

KNF-  
ENG-05

# 원자로냉각재 유량 운전제한치 최적화

노심설계처 유효상  
T. 042-868-1432 E. hsyoo@knfc.co.kr

원자력연료 경제성 향상을 위한  
저누설 장전모형 운용에 의해  
고온관 열성층 현상이 심화되고,  
노심 내부 출력이 증가함에 따라 고온관 온도가  
실제보다 높게 측정되어 열평형 방법으로  
유량 측정 시 측정유량이 감소하는 현상이 발생됨.  
원자로냉각재 유량 운전제한치 최적화는  
원자로냉각재 유량 감소로 인한 운전 제약성을  
해소하고 원전 경제성을 고려한 노심장전모형을  
운용하도록 유연성을 확보하는 기술임.

## 기술 내용

### ● 배경

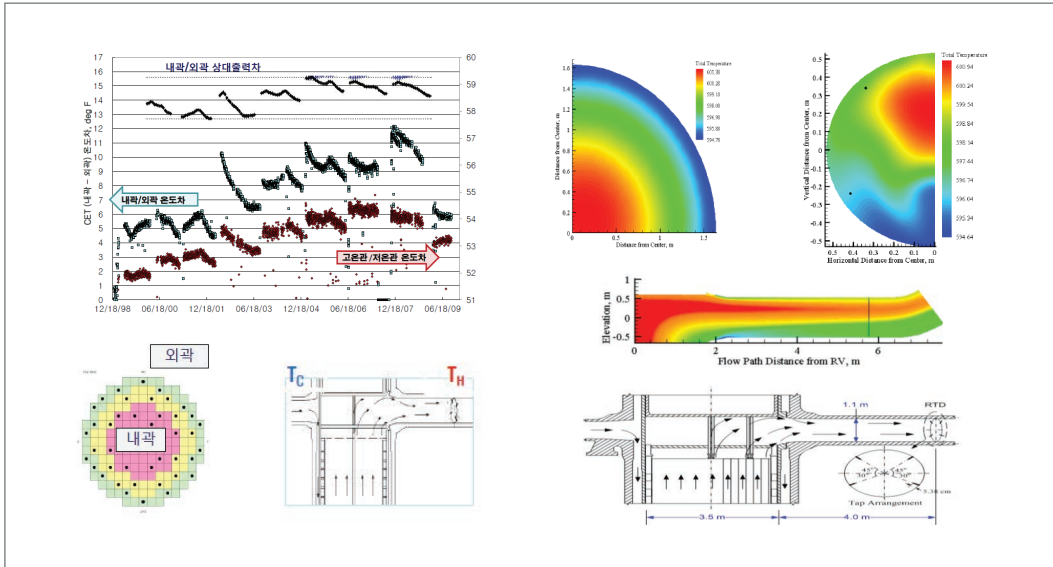
- 가동 중인 OPR1000 원전에 대하여 열평형 방법으로 측정된 원자로냉각재 유량을 관찰한 결과, 원자로냉각재 유량이 초기노심에 비해 매 주기별 지속적으로 감소하여 왔으며, 유량 하한 운전제한치에 근접하여 유량관련 운전여유도가 충분하지 않은 사례가 발생하였음. 저누설 장전모형 운용에 의한 고온관 열성층 현상 심화에 따라 RCS 측정 유량이 감소하여 유량 하한 운전제한치에 근접하게 되어 운전여유도 확보를 위한 유량 제한치 최적화가 필요함.

### ● 발생원인

- 초기노심 대비 주기가 진행됨에 따라 고온관과 저온관의 온도차는 증가하고 원자로 냉각재 유량은 감소
- 주기 운전중 노심열출력은 일정하더라도 노심연소도에 따라 노심 출력변화에 의한 유량 변동
- 고온관 열성층 심화
  - 매 주기별 노심열출력 및 저온관 온도는 거의 일정한 반면에 고온관 온도는 지속적으로 증가
  - 저누설 장전모형 운용에 따른 노심 내부영역의 출력 증가로 노심 내부영역 출구온도 증가
  - 노심 내부영역의 출구온도 증가 시 고온관 평균온도가 실제보다 높게 측정되는 것으로 추정
  - 열평형 방법으로 유량 측정 시 노심 열출력이 일정할 경우 고온관 온도 증가는 RCS 유량 감소를 유발
  - 고온관과 저온관 온도차 약 1°F 는 RCS 유량 약 2% 변화
- 열평형 방법 원자로냉각재 유량 측정
  - 노심열출력 = 비열 · 유량 · (고온관 온도 - 저온관 온도)
- 저누설 장전모형 운용에 따른 노심 내부영역의 출력 증가로 내부영역 출구온도가 증가하여 원자로 냉각재 유량 감소 발생

### ● 목적

- 저누설 장전모형 운용에 의한 고온관 열성층 현상 심화에 따라 원자로냉각재 측정 유량이 유량 하한 운전제한치에 근접하게 되므로 원자로냉각재 유량 최적화 기술에 의해 원자로냉각재 유량 하한치를 완화하여 운전제약성을 해소하고 경제성을 고려한 노심장전모형을 운용할 수 있는 유연성을 확보하는데 있음.



기술완성도 (TRL)

- 양산 및 초기시장 진입

사업 방향

- 기술 이전
- 라이선싱
- 공동 연구
- 용역 수행
- 기타

● 필요성

- 저누설 장전모형 운용에 따른 고온관 열성층 현상 심화에 의한 RCS 측정유량 감소 및 그로 인한 원전의 운전여유도 제약성 해소
- 원전 경제성을 고려한 노심장전모형의 유연성 확보
- 저누설 장전모형 주기길이 손실 방지

● 기술원리

- 원자로냉각재 유량 운전하한치 최적화
  - 원자로냉각재 유량 운전여유도 확보 및 노심장전모형의 유연성 확보를 위해 유량 운전제한치를 정격설계유량의 100% 이상에서 정격설계유량의 95% 이상으로 변경
- 유량 운전제한치 변경에 따른 노심 및 계통 안전성 평가
  - 전형적인 장전모형에 대하여 정격설계유량의 100%와 정격설계유량의 95%인 경우에 대하여 노심설계 및 안전해석 수행
  - 냉각재 유량 5% 감소 시 약 3.5%의 COLSS DNBR 여유도 감소 예상

여 운전 유량 운전제한치 최적화 적용 및 운전 제약성 해소

- 운전 유량 운전제한치 최적화를 통하여 운전여유도 및 노심장전모형의 유연성 확보
- 하드웨어 변경 없이 운전여유도 확보 가능

● 기대효과

- 원자로냉각재 유량 관련 운전여유도 약 5% 개선
- 저누설 장전모형 구현을 위한 장전모형 및 노심설계의 유연성 확보
- 저누설 장전모형을 OPR1000 원전에 적용할 경우 주기길이 약 5EFPD를 늘릴 수 있는 것으로 평가

기술 적용현황

- 적용 중인 OPR1000 원전
  - 한빛3,4,5,6호기, 한울3,4,5,6호기
- 적용 추진 중인 OPR1000 원전
  - 신고리1,2호기, 신월성1,2호기

기술 우수성

● 기술특징

- 저누설 장전모형 운용에 의한 고온관 열성층 현상 심화에 따라 RCS 유량 감소 현상으로 RCS 운전 유량이 하한치에 접근하는 현상을 완화하기 위하

제공 가능 품목

- 인허가보고서
- 안전성분석보고서 개정 마크업
- 인허가 지원