

原子力發電과 環境安全



(11)

韓國電力公社 原子力安全室 제공

第5章 安全 規制

I. 原電 建設 및 運營許可

1. 概 要

제 1 장에서 소개되었듯이 原子爐를 운전하면 放射性 物質의 생성이 필연적이라 하겠다. 그래서 원자력발전에는 비록 확률은 낮으나 방사성 물질이 유출될 수 있다는 잠재적 가능성은 항상 존재하며, 이러한 잠재적 위험으로부터 국민의 건강과 재산을 보호하고 환경을 보전하기 위해 原電 개발 초기단계에서부터 안전성 확보를 최우선 문제로 삼아 왔으며, 발전소 건설 전과정 즉 敷地選定, 設計, 建設 및 運營過程에서 안정성 위주의 제반조치들을 철저히 반영하여 적용하고 있다.

원전 건설·운영중의 모든 안전성 확보 관련 활동 및 안전성 확보의 궁극적 책임은 이를 운영할 사업자인 韓電에 있으며, 실제로 사업자가 철저히 안전성 확보에 나서지 않는다면 성취가 어려운 사항이라 하겠다.

또한 사고발생의 경우 미칠 엄청난 경제적 손실을 감안할 때 더욱이 한전은 안전을 소홀히 할 수 없으며, 안전성 확보를 위해 각별히 대처하고 있다.

그러나 사업자의 이러한 활동과는 별도로 안전성 확보를 더욱 공고히 하기 위해 정부에서는 관련 技術基準·指針·要件 등을 법제화하여 사업자가 이를 준수하도록 하였고, 현장공사 착수 이전에 예비설계에 의한 안정성 여부를 심사한 후 건설허가를 발급한다. 건설단계에서는 각종 검사를 통하여 그 이행 여부를 확인하고 있으며 최종설계분에 대한 안전성을 심사·확인하여 운영허가를 발급하는 등 전과정에서 심사·검사를 통하여 원전의 건설·운영을 철저히 규제하고 있다.

2. 法的 體制

가. 原子力法

이 법은 원자력의 연구·개발·생산·이용과 이에 따른 안전관리에 관한 사항을 규정하고, 學術的 進步와 產業의 振興을 촉진함으로써 국

민생활의 향상과 복지증진에 기여하며, 방사선에 의한 재해의 방지와 공공의 안전을 도모함을 목적으로 하는 원자력개발과 안전규제의 기본 법률로서 1958년 3월 11일에 제정되어 1982년 4월 1일에 전면 개정 등 10차례 개정에 거쳐 현재에 이르고 있다.

나. 原子方法 關係 附屬法令

(1) 原子方法 施行令 : 이 시행령은 원자력법에서 위임된 사항 및 同법을 시행하는데 필요한 행정적, 제도적 및 기술적인 사항들을 규정하고 있으며, 1982년 9월 30일 제정되어 공포되었고, 1989년 6월 16일 처음 개정되었다.

(2) 原子方法 施行規則 : 이 규칙은 원자력법 및 시행령에서 위임된 사항과 그 시행에 관하여 필요한 사항을 규정하고 있으며 1983년 4월 13일 제정되어 최근 1990년 1월 4일 개정 등 2차례에 걸쳐 개정되었다.

(3) 原子力 關聯 告示 및 參考規定 : 원자력 및 관련 부속 법령, 특히 시행규칙에서 위임된 사항 및 그 시행에 관한 상세한 방법 및 절차를 규정하고 있으며, 고시의 경우 원자로 시설의 위치, 구조 및 설비에 관한 技術基準 등 16개 고시가 공포되어 있으며 參考規定은 원자력발전소 주변 環境調查 指針 등 5개의 규정이 사용되고 있다.

3. 安全規制 組織 및 機能

가. 原子力委員會

원자력법에 의거 원자력이용 및 안전에 관한 중요사항을 심의·의결하는 기구로 국무총리 소속하에 위원장인 부총리를 포함하여 5인 이상 7인 이하의 장관급 위원으로 구성되어 있다.

나. 原子力委員會 專門委員會

원자력위원회의 소관업무를 전문분야별로 조사·심의하기 위한 실무위원회로 현재 利用·開發專門委員會 및 安全專門委員會 등이 운영 중에 있다.

다. 科學技術處

원자력의 이용에 관한 研究開發 및 安全規制 업무를 관장하는 정부 주무부서이다.

