

사용후핵연료 집합체에 대한 외부면 연소도 감마스캐닝을 위한 검출장치 설계 및 소프트웨어 개발

엄성호, 박세환, 오종명, 권인찬, 권형문, 정경채, 조문성, 신희성
한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045
eom@kaeri.re.kr

1. 서론

본 과제에서는 '사용후핵연료 연소도 효과적용을 위한 연소도분포 측정기술개발' 과제의 일환으로 1차년도(2009~2010년)부터 계속해서 조사후시험시설의 사용후핵연료 저장풀에서 사용후핵연료 집합체를 대상으로 제어봉 안내관에 검출기를 삽입하여 측방향으로 이동시키면서 내부 연소도 스캐닝 측정실험을 수행 완료 하였으며[1], 이어 2차년도(2010~2011년)에는 사용후핵연료 집합체 외부면(4면) 연소도 스캐닝 측정을 위해 검출장치 설계 및 제작되어 실험이 수행될 예정이다.

2. 장치 설계 및 소프트웨어 개발

본 측정장치는 사용후핵연료 집합체에 대한 감마선 분광분석 외부 측정시, 측정방법으로는 변측정법(side measurement method)으로 핵연료 집합체의 4 면에 대한 특성을 서로 비교할 수 있는 장점을 가지고 있다. 이 측정방법은 핵분열생성물의 분포를 확인하는 장치로서 감마선 검출기인 CZT(CdZnTe) 검출기와 Ion Chamber 검출기와 같은 적합한 다중과도 분석기(multi-channel analyzer)를 사용하여 우선적으로 감마스캐닝을 수행할 예정이다. 따라서 그림 1 에 제시된 자동화 장치는 조사후시험시설 저장풀의 카터에 설치하는 전제하에 설계되었다. 레일이 부착된 X-Y 테이블을 카터에 부착 시키고 검출기 이동대를 이 테이블에 설치함으로써, 실험을 수행하지 않을 경우에는 검출기 이동대 상단이 카터의 상단보다 아래에 위치 할 수 있도록 설계 제작된 수중(pool) 벽면의 거치대에 안착하여 갠트리(gantry)가 움직이는데 문제가 없도록 하였다. 그리고 테이블에 서보 스테핑 모터를 부착시키고, 파이프기어를, 검출기 이동대에 연결하여 서보 스테핑 모터에 결합시키므로 상·하 이동을 모터에 의해서 제어할 수 있도록 하였다. 제어 판넬에서 검출기

의 이동간격 및 정지시간 등을 지정할 수 있도록 하였다. 즉, 특정 지점에서 실험을 시작하여 지정된 간격으로 이동하면서 일정한 시간동안 측정을 할 수 있도록 설계하였다. 그리고 자동화 장치 설치에서는 스테핑 모터와 x-축 레일이 부착된 x-축 테이블을 카터에 고정시키고, 검출기가 이동대가 연결된 파이프 기어를 삽입하였다. 검출기 파이프 기어의 상부에는 부착시킨 전치증폭기(Preamplifier)의 함이 갠트리를 움직일 때 갠트리의 하단에 걸리지 않도록 설계함에 따라, 이로 인해 검출기가 이동할 수 있는 범위가 좁혀지는 불편함을 감수해야 했다. 전기장치 설치 및 프로그램 작성에서는 스테핑 모터를 제어하기 위한 PLC(Programmable Logic Controller) 판넬과 드라이브가 결합된 제어박스가 설치되었다[2~4]. 측정시간과 이동간격을 제어할 수 있도록 하였고, 카운터의 조작과 버튼으로 제어를 할 수 있도록 하였다. 기존에 설치된 집합체 내부 감마스캐닝 장치의 문제점은 스테핑 모터에서 반송하는 펄스가 측정장비에 영향을 미쳐 낮은 에너지 영역에서 노이즈가 다량 발생하는 것이었다. 이를 해결하기 위해 측정장비가 지정 위치에 도달하면 측정시간 동안은 스테핑 모터의 전원을 꺼지도록 전기장치를 변형 시켰다. 이렇게 함으로써 노이즈 문제는 해결되었지만 잦은 전원의 개폐로 인해 수명단축 혹은 고장 유발 원인이 되지 않을까 우려 된다. 또한 제어박스와 기존의 측정장치를 연계해서 제어해야 하는데, 이를 위해서는 제어 소프트웨어를 연결하여 통신으로 정보를 교환할 수 있도록 하는 작업이 필요하다. 즉, Ortec사 MAESTRO Programming Library 를 입수하여, 이 프로그램과 제어 소프트웨어를 연결하는 통합 프로그램을 개발하였다. 그러므로 본 프로그램의 전체 알고리즘은 서보 스테핑 모터 구동과 MCA (multi-channel analyzer)의 부분으로 결합되어있다. 그림 2 에 전체적인 알고리즘을 나타내었다. 따라서 본 프로그램은 사용후핵연료 집합체의 측방향 거리

