

# 日本の 輕水爐技術 高度化

*Upgrading of LWR Technology in Japan*

乙葉 啓一 (東京電力(株) 原子力管理部 副部長)

## 1. 概 要

日本에서 輕水爐를 이용한 發電은 약21년전인 1963年10月26日에 日本原子力研究所에서 일반적으로 「日本動力實證原子爐」라고 불리우는 實證爐의 운전에서부터 비롯되었으며 또한 14年間の 商業用 原子爐 運轉經驗을 갖고 있다. 1970年2月에 日本原子力電力의 Tsuruga 1號機(BWR)가 상업운전에 들어갔으며 그해 11月에 關西電力이 PWR인 Mihama 1號機의 운전을 시작했다.

현재 일본은 26基의 輕水爐가 있는데, 그 總發電容量은 12基의 PWR에서 8,808MW와 14基의 BWR에서 10,717MW를 합하여 모두 19,525 MW이며 이 容量은 1984年7月 現在 日本總發電容量의 약14%를 차지하며 1983會計年度에는 總發電量의 20%를 占하였다.

## 2. 日本에서의 輕水爐開發

輕水爐는 원래 美國에서 두가지의 型이 개발되었으며, 日本에서의 建設은 필수적으로 그 나라에서 도입된 기술에 기반을 두고 있다. 좀더 구체적으로 말하면 發電容量의 규모가 400MW, 800MW 그리고 1,100MW인 日本 최초의 BWR과 PWR은 제너럴일렉트릭社와 웨스팅하우스社의 기술에 의해 建設되었다. 그 이후로 日本産業界에 의하여 國産化率을 높이려는 지속적인 노력이 계속되어 왔다. 그림 1에서 알 수 있듯이 2

호기 그리고 그 이후의 모든 PWR과 BWR은 많은 國産部品을 가지고 있다.

그림 2는 數年間 일본에서의 輕水爐 稼動率을 보여주고 있다. 初期年度の 낮은 稼動率은 BWR에서의 壓力腐蝕破裂(stress corrosion cracking; SCC)이나 PWR의 蒸氣發生器에서의 流出 등과 같은 초기 문제들에 기인한 것이다.

이러한 部品들의 결함은 原子力發電의 安全性에 영향을 주지는 않았지만, 原子力發電所의 信賴性和 관련된 몇가지의 심각한 문제점을 안고 있었다. 그러나 1980년까지 輕水爐의 稼動率은 60%수준까지 올랐으며, 1983년에는 최고 70%에 이르렀다. 최근 몇년동안 日本의 原子力發電所는 아주 좋은 운전기록을 달성했다. 部品의 결함에 의한 年間 運轉中止는 美國의 5.5회, 프랑스의 6.0회와 비교하여 原子爐當 0.5회로 내려갔다.

물론 原電의 運轉初期에 경험했던 설비고장은 그후 原子力産業開發에 큰 도움을 주었다. 日本이 꾸준히 진보된 輕水爐開發을 위한 국제적 협력사업을 확장하면서 自體의인 輕水爐技術의 확립을 가속화할 수 있었던 것은 바로 이 경험을 통해서였다.

政府, 電力會社와 발전소제작회사를 포함한 産業體 그리고 學界는 왜 SCC와 같은 原子爐問題가 일어나며 어떻게 대처할 것인가를 찾아

내기 위해서 서로 협력했다. 그들의 협력활동은 현재의 輕水爐發電所의 높은 稼動率을 향한 길을 닦아 놓았다. 이 기간동안 遠隔操從自動切斷器와 溶接器를 포함한 여러가지 새로운 기구들이 개발되었다. 이 개발노력의 또하나 중요한 결과는 誘導加熱應力改善(IHSI)技術, 즉 高周波加熱에 의한 應力완화 프로세스인데 後에

美國으로 이전되어 그곳 原子爐運轉者들에게 S-CC解決策을 제공했다.

