

2024년 춘계학술발표대회 : 일반부문

# 비선형 동적해석에 의한 지반 및 말뚝기초를 고려한 R/C 건물의 내진성능평가

## Seismic performance Evaluation of R/C buildings Considering Pile Foundations Using Nonlinear Dynamic Analysis

○정 주 성\*      이 복 기\*\*      이 강 석\*\*\*  
Jung, Ju-Seong      Lee, Bok-Gi      Lee, Kang-Seok

키워드 : 지반, 말뚝기초, 동적상호작용, 내진성능평가

Keywords : Soil, Pile foundation, Dynamic interaction, Seismic performance evaluation

지진에 의한 건물의 내진성능은 건물 자체가 보유하고 있는 내력·변형능력뿐만 아니라, 지반상태를 포함한 기초구조의 진동특성, 즉 건물과 기초구조의 동적상호작용을 고려하여 종합적으로 평가해야 한다는 것은 과거의 지진 피해의 사례로부터 알려져 왔다. 이러한 사실은 최근 발생한 2016년 구마모토지진 및 2023년 튀르키예지진 등에서도 입증되었다. 한편, 건축물 자체의 내진성능 평가에 관한 연구는 활발히 진행되어 왔으며, 다양한 적용사례를 통해 검증되었다. 그러나, 건물과 기초구조의 동적상호작용을 고려한 내진성능평가에 관한 연구는 상대적으로 부족한 실정이며, 특히 건축물과 말뚝기초의 동적상호작용을 고려한 R/C 건물의 내진성능 평가에 관한 연구는 더욱 부족한 것이 현재의 실정이다. 본 연구에서는 철근콘크리트 건물자체 및 지반상태를 포함한 말뚝기초의 비선형거동을 고려한 지진응답해석법을 수행하였다.

본 연구에서는 비선형성 적용이 용이하며, 건물 및 기초를 동시에 해석할 수 있는 일체법을 응용하여 실제 지반 및 말뚝기초를 고려한 Pan, H. et al (2022) 진동대 실험결과와 비선형 동적해석을 비교하였다.

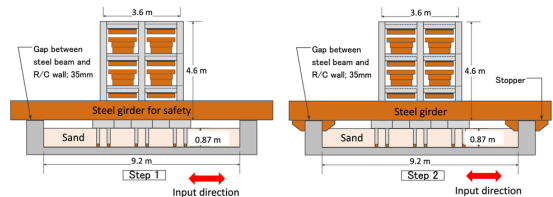
대상 실험체는 비용과 진동대의 용량 제한으로 40% 규모로 축소 설계되어 X축으로 2@1.8 m, Y축으로 1@2.2 m 3층 4.6 m 규모로 제작되었다. 축소에 따른 상사성 문제 해결을 위해 Harris and Sabnis (1999)에 의해 제안된 상사성 계수를 적용하였다.

Pan, H. et al (2022)의 실험결과에 따르면, 연약지반-말뚝기초 시스템에서는 지진동에 따른 상부구조의 손상은

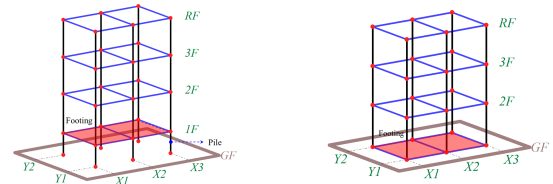
거의 발생하지 않았지만 말뚝이 압괴되어 내력 저하 후 축력을 유지하지 못하여 기초 침하가 발생하였다. 한편, 기초 고정 의 경우, 연약지반-말뚝기초 대비 상부구조의 응답이 크게 발생하는 거동이 확인되었다.

연구에서 구축한 실험체의 해석모델은 그림2와 같으며, 상부구조는 기둥 및 보의 강역을 가지는 선재로 치환하였으며, 휨 및 전단의 소성힌지를 직렬로 연결하여 해석을 수행하였다. 말뚝기초의 거동은 Ishihara-Yoshida 모델 (Ishihara et al 1985)을 적용하였다.

해석결과에 따르면 상부구조는 두 해석 케이스 모두에서 항복에 도달하지 않았으나 말뚝기초부는 항복후 대변형이 발생하여 실제 실험체에서 발생한 지진피해를 잘 묘사하고 있는 것으로 판단된다. 상기의 결과를 통해 본 연구에서 제안된 해석모델링은 말뚝기초를 가지는 R/C 건물의 내진성능 예측의 기본적인 자료로서 활용 가능하다고 사료된다.



(a) 지반-말뚝기초-구조물      (b) 고정 지반-구조물  
그림1. 실험변수



(a) 지반-말뚝기초-구조물      (b) 고정 지반-구조물  
그림2. 해석 모델링

\* 한양대 건설구조물 내구성혁신 연구센터, 연구교수, 공학박사

\*\* 한양대 건설구조물 내구성혁신 연구센터, 연구원, 공학박사

\*\*\* 한양대 건축공학과 및 스마트시티공학과, 교수, 공학박사

(Corresponding author : Department of Architectural Engineering, Hanyang University, ksleenist@hanyang.ac.kr)

이 연구는 한국연구재단(과제번호: RS-2023-00220751, RS-2023-00213104)의 연구비 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.