

국내 중수로원전의 사고 시 선량평가의 신규코드 적용

방선영, 이갑복, 정양근
 한국전력공사 전력연구원, 대전광역시 유성구 문지로 65
afgm5295@kepcoco.kr

1. 서론

월성 1호기에 대한 주기적 안전성평가 결과, 안전성 보완사항의 하나로서 최신기준에 따른 기존 안전성분석의 타당성을 재확인하여야 할 필요성이 제기되었으며 주기적 안전성 평가관련 법적요건 상 안전해석은 최신 기술기준 대비 안전성을 평가하게 되어있다. 또한 2012년이면 설계수명에 도달하는 월성1호기의 계속운전을 위하여 주요 설비의 교체를 계획하고 있으며 이에 대한 안전성을 입증할 필요가 있다. 중수로를 운영하고 있는 캐나다에서는 안전해석 코드의 IST(Industry Standard Tool) 버전을 개발하여 코드의 V/V(Verification and validation)과정을 거쳤을 뿐만 아니라 안전현안 사항들도 반영하였다. 이에 월성1호기 사고시의 안전해석 시 신규 최신코드 적용을 통한 주민선량평가 방법론 확립의 필요성이 제기되었다.

2. ADDAM(Atmospheric Dispersion and Dose Analysis Method) code의 개요

기존까지 중수로 원전(CANDU 형)의 사고 시 선량평가는 캐나다 CAN/CSA N288.2 7th Draft 를 기준으로 하여 이루어지고 있다. 위의 규정을 이용하여 상용화된 선량평가 프로그램은 PEAR(Public Exposures from Accidental Releases) code이다. PEAR 코드는 우리나라 중수로 원전인 월성원전의 FSAR의 사고시 주민선량 평가부분의 코드로 사용되었다. 캐나다에서 CAN/CSA N288.2-M91이 신규 발간되어 기존규정을 변경하여 캐나다 AECL에서 개발된 코드가 ADDAM (Atmospheric Dispersion and Dose Analysis Method) code이다. 사고 시 대기확산평가는 부지특성, 피폭대상특성 방출특성, 기상조건을 파악해야 한다. 신규 선량코드인 ADDAM은 다음과 같은 7단계를 통하여 주민선량평가가 이루어진다. 1) 유효방출높이의 계산, 2) 확산계수의 계산 및 가우시안 모델을 이용한 확산인자 도출, 3) capping inversion(역전층), 분해에 의한 보정인자의 계산, 4) plume depletion 과 침적에 의한 보정, 5) 시간경과 따른 선량계산, 6) 거주시간에 대한 선량보정, 7) 신체장기 및 연령그룹별 개인 및 집단선량 계산한다. 부지특성 자료에는 방출높이, 방출부의 종류 및 크기, 건물배열, 그 밖의 주변부지 특성이 포함되며 인구분포와 거주시간, 거주자 관련 특성이 필요하다. 사용자 입력파일에는 기상, 핵종, 방출자료 파일, 선량계산 옵션, 출력 제어 옵션 등이 포함된다. 방출데이터 자료는 ADDAM의 방출데이터는 방출경로 별 총 방출량 M(kg), 에너지 E(j), 방사능 Q(TBq)로 구성 됨. 방출데이터는 두 가지로 나뉘어진다. 첫 번째는 방출 후 특정 시간까지의 누적량, 누적에너지로써, 특정 시간 경과까지의 방출물의 평균속도, 밀도와 온도를 계산하는데 사용되며 두 번째는 특정시간 경로별 누적 방사능으로써 SMART 코드와 SMART-PEAR interface 파일을 이용하여 특정시간 경과까지의 방사능을 분석한다. 방출시간 기준으로 Δt 가 600~3600초 범위일때 Short-term 방출, 3600~86400초 범위는 Prolonged-term 방출로 정의한다. 600sec 이하의 Prompt-term과 86400sec 이상의 Long-term은 ADDAM 코드에서는 사용하지 않는다. 기상데이터에는 온도, 수직 기온감률, 수평 풍속, 수평 풍향, 대기안정도(A~F, G는 옵션), 시간평균 강수량, 안개일수 등이 필요하다.

3. 기존코드와 신규코드와의 비교 및 결론

신규 개발코드의 국내적용을 위해서는 신규코드가 기존코드의 미흡한 점을 보완하여 개발되었기에, 각 코드의 장단점을 비교, 분석하는 것이 필요하다. PEAR와 ADDAM 코드에 대한 비교를 다음 <Fig.1>에 나타내었다. 우선 PEAR 코드는 기존 대기안정도를 6등급으로 사용하나 신규규정은 7등급으로 변경되어 이를 적용하기 어렵다. 또한 사용자 관점에서 볼 때 입력 기상데이터를 방출시간에 따라 각각 재생산 해야 하는 단점이 있으나, ADDAM 코드는 방출시간이 포함된 기상대

이터를 입력하면 자동적으로 기상데이터를 받아들여 사용자의 작업효율을 높였다. 또한 PEAR 코드는 보다 현실적으로 개정된 선량환산인자를 미반영하고 있으므로, 선량값이 매우 보수적으로 산출된다. 기존 PEAR 코드가 가지는 문제점과 단점을 보완한 ADDAM 코드의 국내 중수로 원전의 적용은 기존 중수로 원전의 사고 시 주민선량평가 규정의 변경과 함께 월성원전 계속운전에 필요한 인허가 변경 시 주민선량평가에 사용 될 예정이다.

	PEAR <small>Public Exposure from Accidental Releases</small>	ADDAM <small>Atmospheric Dispersion and Dose Analysis Method</small>
Standard	CAN/CSA N288.2 7 th Draft	CAN/CSA N288.2-M91
대기안정도	6등급	7등급(G등급 추가)
입력 기상데이터의 효율	낮다(방출기간에 따라 각각의 기상데이터 필요)	높다(방출기간과 무관하게 자동적으로 산출)
데이터 성격	매우 보수적	현실적
오류	몇몇 사고해석 시 규제한계 초과 선량환산인자 개정분 미반영 해변, 수변 선량평가시 기상 데이터 선정오류	오류 수정

Fig 1. Comparison the PEAR with ADDAM code

REFERENCES

- [1] Atomic Energy of Canada Limited, "Computer Code Documentation for Calculations and Analyses, ADDAM Version 1.0 Theory Manual", CW-111090-225-002 Revision 0 (2003)
- [2] Atomic Energy of Canada Limited, "ADDAM Version 1.0 User's Manual", CW-111090-225-008 Revision 0 (2003)
- [3] Atomic Energy of Canada Limited, "PEAR-F77 VER-2.0", TTR-580 (2003)
- [4] Canadian Standards Association, "Guidelines for Radiological Monitoring of the Environment", CAN/CSA-N288.2-M91 (2003)