그림 2에서 보여주는 대로 1975會計年度의 낮은 輕水爐稼動率을 고려하여 輕水爐의 改良과 標準化프로그램이 그 해에 政府와 産業體의 협력에 의해 시작되었다. 이 프로그램의 목적은 日本自體技術에 기반을 두는 現存 輕水爐를 改

〈그림 1〉 國內生産比率

Type	Owner	Name of Plant	Capacity (MWe)	Domestic Production Ratio	Commercial Operation
B W R	JAPCO	Tokai Daini	1100	51%	11 / 28 / 78
		Tsuruga	357	55%	3 / 14 / 70
		Tohoku Onagawa	524	97%	6 / 1 / 84
	Tokyo	Fukushima Daiichi No. 1	460	56%	3 / 26 / 71
		" No. 2	784	53%	7 / 18 / 74
		" No. 3	784	91%	3 / 27 / 76
	" No. 4	" No. 4	784	91%	10 / 12 / 78
		" No. 5	784	93%	4 / 18 / 78
	" No. 6	" No. 6	1100	63%	10 / 24 / 79
		Fukushima Daini No. 1	1100	98%	4 / 20 / 82
		" No. 2	1100	99%	2 / 3 / 84
	Chubu	Hamaoka No. 1	540	93%	3 / 17 / 76
" No. 2		840	96%	11 / 29 / 78	
Chugoku	Shimane	460	93%	3 / 29 / 74	
P W R	Kansai	Mihama No. 1	340	62%	11 / 28 / 70
		" No. 2	500	76%	7 / 25 / 72
		" No. 3	826	97%	12 / 1 / 76
	Takahama	Takahama No. 1	826	62%	11 / 14 / 74
		" No. 2	826	76%	11 / 14 / 75
	Ohi	Ohi No. 1	1175	85%	3 / 27 / 79
		" No. 2	1175	87%	12 / 5 / 79
	Shikoku	Ikata No. 1	566	94%	9 / 30 / 77
		" No. 2	566	99%	3 / 29 / 82
	Kyushu	Genkai No. 1	559	87%	10 / 15 / 75
		" No. 2	559	99%	3 / 30 / 81
	Sendai	Sendai	890	99%	7 / 4 / 84

● Contract with GE or WH

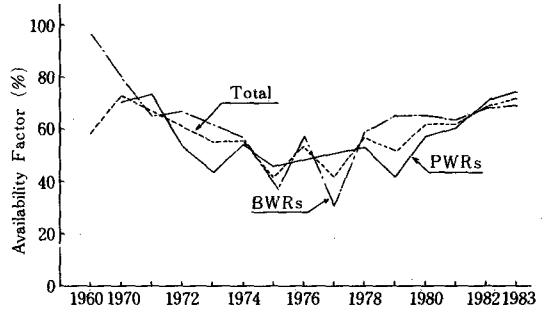
良하고 標準化하여 궁극적으로 국내여건에 맞춘 새로운 輕水爐 設計를 함에 있다.

1975會計年度부터 1977會計年度까지 계속된 프로그램의 첫번째 단계는 발전소 종사자들의 放射線被曝의 위험을 줄이고 그들의 作業능률을 개선할 목적으로 더 큰 原子爐 格納容器를 사용하는 것에 중점을 두었다. 첫번째 단계의 성과는 그후 건설된 原子力發電所에 반영되었다. 이들 개선된 발전소들의 가장 전형적인 것은 東京電力의 Fukushima Daini 2號機와 中部電力의 Hamaoka 3號機 등이다. 개선된 原子力設備에는 또한 九州電力의 Sendai 1號機와 日本原電의 Tsuruga 2號機 등도 포함된다.

프로그램의 두번째 단계는 1978~1980會計年度에 걸쳐, 첫번째 단계에서의 실적에 기반을 두고 수행되었다. 이 단계에서는 모든 BWR 發電所를 위한 核燃料의 高品質, 더 빠른 核燃料裝填器 그리고 自動化된 稼動中檢查시스템의 연구와 개발에 노력이 집중되었다. 한편 PWR에 대한 연구와 개발사업은 一體화된 原子爐容器해드의 새로운 昇降系統, 개선된 核燃料檢查系統, 自動化된 稼動中檢查機器 등과 같은 설비의 더 나은 개선을 위해 설계되었다. 그 사업은 또한 기본 원자로 설계와 기타 사항을 포함한 標準化의 확대에 중점을 두었다. 이와 같은 개선점을 반영한 BWR로는 東京電力의 Kashiwazaki-Kariwa 2號機와 5號機 등이 있고, PWR로는 九州電力의 Genkai 3號機와 4號機 등이 있다.

