

APR1400 미국 원자력규제기관 NRC 표준설계 심사현황



양 승 태
한국수력원자력(주)
기술전략처 부장

1 개황

2015년 3월 5일(한국 시간) 미국 원자력규제위원회(이하 NRC)는 우리나라 신형경수로인 APR1400 원전이 설계인증(Design Certification) 사전심사를 통과하여 본 심사에 착수한다고 발표하였다. 설계인증은 미국 내 특정 원전 부지 특성에 따른 일부를 제외한 원전 전반에 대한 ‘표준설계’에 대해 NRC가 안전성 평가를 통해 인증해 주는 제도이다. 설계인증을 취득한 원전은 건설 및 운영단계에서 표준설계 분야의 심사 면제로 인허가 기간 및 비용 절감효과가 커 설계인증은 미국 내 전력사업자가 신규원전 건설 추진을 위해 고려하는 필수 요건이다. 향후 10년에서 20년 사이에 미국 내 운영허가가 만료되는 원전과 석탄화력 발전소가 집중되면서 그 대체 청정전력원으로 신규 원전 수요가 증가할 것으로 예상되고 있다. 이에 따라 미국 인허가 여건상 설계인증을 취득한 노형만 건설이 가능한 만큼



설계인증의 중요성과 효용성은 더욱 커질 것으로 보인다.

특히, 이번 APRI400원전의 설계인증 사전심사 통과는 NRC가 최근 프랑스와 일본 등의 원전에 대한 설계인증 본 심사 기간이 7년 이상 장기화되고 있는 데 따른 부작용을 줄이기 위해 사전심사 요건을 대폭 강화한 이후 최초로 적용된 사례로, 2019년 내에 설계인증을 받을 가능성이 매우 높다. NRC 신규원자로국장인 글렌 트레이시(Glen Tracy)는 우리나라의 APRI400 원전 설계인증과 관련하여 “본 심사를 42개월의 표준 심사기간 내에 완료해 NRC 설계인증 심사의 모범사례로 만들기를 희망 한다”고 밝혔다.

2 현황

APRI400 원전은 2세대 한국표준형 원전의 반복 건설·운영 경험을 통해 축적된 역량을 바탕으로 미 CE

사(2000년에 웨스팅하우스에 합병됨)의 신형 원전(System 80+) 기술을 도입하여 우리나라가 자체 개발한 국내 최초의 3세대 원전이다. 1992년 정부의 ‘국가선도 기술개발 사업(G7-Project)’의 일환으로 착수하여 2002년 국내 규제기관으로부터 표준설계인가를 취득하였으며, 신고리 3·4호기에 최초 호기 건설을 착수하여 2015년 시운전을 앞두고 있다. 이외에도 UAE 바라카에 4개 호기, 신한울에 2개 호기가 건설 중이며, 신고리와 신한울 등에 지속 건설될 계획이다.

APRI400은 우수한 경제성과 주기기의 안정적인 공급, 다수 호기 반복 건설을 통한 사업관리 능력 등 충분한 경쟁력을 확보하고 있는 원전이다. 2009년에는 UAE 수출에 성공하여 우리나라가 원자력 수출국의 반열에 오르게 하였다. 그러나 수주과정에서 해외 경쟁사로부터 국제적 안전성 검증이 미흡한 노형이라는 부당한 비판을 들어야 했다. 국제시장에서 우리나라와 경쟁중인 주요 노형들이 모두 NRC 설계인증을 취득하



그림 1 APRI400 설계인증 인허가 신청문서 제출 사진

표 1 주요 노형에 대한 미국 설계인증 현황

신청기관	노형	종류	용량(MWe)	신청	취득	비고
미국 GE	ABWR	비등경수로	1,350	1987. 9	1997. 6	갱신 중
미국 웨스팅하우스	AP1000	가압경수로	1,100	2002. 3	2006. 2	개정 재취득 (2011. 12)
미국 GE-일본 히타치	ESBWR	비등경수로	1,550	2005. 8	2014. 10	-
프랑스 AREVA	US-EPR	가압경수로	1,600	2007. 12	-	본 심사 중단
일본 미쓰비시	US-APWR	"	1,700	2007. 12	-	심사 지연 중
한국 KEPCO-KHNP	APR1400	"	1,400	2014. 12	-	본 심사 착수 (2015. 3)

였거나 추진 중에 있는 상황에서 이런 주장은 어느 정도는 우리 원전에 불리하게 작용할 수밖에 없었다.

