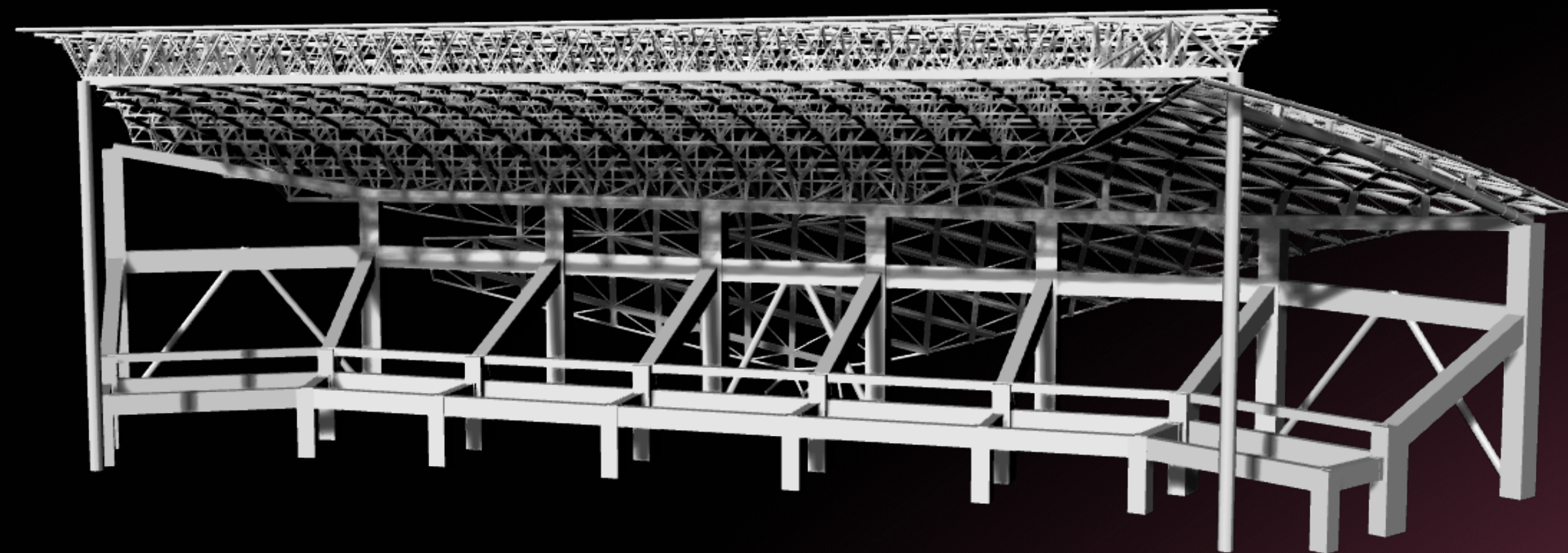
- 건물 규모 □ 지상4층 □ 지하 □ 층
- 구조 유형 □ RC구조 □ S구조(대형지붕)
- 구조 형식 □ 내진구조
- 구조 형식 □ 양방향으로 내진벽이 있음.  
라멘구조
- 기초 형식 □ 직접 기초
- 계산 Route □ Route 3





# 오르카 스타디움

## 지붕 구조의 구성

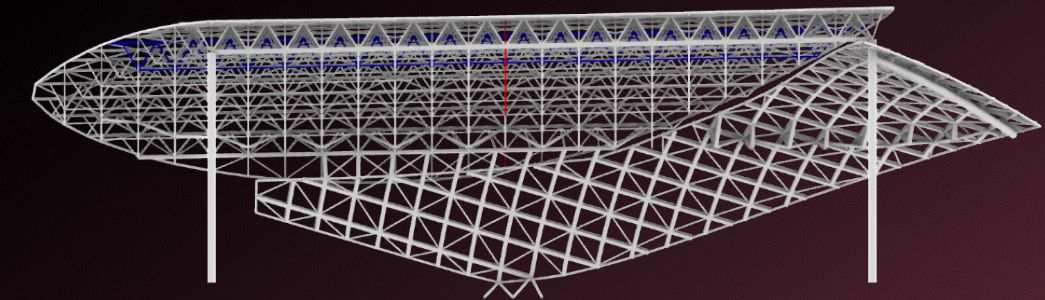
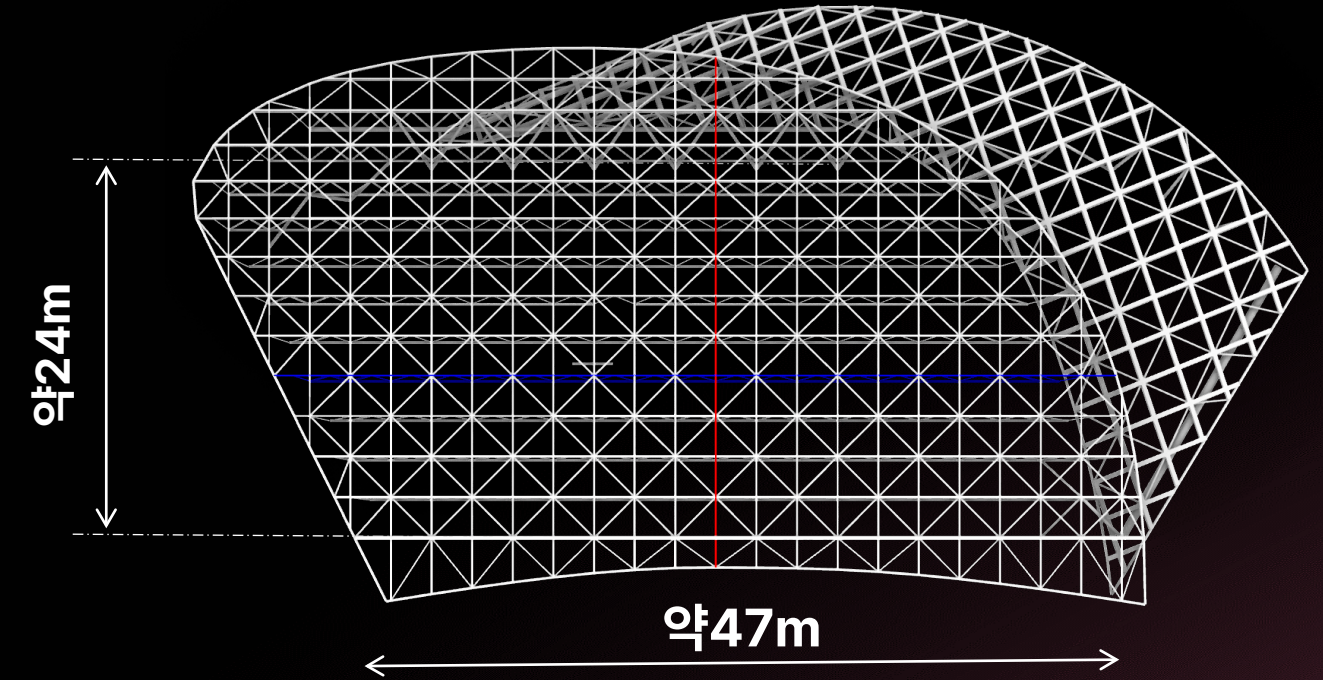
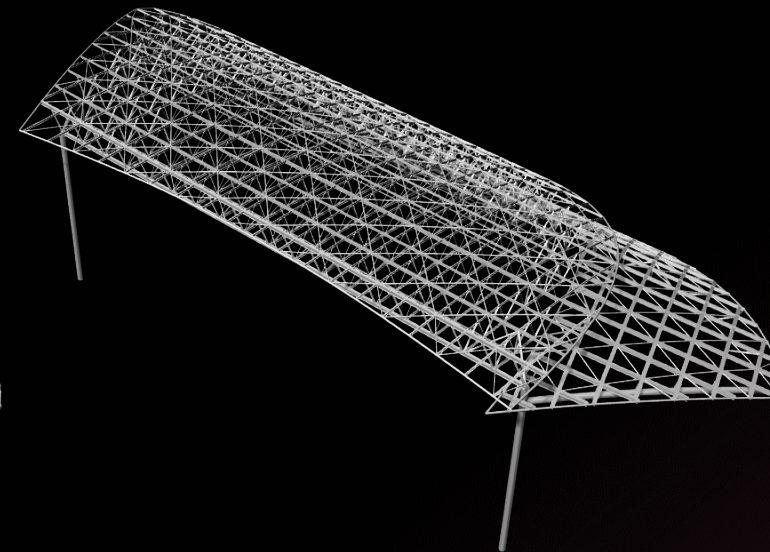
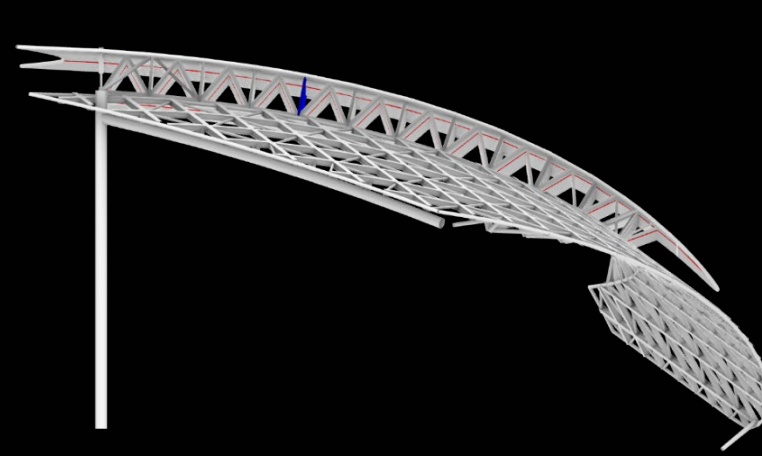


