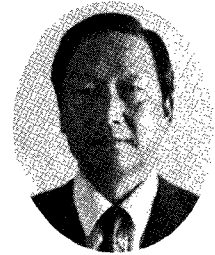


原電技術自立 推進現況 및 課題



許 淑

〈韓國電力公社 原子力建設處長〉

1. 原電技術自立的 必要性

가. 原子力發電의 重要性

(1) 에너지에 대한 문제점

○전세계 에너지자원의 유한성 및 지역편재성으로 에너지 고갈 및 파동 우려가 상존함.

-가채년수 : 석유 32.3년, 석탄 57.7년, 천연가스 171.8년, 우라늄 78.5년

-지역적 편재 : 석유자원의 60% 이상을 석유수출국(OPEC)이 소유

○국내 부존자원의 빈곤으로 에너지파동이 국민경제에 미치는 영향이 지대함.

-소량의 수력자원 및 저질 무연탄만 보유

-국내 에너지동향은 석유의존도 과다, 국내에너지자원 개발의 한계, 에너지 다소비형 산업구조로 에너지의 해외의존도 계속 증가 추세임.

70%('88년)→77.6%(2010년)

(2) 원자력발전은 해외수입 핵연료비가 5% 정도 밖에 차지하지 않으므로 원자력기술자립은 바로 에너지자원 확보와 같은 의미를 가짐(준국산에너지원).

○원자력은 발전원가 중 연료비가 차지하는 비중이 낮다.

-원자력 : 15%, 유연탄 : 43.7%('87년 기준)

○타고난 재(사용이 끝난 핵연료)도 재활용이 가능하며, 고속증식로 실용화시 잠재에너지의 약 2%밖에 활용하지 못하고 있는 핵연료의 이용도를 약 60배까지 높일 수 있음.

(3) 원자력발전은 적은 양의 연료로 많은 양의 에너지생산이 가능하므로 핵연료의 비축이 용이하며, 산성비·온실효과 등의 환경오염이 없다.

○U-235(1g)=석탄(3ton)=석유(12.6bL)

(4) 원자력발전은 에너지 안보상 절대적인 수단임.

○제2, 제3의 자원파동에 대처가능

나. 技術自立的 必要性

○9기의 원자력발전소 건설을 통해 습득한 각 원자력 관련업체의 기술수준이 향상되어 원전 기술자립 추진을 위한 여건이 성숙단계에 있음.

○원자력발전은 해외수입 핵연료비가 5% 정도 밖에 차지하지 않으므로 원자력기술자립은 바로 에너지자원 확보와 같은 의미를 가짐(준국산에너지원)

너지원).

- 현재까지 원전 9기 건설공급으로 기술기반 구축

- 전체 발전량의 약 50%를 원자력발전으로 공급

○ 원전기술자립으로 향후 신형안전로의 기술기반 확보.

○ 경제성 제고

- 기술자립과 설계표준화로 인한 경제성 제고 (총공사비의 약 20~30% 절감)

○ 발전소의 안전성과 이용률 제고

- 발전소 건설기술(설계 및 기기제작)은 발전소 운영기술을 제고시킬 수 있는 기본요건임

- 기술(Know-how, Know-why)의 자립으로 우리 실정에 맞는 보다 안전한 발전소 건설

○ 국제경쟁력 제고

- 기술자립으로 발전소 해외 수출기반 확보

○ 타산업에 파급효과 지대

- 특수기술분야인 첨단기술, 내진해석, 품질보증 등 고도의 기술을 국내 관련산업체에 이전 가능

- 국내 원자력기술수준의 향상은 타산업에 간접적인 파급효과로 산업수준의 선진화 및 경제성장 도모

○ 세계적으로 원자력산업이 장기 침체국면에 처해 있어 기술전수를 지속적으로 해줄 수 있는 선진 외국 시장성에 의문이 제기되고 있으며, 특히 국제 원자력시장이 SELLER'S MARKET에서 BUYER'S MARKET으로 변하고 있어 기술도입이 유리한 상황으로 기술자립 추진에 적기임.

