

가상 원전에 대한 교육용 신 화재 PSA 기본모델 개발 연구 II

김길유 · 강대일 · 김위경* · 도규식*

한국원자력연구원 · *한국원자력안전기술원

NUREG/CR-6850에 따른 신규 화재 PSA 방법론으로 간단한 계통으로 이루어진 가상의 원전을 대상으로 교육용 신 화재 PSA 방법 기본모델을 개발하였다. 기본 모델을 CCDP 방법과 IPRO-ZONE을 이용한 화재 고장수목(FT) 자동 생성 방법으로 개발하였으며, FT 자동 생성으로 많은 시간과 노력을 절약할 수 있었다. 개발된 신 화재 PSA 방법 기본모델을 이용한 교육을 통해, 향후 복잡한 신 화재 PSA 방법이 국내 산업계에 쉽게 확산될 것이다.

1. 서 론

미국 원자력규제기관인 NRC는 NUREG/CR-6850^[1] 보고서를 통해, 새로운 화재 PSA 방법을 발표하였고, 국내 원전 운영자가 이 새로운 방법론을 쉽게 이해 활용하도록, 교육용 신 화재 PSA 기본모델을 KINS와 KAERI는 공동으로 만들었고, 지난 논문^[2]에서는 구축된 내부사건 PSA 모델과 이를 바탕으로 한, 신 화재 PSA 기본모델 구축 방법론을 기술한 바 있다. 본 논문은 이 방법론을 바탕으로 실제 교육용 신 화재 PSA 기본모델을 개발한 것을 기술하였다.

2. 교육용 화재 PSA 기본모델

내부사건 PSA에서 모델링한 기기들뿐만 아니라, 화재안전정지에서 요구하는 기기들과, 화재로 인한 초기사건 및 오동작 기기를 파악하여, 화재구역별 Mapping Table을 만들었다. 이 Mapping Table을 이용하여 내부사건 고장수목을 수작업으로 화재 PSA 모델로 만들 수 있으나, IPRO-ZONE^[3]을 이용하면, 자동으로 화재 PSA 모델을 생성할 수 있다. IPRO-ZONE은 컴퓨터가 자동으로 인식할 수 있도록 위 Mapping Table을 조금 더 수정한, iZone 등의 4개의 테이블이 필요하다. 그림 1은 4개의 테이블이 ACCESS DB 형태로 있는 모양이고, 그림 2의 IPRO-ZONE은 이 ACCESS DB를 읽어, KAERI 개발 PSA 소프트웨어인 AIMS가 내부사건 PSA 모델을 화재 PSA 모델로 변환시킬 때 사용하는 SIMA 파일을 만든다.

그림 3은 AIMS에서 이 SIMA 파일(즉, test0305.sima.txt)를 사용하여, 화재 PSA 모델을 만들고, 이를 이용하여 정량화한 결과를 보여 준다. 그림 4는 조건부 노심손상빈도(CCDP) 방법을 이용한 노심손상빈도(CDF) 값이 IPRO-ZONE을 이용하여 자동생성된 화재 PSA 모델의 CDF 값과 같음을 보여준다,

3. 결 론

원전 운영자와 규제자가 이해하기 쉬운 신 화재 PSA방법 교육을 위하여, 미국 신 화재 PSA 방법 교육을 참고하여, 본 연구진이 개발한 IPRO-ZONE이라는 화재 PSA모델 구축도구를 이용하여, KINS와 KAERI는 공동으로, 교육용 신 화재 PSA 기본모델을 CCDP 방법과 IPRO-ZONE 이용한 화재 FT 자동생성 방법으로 개발하였다. IPRO-ZONE을 이용한 화재 FT 자동생성 방법으로 많은 시간과 노력을 절감할 수 있었다.

