原子力發電과 環境安全

□… 古里原子力 1號機가 商業運轉을 시작한 이래 우리나라 원자력발전사업은 지…□
□…속적인 성장을 거듭해 왔으며 최근의 中東事態는 원자력 에너지의 중요성을 더…□
□…욱 일깨워 주는 계기가 되었다. 그러나 原電建設 및 運轉과 관련하여 발생된…□
□…각종 民願 및 反原電運動으로 인하여 電力事業 推進에 많은 어려움을 겪고 있…□
□…는 것이 사실이다. …□
□… 그간 言論을 통하여 제기된 原電의 安全性 및 放射線被害主張은 대내외 전…□
□…문기관의 科學的 檢證과 調査결과 원전과 무관함이 밝혀진 바 있으나 사실이…□
□…올바르게 전달되지 못하고 있음에 따라 今年初 韓電에서는 原電의 安全性, 放…□
□…射線 被害主張, 各種 民願, 事故內容 및 外國의 主要事例 등을 종합 정리하여…□
□…"原子力發電과 環境安全"이라는 題號의 책자를 발간한 바 있는데 이번 호부터…□
□…그 내용을 연재로 게재하기로 한다. …□

第1篇 原電의 安全性

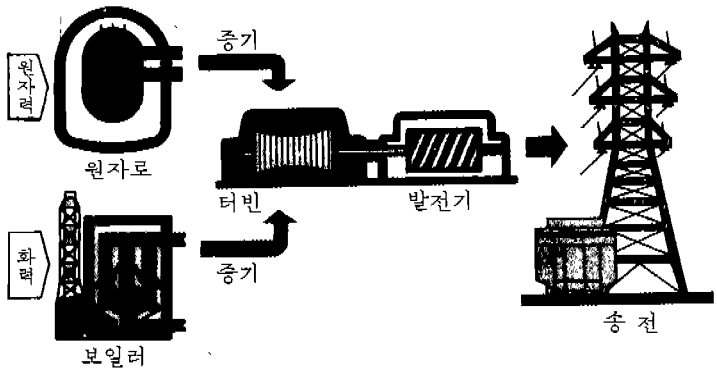
第1章 概 要

Ⅰ. 原子力發電 概要

原子力發電의 원리는 근본적으로 종래의 火力發電과 다를 바가 없다. 그림1-1과 같이 화력발전소에서의 보일러 위치에 원자로를 두고 원자로에서 核分裂을 통해 발생된 熱을 이용하여 蒸氣를 만드는 과정만 다를 뿐 생성된 증기로 터빈·발전기를 돌려 전기를 생산하는 방식은 동일하다.

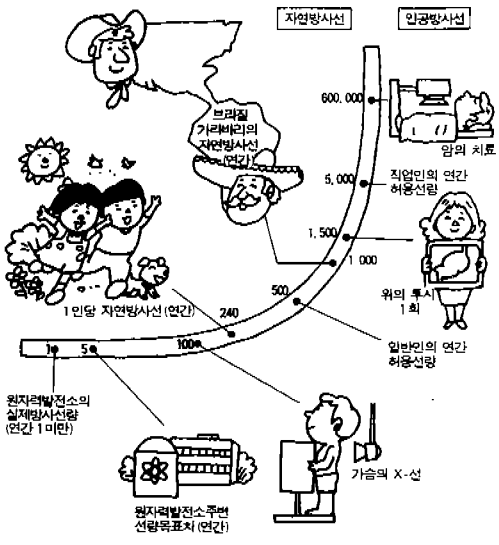
원자력발전이 火力發電과 다른점은 原子爐內 핵연료가 보유하는 에너지가 대단히 크고 또 그 운전시 발생하는 核分裂生成物을 중심으로 한 방사성물질이 핵연료내에 多量 蓄積된다는 점이다. 원자력발전은 이와같은 핵 에너지를 적절히 제어하고 축적된 방사성물질을 외부에 방출되지 않도록 안전하게 격리하고, 처리함으로써 원자력발전소의 안전성을 유지하고 있다.

原子力發電의 안전은 정상운전시의 안전성과



〈그림 1 - 1〉 原子力發電과 火力發電의 比較

사고를 대비한 안전성으로 나눌 수 있다. 정상운전시의 안전성은 방출방사선에 의한 일반인의 방사선량을 最大許容線量(연간 500밀리렘) 이하로 유지하여 달성되도록 하고 있으나 실제 원자력발전소의 운전실적은 허용량의 약 1/1000 정도를 넘어서지 않고 있다. 또한 自然放射線에 의해 우리가 일상 받고 있는 선량(연간 평균 약 240밀리렘)에 비해서도 훨씬 적은 양으로 유지되고 있음을 볼 때 원자력발전은 매우 안전하다고 할 수 있다.