2. 技術自立 推進 基本方向

가. 技術自立의 범위 및 목표

(1) 기술자립의 범위

○ 종합사업관리

○ 핵연료 설계 및 제작

○ 원자로 설계 및 제작

○ 터빈발전기 설계 및 제작

○ 발전소 종합설계

○ 시공

(2) 기술자립의 목표

○ 한국형 원자력발전소를 반복 건설할 수 있는 능력 확보

- 영광 3, 4호기 사업수행을 통해 동일 기종의 발전소 건설능력 95% 확보

- 원전 13, 14호기 사업수행을 통해 원전표준 설계 확보 및 6기 이상 반복건설

○ 차세대 원자로인 신형안전로 개발을 위한 기술기반 확보

나. 推進 基本方向

(1) 관련정책 수립 현황

○ 한전 경영개선방안('84. 1 : 경제기획원)

- 신규 발전소 건설은 국내업체 주도로 추진

○ 원전 경제성 제고방안 수립('84.7 : 동자부)

- 원전건설 기술자립 추진

• 국내기술자립 추진주체 선정

• 기술도입 위주의 외자계약 체결

• 국산화 촉진

- 원전설계 표준화사업 추진

• 표준설계에 의한 원전 반복 건설

- 원전 이용률 향상

○ 기술자립 업무분담

• 한국전력(공) : 사업관리

• 한국전력기술(주) : 플랜트 종합설계 (A/E)

• 한국중공업(주) : 기기 설계, 제작 및 설치

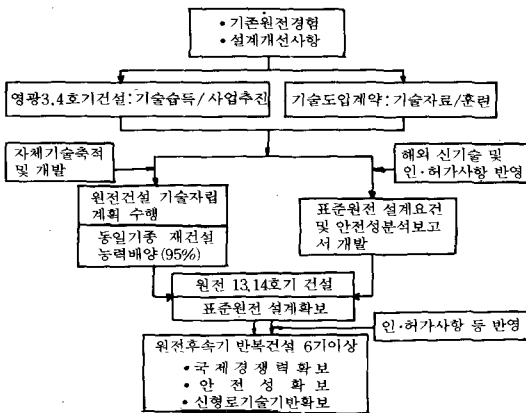
• 한국에너지(연) : 핵중기계통설계, 핵연료 설계

• 한국핵연료(주) : 가압경수로 핵연료제조

- 국내건설업체 : 시 공
 - 전문계열업체 : 전문기기설계 및 제작
- 영광원자력 3, 4호기 추진방안 결정
- 국내업체와 주계약 체결
 - 외국업체와 기술도입계약 체결
 - 영광원자력 3, 4호기 사업수행에 통한 기술자립

(2) 기본방향

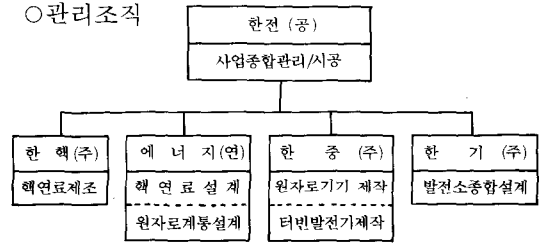
- 영광 3, 4호기 발전소 건설을 통한 기술자립
 - 별도의 기술도입계약 체결
 - 기술습득의 최대효과를 기하기 위해 설계업무를 외국에서 국내로 이전하여 국내에서 수행
 - 기존 완료된 설계도 처음부터 국내기술진과 공동으로 재설계 수행
- 설계를 표준화하여 발전소를 반복 건설
 - 영광 3, 4호기 설계를 기준으로 설정
 - 원전 13, 14호기 건설을 통해 표준설계 완성
- 표준설계 개발 및 활용과정에서 습득 축적한 기술로 향후 개발된 신형 안전전에 대비
- 추진체제도



3. 技術自立 推進現況

가. 技術自立 推進體制 수립

○ 관리조직



○ 역할분담 및 목표

자립주체	기술자립분야	기술자립목표
한 전(공)	사업 종합 관리	98%
한 핵(주)	핵 연 료 제 작	100%
에너지(연)	핵 연 료 설 계	100%
	원 자 로 계 통 설 계	95%
한 중(주)	원 자 로 계 통 기 기 제 작	87%
	터 빈 발 전 기 설 계 제 작	98%
한 기(주)	발 전 소 종 합 설 계	95%
건설업체	시 공	100%

나. 技術自立 推進方法 강구

(1) 기술도입계약 체결

○ 핵연료 설계제작

- 독일 KWU사의 기술도입 및 훈련
- 미국 CE사의 초기노심설계분야 기술도입 (주로 전산 CODE 및 설계)