# 오르카 스타디움

## 지붕의 규모, 주요 단면 구성

### (상부 지붕)

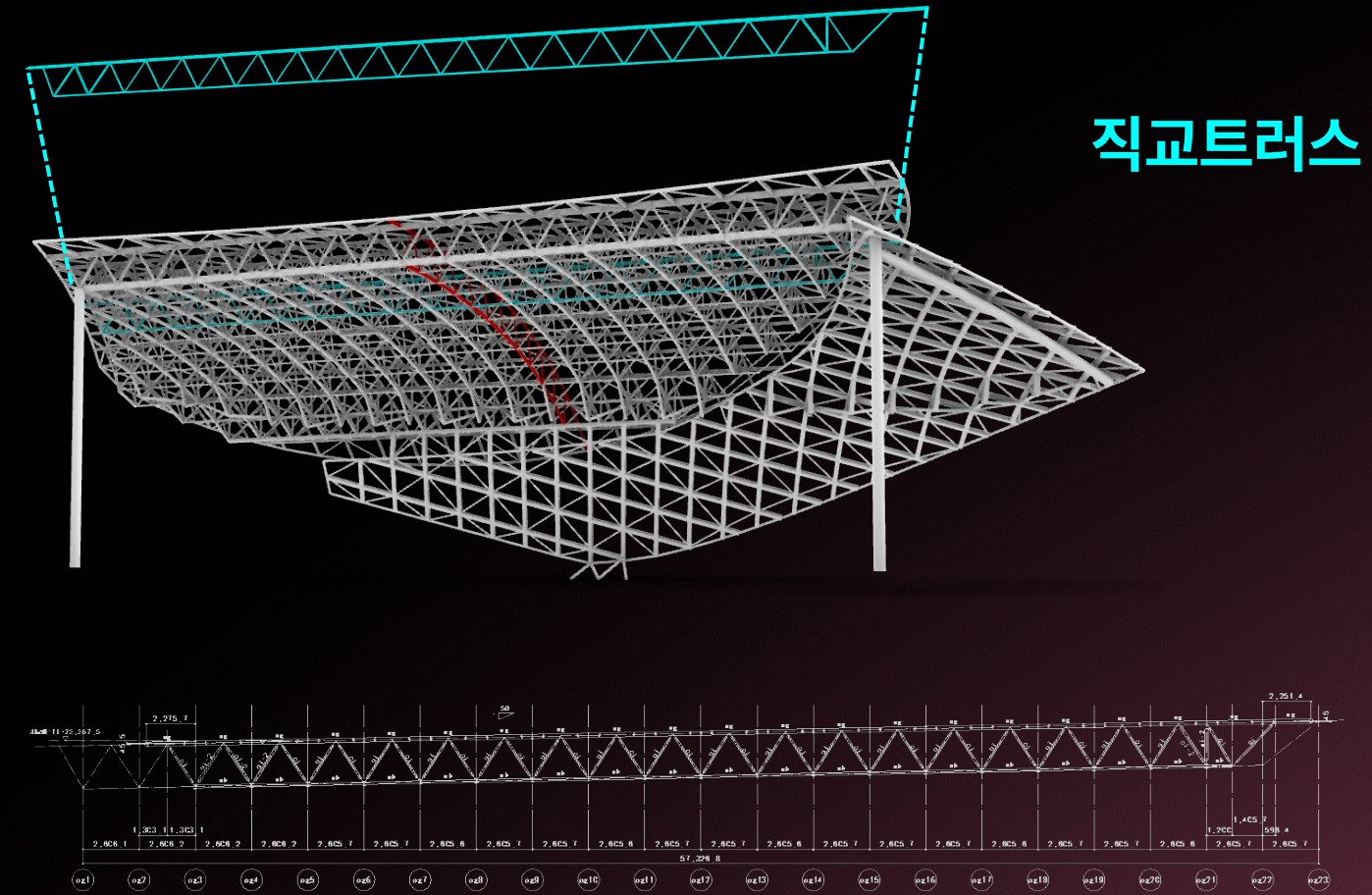
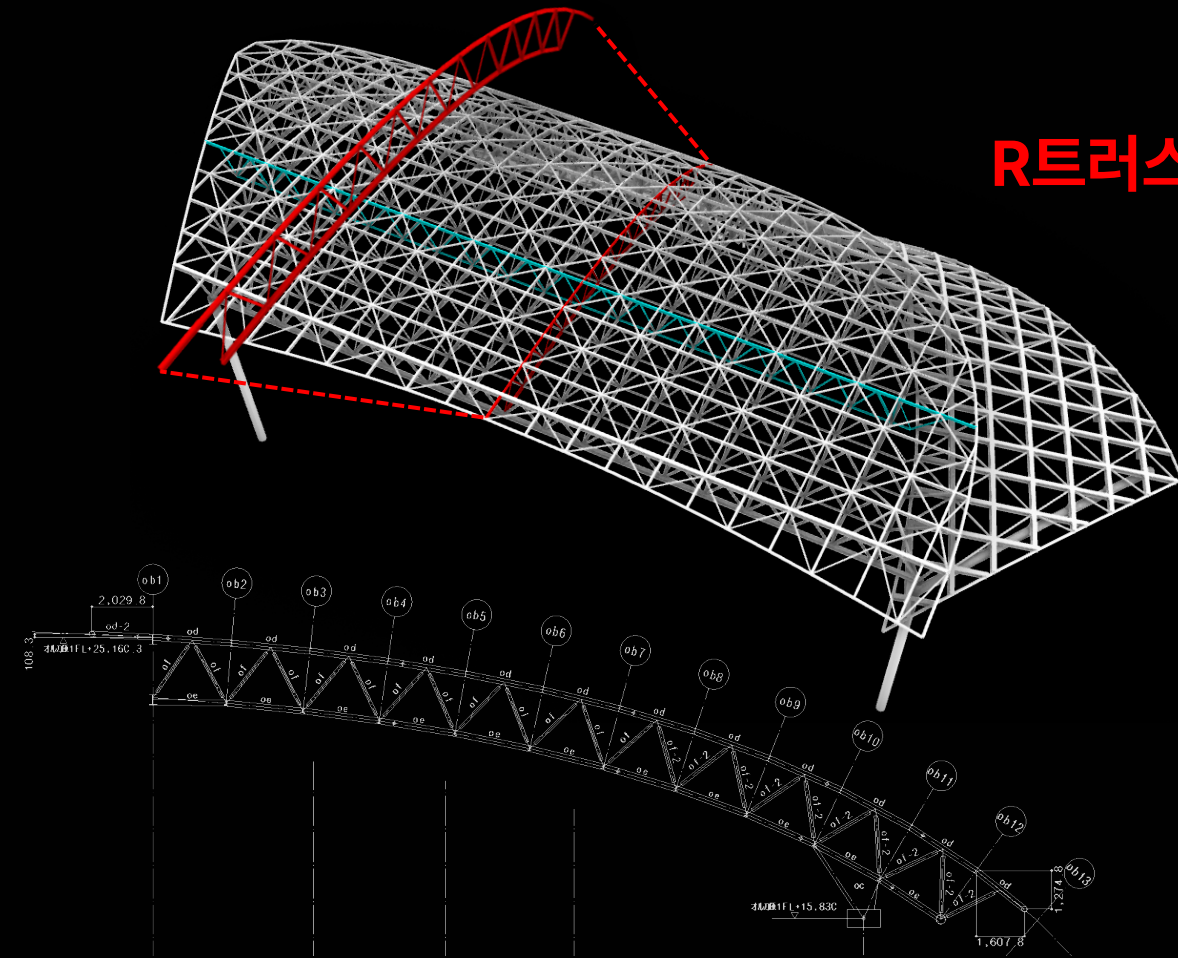
- 트러스빔 상하현재 H-194×150×6×9 □ SM490A □
- 트러스빔 강재 L-100×75×10 □ SS400 □
- 선단직교트러스 상하현재 H-340×250×9×14 □ SM490A □
- 선단직교트러스 강재 H-125×125×6.5×9 □ SM490A □
- 선단기둥 ○ -609.6×22 □ STKN490B □
- 수평 브레이스 ○ -139.8×6 □ STK490 □
- 수직 브레이스 ○ -216.3×12.7 □ STK490 □



# 오르카 스타디움

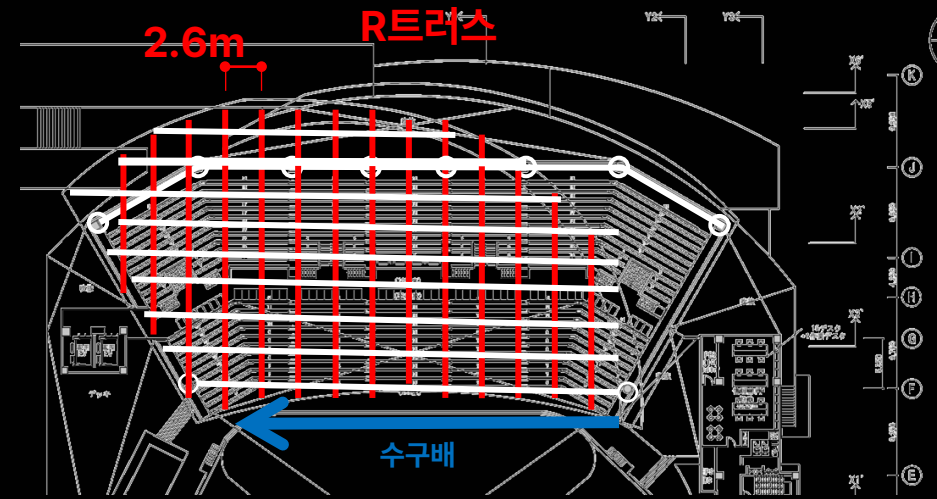
## 직교 트러스와 R 트러스를 결합한 양방향 트러스 구조

오르카 지붕 철골 구조 Perspective



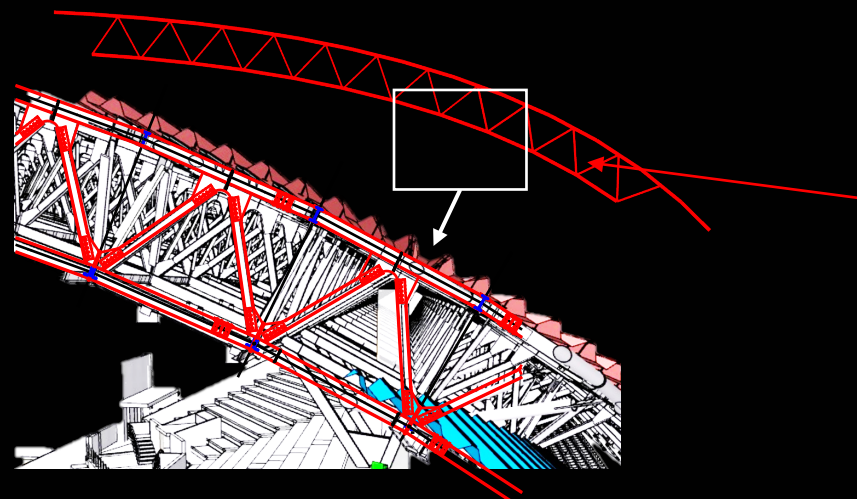
# 오르카 스타디움

## 2가지 역할을 수행하는 트러스 구조

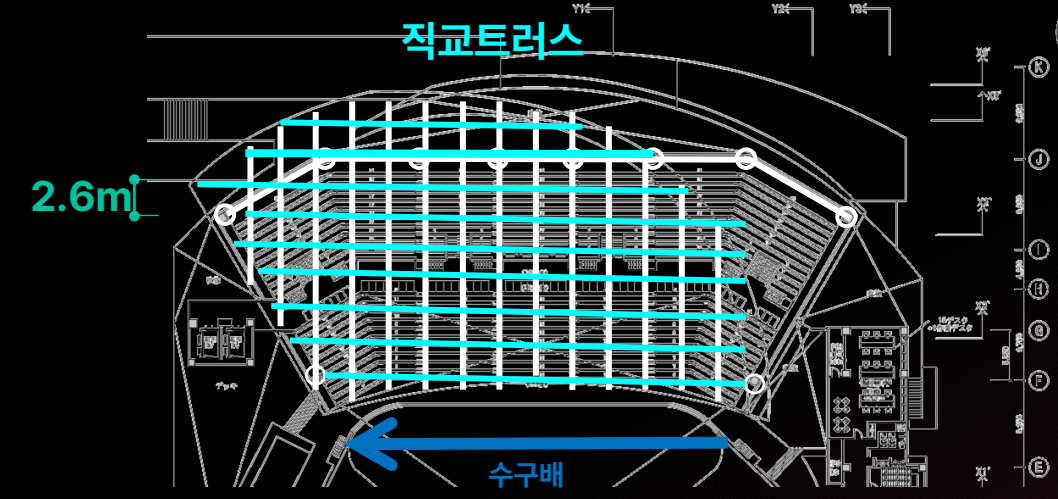


곡면의 접지판을 지지하는 다각형 모양의 트러스

R트러스

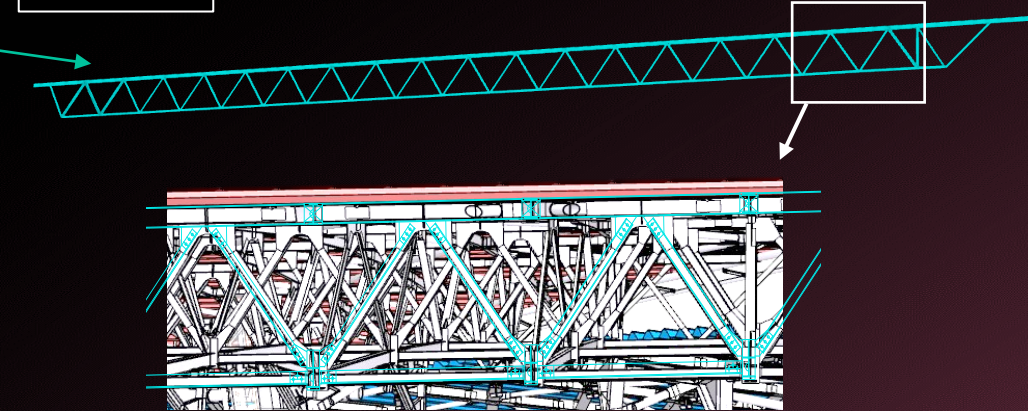


강성이 작은 방향 → 접판의 구부림 방향  
(R트러스 지붕의 곡면을 계획)



1/50의 수구배 보장 R형태 제작 시 템플릿

직교트러스



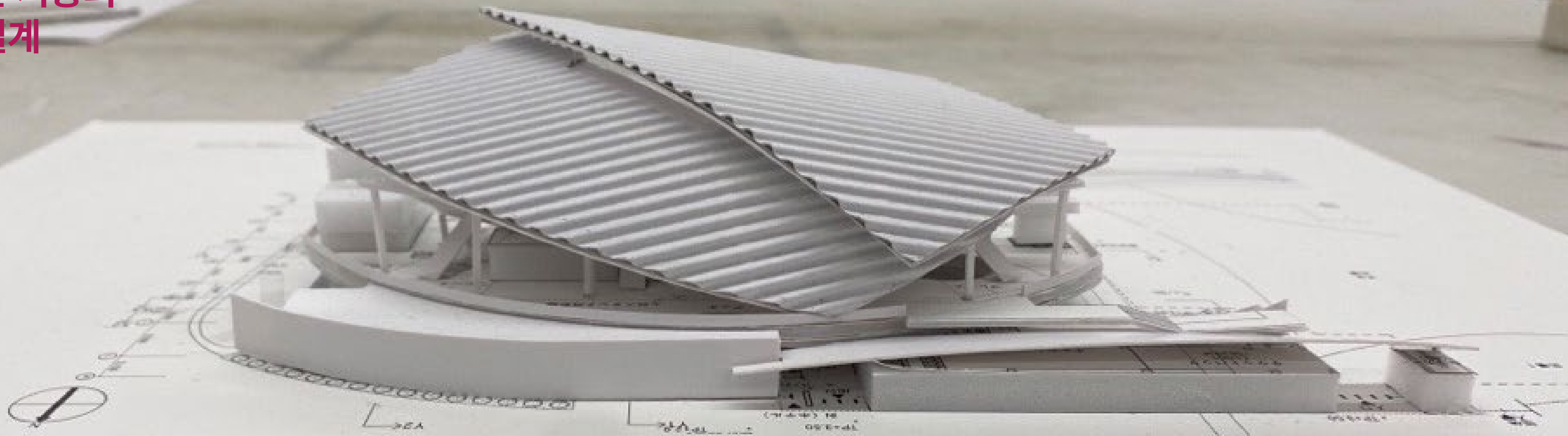
강성이 작은 방향 → 접판 Span 방향  
(직교트러스로 수구배를 확보)

