特輯 第7回 韓日原子力産業세미나 發表論文

日本에 있어서 輕水爐改良標準化 計劃, 經驗 및 展望

Experience and Prospect of Improvement/Standardization Program of Light Water Reactor in Japan

岡 島 弘 之
〈中部電力(株) 原子力計劃部 次長〉

1. 序 論

日本에서 原子力으로 電力을 生産한 것은 1963년10월26일 이었다(JPDR). 그후 약20년이 경과하였는데, 그 기간동안 輕水爐가 原子力發電의 주종이 되어 BWR 15기, PWR 14기가 商業運轉을 시작했다. 通商産業省 電氣事業者産業協議會 需要供給課가 1983년10월에 작성한 電源別供給表에 따르면, 日本에서 1995年度 原子力發電施設의 總出力은 48,000,000KW에 달할 것으로 추정되어 全體 發電施設容量의 23%를, 總 發電量의 35%를 原子力發電이 점유할 것으로 기대되고 있다. 따라서 日本은 電力供給의 주요 부분으로서 原子力發電利用의 시대로 접어들고 있다.

日本의 輕水爐는 주로 美國에서 부터의 기술도입을 통해서 시작되었으며, 초창기에 日本은 다양한 초기 고장문제로 인해서 일시적인 利用率의 감소를 경험했다. 이와 같은 난국을 반성하여, 日本은 일본의 실정에 맞는 原子爐를 自國의 기술에 의해 개발하는 것과 아울러 도입된 기술을 충분히 소화할 필요를 절실히 느꼈으며, 정부와 민간부문에 의해 일본형 경수로를 확립하기 위한 통합된 노력이 이루어 졌다. 이것이 바로 輕水爐의 改良標準化 計劃이다.

정부의 지도를 밑바탕으로 하여, 電力會社와 제조업체의 협력을 통해서, 경수로의 개량표준화계획은 신뢰도의 향상, 방사선 피폭량의 감소, 利用率의 증진을 목표로 전개되었다. 이 계획은 3단계로 나누어지는데, 제1단계가 1975회계연도에서 1977회계연도까지, 그리고 제2단계가 1978회계연도에서 1980회계연도 까지이다. 原子力發電所의 표준화되고 개량된 사양이 BWR과 PWR에 대해서 확립되어져 왔으며, 또한 얻어진 성과는 기존 발전소와 건설중인 발전소에 반영되어 原子力發電所의 신뢰도가 증진되었다.

결과적으로 원자력발전소의 利用率은 1980년도 부터 65% 이상의 높은 수준을 유지하고 있

으며, 1984회계연도에는 정기검사에 의한 가동 중지를 제외하면 거의 全出力 運轉인 73.9%까지 利用率의 신장을 보여 세계에서 제일 높은 수준을 나타내었다.

제3단계는 1981회계연도부터 시작되었는데, 여기에서는 電氣出力容量이 1,300,000KW급인 일본형 경수로(개량 BWR과 개량PWR)의 기본사양이 확립되어지고 있으며, 또한 제2차 개량표준화 계획에 뒤이어 더욱 발전소의 개량표준화를 증진시키고 있다.

2. 日本의 原子力發電技術 開發

1966년에 英國에서 부터 도입된 가스냉각로의 운전에서 비롯된 일본의 商業 原子力發電은 그후 미국에서 상업용으로 개발된 輕水爐로 그 개발이 바뀌었다. 그 결과 日本은 1985년6월 현재 30기, 22,531MW 출력의 原子力發電施設을 보유하고 있는데, 原子力發電은 全體 發電施設容量의 약 16%, 總發電量의 약 22%를 1984회계연도에 점유하여 電力供給에 중요한 역할을 담당하게 되었다.

(1) 導入技術期間

日本은 1965년경에 美國의 GE社와 WH社에서부터 도입된 기술에 의해서 輕水爐가 商業發電을 시작했다. 일본의 電力會社와 製造業體는 Tsuruga 1號機(BWR, 357MW), Fukushima Dai-ichi 1號機(BWR, 460MW), Mihama 1號機(PWR, 340MW) 등에 나타난 도입기술을 소화 흡수하였으며, 기기의 자국공급과 原子力發電所 건설의 체제를 정립했다.