프로그램의 세번째 단계는 1981~1985會計年度까지이다. 앞선 두 단계의 결과에 기반을 두고 이 단계의 標準化 노력은 더 높은 原子力發電所의 信賴性, 稼動性 및 運轉性, 발전소종사자의 더 낮은 放射線被曝의 위험, 더 좋은 敷地選定效率 그리고 새로운 輕水爐 事業에서 리드 타임의 단축 등을 이룩함에 중점을 두고 있다. 이 활동의 마지막 목표는 이 분야에서의 國際協力을 加速化하면서 발전소의 설비 뿐만아니라

〈그림 2〉 日本原子力發電所의 稼動率



爐心 自體를 망라하는 自國 固有의 기술에 기초를 둔 日本에 가장 적합한 새로운 輕水爐設計를 완성하는데 있다. 개발사업은 다음 세대의 輕水爐設計를 고려하고 있는데 그것은 현재 日本에서 운전중인 原子力發電所의 발전용량 1,100 MW에 비해 1,300MW의 발전용량을 가질 것이다.

이것은 日本의 電力會社와 미국과 일본의 原子爐 供給者에 의한 공동협력으로 수행되는 國際事業이다. 실제 목적에 사용할 수 있는 새로운 輕水爐製作의 중요성을 고려하여, 日本政府는 原子爐安全性과 밀접하게 관련되어 있는 개선된 기술의 필수요소들에 대한 확인검사를 시행한다. 이 검사들은 그와 같은 기술적 요소들이 실제로 사용되기 전에 그 안전성을 확인하도록 고안되어 있다. 새로운 輕水爐中에서 BWR의 주요 개선점은 原子爐內部펌프, 強化콘크리트 格納容器(RCC) 그리고 새로운 微細制御驅動(FMCRD) 등의 이용을 포함한다. 계획된 PWR의 개선중에는 既存 制御棒에 추가하여 2개의 새로운 制御棒의 사용-하나는 물의 제거를 위한 것이고 다른 하나는 負荷追從運轉을 위한 것-이 포함되어 있다. 또 다른 중요한 특징은 새로운 蒸氣發生器이다. 이와 같은 改善 노력의 目的은 다음 세대의 PWR型 發電所에게 그전 세대의 것보다 훨씬 더 높은 運轉性能을 주려는 것이다. 또한 프로그램의 이 단계에서는 認許可에 필요한 項目의 標準化 노력의 결과를 이용하여

좀 더 효율적인 認許可節次를 완성하려는 시도가 되고 있다. 이와 같은 목적을 위하여 이해 관계가 있는 당사자들 간에는 그러한 노력의 결과가 原子力規制當局이나 行政府에 충분히 반영되도록 하기 위한 협의가 이루어질 것이다. 이事業의 성취결과가 1985會計年度까지 준비되어 그후에 설계되는 原子力發電所에 적용될 것이다.

1975年 6 月에 學界, 政府當局, 電力會社 그리고 기타 産業體에서 선발된 전문가들로 구성된 輕水爐 改良 및 標準化委員會에 의하여 이러한 改良 및 標準化 活動을 성공적으로 수행하기 위한 技術의 研究가 행하여져 왔다. 그외에 여러 가지 信賴性 立證 및 確認, 試驗을 수행하기 위하여 原子力工學試驗센터가 1976年 2 月에 설립되었다. 試驗센터의 임무에는 다음과 같은 것들이 포함되어 있다.

- i) 原子力發電所의 大型部品과 設備의 信賴性에 대한 耐震性立證試驗.
- ii) 原子力에 사용되는 밸브의 信賴性立證試驗.
- iii) 核燃料集合體의 信賴性立證試驗.
- iv) 主冷却材펌프의 信賴性立證試驗.
- v) 電氣 및 計測設備의 信賴性立證試驗.
- vi) BWR에서의 應力腐蝕破裂에 대한 立證試驗.
- vii) 稼動中檢査의 効率性에 대한 立證試驗.

