

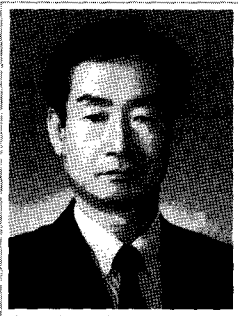


대상

차세대 원자로 기술 개발

최 영 상

한전 전력연구원 신형원전개발센터장



20세기 과학 기술의 혁혁한 성과로 대표되며 '제3의 불'로서 이 세상에 등장한 원자력은 그 엄청난 에너지를 평화적으로 이용하려는 인류의 꾸준한 노력으로 새로운 문명창조의 에너지원이 되어 현재 전세계 전력 생산의 17%를 점하는 등 산업 문명 발전에 지대한 역할을 하고 있다.

기술 개발 배경 및 필요성

현재 전체 에너지원의 90% 이상

을 외국에 의존하고 있는 우리나라가 안정적인 에너지원 확보를 위해 원자력을 도입한 지 20여년이 지났고 1999년도에는 전체 발전량 중 42.2%를 원자력 발전이 담당하였다.

부존 자원의 부족으로 경제성이 있는 대체 에너지원이 없는 우리나라에서의 원자력은 연료비가 발전 원가에 차지하는 비중이 적어 연료 중심이 아닌 기술 집약형 에너지이며, 산성비·온실 효과 등의 환경오염이 없을 뿐만 아니라 연료의 비축이 용이하여 에너지 문제 해결을 위한 유일한 대안으로 그 중요성이 날로 더해가고 있다.

주된 에너지원으로 사용하고 있는 석유는 매장량의 약 60% 이상이 일부 지역에 집중되어 있으며 대략 그 사용 한도는 50년을 넘지 않을 것으로 예측되고, 천연 가스는 약 60년, 석탄은 200년 정도 사용할 수 있는 양이 매장되어 있으며 지역적으로 편중되어 있어 지역 정

치 여건에 따라 화석 에너지의 공급 불안 요소가 상존하고 있다.

또한 1992년 UN 환경개발회의에서 채택된 기후변화협약에 따라 온실 가스 배출 규제는 더욱 강화될 것으로 예상되며, 최근 교토 의정서를 통해 제기된 탄소 방출량에 대한 국제적인 규제 움직임 및 화석 연료 사용으로 인한 생태계 파괴, 이상 기후 등의 심각성을 감안할 때 화석 연료 에너지의 한계를 감지할 수 있다.

세계적으로 수많은 원자력발전소가 건설·운영·해체되면서 그간 원자력 산업계는 나름대로 많은 기술과 경험을 축적하였다.

운전 경험상 30년 이상 원자력발전소가 운영되었으며, 약 4,000 원자로·년(reactor·year) 정도의 원전 운영 경험을 갖게 되면서 일반 국민들은 막연한 불안감을 갖고 있는 원자력발전소가 그렇게 위험한 설비가 아님을 차츰 인식하게 되었다.

그러나 1979년 미국 TMI와 1986

년 옛 소련 체르노빌(Chernobyl) 원전 사고는 원자력산업에 대한 일대 위기를 몰고 왔다.

특히 TMI 사고에 따라 미국 원자력규제위원회(USNRC)는 TMI 사고 후속 조치로 안전성을 보강하는 차원에서 운전중이거나 건설중인 원전에 대해 사고를 완화하는 각종 설비를 추가로 설치할 것(Backfitting)을 요구하였다.

특히 TMI와 체르노빌 원전 사고에 따라 지금까지 원전 설계시 고려하지 않았던 중대 사고에 대한 관심이 높아지게 되었으며 원전 설계에 이를 고려할 필요성이 요구되었다.

이에 따라 기존 원자력발전소의 안전성은 일부 보완되었지만, 원전 설비의 최적화가 설비 설치 초기 단계에서부터 고려되지 않아 궁극적으로 원전의 경제성이 떨어지게 되었다.

이에 한전 전력연구원은 1992년부터 국제 신형로 개발 동향을 파악하고 안전성이 증진되고 경제성이 향상된 신형 원전을 개발하여 원자력산업의 국제 경쟁력 확보 및 기술 자립으로 선진국의 기술 보호 주의에 능동적으로 대응하고자 차세대 원자로 기술 개발을 추진하게 되었다.

기술 개발 추진 체계 및 개요

차세대 원자로 기술 개발은 종합

과학 시스템 개발 과제로서 기초 기술뿐만 아니라 신소재, 첨단 계측 제어, 시스템 설계 분야 등 타분야에 대한 기술 개발 수요 창출과 원자력 기술 자립 및 발전 기자재의 국산화 측면에서 2차적 파급 효과가 매우 크다.

