

외부피폭선량평가 알고리즘 분석용 에뮬레이터 검증

김상돈 · 서장수 · 정윤창 · 고영우 · 김진* · 이석환**
한국수력원자력(주) · NASTECH* · 선광원자력**
E-mail: dony@khnp.co.kr

중심어 (keyword) : TLD, Algorithm

서 론 (Introduction)

현재 원자력발전소에서 사용되고 있는 외부피폭선량 판독설비(TLD SYSTEM)는 제작사에 따라 HARSHAW와 PANASONIC의 2가지 시스템이 있으며, HARSHAW 시스템의 선량평가 알고리즘은 Windows 운영체계를 이용하는 Win_Algorithm 과 DOS 운영체계를 이용하는 DOELAP이 있다.

본 연구는 '09년 하반기, 고리 2발전소 종사자 피폭 선량평가에 적용될 Win_Algorithm 성능분석과 이전 DOELAP과의 상관관계 및 장단점을 파악하여 원전 종사자의 피폭선량평가의 신뢰도를 높이기 위한 첫 단계로 에뮬레이터 개발과 검증에 관한 것이다.

재료 및 방법 (Materials and Methods)

1. 에뮬레이터 개발 필요성

Win_Algorithm과 DOELAP의 상호 비교분석을 효과적으로 수행하기 위해 기존 판독시스템에서 TLD Chip별 반응도를 추가 변환 없이 입력 받아 한번에 각 알고리즘별 판독선량을 동시에 구현할 수 있고, 외부변수(기준선질 설정 : 피부선량의 경우 Sr+Tl, Sr+Tl+DU, DU Only 등으로 분류)에 따른 각 판독 선량을 동시에 처리할 수 있는 프로그램 개발이 필요했다.

2. 에뮬레이터 개발 환경 및 주요 기능

가. 개발 언어 및 환경

Visual C++을 이용하여 기존 DOS 운영체계에서 구현되는 DOELAP과 달리 Windows 환경에서 구현되

도록 개발하였다.

나. 주요 기능

① 입출력

TLD Chip별 반응도(ASCII 파일)를 추가 변환 없이 파일 형태로 입력받아 선량평가가 수행되고 그 결과물은 엑셀 파일 형태로 출력된다.

② Multi-Tasking

한개의 입력으로 Win_Algorithm(Rev. C, 2008.9.18)과 DOELAP(S-24542.009) 알고리즘의 선량평가가 동시 구현된다.

③ 피폭선질 구분

기존 알고리즘과 달리 선질 구분결과를 알 수 있도록(Win_Algorithm 경우 10개, DOELAP 경우 5개의 선질로 구분) 각 선량계 평가값과 같이 표시된다.

④ 기준선질에 따른 선량평가

기존 알고리즘과 달리 기준선질에 따른 선량평가를 한번에 처리하여 출력할 수 있다.

3. 에뮬레이터 정확도 검증

에뮬레이터 정확도 검증을 위해 한국원자력안전기술원(KINS) 주관으로 수행된 TLD 성능검사용 판독값과 고리원자력 2발전소 종사자 선량판독값을 각 알고리즘별(Win_Algorithm과 DOELAP)로 입력하여 평가한 선량값을 기준으로 하고, 에뮬레이터로 평가한 선량값 대비 상대표준오차(%)를 산출하여 비교하였으며 또한 그 세부 입력값은 아래와 같다.

가. '07년도 KINS 주관 TLD 성능분석용 판독값

나. '08년도 KINS 주관 TLD 성능분석용 판독값

다. '09년도 원전 사업소간 TLD 교차분석용 판독값

라. '09년 1월 종사자 피폭선량 판독값

결과 및 고찰 (Results and Discussion)

1. TLD 성능검사 및 교차분석용 판독값

TLD 성능검사 및 교차분석용 판독값은 총 8개 범주 280개의 선량계별 Chip 반응도를 입력하여 각 알고리즘별(Win_Algorithm과 DOELAP) 평가한 선량값을 기준으로 에플레이터로 평가한 선량값 대비 상대표준 오차(%) 산출하였으며 그 결과 그림 1에서와 같이 Win_Algorithm 판독값은 1 % 미만임을 확인하였고, DOELAP 경우 High Energy Photon and Beta로 선질 구분시 최대 2.4 % 상대표준오차가 관측되었으며 (원인 분석 결과 DOELAP 자체 내부 인자의 오류로 판단) 그 외의 선질은 1 % 미만임을 그림 2와 같이 확인하였다.

