

'90年代 發注할 新規原電의 要件

本稿는 지난 9月 26日 오스트리아 비엔나에서 열린 國際原子力機構(IAEA) 定期總會 特別科學프로그램에서 「Plant Owner's Requirements of Nuclear Power Plants for the Next Decade」라는 主題로 發表한 內容이다.



李 宗 勳
(韓國電力公社 副社長)

오늘 本人은 韓國을 대표하여 韓國의 유일한 電力會社인 한국전력이 1990년대에 발주코자하는 新規 原子力發電設備의 要件에 대하여 발표하게 된 것을 매우 기쁘게 생각합니다. 우선 1990년대에 발주할 新規 原電에 대하여 말씀드리기 전에 먼저 여러분의 이해를 돕기 위해 韓國의 原子力發電 現況을 간단히 설명드리고자 합니다.

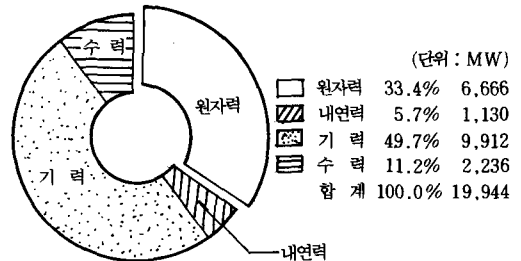
I. 韓國의 原子力發電 現況

1988年末 현재 발전원별 설비용량 구성을 보면 그림 1에서 보는 바와 같이 총 발전설비용량 1,994.4만KW중 원자력이 33.4%(666.6만KW)를, 化石燃料에 의한 화력발전설비가 49.7%를 차지하고 있으며, 발전원별 발전량의 구성비는 그림 2에서와 같이 총 발전량의 47%를 원자력발전이 차지하고 있습니다.

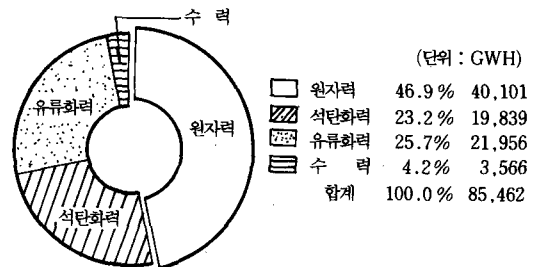
1960년 이후 1989년까지 발전설비용량의 추이를 보면 (그림 3 참조), 발전설비용량의 급격한 팽창과 더불어 연간발전량도 지난 30여년 동안 급격히 증가하여 1960년도에 비해

62배나 증가하였습니다(그림 4 참조).

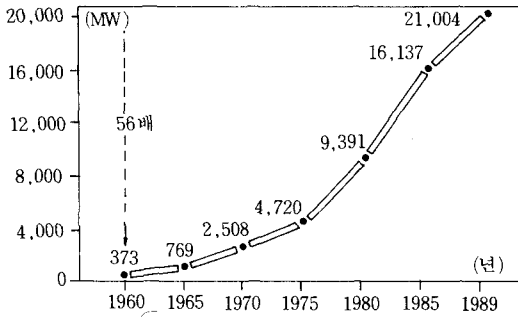
또한 국민 1인당 전력소비량도 급격히 늘어나 매년 12% 정도의 증가율을 기록함에 따라 1989년도 1인당 전력소비량은 약 2,000KWH 정도가 될 것이며, 10년후에는 4,000KWH 정도에 달할 것으로 豫想됩니다(그림 5 참조).



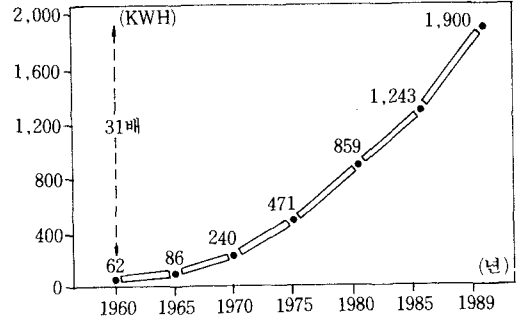
〈그림 1〉 발전설비 현황 (1988년말 기준)



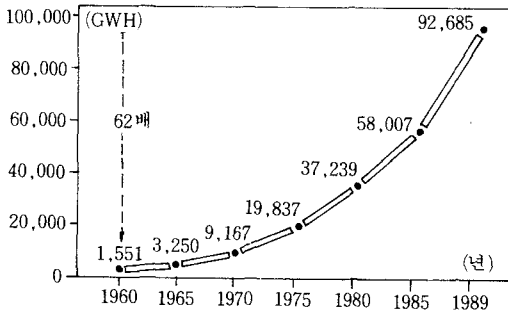
〈그림 2〉 발전원별 발전량 (1988년도 기준)



