

국내 및 일본 지진해석 기술기준에 따른 동적응답

Dynamic Responses According to Seismic Analysis Procedures in Korea and Japan

김용복 ▪ 문일환 ▪ 김도연 ▪ 이용선 ▪ 김희균

Kim, Yongbog ▪ Moon, Ilhwan ▪ Kim, Doyeon ▪ Lee, Yongsun ▪ Kim, Heekyun



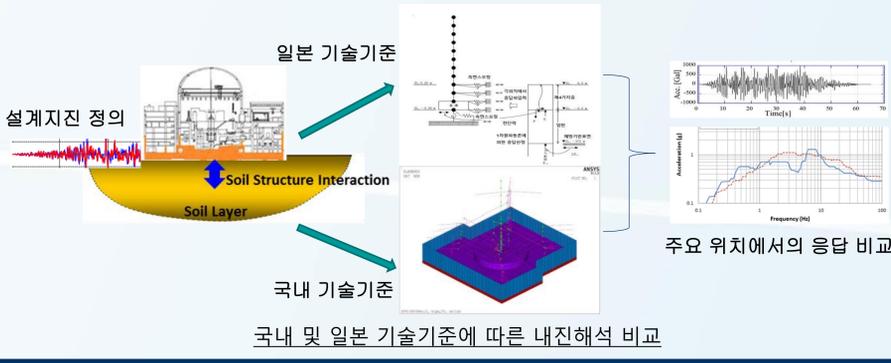
연구 배경 및 범위

설계초과지진에 대한 한일 양국의 지진해석 차이점 분석

- 일본의 후쿠시마 원전 사고와 경주 및 포항지진 이후 국내외적으로 설계초과지진 발생에 따른 원전 내진안전성에 대한 관심 증가
- 특히 일본은 광범위한 지진기록 축적을 바탕으로 독자적인 원전 내진해석 기술기준을 실무에 적용
 - Japan Electric Association, "Technical Guidelines for Seismic Design of Nuclear Power Plants", JEAG 4601-2015
 - Japan Electric Association, "Technical Code for Seismic Design of Nuclear Power Plants", JEAC 4601-2015
- 국내 및 일본의 내진설계기준 차이점 분석 및 국내 원전 내진안전성 향상 방안 개발

주요 검토항목

- 설계지진 정의(최대지반가속도 0.4g)
- 부지응답해석
- **지반-구조물 상호작용해석(SSI 해석)**
 - 지반 및 구조물 모델링
 - SSI 해석 및 주요 위치에서의 응답 비교

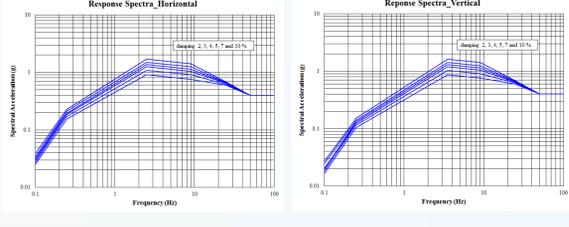


국내 및 일본 기술기준에 따른 내진해석 비교

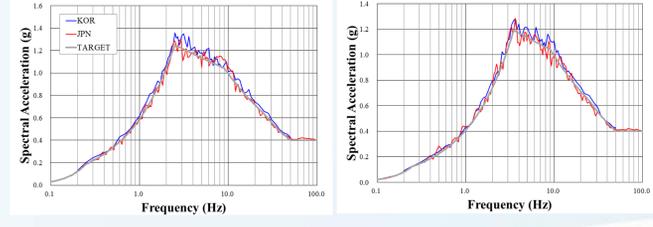
일본 기술기준(JEAG 및 JEAC)

국내 및 일본 기술기준에 따른 지진해석

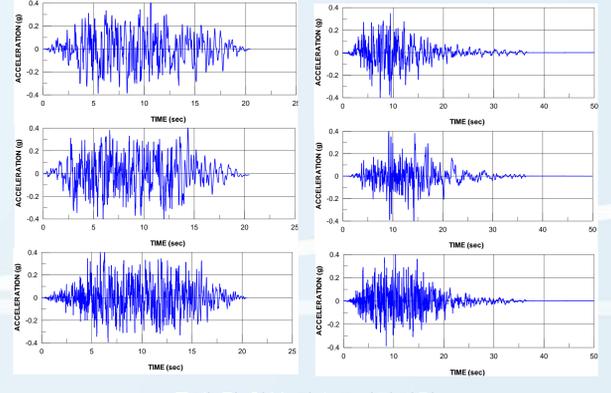
설계지진 정의(최대지반가속도 0.4g) 및 부지응답해석



수평 및 수직방향 설계응답스펙트럼(PGA 0.4g)



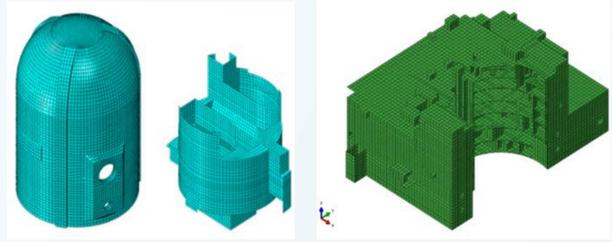
국내 및 일본 가속도시간이력의 응답스펙트럼 비교(5% 감쇠비)



