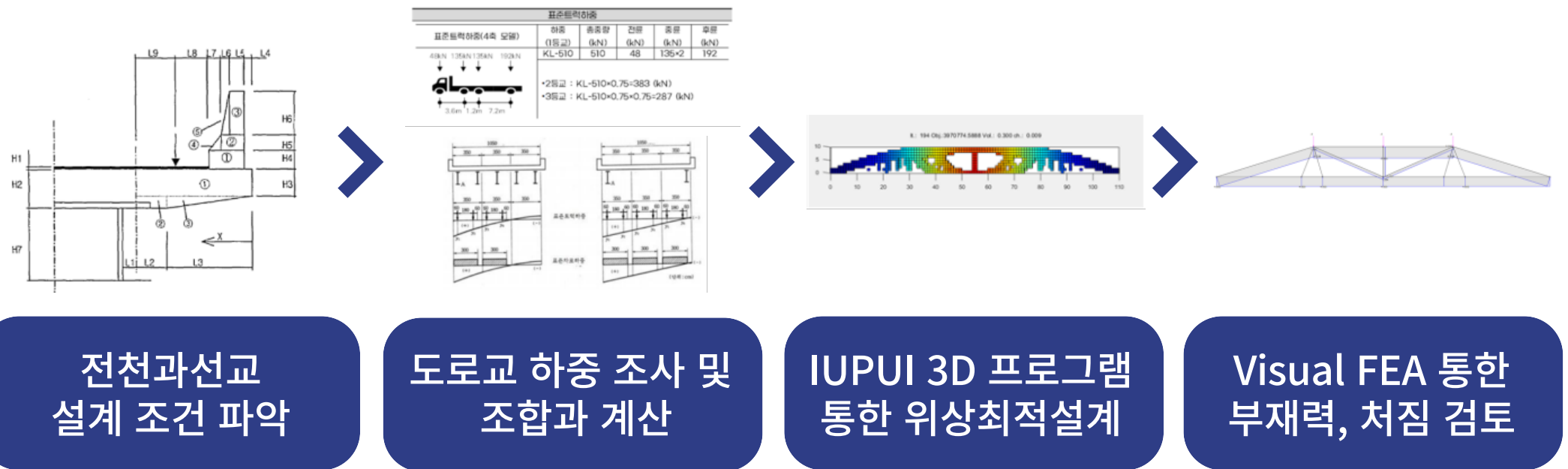


## 01. 프로젝트 개요

### | 프로젝트 배경 및 요약 |

- 분당 정자교 붕괴로 인한 부실시공 교량들에 대한 재시공이 요구되며, 교량 설계 시간 단축의 중요성이 대두됨
- 교량의 전통적인 초기 설계 방식은 여러 차례 변경과 성능 확인 절차를 거쳐야 하는 한계가 있음
- 강원도 동해시에 위치한 전천과선교를 선정하여 교량 붕괴 시의 신속한 재시공을 목표로 설계

### | 프로젝트 진행 과정 |



### | 선행 기본 개념 |

1. 최적화(optimization): 실제값과 예측값 사이의 오차에 대한 함수식인 목적함수를 최적화함으로써, 최적화된 매개변수를 반복 탐색하는 과정
2. 위상 최적화(topology optimization): 주어진 설계 영역 내에서 최적의 재료 분포(밀도)를 찾는 과정

### | 목표 및 기대 효과 |

- IUPUI 3D topology 코드 이용으로 교량 설계 과정 간소화
- 설계 제약조건 만족만이 아닌 안정성과 사용성을 모두 고려
- 위상최적화 기법을 통한 재료의 효율적 배치와 구조의 경량화

