

## 해체 작업에서 방사선 피폭 계산을 위한 QADS 코드의 격자수 결정 방안 연구

황정훈, 서범경, 이동규, 이근우

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045

[hshoon78@kaeri.re.kr](mailto:hshoon78@kaeri.re.kr)

### 1. 서론

원자력시설의 해체에서 중요한 요소 중의 하나는 시설 내에 분포되어 있는 방사선학적 정보를 통하여 실제 해체 시에 적절한 작업 공정을 선택하여 작업자 피폭을 줄이는 것이다. 현재 신속한 선량 분포의 계산을 통하여 이들 계산값에 대한 3차원 가시화 도구와 작업자의 시나리오를 접목시켜 ALARA 원리를 기반으로 피폭선량에 대해서 작업자의 방사선학적 안전성 평가에 이용되고 있다.

본 연구에서는 해체작업환경의 피폭평가를 수행하기 위해서 해체 대상에 대한 피폭계산을 SCALE 5.1 전산코드 내의 QADS[1] 기능을 이용하여 도출을 한다. 하지만 해체 대상의 크기에 따라 피폭선량을 결정하는데 있어 선원의 크기 및 선원격자의 결정에 의해 다소 선량값에 차이점을 보였다. 이러한 차이는 해체작업 시 작업자가 피폭되는 방사선량의 정보구축에 대해서 영향을 끼치게 되므로 보다 정확한 격자 결정 조건의 필요성을 가진다. 여기서는 QADS를 이용하여 가장 일반적인 모델에 대한 피폭선량을 계산하고, 이를 근거로 여러 대상에 대한 최적의 격자 결정 방법을 결정하였다.

### 2. 계산 방법 및 결과도출

SCALE 5.1 내의 QADS의 기능은 단순 혹은 복잡체에 대한 중성자와 감마선 차례계산을 하기 위해 point-kernel 법[2]을 이용한 전산코드이다. 여기서 가장 큰 주요한 요소는 선원에 대한 격자의 선택이다. 격자를 어떻게 선정함에 따라 결과에 대한 차이를 보이기 때문에 단순모델에 대한 선행계산을 수행하였다. 계산조건은 선원 구조는 원통, 직육면체, 평면으로 가정하였고, 크기는 원통의 경우 반지름 30 cm, 높이 76.2 cm로 하였으며 직육면체의 경우 1460 × 260 × 290(L×W×H)라 두며, 평면은 1000 × 300 × 20(L×W×H) 으로 두며, 방사선의 세기를 원통의 경우  $3.7 \times 10^7$  Bq로 지정하고 나머지에 대해서는  $5.0 \times 10^7$  Bq 으로 지정을 하였다. 이들 가상모델의 기준점을 중심으로 x, 축에 대해서 100 cm 간격을 두어 방사선량을 계산을 수행하였다. 격자조건은 원통의 경우 기본값으로 x, y, z 에 대해서 30, 30, 20 으로 설정하고 직육면체, 평면일 경우는 30, 30, 30 으로 설정하며, 이 값들을 기준으로 4가지 격자조건을 선정하여 계산을 수행하였다.

표 1. 격자수에 대한 방사선량 계산 결과

조 건		좌표별 격자 수			격자크기			계 산 결 과
		x	y	z	x	y	z	
원 통	1	11	30	15	2.73	0.21	5.08	$1.568 \times 10^{-01}$
	2	24	24	23	1.25	0.26	3.31	$1.569 \times 10^{-01}$
	3	30	30	20	1.00	0.21	3.81	$1.569 \times 10^{-01}$
	4	40	40	30	0.75	0.16	2.54	$1.570 \times 10^{-01}$
직육면체	1	30	30	30	4836	8.66	9.66	$1.330 \times 10^{-09}$
	2	35	35	35	41.71	7.42	8.28	$4.669 \times 10^{-09}$
	3	60	35	30	24.3	8.66	8.25	$9.306 \times 10^{-08}$
	4	40	20	20	36.5	13.0	14.5	$1.839 \times 10^{-08}$
평면형태	1	30	30	30	33.3	10.0	0.66	$2.255 \times 10^{-06}$
	2	15	10	10	66.0	30.0	2.0	$1.019 \times 10^{-06}$
	3	20	10	10	50.0	30.0	2.0	$1.017 \times 10^{-06}$
	4	8	4	8	125	37.5	5.0	$7.365 \times 10^{-07}$

표 1은 세 가지 형태에 대한 격자수 결정에 대한 계산결과를 나타내었다. 또한 격자수에 대해서 세 가지 선원에 대한 계산결과를 비교하였다. 그림 1과 같이, 원통의 경우 격자수의 변화에 따라 일정한 값을 보인다는 것을 확인하였고, 직육면체와 평면 선원의 경우에 격자수의 변화에 대해서 선량값이 크게 변하는 것을 확인하였다. 특히 직육면체의 경우 x축에 대한 격자수 보다는 y 및 z 축에 대한 격자의 조건에 따라 방사선량이 변화하였고, 평면선원에 대해서는 x축에 대한 격자수를 조밀하게 하기 보다는 넓은 격자범위를 설정하는 것이 적합한 것으로 나타내었다.

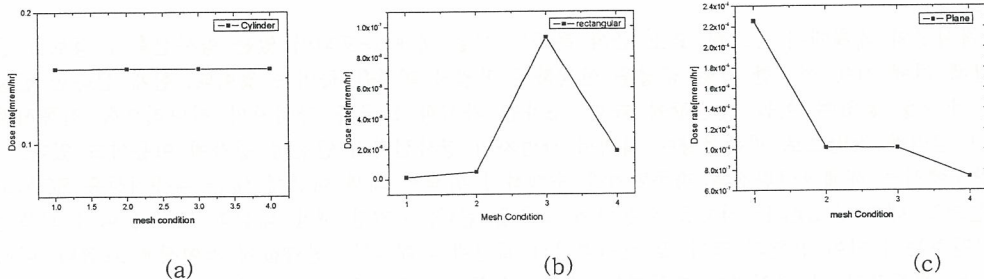


그림 1. 선원 형태에 대한 방사선량의 계산 결과 (a) 원통, (b) 직육면체, (c) 평면

### 3. 결론

세 가지의 다른 형태의 방사선원에 대하여 격자수를 변화시키면서 방사선량을 계산하였다. 그 결과 원통의 경우는 격자수와 상관없이 일정한 값을 보였으나, 다른 두 가지의 선원형태에서는 격자수에 따라 방사선량 값들이 크게 변하였다. 따라서 이들 선원형태에 대하여 정확한 피폭 선량을 평가하기 위한 격자수를 결정하였다. 본 연구에서는 방사선원의 크기에 따른 격자수 결정 방법을 제안하였으며, 선량계산에 있어 다른 전산코드(MCNP)와 비교하여 결과를 검증하였다.

### 참고문헌

- [1] B. L. Broadhead, M. B. Emmett , QADS : A Multidimensional Point-Kernal Analysis Module, Oak Ridge National Laboratory report ORNL/TM-2005/39
- [2] K.V. Subbaiah, R. Sarangapani, GUI2QAD : A graphical interface program for QAD-CGPIC Annals of Nuclear Energy 33(2006) 22-29