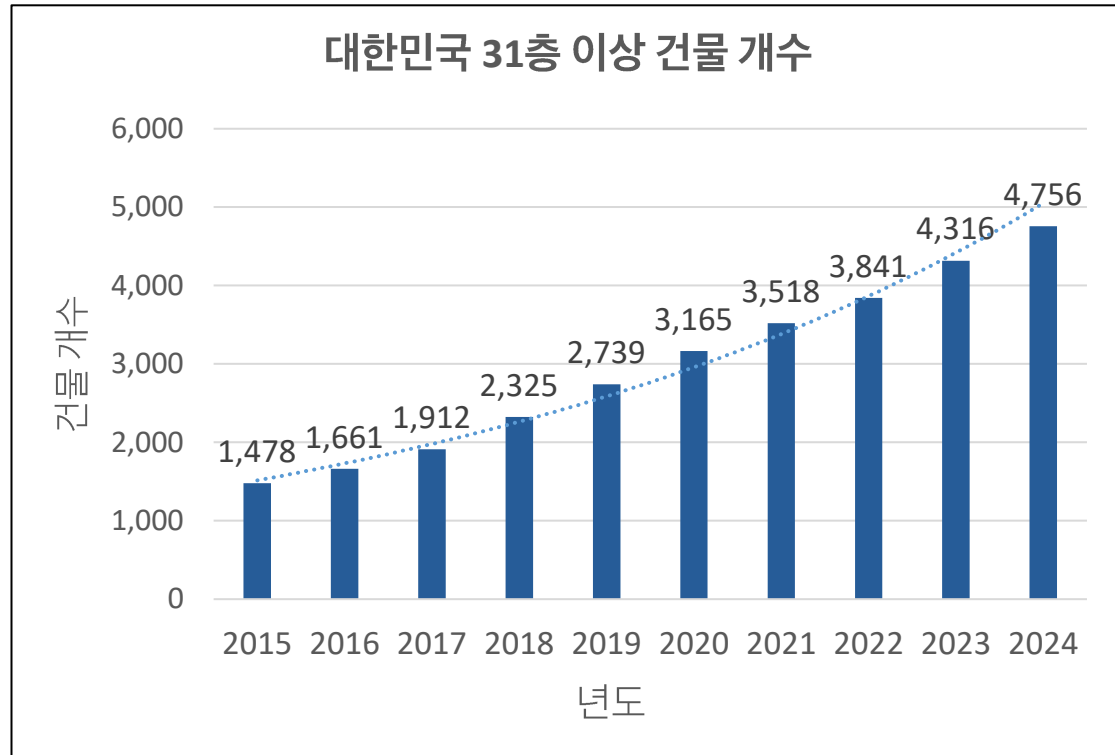


초고층 구조시스템의 성능기반해석을 통한 내진성능평가

김경연, 김승건, 이창훈

1. Introduction

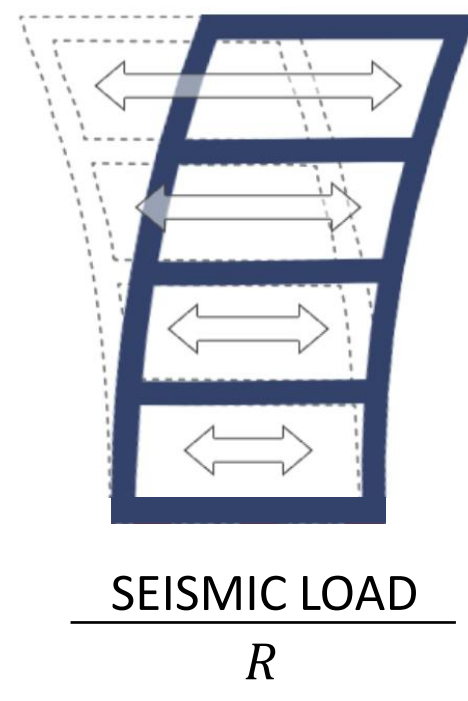
1.1 연구 배경



* 국토교통부-건축물 통계, 층수별 건축물 현황

현행 내진설계기준(KDS)은 구조 시스템별로 반응수정계수(R)를 제시하여 내진설계를 간소화하고 경제성을 확보하도록 합니다. 그러나 특정 구조 시스템에 대해 건물의 **고유주기(높이) 변화**를 고려하지 않고 **확실적인 R값을 적용**하고 있어 다음과 같은 문제점을 야기할 수 있습니다.

초고층 건물의 높이에 따른 동적 특성 변화를 고려하지 않고 단일 반응수정계수(R)를 적용하는 것은, 실제 비탄성 거동을 예측하지 못하는 **비합리적인 접근**이며, 이는 R값 과대평가 시 **안전성** 부족 문제, 과소평가 시 **비경제적인** 설계로 귀결되는 심각한 문제를 야기합니다.