(2) 初期 故障期間

輕水爐는 安全性에서 문제가 없었지만, 운전초기에 고장이 발생하여 利用率이 낮아졌다. 주요 문제는 BWR의 경우 사용된 스테인레스강의 응력부식균열(SCC), PWR의 경우 증기발생기 튜브의 냉각수 누출 그리고 BWR과 PWR의 공통된 문제점으로 核燃料의 결함이었다. 이러한 문제들을 해결하기 위하여 많은 노력이 경주되어 對策技術이 개발되었으나, 일본은 補修에 필요한 정기점검기간의 장기화에 의해서 利用率이 낮아지는 몇가지 문제를 겪었다. 이것이 국민들 사이에 原子力發電에 대한 불신감을 일으키는 요소중의 하나였다.

(3) 改良標準化 期間

문제점을 해결한 경험과 문제의 해결을 위한 엄격한 검사의 필요성에 대한 자각, 그리고 신뢰성의 향상을 위하여 通商産業省은 "原子力發電施設의 改良標準化를 위한 研究委員會"를 1975년에 전문가와 전력회사, 제조업체의 대표들로 구성하였는데, 그 목적은 다음과 같다.

i) 日本 自體技術에 의한 輕水爐의 信賴度向上
ii) 작업원의 방사선피폭선량 저감
iii) 利用率의 증대와 검사 및 보수유지의 효율 제고

이것이 輕水爐 改良標準化 計劃의 시작이었다. 개량표준화의 검토는 핵증기발생기에 대해서 부터 시작하였으나, 전체 원자력발전시설의 일반적인 대상까지로 확대되었다. 이것들은 제1,2차 개량표준화 계획을 거쳐서 현재 제3차 계획이 수행되고 있는데, 이번 회계연도 말에 끝날 것이다. 이 기간동안 많은 성과들이 거의 달성되었는데, 이것은 輕水爐에 대한 日本 自體技術이 거의 확립되었다는 증거이다.

Fukushima Dai-ni 2號機(BWR, 1,100MW), Sendai 1號機(PWR, 890MW)가 제1차 개량표준화 계획의 결과를 반영시킨 첫번째 발전소로서 1984년 9월과 7월에 각각 운전을 시작하였다. 이들 두기의 원자력발전소는 높은 利用率의 운전실적을 보여, 원래의 목적이 이루어졌음을 나타내고 있다. 제2차 개량표준화 계획의 결과를 반영시킨 원자력발전소가 현재 건설되고 있으며, 개량표준화 계획의 원래 목표가 완전하게 실현될 것으로 많은 기대가 모아지고 있다.

(4) 技術增進期間

原子力發電은 앞으로 상당기간 동안 주요 에너지원으로서의 중요성이 증가될 것이며, 原子力發電은 電力供給의 확보, 가동 원자로 기수의 증가 및 건설과 운전을 위한 엔지니어와 운전원의 需要增加 등과 같은 문제들을 해결할 수 있어야 한다. 또한 電力供給源에서 원자력발전의 비율이 증가함에 따라 유연한 운전과 電力供給系統의 요구에 대응하는 부하추종운전이 이루어져야 한다. 이 要求에 적절히 대처하기 위해서는 安全性이 선결조건이고, 고도로 개선된 信賴度와 運轉性이 추구되어야 한다. 또 재래화력발전의 경제성이 최근 들어 증대됨에 따라 原子力發電技術 역시 단가의 감소를 이루어야 하며, 이의 실현을 위해 모든 노력이 경주되고 있다.

3. 日本 原電의 利用率 動向

도입된 기술에 의해 시작된 日本의 原子力發電所는 도입이후 2~3년동안 안정된 운전을 계속하였으며 그 利用率도 만족스러웠지만, 1974년경에 초기고장이 발생하여 1975년에서 1977년 사이에는 利用率이 50%이하였다. 그러나 原子力發電所의 1980년 利用率은 60%를 넘었으며, 그후 꾸준히 향상되어 1983년에는 70%를 넘었고, 마침내 1984회계연도에는 73.9%의 높은 利用率을 보였다. 매년 3~4개월동안의 엄격한 정기점검을 고려하면, 이 利用率은 設備가 거의 全出力으로 운전되었음을 의미하며, 이것은 日本이 세계에서 原子力發電을 하는 주요 국가들 중에서 가장 안정된 운전을 한다고 할 수 있다.