(1) 原子力局 : 원자로 및 관계시설의 認許可 및 法定 檢查業務를 관장하며 원자력위원회를 주관한다.

(2) 安全審査官室 : 안전규제 정책수립·규제지침제정·원자력안전기술원 사업관리·발전소 현장 주재관실 감독 및 방사선비상훈련 등에 관한 업무를 관장하고 있다.

라. 韓國原子力安全技術院

원자력법에 의거 정부(과학기술처)가 수행하는 업무중 고도의 전문기술이 필요한 認許可 관련 서류의 安全審査, 環境影響評價書의 審査, 法定檢查, 技術基準의 개발, 방사선 작업종사자 피폭관리 및 면허시험 등을 위탁받아 정부가 수행하는 안전규제 업무를 지원하고 있다. 안전기술원은 1981년 12월 21일 韓國原子力研究所의 부설기관인 原子力安全센터로 발족되어 운영되어 왔으나 원자력관계시설의 안전성 강화방안의 일환으로 1989년 12월 30일 한국원자력안전기술원법이 공포됨으로써 1990년 2월 14일 원자력안전규제를 위한 독립기관으로 발족하게 되었다.

등 기술원의 현재 조직은 정책기획부를 포함 6부 28실이며, 전문인력은 약 180명 정도로 규모, 조직, 능력면에서 국제적 수준의 規制機關으로서의 면모를 갖추고 있다.

4. 認許可 項目別 提出書類 및 規制 內容

건설 및 運營許可中 주요과정에서 요구되는 제출서류 및 규제내용을 좀더 상세히 살펴보면 다음과 같다.

가. 敷地事前承認

원자력발전소를 건설하고자 하는 사업자가 건설허가 취득전에 敷地承認을 미리 받고자 할

경우에 필요한 조치로 신청서 및 부지특성을 기술한 敷地調査報告書를 과학기술처장관에게 제출하여 승인을 받아야 한다. 과학기술처는 원자력법에 의거 제출된 보고서에 대한 심사업무를 한국원자력안전기술원에 위임하여 수행하고 있다. 원자력안전기술원이 수행하는 부지조사보고서에 대한 심사의 기준은 미국원자력 규제위원회(NRC : Nuclear Regulatory Commission)에서 미국원자력발전소 認許可에 사용하고 있는 심사기준과 동일한 기준을 적용하여 심사하며, 필요한 경우에는 현장조사를 통하여 사업자가 제출한 부지조사보고서 및 부지선정의 타당성을 확인한다. 부지 타당성의 중요 관심사는 인구현황 및 지리적 특성, 地質 및 地震에 관한 사항들로 모두 放射能 漏出 事故 豫防 및 假想 事故 發生시에도 인명·재산 피해를 줄일 수 있도록 부지선정 요건을 규정하고 있다.

나. 制限工事承認

부지의 승인을 얻어 건설허가 취득전에 기초 공사인 原子爐施設을 설치할 지점의 골짜 및 그 지점의 암반보호를 위한 무근 콘크리트와 같은 제한된 범위의 공사를 수행하고자 할 경우에도 역시 승인을 받아야 한다. 신청서와 精密地質調査報告書를 제출하여 안전기술원의 심사를 거쳐 과학기술처가 승인한다.

다. 建設許可

원자력발전소의 건설허가를 받기 위해서는 신청서와 함께 環境影響評價書 및 豫備安全性分析報告書를 제출하여야 한다.

(1) 環境影響評價書(ER : Environmental Report)

원전 건설 및 가동으로 인한 환경영향을 정밀하게 평가한 내용으로 아래와 같은 사항들이 기술되어야 한다.

- 원자로시설의 현황
- 원자로시설의 부지주변의 자연환경·생활 환경 및 사회경제환경의 현황

- 원자로시설의 건설 및 운영으로 인하여 주변 환경에 미치는 영향의 예측
- 원자로의 건설 및 운영으로 인하여 주변 환경에 미치는 영향의 최소화 대책
- 원자로시설의 건설 및 운영에 따르는 환경 감시계획
- 사고로 인하여 환경에 미치는 영향
- 상기 보고서에서 사업자가 조사·검토·분석한 사항들을 안전기술원에서 과거처 고시 84-8(環境影響評價書 作成指針), 미국 연방법인 10CFR 100 등 제반 규제요건에 의거 심사하여 그 타당성을 확인한다.