電氣會社들은 研究活動을 좀더 효율적으로 촉진시키기 위한 共同研究의 협의가 이루어진 1976년 이전까지는 각각 個別的으로 研究開發事業을 수행하여 왔다. 이 研究풀의 주요 目的은 막대한 費用이 소요되거나, 모든 電力會社의 共同利益에 관계되는 項目의 研究開發을 효과적으로 수행함에 있다. 이것은 發電所 製作會社에게 맡기면 진지하게 研究되지 않을 項目들에 대한 研究活動을 촉진시킨다. 研究풀은 電力會社聯合에 설치되어 있는 參加 電力會社의 책임 부서장으로 구성된 研究開發管理者協議會에 의

해 운영된다.

研究풀의 모든 事業은 參加 電力會社의 合同 資金持援을 받거나 原子爐 供給者, 엔지니어링 會社, 發電所 建設會社 및 기타 이해가 관련된 당사자들과 공동연구로 수행된다. 이미 괄목할 만한 많은 성과가 研究풀에 의해서 이루어졌는데, 蒸氣發生器의 改良 및 開發, 스테인레스 스틸 파이프의 SCC 방지법, TMI-2 號機 事故 研究의 조사자료에 근거를 둔 제어반 모니터링 시스템의 개발 그리고 1次冷却材 파이프의 中·小규모 損傷에 대한 安全性立證試驗 등이다.

최근에 研究풀은 그 活動을 확대하여 原子力 發電所費用節減方法에 대한 연구도 포함하게 되었다. 이 分野에서는 建設期間의 단축, 더 튼튼하고, 더 좋은 耐震性을 가진 設計의 完成, 稼動 中止 없이 發電所를 수리·유지하는 새로운 技術의 開發 그리고 高性能의 核燃料 등에 노력이 집중된다. 또한 壓力容器 스테드텐션너, 核燃料再裝填系統, 自動CRD 交替系統 그리고 蒸氣 發生器에 대한 自動遠隔操從檢査/維持系統 등을 포함하는 다양한 로보트화된 시스템의 개발에도 계속적인 연구 노력이 집중되고 있다.

原子力發電의 좀 더 安定된 기반을 다지기 위한 다수의 研究事業이 發電所의 敷地選定 및 解體에 관한 새로운 技術完成과 海外再處理계약자에게서 반환되어 오는 放射性廢棄物의 處理方法과 中·低레벨 放射性廢棄物의 減容方法 및 적당한 處分方法 등을 확립하기 위해 현재 추진중에 있다. 또한 核燃料資源의 最大利用方法에 대한 연구가 되고 있는데, 현재 이것은 輕水爐에서의 플루토늄 이용과 재처리과정에서 회수되는 우라늄의 이용에 중점을 두고 있다.

### 3. 最近의 輕水爐 現況

前述한 다수의 技術개발사업이 성공적으로 실행되는 동안, 몇몇 요인 때문에 日本 自體 輕水爐 技術開發에 더 많은 중점을 두게 되었다. 즉,

輕水爐稼働率의 안정된 증가, 日本總電力供給에서 輕水爐가 차지하는 비중의 증대 그리고 다음세대 原子力發電所인 商用高速增殖爐가 需要供給現況과 비용문제로 계획에서 뒤로 밀려남으로 인해 輕水爐가 앞으로 상당기간동안 주요電力供給源으로 남아있을 것이라는 전망 등이 그 요인이다. 또 다른 중요한 인자는 최근 電力需要增加의 둔화와 化石연료가격의 安定化 추세에 기인하는 原子力發電費用의 安定化에 대한 더 큰 요구이다. 그외에 日本은 美國의 原子力産業이 현재 침체되어 타격을 받고 있기 때문에 더 이상 美國의 原子力技術에 전적으로 의존할 수 없는 것이다.

日本 輕水爐의 높은 稼働率과 국내외에서의 최근 개발에 대한 신중한 검토로 原子爐의 가장 필수적인 요구조건인 安全優先原則에 주요기초를 둔 輕水爐의 더 높은 信賴性과 經濟性을 추구하는 앞으로의 基本原子力政策을 설정했다. 이 政策은 일반적으로 “輕水爐의 高度化”라고 알려져 있다. 이 사고개념에 따라 日本政府當局은 基本原子力政策의 세부사항을 정하기 위하여 I-EPF의 會長인 Masao Kosaka씨를 위원장으로 하는 새로운 위원회를 설립했다. 1년여동안의 연구를 거쳐 1983년 6월에 이 새로운 위원회(LWRUC)는 최종보고서를 발간했다.

