

핵연료 균질도 측정장치의 통합·제어를 위한 전산 프로그램의 성능시험

오석진, 신희성, 장지운, 이윤희, 박희대, 김창규
 한국원자력연구소, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지

sjoh@kaeri.re.kr

하나로 연구용 원자로 핵연료 제조공정에서 제조된 핵연료심의 길이방향 균질도 검사는 품질보증 측면에서 매우 중요하다. 또한 균질도 검사에 이용되는 장비는 항상 일정한 정확도 및 성능을 유지하여야 한다. 이러한 관점에서 보면 균질도 측정장치에 이용되는 전산 프로그램 또한 매우 중요한 부분이다. 따라서 본 논문에서는 핵연료 균질도 측정장치에 이용되는 전산 프로그램을 실제 핵연료를 대상으로 수행하는 균질도 실험에 적용하여 성능평가를 수행하였다. 균질도 측정장치는 크게 핵연료 위치제어 시스템과 감마선 스펙트럼 측정·분석 시스템으로 구분할 수 있다.[1][2]

핵연료심재 위치제어 시스템은 크게 스텝모터와 PLC(Programmable Logic Controller)를 내장한 컨트롤 박스로 구성되어 있다. PLC는 이송용 스텝모터를 정밀하게 제어함으로써 핵연료심재를 안정적으로 좌우로 이동할 수 있도록 하며, PC를 통해 remote 자동 제어가 가능하도록 내부 programming 되어 있다. 스펙트럼 측정·분석 시스템은 검출기, MCA(Multi Channel Analyzer) 및 PC 장착 PCI용 GPIB(General Purpose Interface Bus)카드로 구성되어 있으며, 핵연료 내부에서 U-235에 의해 방출되는 감마선을 계수할 수 있다. Fig.1과 Fig.2에 하나로 핵연료 측정 장치의 실제모습과 개략도를 제시하였다.

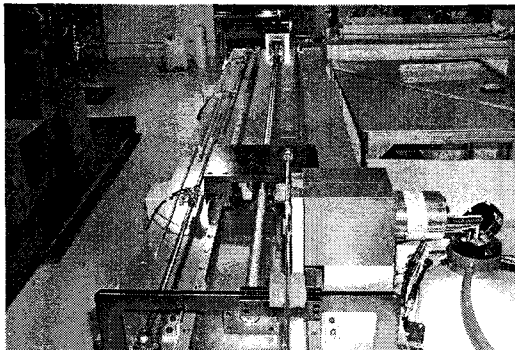


Fig. 1. 핵연료 균질도 측정장치의 실제 모습.

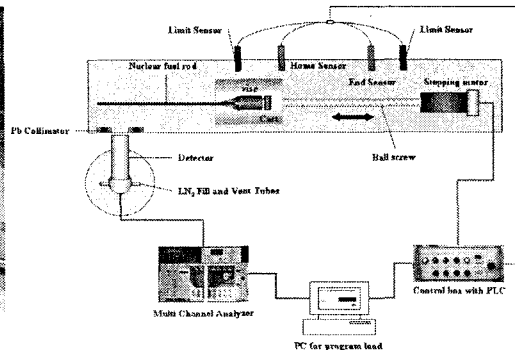


Fig. 2. 핵연료 균질도 측정장치의 개략도.

성능평가의 대상 프로그램은 Visual C++를 기반으로 개발되었으며, 입·출력의 사용자 친화적 인터페이스와 측정조건의 디스플레이 기능을 갖추고 있다. 개발프로그램은 포트 통신부, PLC(Programmable Logic Controller) 제어부 및 MCA(Multi Channel Analyzer) 제어부의 세부부으로 구성되어 있다. PC와 PLC CPU 사이의 통신방식은 Rs-232C 비동기식 방식이며, 포트통신 방법은 Thread 기법을 적용하였다. PLC 제어에 관한 프로그램은 PLC 내에 미리 정의된 명령어로써 PLC CPU와 PC간의 데이터 통신이 원활할 수 있도록 개발되었다. 또한 측정조건의 입력의 경