○ 원자로계통 설계 및 제작

- 미국 CE사의 기술도입

설계분야

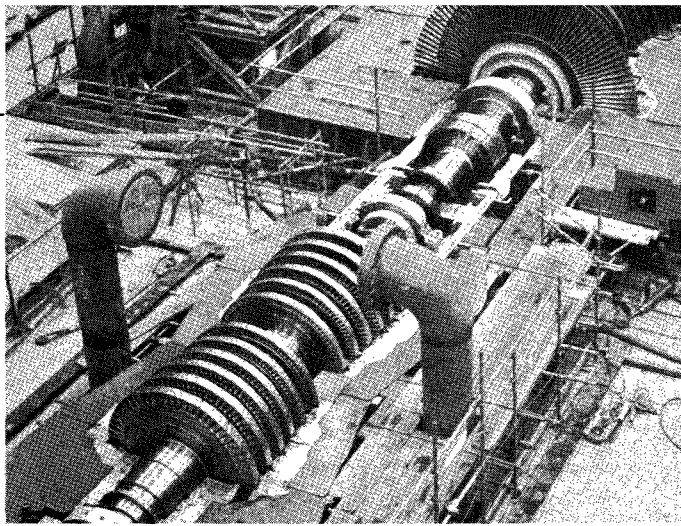
- 설계자료
- 전산 CODE
- 기술훈련 등

제작분야

- 제작기술자료
- 전산 CODE
- 기술훈련 등

○ 터빈발전기 설계제작

- 미국 GE사의 기술도입
- 설계 및 제작기술자료



- 전산 CODE
- 기술훈련 등

○ 발전소 종합설계

- 미국 S & L사의 기술도입

- 설계기술자료
- 전산 CODE
- 기술훈련 등

(2) 기술습득 위주의 영광 3, 4호기 건설사업 추진

○ 기술습득효과를 최대하기 위해

- 공동으로 설계 추진

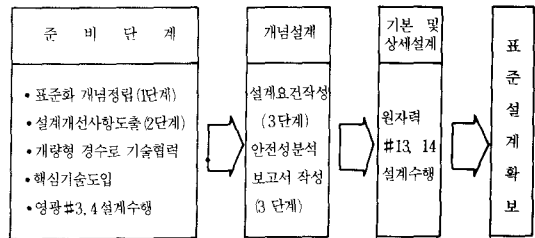
- 국내에서 설계수행 원칙

○ 완성되어 있는 설계라도 기술습득 및 설계의

확실성을 기하기 위해 재설계 수행 원칙

○ 도입된 기술을 이해, 활용하여 영광 3, 4호기 건설업무 수행

(3) 표준원전설계의 확보



다. 推進內容 및 現況

(1) 기술자립

○ 진도율

(단위: %)

관 련 사	'87		'88		'89	'95	
	계 획	실 적	계 획	실 적	계 획	목 표	
한 전 (공) (종합사업관리)	85.00	85.00	87.00	87.00	89.00	100	
한 기 (주) (플랜트종합설계)	63.42	63.26	70.74	70.06	82.74	95	
한 중	원자로설비제작	45.80	45.80	52.99	52.67	63.84	87
	터빈발전기제작	55.49	55.49	60.34	66.22	71.38	98
한에연	원자로계통설계	42.02	40.92	55.30	54.40	66.32	95
	핵연료설계	54.00	53.97	60.26	60.23	70.49	100
핵 연 료 (주) (핵 연 료 제 조)	36.07	36.07	64.27	64.27	74.36	100	
건 설 업 체 (시 공)	95.00	95.00	96.00	96.00	96.93	100	
총 합	64.35	64.31	70.52	70.28	77.53	95	

○추진내용

－종합사업관리 : 한전(공)

- 종합사업관리 (PROJECT MANAGEMEMENT) 체제수립 : 총 43종의 사업관리절차서 개발운영
- 사업관리의 전산화 : 총 약 1,500본의 전산 PROGRAM중 초기소요 700여본은 기개발 운영중
- 건설관리 (PROJECT CONTROL) 체제정립

- +한국형 사업관리 세부분류체제 확립
- +공정관리, 자재관리, 기술자료관리, 공사비 관리체제의 규격화 기준 수립
- 자체교육계획 수립 운영
- +일반건설관리 기초과정 (연2회)

+원전건설관리 실무교육(연1회)

－플랜트 종합설계 : 한기(주)