이 보고서의 첫번째 권고는 原子力發電에 좀더 확고한 기반을 두라는 것이다. 그것은 주로 情報, 人的資源 그리고 技術의 高度化에 대해 論議되어 있다.

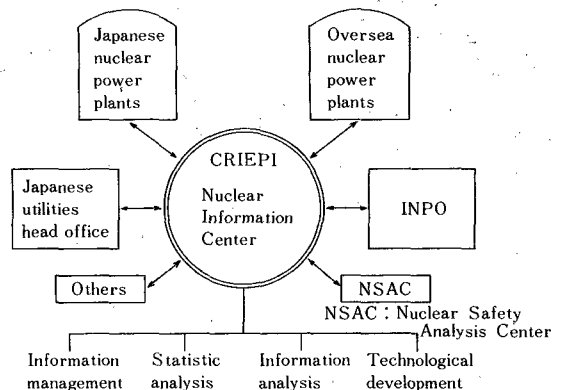
情報高度化에 대한 提案은 국내의 모두에서 輕水爐와 관련된 정보, 특히 보수·유지와 運轉經驗을 공유할 수 있도록 잘 계획된 情報體制가 확되어야 한다는 것이다. 이와 같은 정보는 발전소의 사고나 고장을 보다 효과적으로 예방하고 검사나 품질관리시스템을 개선하는데 이용되게 된다. 이러한 목적을 위하여 電力會社들은 1983년에 공동으로 새로운 기구 - 原子力情報센터

-를 電力中央研究所(CRIEPI) 산하에 조직했다. 그림 3에서 알 수 있듯이 정보센터는 日本内の 電力會社와 發電所를 연결해 준다. 또한 그것은 美國의 原子力發電運轉研究協會(INPO)의 정보망과 연계를 통하여 情報管理, 統計 및 情報分析 그리고 技術開發과 같은 서비스를 제공받도록 계획하고 있다.

情報管理 유니트는 情報貯藏 및 보상시스템을 공급할 것이고, 統計分析유니트는 發電所設備의 信賴性에 관한 통계자료와 발전소의 검사와 유지·보수에 대한 최선의 방법을 강구하는데 필요한 통계자료의 관리를 할 것이며 통계처리를 통해서 設備와 部品の 低下時期의 豫見, 比較, 發電所變數들의 傾向分析과 같은 정보를 제공할 것이다. 情報分析유니트는 發電所事故와 故障에 대한 分析, 評價 및 報告를 할 것이다. 마지막으로 技術開發유니트는 事故, 故障診斷과 解決에 유용한 자료에 근거를 두고 事故와 故障을 예견하여 막을 수 있는 지원시스템을 마련할 것이다.

한편, 政府當局은 原子力工學試驗센터内に 原子力發電의 安全에 관한 정보의 더 나은 사용을 위해 독자적인 정보센터를 설립할 계획이다. 政府情報센터는 電力會社의 情報高度化프로그램의 성과에 기반을 두고 다음과 같은 것을 목적으로 한다.

〈그림 3〉 日本電力會社間 情報連結



i) 발전소 사고 / 고장 情報의 상세하고 多角的分析과 評價.

ii) 原子力發電所의 系統信賴性 評價.

iii) 原子力發電所의 特徵 評價.

iv) 관련된 누구에게나 情報提供.

提案된 人的資源의 高度化에서는 正常運轉과 非常事態에 대한 技術的인 지원시스템을 구축하면서, 앞으로 증가할 原子力發電容量에 대처할 수 있는 數와 능력에 있어서 충분한 運轉 및 보수·유지요원의 確保에 주요 重點을 두고 있다. 이 목적을 위해 運轉과 보수·유지요원을 위한 훈련센터를 개선하기 위한 사업이 추진중에 있다. 예를 들면, 1983년 10월에 BWR運轉員訓練센터(BTC)에 두번째 시뮬레이터를 설치했으며 이어서 1984년 3월에는 PWR運轉員訓練센터에 두번째 시뮬레이터를 설치했다.