별 감마선의 밀도를 연속측정을 실시함으로써 다량의 실험데이터 생산 및 다변의 측정조건을 실현하기 위해 제작되었다.

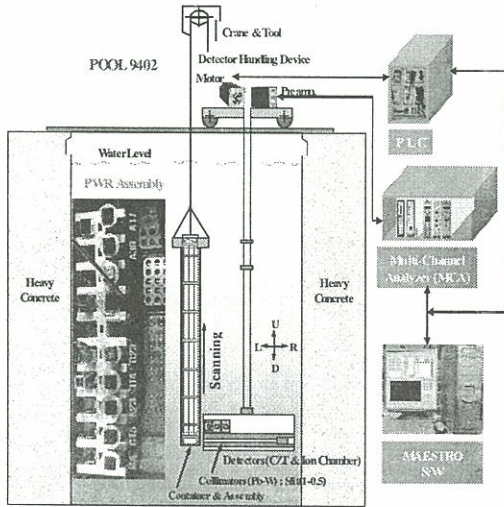


Fig. 1. 집합체 외부면에서 감마스캐닝 시스템 구성도

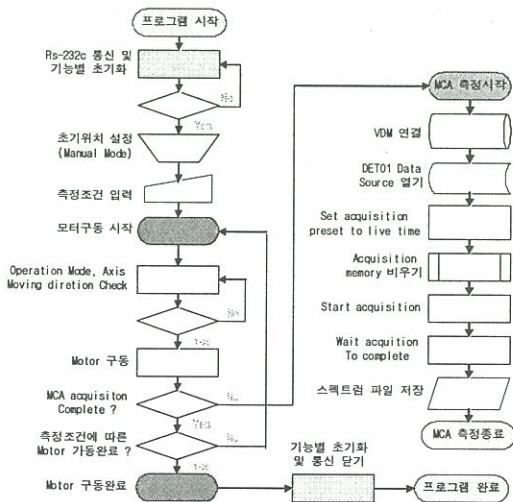


Fig. 2. 자동화 프로그램에 대한 전체 알고리즘

3. 결론

'사용후핵연료 연소도 효과적용을 위한 연소도 분포 측정기술개발' 과제 일환으로 집합체 외부면에서 소형 검출기의 감마선 검출기인 CZT 와

Ion Chamber 검출기를 사용하여 자동 제어프로그램으로 동시에 측정이 가능한 시스템으로 설계 및 제작된 장비를 이용하여 실험이 진행될 예정이다.

4. 감사의 글

본 연구는 원자력 증강기 연구 개발 사업 및 2009년도 지식경제부의 재원으로 한국에너지 기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제(과제번호 : 2009T100100650)의 일환으로 수행되었습니다.

5. 참고문헌

- [1] 엄성호의 8인, "사용후핵연료 집합체에 대한 내·외부의 연소도 측정", 한국방사성폐기물학회, 춘계학술발표회 논문요약집, pp.293-294, 2010.
- [2] Mitsubishi 범용 PLC MELSEC-Q사용자 매뉴얼(상세편), 2001.
- [3] Mitsubishi 범용 PLC Q 대응 시리얼 커뮤니케이션 모듈(기본편), 2001.
- [4] Mitsubishi 범용 PLC Q 대응 시리얼 커뮤니케이션 모듈(응용편), 2001.