(2) 豫備安全性分析報告書(PSAR : Preliminary Safety Analysis Report)

발전소의 부지·설계·안전성 등 모든 안전요건들을 사전에 점검해 보고 기술적으로 어떻게 인허가 요건을 만족시키겠다는 내용을 수록한 安全性分析報告書로 전체 18장으로 구성된 방대한 양의 기술보고서이다.

또한 동 보고서 작성지침(미국 지침준용, Regulatory Guide 1.70 Rev.3 Standard Format & Content)이 마련되어 있어 동 지침에는 보고서 각 장·절·목에 대한 양식과 기술내용까지 지정하고 있으며 그 구성은 다음과 같다.

- 원자로시설에 관한 일반적 사항
- 원자로시설의 부지에 관한 사항
- 원자로시설의 구조·부품·기기 및 계통의 설계에 관한 사항
- 원자로에 관한 사항
- 원자로 냉각계통에 관한 사항
- 공학적 안전설비에 관한 사항
- 계측 및 제어계통에 관한 사항
- 전력계통에 관한 사항
- 보조계통에 관한 사항
- 증기 및 발전계통에 관한 사항
- 방사성 폐기물의 관리에 관한 사항
- 방사선 방호에 관한 사항
- 관리조직에 관한 사항
- 초기시험에 관한 사항

- 사고해석
 - 기술지침에 관한 사항
 - 품질보증계획의 개요에 관한 사항
- 이 보고서의 심사기준 역시 미원자력규제위원회 심사기준인 NUREG-0800(Standard Review Plan)을 적용하고 있으며, 특히 사업자가 수행한 設計基準事故의 분석 등이 타당하지 확인하며, 중요한 설계기준사고들은 안전 기술

원 기술진이 직접 컴퓨터를 사용하여 사고분석을 수행함으로써 안전성을 평가한다.

環境影響評價書 및 豫備安全性分析報告書의 심사가 완료되면 동 결과를 과학기술처에 제출하며, 과학기술처는 각계전문가로 구성된 원자력 안전전문위원회에서 안전기술원의 심사결과를 재 검토·심의 받아 이를 원자력위원회에 상정하여 의결을 거쳐 건설허가를 발급하게 된다.

<표1·18> 原子力發電所 認許可 項目에 대한 提出書類 및 規制內容

| 項 目 | 提 出 書 類 | 規 制 內 容 |
|---|--|---|
| ○ 敷地事前承認 申請 (법 제11조) | ○ 부지사전송인 신청 - 신청서 - 부지조사보고서 | ○ 부지조사보고서에 대한 심사 - 원자력안전기술원 ○ 부지사전송인 - 과학기술처 |
| ○ 制限工事承認 申請 (법 제11조) | ○ 제한공사 승인 신청 - 신청서 - 정밀지질조사보고서 | ○ 정밀지질조사보고서 심사 - 원자력안전기술원 ○ 제한공사 승인 - 과학기술처 |
| ○ 原子爐 建設許可 申請 (법 제11조) | ○ 원자로 건설허가 신청 - 신청서 - PSAR 및 ER | ○ PSAR 및 ER 심사 - 원자력안전기술원 ○ 원자로 건설허가 심의 - 원자력위원회 안전전문위원회 - 원자력위원회 ○ 원자로 건설허가 - 과학기술처 |
| ○ 原子爐 및 關係施設의 設計에 관한 資料 提出 (법 제14조) | ○ 원자로 및 관계시설의 설계에 관한 자료제출 | ○ 자료접수 - 과학기술처 ○ 자료검토 - 원자력안전기술원 |
| ○ 品質保證計劃書 提出 [建設計劃書] (법 제15조) | ○ 원자로 및 관계시설의 건설에 대한 품질보증계획서 | ○ 품질보증계획서 검토 - 원자력안전기술원 ○ 시정 또는 보완지시 - 과학기술처 |
| ○ 檢 査 (법 제16조) | ○ 원자로 및 관계시설에 대하여 자체 검사계획 작성 및 실시결과 보고 ○ 원자로 시설의 성능에 대한 사용전 검사 신청 | ○ 시정 또는 보완지시 - 과학기술처 ○ 검사수행 및 합격 판정 - 원자력안전기술원 |
| ○ 原子爐 運營許可 申請 (법 제21조) | ○ 원자로 운영허가 신청 - 신청서 - FSAR 및 운영기술지침서 | ○ FSAR 및 운영기술지침서 심사 - 원자력안전기술원 ○ 원자로 운영허가 심의 - 원자력위원회 안전전문위원회 - 원자력위원회 ○ 원자로 운영허가 - 과학기술처 |
| ○ 運營에 관한 品質保證計劃書 提出 (법 제23조) | ○ 원자로 및 관계시설의 운전에 대한 품질보증계획서 | ○ 품질보증계획서 검토 - 원자력안전기술원 ○ 시정 또는 보완지시 - 과학기술처 |