이에 따라 안정적인 에너지 공급 기반 구축의 에너지 안보 측면 등을 고려하여 국가적 역량을 결집하기 위해 1992년 정부 종합과학심의회에서 국가 선도 기술 개발 사업(G-7)으로 선정하고, 기술 개발 주관 및 기술개발추진위원회 구성·운영은 산업자원부에서, G-7 과제 평가 등 종합 관리 및 인허가 기술 개발 지원은 과학기술부에서 주관하도록 하였다.

또한 사업자 중심의 실질적인 기술 개발을 위해 기술 개발 총괄은 한국전력공사가 담당하고 설계 개발은 한국전력기술(주), 한전원자력연료(주), 한국중공업(주)가 수행하고 기초 기반 기술 연구 개발은 한국원자력연구소, 과학기술원 신형로센타 등이 공동 참여하여 필요한 기술 개발을 추진하고 있다.

지금까지 수많은 원전이 설계되었으나 주로 원자로 제작자(Vendor)나 플랜트 종합 설계자(Architectural Engineer) 위주의 설계로 설비의 최적화가 이루어지지 못했으며 운전 및 정비 편의성이 매우 부족했다.

이는 발전소 설계자와 운전을 담당하는 운전자(Utility, 즉 발전소 Owner)가 서로 다름으로 인하여 운전 및 보수 경험이 설계 단계에서부터 체계적으로 반영되지 못했기 때문이다.

이러한 배경 및 필요성에 따라 운전 편의성 및 보수성이 체계적으로 반영되고 인간 공학 측면이 고려되도록 차세대 원전 설계 개발을 전력사업자인 한전이 주도하게 되었다.

차세대 원자로 기술 개발은 단순화, 모듈화, 입증 기술 사용, 설계 여유 확보, 인간 공학 적용 등의 설계 지침을 제공하기 위한 설계 요건의 개발, 신개념 설계 기술 구축을 위한 R&D 성격의 핵심 기술 개발과 중대 사고 대처 기능 강화 등 신개념이 적용된 차세대 원전의 인허가 심사를 위한 안전 규제 기술 개발 및 설계 정보를 체계적으로 관리하기 위한 정보 관리 시스템 구축·운영 등 5개 세부 과제로 구성되어 있다.

(그림)은 본 과제의 추진 단계 및 구성을 나타낸 것이다.

차세대 원전의 주요 특징

1987년 영광 3·4호기를 시작으로 원전 설계 기술을 도입한 후 복제 설계 기술 및 부분적인 설계 개선 능력만을 보유하고 있던 우리는 선진 외국에서 개발중인 신형로와



비교해 충분한 경쟁력을 갖춘 기술성 확보, 근본적인 안전성 확보, 방사선 방출 최소화 및 경제성 있는 원전 설계를 목표로 차세대 원전 설계 개발을 추진하였다. 그 설계 특징은 다음과 같다.

