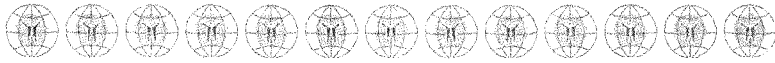


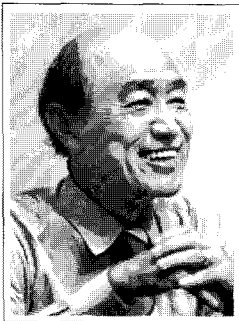


원자력과 함께하는 한국의 녹색 에너지토피아



강 창 순

태평양원자력협의회(PNC) 회장 · 서울대 명예교수



서울대학교 원자핵공학과 졸업
미국 MIT 공과대학 핵공학 석사, 박사

미국 UE & C 책임연구원
대우엔지니어링 설계본부장
서울대학교 원자핵공학과 교수
(1980~2008년 8월)
서울대 명예교수

IAEA INSAG 자문위원
태평양원자력협의회(PNC) 회장
세계동원원소기구(WCI) 초대회장(현)

서론

제20차 멕시코원자력학회 연차대회에 초청돼 「Green Ener-
topia with Nuclear in Korea」라
는 제목으로 강연하게 된 것을 무
척 즐겁고 영광으로 생각합니다.
여기서, 'Green'이란 녹색, 즉 친
환경적이란 뜻이고, 'Ener-
topia'란 'Energy'와 'Utopia'를 합성
한 단어입니다.

결국 한국에서 원자력을 이용
해 환경 친화적 에너지 유토피아
를 어떻게 이루었느냐에 대해 말
씀 드리려고 합니다.

근래에 와서 '저탄소 녹색성
장'이 한국 경제에서 매우 중요한
기본 전략으로 대두되고 있습니
다. 이러한 측면에서, 저는 한국
에서 원자력이 매우 중요한 역할
하고 있다고 믿습니다.

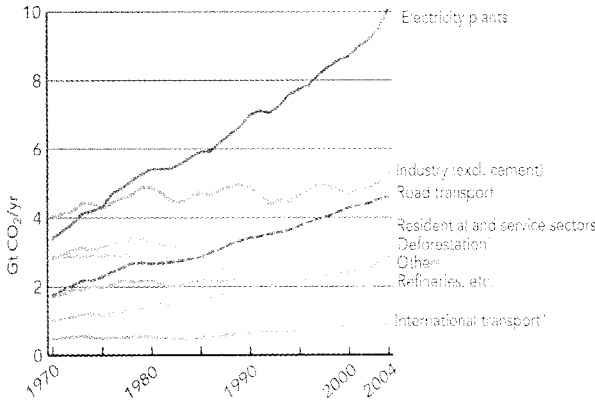
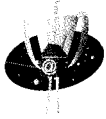
아무 것도 없는 무(無)에서 시
작해 매우 빠른 속도로 원자력으
로 이뤄낸 녹색 에너지토피아 달성
의 한국의 성공담을 소개할 수 있
는 기회를 갖는 것을 저는 항상
무척 자랑스럽게 생각합니다.

저는 서울대학교 명예교수로
있는 강창순입니다. 작년 9월에
정년 퇴임을 했습니다. 그러나 저
자신은 항상 지난 50년간 원자력
전문 기술자로서 적절한 역할을
해 왔으며, 앞으로도 이를 위해
최선을 다해 노력할 것입니다.

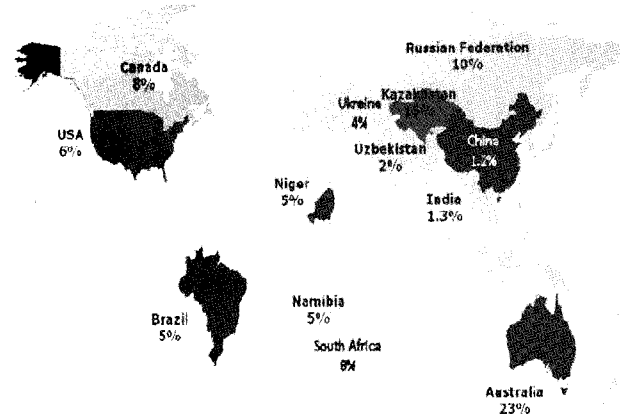
오늘 저는 '원자력과 함께하는
녹색 에너지토피아(Ener-
topia)'란 무엇을 뜻하며, 한국에서 녹색 에
너지토피아의 달성은 구체적으로
어떤 의미를 갖는지 소개하려고
합니다.

본 강연을 이끌어 나가는 배경
으로서 우선 세계 원자력을 전망

※ 본고는 제20차 멕시코원자력학회 연차대회(2009. 7. 6.) 초청 강연에서 발표한 내용임.



〈그림 1〉 전 세계 CO₂ 방출량 추이



〈그림 2〉 전 세계 CO₂ 배출량 비중

해 보고, 한국 특유의 에너지 상황에 관해 말씀 드리도록 하겠습니다. 그리고 끝으로, 녹색 에너지 토피아를 완성하기 위해 한국이 현재 추진하고 있는 미래 원자력 시스템 연구 개발 프로그램을 소개하도록 하겠습니다.