라. 運營許可

건설허가가 1단계 안전성 검토라 하면 운영허가는 2단계 최종 안전성 검토로서 발전소건설이 완료되어 핵연료를 장전하기 전에 취득하는 최종단계라 하겠다.

구비서류는 運營許可申請書 및 첨부서류인 最終安全性分析報告書, 運營技術指針書를 제출하여야 한다.

(1) 最終安全性分析報告書(FSAR : Final Safety Analysis Report)

이 보고서는 豫備安全性分析報告書와 양식, 내용이 동일하나 건설중 변동사항 등 발전소 최종설계 내용을 기술하고 이의 안전성을 사고해석을 통하여 입증한다.

운영허가 취득과 함께 FSAR은 발전소 수명기간 동안 관리 보관되며 중요한 사항(사고해석 및 기술지침에 관한 사항)의 변경은 운영허가 변경사항으로 취급되어 운영허가와 동일한 절차를 밟아 허가를 취득한다.

(2) 運營技術指針書

발전소 안전운전과 관련된 모든 제한사항을 규정하고 있으며, 이 지침서는 법적효력을 갖고 있어 위반 운영하였을 경우는 법적 조치를 받게 된다.

운영중 이의 준수를 확인하기 위해 과기처 주재관이 각 원자력발전소마다 상주하고 있다. 운영허가 심사시에는 사업자가 제출한 運營技術指針書 요건들이 안전하게 설정되었으며, 기술적으로 타당한지를 평가한다. 상기 심사업무는 안전기술원 기술진에 의해 수행되며, 허가절차는 건설허가와 동일한 과정을 거친다.

다음표는 원자력법에 의거한 원자력발전소 인허가 항목의 제출서류 및 규제내용을 간략하게 도표화한 것이다.

II. 原電運營關聯 法定檢查

1. 概要

현재 우리나라는 9기의 原子力發電所가 運營

중이며 우리나라 전체 電力의 약 50%를 供給하고 있지만 原子力發電所의 安全性이 確保, 立證되지 않는다면 그것은 더이상 우리가 사용할 수 있는 에너지원이 될 수 없을 것이다.

원자력발전소의 궁극적인 안전상의 책임은 事業者 자신에게 있지만, 國家는 그 영토내의 모든 산업의 위대한 악영향으로부터 國民 및 국가 환경을 보호할 책임이 있으므로 政府 스스로의 철학과 제도를 가지고 安全性을 재확인(Double Check)하는 기능 및 책임을 갖고 있다.

원자력발전소가 준공되고 상업운전에 들어가면 발전소가 運營許可條件 및 使用前 檢查 基準대로 운영되는지의 여부를 法에 정한 週期에 따라 검사를 받아야 한다.

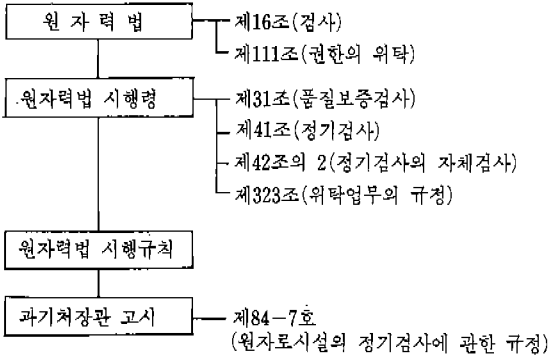
위의 法定檢查에는 科學技術處가 주관하는 原子力法에 의한 검사와, 動力資源部가 주관하는 電氣事業法에 의한 검사가 있으며 원자력법에 의한 검사는 原子爐와 원자로 냉각시설 및 핵연료 관련 시설에 대한 검사를 담당하고 전기사업법은 터빈, 발전기 계통에 대한 검사를 담당한다.