하지만 우리도 이제 미국 설계인증 본 심사 착수에 성공하여 명실상부하게 세계 주요 노형과 동등한 경쟁 위치에 서게 되었다. 참고로 현재 설계인증을 취득한 노형은 미국 GE사의 ABWR과 웨스팅하우스사의 AP1000 등 3개 노형이며, 프랑스 아레바사의 EPR과 일본 미쓰비시의 APWR, 그리고 우리나라의 APR1400 이 설계인증 본 심사 단계에 있다.

한국수력원자력, 한국전력공사, 한국전력기술, 한전원자력연료, 두산중공업 등 국내 원자력 5개 기관은 APR1400 원전의 수출경쟁력 강화와 미국 진출기반 확보를 위해 지난 2010년 12월부터 NRC 설계인증 취득 사업을 본격 추진하였다.

NRC 설계인증을 취득하기 위해서는 미국 대부분의 부지에 건설이 가능하도록 건설 부지별 특성에 따른 일부를 제외한 원전 전반에 관한 표준설계를 개발해야

한다. 표준설계의 인허가문서는 가동원전의 최종안전성 분석보고서 수준으로 상세하게 개발되어야 하는데, NRC 보고서(SECY-90-337)에 따르면 설계의 완성도가 80% 이상의 수준으로 평가된다. 또한, 설계인증 취득 시 미국 연방규정에 법제화되어 15년간 유효하기 때문에 본 심사 착수 전 6개월까지의 최신 규제요건 및 기술요건을 충족해야 한다.

설계인증의 장점을 이해하려면 독특한 미국의 원전 건설/운영 인허가 제도를 이해해야 한다. 우리나라에서 신형 원전 건설을 위해서는 먼저 새로운 개념의 원전설계를 R&D로 수행하여 표준설계인가를 취득한 후, 이에 기초하여 별도로 상세 설계 사업을 시행하여 건설허가를 취득한 후 후속으로 운영허가를 각각 취득해야 한다. 반면에 미국은 NRC 통합인허가제도(COL)를 통해 건설허가와 운영허가를 동시에 취득하도록 하고 있으며, 건설 및 운영허가에 필요한 상세설계 80% 정도를 사전 설계인증(DC)을 통해 수행하도록 하여 인허