## 02. 프로젝트 진행 내용

### | 데이터 수집 |

#### 1. 교량 선정

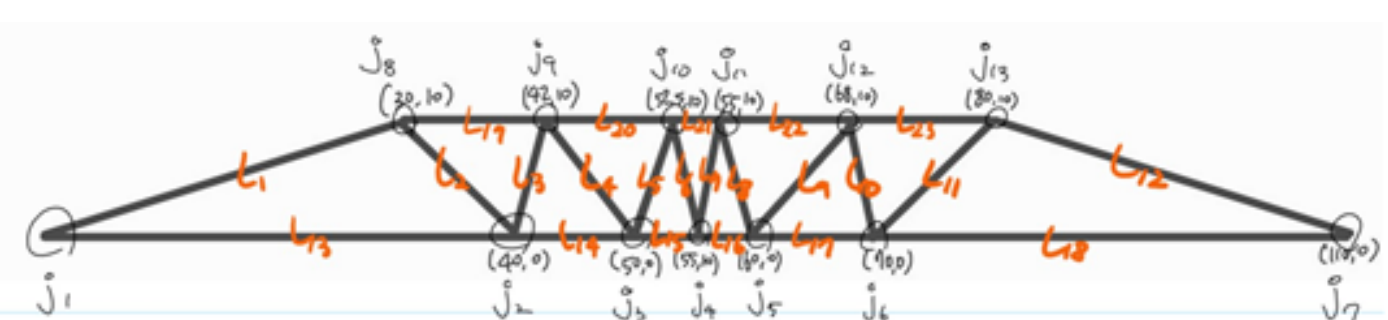
정자교 재원과 비슷한 교량 후보 중 교량 길이 110m, 교폭 10.45m의 '전천과선교' 선정

전천과선교의 특징	
도로 분류	국도 42호선 자동차 전용도로 구간
제한 속도	80km/hr(표지판)
설계 하중	DB-24(43.2t)
허용 차량	화물차 승합차를 포함한 자동차
허용 불가 차량	보행자, 자전거

#### 2. 도로교설계기준과 구조계산서를 바탕으로 한 하중 계산

교량 바닥판: 콘크리트, 트러스 구조물: H형강 강재  
설계 하중: DB-24, 교량 등급: 1등급

$$\begin{aligned}
 j_1 = j_7 &= \frac{7}{2} (L_1 + L_{11}) = 107.814kN \\
 j_2 = j_6 &= \frac{7}{2} (L_2 + L_3 + L_{11}) = 111.904kN \\
 j_3 = j_5 &= \frac{7}{2} (L_4 + L_5 + L_{11}) = 57.3731kN \\
 j_4 &= \frac{7}{2} (L_6 + L_7 + L_{11}) = 46.0557kN \\
 j_8 = j_{10} &= \frac{7}{2} (L_1 + L_2 + L_{11}) + 1292.5kN = 1379.45kN \\
 j_9 = j_{12} &= \frac{7}{2} (L_3 + L_4 + L_{11}) + 1292.5kN = 1361kN \\
 j_{10} = j_{11} &= \frac{7}{2} (L_5 + L_6 + L_{11}) + 1292.5kN = 1346.96kN
 \end{aligned}$$



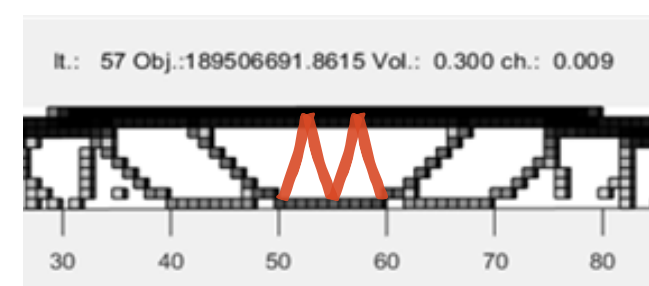
#### 3. 하중 조합

- 1.3D+2.15L (차량이 만재한 경우)
- 1.3D+2.15L (양 가장자리 1/3 만재의 경우)
- 1.3D+2.15L (안전거리 고려한 경우)
- 1D+1E
- 1.3D+1.3w

### | Design 진행 |

#### 4. Matlab을 이용한 IUPUI 3D topology optimization

Sigmund의 99 line topology optimization Matlab code를 이용하여 3차원 위상최적화 형상을 도출해내는 프로그램 가운데 처짐을 매개변수로 하는 IUPUI 3D 프로그램 채택  
가운데가 빈 Warren 트러스 형식의 교량 구조물 형상을 얻음