본 강연을 끝내기 전에, 태평양 원자력 협의회 (PNC: Pacific Nuclear Council) 현 회장으로서는 PNC의 역할 및 활동에 대해 간단히 소개하려고 합니다. 기회가 있을 때마다 PNC 활동에 관해 널리 알리는 것이 회장의 의무이기도 합니다.

세계 원자력의 전망

2008년 OECD/NEA는 <Nuclear Energy Outlook 2008>이라는 책을 발간하고 2050년까지의 세계 원자력을 전망했습니다. 이 책을 간추려 소개 드리겠습니다.

실제로는 작년 11월 IAEA 산하 국제원자력안전그룹(INSAG:

International Nuclear Safety Group)에서 저의 친구이며 INSAG 위원 중 한 명인 OECD/NEA 사무총장 Echavarri가 발표한 자료를 소개하는 것입니다.

세계가 원자력에 대해 다시 관심을 갖는 이유는 무엇일까요? 많은 이유가 있겠지만, 그 중 하나는 최근 대두되고 있는 대량의 온실가스 방출로 인해 야기되는 지구 온난화에 의한 기후 변화에 대한 우려라고 하겠습니다.

특히 각종 발전소로부터 방출되는 이산화탄소가 무엇보다도 온실가스 방출을 급격히 상승시키는 원인이며, 그 중에서 화력발전소가 주범입니다. (〈그림 1〉 참조)

OECD/NEA는 2050년까지 크게 주위 환경에 큰 변화가 없다면, 세계 인구는 50% 증가할 것이며, 이에 따른 에너지 수요는 100%, 그리고 결국 전기수요는 150% 증가할 것으로 예측하고 있습니다. 그러므로 탄산가스 방출을 단위 에너지 소비당 4분의

1로 감축해야 한다고 언급하고 있습니다. 무엇보다도 원자력 발전이 탄산가스 방출 감축에 상당히 크게 공헌할 것으로 예상하고 있습니다.

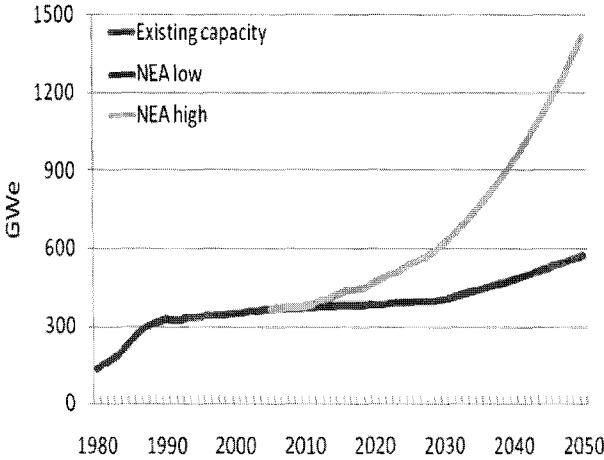
○ “원자력의 지속 발전 가능성은 보장될 것이다.”

OECD/NEA는 원자력이 에너지의 지속 발전 가능성을 보장한다고 결론을 내고 있습니다.

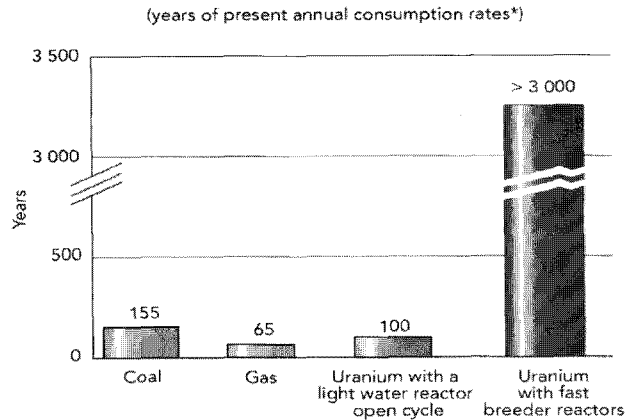
에너지의 지속 발전 가능성이란, 첫째 풍부한 자원이 확보돼야 하고, 둘째 저렴한 비용으로 공급돼야 하고, 셋째 환경 보존으로부터 자유로워야 합니다.

환경적 측면에서 원자력은 온실가스를 방출하지 않으며, 자원의 안정적 공급 측면에서 충분한 우라늄이 전 세계적으로 골고루 산재돼 있어 정치적 영향을 받을 염려가 없기 때문입니다. (〈그림 2〉 참조)

그리고 무엇보다도 경제성 측면



〈그림 3〉 NEA 시나리오에 의한 전 세계 원자력 발전 용량 전망



* Uranium resource lifetimes have been calculated using estimated consumption at present nuclear electricity generation rate.

〈그림 4〉 에너지원별 사용 가능 연수

에서 원자력은 가격의 우수한 경쟁력을 갖추고 있기 때문입니다.