〈그림 3〉 발전설비 성장추이



〈그림 5〉 1인당 전력량 소비추이

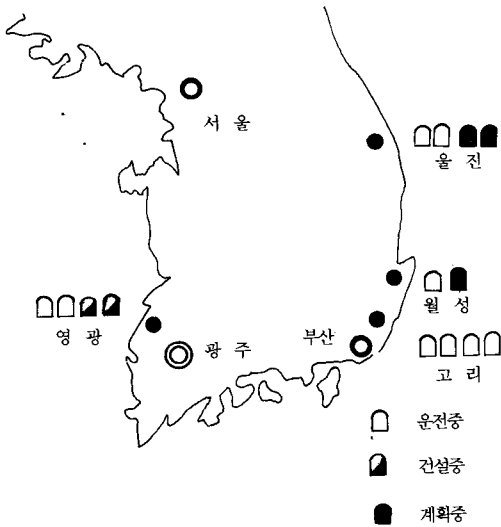


〈그림 4〉 발전량 성장추이

현재 韓國의 原電運轉現況을 살펴보면, 표 1과 그림 6에서 보는 바와 같이 8기가 상업운전중에 있으며, 1기가 곧 상업운전에 들어가게 됩니다. 이와 아울러 2기의 加壓輕水爐(靈光 3, 4호기)가 이미 발주되어 건설사업을 추진중에 있으며, 1기의 加壓重水爐와 2기의 加壓輕水爐(蔚珍 3, 4호기)를 추가로 건설할 계획입니다.

〈표 1〉 원자력발전설비 운전현황

구분	노형	용량 (MW)	제 작 자		A/E	계약일	상업 운전일
			Rx	T/G			
고리 #1 (KNU #1)	PWR	587	<u>W</u>	GEC	GAI	'70.6	'78.4
고리 #2 (KNU #2)	PWR	650	<u>W</u>	GEC	GAI	'76.6	'83.7
월성 #1 (KNU #3)	PHWR	678	AECL	PARSONS	CANATOM	'75.1	'83.4
고리 #3 (KNU #5)	PWR	950	<u>W</u>	GEC	BECHTEL	'78.4	'85.9
고리 #4 (KNU #6)	PWR	950	<u>W</u>	GEC	BECHTEL	'78.4	'86.4
영광 #1 (KNU #7)	PWR	950	<u>W</u>	GEC	BECHTEL	'79.10	'86.8
영광 #2 (KNU #8)	PWR	950	<u>W</u>	GEC	BECHTEL	'79.10	'87.6
울진 #1 (KNU #9)	PWR	950	FRA.	ALSTHOM	FRA./ALSTHOM	'80.11	'88.9
울진 #2 (KNU #10)	PWR	950	FRA.	ALSTHOM	FRA./ALSTHOM	'80.11	'89.9



〈그림 6〉 원자력발전소 위치도

이들 발전소는 1990년대 후반에 준공할 목표로 발주할 예정인데(표2 참조), 이중 加壓重水爐는 月城 1호기(CANDU型)가 성공적으로 운영되어온 점을 감안하여 기존 부지에 1기를 더 추가하기로 한 것입니다.

이와 같은 추가 원자력발전설비의 발주는 급격한 電力需要의 증가에 대처할 뿐만 아니라 化石燃料의 연소가 地球環境에 끼치는 영향의

심각성이 논란의 대상이 되고 있는 이 시점에서 깨끗한 에너지의 확보라는 차원에서도 그 의의를 찾을 수 있을 것입니다. 그리고 지난 19년간의 지속적인 원자력발전사업의 추진과정에서 원자력산업은 괄목할만한 발전을 이룩했으며, 靈光 3, 4호기가 준공되는 1996년에는 국내원자력발전산업의 기술자립도가 95%에 이를 것으로 전망됩니다.

II. 新規原電에 대한 要件

1. 原子爐型 및 容量

앞에서 말씀드린 바와 같이 1990년대에는 2基의 輕水爐(蔚珍 3, 4號機)와 1基의 重水爐(月城 2호기)를 발주 건설할 계획인데, 이는 1990년대와 2000년대 초반에 걸친 國家 長期電源開發計劃에 의한 것이며, 금세기 안에 4基 또는 6基의 原子力發電設備가 추가 발주될 것으로 기대하고 있습니다.