사업수행	기술도입	자체기술축적 및 개발
○설계장소를 국내로 이전하여 공동으로 설계수행중 －기본설계 완료 (500명 참여)	○기술자료 －설계자료 도입 완료 ○전산코드(251종) 도입 완료 단, 보조코드는 도입중 ○교육훈련중 －480명 교육이수(총 95과정 중 85과정 이수)	○도입기술 활용중 －기술기준 및 절차서 수립 (313건) ○도입 전산코드 검증 70% 완료 ○전파교육중 －300명 교육이수

－주기기 제작 : 한중(주)

사업수행	기술도입	자체기술축적 및 개발
○제작설계 수행중 －61명 참여 ○시제품 제작중 －4건 완료 ○설비 보완중 －23종 보완완료	○기술자료 90%도입완료 －46종 도입 ○전산코드 61%도입완료 －97종 도입 ○교육훈련중 －89명 교육이수 ○기술자문 활용중 －8명 활용	○도입기술 활용중 －시제품 제작 및 시험에 활용 －전산코드 검증 및 활용 ○전파교육중 －1,696명 교육이수 ○설계검증계획 수립중

－원자로 계통 설계 : 에너지(연)

사업수행	기술도입	자체기술축적 및 개발
○설계장소를 국내로 이전('89.1)하여 공동으로 설계수행중 －기본설계 완료 (154명 참여) －상세설계 수행중 (154명 참여)	○기술자료 －도입완료(4,308종) ○전산코드 －도입완료(172종) ○교육훈련중 －60명 교육이수	○기술검토보고서 작성중 －487건 작성 ○절차서 및 지침서 개발중 －10건 개발 ○전산코드 검증중 －130종 검증

－시공

- +영광 3, 4호기 건설을 통해 시공관리기법을 체계적으로 재정립 및 최적화추진
- +시공기술은 거의 자립단계이나 극히

적은 미진한 부분은 영광 3, 4호기 건설을 통해 보완

(2) 표준화

○1, 2단계 사업완료('83. 4~'87. 8)

- 핵연료 설계 : 에너지(연)

사 업 수 행	기 술 도 입	자체기술축적 및 개발
○ CE사에서 초기노심 공동설계 완료 - 27명 참여 ○ 모의 반복설계중 - 27명 참여	○ 기술자료 - 도입완료(1,742종) ○ 전산코드 : 총 87종 도입 - 도입완료(87종) ○ 교육훈련중 - 총 31명중 22명 교육이수	○ 도입기술 활용중 - 독자모의 반복설계 ○ 자체 기술개발중 - CE와 공동연구 : 7과제 - KWU와 공동연구 : 13과제 ○ 자체 해외교육완료 - 3명 교육이수 (핵연료 SERVICE분야) ○ 전산코드 검증중 - 80종 검증

- 수행기관 : 한기(주) 및 한에연
- 분 야 : 원자로계통 및 발전소 종합설계
- 내 용 :

- 발전소 설계표준화 기본추진방향 정립
- 설계개선 및 최적화 검토

○ 3단계 사업착수('89.1~'90.11)

- 수행기관 : 한기(주) 및 한에연
- 내 용 :
- 원자로설계분야 표준요건 및 안전성 분석보고서 작성
- 발전소 종합설계분야 표준요건 및 안전성 분석보고서 작성

- 21세기 초반에 가서야 고속증식로(FBR)의 경제성 확보가 전망됨.

- 국내 로형전략
- 영광 3, 4호기 사업수행 등을 통한 원전건설 기술자립 달성('87~'95)

- 영광 3, 4호기와 동일기종(1,000 MW급 PWR)설계능력 확보

- 영광 3, 4호기 설계를 근간으로 개량형경수로 기술을 반영한 국내 표준설계확보('90~'99)