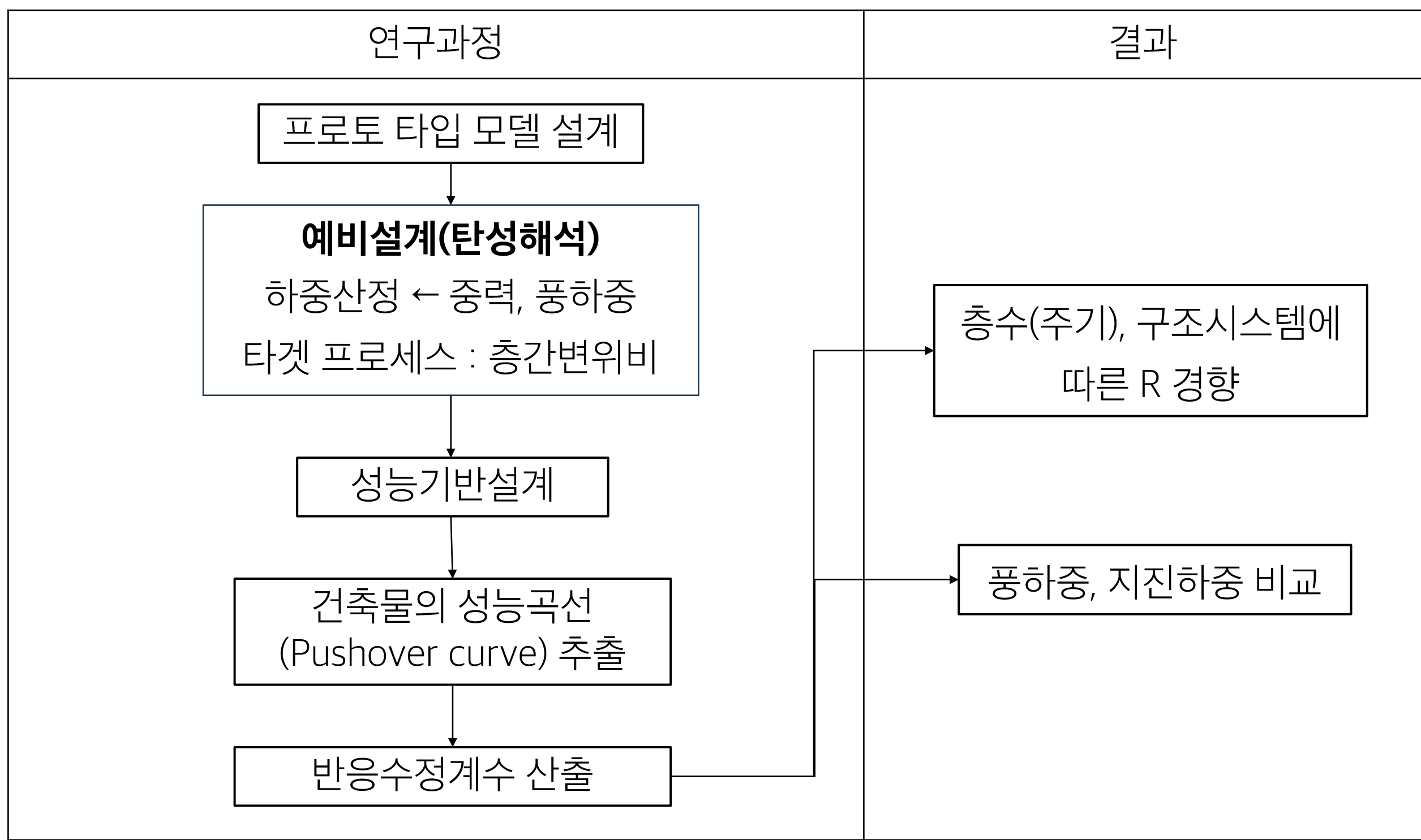
1.2 연구 목표

본 연구는 이러한 문제의식에서 출발하여, 성능기반해석을 통해 초고층 건축물 내진설계의 핵심 변수인 반응수정계수(R)의 합리성을 검토하고, 보다 신뢰성 있는 설계 방향을 제시하는 것을 목표로 합니다.

- 분석:** 층수(주기) 및 구조 시스템 변화에 따른 **R값의 경향성 분석**
- 평가:** 현행 설계기준(KDS)에서 제시하는 **R값의 적정성 평가**
- 비교:** 초고층 영역에서 **풍하중과 지진하중의 지배성 비교 분석**

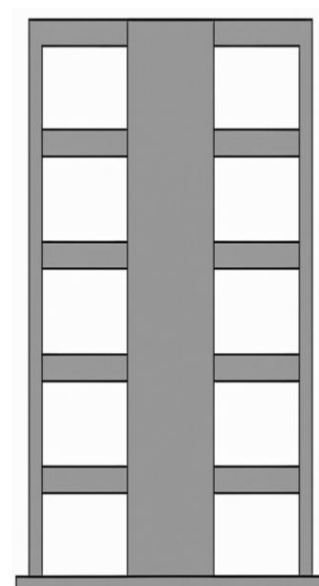
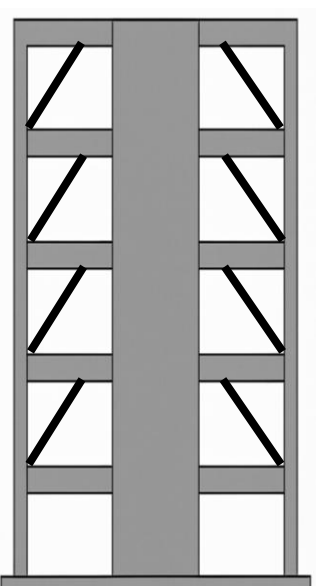
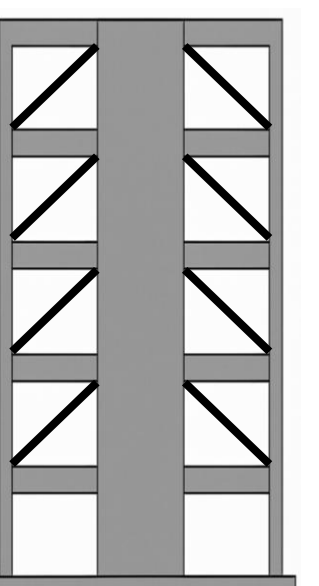
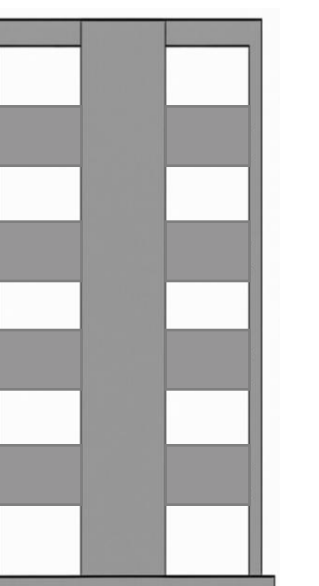
2. Research Process