보수·유지요원에 대해서는 關西電力이 1983년 10월에 訓練센터를 開設하였는데, 이것은 日本에서 東京電力에 의해 처음 운영된 것에 이어 이런 종류의 두번째 연구소이다.

提案된 技術의 高度化는 長期開發戰略에 기반을 둔 日本 固有의 輕水爐技術을 보다 확고히 확립하기 위한 일련의 방법을 통하여 發電所의 信賴性 및 經濟性의 改善을 추구한다. 원칙적으로 이와 같은 輕水爐技術開發事業은 民間産業體가 主導해야 하지만, 다음과 같은 事業에서는 특히 積極적인 政府의 支援이 필요하다.

i) 發電所의 安全性 保證에 중요한 역할을 하는 것.

ii) PA의 관점에서 政府의 積極적인 참여가 요구되는 것.

iii) 開發 단계에서 長期間의 리드타임과 같이 큰 위험성을 내포하고 있는 것 等.

이상은 原子力發電의 확고한 기반을 구축하기 위한 프로그램의 主要要素이다.

輕水爐高度化協議會(LWRUC) 報告書는 두번째로, 原子力發電所의 經濟性 向上에 대해서 提

案하고 있다. 現存 輕水爐의 發電單價는 火力發電單價보다 낮으며, 모든 재래식 熱發電施設中에서 가장 經濟的이다. 그러나 原子力發電所의 建設費用이 一般賃金이나 物價指數보다 더 높은 比率로 증가하고 있다는 사실에 주목해야 한다. 이것은 주로 原子力發電所의 더 높은 信賴性 및 安全性 保證을 위한 費用의 증가 때문이다. 原子力의 建設費用이 앞으로 계속 증가한다고 가정하면 原子力과 火力 사이의 發電單價 差異는 어느 정도 좁혀질 것이다. 따라서 安全 優先原則에 기반을 둔 信賴性의 증가 뿐만 아니라 原子力發電所의 經濟性 向上에도 더 많은 노력을 기울여야 한다. 建設費用을 줄이기 위해서는 다음과 같은 사항을 加速化하기 위한 일련의 수단이 강구되어야 한다.

i) 標準化의 확대와 전면시행.

ii) 設備와 耐震設計의 合理化.

iii) 50~54個月 정도까지로 建設期間短縮.

iv) 분할발주와 경쟁요소 이용의 증대를 고려하는 구매체제의 검토.

v) 品質管理의 合理化.

또한 政府側은 民間側과 技術高度化의 보조를 맞추어 가면서 輕水爐 信賴性의 改善을 추구해야 하며 모든 적절한 情報를 사용하여 原子力 安全性에 대한 좀 더 효율적인 方策을 마련해야 한다.

#### 4. 輕水爐技術의 高度化

日本에서는 여러 측면에서 輕水爐 高度化를 위한 노력이 계속되어 왔다. 앞으로는 改良 및 標準化프로그램의 세번째 단계에서 계획하고 있는 日本 固有의 輕水爐設計에 開發活動이 집중될 것이다. LWRUC의 報告書에 對應하여 1984년 2월에 資源에너지廳의 原子力發電委員會 산하에 Yoshizumi Mishima 東京大學 명예교수를 위원장으로 하는 輕水爐高度化小委員會가 설립되었다. 이 小委員會의 임무는 輕水爐의 高度化에

대한 目標 設定, 그 目標을 달성하기 위해서 다루어야 할 技術開發項目의 파악 그리고 開發活動의 實行方法 등에 대해 연구하는 것이다. 技術開發項目을 검토한 후 나온 中間報告書에는 현재 運轉中인 原子力發電所와 앞으로 건설될 改良된 설계의 原子力발전소에서 고려되어야 할 새로운 目標과 項目들이 나와 있다.

