

## 미국 NRC 사용후핵연료 건식캐스크 저장시스템 안전심사 지침 동향 분석

김성일, 최경우

한국원자력안전기술원, 대전광역시 유성구 구성동 19

sikim@kins.re.kr

### I. 서론

국내 사용후핵연료 관리정책은 제253차 원자력위원회 의결사항(2004.12.17)에 따라 국가정책방향, 국내의 기술개발추이 등을 감안하여 중장기적으로 충분한 논의를 거쳐 국민적 공감대하에서 추진하는 것이다. 2016년경 사용후핵연료 임시저장고가 포화됨에 따라 국내 발전용원자로의 사용후핵연료 중간저장시스템(캐스크 및 시설)의 설계 및 건설·운명을 위한 사전준비가 시급하다. 따라서 사용후핵연료 중간저장시스템 건설사업의 효율적인 추진 및 장기적인 안전성확보를 위해서는 보다 구체적인 안전요건 및 안전지침의 개발이 필수적이며, 동 연구에서는 이의 일환으로 최근 개정안이 발표된 미국의 사용후핵연료 건식저장시스템의 안전심사 지침서 변경내용을 분석하였다.

### II. 미국 NRC 사용후핵연료 건식캐스크 저장시스템 안전심사 지침서 변경내용 분석

10CFR72 체계에 따른 미국의 사용후핵연료 중간저장시설 인허가체계는 부지별 허가와 일반허가로 크게 구분할 수 있으며, 개별 캐스크에 대해서는 부합성인증서 허가 제도를 시행하고 있다. 미국 NRC는 사용후핵연료 저장시설의 안전성 평가와 관련하여 ISFSI<sup>1)</sup> 시설과 캐스크에 대하여 별도의 심사지침을 개발하여 적용하고 있다. NUREG-1567에서는 ISFSI 시설에 대한 안전심사지침을 제시하고 있으며, NUREG-1536(Standard Review Plan for Dry Cask Storage Systems)에서는 캐스크의 안전심사지침을 제시하고 있다. 동 심사지침서는 1997년 작성되어 최근 2009년에 NUREG-1536 Revision 1A(Standard Review Plan for Dry Storage Systems at a General License Facility) 개정안으로 수정되어 발표되었다. NRC에서는 Spent Fuel Project Office(SFPO)에서는 기발간된 안전심사지침의 내용을 명확하게 하거나 또는 기존 안전심사지침에 제시되지 않았던 현안에 대하여 임시지침 ISG<sup>2)</sup>를 발간하고 있으며, 22개 항목에 대하여 NUREG-1536에 반영여부에 대한 분석 결과는 표1과 같다. 주요한 변경사항으로는 재료에 대한 안전성평가 항목 추가 및 연소도 이득(Burnup Credit)을 적용하는 반면, 기존 안전성평가 항목이었던 해체 안전성평가 항목이 삭제되었다. 또한, 모델링을 위한 전산프로그램의 적용에 관한 내용이 강화되었다.

표1. ISG에 따른 미국 사용후핵연료 건식저장시스템 안전심사지침서(NUREG-1536) 반영여부

ISG# & Rev.	제목	NUREG-1536 반영여부
1 Rev. 2	손상된 핵연료	추가됨
2	핵연료 회수 가능성	반영 안됨
3	사고후 복구 및 10CFR72.122(1)과의 부합성	추가됨
4 Rev. 1	캐스크 폐쇄 용접검사	ISGs 15, 18로 대체됨
5 Rev. 1	격납 평가	추가됨
6	설계기준 핵연료집합체에 대한 최소 초기농축도 산출	추가됨
7	수송사고시 캐스크 열전달에 관한 잠재적인 일반현안	추가됨

1) Independent Spent Fuel Storage Installation (사용후핵연료 독립저장시설)

2) Interim Staff Guidance (임시규제지침)

ISG# & Rev.	제목	NUREG-1536 반영여부
8 Rev. 2	수속캐스크 및 저장캐스크 내 PWR 사용후핵연료에 대한 입계안전성 해석시 연소도 이득	추가됨
9 Rev. 1	핵연료집합체 관련 기기의 저장	추가됨
10 Rev. 1	ASME 코드에 대한 대체방안	추가됨
11 Rev. 3	사용후핵연료 수송 및 저장을 위한 피복관에 대한 고려사항	추가됨
12 Rev. 1	하부 말단부 낙하조건 하에서 조사된 핵연료의 비틀림 현상	추가됨(new revision pending)
13	실제 개인	추가됨
14	보충적인 차폐	추가됨
15	재료에 대한 안전성평가	추가됨
16	비상계획	반영 안됨
17	GTCC 폐기물의 중간저장	반영 안됨
18 Rev. 1	사용후핵연료 저장을 위한 격납경계로써의 Austenitic 스테인리스 캐니스터 용접의 설계 및 시험	추가됨
19	가상사고 조건하에서 갑속재 배제 및 10CFR71.55(e) 요건에 따른 사용후핵연료 미입계 입증	반영 안됨
20	NRC 승인없이 10CFR Part71 조항에 따른 운송용기 설계변경	반영 안됨
21	전산모델링 소프트웨어의 사용	추가됨
22	LWR 또는 우라늄산화물 핵연료에서 단기적인 캐스크 하역 작업중 산화분위기에 노출됨에 따른 잠재적인 핵연료봉 절단	추가됨

### III. 결론

본 연구에서는 미국의 최근 규제현안으로 NRC 핵연료사업국이 발간한 22개 분야의 임시규제지침 (ISG)에 대한 검토를 통하여 개정된 안전심사 지침서를 분석함으로써 ISG 반영여부 및 안전심사 지침서 동향을 분석하였다. 이를 통해 향후 국내 사용후핵연료 중간저장시설 안전심사 지침서 개발에 활용 가능할 것으로 기대된다. 특히 미국이 건식저장 캐스크에 연소도 이득을 적용함으로써, 이에 대한 국내 규제입장 정리가 필요할 것이며, 고연소도 사용후핵연료 등 국내 사용후핵연료 특성을 반영한 규제지침 개발이 필요할 것으로 판단된다.