# 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

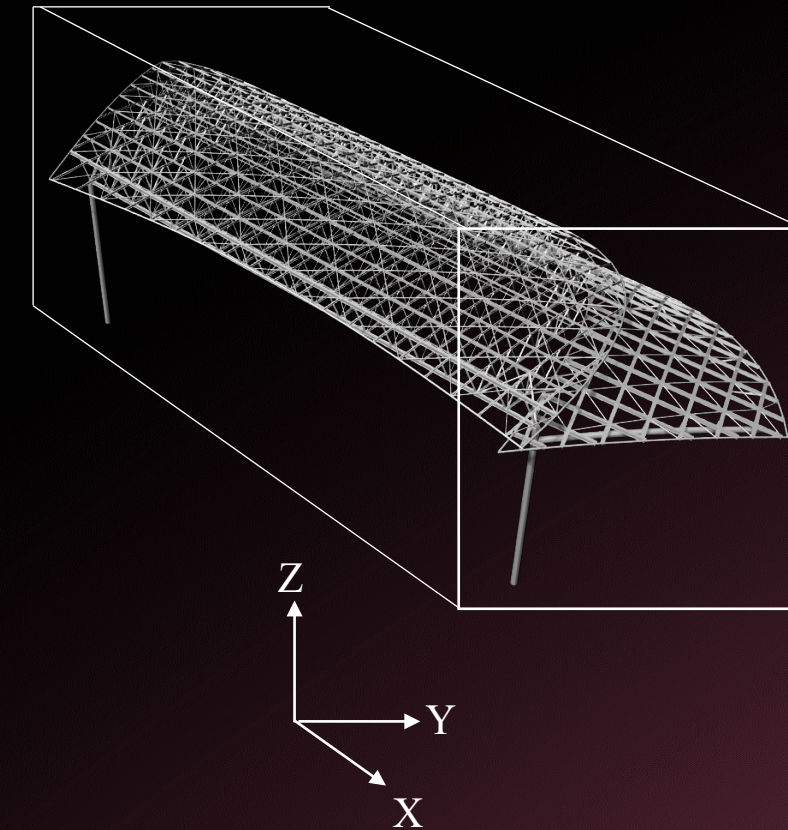
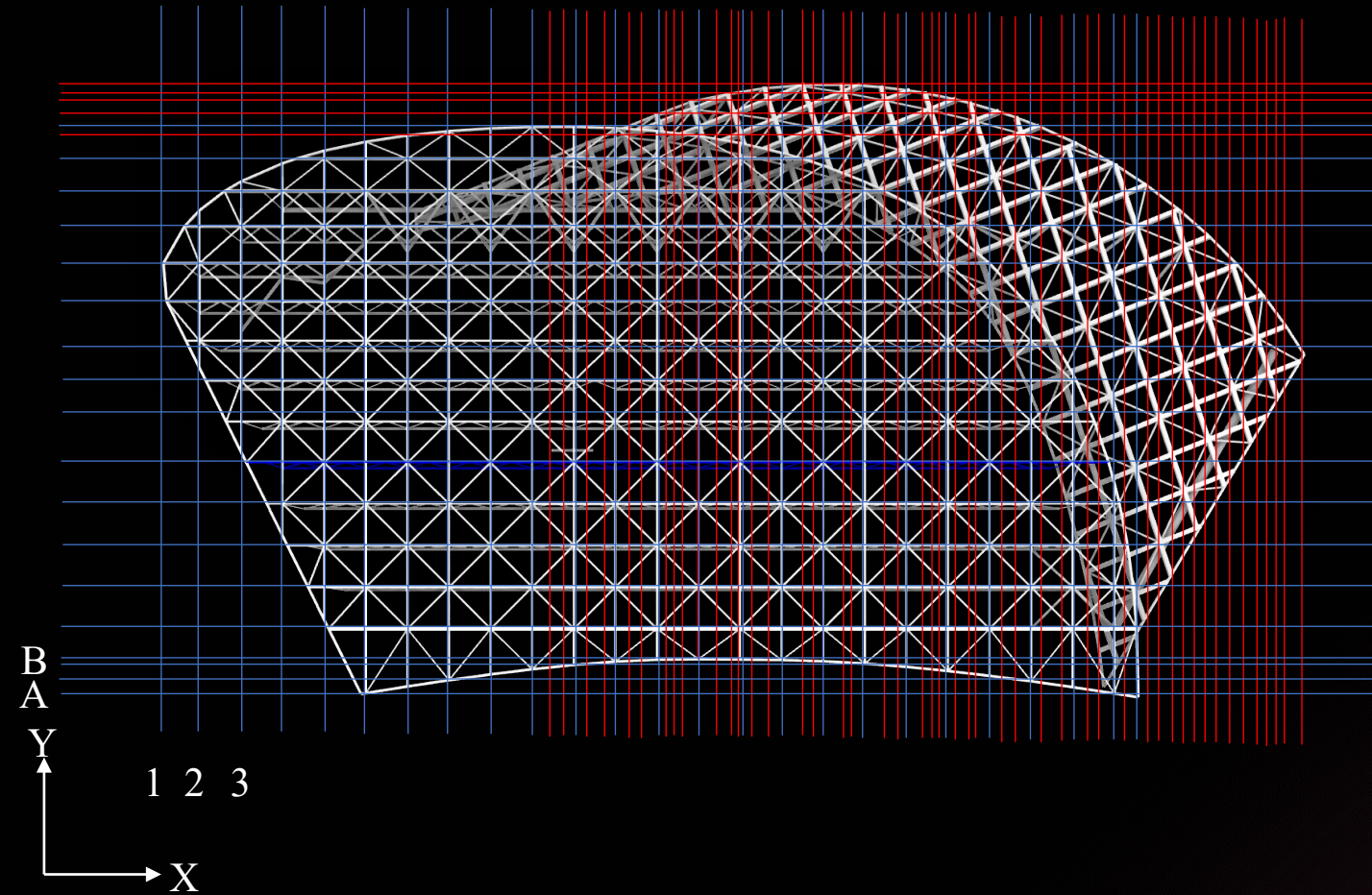
(구조도 및 작업도) 작성 작업의 어려움



# 지붕 구조 설계의 과제

## 1) 복잡한 형태에 대한 모델링

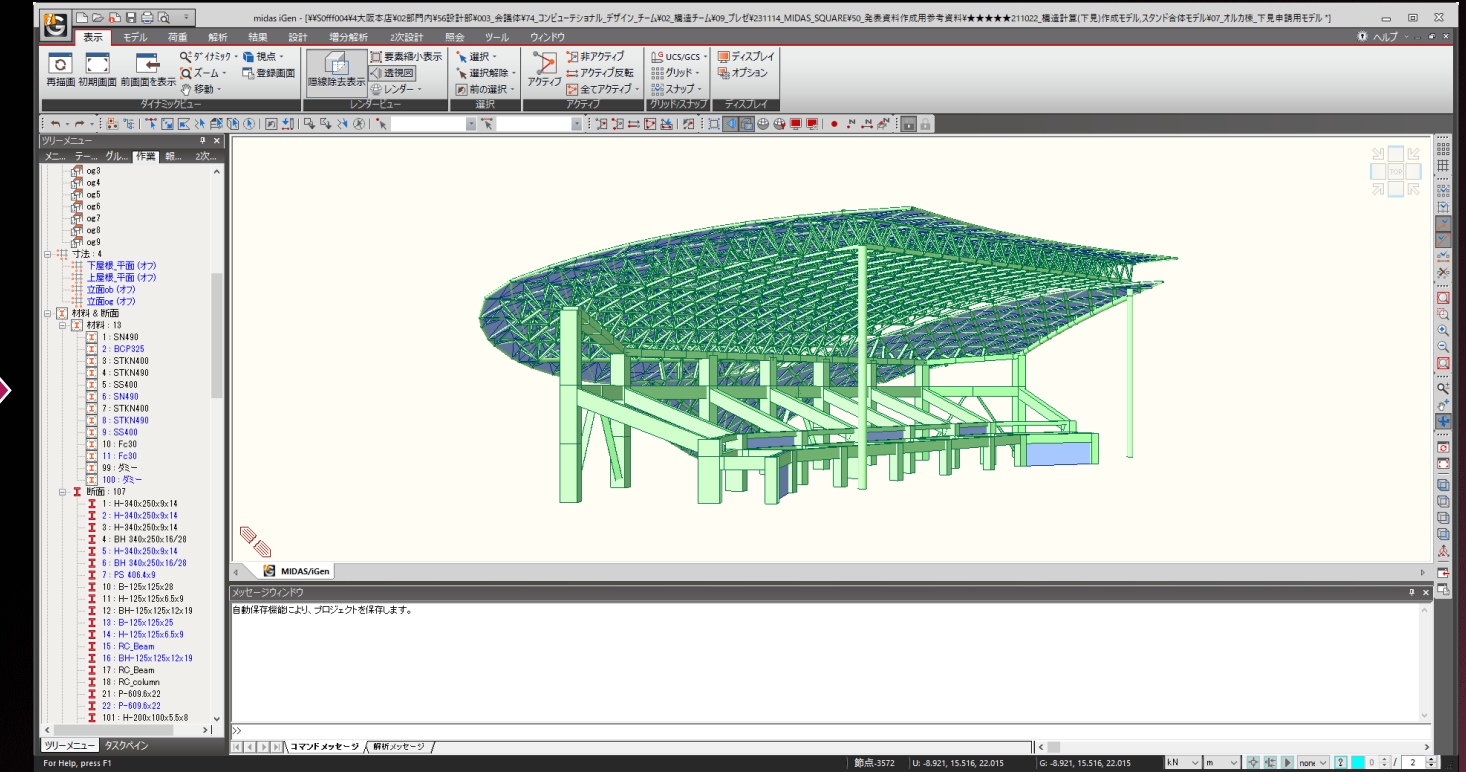
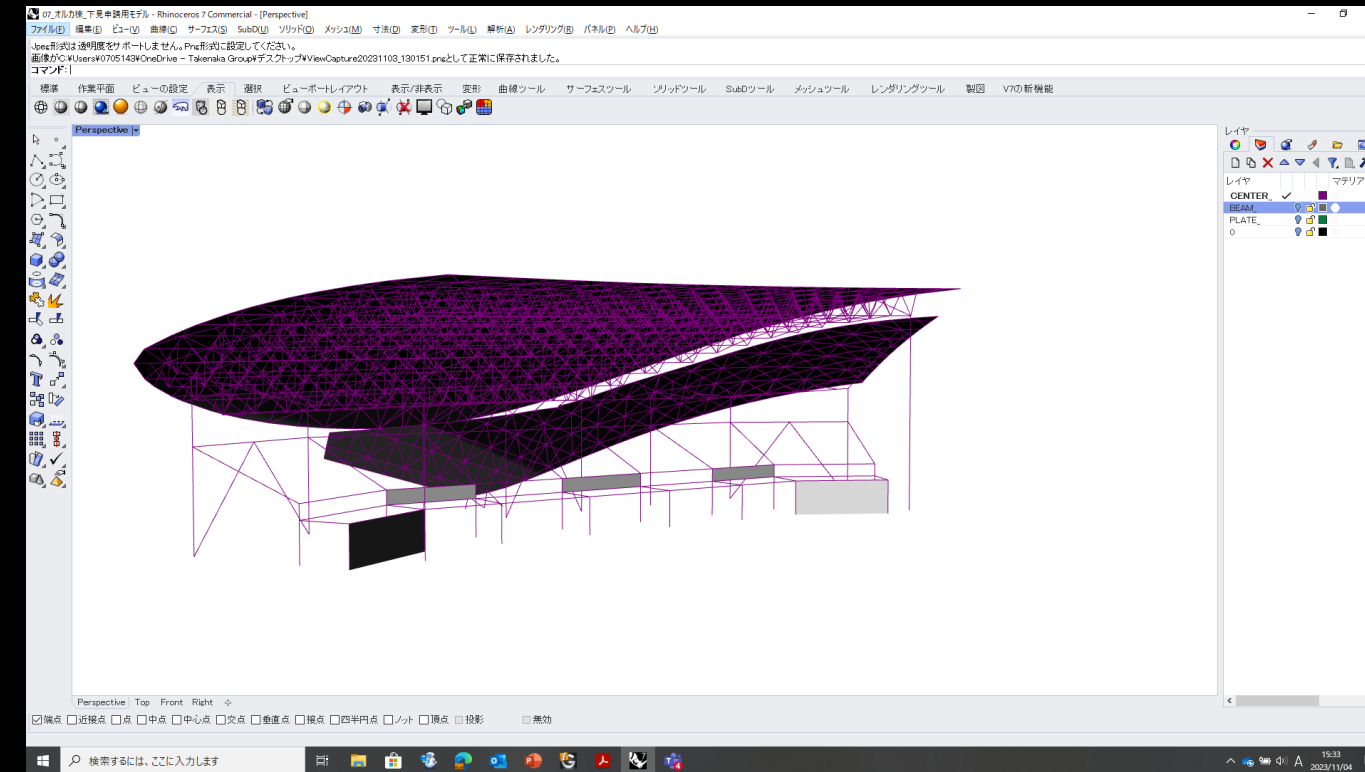
: X축, Y축, 및 Z축을 설정하고 그리드의 절점을 사용하여 해석 모델을 정의 → 자유로운 모델링이 불가능



# 지붕 구조 설계의 과제

## 1) 복잡한 형태에 대한 모델링

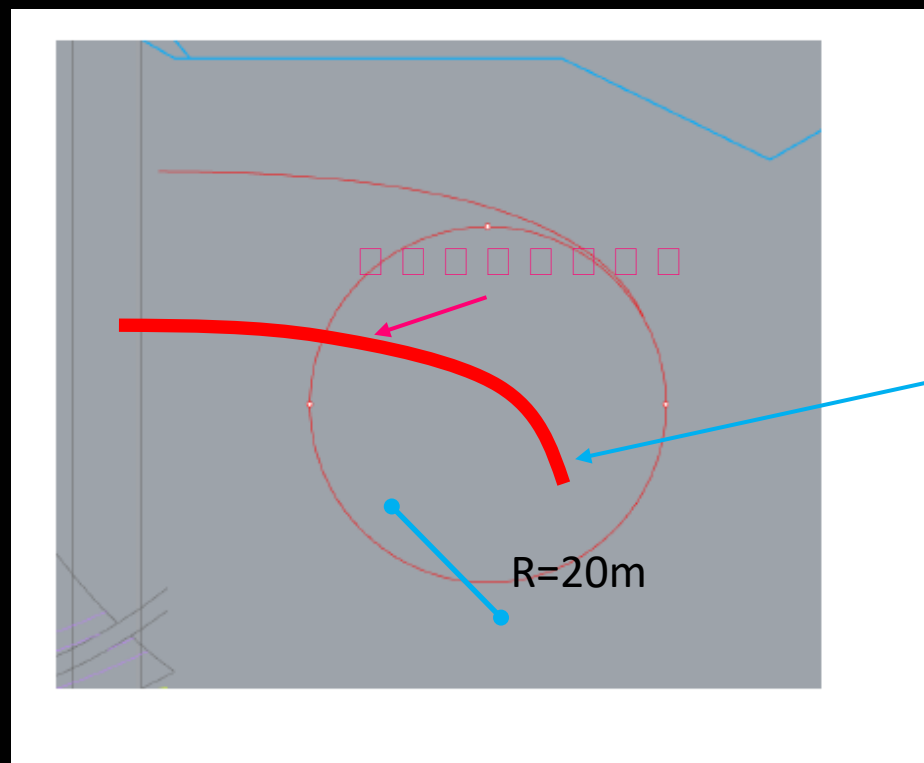
: CAD의 형상정보인 DXF 등에서 모델링 → 축이라는 개념에서 해방되어 지붕 모형 고려 가능