그림 1. 성능검사용 TLD(Win_Algorithm) VS 에플레이터 상대표준오차

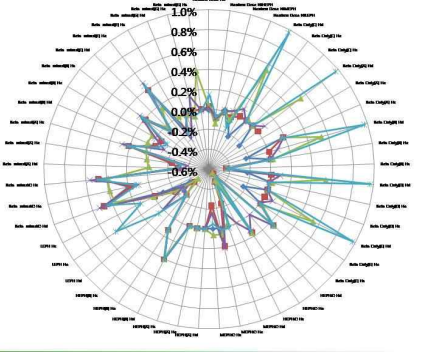
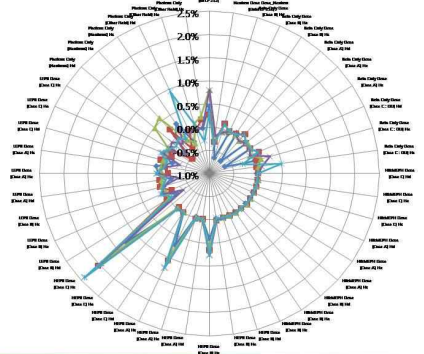


그림 2. 성능검사용 TLD(DOELAP) VS 에플레이터 상대표준오차



2. 종사자 피폭선량 판독값

'09년도 1월 종사자 피폭선량 판독값 중 0.1 mSv 이상 선량계 232개의 Chip별 반응도를 입력하여 각 알고리즘별(Win_Algorithm과 DOELAP) 평가한 선량값을 기준으로 에플레이터로 평가한 선량값 대비

상대표준오차(%) 산출하였으며 그 결과 DOELAP 및 Win_Algorithm 모두 1 % 미만임을 확인하였다.

각 선량계 Chip 반응도에 따라 알고리즘 내부적으로 선질구분 결과에 따라 선량 평가가 이루어지므로 해당 선질에 대한 각 알고리즘 평가한 선량값 만을 에플레이터에서 평가한 값과 비교하였고, 그 결과를 아래의 표 1,2와 같이 에플레이터 출력물 형태와 함께 표시하였다.

표 1. 종사자 피폭선량(DOELAP) VS 에플레이터 상대표준오차(%)

| 종사자 ID | 선량 구분 결과 | Relative Error (%) | | | | | | | | | | | |
|---------|----------|--------------------|------|------|------|-------|------|-------|-------|---|---|---|-------|
| | | HEPH | HEPB | LEPH | LEPB | MEPH | MEPB | Other | Other | | | | |
| 9003067 | HMEPH | - | - | - | - | 0.6% | - | - | - | - | - | - | - |
| 9004763 | HMEPH | - | - | - | - | 0.6% | - | - | - | - | - | - | - |
| 9001643 | HMEPH | - | - | - | - | -0.1% | - | - | - | - | - | - | - |
| 9001651 | HMEPH | - | - | - | - | -0.1% | - | - | - | - | - | - | - |
| 9003303 | HMEPH | - | - | - | - | 0.1% | - | - | - | - | - | - | - |
| 9001619 | HEPB | - | - | - | - | - | 0.1% | - | - | - | - | - | - |
| 9002375 | HMEPH | - | - | - | - | 0.1% | - | - | - | - | - | - | - |
| 9001421 | HMEPH | - | - | - | - | 0.1% | - | - | - | - | - | - | - |
| 9001021 | Other | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | -0.1% |

표 2. 종사자 피폭선량(Win_Algorithm) VS 에플레이터 상대표준오차(%)

| 종사자 ID | 선량 구분 결과 | Relative Error (%) | | | | | | | | | | | |
|---------|----------|--------------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|---|---|---|---|
| | | HEPH | HEPB | LEPH | LEPB | MEPH | MEPB | Other | Other | | | | |
| 9003067 | HEPH | - | - | - | - | -0.6% | - | - | - | - | - | - | - |
| 9004763 | HEPH | - | - | - | - | -0.6% | - | - | - | - | - | - | - |
| 9000829 | MEPH | - | - | - | - | -0.2% | - | - | - | - | - | - | - |
| 9000861 | MEPH | - | - | - | - | 0.6% | - | - | - | - | - | - | - |
| 9001999 | LEPH | - | - | - | - | - | -0.3% | - | - | - | - | - | - |
| 9001619 | HEPB | - | - | - | - | - | - | 0.5% | - | - | - | - | - |
| 9002375 | HEPH | - | - | - | - | 0.6% | - | - | - | - | - | - | - |
| 9001421 | MEPH | - | - | - | - | -0.2% | - | - | - | - | - | - | - |
| 9001021 | HEPB | - | - | - | - | - | - | 0.4% | - | - | - | - | - |

결론 (Conclusion)

본 연구를 통해 정확도가 검증된 외부피폭선량평가 알고리즘 분석용 에플레이터를 확보할 수 있었으며 앞으로 이 에플레이터를 이용하여 여러 가지 분석이 가능하다는 기대를 하였다.

참고 문헌 (REFERENCES)

1. Dose calculation algorithm for DOELAP (Harshaw, ALGM-D-U-1293)
2. WinAlgorithms : Dose calculation algorithm (Harshaw, ALGM-W05-U-0903-003)
3. Dose algorithms for personal thermoluminescence dosimetry(M. Moscovitch, 1993)