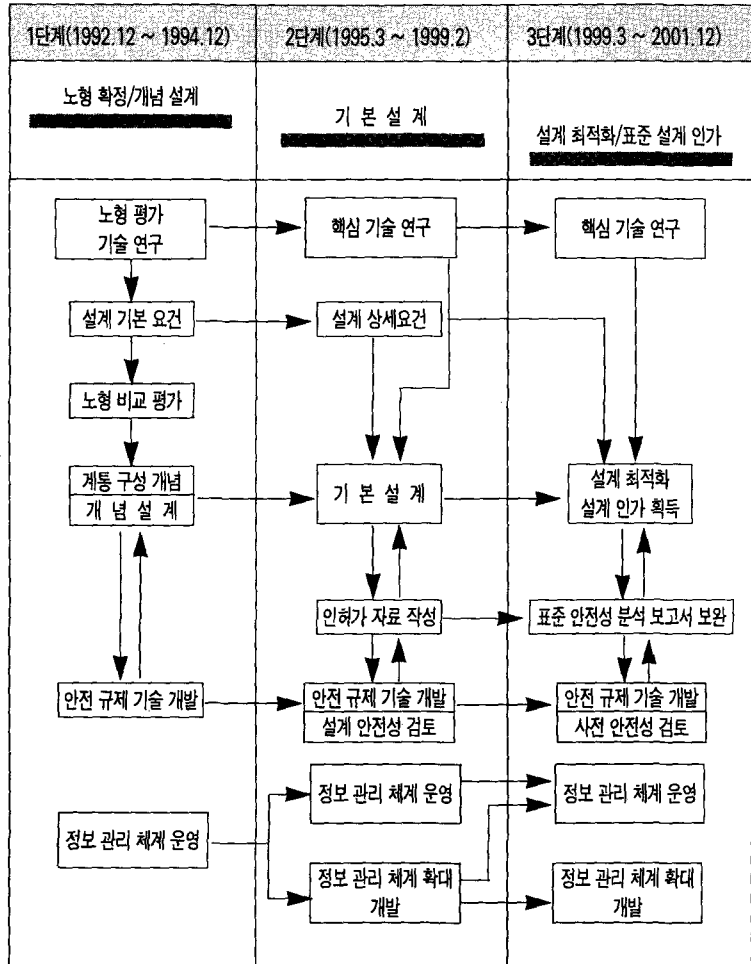
1. 첨단 주제어실 설계

기존 원자력발전소의 주제어실은 수천 개의 지시계·경보기·조작스위치 등으로 가득 메워져 있어 발전소 과도 상태에서 운전원이 처리해야 하는 정보가 너무 많고 정보의 중요도를 인지할 수 없으나, 차세대 원전의 주제어실은 소형 워크스테이션으로 필요한 모든 정보 및 제어를 할 수 있도록 하였으며 여러 개의 독립된 워크스테이션을 사용하여 한 개가 고장시에도 운전에는 영향이 없도록 하였다.

또한 대형 정보 표시판을 설치하여 발전소 전체를 한눈에 보고 발전소 상황을 인식할 수 있도록 하였으며, 발전소 필수 기능 및 안전 계통의 상황 파악에 필요한 정보를 제공하고 모든 워크스테이션 고장시에도 발전소 안전 기능은 계속 유지될 수 있도록 하였다.

이 대형 정보 표시판은 운전 교대 시나 현장 운전원이 주제어실 운전원을 지원할 때 신속히 발전소 상황을 파악할 수 있도록 해준다.

다수의 데이터를 종합하여 표시하는 신호 검출 및 보상처리 기능을



〈그림〉 차세대 원자로 기술 개발 추진 단계 및 구성

통해 운전원이 처리해야 하는 정보의 양을 경감시키도록 하였으며 컴퓨터 그래픽을 사용하여 운전원이 필요한 정보에 효과적으로 접근하여 쉽게 처리할 수 있도록 하였다.

또한 과도 상황시 정보 홍수 상태가 되는 것을 방지하기 위하여 불필요한 정보 억제 및 중요도에 따라

정보를 우선 순위로 처리할 수 있도록 하였다.

2. 중대 사고 대비 설계

초기 원자력발전소 설계시 핵연료가 녹는 사고는 없을 것으로 예상하였으나 미국의 TMI 원전에서 핵연료가 용융하는 사고가 발생했다.

이 사고로 원자로에서 핵연료가 용융되더라도 큰 사고로 이어지지 않는다는 것을 입증하게 되었지만 핵연료가 용융하는 중대 사고에 관심을 가지게 되는 계기가 되었다.

원자로에서 핵연료가 용융하면 핵연료 피복재의 산화 반응으로 수소가 발생하게 되고 용융물이 원자로 용기 하부로 모이게 되어 원자로 용기를 손상시킬 수가 있는데, 차세대 원전에서는 이런 중대 사고시의 문제점을 해결하기 위하여 격납 용기 내의 수소를 피동적으로 재결합시킬 수 있는 기구(PAR, Passive Auto Catalytic Recombiner)를 설치하여 발생된 수소를 효과적으로 제거할 수 있도록 하였으며, 노심이 녹았을 경우 노심 용융물을 원자로 용기 내에 가두어두고 냉각할 수 있도록 원자로 용기 외벽을 침수시켜 냉각하는 설계 개념(IVR, In-Vessel Retention)을 도입하였다.

아울러 원자로 용기가 파손되더라도 노심 용융물이 격납 용기를 손상시키지 않도록 원자로 공동 Cavity를 설치하여 노심 용융물의 비산을 최소화하고 용융물을 수용할 수 있도록 하는 등의 중대 사고 대처 설계를 하였다.

3. 발전소 건물 및 기기 배치의 최적화

발전소 건물 및 기기 배치 설계는 발전소의 안전성은 물론, 이용률 향

상을 위한 운전성·보수성 및 접근성, 경제성 등과 밀접한 관련이 있을 뿐만 아니라 운전 및 보수 요원의 방사선 피폭 저감 등 발전소 전반에 걸쳐 그 미치는 영향이 지대하다고 할 수 있다.