# 지붕 구조 설계의 과제

## 1) 복잡한 형태에 대한 모델링

: 접판의 시공 가능 범위 내에서 자유로운 지붕 형상 검토



접판의 구부림 가공가능  
r=반경20□

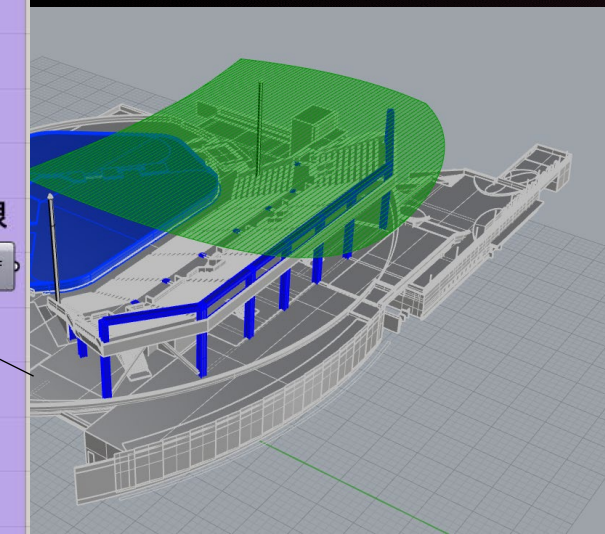
접판의 제작이 가능하며 Design을 실현 가능  
자유곡선으로 지붕을 곡률을 결정



# 지붕 구조 설계의 과제

## 1) 복잡한 형태에 대한 모델링

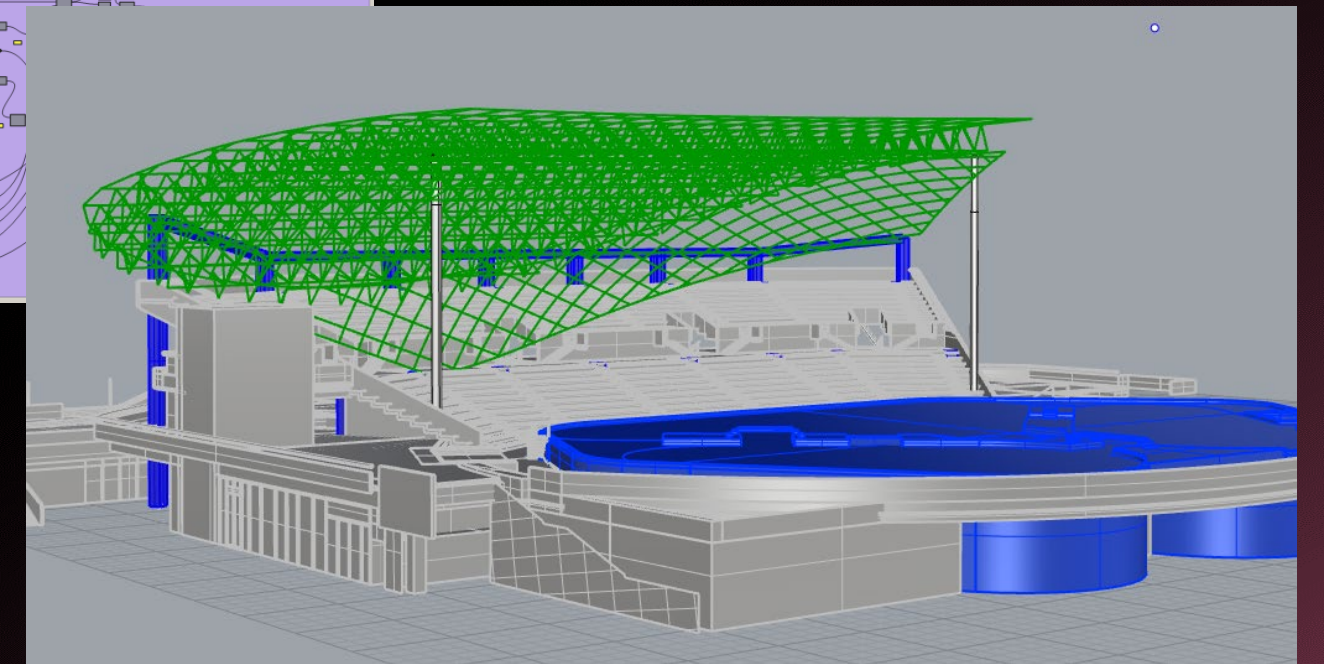
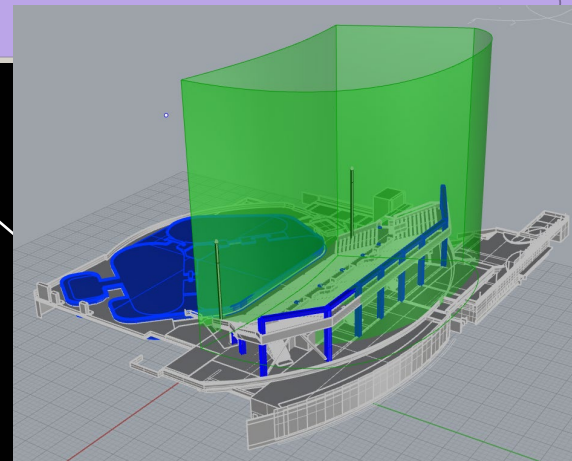
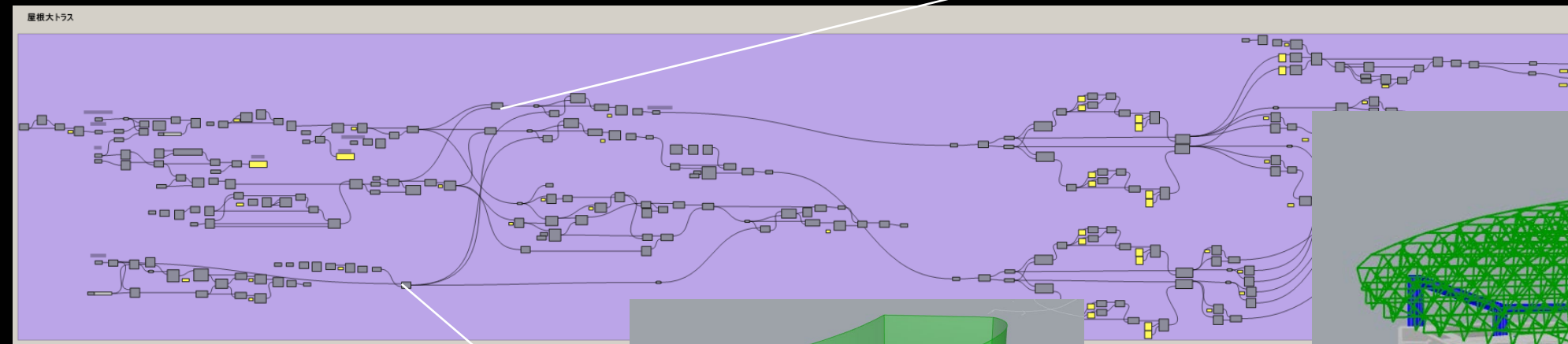
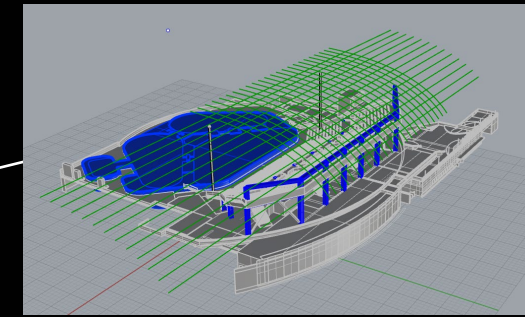
: Rhinoceros+Grasshopper를 사용한 지붕 철골 구조 생성



# 지붕 구조 설계의 과제

## 1) 복잡한 형태에 대한 모델링

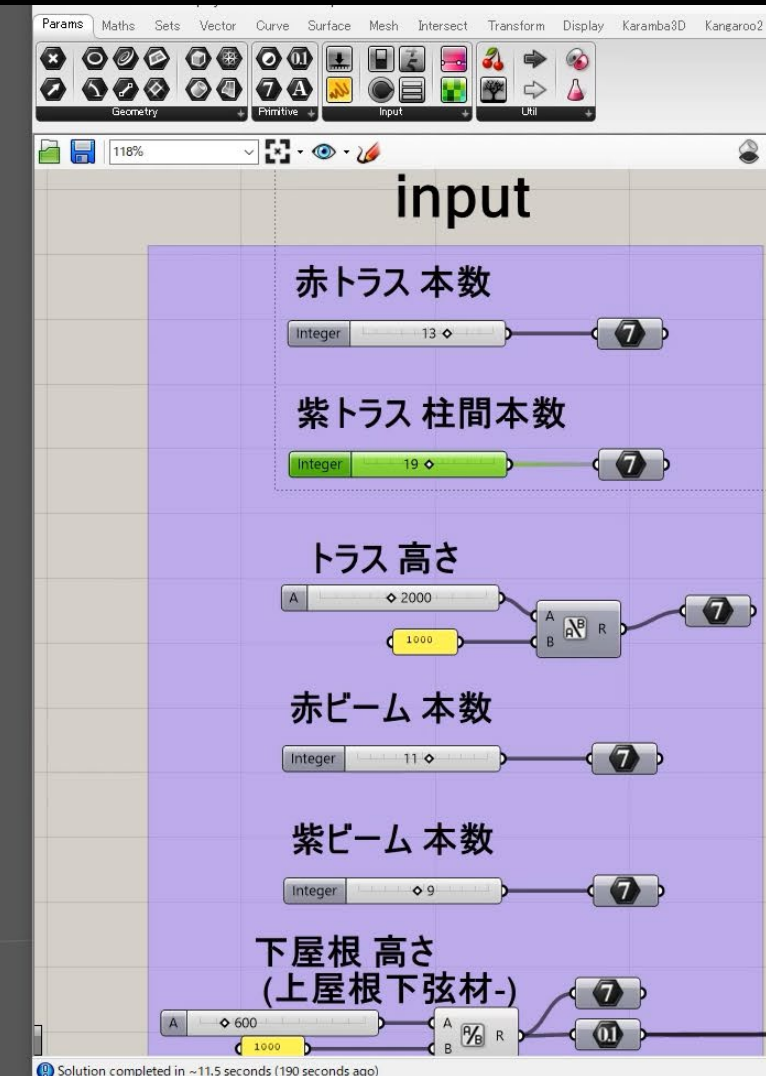
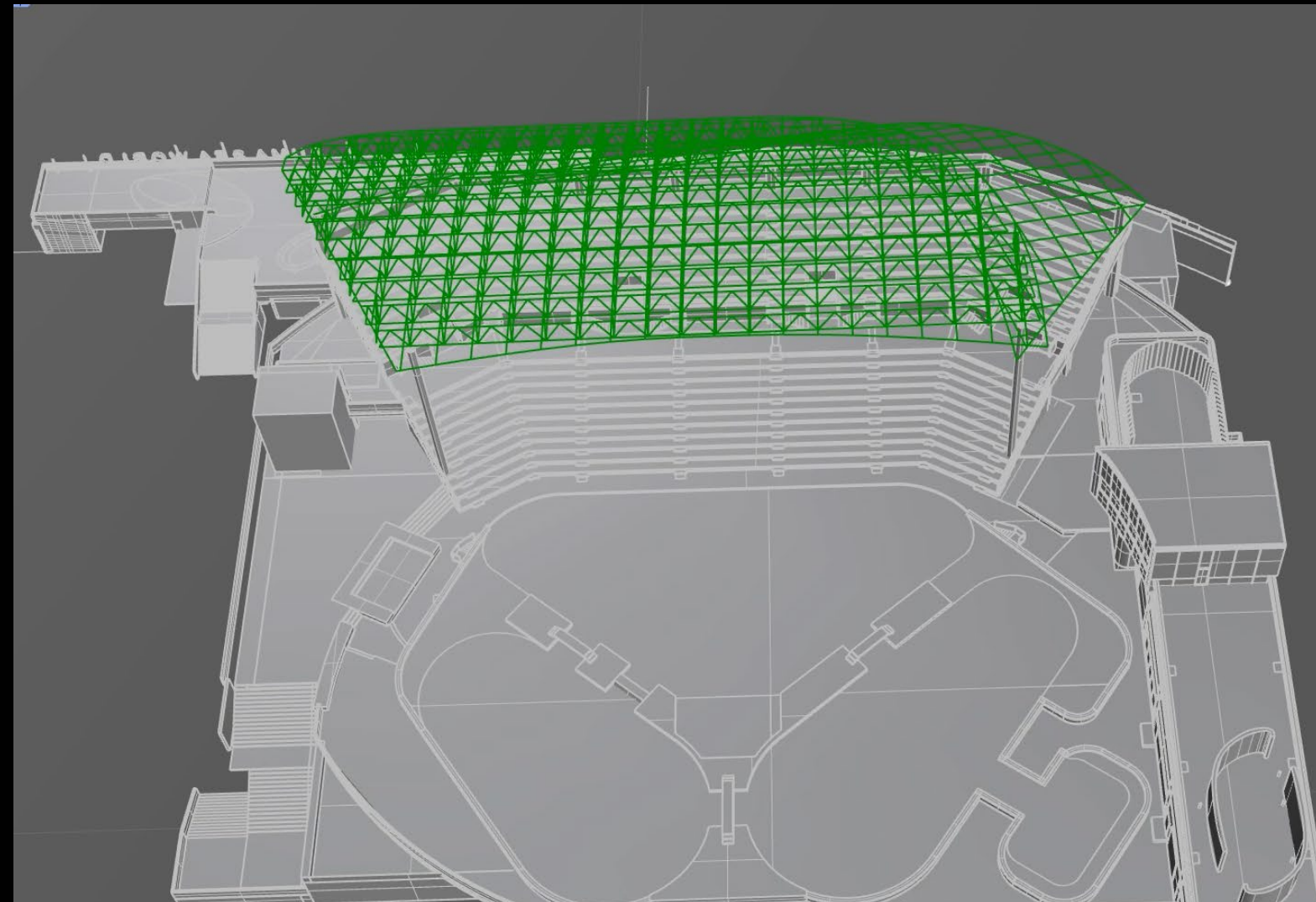
: Rhinoceros+Grasshopper를 사용한 지붕 철골 구조 생성