단위 : 밀리렘

〈그림 1 - 2〉 日常生活과 放射線

한편 원자력발전소에서 만일의 사고에 대한 安全性 確保의 기본원칙은 深層防禦概念으로, 예상되는 기기고장이나 사람의 실수로 인하여 발생될지도 모르는 방사성물질의 環境流出을 막기 위해 多重防護概念으로 설계 및 설비가 갖추어져 있다.

결론적으로 원자력발전의 안전성은 설비의 기본안전기능 유지와 건설 및 운영단계의 기본안전원칙 준수등으로 확보될 수 있으며 이를 위해 설계·설비의 안전성개념 도입 및 운영관리상의 안전관리체계화 등으로 원자력발전소의 안전성을 확보하고 있다.

Ⅱ. 安全概念

1. 安全이란 무엇인가

일반적으로 "안전"이라 함은 "위험"이라는 것의 存在를 前提로 할 때 생기는 개념이라고 할 수 있다.

즉 "안전하다"는 것은 위험이 전혀 없다는 것을 의미하는 것이 아니고 오히려 위험은 존재하나 그 위험도가 무시할 수 있다던가 또는 허용할 수 있는 정도임을 뜻하는 것이다.

만약 위험이 전혀 없다는 것이 완전히 밝혀지면 안전이라는 개념도 성립되지 않으며 "안전하다"는 결론도 의미를 잃게 된다.

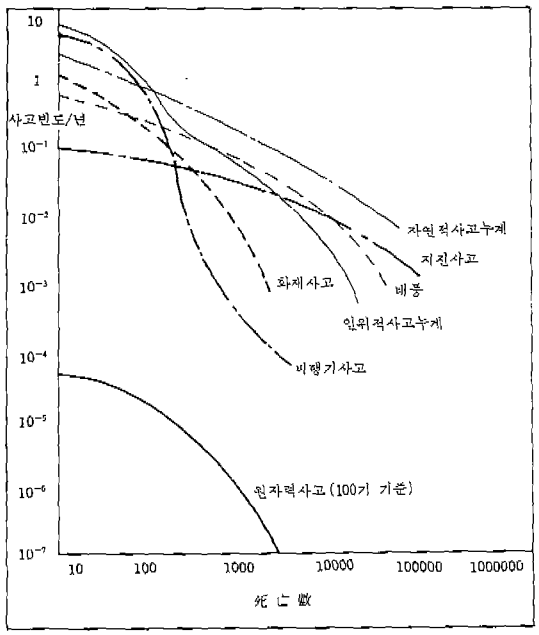
안전에 대한 판단은 사람마다 가지고 있는 일종의 가치관에 좌우되는 것이며 주관적인 판단이라 할 수 있다. 여기서 각 개인의 사고방식이나 가치관은 각각 존중되어야 하지만 사회 전체나 국가가 어떤 판단을 하여야 하는 경우에는 사회나 국가의 구성원이 적어도 어떤 부분은 동의할 수 있는 共通의 尺度나 基準이 필요하게 된다. 이러한 공통의 척도나 기준이 당사자간에 적당하다고 합의될 수 있고 만들어진 척도나 기준에 비추어서 시설이 안전하다고 말할 수 있는지를 현재의 科學技術과 知識으로 설명할 수 있는 것이라야 한다.

현재 確率論的 危險度平價(PRA)방법이 원자력발전소 안전성 평가의 척도로 사용되고 있는데 이러한 기술적 안전평가척도로 볼 때 원자력발전소의 건설 및 운영은 잠재적인 위험을 극소화하기 위해 최악의 사고를 가상한 각종 安全設計概念으로 건설 및 운영되고 있기 때문에 **그림 1 - 3**에서와 같이 원자력발전소의 사고확률은 10^{-4}빈도/년 이하로, 다른 산업에 비해 훨씬 낮아 상대적으로 안전하다고 할 수 있다.

2. 原子力發電의 安全概念

원자력발전의 안전은 일반 産業安全, 즉 종사자의 생명, 건강 또는 재산의 적절한 보호활동 이외에 무엇보다 중요한 부분으로 일반 공중의 생명, 건강, 재산을 보호한다는 의미의 放射線安全概念이 추가된다. 일반적으로 원자력발전의 안전개념은 전적으로 방사선과 관계되는 것으로 보아도 과언이 아니다.