2.1 연구과정



3. Analysis Building

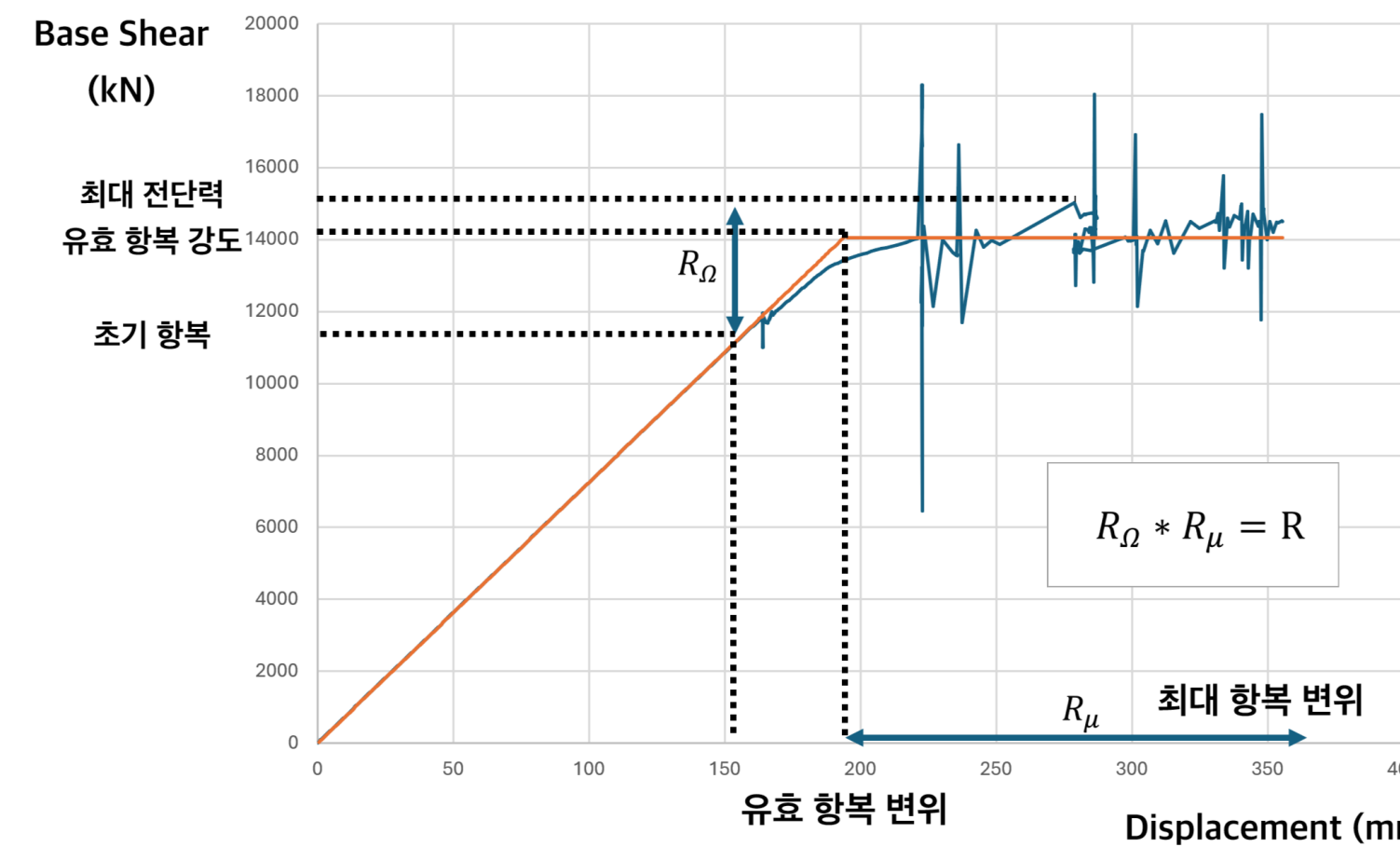
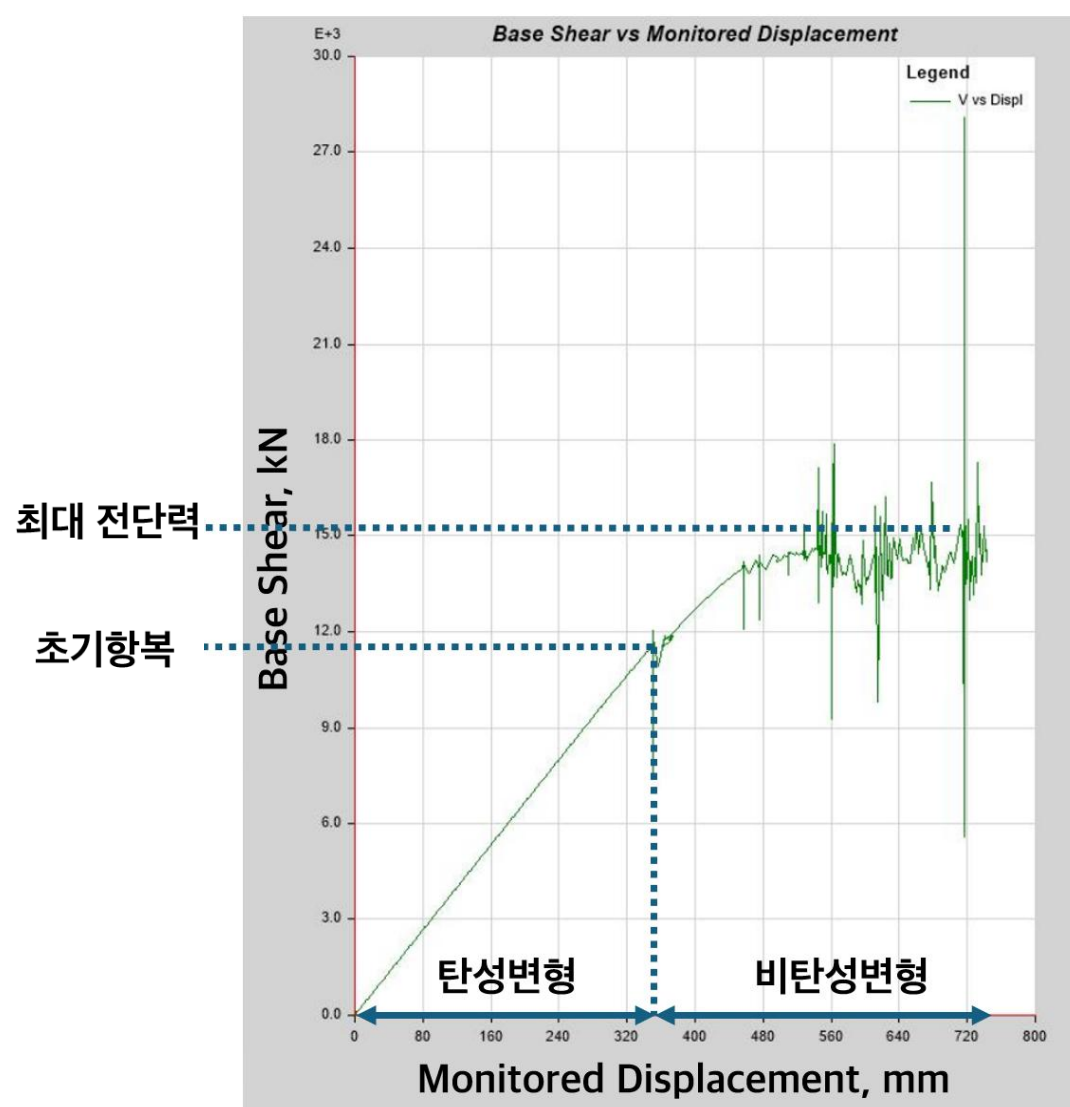
3.1 주요 해석 변수