우 측정간격, 측정시간, ROI값 및 허용오차들은 각 측정구간마다 입력되어진다. MCA 제어 프로그램은 Canberra사의 programming library로서 개발되었는데 library에는 MCA 기능에 따라 선언된 변수와 함수를 수록한 헤더파일을 포함하고 있다.[3][4]

개발된 프로그램으로 하나로 핵연료심재를 대상으로 감마스캐닝 실험을 실시하였다. 핵연료심재 길이는 700 mm이며, 25 mm 씩 총 28번의 측정을 실시하였다. 구간마다 측정시간은 50초로 설정하고 MCA 스펙트럼 윈도우상에 U-235에서 방출되는 감마선 Peak area(756 ~767 채널)의 총계수를 산출하였다. 감마스캐닝의 전체 측정결과를 Fig. 3에 나타내었다. Fig.3에서 보는바와 같이 표준핵연료심재의 평균 계수값을 중심으로 허용오차($\pm 8.5\%$) 범위 내에서 균질하게 측정되었다.

하나로 핵연료심재를 대상으로 개발된 윈도우 프로그램을 적용하여 성능시험을 실시한 결과, 안정적인 프로그램 performance를 보여주었다. 또한, 측정간 실시간 감마선 스펙트럼의 디스플레이 및 low data file 저장을 확인하였다. 측정결과를 분석한 결과, 표준핵연료심재를 통해 측정된 평균 U-235 peak area(Gross count)를 기준으로 오차범위 $\pm 8.5\%$ 내에서 각 측정구간마다 균질한 측정 결과값을 나타내었다. 따라서 개발된 프로그램이 핵연료심재에 대한 균질도 측정실험 환경에 최적화 되었다고 판단되었다.

앞으로 개발된 전산 프로그램을 계속 균질도 측정실험에 이용하면서 개선점과 문제점을 파악할 계획이다. 또한, 유사한 실험장비에 바로 적용할 수 있도록 프로그램 소스를 Class화 할 계획이다.

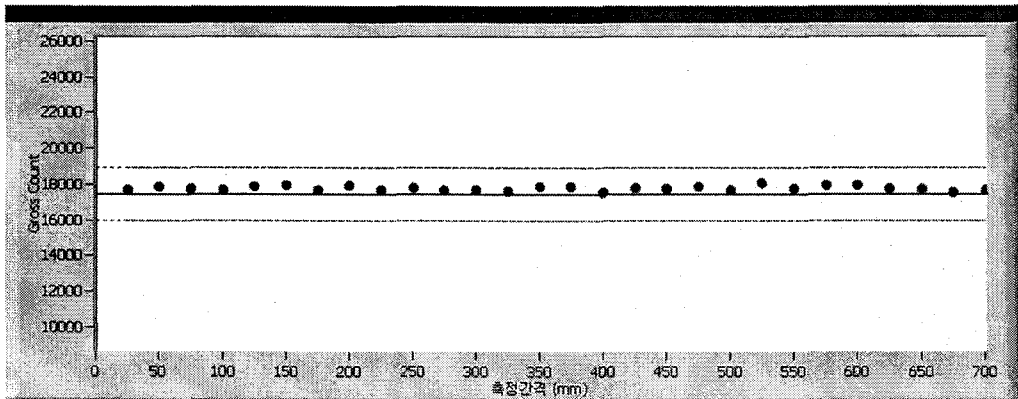


Fig. 3. 하나로 핵연료심재를 대상으로 한 균질도 시험 결과.

참고문헌

1. Hee Sung Shin, et. al., "Improvement of the Exponential Experiment System for the Automatical and Accurate Measurement of the Exponential Decay Constant", Proceeding of Korea Radioactivity Waste Society Autumn Meeting (2004).
2. Chul Gyo Seo, et. al., "Gamma-scanning and Nondestructive Measurement of the Rod Power Distribution for a New HANARO Fuel", KAERI/TR-2273/2002 (2002).
3. Canberra Industries, Inc., "Model S560 Geine-2000 Programming Library", S560 user documentation (2001).
4. 김용성, "Visual C++ 완벽가이드", 영진출판사(2001).