

한국표준형원전 방사선미상시 선원항 평가 방재시스템 개발

손한성,이경호,최성수,신형기\*,문철용\*\*,김병태\*\*,임관석\*\*  
 (주)액트, 대전시 대덕구 신일동 1688-5 벤처타운 장영실관 407호  
 \*한국원자력안전기술원, 대전시 유성구 구성동 19-0  
 \*\*선광원자력안전(주), 대전시 대덕구 신일동 1696-4  
 khlee@actbest.com

방사능 방재 및 안전규제 기술 개발은 IT 기술의 발전과 H/W 성능 개선으로 획기적으로 이루어지고 있다. 국내의 경우 IT 기술을 접목하여 천재지변시 등에 효율적인 방재대책 기술이 구축되었고 국가적인 관리도 훌륭하게 이루어지고 있다. 그러나 국내 원전의 경우 노형의 다원화로 최적시스템의 구축에 대한 연구는 더 필요하다. KINS의 경우 원전에서 입수한 안전 관련 데이터를 종합적으로 관리하고 있으며 이를 기반으로 다양한 사고 시나리오 및 선원항 누출에 대한 신뢰성 있는 DB 구축으로 보다 적극적인 방재시스템을 구축하고자하며 이에 한국 표준형 원전에 대한 선원항 평가 방재 시스템을 개발하였다.

본 연구는 국내에는 없는 미국 Sandia National Laboratories에서 개발한 방사선원항을 계산하는 XSOR 코드(SURXSOR, SEQXSOR, ZIXSOR, PBXSOR, GGXSOR) 개발과 한국표준형원전에 적합하게 사용할 수 있게끔 하는 목적으로 수행되었으며 이를 위해 미국 Surry 발전소등에서 사용 하였던 매뉴얼등을 수집하여 실행파일을 작성하였고 프로그램 수행에 필요한 입력파일(표 1. 참조)도 생성하여 KINS가 관리중인 방사능방재대책전산체계(CARE) 시스템에서 실행할 수 있도록 하였다. 또한 안전정보망시스템(SIDS) 안전변수와 연계하여 온라인상에서 선원항 누출을 예측하여 방재활동을 효율적으로 수행할 수 있는 시스템을 구축하였다.

(그림 1.,그림 2. 및 그림 3. 참조)

순번	변수명	설명	SIDS 테이블 명	단위
1	CVPr	적납건물 광역압력	Y3_CVBLDA_1	psig
2	RVHdLvl	원자로용기 헤드수위	Y3_ISYSA_1	%
3	CVSpray	적납건물 살수 신호	Y3_CVBLDD_1	-
4	CVH2	적납건물 수소 농도	Y3_CVBLDA_1	%
5	CVSmLvl	적납건물 집수조 수위	Y3_CVBLDA_1	%
6	SG1Lvl	증기발생기 1 수위	Y3_2STEAMA_1	%
7	SG1Pr	증기발생기 1 압력	Y3_2STEAMA_1	Bar
8	SG2Lvl	증기발생기 2 수위	Y3_2STEAMA_1	%
9	SG2Pr	증기발생기 2 압력	Y3_2STEAMA_1	Bar
10	DAERad	탈기기 유출률 방사능 농도	Y3_RAD_1	uCi/cc
11	PZRPr	가압기 압력(방각재 압력)	Y3_ISYSA_1	psig

