

일본, 3차원 지반 모델링과 동적 거동 해석 기반 내진 기술 연구 고도화

해당국가	일본	기관(기업)	일본지진공학회	동향분야	기술	국토교통 기술분류	건축
------	----	--------	---------	------	----	--------------	----

□ 일본 내진 기술 연구는 실제 지진 피해 분석을 기반으로 지반 구조 정밀 모델링과 제방·구조물의 3차원 동적 거동 해석 기술 고도화 방향으로 발전

- 일본지진공학회는 2025년 12월 26일 논문집 제25권 제13호를 발간하며 지반 특성 평가·제방 내진 해석·강구조 주택 동적 특성 등 7편의 영문 번역 논문 수록
 - 시추 데이터와 미진동 관측을 결합하여 지역 도시의 3차원 지하구조 모델을 고정밀로 추정하는 기법을 제안하고 위상 특성 검증을 통해 모델의 유효성을 확인
 - 3층 경량 강구조 주택의 장기 지진 관측과 미진동 계측 데이터를 분석하여 지진 및 노후화에 따른 고유진동수 감소와 감쇠 증가 현상 정량 규명
- 제방 내진 거동 해석에서는 Peridynamics 기법을 3차원으로 확장하여 제방 손상 모드인 균열 및 원호형 활동파괴를 입체적으로 분석
 - 기존 2차원 해석의 한계를 극복하기 위해 3차원 지진응답 PD 모델을 개발하고, 2차원 결과와의 비교를 통해 코드 유효성을 검증하는 방법론을 제시
 - 최대 가속도와 하중 주파수 변화에 따라 제방 손상 유형이 달라짐을 수치 해석으로 규명하여 제방 설계 기준 개선을 위한 기술적 근거 제시

□ 강지진동 수직 성분 해석과 지진동 예측 모델 개선을 통해 내진 설계 불확실성을 감소시키고 지진 직후 생산 활동 영향 평가 정확도 향상 연구 확대

- 강지진동 기록의 수직 성분 해석 시 나타나는 음의 잔류 속도 발생 메커니즘을 이론적으로 규명하고, 수평 관성력에 의한 센서 기울기가 원인임을 제안하여 지진동 해석의 정밀도 향상에 기여
 - 수평 관성력에 의한 센서 기울기가 주요 원인임을 제시하고 지반 진단 변형 또는 주택 기울기에 의한 센서 기울기 각도를 변수로 하는 수식 모델을 도출하여 잔류 속도 생성 원인을 정량적으로 설명하는 이론적 틀을 마련
 - 메커니즘은 강지진동 기록의 수직 성분 데이터 신뢰성 향상과 함께 내진 설계 시 입력 지진동 평가의 정확도를 높이는 실무적 활용 가능성을 제시
- 지역 도시의 저밀도 시추 데이터 한계를 극복하기 위해 미진동 관측 기술을 접목한 3차원 지하구조 추정 기법을 개발하여 광역 지진 재해 예방 정밀도 향상에 기여
 - 시추 데이터와 미진동 관측 데이터를 결합하여 3차원 지하구조를 고정밀로 추정하는 기법을 적용하였으며 추정된 모델의 유효성을 지형 특성 및 지반 증폭 특성과의 비교를 통해 검증
 - 추정된 지하구조 모델의 유효성을 지형 특성 및 지반 증폭 특성과의 비교를 통해 검증함으로써 지역 단위 내진 위험도 평가 및 설계 기준 수립을 위한 실용적 기반을 제공

※ 출처 : 일본지진공학회(2025.12.26), Journal of Japan Association for Earthquake Engineering, Vol.25, No.13