日本의 이용율 추세를 검토해 보면 개량표준화 계획에 의해서 日本의 輕水路技術이 정착되었고, 신뢰도의 향상과 피폭선량의 저감에 목적을 둔 개량표준화 계획의 노력은 運轉과 관련된 고장의 숫자를 감소시키는 괄목할만한 성과를 가져오고 있음을 보여준다.

이와 같은 결과들은 초기고장과 관련된 요소에 취해진 對策과 國內外의 운전경험 및 문제의 원인을 반영하여 고장방지를 위해 취해진 대책에 의해서 달성되었다. 정기검사기간의 단축은 효율적인 정기검사수행의 결과로서 지속적인 운전기간의 장기화가 이루어졌다.

4. 日本의 改良標準化 計劃

학자 및 경험있는 전문가의 도움과 政府, 電力會社, 製造業體들의 단합된 노력하에 제1, 2차 개량표준화 계획은 신뢰도의 향상과 작업원의 피폭선량 감소, 1975~1980년 사이의 利用率 增大라는 목적을 수행했다. 1981년부터 5개년 계획인 제3차 개량표준화 계획은 제1, 2차 계획에서 개선된 原子力發電所를 더욱 개량하고, 제1, 2차 계획에 포함되지 않았던 放射性廢棄物 處分體制의 標準化와 爐心을 포함하여 原子爐自體에 까지 일본 고유의 기술을 응용한 일본형 경수로(ABWR, APWR)의 확립이라는 목표를 수행하고 있다.

(2) 第1次 改良標準化 計劃

第1次 改良標準化 計劃은 1975회계연도에서부터 1977회계연도 까지의 기간동안에 原子力發電에 대한 국민들의 인식획득과 利用率의 증대 및 경수로기술의 정착을 위해서 輕水爐의 초기고장 경험을 토대로 주로 原子爐系統의 신뢰성 향상을 위해 수행되었다.

A. 대 상

a. 信賴度와 利用率의 增大

증기발생기를 실질적으로 개선하고 응력부식균열(SCC)과 핵연료에 대한 對策을 취함과 아울러 정기검사의 효율을 증대시킴으로써 稼動率 75%, 利用率 70%의 목표를 설정했다.

b. 효과적인 정기점검

기존 원자력발전소의 경우 95일~100일의 정기점검일수를 作業體制의 검토와 보수유지장비

의 개발 및 정기점검기간의 단축방법을 분석함으로써 약 85일로 설정하였다.

c. 작업원의 방사선피폭선량 저감

ALAP의 정신에 따라 일반 대중에게 미치는 방사선 피폭선량을 줄이기 위하여 부단한 노력이 경주되었으며, 작업원의 피폭선량 저감대책도 계속 추진되었다.

B. 수행내용

a. 1차 격납용기의 개량표준화

1차 격납용기의 개선은 보수유지성의 향상과 작업원의 방사선피폭선량의 저감이라는 견지에서 이루어졌다. BWR의 경우 타당성 연구가 배치계획에 대해서 시행되었고, 개량된 Mark 1형과 Mark 2형 격납용기의 내진성 연구가 수행되었으며, 보수유지성과 배관응력도 검토되었다.

PWR의 경우 배치계획과 1,100MW급 격납용기로서 PCCV의 내진성이 검토되었고 또한 고인장강 격납용기의 내진성과 배치의 타당성도 검토되었다.

b. 裝備와 系統의 改善

신뢰도의 향상을 위해서 초기단계에 경험한 BWR과 PWR의 문제점에 대한 검토가 이루어졌는데, 이 검토의 주요 골자는 BWR의 경우 SCC對策과 정기점검시 검사의 작업성 향상이고, PWR의 경우 증기발생기튜브에 대한 對策이었다.

c. 第1次 計劃의 標準發電所

BWR과 PWR 각각에 대해서 800MW급과 1,100MW급의 標準化가 검토되었다. 표준화의 대상 항목은 지역조건에 영향을 받지 않을 세부항목의 표준화와 핵증기 공급계통(NSSS) 이었다. 표준화를 추진함에 있어서 신뢰할 수 있을 만큼 충분히 입증된 기록을 갖고 있는 기사용 기술을 받아들임을 원칙으로 했으며, 한편 가까운 장래에 사용될 수 있는 개선된 기술도 적극적으로 받아들였다.