변수	분석 대상
층수(주기)	50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90층
구조시스템	 모멘트 저항골조  편심 가새  일반 가새  아웃리거

- 층수 (고유주기):** 층고 증가에 따른 고유주기 및 동적 특성 변화를 분석하기 위해, **50층부터 90층까지** 5개 층 단위로 해석 모델을 구성
- 구조 시스템:** 시스템별 내진성능의 차이를 비교·평가하기 위해, 전단벽을 기반으로 하는 4가지 대표적인 복합 구조 시스템을 변수로 설정
- 2D 모델링 상세:** 가로 길이: 54m, 건물 높이: 200m ~360m, 층고: 4m

4. R-Factor Calculation

4.1 반응수정계수 산출

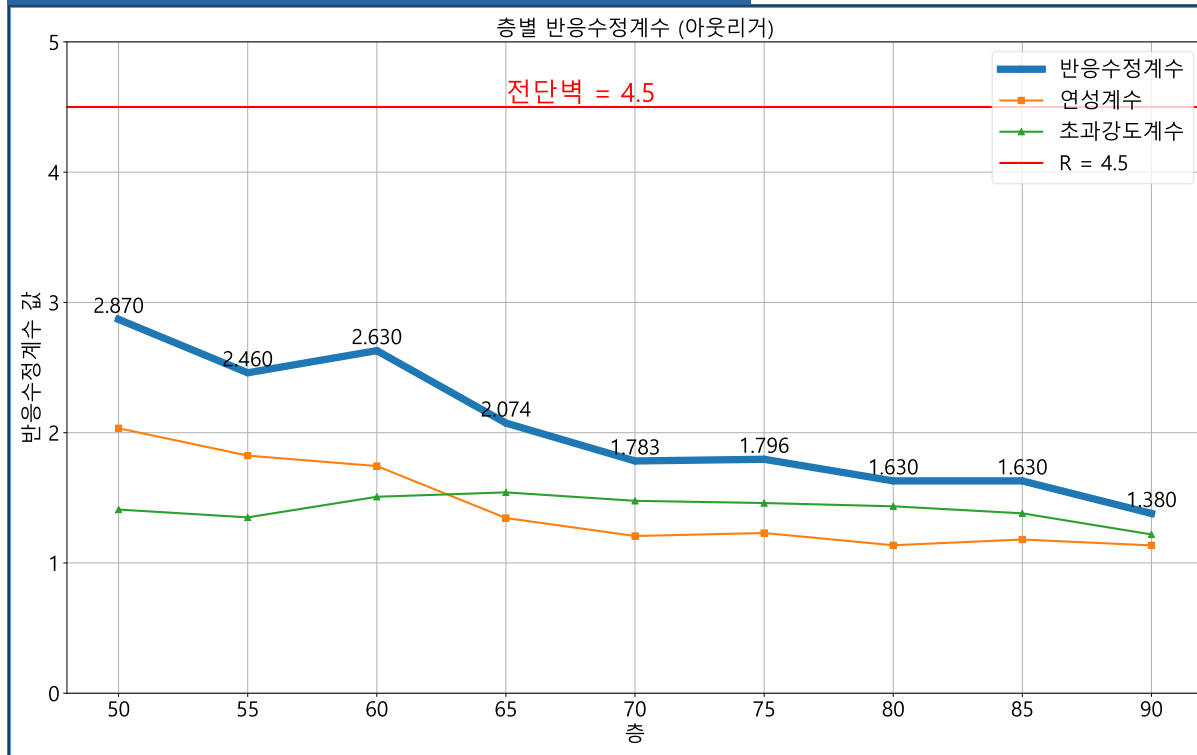


반응수정계수(R)는 이선형화된 성능 곡선을 바탕으로, 초과강도계수(R_0)와 극한 강도 변위의 90% 지점까지를 최대 변위로 설정하여 산정한 연성계수(R_y)의 곱으로 산출

