

Performance Test of Micro Thermocouple for Water Leakage Detection System

김종록*, 김우식, 박원만, 권태순 (한국원자력연구원)

* jongrok@kaeri.re.kr

연구 개요

» 연구 목적 : 원자력발전소 누설 감시 시스템 개발

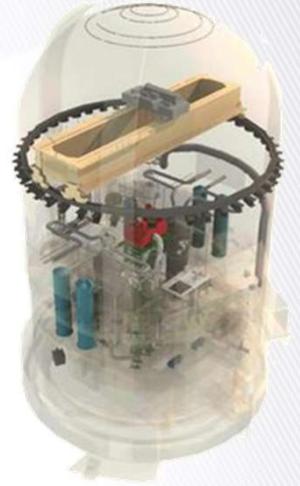
- 장기간 운전된 원자로에서 시스템 노후화에 따른 냉각재의 누설이 발생할 가능성이 있음.
- 냉각재 누설의 감지가 빠를 수록 운전원이 조치할 수 있는 시간이 확보되며, 냉각재 대량 누설을 방지할 수 있음.

» 연구 목표 : 0.5 gpm 미만 원자로냉각재계통 미확인 누설 실시간 감시 시스템 개발

- 다양한 감지 기술을 융합하여 고정밀 복합/다중 누설감지 시스템 개발

» 원자로 격납건물 공기 포집관용 고속 열전대

- 격납건물내 공기 포집관을 통해 포집된 기체의 온도는 누설감지용 포집관 개발에 필요한 주요 측정 변수중의 하나임.
- 정확한 기체 특성 모니터링을 위해 빠른 반응속도와 내구성/내방사성을 갖는 구조가 요구됨



개발 계측기 성능 특성 평가

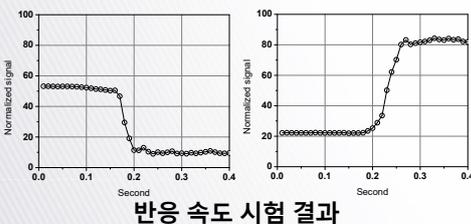
» 계측기 개요

- 빠른 반응성을 위해 열전대를 노출형으로 선정하고 반응속도를 결정하는 비드의 크기를 200 μm 이하로 제작
- 하나의 측정 지점에 3개의 열전대를 병렬 연결하는 구조로 제작
 - 포집관내 측정 위치에서 3개 지점의 평균온도를 하나의 보상도선으로 측정하여 단순구조 달성
 - 고속 유체 환경과 방사선 환경에서 장기간 운전으로 1개 또는 2개의 열전대가 파손되어도 남은 열전대로 온도 측정 가능하므로 내구성 증대 달성

» 계측기 성능 특성 시험

1. 반응 속도 시험

- 유체 : 물
- 시험 방법
 - 저온의 대기에 있던 열전대를 고온의 유체에 삽입하여 온도 변화 기록
 - 고온의 유체에 있던 열전대를 저온의 유체에 삽입하여 온도 변화 기록
- 결과 : 시상수(τ)가 0.026 을 확인함.

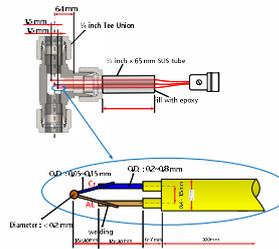


2. 유체저항 내구성 시험

- 유체 : 공기
- 시험 방법
 - 포집관 운전 유속에서 300초 이상 온도측정 안정성 평가
- 결과 : 포집관 운전 조건에서 안정적으로 측정됨.

내구성 시험 결과

Flow speed / stdev	Temperature / stdev for TC1	Temperature / stdev for TC2	Temperature / stdev for TC3
m/s	°C	°C	°C
13.33 / 0.01	25.4 / 0.34	25.1 / 0.24	25.6 / 0.25
26.04 / 0.02	24.7 / 0.05	24.6 / 0.03	25.1 / 0.04
41.98 / 0.03	24.7 / 0.07	24.7 / 0.07	25.0 / 0.04



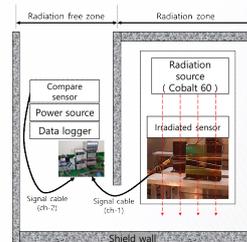
개발된 열전대 구조



제작된 열전대 시제품

3. 내방사선 시험

- 시험 방법
 - 방사선 구역내 피폭 전후의 비피폭 시편과 피폭 시편의 온도측정 안정성 비교 평가
- 결과 : 3.5 kGy (격납건물 환형공간에서 40년간의 피폭량 6.7배) 피폭 후에도 안정적으로 측정됨.



내방사선 시험 개략도



피폭 전후 실내 온도 측정

결론

- 향후 개발될 격납건물 공기 포집관용 고속 열전대 시스템을 개발함.
- 시상수 0.026의 반응속도로 포집관 운전 조건에 부합함을 시험적으로 확인함.
- 포집관 운전 유속하에서 온도 측정이 안정적으로 됨을 시험적으로 확인함.
- 포집관이 운전될 방사선 환경에서도 안정적으로 작동함을 시험적으로 확인함.