차세대 원전의 계통 구성 및 설비 형식은 울진 3·4호기 등 국내 원전과 System 80+ 및 EPRI-URD 설계 개념을 참조하고 국내 건설 및 운전 경험을 반영하여 최적의 기기 및 건물 배치가 되도록 하였다.

특히 부지 활용을 증진하고 기기 배치의 최적화를 위해 보조 건물은 격납 건물을 둘러싼 형태의 4분할(Quadrant Wrap-around) 배치를 하고 운영 편의를 도모하고자 양호기 사이에 운영 사무실을 수용한 통합 건물을 배치하였다.

4. 신뢰도 있는 대용량, 장수명 설계

복제 기술이 아닌 독자적 설계 기술로 기존 한국 표준형 원전의 2,825MWt 용량에서 4,000MWt로 용량을 격상하였으며 원자로 용기의 설계 수명이 60년으로 향상될 수 있도록 하였다.

18개월 핵연료 재장전 주기를 수용할 수 있도록 설계하였으며 자동 일일 부하 추종 운전이 가능하도록 하였다.

발전소 상태 계측 및 제어 계통에 디지털 기술을 적용하여 운전원이

운전 데이터를 쉽게 인지할 수 있도록 하고 프로그램에 의해 발전소 자동 기능 시험 및 자기 진단이 가능하도록 하는 등 발전소 신뢰도를 크게 향상시켰다.

기술 개발 현황

1. 기술 개발 목표

가. 근본적인 안전성 확보

차세대 원전은 비상 사고시나 이상 상태 발생시 안전 장치에 크게 의존하지 않고도 원자로가 건전성을 유지할 수 있도록 충분하게 설계 여유를 갖도록 하고 있다.

물론 기존의 원자로도 설계 여유를 가지고 있지만, 고유 안전성이나 설계 여유보다는 안전 장치에 더 의존하는 방식이다.

이러한 방식은 사고시 안전성을 유지하는 데는 문제가 없으나 사고시 사업자의 손실을 방지하는 데는 미흡하다 하겠다.

따라서 차세대 원자로는 충분한 설계 여유, 즉 안전 여유를 확보하여 사고시 일반 대중에 대한 안전 보장은 물론, 사업자의 손실을 최소한으로 줄일 수 있도록 설계하는 것이다.

이러한 설계 목표를 달성하기 위한 설계 개선으로는 노심의 열적 여유도 증대와 더불어 가압기 및 증기 발생기의 용량 증대, 정지 냉각 계통 및 격납 건물 살수 계통 펌프의



〈표 1〉 차세대 원전의 성능 목표

항 목	성 능 목 표
경제성 및 성능 관련	
경제성	타기저 부하 대비 20% 우위
설비 용량	140만kW급
설계 수명	60년
건설 공기	48개월(Nth 호기)
가동률	90% 이상
불시 정지	연간 0.8건 미만
부하 추종 운전 능력	자동 일일 부하 추종 능력 보유
핵연료 교체 주기	18개월
계속 제어 방식	디지털 방식
작업자 피폭 선량	연간 100 man-rem 이하
안전성 관련	
노심 손상 빈도	10만년에 1회 미만(저출력시, 외부 사건 포함)
격납 건물 손상 빈도	100만년에 1회 미만
설계 기준	DBA + 중대 사고
내진 설계	0.3g
핵비등 여유도	10% 이상
운전원 조치 여유	30분 이상
전원 상실시 대처 여유	8시간
비상 노심 냉각 방식	4 Trains 직접 주입
SG 세관 봉쇄 여유도	10% 여유도

주 : DBA : Design Base Accident (설계 기준 사고)

〈표 2〉 노형 비교 결과 장단점

분 야	피 동 형	개 랑 형
기술성	· 용량 격상의 한계, 국내 여건에 불합리 · 기술의 불확실성으로 인한 기술 개발의 위험성 내재	· 입증된 기술 · 많은 연구 개발이 되어 있음
경제성	· 불리	· 유리
운전/건설 경험	· 운전/건설 경험이 세계적으로 전무	· 운전/건설 경험이 충분히 축적됨
기타	· 축적된 국내 기술의 활용 저하 우려 · 기술 개발국의 기술 협력 기피 등	

기능적 상호 교환, 4 Train 안전 주입 계통 및 원자로 직접 주입, 안전 감압 계통 및 격납 건물 내 핵연

료 재장전 수조(IRWST) 설치 등을 들 수 있다. 나 사고 완화 능력 강화

차세대 원전은 사고 방지 측면뿐만 아니라 사고 발생시에도 사고 완화 및 사고 관리를 개선시키기 위한 독특한 특성을 갖추고 있다.