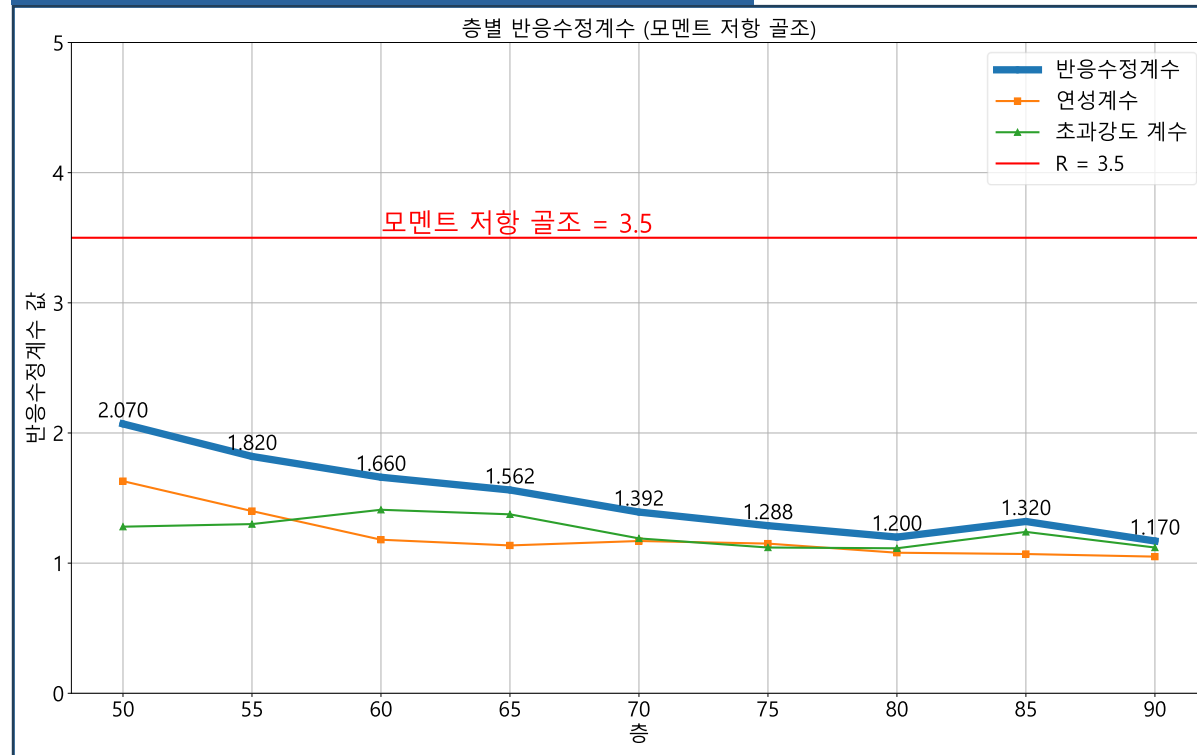
5. Result Analysis

5.1 반응수정계수 경향

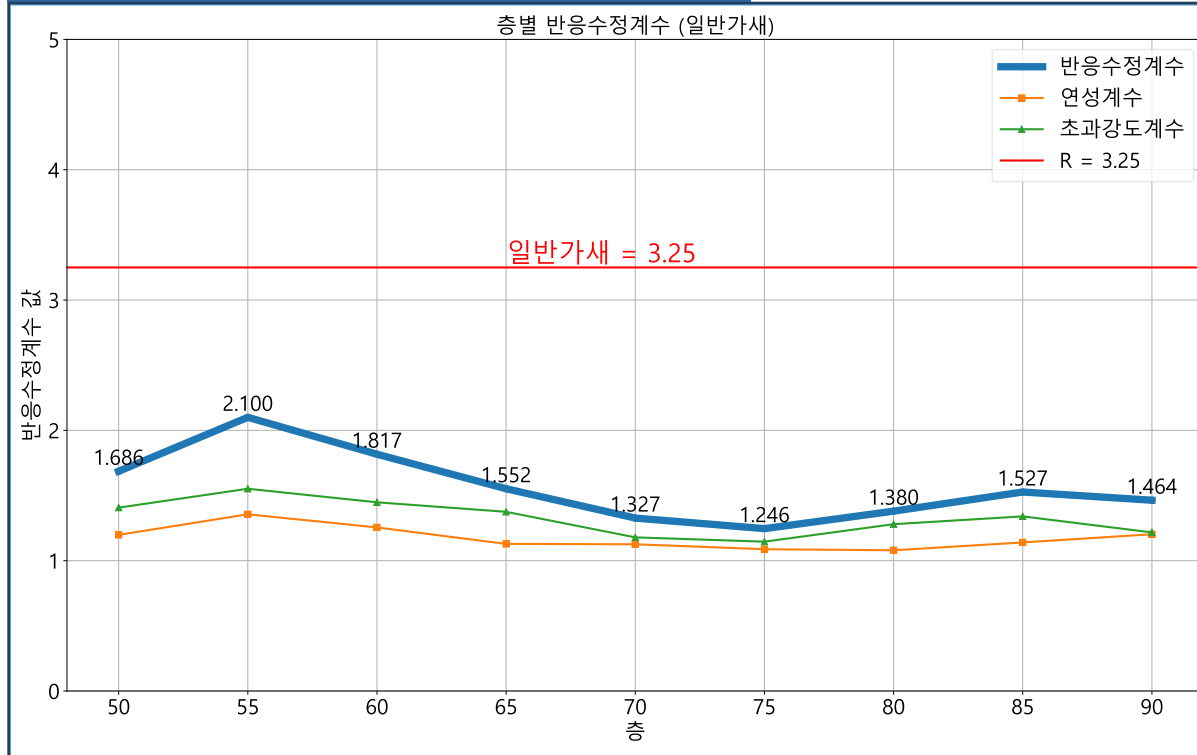
총별 반응수정계수 - 아웃리거



