

## CANDU- 6 원자로의 Post-Blowdown 핵연료채널 해석을 위한 CATHENA 코드 모델 개발 및 검증

이보육, 민병주

한국원자력연구소

대전시 유성구 덕진동 150번지

### 요약

비상노심냉각계통이 비가용한 상태에서 대형 냉각재배관 파단사고가 나면 중수로 노심내의 파단 부위 후방에 위치한 95개의 핵연료채널에서 냉각재가 급속히 방출되어 기포화되면서 채널 출력이 급격히 증가하는 power pulse 현상이 일어난다. 이때 원자로 보호계통의 작동으로 원자로는 트립되고, 이후 원자로출력은 급격히 잠열수준으로 떨어진다. 이 경우 핵연료채널의 안전성 적합기준은 2가지로 요약된다<sup>[1]</sup>. 즉, power pulse 동안 핵연료의 energetic breakup에 의한 핵연료채널 건전성의 손상방지와 약 1시간에 해당하는 blowdown 및 post-blowdown 기간 동안 냉각기능이 상실된 핵연료채널의 내부 가열로 인한 핵연료 채널의 파손방지이다. 본 연구는 대형 배관파단 사고시 핵연료채널해석 코드체제를 기존의 캐나다에서 도입된 핵연료채널의 안전해석 체제인 CATHENA<sup>[2]</sup>, CHAN-II<sup>[3]</sup> 코드 연계체제를 CATHENA 코드로 일관성 있게 통일하여 새로운 핵연료채널 해석체제를 구축함에 그 목적이 있다. 이를 위해 power pulse 및 blowdown 핵연료해석은 기존의 월성 2,3,4호기 도입시 채택된 CATHENA(ver. cat3.5brev0.exe) 코드를 이용한 해석체제를 쓰고, 반면 비상노심냉각 계통이 작동되는 시점인 사고개시 후 40초 지점에서부터 1시간에 이르는 시점까지에 해당하는 post-blowdown 해석은 기존의 CHAN-II 코드를 CATHENA 코드로 대체하여 해석하는 코드체제로 바꾸었다. 이를 위해 핵연료채널의 post-blowdown 해석에 사용할 CATHENA 핵연료채널 부수로 모델을 기존 미완성모델로부터 개발하여 시범해석을 수행하여 결과의 타당성을 입증하였다. 이를 위해 사고개시 40초경을 경계로 구분되는 2단계의 해석을 연결시키는 processing program을 개발했으며, 이를 이용한 post-blowdown 해석을 6개의 특성채널에 대해 수행, 만족할 만한 결과를 얻었다. 또한 이를 이용한 원자로내 파단된 루프에 속한 모든 채널에 대해 blowdown 및 post-blowdown 해석을 수행하여 결과를 종합한 결과, 기존의 월성 2,3,4호기 결과와 거의 유사한 결과를 얻어 본 해석체제 교체작업의 타당성을 잠정적으로 입증할 수 있었다. 본 새로운 해석체제의 검증을 위해 post-blowdown 실험인 CS28-1<sup>[4]</sup>에 대한 CFX 해석 모델을 개발하고 있으며, 이의 검증을 통해 기존 37-봉 기준핵연료 장전 채널의 post-blowdown 해석 검증용 benchmark 문제도 생산할 계획이다.