○ “2050년 세계는 1,400기의 원자력발전소가 가동될 것이다.”

원자력의 지속 발전 가능성이 보장된다는 것을 바탕으로, OECD는 2050년까지 세계 원자력 발전 용량이 크게는 현재의 4배까지 확대되리라고 예측하고 있습니다. (〈그림 3〉 참조) 그리고 무엇보다 중요한 것은 기존의 원자로 기술 그 자체만으로도 이 큰 수요를 충분히 만족시킬 수 있다고 보

고 있습니다.
○ “고속로 도입은 우라늄 자원을 3,000년 이상 사용 가능케 할 것이다.”

만약 미래 고속로 기술이 도입된다면 우라늄 자원 이용을 60배 이상 올릴 수 있을 것입니다. 이렇게 되면 엄청나게 방대한 자원이 원자력 에너지 생산을 위해 가능하게 됩니다. (〈그림 4〉 참조)

〈표 1〉 한국의 1차 에너지 소비량(2008년도)

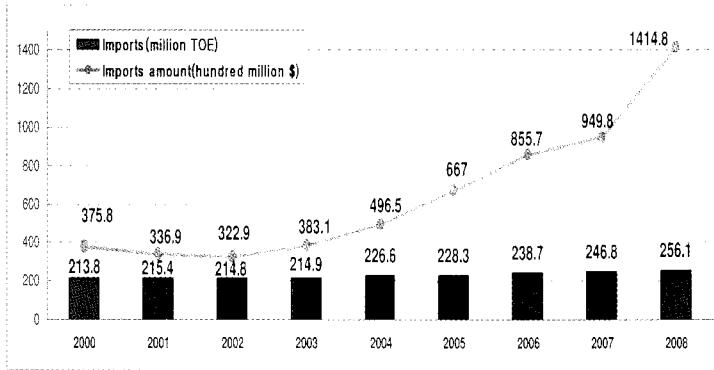
Energy	Million TOE(%) note		
Oil	100.2	(41.8%)	fossil 83.7%
Coal	66.1	(27.5%)	
LNG	34.5	(14.4%)	
Nuclear	32.5	(13.5%)	
Hydro	1.2	(0.5%)	
Others	5.4	(2.2%)	

한국의 에너지 현황

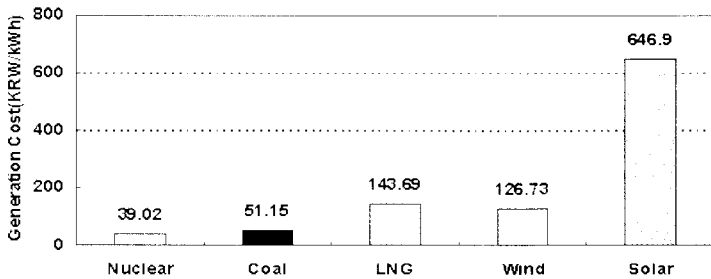
한국의 에너지 현황을 간단히 소개 하겠습니다. 통계에 의하면 2008년 1차 에너지 소비의 83.7%가 화석 연료였습니다. (〈표 1〉 참조) 이러한 높은 화석 연료 의존도는 막대한 환경 부담, 특히 온실가스 방출을 떠안고 있는 것입니다.

그리고 2008년 해외로부터의 에너지 수입액은 미화1,410억불로서 무려 국가 총수입의 33.1%에 달했습니다. (〈그림 5〉 참조) 그보다 더 중요한 사실은 2008년 한국에서 필요한 에너지의 96.5%를 해외로부터의 수입에 의존했다는 것입니다. 이러한 현상은 한국 에너지 공급 체계의 취약성을 나타내고 있으며, 국가 안보에 직결된다고 하겠습니다.

○ “한국 에너지 공급의 가장 큰 취약점은 높은 화석연료(84%)와 해외 수입(97%) 의존도다.”



〈그림 5〉 한국의 에너지 수입 추세



〈그림 6〉 한국의 에너지원별 발전 단가 (2008년도)

우리는 이 두 취약점에 대해 반드시 해결점을 찾아야 합니다. 한국에너지경제연구원은 한국의 에너지 수급 관련 전반 상황에 대해 다음과 같이 결론을 내고 있습니다.

석유, 석탄, 가스와 같은 화석 연료는 높은 온실가스 방출로 인해 지구 온난화 문제를 야기하고, 재생 에너지는 친환경적인 것은 확실하나 효율성이 낮아서 현재로서는 비경제적인 것으로 결론을 내고 있습니다.

그리고 효율적 수요 관리 방안의 강구는 방대한 산업체 투자를 요구하는 반면에, 투자에 비해 경제성이 매우 낮은 것으로 나타나고 있습니다.

따라서 한국에너지경제연구원은 현재로서는 최종 결론으로 저

탄소 녹색성장을 위한 현실적인 해결 방안으로 원자력을 제시하고 있습니다.

○ “원자력은 대안 없는 대안이다.”