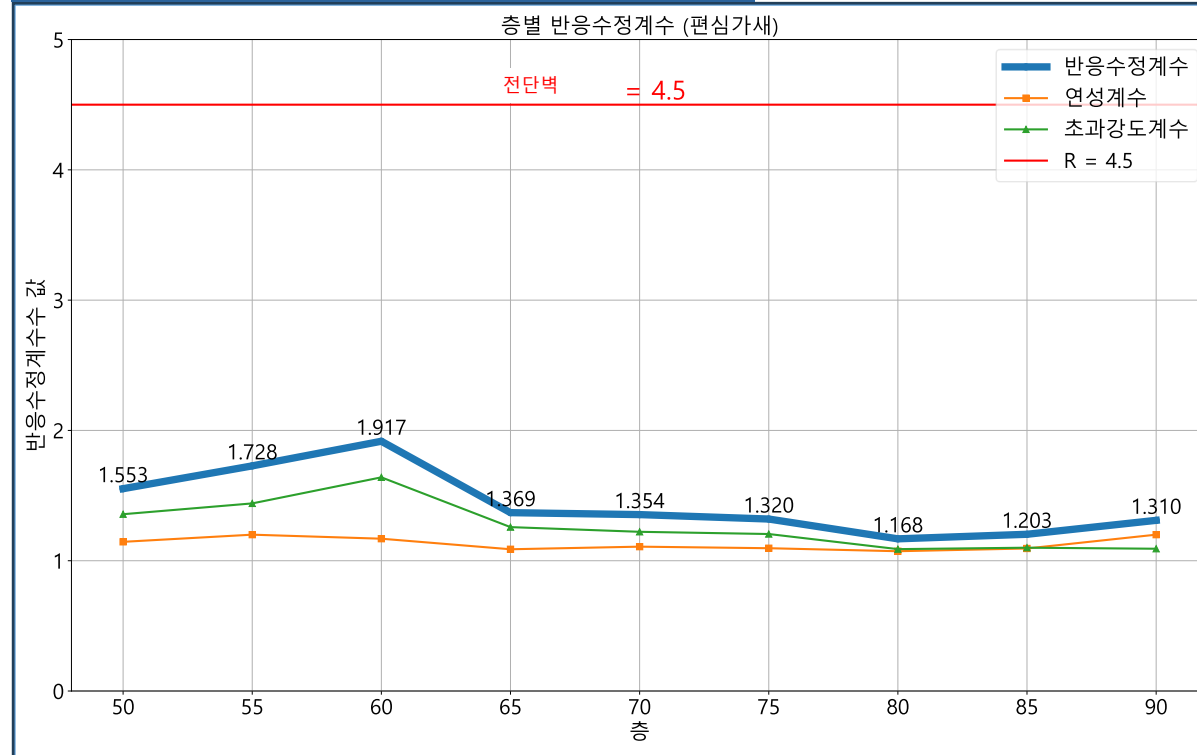
총별 반응수정계수 - 모멘트 저항골조



총별 반응수정계수 - 일반가새



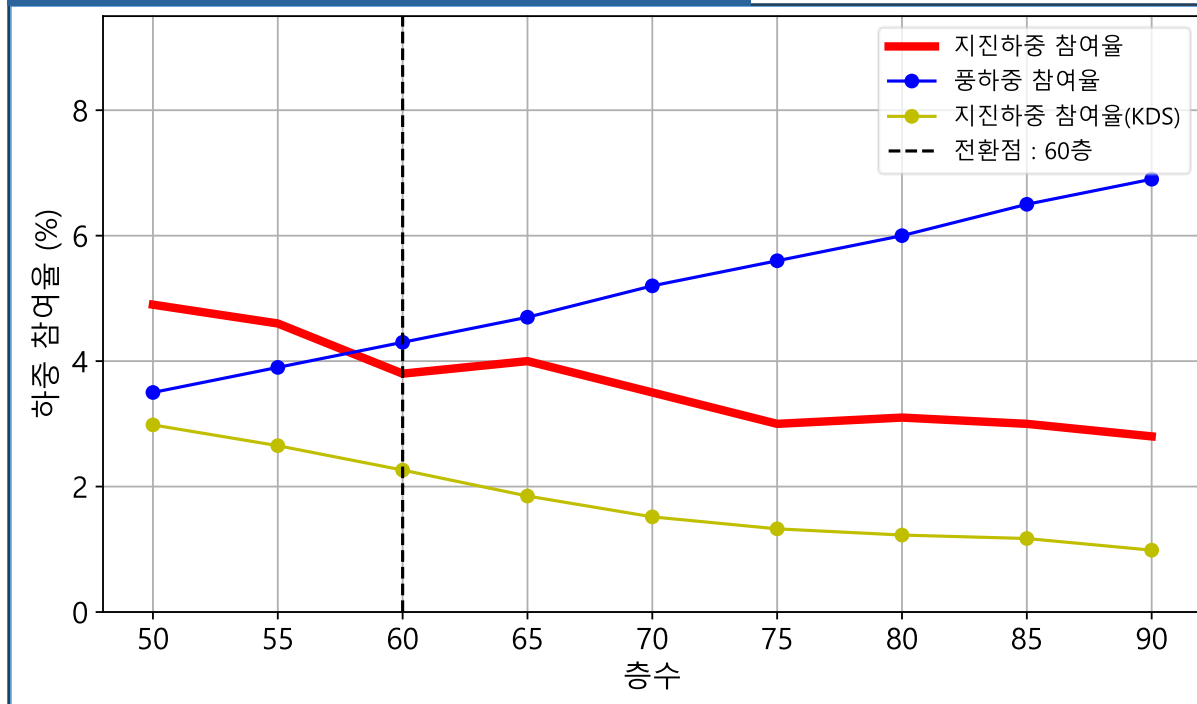
총별 반응수정계수 - 편심가새