C. 결 과

a. 作業性의 改善

作業性의 改善은 정기검사와 보수유지시 가동중지기간의 효율적인 단축을 가져왔으며, 發電所 稼動率의 증대와 작업원의 방사선피폭선량을 줄이는데 지대한 공헌을 했다. 격납용기내부의 배치와 배관설계의 평가는 몹시 유용했다. 격납용기내부에서의 ISI의 작업효율 증대를 위해 몇가지 점이 개선되었다.

b. 정기점검기간의 단축과 피폭량 저감

作業性의 향상과 더불어 자동화되고 원격조정이 가능한 장비가 개발되어 결과적으로 정기점검에 소요되는 시간이 단축되었으며, 피폭량이 감소된 것이 확실하다.

c. 表1은 제1차 계획에서 개량된 原子力發電所의 초기부터 현재까지의 실제 운전기록이다.

(2) 第2次 改良標準化

1978회계연도에서 부터 1980회계연도 까지의 기간에 제1차 계획에서 수행된 개량표준화를 기반으로 하여 터빈계통의 표준화까지 규모를 확장해서 장비와 계통을 더욱 개량함으로써 신뢰성과 利用率을 향상시키고 작업원의 방사선피폭선량을 저감시키기 위해서 標準化가 검토되었다.

A. 대 상

제1차 개량표준화 계획에서 채택된 주요 사양을 기반으로, 제2차 표준화의 목표는 내진성도 고려하여 원자로계통 뿐만아니라 터빈계통까지 확장하여서 설정되었다.

B. 수행내용

a. 改良計劃

BWR의 경우 爐心設計와 SCC, 제어봉구동기

〈表1〉 운전기록

	利用率	稼動率
Fukushima Dai-ni 2號機	81.8%	83.0%
Sendai 1號機	80.1%	81.0%

〈1985年 7月 現在〉

구, ISI 및 기타 장비에 대한 對策에 개선이 이루어졌으며, PWR의 경우는 개념설계, 세부설계 그리고 입증시험 등이 개량된 핵연료와 증기발생기튜브 및 검사장비들에 대하여 수행되었다.

b. 標準化計劃

제1차 계획에서 원자로계통의 많은 기본항목에 관한 주요사양이 표준화 되었다. 제2차 계획에서는 표준화가 증기발생기에만 국한되지 않고 전체 발전소계통에 대해서 수행되었다. 또한 주요설비와 배관의 기본배치 및 기본사양을 標準化하기 위해서는 내진설계의 표준화가 필수적이므로 내진설계에 관한 표준화가 검토되었다. 그밖에 標準發電所의 주요설비는 같은 설계사양서에 의하여 제작되므로, 건설허가신청에 관련된 항목들의 표준화가 허가심사의 효율증대를 위해 검토되었다.

C. 결 과

a. 信賴度와 利用率의 向上

신뢰도의 실질적인 향상은 BWR과 PWR 모두 중간검사기간이 10일 정도라는 가정하에 發電所의 運轉이 稼動率 80%정도, 利用率 75% 정도에 도달할 수 있을 것으로 기대된다. BWR의 경우 SCC對策 및 다양한 자동원격조정장비의 채택으로 정기검사시 가동중지기간의 단축이 이루어졌고, 運轉性의 향상은 爐心出力分布의 수평화와 열여유도의 증대에 의해 추구되어 利用率의 向上이 확실시 되었다.

PWR의 경우 증기발생기의 신뢰도를 향상시키기 위해서 특별히 열처리된 튜브가 개발되었고, 튜브 지지판의 재료도 개선되었다. 핵연료봉의 휨은 휨의 정도를 줄이기 위한 방안이 설정되어 핵연료봉의 건전성이 확보되었다.

b. 효율적인 정기점검과 피폭량의 저감

정기점검기간을 결정하는 원자로측에서 소요되는 점검시간이 단축되므로 정기점검일수가 70일로 줄어들 것으로 기대된다. 방사선피폭선량에 대해서는 보수유지나 검사를 위해 대상설비로 접근하는 통로의 배치개선과 충분한 작업공간의 확보 그리고 검사장비의 개량 및 개발에 의해서 작업원들의 피폭선량이 50% 정도 감소할 것으로 기대된다.

c. 標準化에 따른 기대효과

i) 건설공기의 단축

ii) 기기설계의 신뢰도와 경제성 개선

iii) 특정기기 파손시 신속하고 용이한 공급

iv) 효과적인 승인, 허가 절차

(3) 第 3 次 改良標準化 計劃

第1, 2次 개량표준화 계획에 의해서 현재의 경수로가 안전하고 신뢰성있는 電源이 되었음에도 불구하고, 1981회계연도에서 부터 1985회계연도까지 표준발전소를 더욱 개선하고 국내 기술에 의한 개량된 경수로의 기본사양 확립 등을 기본정책으로 제 3 차 개량표준화 계획이 계속되고 있다.