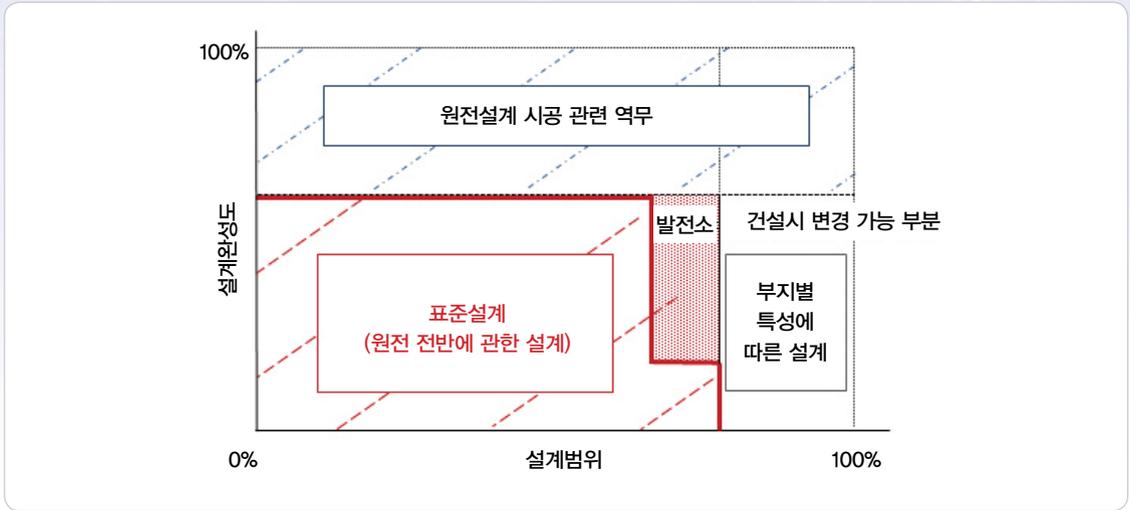


그림 2 원전 표준설계 범위 및 완성도(Regulatory Guide 1.206)

가 중복 심사와 단계별 설계변경 및 재설계에 따른 비용을 최소화하도록 하고 있다. 따라서 NRC 설계인증은 국내 표준설계인가에 비해 까다롭고 검토기간 및 인허가 비용이 비싼 편이지만, 실제 건설/운영 허가과정에 바로 사용이 가능한 상세 표준설계이므로 실제

사업 시 설계비뿐만 아니라 인허가 비용 감축 효과도 기대할 수 있다. 무엇보다 설계인증을 받으면 미국 내 어느 부지에든 건설/운영 통합인허가를 받을 수 있는 80% 수준의 설계 작업을 미리 수행하여 규제기관 인허가를 받아 놓은 효과가 있기 때문에 미국 시장에서



그림 3 NRC 설계인증 사전심사 회의

건설 희망 발전사만 나타난다면 신속하게 사업을 진행 시킬 수 있다. 이러한 장점 때문에 2004년 이후 프랑스 EPR과 일본 APWR 등 신형원전 선진국들은 미국 시장 진출의 핵심 교두보로써 NRC 설계인증을 적극 추진하고 있는 것이다.

그러나 후쿠시마 사고 이후 중대사고 안전성 분석이 강화되고 I&C 설계의 복잡성과 EPR 및 APWR 원전의 건설 추진과정에서 각종 이슈가 발생하면서 설계인증 사전심사 기준이 대폭 강화되었으며, 현재 프랑스 EPR 및 일본의 APWR 등은 설계인증에 큰 곤혹을 겪고 있다.

APR1400 원전은 NRC가 설계인증 사전심사 요건을 대폭 강화하여 이를 통과한 경우에만 본 심사에 착수하기로 방침을 정한 이후 최초의 본 심사 착수에 성공한 사례로써, 본 심사 통과 가능성에 대한 기술적합성을 어느 정도 인정받은 상황이다.

3 향후 계획

NRC 본 심사는 APR1400 표준설계에 대한 안전성

평가를 상세 수행하는 단계이다. 분야별로 세부 설계 내용이 관련 규제 요건 및 기술 기준 등에 부합하는지를 평가하고, 실험 및 해석, 계산결과 등 설계 관련 자료가 유효한지를 검증한다. 설계인증 신청기관은 이 기간 동안 NRC 심사진이 안전성 평가와 관련하여 발행하는 인허가 질의를 적기에 답변하고, 실험과 관련된 입회검사 등을 수검 받아야 한다.

NRC 심사진이 이런 과정을 통해 안전성 평가를 완료하면, 심사진과 독립적으로 구성된 안전자문위원회가 평가결과를 검토한다. 안전자문위원회 검토가 완료되면 최종 안전성 평가보고서가 발행된다. 이후에는 공청회 과정을 거친 후 NRC 위원회 의결을 통해 설계인증 내용이 법제화 된다.