현재 진행중인 輕水爐技術高度化事業의 주요 고려 사항은 앞으로 수년간 日本의 發電構成에서 輕水爐의 중요성이 증가하는 것을 인식하는 것이다. 이것은 運轉되는 輕水爐數의 증가와 그것의 建設, 運轉 및 관리에 요구되는 技術 및 보수·유지要員의 需要에 대처하는 것 뿐만 아니라 輕水爐에서 부터의 安定된 電力供給을 保證하기 위한 노력이 필요하다는 것을 의미한다. 동시에 日本의 發電構成에서 原子力發電所가 차지하는 비율이 증가됨에 따라, 每日負荷追從運轉과 같은 일련의 융통성있고 조직적인 運轉技術이 필요하게 될 것이다. 이런 요구사항을 성공적으로 충족시키려면, 安全性優先原則을 最優先으로 하면서 原子力發電所의 더 높은 信賴性과 運轉性을 달성하기 위해서 지속적인 노력을 해야 한다.

原子力과 在來式 熱發電所와의 發電單價 差異가 줄어들고 있기 때문에 앞으로 原子力施設의 電力供給單價節減을 위한 技術開發을 더 한층 하여야 할 필요성이 증가되고 있다.

또 하나 해결해야 할 큰 課題가 있는데, 數年間의 原子力運轉後 設備 및 部品の 質低下, 放射性廢棄物의 處理와 處分 그리고 原子爐解體 등이 심각한 문제로 대두되었다. 以前에 發電所의 信賴性 改善과 建設, 運轉 및 보수·유지 단계에서의 經濟性 向上 등을 위해 강구된 대부분의 조치들은 그것들이 목적하는 단계의 일부에만 적용되어 왔을 뿐이다. 앞으로 發電所의 信賴性과 經濟性을 좀 더 改善하기 위해서는 發電所의 全壽命 全周에서 技術開發을 이룩하기 위

한 포괄적인 活動의 필요성이 더욱 강하게 느껴진다.

輕水爐技術의 高度化에 있어서는 이 技術의 잠재적 성장, 즉 마이크로電子工學, 新素材, 光學 및 기타 高度技術分野의 이용증가와 기술경험의 축적에 적절한 고려가 있어야 한다.

첫째로, 發電所의 全壽命에 걸친 稼動率 向上 및 發電單價節減을 위한 運轉週期의 最適化와 故障 및 事故防止에 대한 技術開發이 發電所의 信賴性과 經濟性의 向上을 위한 研究活動의 한 부분으로 加速化되어야 한다. 이것은 정기점검에 소요되는 시간을 현재 80~120일에서 평균 60일로 줄이고, 현재 11個月 정도의 運轉週期를 最大 18個月, 평균 15個月로 늘이는 등의 研究活動目標을 실현하는데 도움을 줄 것이다. 현재 약70%정도인 稼動率이 이와 같은 改善을 통하여 長期運轉發電所에 대해서는 약80%, 비교적 새로운 發電所에 대해서는 약85% 정도로 높아질 것이다.

좀 더 효율적인 정기점검체계를 달성하기 위해서는 여러가지 다른 사업의 수행 뿐만 아니라, 遠隔操從, 自動化設備에 대해 현재 진행중인 開發事業을 더욱 加速化하려는 지속적인 노력이 필요하다. 運轉中에도 設備의 作業條件을 監視할 수 있는 새로운 檢査技術開發, 運轉記錄에 근거를 둔 정기점검의 세부사항, 方法, 期間 등의 最適化, 보수·유지가 必要없는 設備의 開發, 稼動中 檢査作業의 高度化를 위한 技術開發 등이 이에 속한다.

運轉週期를 늘리려면 高性能核燃料의 開發과 長期連續運轉동안 設備 및 系統의 正常稼動 保證과 長期連續運轉과 核燃料費간의 관계에 기초를 둔 最適運轉週期의 發見方法 確立 등을 위한 연구활동이 이루어져야 한다. 發電所의 故障와 事故를 방지하기 위한 수단은 다수의 系統과 設備의 開發을 要한다. 여기에는 發電所運轉期間동안 設備의 技能低下를 精確하게 결정

하고 평가할 수 있는 技能低下診斷시스템과 運轉 및 보수·유지에 관한 것을 포함한 가장 유용한 자료와 정보를 제공하는 새로운 시스템, 設備의 이상을 조기에 發見하고 評價할 수 있는 온라인시스템 등이 포함된다. 發電所設計高度化 프로그램의 主要細部事項은 새로운 개념에 근거한 발전소의 안전여유도를 확정하기 위한 최적의 安全解析코드와 평가방법의 開發, 建設 및 運轉記錄에 근거를 둔 收支均衡이 잘 된 品質保證을 위한 最適의 品質保證體制의 확립 그리고 確率的 評價方法을 사용한 最適의 信賴性시스템의 연구 등을 포함한다.