A. 대 상

a. 높은 신뢰도

b. 높은 利用率

c. 좋은 기동성

d. 적은 피폭량

e. 부지의 효율적 이용

f. 리드타임의 단축

B. 수행내용

계통과 설비에 대한 개량표준화는 다음의 기본정책에 따라 추진되고 있다.

a. 改良計劃

○일간부하추종운전

○장주기운전

○고효율 및 大容量

○운전관리계통의 개선

○정기점검의 효율 증대

○피폭량 방호와 관련된 시설의 개선

○건설공기의 단축

b. 표준화 계획

○개량된 경수로의 기본사양 확립

○승인, 허가와 관련된 항목의 표준화

○내진설계의 표준화

C. 改良된 輕水爐의 槪要(ABWR, APWR)

a. ABWR

日本과 美國, 스웨덴 그리고 이탈리아의 BWR제작회사들은 1978년에 미국의 GE社에 팀을 결성하고, 세계의 최근 개발된 가장 좋은 기술을 반영하여 安全性과 經濟性이 우수한 BWR 건설을 목표로 1년반 동안 기본개념연구(Phase I)를 시작했다. 일본에서는 1981年에 Phase Ⅱ로 기본설계와 개발실증시험이 시작되었다. 이 활동은 제3차 개량표준화 계획의 주요 목표로 받아들여져서 정부와 전력회사 그리고 BWR 제작회사들이 공동으로 작업의 결과를 평가하고 있다. 1983회계연도에 기본설계와 기술적, 경제적 검토가 완료되었으며, 성능과 경제적 장점 등 우수한 특징이 확실해지고 있다. ABWR과 관련된 기술들은 발전소의 더한층 경제성 향상을 위해서 평가·개선되어지고 있다. 그 주요한 특징은 다음과 같다.

○大出力容量의 發電所(1,350MW)

○내부펌프의 채택

원자로 재순환 계통에 내부펌프를 채택하여 계통의 단순화와 격납용기의 조밀화를 실현.

○전기모터에 의한 제어봉구동기구 채택

○RCCV의 채택

b. APWR

1981년부터 PWR제조업체들은 개념검토작업을 하였고, 1982년에 전력회사와 제조업체 그리고 WH社가 공동연구를 시작했다. 동시에 APWR의 기본설계를 포함한 개발작업과 입증시험이 실규모로 시작되었다. 또한 APWR은 1981회계연도부터 시작된 제3차 개량표준화 계획에 의해서 채택되어졌고, 정부와 전력회사 그리고 제조업체는 검토·평가를 공동으로 수행하고 있다. APWR과 ABWR의 가장 큰 차이는 爐心部分인데, APWR의 주요 특징은 다음과 같다.

○大出力容量의 發電所(1,350MW)

○大型爐心(출력증대와 출력밀도 감소, 장주기 운전에의 적응)

○스팩트럴 시프트 제어방식

○大型核燃料 集合體

17×17→19×19

D. 내진설계의 표준화

發電設備의 내진설계를 평가하는 데는 자연조건(지형, 지반, 지진의 강도)을 고려할 필요가 있기 때문에 耐震設計의 표준화는 쉽지가 않다. 그러나 표준화된 방법이 설정되면 그것이 몇가지 취약점을 갖고 있더라도 설계부문과 안정성 평가부문 모두에 유용할 것이다. 이와 같은 관점에서 제2차 개량표준화 계획에서는 건물구조, 설비 및 시설 등에 대한 내진설계와 개념설계의 기본철학을 표준화해야 한다고 자각하여 표준지진입력운동과 표준지진설계해석방법 등이 연구되었다. 제3차 개량표준화 계획에서는 제2차 계획의 결과가 이용되었으며, 또한 진보하는 최신의 기술에 대응하기 위해서 제2차 계획에서 연구되지 않았던 중요항목에 대한 새로운 검토도 이루어지고 있다. 그 주요 표준화 항목은 다음과 같다.