(가) 加壓輕水型 發電所

2000년대 초까지 발주할 輕水型 원자력발전설비는 기존 7基의 輕水爐 건설 및 운전경험을 토대로 이를 개량한 輕水爐가 될 것입니다.

〈표 2〉 원자력발전소 건설·계획현황

구분	노형	용량 (MW)	제 작 자		A/E	계약일	상업 운전일	비고
			Rx	T/G				
영광#3 (KNU #11)	PWR	1000	KHIC/ KAERI/ CE	KHIC/GE	KOPEC/ S&L	'87.4	'95.3	건설중
영광#4 (KNU #12)	PWR	1000	KHIC/ KAERI/ CE	KHIC/ GE	KOPEC/ S&L	'87.4	'96.3	건설중
월성#2 (KNU #4)	PHWR	700	-	-	-	-	'97.6	계획중
울진#3 (KNU #13)	PWR	1000	-	-	-	-	'98.6	계획중
울진#4 (KNU #14)	PWR	1000	-	-	-	-	'99.6	계획중

또 용량은 전체 전력계통용량의 5% 내외가 되는 1,000MW 급으로 추진할 계획인데, 이 용량은 인구밀도가 높은 韓國의 실정과 敷地確保側面도 고려하여 결정한 것입니다.

(나) 加壓重水型 發電所

CANDU型 발전소 1기는 1983년 4월 상업운전을 개시한 이래 현재까지 성공적으로 운영되어 왔습니다. 그리고 韓國은 현재 주종인 加壓輕水爐와 천연우라늄을 연료로 하는 加壓重水爐를 함께 운영하고 있어 전반적인 核燃料 이용에 있어서 최적의 經濟性을 얻을 수 있는 새로운 核燃料週期の 채택도 고려해 볼 수 있습니다.

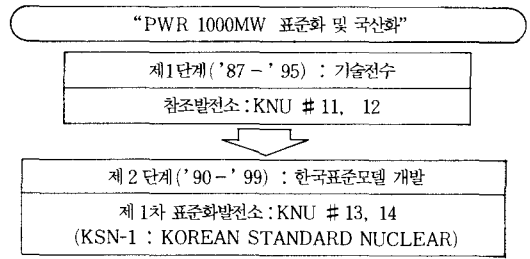
어쨌든 加壓輕水型 發電所를 주종으로 추진하는 과정에서 加壓重水型 發電所의 추가 건설도 고려되어 加壓重水型 發電所 1기가 곧 발주될 것으로 기대하고 있습니다.

2. 改良型 輕水爐의 開發

현재 한국에서 추진중인 韓國型 標準 原子力發電設備(KSN : Korean Standard Nuclear)는 靈光 3, 4호기(원전 11, 12호기)를 參照發電所(Reference Plant)로 하여 개발·건설할 예정입니다.

그림 7에서 보는 바와 같이 제1단계 한국형 표준 원자력설비(KSN-1)의 표준화 전략의 개요를 살펴보면, 1990년대에는 한국형표준원자력 발전설비인 KSN-1 Series를 점차 개량해 가면서 최소한 6기 정도가 발주될 것으로 전망하고 있으며, 2000년대 이후에 발주할 原子力發電設備도 한국 고유모델(KSN-2 Series)로 표준화할 계획인 바, 이의 參照發電設備로서는 미국 DOE 후원하에 R&D 사업으로 개발중인 固有安全爐에 관심을 가지고 있습니다.

固有安全爐 개발사업이 목표대로 추진된다면 1995년경에는 설계가 완료될 것으로 예상되지만, 단위용량이 300~600MW 정도인 小容量을 대상으로 하고 있어 한 발전기에 2~3기의



〈그림 7〉 KSN - 1개발개요

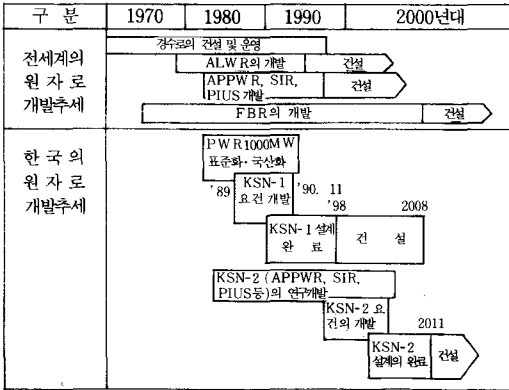
복수 原子爐가 필요하게 될 수도 있습니다.