한편 2008년 발전 단가를 보면 발전원 중에 원자력 발전이 가장 저렴해 kWh당 39.02원으로 미화로 약 0.03불에 해당됩니다.

(〈그림 6〉 참조) 이것은 실제로 한수원이 전력거래소에 공급한 가격입니다.

원자력 발전은 한국에서 오랫동안 가격 경쟁력을 유지해 왔고 앞으로도 계속 유지되리라고 전망하고 있습니다.

따라서 이러한 전후 상황을 고려해 볼 때, 한국이 국가 정책으

로 원자력을 국가 주요 에너지원으로 정하고 있는 것입니다. 이에 따라 이미 20기의 원자력발전소가 가동하고 있다는 것은 당연한 결과입니다. 그리고 2016년까지 현재 건설 중에 있는 8기의 원전이 추가로 가동될 것입니다.

이에 추가로 근래에 한국 정부는 2017년에서 2030년 사이에 10~12기의 APR1400 원전을 건설하기로 결정했습니다. 그렇게 되면 2030년에는 모두 38~40기의 원전이 가동돼 전력 공급의 59%를 차지하게 될 것입니다.

원자력과 녹색 에너지토피아

이제 저는 원자력과 함께 한국에서 이루어 낸 그리고 앞으로 이루기를 바라는 녹색 에너지토피아에 관해 소개해 드리겠습니다. 그리고 단계별로 이를 구체적으로 어떻게 달성할 것인가 말씀드리겠습니다.

현대사회에서 “녹색 에너지토피아”란 무엇입니까? 이는 3E, 즉 ‘energy(에너지)’, ‘economy(경제)’, ‘environment(환경)’의 적절한 조화입니다. 이는 사실 ‘지속가능 발전성(sustainable development)’의 정의와 같습니다.

○ “한국은 원자력으로 녹색 에너지토피아를 달성할 수 있다.”

저는 미래 국가 에너지 수급 시스템은 장기적으로 수소와 전기를 중심으로 그 수급 체계가 이루어져야 된다고 봅니다. 그 이유는

수소와 전기는 현대 사회에서 가장 편리한 두 형태의 에너지이며, 동시에 또한 환경적으로 매우 깨끗하기 때문입니다.

단, 한국이 원자력으로 녹색 에너지토피아를 달성하려면, 원자력으로 수소와 전기를 값싸게 대량 생산할 수 있어야 하고, 우라늄 자원이 장기적으로 보장되어야 합니다.

수소 생산은 초고온원자로(VHTR: Very High Temperature Reactor)를 개발해 열화학 방법인 SI(Sulfur Iodine) 공정과 결합해 가능합니다. 그리고 전기 생산은 기존 대형 발전로인 APR1400을 사용하면 됩니다.

그리고 생산지로부터 소비자까지의 수송은 극저온 액화수소 파이프라인을 이용하며, 그 가운데 초전도체를 설치해 효율적으로 송전 또한 가능합니다. 최근 급격히 대두되고 있는 송전탑 설치와 관련된 지역과의 문제점도 함께 해결할 수 있을 것입니다.

한편, 소비 측면에서는 수소와 전기를 자동차와 같은 교통 기관, 가전 제품, 냉난방 등에 사용할 수 있는 다양한 방안이 강구되어야 될 것입니다.

이제는 구체적으로 '원자력을 이용해 단계별로 어떻게 녹색 에너지토피아를 달성할 것인가?'입니다. 단계별 4가지 조치 수단을 말씀드리겠습니다.

첫 번째 단계는 원자력 이용을 가능한 늘리는 것입니다.

두 번째 원자력 발전의 경제성을 제고하는 것입니다.

세 번째는 원자력을 이용해 미래 국가 에너지 공급 시스템을 전기와 더불어 친환경 수소 중심으로 바꾸는 것입니다.

네 번째는 원자력의 지속 발전 가능성을 완성하기 위해, 결국 궁극적으로 미래 녹색 에너지토피아를 달성하기 위해 핵연료 자원 공급의 문제점을 해결하는 것입니다.

그러면 하나씩 단계별로 차근 차근 좀 더 자세히 말씀 드리겠습니다.

첫 번째 단계는 “원자력 이용 비중을 늘리는 것이다.”

한국은 우선 가능한 빨리 원전 공급 비율을 2008년의 35.6%에서 80% 이상으로 올려야 된다고 생각합니다. 이는 즉시 시행할 수 있는 것입니다.

석유 의존도를 줄이기 위해 교통 기관에 전기를 가능한 많이 사용해야 합니다. 이에 발맞추어 효율적 plug-in형 하이브리드 자동차와 전기 자동차 개발을 서둘러야 할 것입니다.

한국은 1,400MWe 크기의 APR1400이 항상 전기를 값싸게 생산할 수 있게 준비돼 있는 것이 자랑이라 하겠습니다. 대형 전기 생산용으로 설계된 APR1400은 경제성 및 안전성이 획기적으로 개선된 원자로로서, 2002년에 한국 정부로부터 설계 인증 받아, 신고리 3, 4호기가 현재 건설 중에 있으며, 2013년과 2014년에 각각 준공될 예정입니다.

