

중수형 원전의 격납건물 배기전략 타당성 연구

김시달, 박수용, 진영호
 한국원자력연구소
 대전광역시 유성구 덕진동 150
 sdkim2@kaeri.re.kr

1. 서론

확률론적 안전성평가 결과[1,2,3]에 의하면 격납건물 과압은 많은 양의 핵분열생성물이 대기로 방출될 수 있는 격납건물 파손을 일으키는 주요인이다. 만약, 중대사고가 진행 중에 격납건물 압력이 파손 압력에 이르면 중대사고관리지침서 중 격납건물 상태제어 지침서는 격납건물 열 제거원을 작동시키거나 배기를 통해 격납건물을 감압 시키는 지침을 제공한다. 격납건물 열 제거원인 격납건물 살수나 팬 냉각기가 작동을 못할 시 배기는 유일한 격납건물 감압 전략이다.

2. 격납건물 배기설비

2.1 격납건물여과배기계통

격납건물여과배기계통 (Containment Filtered Vent System : CFVS)[2]은 중대사고시 격납건물 내부의 과압으로 인하여 격납건물이 파손되지 않도록 격납건물 내 기체를 여과하여 격납건물 밖으로 배출하는 설비로서 TMI-2 및 체르노빌 원전사고 이후 선진 원자력 각국에 의해 중대사고 완화 설비중의 하나로 고려되고있다. 미국 NRC 는 CFVS 설치에 대비하여 기존호기 및 신규원전에 대하여 3ft 등가직경의 관통부(Opening)를 격납건물 설계 시 반영하도록 10CFR50.34(f) (3)(iv) 에서 요구하고 있다. 이와 같은 선진 원자력 각국의 추세와 미국 NRC 규제요건에 따라 국내 규제기관(KINS)도 울진 3,4 호기 이후 CFVS 계통 전용 관통부 확보 및 추후 설치에 대비한 공간 확보를 요구하고 있어 영광 5,6 호기에서도 울진 3,4 호기와 같이 격납건물여과배기계통의 추후 설치에 대비한 관통부가 설치되었다.

2.2 격납건물 격리 계통

중수형 원자로인 월성발전소는 CFVS 전용 관통부 확보 및 추후 설치에 대비한 공간 확보가 이루어 지지 않은 상태이다. CFVS 를 대신할 계통으로 격납건물 격리 계통[4]을 고려하였다. 격납건물 격리 신호가 나면 격리 밸브들은 자동으로 닫히며 설계 자료에 의하면 격납건물 온도와 압력이 떨어진 후 열도록 되어 있고

격리신호를 수동으로 제거 할 수는 없다. 그러므로 격납건물 과압시 격납건물 배기가 가능한 계통을 찾는 것은 중요한 일이다. 격납건물 격리계통은 월성 발전소의 경우 중수회수계통, 원자로건물 환기계통, 오염수 배수계통, 핵연료 교환기 배출 수조 정화계통, 중수공급계통, 사용 후 핵연료 저장수조 배기계통, 공기 중 삼중수소 계측배관, 수지이송계통, 순수 공급 계통 등 총 20 개 계통으로 75 개 밸브가 있다. 이중 직경 1" 이상의 격납건물 주요 격리 밸브에 대하여 검토하였다.

이 격리계통을 이용하여 격납건물 배기를 할 수 있는지 설계 자료를 검토한 결과는 표 1 과 같다. 즉 월성 1 호기는 중수증기 회수계통, 중수 공급계통, 월성 2 호기는 중수증기 회수계통, 중수 공급계통, 순수 공급계통 그리고 월성 3,4 호기는 중수증기 회수계통에 의해 배기가 가능하다.

표 1 수동으로 열수 있는 격납건물 주요 격리 밸브

월성발전소		
1 호기	2 호기	3,4 호기
-중수증기 회수계통, -중수 공급계통	-중수증기 회수계통(18" 직경), -중수공급계통(2.5" 직경), -순수공급계통(8" 직경)	-중수증기 회수계통

한편 배기전략을 수행했을 경우, 원자로건물의 압력변화와 대기로 방출되는 핵분열생성물의 양을 분석하였다. 그림 1 은 배기전략 수행 여부에 따른 압력변화를 나타낸다. 배기전략 수행 시는 55 및 50 psig 에서 밸브의 개방 및 폐쇄를 주기적으로 반복한 경우이며 배기전략 미 수행 시는 60.7 psig에서 건물이 파손된 경우이다.