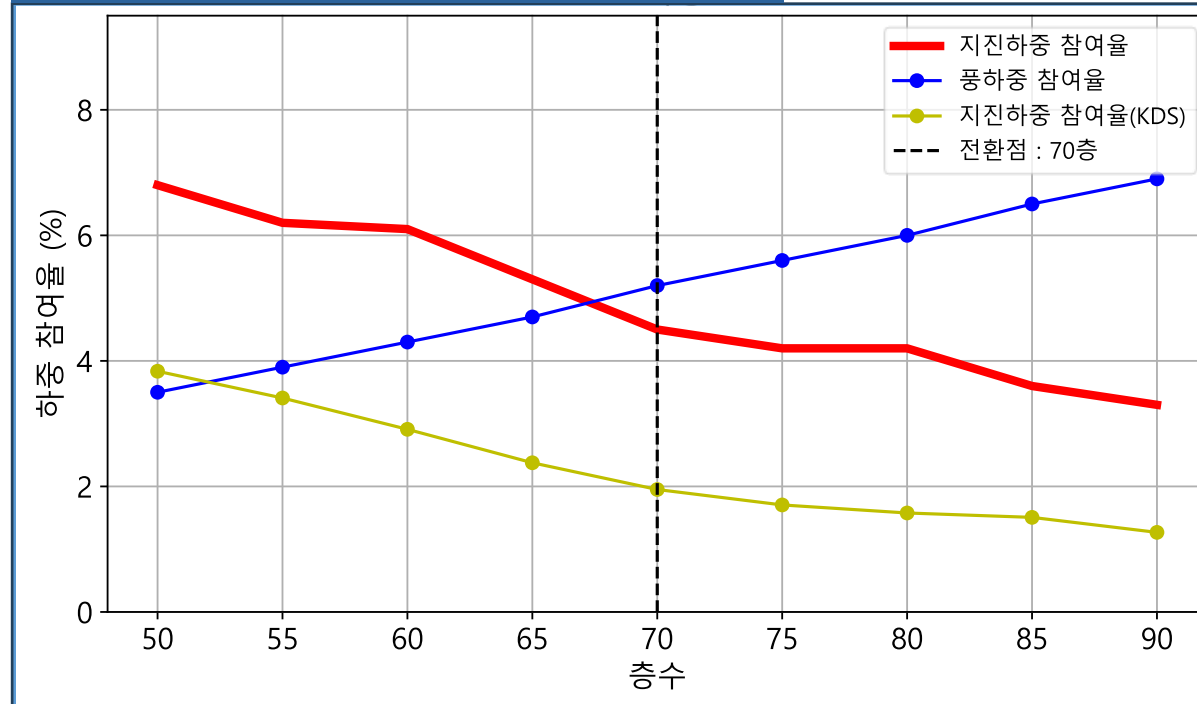
본 연구에서 해석한 모든 구조 시스템(아웃리거, 모멘트골조, 가새골조 등)에서 공통적인 경향이 관찰됨. 비선형 정적해석을 통해 산출된 반응수정계수(R)는 건물의 층수가 증가하고 고유주기가 길어짐에 따라 명확하게 감소하는 경향을 보임