현재 우리나라에서 채택하고 있는 原子力 發電所는 그 자체가 고유의 안전한 성질을 갖고 있을 뿐 아니라 사고의 발생을 방지하는 여러가지 안전장치들이 마련되어 방사성물질이나 방사선이 외부환경에 영향이 미치지 않도록 되어



〈그림 1 - 3〉 原子力發電所의 相對的 危險度

있다. 이러한 원자력발전의 안전은 방사선 물질에 대한 多重防護 概念이나 3가지 레벨의 안전성 개념에 의한 설계 및 운영을 통해, 즉 深層防禦概念을 통해 이룩되고 있다.

가. 多重防護 概念

원자력발전소에서는 放射性物質을 여러 겹의 遮蔽壁으로 둘러싸게 하여 최악의 사고가 발생하여 핵연료가 녹는다 하더라도 외부환경으로 누출되지 않도록 다중방호벽이 설치되어 있다.

1) 第1防護壁(核燃料 被覆管)

화학적으로 안정한 이산화우라늄 분말을 굳혀 구운 연료체(펠렛)를 지르코늄 합금의 금속관(피복관)에 넣고 밀봉하여 우라늄의 핵분열에 의해 생기는 방사성물질의 대부분은 연료체안에 갇히며 연료체에서 나온 소량의 가스도 이 피복관안에 밀폐된다.

2) 第2防護壁(原子爐 圧力容器)

만약에 핵연료 피복관에 결함이 생겨 방사성

물질이 새어나와도 높은 압력에 견딜 수 있게 두꺼운 강철로 만든 원자로 압력용기와 배관에 의하여 방사성물질이 외부로 누출되지 못하도록 되어 있다.

3) 第3防護壁(遮蔽 콘크리트)

두꺼운 콘크리트벽으로서 방사능이 밖으로 직접 새어나오는 것을 막는 역할을 한다.

4) 第4防護壁(格納容器)

원자로 압력용기의 바깥에 다시 두꺼운 강철로 만든 격납용기가 설치되어 있어서 만일의 사태가 발생하여도 방사성물질을 격납용기안에 밀폐한다.

5) 第5防護壁(格納建物)

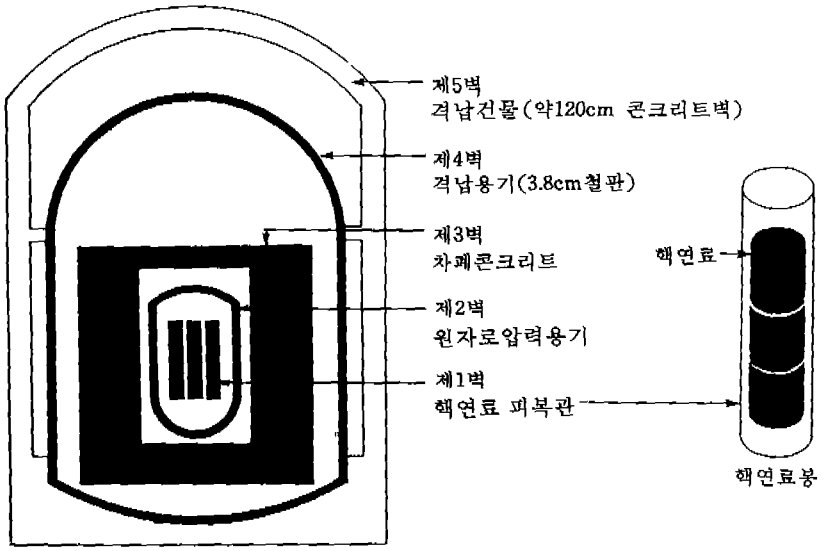
원자로 격납용기의 밖에 약 120cm 정도의 두꺼운 철근 콘크리트의 원자로건물이 있어 방사성물질이 외부환경으로 나가는 것을 방지한다.

상기 多重防護壁중 최종 방호벽인 格納容器와 格納建物의 중요성은 미국의 TMI 사고와 소련의 체르노빌 원전사고에서 실증되었다. 소련 체르노빌 원전의 경우 미국의 TMI 원전과는 달리 격납용기, 격납건물이 설치되어 있지 않아 核燃料 損傷事故시 발전소 외부로의 방사성 물질 누출을 가져와 일반인에 피해를 끼친 반면, TMI 원전사고의 경우 재산상의 피해말고는 종사자 및 일반시민에 대한 방사선 피해가 없었다는 것은 격납용기 및 격납건물의 중요성을 역설적으로 증명해 주고 있는 것으로 마치 거북이가 탄탄한 거북등으로 인해 외부의 위협으로부터 보호받고 있는 것과 마찬가지인 것이다.