표 1. XSOR코드에 사용되는 한국표준형원전 안전변수

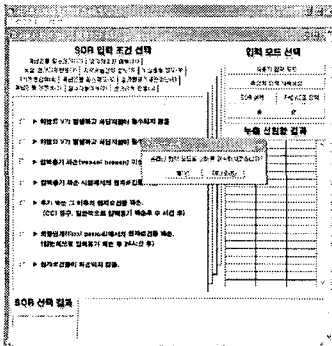


그림 1. XSOR 특성치 생성 프로그램 초기화면

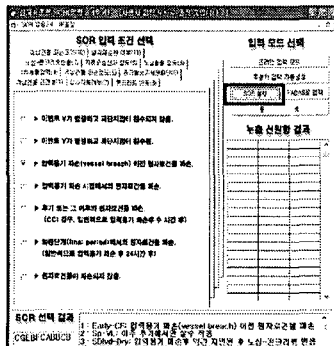


그림 2. XSOR 실행

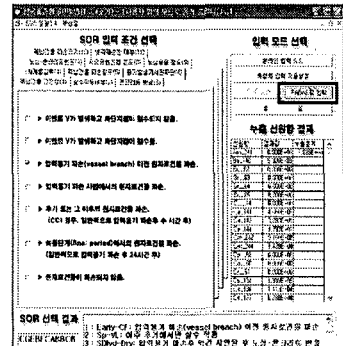


그림 3. FADAS DB로의 선원항 계산 결과 입력화면

XSOR 결과를 환경영향평가시스템(FADAS)에 입력하여 한국 표준형 원전의 노심 재고량 및 냉각재 재고량의 방출 분율을 이용하여 선원항 값을 계산하였다. 실험적으로는 연구결과의 신뢰성 및 타당성을 위하여 MAAP 코드와의 비교 계산을 통해(표2. 및 그림4. 참조) 방사선 방출에 대하여 XSOR 코드 및 MAAP 코드 계산은 비슷한 유형의 결과를 도출함을 확인하였다. 한국 표준형 원전의 안전 변수와 연계하여 XSOR 코드로 방사선사고 발생 시 누출 계산을 통하여 FADAS와 연계하여 기상자료를 합하여 대기확산 평가를 하였고 실시간으로 발전소 상태를 감시할 수 있는 방재 시스템을 구축하였다. 따라서 본 연구의 결과는 원전에서 시행하고 있는 방재 훈련 시에 방재 훈련의 효과를 극대화할 수 있는 도구로써 충분히 활용이 가능하다.

CODE	Noble Gases	CsI	TeO2	SrO	BaO	La2O2	CeO2
MAAP	1.23E-03	1.03E-06	3.89E-07	8.24E-09	3.80E-08	2.30E-10	1.02E-09
XSOR	4.90E-03	2.10E-03	8.50E-10	8.00E-04	3.80E-05	1.20E-06	2.90E-06

표 2. MAAP 코드 및 XSOR 코드 선원항 방출률 비교

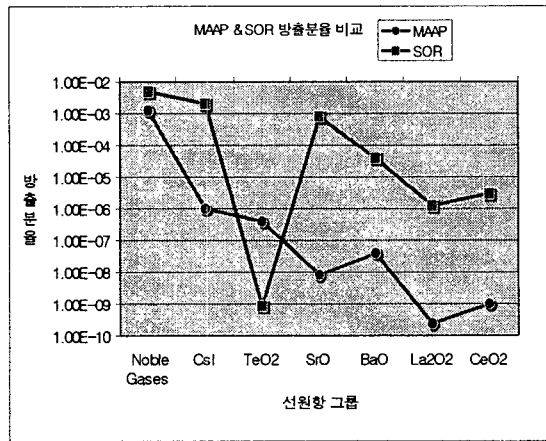


그림 4. MAAP 코드 및 XSOR 코드 방출률별 비교도

또한 XSOR 를 CARE에 적용하여 방사선원항평가시스템(STES) 프로그램이 갖지 못한 방사선 누출에 대한 각종 데이터를 제공함으로써, 장점만을 가진 방재시스템으로 확대하였다.

본 연구를 통하여 첫째, 많은 실험을 통한 XSOR 실행프로그램의 구현 및 테스트, 둘째, XSOR 코드와 SIDS간 연계를 위한 원전 안전변수 선정 및 연계, 셋째, XSOR 코드 결과인 선원항을 FADAS에 자동 입력하도록 프로그램 구현 및 마지막으로 Level 2 PSA의 검증 코드로 사용하고 있는 MAAP 코드와 XSOR 코드로 계산 결과를 비교하여 방출 분율이 비슷한 유형을 갖는다는 결론을 도출할 수 있었다.

그러나 보다 완벽한 결과 도출을 위해서는 XSOR 코드의 안전 변수 11개만으로는 부족하며 심도 깊은 연구를 통해 XSOR 코드가 잘 수행할 있도록 하여야하며 앞으로도 다양한 코드를 통해 방사능 누출에 대한 이론적, 실험적 단점을 보완하여야한다. 이를 통해서 더욱 효율적이고도 국민의 안전 보장과 국민이 위해로부터의 완벽보호를 받는 최적의 방재 시스템을 구축할 수 있다.