물론 기존의 원자로에서도 다중의 방어 개념이 도입되어 방사선의 환경 누출이 근본적으로 제한되고 있으나 차세대 원자로 설계에서는 이를 더욱 강화하였다.

이러한 계통으로는 격납 건물 내 핵연료 재장전수탱크와 연계된 안전 감압 계통, 수소 점화 계통, 격납 용기 침수 냉각 계통 등을 들 수 있다.

다. 경제성 있는 원전 설계

원자력발전소가 매우 복잡한 설비로 구성된 이유는 발전 용량의 증가에 따른 설비의 추가와 안전성을 강화하기 위해 부분적 보완으로 각종 설비가 추가되었기 때문이다.

이렇게 설비가 추가됨에 따라 원전의 안전성은 달성할 수 있었으나 경제성은 더욱 어려워지게 되었다.

따라서 한 차원 높은 안전성과 경제성을 동시에 확보하기 위해서는 기존의 설비 추가 개념보다는 설계 방식의 재검토를 통한 설비의 단순화·표준화 및 모듈화 등을 추진함과 동시에 열출력을 대폭 증가(4,000MWth)시켜 설계함으로써 경제성을 극대화하였고, 표준 설계 인가를 통해 인허가 비용 및 기간의 단축은 물론 3-D CAD 설계 및 설계 정보를 전산화하고 발전소 건

〈표 3〉 차세대 원전의 구성 개념

주요 항목	세부 내용
핵연료/노심	<ul style="list-style-type: none"> · 고연소도 핵연료 사용 가능(교체 주기 18개월 이상 가능한 수준) · UO₂ 핵연료 사용/미래의 여건에 대비 Pu Burner 기능 보유
원자로 계통	<ul style="list-style-type: none"> · 4 Train 안전 주입 계통 도입 · NI는 국내 원전 기술을 근간으로 개발(격납 건물/기기 구조물 배치 등)
터빈 발전기 계통	<ul style="list-style-type: none"> · 올진 3·4호기의 TI를 근간으로 설계 개선 및 해외 신기술 적용 · 다양한 T/G Vendor의 Envelop를 수용토록 TI 설계
MMIS	<ul style="list-style-type: none"> · Compact Work Station/Multi Loop Controller 등 적용 · Digital I&C 기술 적용 · 한국적 인간 공학 요소 반영
발전소 건물 및 기기 배치(GA)	<ul style="list-style-type: none"> · Power Block은 격납 건물, 보조 건물, 터빈 건물, 통합 건물로 구성 · 보조 건물은 기존 원전의 1·2차 보조 건물, 비상 디젤 발전기 건물, 핵연료 건물의 기능 수행 · 방사성 폐기물 처리 건물은 2호기 공용 설비로 설계 · 모든 지반 특성(Rock and Soil)을 포괄토록 설계

주 : NI : Nuclear Island, TI : Turbine Island, MMIS : Man Machine Interface System.

설·운영 정보를 체계적으로 종합 관리할 수 있는 정보 관리 체계를 구축하여 건설 관리 및 운영 유지 비용 절감을 도모하였다.

라. 인간 공학을 고려한 첨단 주제어실 설계

TMI 사고 이후 인간 공학적 요소는 특히 중요시되고 있다. 한국적 인간 공학 요소를 충분히 반영한 주제어실 설계는 차세대 원자로 설계의 기본 요건이다.

차세대 원전 주제어실 개발에서는 대형 Display Panel 채용, 디지털 제어 적용 및 전산화된 운전 지원 계통 채용 등 인간-기계 연계(Man-Machine Interface) 개선에 중점

을 두었으며, 발전소의 원활한 제어를 위해 다중 워크스테이션을 채택하여 개발중에 있다.

차세대 원전의 성능 목표는 〈표 1〉과 같다.

2. 기술 개발 실적

1992년 차세대 원자로 기술 개발 계획이 확정되어 사업이 착수된 이후 설계 개발 I 단계에서는 해외에서 연구 개발중인 신형 원전의 설계 동향을 파악하고 설계 특성 분석 및 우수 설계 인자를 도출하였다.

특히 해외에서 개발중에 있는 개량형 원전(Evolutionary Reactor Type)과 피동형 원전(Passive

Reactor Type)을 비교 검토하여 국내 차세대 원전의 노형을 개량형 원전으로 결정하였다(표 2).