전기사업법에 의한 검사는 일반 화력발전소의 터빈·발전기계통검사기준과 동일하므로 본 장에서는 원자력발전소 운영중에 받게 되는 법정검사중 원자력법에 의한 정기검사에 대해 그 근거 및 검사조직, 검사항목 등에 대하여 살펴보고자 한다.

2. 法定檢查의 根據

우리나라의 원자력 관계 法令이 원자력법, 원자력법시행령과 그 규칙 및 과학기술처 장관의 고시 등으로 구성되어 있다는 것은 앞장에서 설명한 바와 같다.

법정검사는 원자력법 제16조인 檢查條項을 근거로, 관련된 법령들이 제정 및 개정되어 법정검사의 주기, 신청 및 대상항목 등을 규정하여 시행하고 있으며 원자력발전소의 운영관련 법정검사와 관련된 법체계를 요약하면 다음과



같다.

위의 법에 따라 과학기술처는 발전용원자로에 대한 정기검사를 원자력안전기술원에 위임하여 시행하고 있으며, 사업자가 제출한 품질보증계획서에 따라 품질활동을 하고 있는지의 여부는 품질보증검사를 통해 과학기술처가 직접

수행하고 있다.

3. 法定檢査의 委託 및 自體檢査

앞에서 설명한 바와 같이 과학기술처는 원자력 관계시설의 안전심사 및 안전기술 개발 등 原電의 관리와 안전규제를 효율적으로 수행하기 위하여 법률로 정한 전문기관에 그의 업무를 위탁하여 수행하고 있으며 원자력안전기술원이 원자력법 제111조 및 동법 시행령 제323조에 의해 그의 권한을 위탁받아 수행중이다.

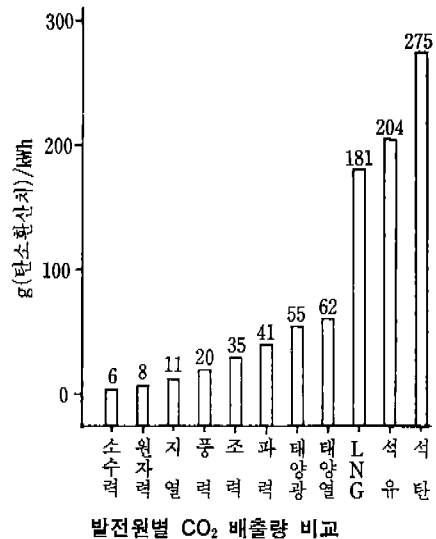
또한 原電 사업자 자체의 안전관리 능력을 향상시키고 책임있는 자체 안전관리를 위하여 과학기술처장관이 정하는 일부항목에 대하여는 사업자 자체검사로 법정검사를 갈음하게 하여 원자력법과 그 시행령을 개정('86. 5 제10차 개정시) 하였으나, 현재 자체검사 항목을 검토중에 있어 사업자 자체 검사는 아직까지 시행되지 않

원전의 CO₂ 배출량, 대체에너지보다 적어

일본 전기사업연합회는 각 원전별로 전기를 생산하는 과정에서 뿐만 아니라 연료채광으로부터 정제, 운송, 설비의 건설에 이르기까지 전체 에너지소비량을 기초로 산정한 CO₂ 배출량의 검토 결과를 발표하였다. 이번 조사는 원자력, 석유, LNG, 수력 등과 함께 지열, 태양열, 풍력 등 자연에너지도 조사대상에 포함하였다.

검토 결과에 의하면 배출량이 가장 적은 것은 소수력으로 1kWh당 CO₂ 배출량이 탄소환산치로 6g이었고 그 다음은 원자력으로 폐기물처리, 폐로과정까지 포함하여 8g이었다. 청정에너지로 일컬어지는 자연에너지의 경우에는 지열이 11g, 풍력 20g, 조력 35g, 파력 41g의 순이었으며, 태양열은 62g으로 원자력의 약 8배, 태양광이 55g으로 약 7배나

되어 모두 원자력보다 많은 배출량을 나타냈다. 한편 배출량이 가장 많은 에너지원은 석탄화력으로 275g이었으며, 석유화력 204g, LNG 화력 181g으로 나타났다.