# 지붕 구조 설계의 과제

## 1) 복잡한 형태에 대한 모델링

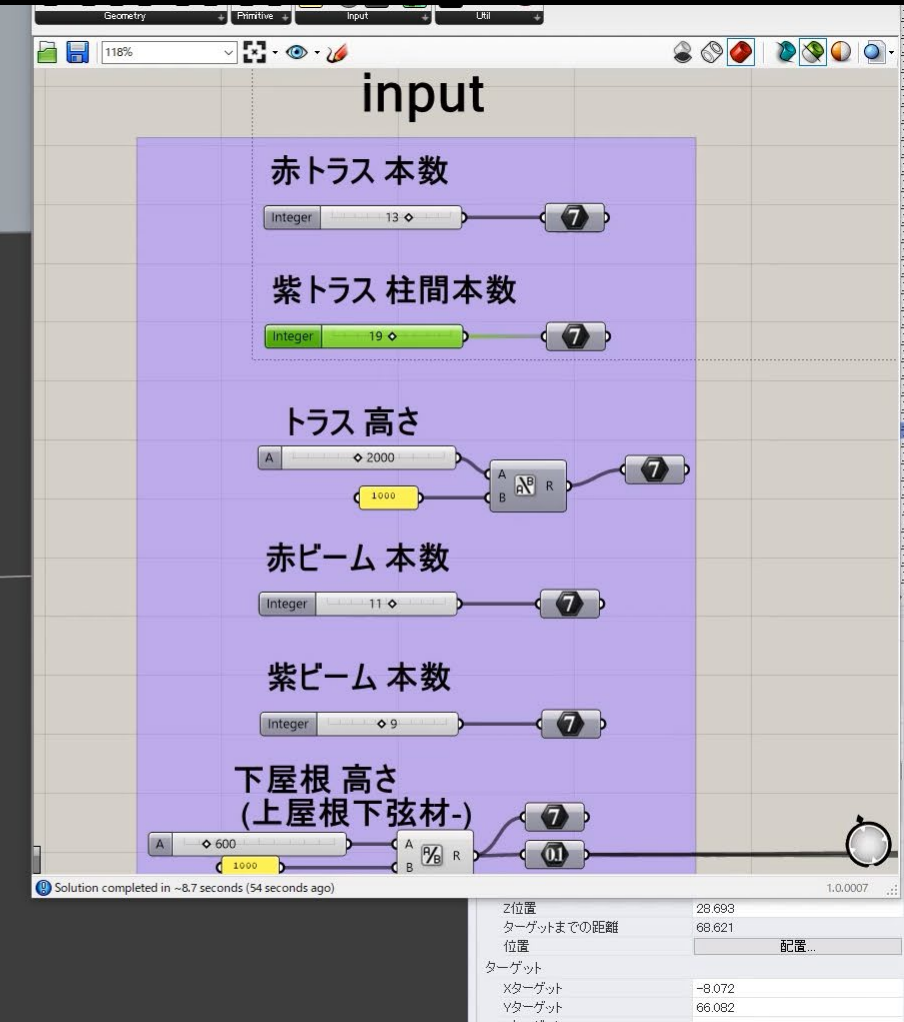
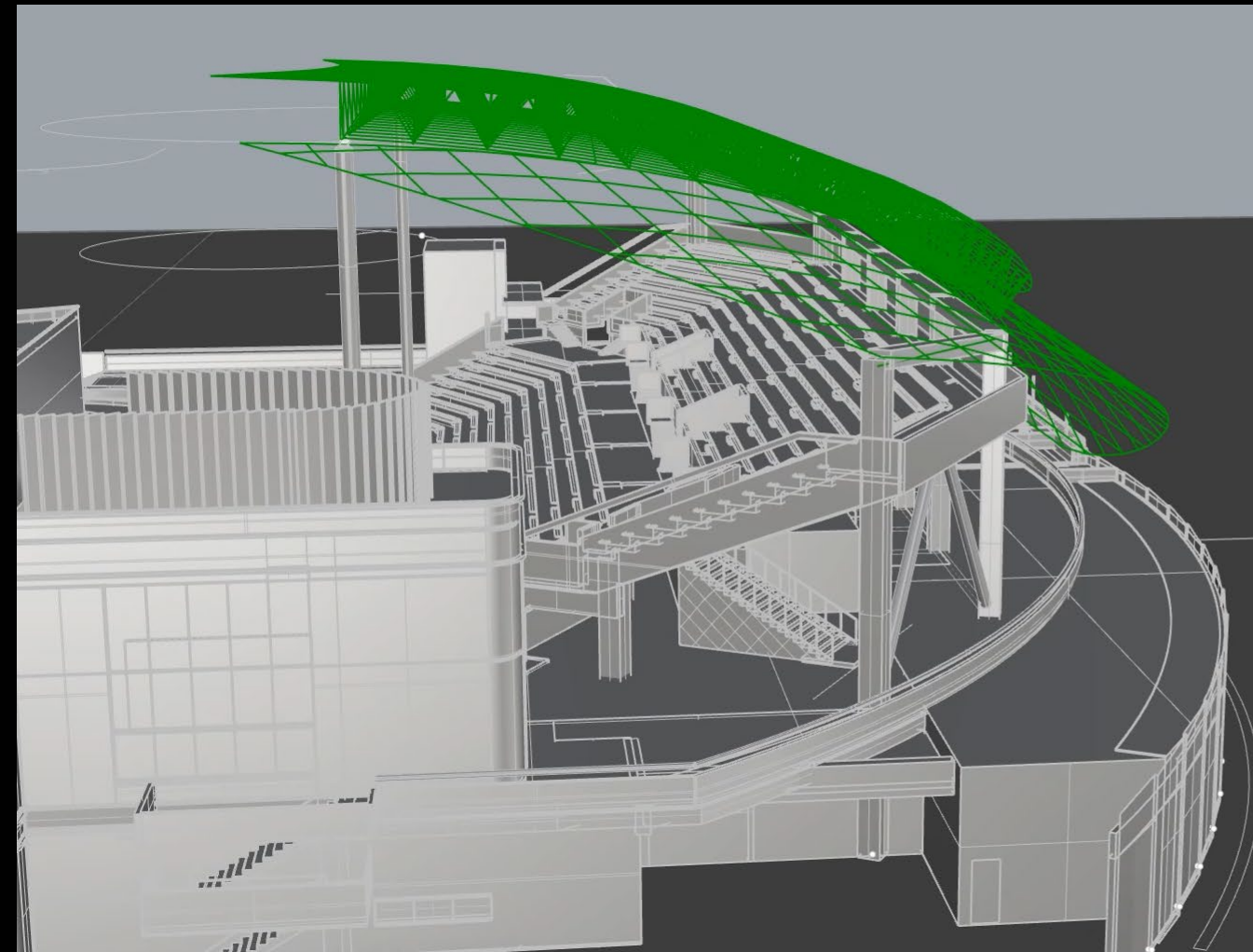
: Rhinoceros+Grasshopper를 사용한 트러스 보의 분할 수 변경



# 지붕 구조 설계의 과제

## 1) 복잡한 형태에 대한 모델링

: Rhinoceros+Grasshopper를 사용하여 트러스 보의 특성을 변경



## 지붕 구조 설계의 과제

### 지붕 구조 설계에서의 과제

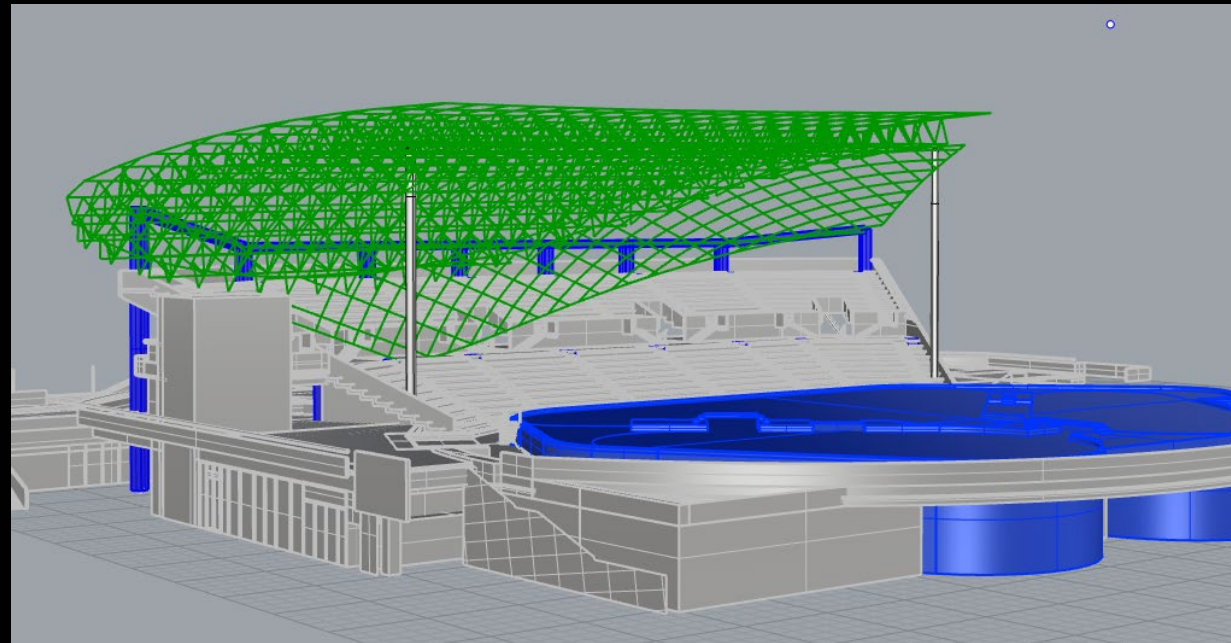
1. 복잡한 형태에 대한 모델링
- 2. 형상 변경으로 인한 대규모 해석 모델 수정 작업**
3. 복잡한 형태로 인해 발생하는 방대한 보고서 및 도면  
(구조도 및 작업도) 작성 작업의 어려움