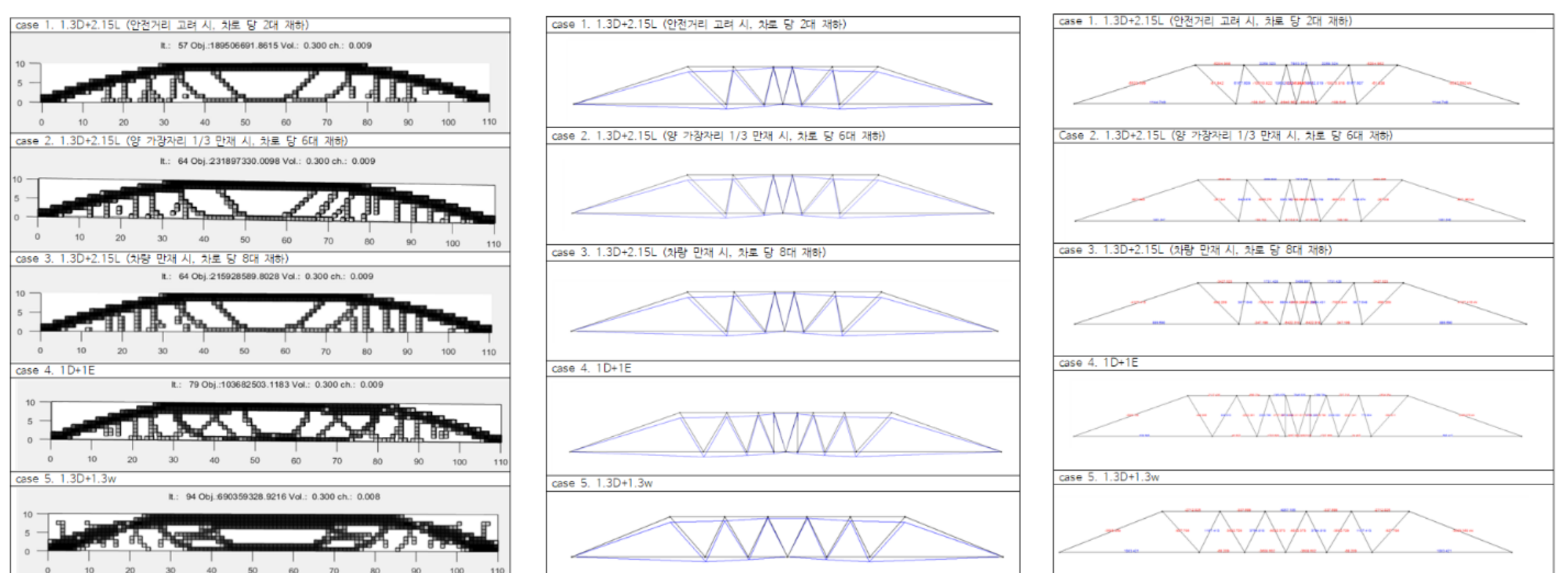


→ 처짐 최소화를 위한 보완 진행

#### 5. Visual FEA 2D Truss 구조 해석

실제 교량에 가해지는 집중하중, 등분포하중을 트러스 절점에 가해지게 등가절점하중으로 바꾸어 계산하여 구조물의 부재력과 처짐값을 계산함

계산 부재력 < 부재의 허용부재력 → 안정성 검토  
계산 처짐량 < 절점 허용침하량 → 사용성 검토



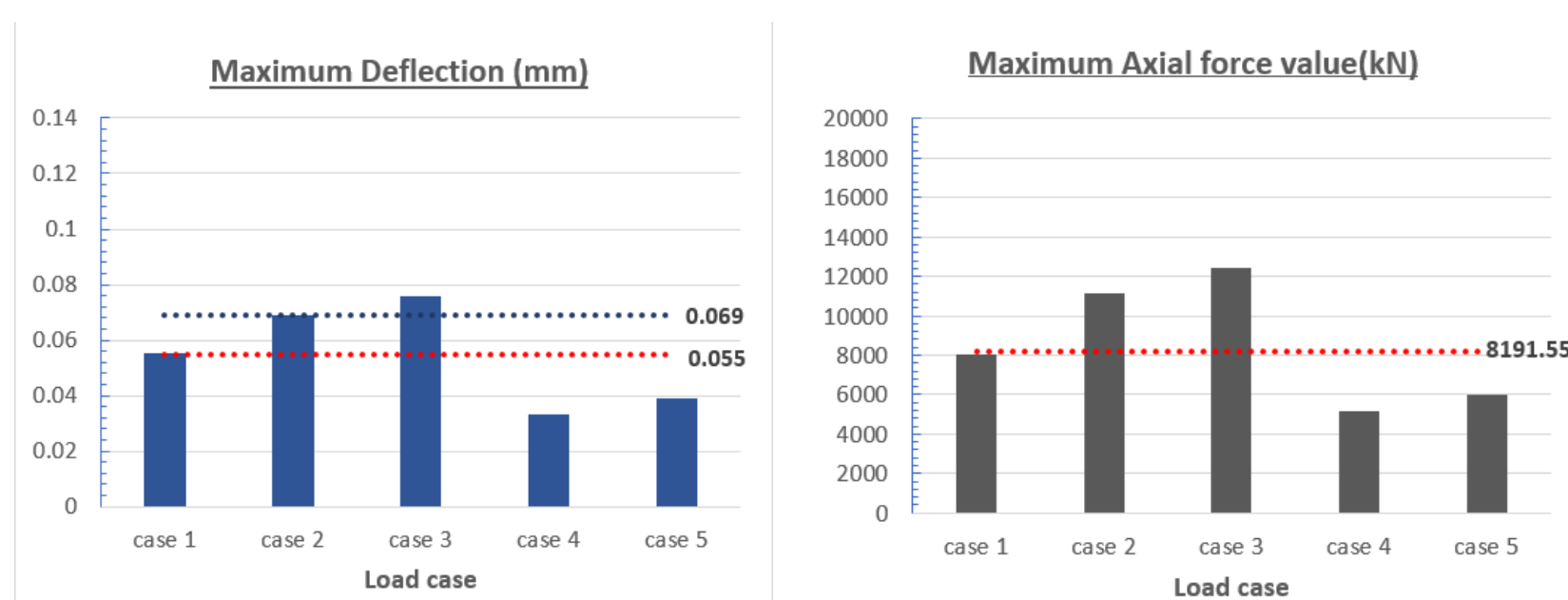
[Topology Optimization]

[Deflection]

[Axial Force Value]

## 03. 프로젝트 결과물

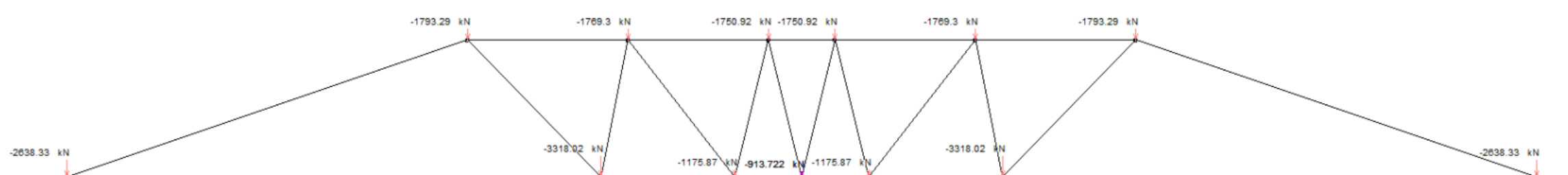
### | 최종 형상 결정 |



- 모든 case 시험 결과 case 1, 4, 5가 침하량과 부재력이 안정적
- case 2, 3에서는 일부가 보수적 허용침하량 초과, 허용부재력 초과

수직하중이 가해지는 case 1  
수평하중이 가해지는 경우 중 가장 처짐이 큰 case 5 → 하중 교차 재하 test

최종적으로 가장 보수적인 형상인 case 1 선정



[최종 트러스교 형상에 하중을 가한 모습]



[표준트럭하중을 추가로 재하한 모습]

최종 형상에 추가적으로 표준트럭하중 재하한 결과, 총 24대 재하까지 허용침하량 범위 내에 포함

- 설계를 위해 고려한 하중조합계수의 영향으로 하중이 실제보다 과도하게 입력됨
- 총 8대 이상 재하 시 안전거리 고려 불가능

보수적 설계 통해 안전한 교량 설계 가능