a. 건물 내진설계의 표준화

○설계에 이용되는 지진입력운동

○건물과 구조물에 가해지는 靜的 地震運動의 계산방법

○지진스트레스분석방법

○건물과 구조물의 안전기능 평가방법

b. 기기설계의 표준화

○靜的 地震力의 계산방법

○설계에 이용되는 바닥반응스팩트럼의 발생방법

○기기와 배관계통의 댐핑평가 방법

○B급과 C급 설비 및 배관계통의 표준설계방법

(4)改良標準化 結果의 파급효과

표준 원자력발전소로는 세가지 유형의 용량이 결정되었는데, 현행 표준발전소로 800MW와 1,100MW급이, 현재 확증시험이 수행되고 있는 APWR과 ABWR에는 1,300MW급이 채택되었다. 이러한 設備와 계통들에 있어서 기기배치의 표준화 뿐만아니라 주요건물의 배치에 대한 표준화 추진 역시 중요하다. 이와 같은 관점에서 발전소 주요부품의 경우 미리 만들어질 수 있도록 표준화가 철저히 이루어져야 한다. 물론 완전한 표준화의 추구는 기술진보를 적용시키는 것을 늦추는 결과를 초래할지도 모르나, 발전소를 건설할 때마다 표준발전소의 설계를 변경함으로써 야기되는 커다란 경제적 손실을 감안하여 지역조건이나 기타 이유로 표준발전소가 전반적으로 불리할 경우를 제외하고는 앞으로 설계, 건설되는 모든 발전소에 표준발전소를 채택하도록 결정하였다.

표준발전소가 지형조건 또는 기초조건에 의해 변경되어질 경우이더라도 그 변경은 최소가 되어야 하고 設備나 배관에 실질적인 변경이 되지 않도록 주의를 기울여야 한다. 이러한 견지에서 제3차 개량표준화 계획의 중반인 1983년에 政府, 電力會社 및 제조업체들은 개량표준화를 철저히 보급하는 확고한 방법을 검토했다. 그 결과 다음과 같은 결론이 확립되었다.

①가능한한 상세한 계통데이터에 표준화 수준의 목표를 두어야 한다. 그러나 부지조건(내진설계조건, 지형 및 기초조건, 해수온도 그리고 기후조건) 또는 빠른 기술진보에 의해서 확고한 평가를 얻기 어려움 등의 이유로 해서 표준설계를 채택하기 곤란할 때는 표준화의 유연한 적용이 참고문헌의 검토와 선택적으로 설정함으로써 도입되어야 한다.

②그럼으로써 표준화의 규모를 어느 정도 확장할 수 있는 전망을 갖으며, 확장을 확고하게 시행하기 위하여 다음의 개선점들이 더욱 검토되어야 한다.

○당분간 표준화 영역을 확장할 목적으로 설계내용이 세부계통자료수준에 까지 미치도록 설정되어야 하며, 이것은 표준설계로서 확립된다.

○고정된 표준설계나 변경이 가능한 참조설계가 채택되더라도, 주요 항목에 대해서는 경제성에 관하여 세심한 검토가 이루어져야 하며 또한 경제적 영향은 이 주제에 대해 매우 중요한 역할을 하므로 그 영향들을 분명하게 밝혀야 한다.

○한편 표준화에 의해 얻어지는 이익은 단지 경제적 관점에서만 국한되지 않는다. 왜냐하면 이것은 높은 信賴性 및 승인절차의 효율과도 관련되기 때문이다. 기대효과는 여러 각도에 고찰되어야 하며, 검토와 수행의 우선도는 큰 영향을 미치는 항목에 주어져야 한다.

때로는 설계의 합리화와 최적화가 표준화의 증진과 일치되지 않는 경우가 있으므로 표준화와 설계의 합리화 및 최적화는 표준화의 기회를 놓치지 않도록 적절히 조정되어야 한다.

5. 展 望

(1)技術強化의 增進

日本의 原子力發電技術 開發은 해외에서 부터 도입되어 시작되었지만, 제1,2차 개량표준화 계획의 장려와 일본 독자적인 기술개발 노력 및 建設·運轉經驗을 통해서 原子力發電所의 稼動이 안정되고 높은 信賴性을 갖도록 기술이 확립되어졌다.