그리고 원자력을 발전 분야 이

외에 다목적으로 이용하는 것입니다. 다목적 중소형로인 330 MWt 크기의 SMART가 지역 난방, 해수 담수화, 선박 추진용으로 개발되고 있습니다.

SMART는 단순화 및 모듈화를 통해 안전성, 경제성, 운전성을 개선한 일체형 원자로입니다. 최근 정부는 조속한 SMART 개발 완료를 위해 미화 8천만 불에 해당하는 개발 자금을 투입해 2011년까지 표준 설계 인증 획득을 위해 박차를 가하고 있습니다.

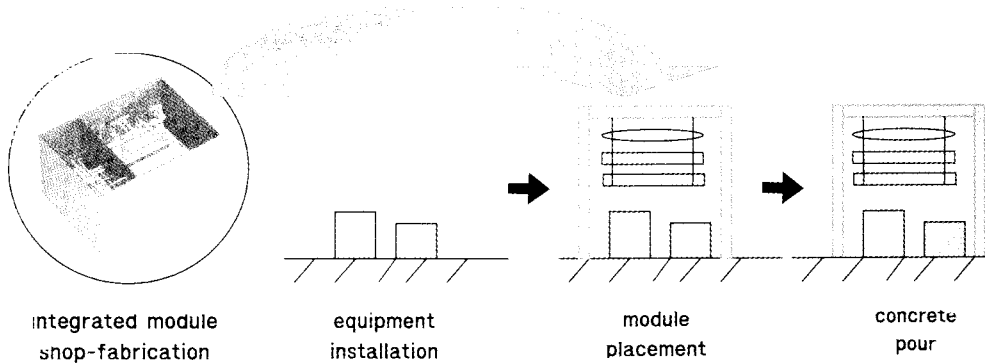
회의실 밖에는 여러분을 위해 APR1400에 관한 책자 및 DVD가 준비돼 있습니다. 그리고 SMART 관련 책자도 있습니다. 필요하신 분은 갖고 가시기 바라며, 좀 더 자세한 내용을 원하시면 인터넷을 통해 구할 수 있습니다.

두 번째 단계는, “원자력 발전의 경제성을 제고하는 것이다.”

우선 건설 단가를 줄이기 위해, 건설비의 약 30%에 해당하는 건설중 발생 이자를 줄이는 것입니다. 1단계로 APR1400의 경우, 5 번째 호기 건설부터 기존 공기 54개월(초기 콘크리트부터 상업 운전까지)부터 6개월 단축된 48개월의 새로운 건설 공기가 적용되고 있습니다.

APR1400 건설 기간 단축을 위한 1단계 노력의 구체적 사항은 다음과 같습니다.

- 공동 베이스매트 - 철근 모듈의 사전 조립
- 격납용기 - 주기기 over-



〈그림 7〉 복합 모듈 개념도

the-top 설치 노냉각재 파이프의 자동 용접 각종 모듈화 작업(라이너 플레이트, 원자로 내부 구조, 강구조 및 철근, 2차 차폐벽 거푸집) 등

- 보조 건물 - deck plate 방법 사용 각종 모듈화 작업(SS 라이너 플레이트, 기계 및 전기 기기 등) ; 기기 및 bulk 물질의 사전 설치

- 터빈 건물 - 각종 모듈화 작업(구조강재 및 천장 트러스, 터빈 주춧대, 기계 및 전기 기기 등)

1단계 건설 공기 단축은 최신 공법 및 각종 모듈화 작업을 통해 이루어지고 있습니다. 이제 저는 그 다음 단계로 건설공기를 획기적으로 줄이는 2단계 노력을 소개해 드리겠습니다. 이러한 새로운 노력은 복합 모듈 개념을 도입하는 것입니다.

복합모듈은 우선 강판 구조체를 이용하는 것입니다. 원전의 대형 건물 건설에서 건물의 벽체를 여러 개의 모듈로 분할합니다. 각 모듈은 콘크리트 구조물 보강재로 철근 대신에 강판을 사용합니

다. 따라서 강판 구조체 자체가 철근 대신 콘크리트 구조물 보강 작용을 하게 됩니다.

그리고 복합 모듈 개념은 공장에서 이미 제작된 초대형 강판 구조체 모듈에 필요한 배관은 물론 케이블 및 덕트 등을 미리 통합 가공하는 것입니다. 그리고 이 복합 모듈은 공장에서 대형 크레인 및 운반체를 이용해 건설 현장에 운반해 설치됩니다.

재래식 건설 방법은, 우선 콘크리트 건물을 건설하기 위해 거푸집 및 철근을 설치하고, 콘크리트를 타설한 후 양생 과정이 끝나면 거푸집을 제거하게 되며, 건물이 완성된 후에 기기를 들여와 설치하고, 배관 및 케이블 등 설치 작업이 뒤따르게 됩니다. 전 과정이 매우 시간을 소비하는 일련의 작업입니다.