개량형 원전으로 노형을 결정한 후 해외 신형 원전 (System 80+, N4, APWR 및 EPR 등)에 대해 그 설계 추진 동향 및 주요 설계 특성 검토를 바탕으로 각 노형의 안전성·기술성(인허가성)·건설성 및 경제성에 대한 비교 평가를 수행하여 최적의 노형을 선정하였고, 해외 신형 원전과의 차별성을 확보하고 실질적인 한국형 고유 모델이 될 수 있도록 한국형 표준 원전(KSNP)을 모체로 하고 국내 원전 경험 및 해외 신형 원전의 특성을 적절히 반영하여 차세대 원전의 구성 개념을 확정하였다(표 3).

I 단계에서 확정된 노형 및 계통 구성 개념에 따라 II 단계에서는 기본 설계를 위한 설계 지침인 계통별 성능 요건, 계통 구성 원칙 등 사업자 설계 요건(KURD)을 개발하였다.

또한 I 단계에서 확정된 기본 설계 요건에 부합하도록 발전소 배치도 작성, 원자로 초기 노심 설계, 원자로 계통 설계, 플랜트 종합 설계, 주기기 제작성 검토 등 기본 설계 개발을 완료하였는데, 그 결과는 〈표 4〉와 같으며 표준 안전성 분석 보고서(SSAR)를 작성하여 원전 안전성 검토 기관인 한국원자력안전기술원에서 기본 설계에 대한 설계

〈표 4〉 차세대 원전 기술 개발 실적

주요 성과	세부 내용
사업자 설계 요건(KURD)개발	<ul style="list-style-type: none"> - 계통별 성능 요건 - 계통 구성 원칙 등 상세한 설계 지침
표준 안전성 분석 보고서(SSAR) 작성	<ul style="list-style-type: none"> - 안전 해석
기본 설계 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 초기 노심 설계 개발 - 원자로 계통 설계 개발 <ul style="list-style-type: none"> · NSSS P&ID(Pipe and Instrument Drawing) 발행 · 각 계통 설명서 발행 · 주기기 설계 사양서(Design Specification) 작성 · 계통 안전 해석 - 플랜트 종합 설계 <ul style="list-style-type: none"> · 발전소 배치도(General Arrangement : GA) 작성 · 이차 계통 계통 설명서 · P&ID 발행 · 구조 해석 및 내진 해석 - 기기 제작성 검토 <ul style="list-style-type: none"> · NSSS 주기기, 원자로 내부 구조물 제작성 검토 · 터빈 발전기 계통 설계 관련 연계 자료 생산 · 1차 계통 주요 기기 설계 도면 발행 · 증기발생기 성능 분석 보고서 및 기기 설계 도면 발행 · 원자로 내부 기기 설계 도면 발행 등 - 인간-기계 연계 계통(MMI) 제어실 설계 <ul style="list-style-type: none"> · 제어실 개념 설계 완료 · 인간 공학적 운전원 직무 분석 · 시뮬레이터와 연계한 동적 모형(Dynamic Mock-up) 개발 · Man-Machine Interface 개념의 최첨단 제어실에 대한 개념 설계 · 제어실 동적 모형을 개발하여 설계 개념 검증 - 핵심 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> · 차세대 원전 부하 추종 운전 Logic 개발 · 안전 주입 탱크 내 유량 조절 장치(Fluidic Device) 실험 요건 결정 · 압력 방출 밸브(POSRV) 예비 해석 · 중대 사고, 인간 공학 독립 검토, DVI(Direct Vessel Inj.) 해석 · IRWST Sparger, 제어봉 구동 장치(CEDM) 등 연구
안전 규제 기술 개발 및 인허가 제도 개선	<ul style="list-style-type: none"> - 국내 안전 규제 체계 정립 - 안전 규제 요건 개발 - KNGR 설계 안전성 검토
차세대 원자로 종합 분석	<ul style="list-style-type: none"> - 제3차재 종합 분석 평가 수행 <ul style="list-style-type: none"> · 안전성·가동성·경제성·건설성 및 방사선 방호성 등 5개 분야 - 제 2차 평가 결과 설계 Feedback 및 반영
정보 관리 체계 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 설계 정보 관리 프로그램 개발 및 운영 <ul style="list-style-type: none"> · 문서 관리 시스템 개발 및 운영 · 설계 데이터 베이스 연계(설계 DB와 DMS간 Interface 개발) 개발 - 설계 데이터 베이스(EDB) 개발 <ul style="list-style-type: none"> · NSSS 분야 EDB 확대 개발 · 장기간 데이터 건전성 유지 방안 연구 - 원자력기술정보센터(NIC) 운영 <ul style="list-style-type: none"> · 기술 자료 압수 및 전산 가공(CE 자료 2,300여건 전산화 완료) · 보유 자료는 사내 인트라넷을 통한 정보 제공 · Network 및 H/W, S/W 운영(한전-한기간 전용선 구축 운영중)