3. 第1段階 韓國型 標準 原子力發電設備 (KSN-1 Series)開發

현재 美國電力研究所(EPRI)를 중심으로 여러 전력회사가 공동으로 개량형 輕水爐 開發을 위해 설계에 반영할 사항을 연구하여 정리하는 설계요건서류(Utility Requirement Documents) 작성사업이 추진중인데, 우리 韓電도 이 사업에 참여하여 왔습니다. 즉, KSN-1의 개발은 EPRI의 사업추진과 밀접한 관계가 있음을 그림 8에서 보여주고 있습니다.

따라서 韓電이 작성하고 있는 설계요건서류도 EPRI의 연구결과에 의한 개량형 경수로 개발의 기본방침을 참조하고 있습니다.

- 1) 운전성 및 보수성 향상을 위한 발전소 설계의 간소화
- 2) 충분한 설계여유도의 확보
- 3) 인적요소의 체계적인 반영
- 4) 발전소 직원 및 공중 보호를 위한 우수한 안전설비
- 5) 인허가의 간소화 및 기간단축
- 6) 신뢰도 및 이용률 향상을 위해 입증된 기술 적용
- 7) 발전소 유지보수의 편이성
- 8) 건설공기의 단축
- 9) 경제성 확보

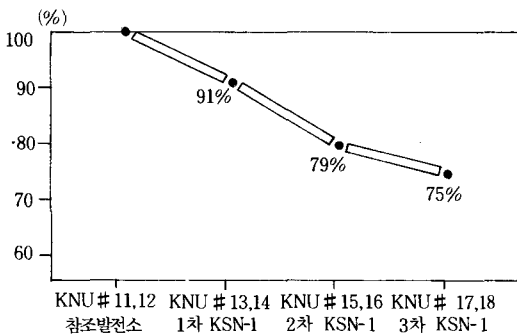


〈그림 8〉 표준 원자력발전소의 개발계획

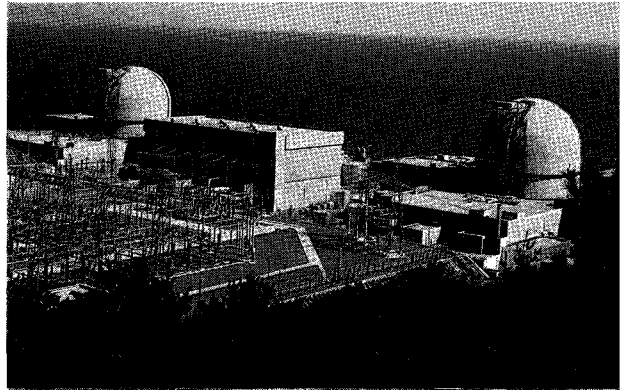
4. 標準化에 따른 經濟性

지금까지 韓國에서는 原子力이 석탄과 같은 化石燃料과 비교해 經濟性面에 있어서 어느 정도 우위를 유지하여 왔습니다. 그러나 石炭價格이 점차 하락하고 있는 추세에서도 原子力이 經濟性을 계속 유지하기 위해서는 실질적인 原價節減 노력이 강구되어야 하며, 原子力發電所의 標準化만이 이를 극복하는 최선의 방법이라고 확신합니다.

그림 9는 蔚珍 3, 4호기 이후의 標準化 發電所 建設에 따라 예상되는 費用減少 추세를 보여 주고 있습니다. 蔚珍 3, 4호기의 총 건설사업비는 38억달러로서 KW당 건설비는 \$1,790로 예상되나, 이 비용은 靈光 3, 4호기 건설시의 技術導入費用 일부를 포함하고 있습니다.



〈그림 9〉 경제성

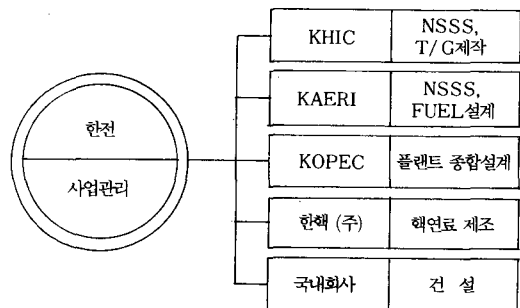


또 그림 9에서 보는 바와 같이 標準化事業이 성공적으로 수행된다면 비용이 상당히 줄어들어 호기를 거듭함에 따라 標準化에 의해 25~30% 정도의 費用節減을 기대하고 있습니다.