그러나 복합 모듈을 사용한 건설 방법은, 우선 대형 복합 모듈 제작이 공장에서 이루어지는 동안에, 건설 현장에서는 동시에 병행으로 기기 기초가 준비되고 그 위에 주기기 설치를 끝냅니다. 그

리고 복합 모듈을 공장에서 현장으로 운반해 주기기 위에 설치합니다.

마지막으로 강판 구조체 안에 콘크리트를 타설하면 모든 건설 과정이 종료되게 됩니다. (〈그림 7〉 참조)

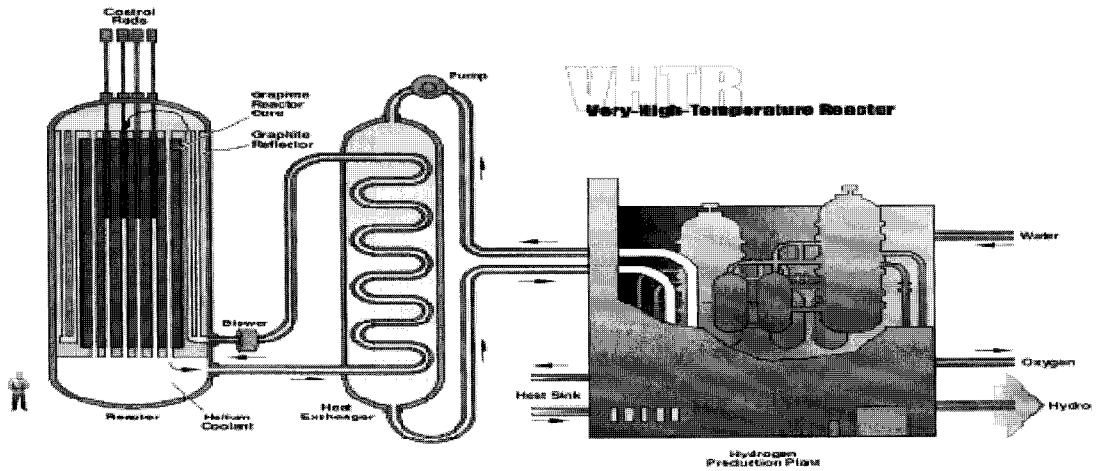
이 방법에는 건설공기를 단축할 수 있는 두 가지 주요 요인이 있습니다.

첫 번째는 거푸집 설치 및 제거에 필요한 공기를 배제할 수 있습니다.

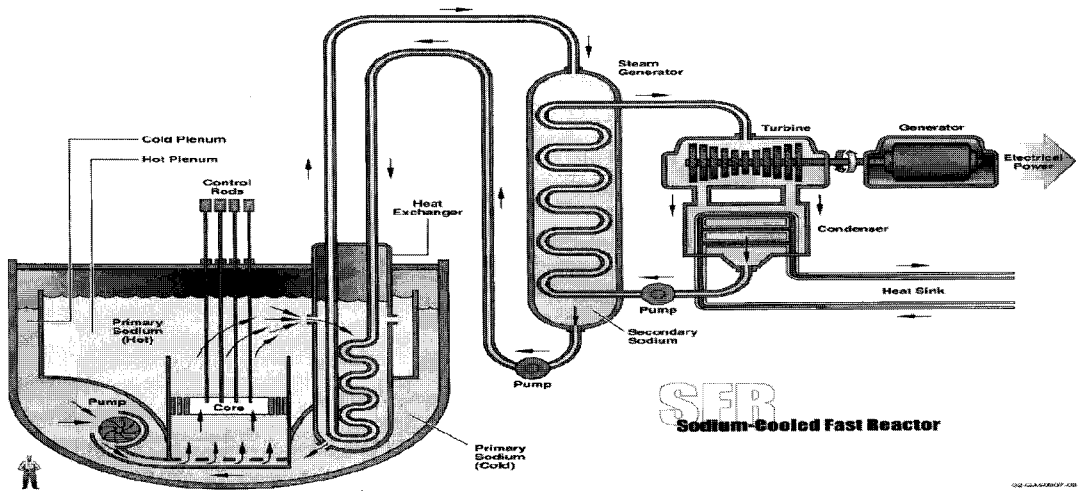
그리고 두 번째는 공장에서 복합 모듈을 제작하는 동안에 현장에서는 기기 기초 준비 및 기기 설치가 동시에 이루어져 공기를 단축할 수 있습니다.

이에 추가로 좁고 혼잡한 건물 공간에서 해야 하는 귀찮은 배관 및 케이블 등 설치 작업을 피할 수 있는 것이 큰 장점이라 할 수 있습니다.

예를 들어서, 가장 복잡한 보조 건물의 경우, 크기가 20~40 미터 되고 무게가 400~600 톤이 되는 복합 모듈은 해상에서는 바지선



〈그림 8〉 VHTR(초고온원자로) 개념도



〈그림 9〉 SFR(소듐냉각고속로) 개념도

으로, 육상에서는 트랜스포터를 이용해 공장에서 건설 현장으로 운반되며, 대형 크레인으로 이미 설치돼 있는 주요 기기 위에 옮겨지게 됩니다.