〈표 5〉 차세대 원전의 종합 분석 평가 결과

항 목	설계 기본 요건(URD)	기본 설계 평가	비 고
안전성	노심 손상 빈도(CDF) : $10^{-5}/RY$	$2.46 \times 10^{-6}/RY$	전출력 내외부 및 저출력시 사고 포함
경제성	타 기저 부하 전원 대비 20% 경제성 우위	목표 만족 가능	
가동성	가동률 : 90%(수명 기간 평균)	90.5%	
방사선 방 호 설 계 평 가	· 집단 선량(맨 · 렘/호기 · 년) : 100 · 기체 방사물(Ci/yr) : 200 · 액체 방사물(Ci/yr) : 0.05 · 고체 방사물(Drum/yr) : 250	· 85.1 · 104.7 · 0.013 · 216	3차 평가 결과

안전성 검토를 의뢰하였다.

3. 인허가 제도의 개선 추진

차세대 원자로 기술 개발 사업은 새로운 안전 개념을 도입하여 획기적으로 안전성을 높이는 것이 가장 중요한 목표이다.

설계 개발에서 추구해야 할 안전 목표와 원칙을 설정하고 설계에 적용해야 할 안전 규제 요건을 동시에 확정할 필요가 있어 안전 규제 기술 개발을 본 과제에 포함하여 추진중이다.

이와 같이 국가 차원의 안전 규제 제도를 병행하여 연구 개발한다는 것이 G-7 과제로 선정하는 데 중요한 배경이 되었다.

따라서 차세대 원자로 기술 개발 사업을 추진함에 있어 안전 규제 기술 개발에서는 안전 목표 및 원칙의 설정과 안전 규제 요건 및 심사 지침, 인허가 절차를 개선하여 안전 규제 기준과 기술 개발이 조화되어

안전 규제 제도의 조기 정착이 가능하도록 안전 기본 요건, 상세 요건, 심사 지침 등을 개발하였고 인허가 절차 제도의 개선 방향에 대한 시안을 마련하였다.

기술 개발 성과 및 의의

차세대 원전의 기본 설계 완성을 위하여 총19장으로 구성된 표준 안전성 분석 보고서 외에 약 3,700여건의 도면, 계산서, 분석 보고서 등의 설계 결과물이 생산되었으며 상세 설계 요건, 일반 및 상세 안전 요건, 핵심 기술 과제에 대한 연구 보고서 등이 발행되었다.

또한 지금까지 완료된 기본 설계를 토대로 발전소 종합 분석 측면에서 평가를 수행한 결과, 안전성·경제성·가동성 및 방사선 방호 설계 등 모든 분야에서 차세대 원전 설계 기본 요건을 충족하는 것으로 분석되었다(표 5).

차세대 원자로 개발을 통해 원전 안전성에 대한 국민의 신뢰를 회복하고 건설성·운전성·보수성을 고려한 최적 설계로 기존 원전에 비해 경제성을 대폭 향상시켜 원전이 경쟁력 있는 에너지원으로써 위치를 다질 수 있는 기반을 마련하였음은 물론, 최첨단 I & C 기술을 적용한 인간 공학적 주 제어실 설계, 해외에서는 피동형 원전에만 적용한 중대 사고 대처 기능 향상을 위한 In-Vessel Retention 개념의 도입과 4,000MWth 계통 설계의 독자 수행 등 본 과제를 통하여 선진국의 기술 보호 장벽에 적극 대처할 수 있는 원자력 기술 자립의 기틀을 확고히 하고 미래형 원자로의 자력 개발을 위한 기반을 구축하였다.

지구 온난화와 산성비, 오존층 파괴 등 환경 오염에 대해 국제적으로 관심이 높아지면서 원자력 발전은 지구 환경에 부정적 영향을 미치지 않는 현실적인 최선의 청정 에너지원으로 새롭게 인식되고 있다.

그러나 원전에 대한 국민의 불안은 아직 상존하고 있으므로 에너지 경쟁력이 곧 국가 경쟁력인 지금은 우리의 국제 경쟁력 기반 조성을 위해서도 확고한 안전성을 바탕으로 한 저렴하고 깨끗한 에너지 공급이 절실히 요구되고 있는 시대라 할 수 있다.

