CANDU형 원전의 피폭현황 분석

서장수, 손중권, 원유호
원자력발전기술원, 대전광역시 유성구 장동 25-1
jkson1@khnp.co.kr

1. 서론

1978년 고리 1호기가 운전을 시작한 이래 현재 국내에는 20기의 원전이 운전 중에 있고, 8기 원전의 추가 건설이 계획되고 있다. 원자력발전소 증가에 따라 원전 종사자의 수는 비례적으로 늘어날 것이며 이에 따라 원전 작업자 방사선 피폭선량 또한 증가할 것이다. 또한 원전의 가동년수가 늘어남에 따라 원전 1차계통의 방사선량율이 증가하고 설비의 노후화에 따른 보수빈도 또한 늘어나게 되어 방사선 피폭량은 더욱 증가할 것이다. 이에 따라 방사선 피폭에 의한 리스크 또한 그만큼 커진다고 볼 수 있다. 따라서 방사선피폭의 대부분을 차지하는 계획예방정비기간중 원전작업자의 리스크를 정량화하고 피폭시나리오를 개발함으로써 방사선리스크를 체계적으로 저감할 수 있는 방법을 모색할 필요가 있다.

이를 위해 국내에서 운영되고 있는 원전중 우선 중수로형 원전의 계획예방정비기간중 피폭현황을 분석하고 DB화 하였다.

2. 실험 및 결과

원전 종사자에 대한 방사선리스크 평가를 위해서는 고피폭을 유발하는 방사선 작업들을 식별해내는 것이 필수적이다. 이를 위해서는 기존에 이루어진 방사선작업을 분석해야 한다. 본 논문에서 사용된 작업자 피폭자료는 2002년부터 2005년까지의 월성 1-4호기 방사선안전관리 시스템에 기록된 방사선작업허가서 (RWP : Radiation Work Permit)의 기록 내용을 근거로 하여 방사선안전관리 시스템의 내용으로 구축하였다. 자료내용은 발전소, 작업허가서 번호, 작업내용, 작업장소, 작업구분(경상, O/H, 간이정비, 기타), 작업코드 (A~S), 작업부서, 허가인원, 실제인원, 연인원, 예상선량(mSv), 방사선량(mSv), 작업시간(분), 선량(mSv) 등을 포함한다.

3년간의 월성 1-4호기에 수행된 방사선작업 피폭자료는 총 36952개의 데이터로 구성되어 있다. 작업에 투입된 인원은 115,606명이며 884,225시간의 총작업시간 동안 3,002mSv의 피폭선량이 나타났다. 2002년 287개, 2003년 12407개, 2004년 12033개, 2005년 12,225개로서 실질적으로 기록된 것은 2003년 이후로 볼 수 있다. 호기별 구성은 1호기 14,535개, 2호기 10,927개, 3호기 5,694개, 4호기 5,770개이며 그외 공통지역 및 폐기물 관련이 5,156개이다. 작업구분은 경상 24,068개, O/H 12,152개, 간이정비 556개, 기타 162개, 그 외 구분되지 않은 18개로서 발전소에서 일어난 모든 방사선 작업들을 포함하고 있다.

방사선 작업의 구분은 크게 중수로와 경수로 모두 주요작업 분류로 19가지 작업으로 나누어진다. 하지만 세부적으로는 나누어지는 방법은 중수로와 경수로가 다르다. 경수로의 경우는 134가지의 세부작업으로 나누어지는 반면 중수로의 경우는 119가지 세부작업으로 나누어진다. 표 1은 국내 중수로형 원전의 주요 작업분류를 나타 내었으며 2002~2005년까지의 각 주요 작업의 총작업개수, 총작업자수, 작업별 총선량, 작업시간 등을 나타내었다.

중수형 원전 작업종사자 방사선 리스크 평가를 위한 사정 작업으로 고피폭을 유발하는 방사선 작업들을 파악해 보았다. 19개 주요작업들에 대하여 선량이 많은 작업, 작업수가 많은 작업, 작업종사자가 많은 작업, 작업시간이 많은 작업에 대하여 작업 순위를 도출하였다.