5. 契約形態(Contract Forms and Terms)

전반적인 사업관리는 전력사업자인 韓國電力이 직접 수행하고, 核蒸氣供給系統 및 2차계통의 주기기 제작은 韓國重工業이, 플랜트 綜合設計(A/E) 용역은 자회사인 韓國電力技術(株)이, 核蒸氣供給系統 및 核燃料設計業務는 韓國에너지연구소가, 그리고 핵연료제조는 韓國核燃料(株)에서 수행토록하는 분할발주형태를 취할 계획입니다.

또 만약 외국업체의 역무 지원이 필요할 경우에는 국내업체의 하도급 형태로 사업에 참여하게 될 것입니다(그림 10 참조).

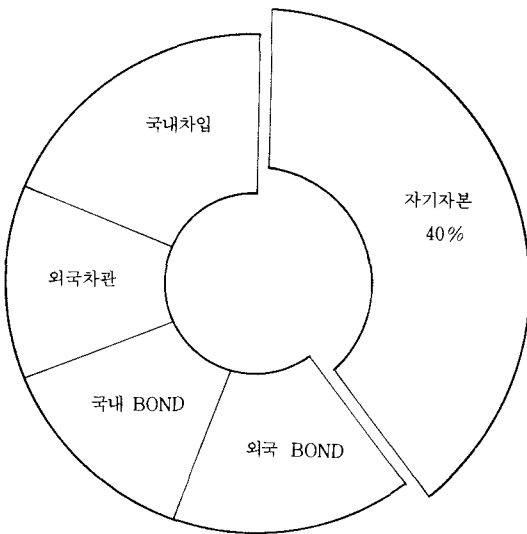


〈그림 10〉 계약관리형태

6. 財源調達(Financing)

원자력 건설에 소요되는 財源의 40%까지는 自己資本에서 조달할 계획이나, 부족자금에 대해서는 국내 금융기관으로 부터의 借入, 국내·외 사채 발행, 외국으로 부터 借款導入 등을 고려하고 있습니다.

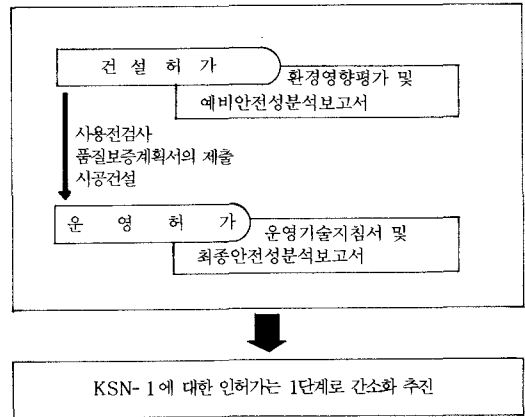
현재 한국의 대외 信用度를 고려하면 좀더 유리한 조건으로 외국으로 부터 財源을 조달할 수 있으리라 전망되며, 특히 韓電은 오랫동안 政府投資企業으로 운영되어 왔으나 一部 株式을 一般國民에게 공개함으로써 국내 자본시장으로 부터 상당량의 자금을 직접 조달할 수 있을 것으로 봅니다(그림 11 참조).



〈그림 11〉 재원조달

7. 認許可(Licensing)

현재 韓國은 美國과 유사한 2단계 認許可制度를 가지고 있는데, 제1단계 標準化 事業이 완료되면 認許可는 상당히 간소화될 것으로 기대하고 있습니다. 標準 發電所의 반복 건설과정에서 변경된 부분만 심사해도 되므로 건설공



〈그림 12〉 인허가

기 또한 상당히 줄어들 것이고 따라서 건설비용도 절감될 것입니다.

한편 현재의 2단계 認許可節次는 건설허가와 운영허가를 한꺼번에 발급하는 1단계 認許可節次로 간소화하는 방안도 곧 실현될 것으로 기대됩니다.

Ⅲ. 結 論

原子力은 化石燃料의 이용에 따른 環境問題를 해결하고 韓國과 같은 資源貧國들에게 에너지問題를 해결해 주는 깨끗한 에너지원 중 하나임에 틀림없습니다. 이처럼 깨끗하고 안전하며 經濟的인 원자력에너지는 앞으로 10년동안 개량형 輕水爐의 개발과 標準化된 발전소를 반복 건설함으로써 확보될 것입니다.

標準化된 개량형 원전은 1단계 認許可制度(One Step Licensing)의 이점을 최대한으로 이용하게 될 것이며, 經濟性面에서도 優位를 차지하게 될 것입니다.

이러한 목표를 달성하기 위해서는 무엇보다도 電力會社를 중심으로 사업에 참여하는 모든 산업체가 효율적인 관리체계하에서 긴밀한 협조가 필수적이라 하겠습니다.