## 지붕 구조 설계의 과제

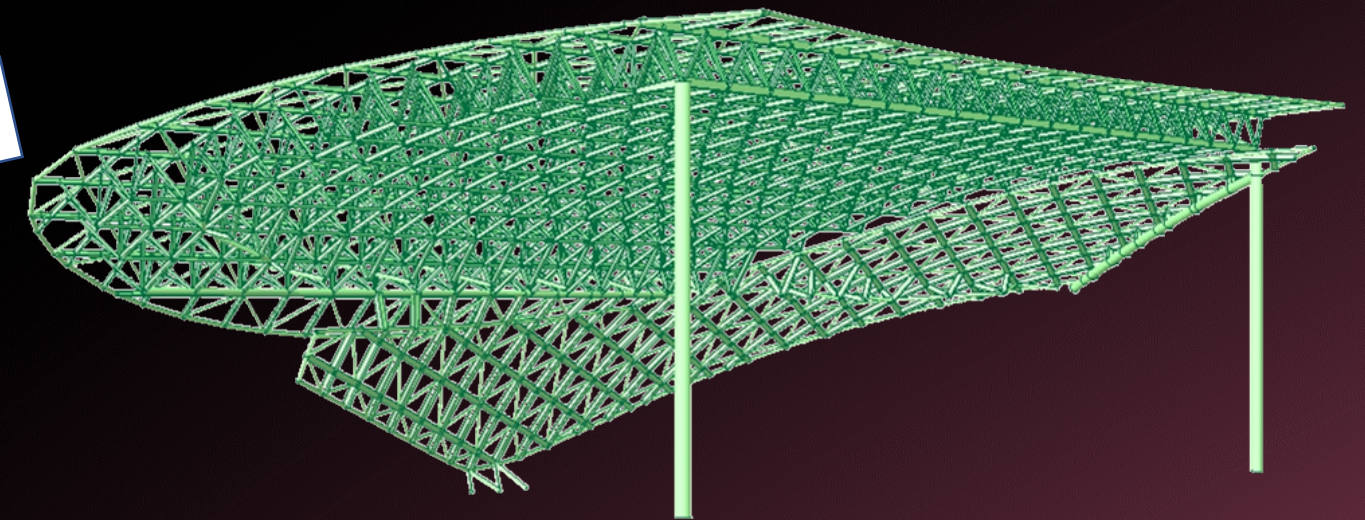
### 2) 형상 변경으로 인한 대규모 해석 모델 수정 작업

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



A

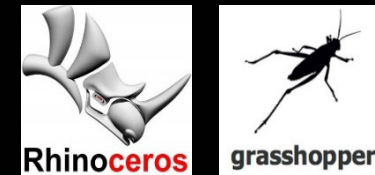
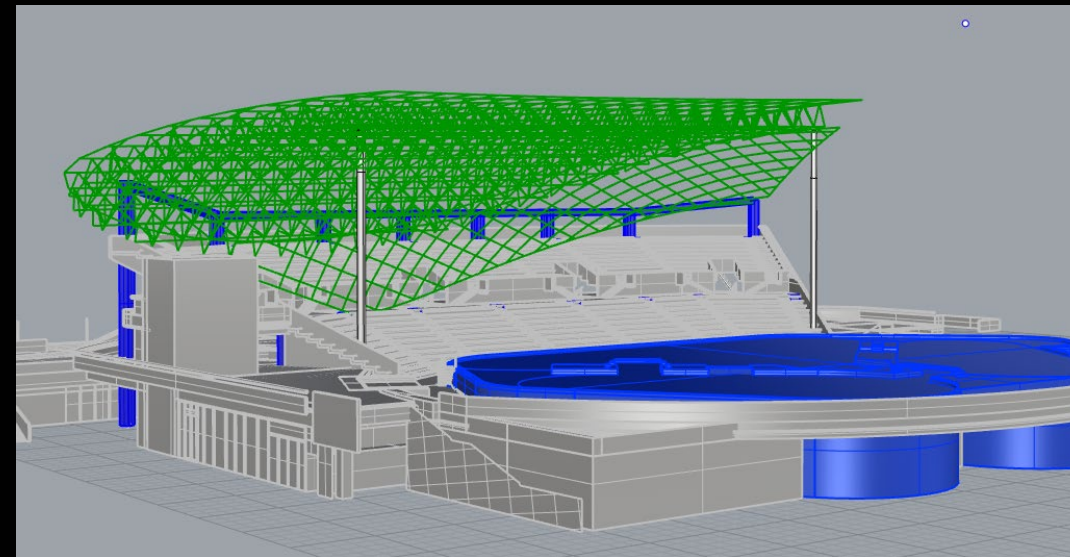
dxg



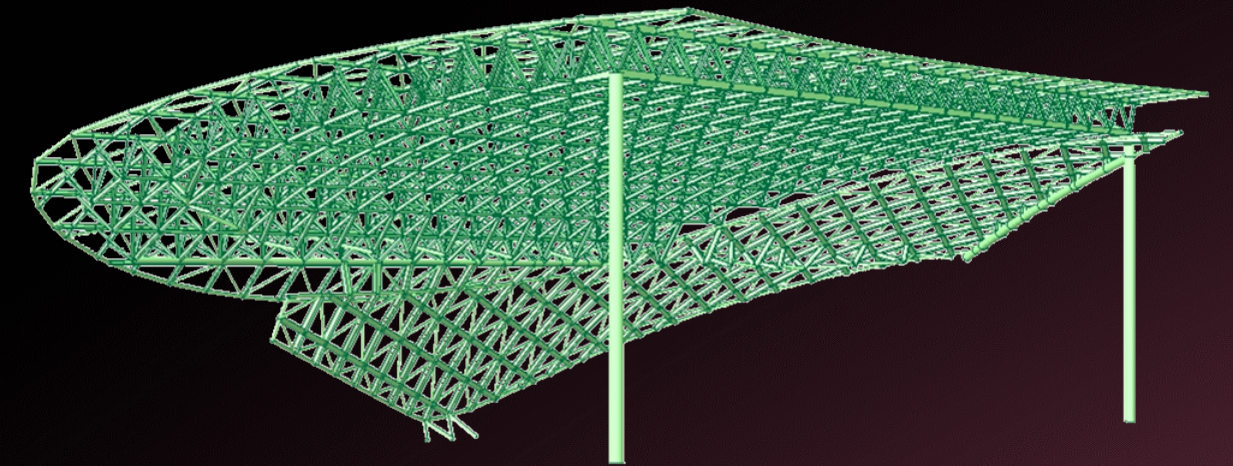
## 지붕 구조 설계의 과제

### 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.

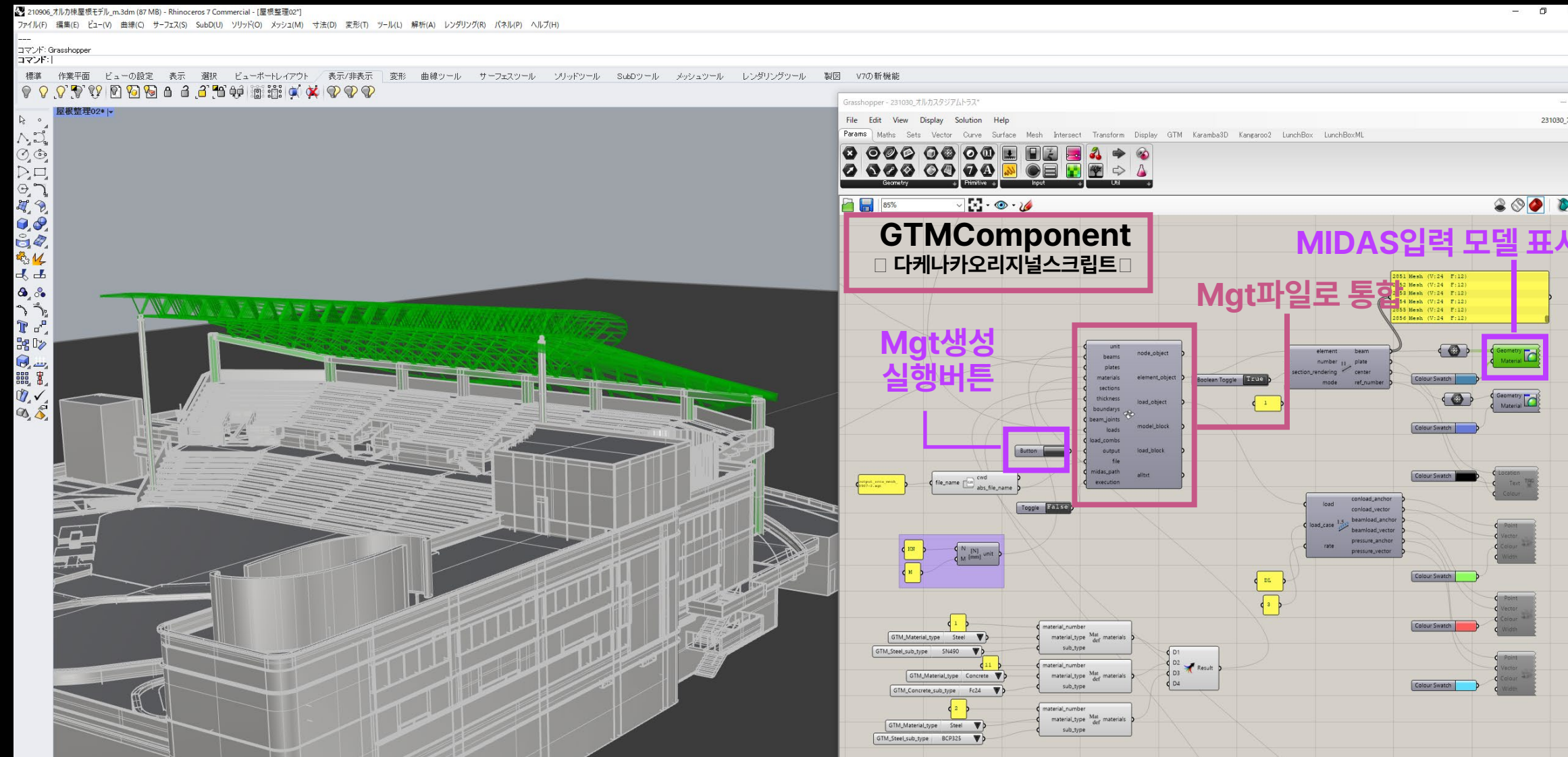


mgt



# 지붕 구조 설계의 과제

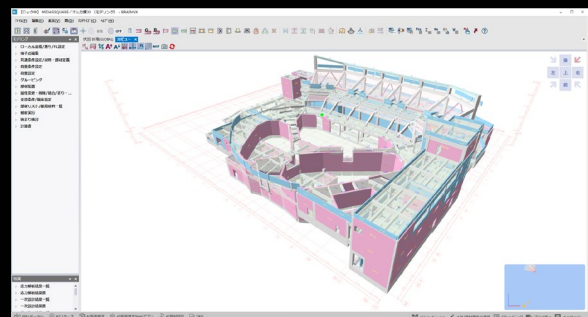
## 2) 형상 변경으로 인한 대규모 해석 모델 수정 작업



# 지붕 구조 설계의 과제

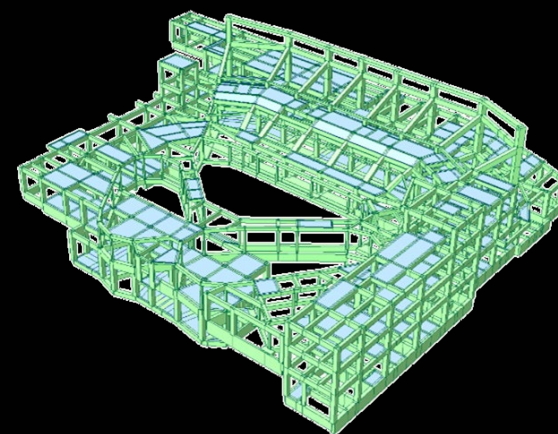
## 2) 형상 변경으로 인한 대규모 해석 모델 수정 작업

BRAINNX

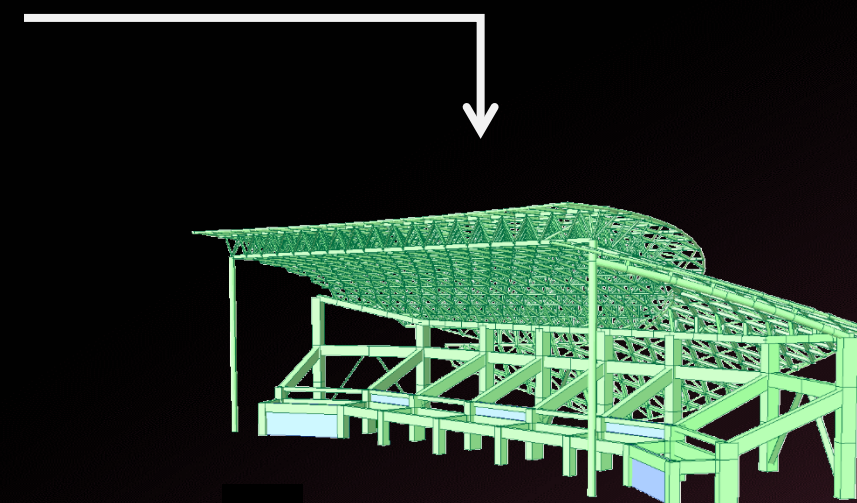


MIDAS Export

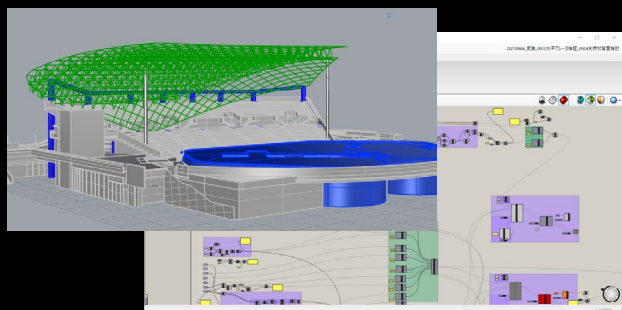
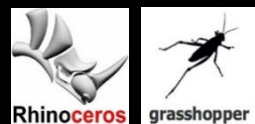
다케나카 오리지널 스크립트