국내 및 일본 가속도시간이력

- PGA 0.4g의 US NRC Reg. Guide 1.60 표준설계응답스펙트럼을 설계초과지진으로 정의
- 일본기술기준(JEAG 4601) 및 국내 기술기준(KEPIC STB)에 따른 가속도시간이력 작성
- 전단파속도 2300 ft/s(700 m/s, 일본) 및 3500 ft/s(1100 m/s, 국내)의 다른 통제점 위치를 기준으로 부지응답해석 수행

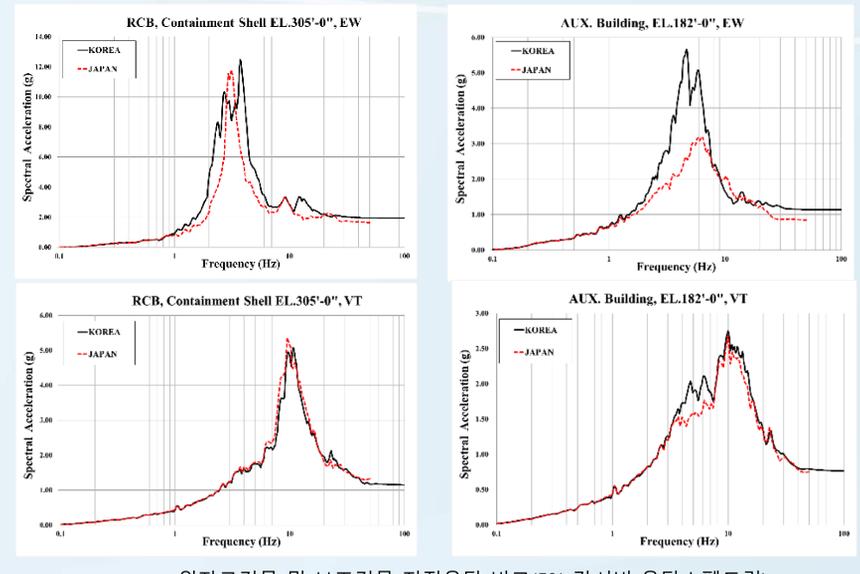
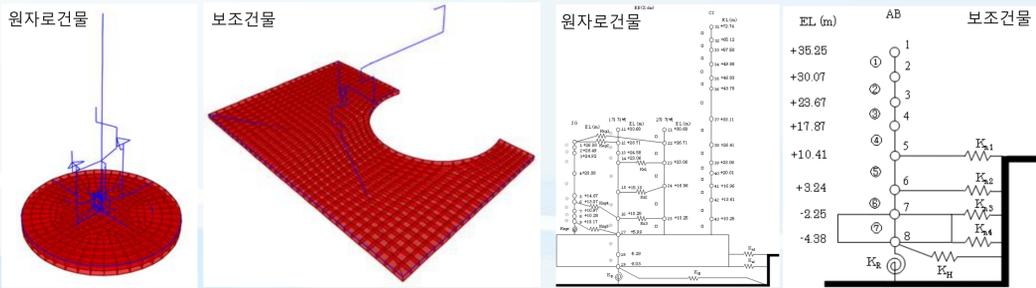
지반-구조물 상호작용 해석(SSI 해석) 및 지진응답 비교



표준형 원전 원자로건물 및 보조건물 3차원 유한요소모델 개발

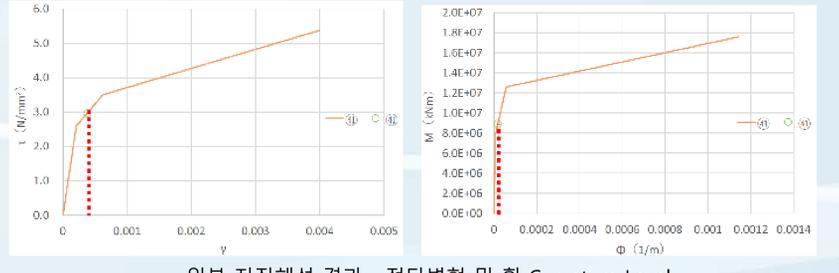
[국내 기술기준에 따른 집중질량보요소 모델 개발]

[일본 기술기준에 따른 Sway-Rocking 모델 개발]



원자로건물 및 보조건물 지진응답 비교(5% 감쇠비 응답스펙트럼)

- 국내 기술기준 SSI 해석(선형 해석)
 - ACS SSSI 프로그램
 - 구조물 선형 해석
- 일본 기술기준 SSI 해석(비선형 해석)
 - RESP-F3T 프로그램
 - 구조물 복원력 특성 및 Sway-Rocking Spring



일본 지진해석 결과 - 전단변형 및 휨 Curvature Level (원자로건물 외벽과 기초 연결부)

결론

- 지진해석 비교 결과, 0.4g의 설계초과지진을 입력으로 하였을 때 원자로건물의 경우 지진응답의 차이가 크게 발생하지 않았고, 보조건물의 경우 수평방향 응답에서 큰 차이가 발생함.
- 본 연구에서는 국내 및 일본 기술기준을 적용한 지진해석 방법 및 지진응답을 비교, 검토하였으며, 입력운동, 부지응답해석, 구조물 모델링 및 지진해석 방법에 따라 지진응답의 차이가 발생한 것을 확인하였음. 일본의 지진해석 방법 및 경험을 바탕으로 국내 원전의 내진안전성 검토에 대한 유연성을 확보할 수 있을 것으로 판단됨.