

CANDU형 원전 PSC Test Beams의 비선형 해석 Nonlinear Analysis of PSC Test Beams in CANDU Nuclear Power Plants

배인환, 최인길, 서정문
한국원자력연구소

요약

본 논문에서는 CANDU형 원전 격납건물의 가동중검사(ISI)를 위하여 제작된 프리스트레스트 콘크리트 (PSC) test beam에 대한 재료 비선형 해석을 수행하였다. 적용된 비선형 재료는 콘크리트, 철근 및 강선이며, 유한요소해석시 사용 요소의 크기에 따른 수치해석상의 오차를 줄이기 위하여 인장강화효과를 고려하였다. 콘크리트 인장모델은 실험결과로부터 유도된 Hsu의 지수형태 식을 수정하여 사용하였으며, 철근은 bilinear 모델, 그리고 강선은 $0.8 f_{pu}$ 까지 선형 탄성구간을 갖는 multilinear 모델을 사용하였다. 적용된 재료 비선형 모델의 유용성을 검증하기 위하여 PSC test beam의 파괴실험으로부터 얻어진 하중-변위 관계와 부재의 파괴강도를 해석결과와 비교하였다. 해석결과는 실험결과와 잘 일치하는 것으로 나타났다. 그리고 인장 강화효과에 영향을 미치는 인장모델, 시간에 따른 프리스트레스 손실량 및 콘크리트 강도에 대한 변수연구가 수행되었다.

해수에 노출된 원전 콘크리트 구조물의 철근부식 예측 Prediction of Corrosion of Steel Reinforcement in Nuclear Safety Related Structures Exposed to Seawater

오병환, 장봉석
서울대학교

이성규, 최강룡
한국원자력안전기술원

요약

본 연구에서는 해수에 직접 노출되어 있는 콘크리트 구조물의 철근부식 예측 및 수명평가를 위하여 현재 원전에 사용되고 있는 배합을 사용하여 강도실험, 염소이온 침투시험 그리고 염소이온 확산계수 측정시험을 수행하였으며, 이 결과를 이용하여 유한요소 해석으로 콘크리트내의 철근 부식 시작 시점을 예측하였다. 유한요소해석은 Fick의 확산법칙을 이용하여 염소이온 침투를 해석할 수 있는 프로그램을 개발하여 수행하였다.

본 연구 결과, 염수에 침지한 경우와 그렇지 않은 경우 초기 및 1년 이내의 재령에서는 콘크리트의 강도가 크게 차이가 없는 것으로 나타났다. 염소이온 확산계수는 재령 90일에서 플라이애쉬를 혼입한 배합이 가장 작은 확산계수를 나타내었으며 실험에서 도출한 확산계수를 이용하여 현재 사용중인 원전 구조물의 철근부식 시작시점을 해석한 결과 약 45년 정도 걸리는 것으로 나타났다.

염소이온의 확산해석을 통한 부식시점 예측은 염소이온 확산계수, 수분확산계수, 구속계수 등의 재료 특성값이 명확히 정의되어야 신뢰할 수 있는 예측결과를 기대할 수 있으며, 해석 결과의 신뢰성 제고를 위하여 앞으로 각각의 재료 특성을 결정을 위한 연구가 필요한 것으로 사료된다.