스탠드 모델

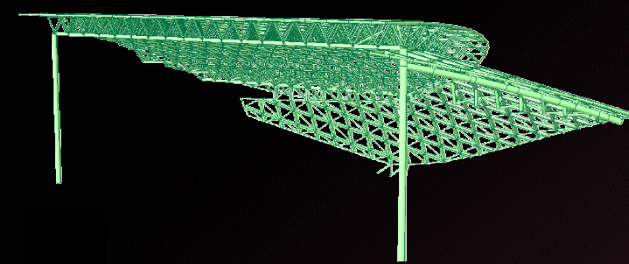


검토용 모델



GTM Component

다케나카 오리지널 스크립트



지붕구조 모델

---

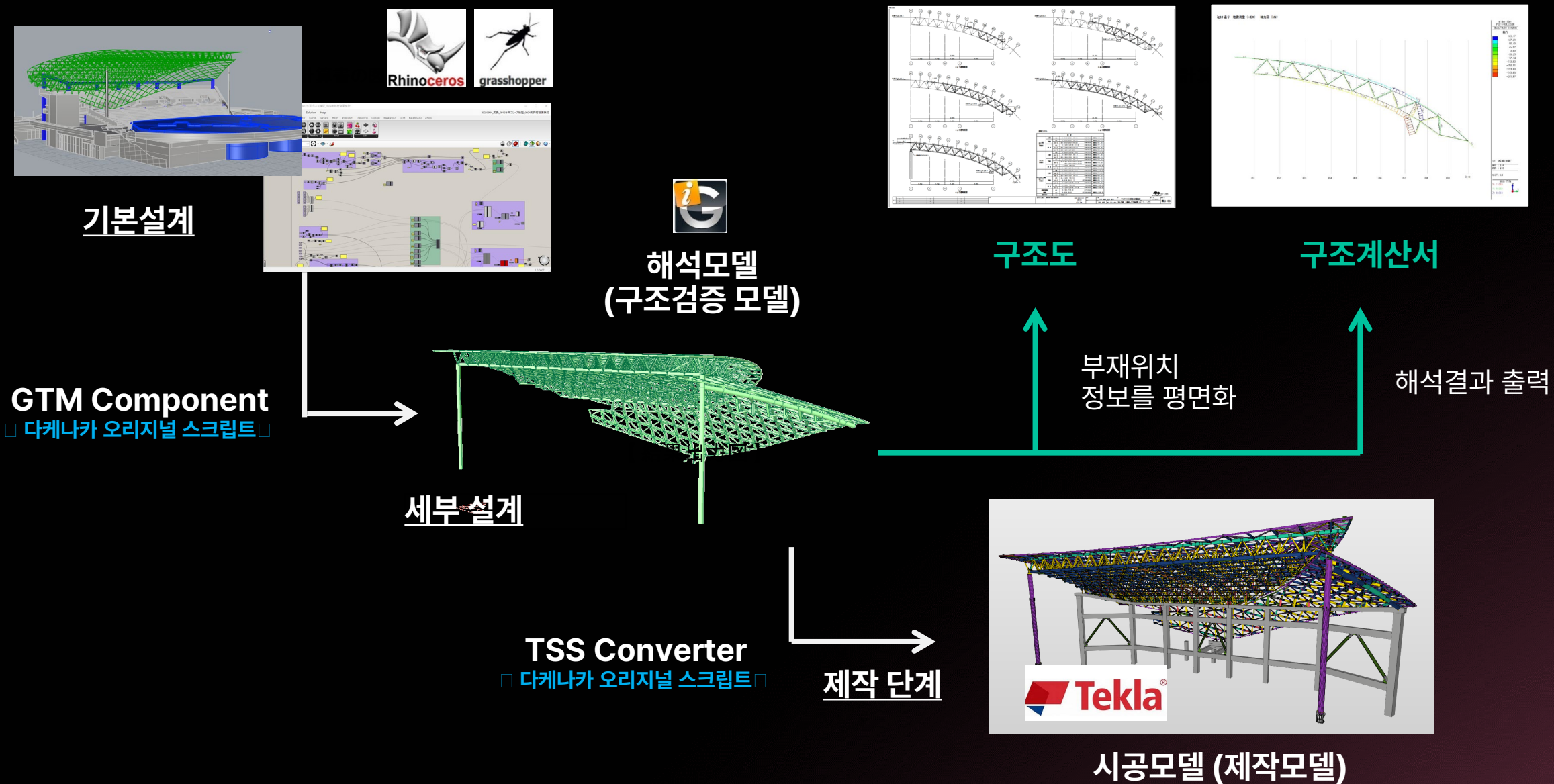
## 지붕 구조 설계의 과제

## 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

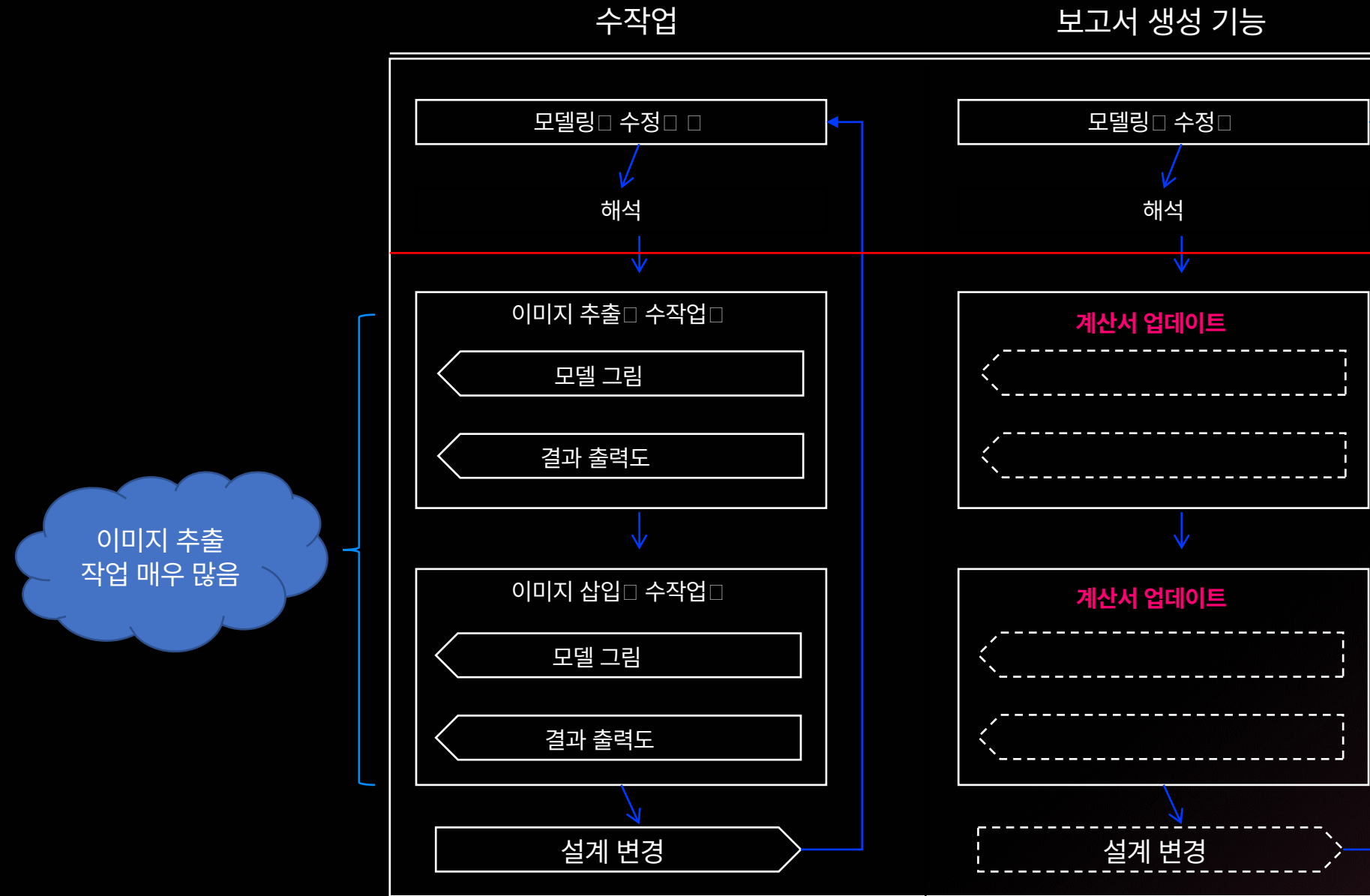
## 3) 복잡한 형태로 인해 발생하는 방대한 보고서 및 도면 (구조도 및 작업도) 작성 작업의 어려움





# 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

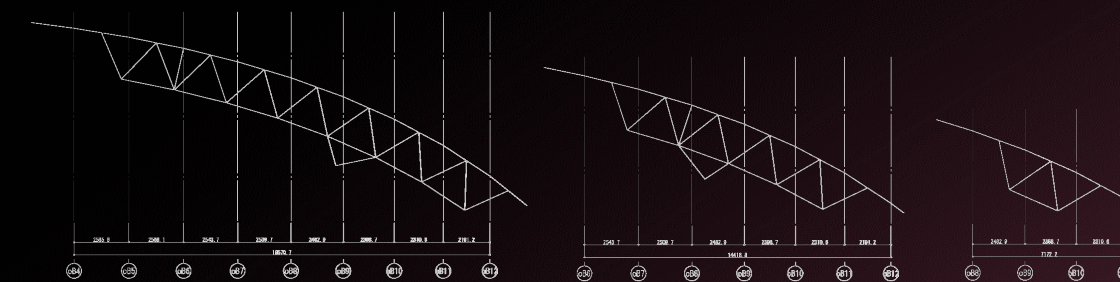
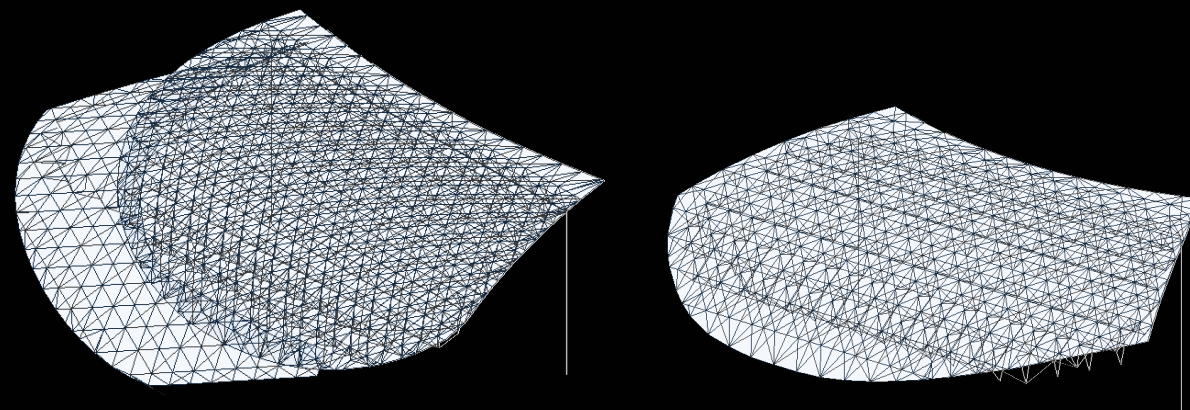
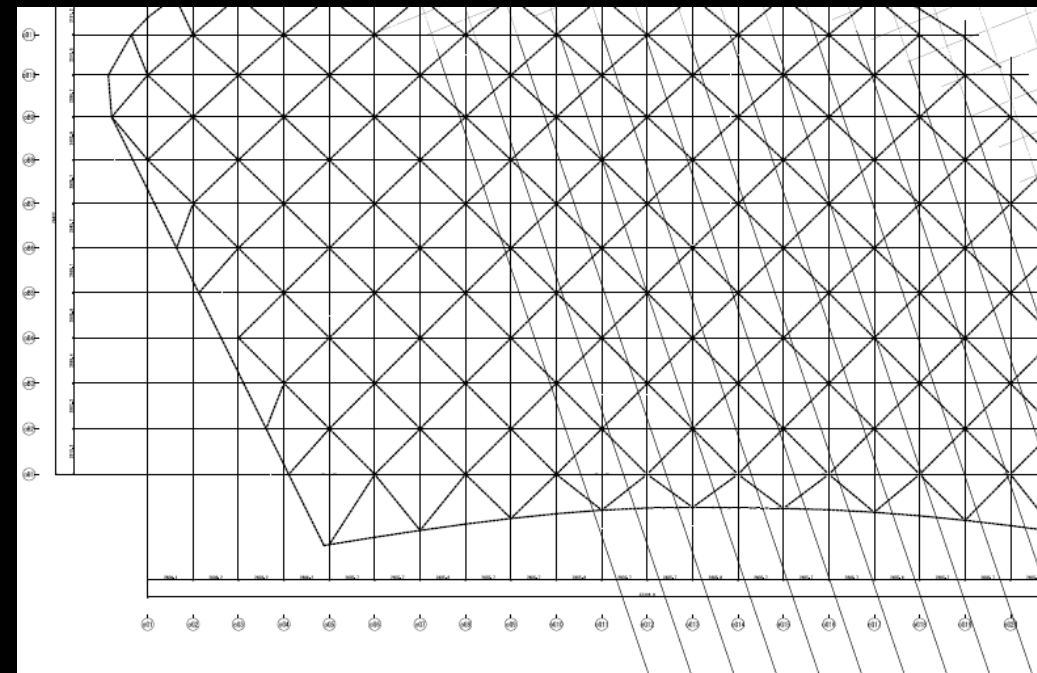
	이미지 추출 횟수
이르카(돌고래)관	25%
오르카(범고래)관	33%