효과적으로 수행되었을 경우에 방출율이 약 40%정도 임을 알 수 있다.

3. 결론

월성 1 호기는 중수증기 회수계통, 중수 공급계통, 월성 2 호기는 중수증기 회수계통, 중수 공급계통, 순수 공급계통 그리고 월성 3,4 호기는 중수증기 회수계통에 의해 배기가 가능하다. 격납건물을 감압 시킬 수단이 없는 상황 즉 격납건물 열제거원인 격납건물 살수나 팬 냉각기가 작동을 못할 시 격납건물 격리계통을 사용하여 인위적으로 배기를 실시하면 격납건물의 파손을 방지하고 격납건물이 파손된 경우보다 방사성물질의 방출량을 줄일 수 있다. 그러나 방사성물질이 보조건물로 방출되어 보조건물에서 운전원 활동을 제약하는 문제점이 있으며 50psig 이상의 압력에서 격납건물 격리밸브들을 열고 닫을 수 있는지는 검토가 필요하다.

참고문헌

- [1] KEPCO, "Ulchin Units 3&4 Final Probabilistic Safety Assessment Report", March 1998.
- [2] KEPRI, "PSA Notebook for Yonggwang Units 5&6 [Containment Performance Analysis : Main Report]", March 2001.
- [3] 한국수력원자력(주), "Probabilistic Safety Assessment for Wolsong Unit 1 (Final Report)", December 2003.
- [4] KOPEC "Wolsong NPP 2/3/4 Design Manual Containment Isolation System," AECL 86-67314-DM-001 Rev.2, September 1999.

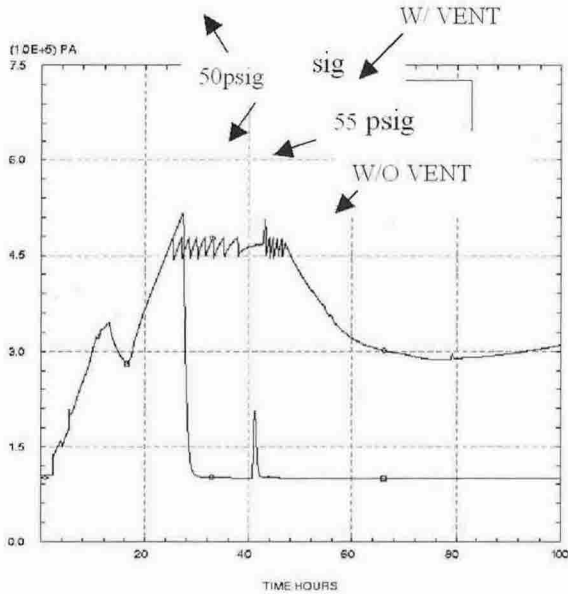


그림 1. 중대사고시 배기전략 채택 여부에 따른 원자로건물 압력추이 비교 (월성 2 호기, 발전소 정전사고 후 모든 안전계통 작동불능 가정)

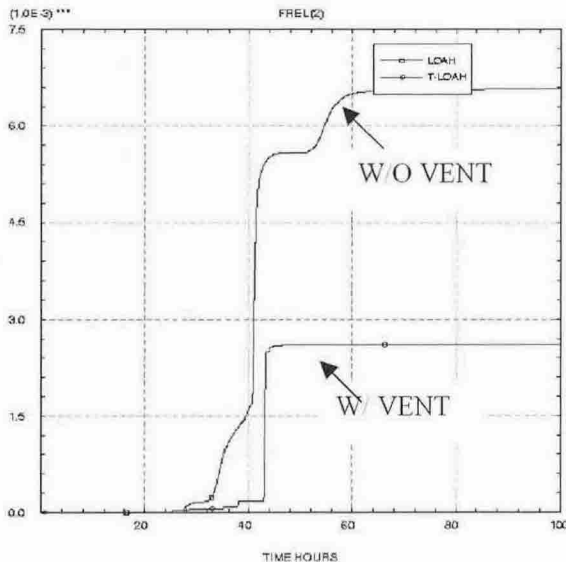


그림 2. 중대사고 시 배기전략 채택 여부에 따른 CsI 의 대기방출 분율 비교 (월성 2 호기, 발전소 정전사고 후 모든 안전계통 작동불능 가정)

그림 2 에서는 배기전략이 효과적으로 수행되었을 경우와 이 전략을 수행하지 않고 원자로건물이 파손되었을 경우, 대기로 방출되는 CsI 의 방출 분율을 비교 하였으며 전략이