輕水爐에 관한 기술적 환경에서 예상되는 변화를 근거로 하여 다음과 같은 이유에 의해서 日本 自體技術의 개발이 요구되어질 전망이다.

①심각한 재정난과 자금제약하에서 효율적인 發電所 建設을 위한 技術開發.

②原子力發電의 주류가 될 것으로 기대되는 高壓速殖爐(FBR)의 사용개시가 경제적 또는 기타의 제약에 의해서 2010년경으로 지연됨에 따

라 輕水爐가 原子力發電에서 주요한 역할을 담당해야 할 기간이 길어질 것이라는 전망.

③과거에 輕水爐의 선구자적인 사명을 감당하던 美國에서 原子力發電의 開發이 진행되고 있지 않음.

그밖에 보조기술증진에 대한 기반, 즉 ①발달된 기술의 사용가능성 증대와 ②건설, 운전 그리고 보수유지기술의 축적 등이 확립되었다는 사실이다. 따라서 輕水爐技術의 진보를 효과적으로 증진시킬 수 있다.

중·단기 관점에서 볼 때 기술진보의 기본진행방향은 현재 稼動되고 있거나 1995년경 까지 운전을 시작할 예정인 현재의 輕水爐에 대한 앞으로의 기술개량을 검토하면 기술증진이 장려될 것이라는 것이고, APWR과 ABWR에 관한 기술개발은 기술증진의 결과를 반영함으로써 고양될 것이라는 것이다.

(2)技術開發의 強化

기술개발의 주제는 다음과 같다.

A. 높은 信賴度와 經濟性 추구

a. 運轉週期의 최적화

(a) 정기점검의 효율증대

표준 정기점검일수를 현재의 80일~120일에서 60일로 줄이기 위해서 가동중검사와 정기점검의 최적화가 하루속히 이루어져야 한다.

(b) 運轉週期의 長期化

현재의 11~18개월, 평균 15개월인 運轉週期를 연장하기 위해서 다음과 같은 방안이 필요하다.

○고연소 핵연료의 개발에 대한 능동적 추진

○장기운전에 필수적인 설비의 신뢰성 확증

○장기간의 운전과 연료비 사이의 관계를 평가하는 방법의 확립

b. 사고와 고장의 방지

현재 비정상적인 현상의 조기발견과 운전가이드계통의 개발에 모든 노력이 경주되고 있다. 앞으로의 노력은 설비열화진단기술의 개발과 조기온라인예측평가체제의 개발에 집중되어야 한다.

B. 發電所의 수명 연장

발전소의 수명을 예측할 수 있는 기술이 개발되어야 하며, 大型重要系統의 수명을 연장시키거나 재생할 수 있는 방법이 확립되어져야 한다.

C. 보수유지성의 향상과 방사선피폭선량의 저감

a. 補修作業의 원격조정과 자동화

補修作業을 위한 다목적 로보트의 개발과 최적의 자동화된 원격조정시스템의 개발에 노력하여야 한다.

b. 부하추종능력의 향상

부하 추종성의 향상과 신속하고 자동화된 기동 및 운전정지절차가 추구되어야 한다.

D. 放射性廢棄物의 減容

E. 發電所 解體와 관련된 기술의 개발

F. 발전소 부지의 다양화

제 4 기 지층에 발전소를 건설하는 평가기준과 검사, 그리고 건물의 지진격리설계를 확립하는데 노력을 기울여야 한다.

(3)다음 세대 輕水爐의 開發

미래에 대한 장기간의 안목으로 보면, 21세기 초반까지 경수로의 중요성이 인식되므로 기존의 경수로와 ABWR, APWR에 의해 얻어진 기술증진의 결과를 충분히 이용하고 가장 최신 기술의 결과를 가능한한 많이 받아들여 에너지 안정에 대처할 다음 세대 경수로의 개념을 검토할 필요가 있다.

政府次源에서 日本은 차기세대경수로실현위원회를 대학과, 전력회사, 제작회사 등의 전문가들로 구성하였는데, 이 위원회는 원자력발전이 화력발전보다 더 많은 비중을 차지할 2000년대에 일본형 경수로에 부여될 고유한 기능의 개관을 연구하고 목적하는 경수로의 완성에 적합한 고도기술산업분야의 요소기술을 평가함으로써 다음 세대 경수로의 방향을 검토하고 있다.