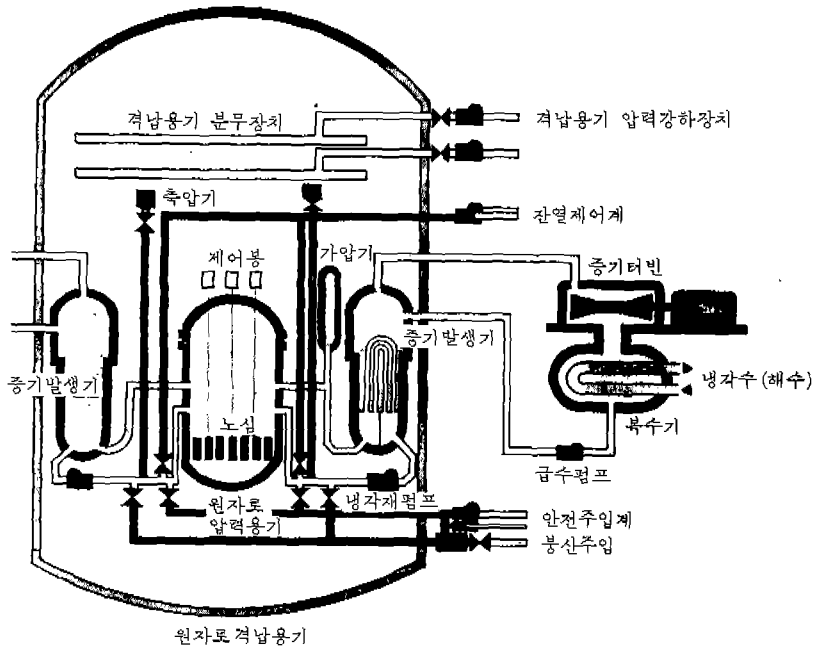
이러한 격납용기 및 격납건물은 우리나라를 포함한 西方原電의 경우 거의 설치되어 있으며 설치가 안되어 있는 소련 및 동유럽 국가의 일부 원전도 체르노빌형의 원전건설을 중지하고 西方型의 원전건설을 추진하고 있다.

나. 安全性의 세가지 레벨

다중방호벽에 의한 원자력발전 안전개념 이외에도 심층방어 개념으로 3가지 레벨의 안전성 개념이 추가되는데 이는 발전소 機器의 損傷이나 人的失手 등에 의해 異常狀態가 발생할 우려가 있을 때 이를 억제하고 사고 파급확대시 그



〈그림 1-4〉 原子力發電所의 多重防護体系



〈그림 1－5〉 原子力發電所 非常爐心冷却裝置 概略圖

영향을 완화, 일반 공중을 적절하게 보호하는 3가지 레벨의 안전성 개념으로 이루어져 있다.

1) 安全性의 제1레벨

안전성의 제1레벨은 이상상태의 발생을 방지하는 데 그 목적이 있다.

제1레벨의 목적을 달성하기 위하여 원자로는 신속하게 出力爆走를 억제하는 固有의 安全性을 갖도록 설계되며 충분하게 확립된 규격, 기준 등을 적용하고 안전성 있는 材料를 사용하여 보통의 산업시설에서는 볼 수 없는 여러가지 요구조건을 만족시키고 있다.

또한 단순한 고장이나 조작잘못이 곧바로 중대한 사고로 연결되지 않도록 Fail to Safe한 설계(고장시 모든 계통이 안전성이 확보되는 방향으로 진행되게 하는 설계개념)가 되도록 하며 또한 連動裝置의 설치 등을 고려한다.

2) 安全性의 제2레벨

안전성의 제2레벨에서는 이상상태가 발생하였을 경우 발생사고가 波及擴大되어 발전소 종사자 및 일반시민에 피해가 가지 않도록 하는 데 그 목적이 있다.

이를 위해서 먼저 원전의 안전에 영향을 줄 이상상태가 발생하면 자동적으로 制御棒이 삽입되어 원자로 내의 핵분열 반응을 신속하게 정지시키게 된다.

또한, 핵연료의 손상 및 방사성물질의 외부누출을 방지하기 위한 非常爐心冷却裝置(ECCS)가 설치되어 있으며 電源의 喪失에서도 핵연료 냉각장치를 작동시키기 위한 非常電源이 설치되어 있다.

3) 安全性의 제3레벨

안전성의 제3레벨은 최악의 경우를 가상한 사고를 가정하여 工學的 安全系統을 설치함으로써 일반인을 방사능으로부터 보호하는데 그 목적이 있으며 이러한 설비는 일반 산업시설에는 볼 수 없는 原電 特有의 安全設備라 할 수 있다.

(다음 호에 계속)