NRC는 지난 6월초 APR1400 설계인증 본 심사에 대한 구체적인 일정을 수립하여 공식 발표하였다. 이에 따라 2018년 9월까지 안전성 평가를 완료하고 2019년 초에 설계인증을 법제화한다는 계획이다. 사전심사를 강화하여 본 심사 착수 전에 충분한 자료를 이미 확보한 만큼 최근 장기화 되고 있는 APWR이나 EPR 원전의 설계인증 심사와는 달리 계획된 일정을 준수한다

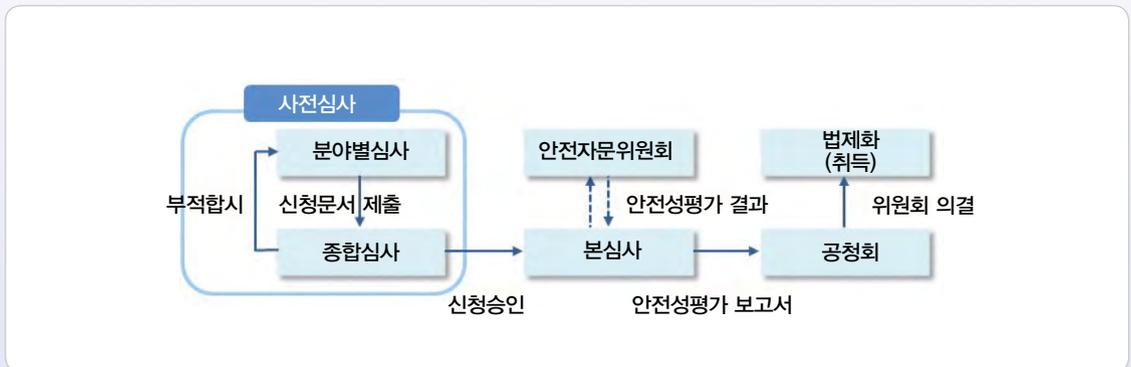


그림 4 NRC 설계인증 개략도

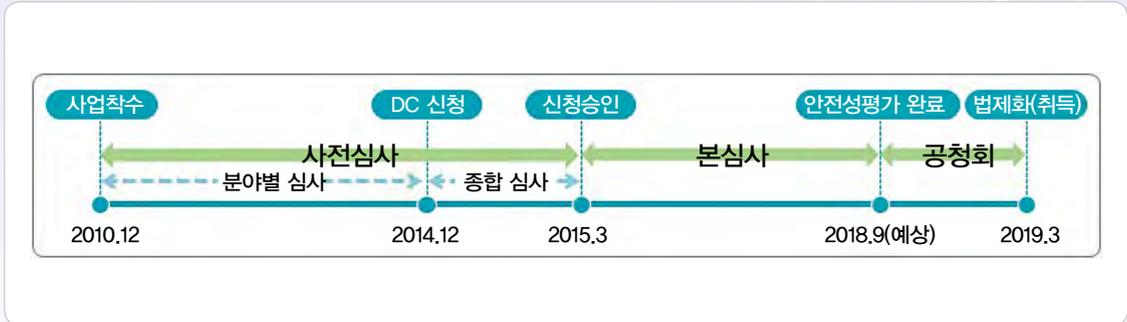


그림 5 APR1400 미국 NRC 설계인증 일정

는 입장이다.

이에 한수원이 총괄 주관하고 있는 APR1400 설계 인증 인허가 대응팀도 NRC 심사일정을 맞추기 위해 만반의 준비를 갖추고 본 심사에 대응해 나가고 있다. 한수원 워싱턴센터는 미국 내 설계인증 경험을 보유한 미국 전문가를 포함하여 국내외 인허가 대응인력을 보강하였다. 이들은 NRC와의 긴밀한 커뮤니케이션을 통

해 심사진의 의도를 명확히 파악하고, 성공적인 인허가 대응전략을 구현하는 역할을 맡고 있다. 또한, 인허가 질의에 대해 적기에 정확히 답변하기 위한 전산시스템과 프로세스를 구축하여 운영 중에 있다. 현재 심사 초기 단계이나 NRC 심사에 적절히 대응하고 있으며, 향후에도 최선의 노력을 통해 2019년 내 설계인증 취득 목표를 달성할 예정이다. 