# 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	

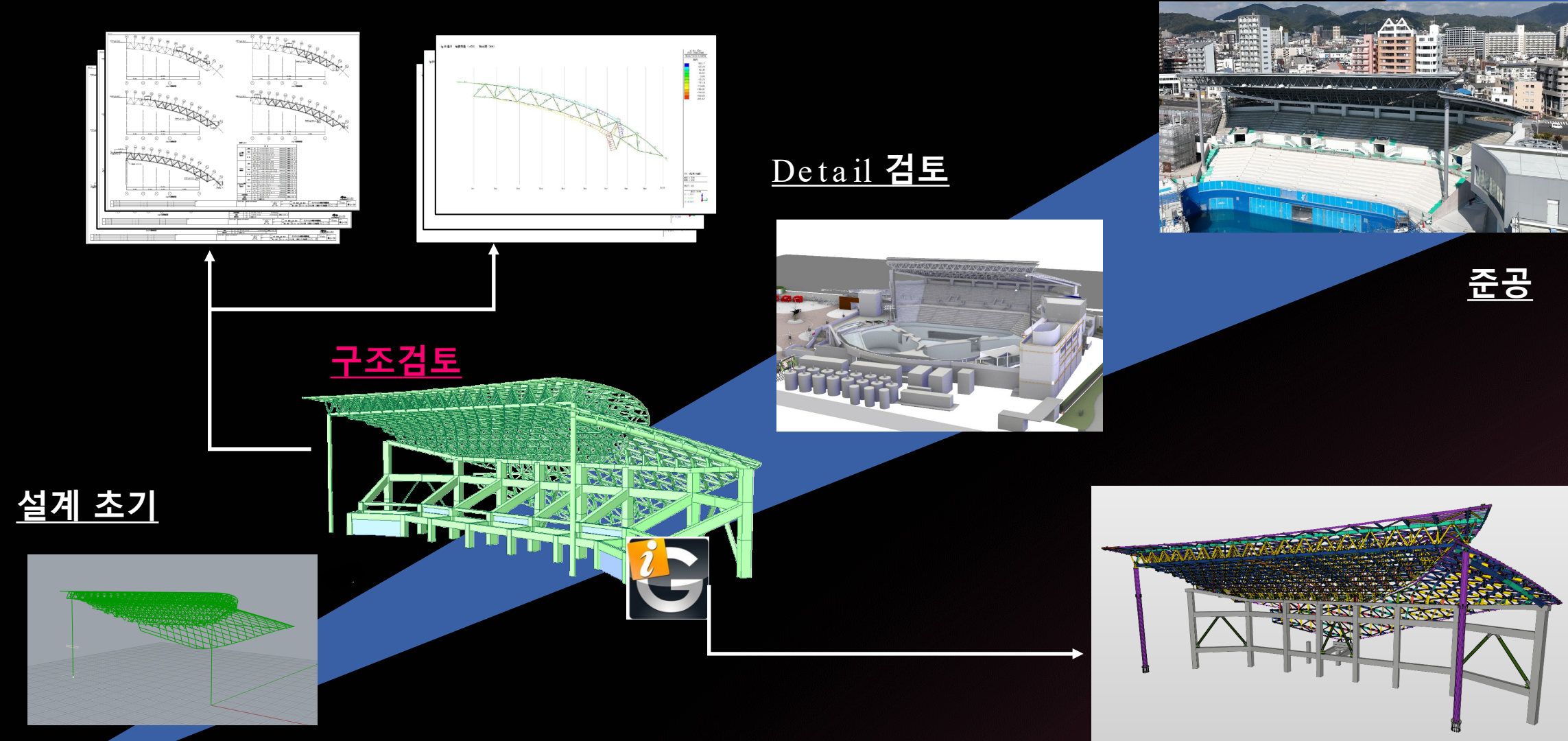


### Drawing를 활용한 구조도 작업의 효율화

- 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

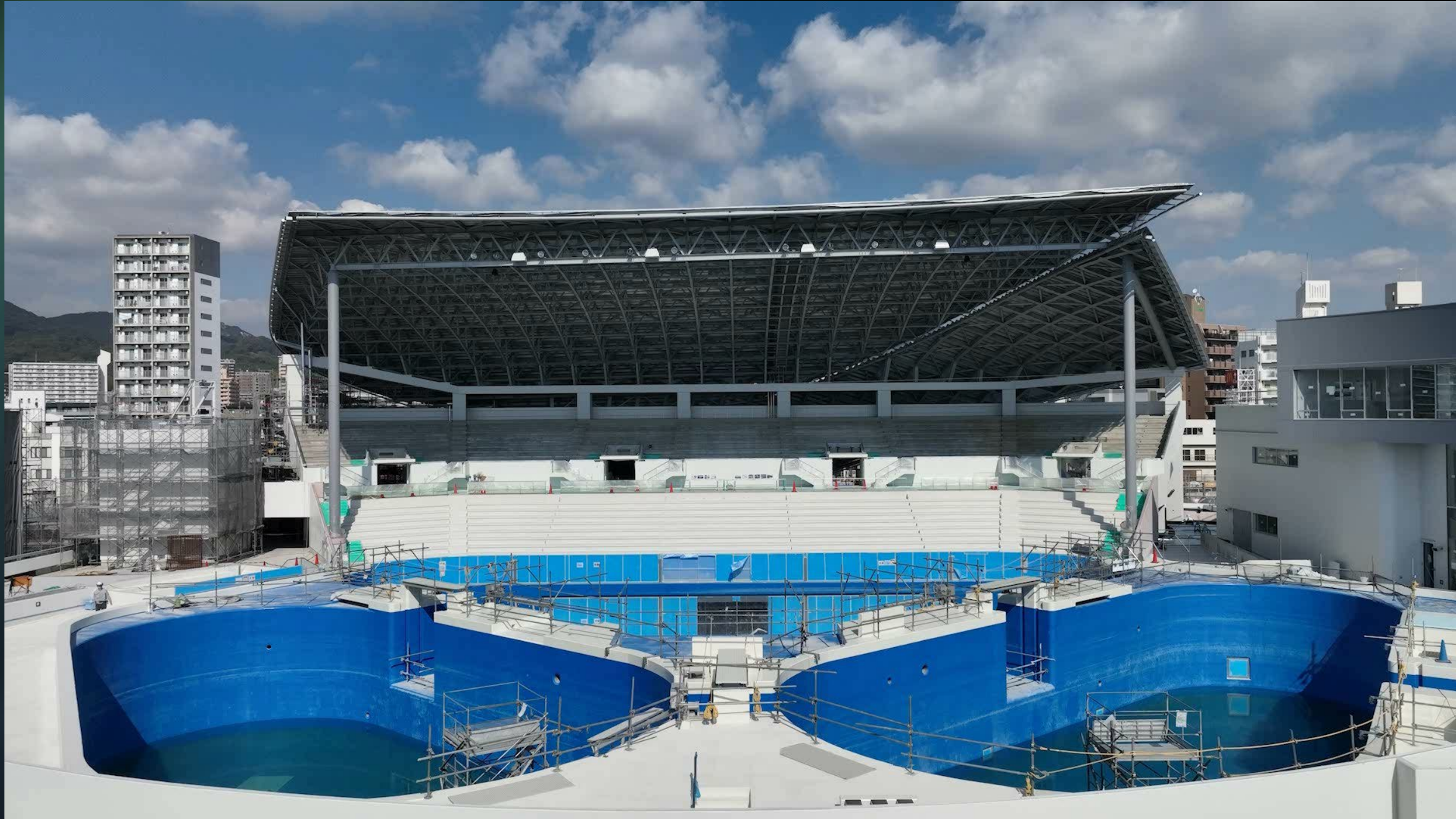
## 3) 복잡한 형태로 인해 발생하는 방대한 보고서 및 도면 (구조도 및 작업도) 작성 작업의 어려움



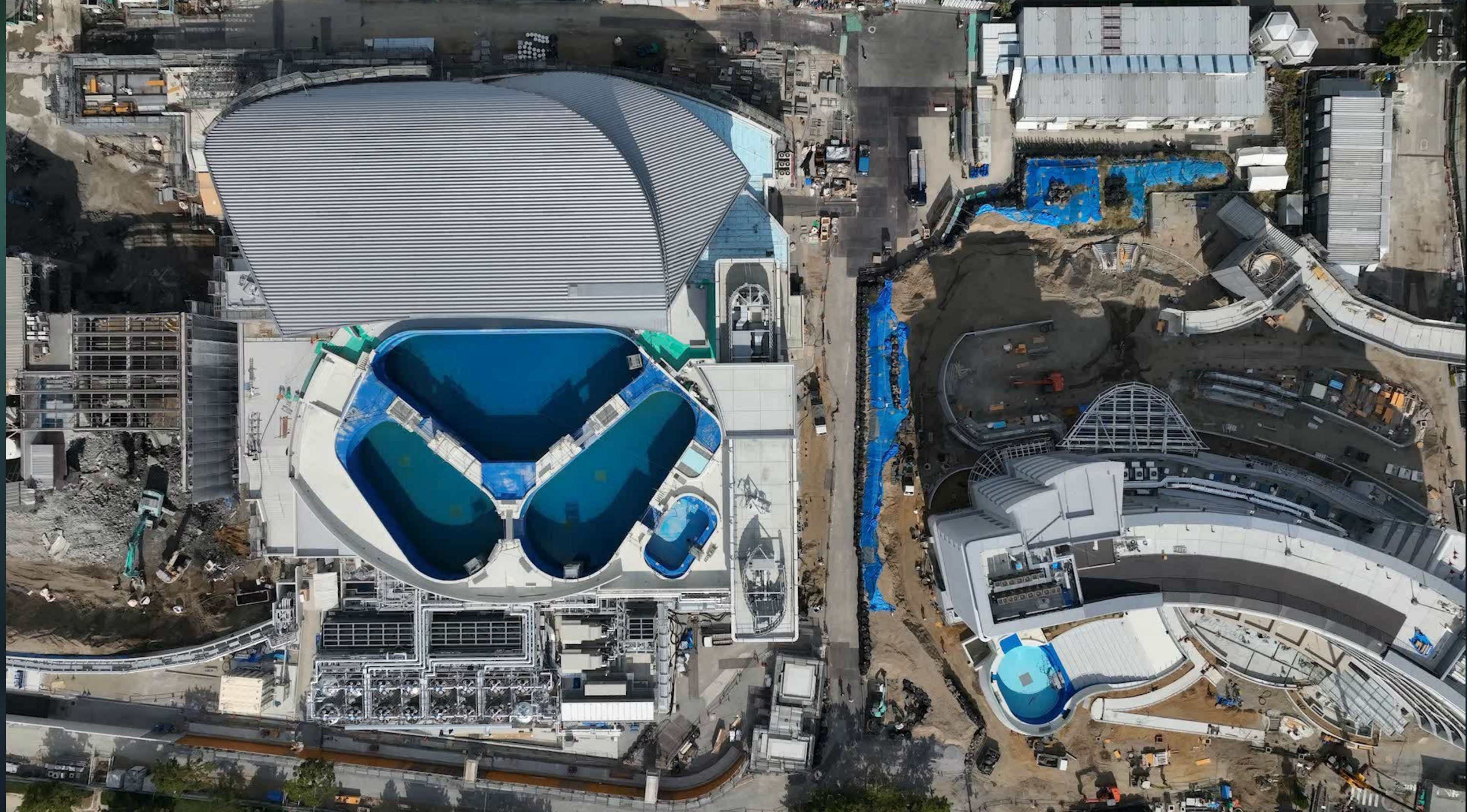
# 04 마치며

준공 사진에 의한 건물 소개





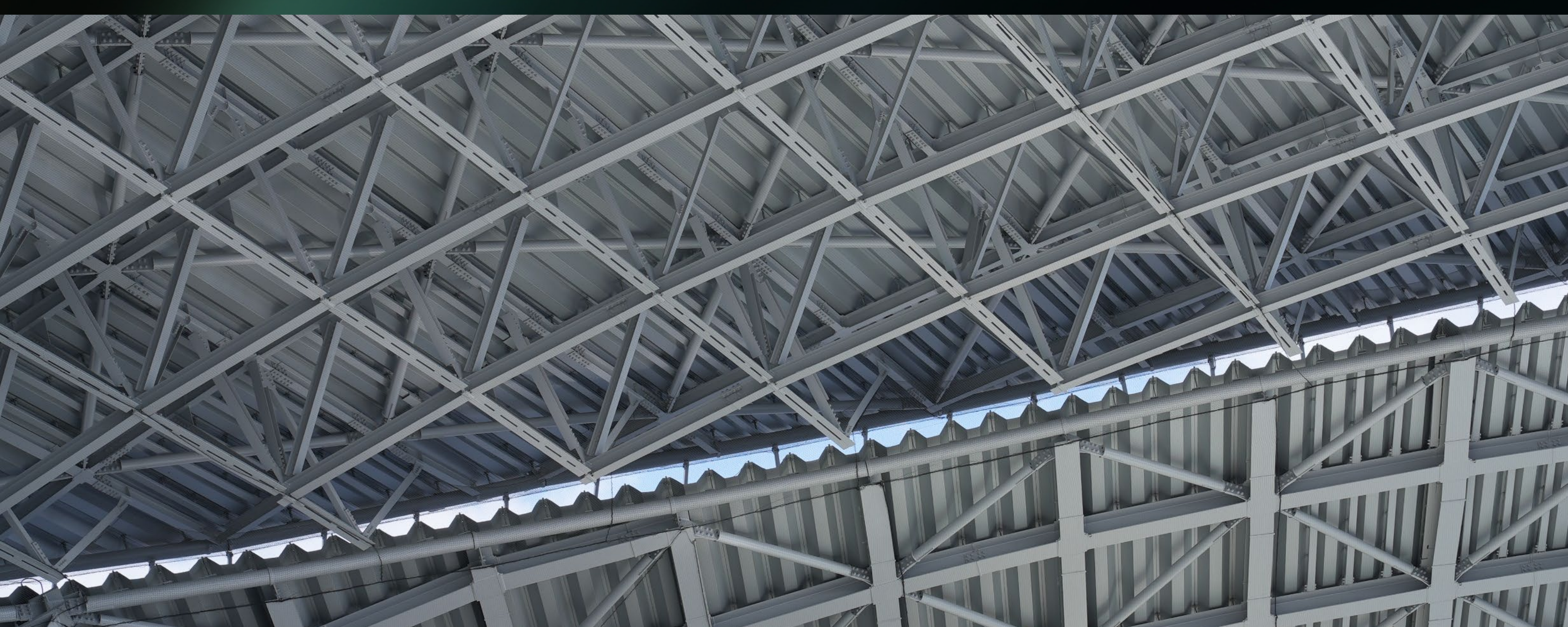




















An aerial, black and white photograph of a coastal city. On the left, a wide beach curves along the ocean. A long, low wall or promenade runs parallel to the beach. To the right of the beach, a large, modern architectural complex with several interconnected, curved buildings is visible. Further right, a multi-lane highway runs parallel to the coast, with several tall apartment buildings or hotels situated behind it. The word "FIN." is printed in white, bold, sans-serif font in the center of the image.

**FIN.**

# 감사합니다

- 타카야마 나오유키, 다케나카 공무원 설계부