참고문헌

1. NUREG/CR-6850, EPRI/NRC-RES Fire PRA Methodology for Nuclear Power Facilities
2. Kilyoo Kim, et. al., "Development of an educational base model of new Fire PSA for a simple nuclear power plant" 2012 Korean Institute of Fire Science and Engineering, Autumn Meeting, Yong-In, Korea, Nov. 16, 2012
3. Daell Kang, SangHoon Han, "Development of the IPRO-ZONE to Construct One Top Fire Event PSA Model", Trans. of the KNS, Autumn Meeting, Gyeongju, Korea, Oct 27-28, 2011

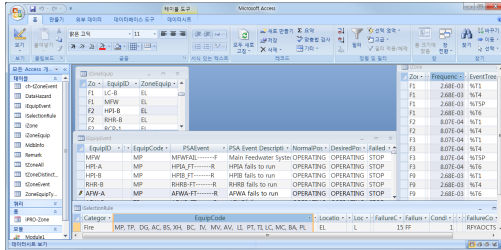


Figure 1. Mapping Tables in ACCESS DB for IPRO-ZONE input

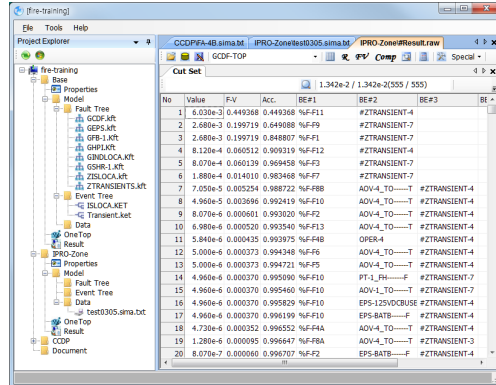


Figure 3. Fire PSA quantification by AIMS using the SIMA file

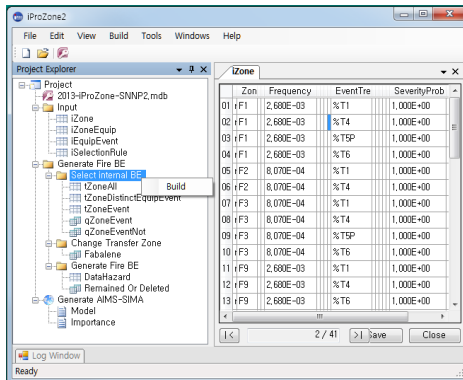


Figure 2. IPRO-ZONE generates SIMA file using ACCESS DB

Scenario	Ignition Frequency	CCDP	CDF	IPro-Zone CCDP	IPro-Zone CDF
FA-1	2.68E-03	1.0E+00	2.68E-03	1.00E+00	2.68E-03
FA-10	4.96E-03	1.4E-02	6.95E-05	1.41E-02	6.98E-05
FA-11	6.03E-03	1.0E+00	6.03E-03	1.00E+00	6.03E-03
FA-12	8.12E-04	1.0E+00	8.12E-04	1.00E+00	8.12E-04
FA-13	6.98E-04	1.99E-02	1.39E-05	2.00E-02	1.40E-05
FA-15	6.66E-04	4.85E-04	3.23E-07	4.88E-04	3.25E-07
FA-2	8.07E-04	1.3E-02	1.05E-05	1.31E-02	1.06E-05
FA-3	8.07E-04	1.0E+00	8.07E-04	1.00E+00	8.07E-04
FA-4A	4.73E-04	1.01E-02	4.76E-06	1.01E-02	4.75E-06
FA-4B	7.3E-04	4.41E-02	3.22E-05	4.41E-02	3.22E-05
FA-5	5.0E-04	1.4E-02	7.01E-06	1.41E-02	7.03E-06
FA-6	5.0E-04	2.0E-02	1.0E-05	2.02E-02	1.01E-05
FA-7	1.88E-04	1.0E+00	1.88E-04	1.00E+00	1.88E-04
FA-8A	1.28E-04	1.4E-02	1.79E-06	1.41E-02	1.80E-06
FA-8B	7.05E-03	1.01E-02	7.13E-05	1.01E-02	7.13E-05
FA-9	2.68E-03	1.0E+00	2.68E-03	1.00E+00	2.68E-03

Figure 4. CCDP and IPRO-ZONE method calculates the same CDF, respectively.