작업횟수, 작업자수 및 시간 순위에 대해서는 거의 같은 순위로 나타남을 확인할 수 있다. M (General Work), A (Refueling), Q (Dose by System not Listed above), L (Routine Inspection) 까지의 순위가 같았으며 선량순위 (M-Q-C-A) 역시 다른 분석요소들과의 순위와 비슷한 경향을 나타냈지만 상대적으로 C (S/G - primary side) 작업의 순위가 높게 나타남을 확인할 수 있었다. 즉 C 작업은 다른 작업들에 비해 선량이 상대적으로 순위가 높았다. 하지만 이러한 순위는 작업

수가 많을수록 선량이나 시간이 많을 수밖에 없기 때문에 작업횟수 순위에 따라 선량순위도 결정이 된다.

작업별 특성을 파악하기 위해서 선량, 종사자수, 시간을 작업수로 나눈 값으로 순위를 계산해 보았다. 그 결과는 단순 순위와는 많이 다름을 알 수 있다. 평균작업자수 순위는 C, F (CVCS & Coolant Pump Seal Water System), M, I (RCS Pump), A 작업 등이 높았고, 평균 작업시간에서는 M, C, A, I, Q 작업 순으로 나타났다. 작업당 평균선량이 높은 작업은 C, N (Scaffolding), B (Reactor vessel or internal), J (Primary circuit), K (Valve work) 순으로 나타났다.

19개 주요작업중 10개 작업이 전체의 98.7%를 차지하는 것을 고려할 때, 고피폭 주요작업에 대한 피폭저감 방안을 마련할 필요가 있다. M, Q 2개 작업이 전체의 50% 넘게 차지하고 있었고, 4개 작업 (M, Q, C, A) 작업이 전체의 3/4 (75%)을 차지하였으며, 6개 작업 (+, L, B)이 92.6%를 차지하고 있다는 점은 피폭이 주요 몇 개 작업에서 대부분 일어나고 있음을 증명한다.

표 1. 작업허가서에 따른 중수로 주요작업 분류 및 데이터

작업구분		작업개수	작업자수 (명)	선량 (mSv)	작업시간 (hr)
A	Refueling	6488	19558	312.95	102068.57
B	Reactor vessel or internal	1054	3169	223.31	14886.69
C	S/G - primary side	809	3966	398.53	17104.24
D	S/G - secondary side	14	37	0.34	89.87
E	RHR & SI sys	656	1475	18.75	5873.83
F	CVCS & Coolant pump seal water system	47	157	2.21	663.45
G	PZR	6	16	0.23	44.17
H	Reactor water clean-up system	1058	2858	70.87	11552.69
I	RCS Pump	444	1364	34.47	6479.08
J	Primary circuit	128	319	24.26	1356.47
K	Valve work	598	1727	51.93	7821.70
L	Routine Inspection	4412	13005	283.01	45136.83
M	General work	14978	49743	1115.85	583285.41
N	Scaffolding	72	195	16.79	659.90
P	Control rod drive	27	62	2.17	128.73
Q	Dose by system not listed above	6161	17956	446.42	87073.65

3. 결론

방사선리스크 기반구축을 위한 사전 연구로 중수로형 원전의 주요 작업에 대한 피폭데이터를 분석하였으며 경수로형 원전에 대한 피폭데이터 분석 역시 수행할 예정이다.

원전 방사선 피폭의 대부분을 차지하고 있는 계획예방정비 기간중의 방사선 리스크 평가기반을 구축하고 이를 기반으로 피폭저감 방안을 도출하여 원전 종사자의 피폭선량을 낮추는데 수 있을 것이다.

참 고 문 헌 (REFERENCES)

1. 한국수력원자력(주), "원자력발전소 방사선관리 연보", (1986-2002.)
2. IAEA Safety Standards Series Safety Guide No. RS-G-1.3, "Assesment of Occupational Exposure Due to External Sources of Radiation", (1999)