5.2 횡하중 지배성 변화

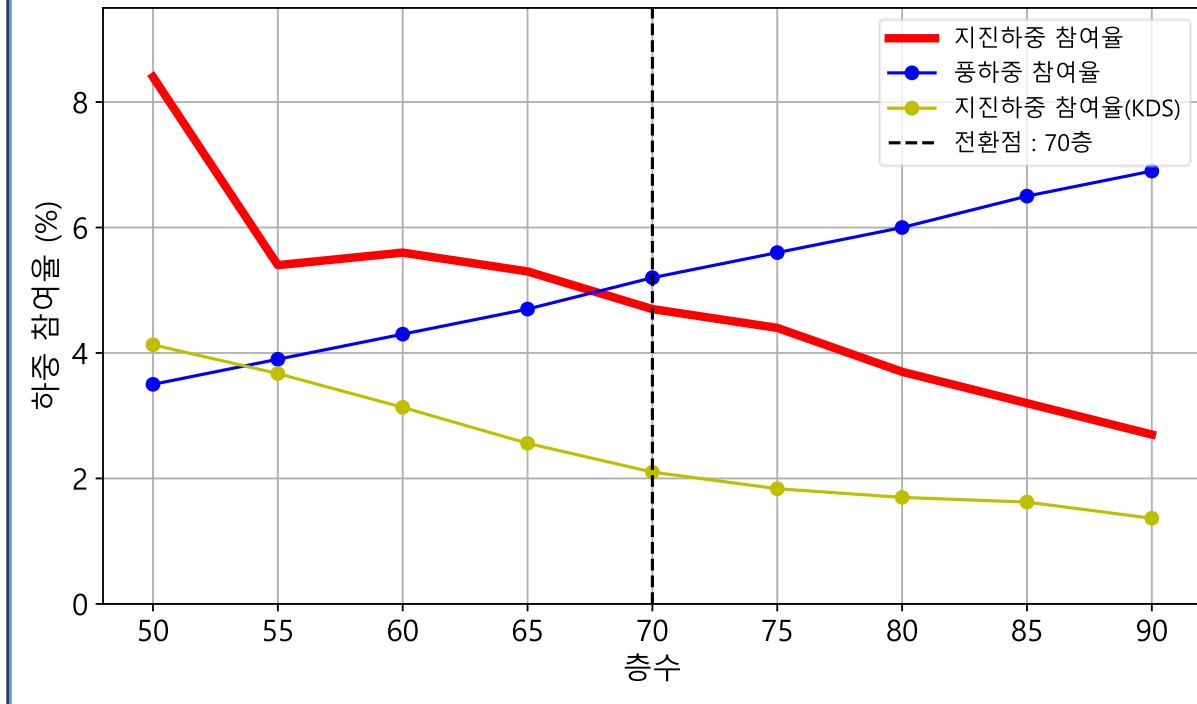
총별 하중참여율 - 아웃리거



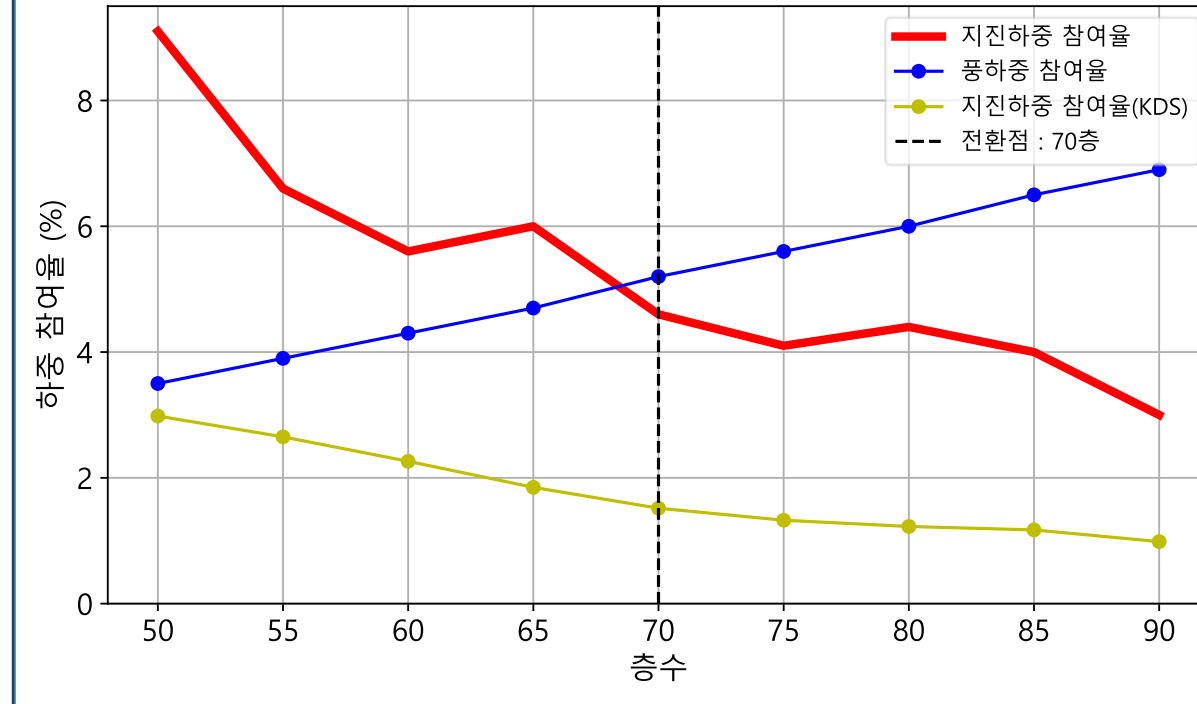
총별 하중참여율 - 모멘트 저항골조



총별 하중참여율 - 일반가새



총별 하중참여율 - 편심가새



연구에서 산정한 **현실적인 반응수정계수(R)**를 적용했을 때, 지진하중의 크기가 **KDS 기준 대비 최대 3배까지 증가**하는 것을 확인

특히, 풍하중으로의 지배 하중 전환점이 기존 **50층에서 70층 부근으로 이동**했음을 파악. 이는 지금까지 **초고층 건물에서 지진하중을 과소평가**해왔다는 강력한 증거이며, 설계 지배 하중의 역전 구간이 건물의 실제 성능에 따라 달라진다는 점을 명확히 확인함

6. Conclusion

고층 건물 내진 설계의 새로운 시각

- 반응수정계수 민감도 심화:** 층수가 높아질수록 반응수정계수의 신뢰성이 저하되며 민감하게 반응
- 횡하중 지배성 변동:** 풍하중과 지진하중의 지배 경향 파악

구조시스템별 성능 저하 및 재해석

- 고층부 성능 감소:** 고층부로 갈수록 모든 구조시스템에서 성능이 감소하는 경향 확인
- 연성 시스템 효율성 감소:** 저층/중층 건물에서 높은 내진저항성능(R=7)을 보인 편심가새가 고층에서는 감소폭이 가장 큼