- KSN-1 : 1,000 MW급 PWR 설계
- 표준설계 개발 및 활용과정에서 습득 축적한 기술은 향후 개발될 신형안전로로 대비

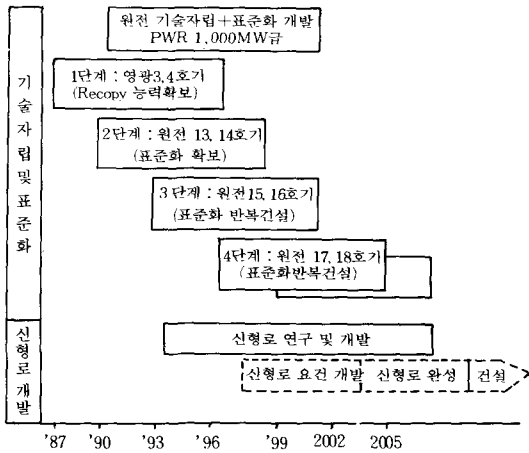
4. 向後計劃 및 期待效果

가. 爐型 戰略

- 세계적 노형개발 / 기술개발 전망
- '90년대 중반까지는 현재 경수로(LWR)를 점진적으로 설계 개선(EVOLUTION)한 개량형 경수로(ALWR)로 유지 전망
- '90년대 후반에 ALWR 기술을 모체로 하되 안전성과 경제성을 획기적으로 개선(INNOVATION)한 신형안전로(APPWR, SIR, PIUS 등)의 실용화 전망

나. 推進計劃

- 영광 3, 4호기 사업수행 및 기술도입계획을 통해 지속적으로 기술자립
- 원전 13, 14호기 사업을 통해 (1) 표준화설계를 확보하고, (2) 미진한 기술자립분야 보강
- 표준화설계로 발전소의 반복 건설(향후 6기 이상)
- ※ 신형로는 금세기중에 상업운전이 일단 어려울 것으로 전망됨
- 표준설계 개발 및 활용과정에서 습득 축적한 기술을 모체로 차세대 로형 대비



- 준 국산에너지 확보
- 안전성 평가기술의 확보를 통해 자체평가기준을 수립하고 이에 따라 평가업무를 수행하므로 기술적인 측면의 불확실성을 점진적으로 제거하여 안전성 제고 가능
- 경제성 제고로 국제 경쟁력 확보
- 국내 첨단기술 산업육성에 기여
- 신형원자로 및 차세대 원자로 (고속중성로, 핵융합로 등) 기술기반 확보
- 원자력발전소 해외수출기반 확보
- 외화유출 방지 및 고용증대

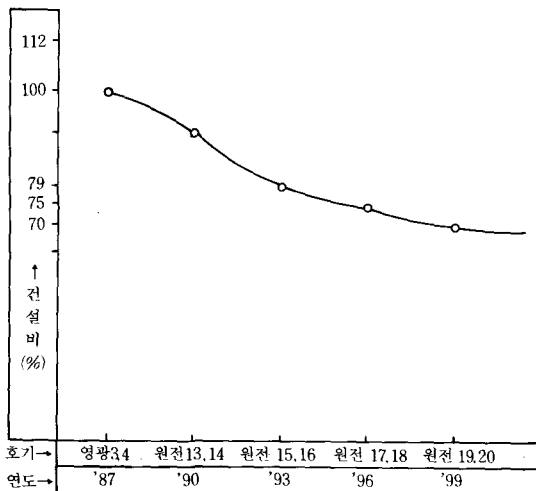
다. 期待效果

○종합 기대효과(경제성)

- 총 공사비의 30.24% 절감
 - 기술자립 효과 : 총 공사비의 10.09% 절감
 - 표준화 효과 : 총 공사비의 20.15% 절감
- (주)미국원자력산업회의(AIF)REPORT (1986.11) 참조

※[그림1] 참조

〈그림 1〉 종합기대효과(경제성)



○부수효과

5. 技術自立推進 向後 推進課題

- 정부주도하에 종합적이고, 체계적이며, 일관성 있는 원자력기술자립정책 수립
 - 한전주도의 기술자립추진의 한계성
 - 원전의 선진국인 프랑스, 일본의 경우 정부에서 주도
- 범국가적으로 연계성있는 기술자립계획수립 (연관기술의개발 및 자립사업을 분리추진)
 - 원전건설 기술자립, 원전 설계표준화, 원전기술기준 개발, 원전 장기개발계획 등
 - 석탄화력건설 기술자립, 원전유지·보수 기술자립계획 등
- 기술자립 비용조달
 - 한전조달의 한계성
 - 정부에서 별도의 비용배정
 - 기술자립 참여사의 자체비용조달
- 자립기술의 유지관리
 - 지속적이고 일관성 있는 원전사업 추진
 - 기술자립사업에 참여하여 기술능력과 경험이 축적된 인력 유지관리
- 도입기술자료, 전산코드, 기술자립 성과물 등의 효율적 운영