두번째는 發電所壽命延長事業이다. 이것은 交替가 어렵거나 거의 불가능한 그러나 發電所壽命評價에 필수적인 設備의 開發과 系統壽命豫見技術의 開發, 發電所壽命에 영향을 미치나 쉽게 交替할 수 없는 設備의 수명연장을 위한 修理 및 보수·유지 기술의 開發 그리고 새로운 建設技術의 開發 등을 필요로 한다.

세번째는 發電所의 보수·유지성 改善과 作業從事者의 放射線被曝危險度減少를 위한 노력이다. 現在 原子力發電所의 放射線량이 점점 늘어나는 것으로 보아 장차 더 많은 양이 피폭될 것으로 예견된다. 이와 같은 이유로 遠隔操從自動시스템을 開發하려는 노력이 數年間 계속되고 있다. 그외에 보수·유지와 修理作業에 필요한 多目的로봇과 放射화된 物質의 生成減少技術 그리고 진보된 除染技術 등을 포함한 다수의 기타 系統과 設備의 開發에 필요한 연구 노력이 더욱 이루어져야 한다. 이 研究開發活動의 目的은 放射線량을 현재 평균 450man-rem/년에서 이것의 약 2/3수준으로 내리는데 있다.

네번째로 더 높은 發電所運轉성이 기대된다. 지금까지 運轉要員의 業務를 줄이도록 고안된 訓練系統의 開發 노력이 계속되어 왔다. 앞으로는 光學多重傳達系統과 디지털制御系統을 이용한 計測制御技術의 이용증가에 연구활동의 증

점을 둘 것이다. 또한 電力系統에 의한 負荷의 변화에 대처하기 위한 負荷追從能力의 향상과 負荷追從運轉中 發電所系統 保全을 確証하기 위한 시도가 이루어지고 있다.

다섯번째로 廢棄物生成減少와 廢棄物 및 使用後核燃料의 貯藏에 관한 技術의 改善을 위한 일련의 조치가 행해지고 있다. 이미 放射性廢棄物生成을 줄이기 위한 여러가지의 開發事業이 실행되었다. 앞으로는 廢棄物生成의 減少, 非可燃性物質 및 雜固體廢棄物의 減容과 除染技術의 開發 그리고 使用한 수지의 減容技術開發의 加速化 등에 노력이 기울여질 것이다. 廢棄物貯藏技術 改善方法에는 混合콘크리트의 사용방법을 포함한 包藏技術과 廢棄物을 分類하고 貯藏하는 여러가지 시스템 등이 포함된다. 使用後核燃料貯藏技術에 대해서는 最適의 使用後核燃料貯藏技術과 高密度貯藏技術 그리고 高燃燒使用後核燃料에 적합한 새로운 貯藏技術 등의 開發을 시도하고 있다.

여섯번째로 原子爐解體에 관한 연구가 진행 중이다. 이 項目은 原子爐解體小委員會에서 독립적으로 다루어지고 있기 때문에 현재의 作業을 이 小委員會의 조사결과에 맞출 필요가 있다. 그러나 遠隔操從操作시스템과 原子爐의 基礎 및 建物の 再使用方法 그리고 아주 낮은 레벨의 放射性廢棄物 分離技術 등을 포함한 多數의 有用한 시스템 및 設備들이 開發되고 있다.

일곱번째로, 發電所敷地의 多變化에 대한 연구가 수행 중이다. 이미 海上이나 地下敷地에 대한 몇몇 연구가 실행되었다. 앞으로는 현재 이용되고 있는 3기퇴적층 대신에 4기퇴적층에 敷地를 선정하는 것에 대한 檢証과 原子爐建物 및 기타 施設의 耐震設計 등에 노력이 집중될 것이다.

이상은 日本에서 실행되었거나 실행 예정인 技術高度化에 대한 것이다. 앞으로의 技術開發은 政府와 民間 모두의 엄격한 財政政策의 견지에서 좀 더 효율적으로 수행되어야 한다.