이러한 복합 모듈을 사용한 건설 방법은 물론 엔지니어링, 구매, 설치, 건설의 전 단계에 걸쳐서 새로운 접근 방법이 필요합니다.

현재 한수원에서는 복합 모듈을 사용한 건설에 대해 다방면에

걸쳐 연구를 진행하고 있습니다.

모듈 제작에서는 조선 해양 산업에서 그동안 축적된 경험이 동원될 것입니다. 여러분도 잘 아시다시피 한국의 조선 해양 기술은 전세계에서 1위를 차지하고 있습니다. 한국 조선 해양 기술의 성공은 바로 초대형 복합 모듈을 도크 밖에서 제작해서 도크 내의 시간을 단축하는 데서 기인한다는 것을 우리는 잘 알고 있습니다.

이러한 복합 모듈을 사용한 건설 방법을 이용해 우리는 APR 1400의 건설 공기 목표를 초기 콘크리트로부터 상업 운전까지 36개월로 단축하는 과감한 시도를 할 것입니다.

세 번째 단계는, “원자력을 이용해 수소 경제 도래를 앞당기는 것이다.”



우리는 화석 연료 의존도를 줄이기 위해 전기와 수소의 사용을 늘려야 합니다. 전기와 수소는 현대 사회에서 가장 편리한 형태의 에너지원인 동시에 친환경적입니다.

이제는 경제적으로 원자력을 이용해 전기와 수소를 다량으로 생산하는 문제만 남아 있습니다. 대형 전기 생산을 위해 이미 APR1400이 준비돼 있습니다. 그리고 대형 수소 생산을 위해서는 VHTR이 섭씨 900도 이상 고온의 열을 열화학 SI 공정에 공급하는 방안을 강구중에 있습니다.

VHTR 뿐만 아니라 SI 공정의 상업적 기술의 조속한 완성을 위해 우리는 현재 다각적으로 국제 협력 연구 개발을 통해 추진하고 있습니다. (그림 8) 참조)

네 번째 단계는, “고속로 및 관련 핵연료주기 시스템을 개발하는 것이다.”

한국은 원자력의 지속 발전 가능성을 완성하기 위해 고속로를 이용한 미래 순환 핵연료주기 전략을 도입하고 있습니다.

한국은 PWR 및 PHWR 두 가지 형태의 사용후핵연료가 있습니다. 장기적으로 PHWR 사용후핵연료는 현재 직접 처분하는 것으로 돼 있고, PWR 사용후핵연료는 중간 저장을 거쳐 고속로인 SFR(Sodium-cooled Fast Reactor)에 건식 재순환 기술인 pyroprocessing을 이용, 회수된 TRU 및 U를 재사용하는 것으로 돼 있습니다.

Completion of Green Enerptopia

Fast Reactor
Closed Fuel Cycle
System

Nuclear Hydrogen
Production
System

For the Sustainable
Development of Nuclear Energy
by Recycling Spent Nuclear
Fuels

For Eco-Friendly Hydrogen
Society and
Independence on Fossil
Fuels

〈그림 10〉 녹색 에너지토피아 완성을 위한 미래 원자력 시스템

이러한 경우 폐기물 발생량은 부피로 20분의1, 고준위 폐기물은 100분의1, 방사능 독성은 1,000분의1로 줄일 수 있는 반면에, 우라늄 자원 이용은 100배로 늘릴 수 있습니다. 이렇게 함으로써, 우리는 환경에 대한 부담을 줄이고, 우라늄 자원의 한계를 극복할 수 있을 것입니다.

한국이 개발하고 있는 SFR은 풀 형태의 고속로로서 소듐 냉각재와 금속핵연료를 사용합니다. (그림 9) 참조) 출력 요구에 따라 모듈 개념을 사용해, SFR은 대형 600~1,500MWe, 중형 300~600MWe, 소형 50MWe이 가능합니다.

주요 설계 목적은 GEN-IV 원자로와 같아, 우라늄 자원 최대 활용, 폐기물 생성의 최소화, 경제성 및 안전성의 제고에 두고 있습니다.

Pyro 공정 건식 기술은 사용후핵연료로부터 TRU 및 U를 회수하는 현재 알려져 있는 옵션들 중에 핵확산 저항성을 갖는 가장 적합한 기술입니다. 습식재처리 기

술과 달리 고온에서 전기 야금(electro-metallurgical) 공정을 사용합니다.

공정 중에는 PWR 산화 연료를 위한 피복관 제거 및 산화 물질 환원 등을 위한 제반 장치가 있으며, SFR을 통한 궁극적 순환 핵주기를 위해 전해 정련 및 정제, 그리고 TRU 핵연료 가공 등을 위한 장치가 있습니다. 이에 추가로, 각종 고준위 및 저준위 폐기물 처리 및 순환 장치가 포함됩니다.