이러한 시대적 요구에 따라 차세



대 원전은 확고한 안전성을 바탕으로 원전에 대한 국민적 신뢰 기반을 조성하고 대내외적으로 경쟁력 있는 전력 에너지원이 될 것이다.

이제 기본 설계 개발이 완료된 차세대 원전은 1999년부터 착수된 Ⅲ단계에서 표준 설계 인가 획득, 경제성 제고를 위한 설계 최적화 및 첨단 주제어실 설계 등의 분야에 모든 역량을 집중하여 Ⅲ단계가 종료되는 2001년말에는 원전 기술 선진국과 경쟁이 충분한 안전성·경제성 및 운전 편의성이 획기적으로 개선된 우리 고유의 첨단 원자력 에너지의 이미지로 국민 앞에 다가설 것이다.

수상 소감

지금 한반도에는 16기의 원전이 가동되고 있으며 6기가 건설 또는 시운전중에 있다. 이를 통해 얻고 있는 발전량이 총전력 생산량의 40%를 넘고 특히 북한에서는 한국 표준형 원전의 건설이 추진되고 있다.

본인은 최초의 원자력발전소인 고리 1호기를 도입하고자 그 준비가 한창이던 1969년에 한전에 입사하여 주로 원자력 건설, 설계 및 기술 개발 분야에서 일하면서 우리나라의 원자력 역사와 30여년을 함께 하였다.

돌이켜 보면 30년이 넘는 그 긴

세월을 한 분야에서 미력이나마 원자력 발전을 위해 일할 수 있었던 것은 행운임이 분명하지만 한편으로는 과연 내 자신이 우리 나라의 원자력 산업이 요구하는 기대에 부응하였는가하는 두려움도 있다.

89년부터 국가 선도 기술 개발 사업(G-7)의 하나인 차세대 원자로 기술 개발을 기획하고, 개발 노형의 확정, 설계 상세 요건의 개발 및 기본 설계가 완성된 오늘까지 기술 개발 총괄 기관의 책임자로 일하면서 차세대 원전의 개발만이 안정적인 에너지원 확보라는 신념으로 본 사업을 G-7과제로 성안시키고자 밤낮없이 노력했던 시간들과 원자력 산업 역할 조정에 따라 원자로 계통 설계 분야의 이관으로 기술 개발 사업이 잠시 중단되었음에도 계획한 목표를 달성하고자 가는 길을 재촉해야만 했던 일, 설계 개발에 박차를 가해야 할 시점에 IMF로 인해 설계 개발 범위 및 일정을 조정해야만 했던 어려움도 있었다.

그러나 장래 전력 수요에 값싸고 안정적인 전력을 공급할 수 있는 토대 확립과 이를 기반으로 원자력 기술의 해외 수출 추진 역량 확보 등 국내 원자력 관련 산업의 육성뿐 아니라 세계 원자력 기술의 발전에 이바지할 수 있는 차세대 원전의 기본 설계를 완료한 현시점에서는 그간의 모든 어려움이 보다 안전하고 경쟁력 있는 한국적 신형 원전을 낳기

위한 산고가 아니었나 생각된다.

오늘 본인이 이렇게 큰 상을 받게 된 것은 10여년 이상 차세대 원자로 기술 개발 사업의 중책을 맡겨 주신 정부 및 한전의 관계자 여러분들과 어렵고 힘들었던 그 긴 시간 동안 기술 개발 사업에 함께 하신 모든 분들의 덕분이라 믿으며 남아 있는 표준 설계 인가 및 건설 착수의 책무를 완수하라는 채찍으로 생각하고 기술 개발 목표 달성을 위해 최선을 다할 각오이다.

2010년에 예정되어 있는 차세대 원전 1호가 준공 후 우리나라의 원자력 산업은 세계 선도 주자의 위치를 확고히 하게 될 것이며 원자력이 수출 주도 사업으로 부상할 것으로 여겨진다.

1호가 준공된 2010년 이후 차세대 원전은 국민의 신뢰를 바탕으로 우리나라를 대표하는 1,400MWe급 원전으로써 자리를 굳히게 될 것으로 예상되며, 원전 기술 선진국으로서의 한국의 이미지를 세계에 심어 주게 될 것이라 확신한다.

끝으로 본인에게 오늘의 영광이 있기까지 물심 양면으로 도와주시고 원자력을 아끼시는 모든 선·후배님들과 전력 사업 구조 조정이라는 어려운 여건에서도 세계적인 차세대 원전을 완성하고자 묵묵히 일하고 있는 차세대원자로 기술 개발 사업단의 모든 분들에게 다시 한번 감사의 말씀을 드린다.