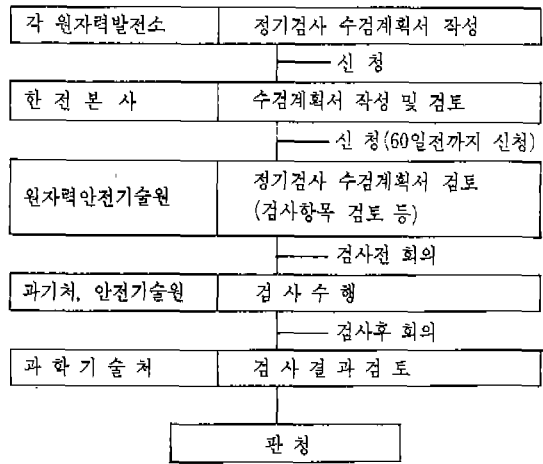
고 있다.

참고로 원자력발전소 안전규제에 대한 정부 및 그 위탁 조직은 그림1·15와 같다.

4. 檢査遂行 節次 및 檢査項目

원자력발전소는 최초 상업운전을 개시한 후 또는 운영중인 발전소는 前 定期檢査를 받은 후 15개월 이내에 정기검사를 받아야 한다. 원자력발전소는 주기적으로 핵연료를 교체해주어야 하며 또한 발전소 機器의 點檢 및 定期補修를 위하여 보통 1년에 1회 발전소를 정지시켜 90만킬로와트급 발전소는 약 70일간, 70만킬로와트급 발전소는 약 60일간 그리고 중수형발전소는 약 50일간의 年次 定期補修工事를 하게 된다.

정기검사는 이 기간 동안에 수행하게 되며 사업자는 정기검사를 받고자 하는 날의 60일전에 정기검사 신청서를 제출하여야 한다. 그러나 부득이한 경우에는 검사계획서 및 절차서의 일부 내용에 대하여는 검사신청서를 제출한 후 검사 개시일로부터 30일전까지 별도로 제출할 수 있다. 원자력발전소에 대한 정기검사 수행절차를 간단히 요약하면 그림1·16과 같다.



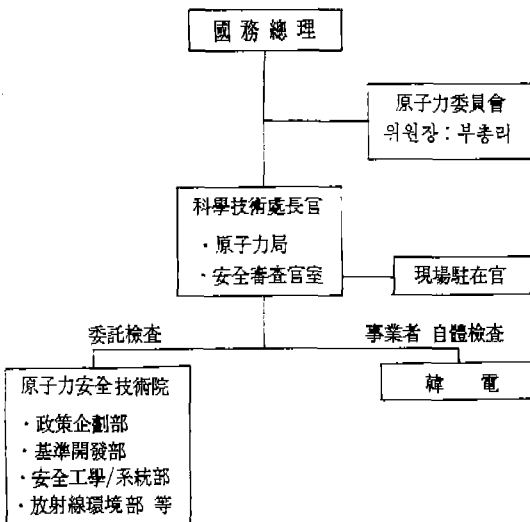
<그림1·16> 定期檢査 遂行節次圖

정기검사 기간동안의 검사대상 시설은 科技處 告示로 정하고 있으며 그 시설은 아래와 같다.

- ① 원자로본체(핵연료를 포함한다)
- ② 원자로 냉각계통 시설
- ③ 계통제어 계통시설
- ④ 핵연료물질의 취급시설 및 저장시설
- ⑤ 방사성 폐기물의 폐기시설
- ⑥ 방사선 관리시설
- ⑦ 원자로 격납시설
- ⑧ 원자로 안전계통 시설
- ⑨ 비상전원 공급 계통 시설
- ⑩ 기타 원자로의 안전에 관계되는 시설

90만킬로와트급 原電의 경우 위의 시설에 대한 검사항목은 150여개가 되며 위의 제10항의 “기타 원자로의 안전에 관계되는 시설”이란 과기처 고시 87-27호에 세부사항을 따라 정하고 있다. 법정검사에 의한 정기검사는 원자력발전소가 건설, 운영되어 폐지될 때까지 받는 검사의 한부분에 지나지 않으며 정기검사 이외에 해외기관 점검 등 많은 검사와 점검이 수행된다. 이러한 검사 및 점검에 의해 原電의 안전성은 꾸준히 향상되고 입증되어 가고 있다.

☛ 다음 호에 계속



<그림1·15> 原子力發電所 安全規制 關聯 組織