미래 원자력 시스템 개발

오늘 강연의 마지막으로 한국의 미래 원자력 시스템 개발을 위한 R&D 활동을 소개해 드리겠습니다.

녹색 에너지토피아 완성을 위한 미래 원자력 시스템 개발에는 두 개의 시스템이 있습니다. 하나는 ‘고속로 순환 핵주기 시스템’이며, 또 하나는 ‘원자력 수소 생산 시스템’입니다.

고속로 순환 핵주기 시스템은 사용후핵연료를 재순환함으로써

원자력의 지속 발전 가능성 성취를 위해 필요하며, 한편 원자력 수소 생산 시스템은 친환경적 수소 사회를 추구하는 데 필수입니다. <그림 10 참조>

“녹색 에너지로 완성을 위해 고속로 순환 핵주기 시스템과 원자력 수소 생산 시스템 개발이 꼭 필요하다.”

미래 원자력 시스템 개발을 위한 R&D 프로그램은 2008년 12월 한국 원자력위원회를 통과해 확정됐습니다. 앞서도 말씀 드린 바와 같이 고속로 순환 핵주기 시스템은 SFR과 Pyro 공정으로 이루어지며, 원자력 수소 생산 시스템은 VHTR과 SI 공정으로 이루어집니다.

SFR 개발을 위한 R&D 프로그램에는 재순환 핵연료를 사용한 SFR 및 금속연료 개발, 경제성 개선 및 안전성 제고 등이 있습니다.

Pyro 공정 관련 R&D 프로그램은 핵확산 저항성 핵연료 재순환 기술, 전기 환원 및 정련, 통제 및 폐기물 재순환, 엔지니어링 크기의 시설 개발 등이 있습니다.

VHTR과 SI 공정 관련 R&D 프로그램은 고온가스로 및 TRISO 핵연료, 수소 생산용 SI 순환 공정, 그리고 이에 따른 고온 부품의 개발입니다.

SFR 실증로는 2028년까지 건설될 것이며, 원형 Pyro 공정 설비는 2025에 가동될 것입니다. 그 이후 상업화를 위해 두 시설이

함께 연결돼 실증될 것입니다.

원자력 수소 생산 시스템은 그 실증 시설이 2016까지 완성될 것이며, 여기에는 VHTR 뿐만 아니라 고온 SI 공정 시설이 포함될 것입니다.

결론

결론적으로, 녹색 에너지는 우선 전기와 수소를 원자력으로 생산해 화석연료 의존도를 줄이는 것입니다.

한국에서는 전기 생산은 APR1400을 통해, 수소 생산은 VHTR 개발을 통해 이루어질 것입니다. 그리고 우리는 원자력의 최종적인 지속 발전 가능성 성취를 위해 고속로 및 관련 재순환 핵연료주기 기술을 개발할 것입니다.

우리 모두 “Atoms for Green Enertopia”를 기원합니다. 한국 뿐만 아니라, 전 세계에서 원자력을 이용해 녹색 에너지를 이룰 수 있기를 바랍니다.

PNC

오늘의 강연을 끝내기 전에 간단히 태평양원자력협의회(PNC: Pacific Nuclear Council)를 소개하겠습니다.

PNC에는 태평양 연안의 11개국으로부터 15개의 원자력학회, 원자력산업회의, 1개의 산업체 멤버가 있습니다. PNC는 60,000명의 원자력 전문가와 세계 원자력발전소의 57%를 대표합니다.

멕시코원자력학회도 매우 오랜 기간 PNC 회원이었으며, 현재 Francois 교수가 부회장 겸 차기 회장입니다.

PNC는 비영리 NGO로서 태평양 연안 국가의 원자력 평화적 이용 기술을 증진하는 것을 목적으로 하고 있으며, 그 동안 매우 성공적이었습니다. PNC는 인터넷에 www.pacificnuclear.com를 운영하고 있으며, 이를 통해 좀 더 상세한 정보를 얻을 수 있습니다.

PNC 주요 활동 중에는 주기적으로 PBNC(Pacific Basin Nuclear Conference) 개최를 매 2년마다 재가하는 것이 있습니다. 1976년 이후 2008년까지 16번의 PBNC가 개최되었으며, 멕시코의 경우 이미 제3차PBNC가 Acapulco에서 1981년에 개최된 바 있으며, 제17차 PBNC가 Cancun에서 2010년 10월에 두 번째로 개최될 예정입니다.

PNC는 수시로 중요한 토픽 및 이슈를 발굴해 연구를 하고 있으며 그 결과를 대중 및 제반 관련 기관에 알려, 원자력 평화적 이용을 증진시키는 역할을 하고 있습니다.

이를 위해 PNC는 4개의 Working Group이 있으며, 그리고 필요에 따라 수시로 각 WorkingGroup은 Task Group을 만들어 구체적인 연구를 수행하고 있습니다.

이러한 강연 기회를 갖게 돼 다신 한번 감사의 말씀 드리며, 내년 Cancun에서 뵙기로 하겠습니다. 감사합니다. ☺