

# 生活과

# 原子力

原子力이란

무엇인가?

企劃室

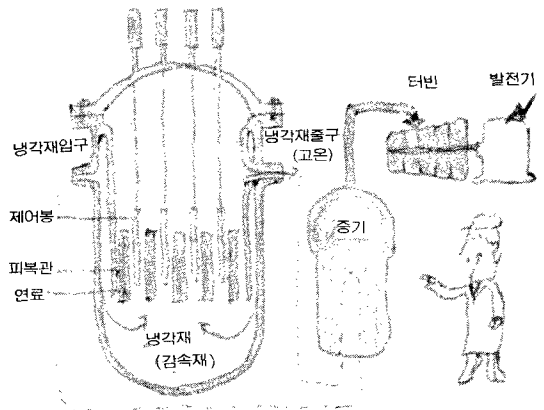
틸륨 등의 反射材가 使用됩니다. 原子爐內의 燃料를 태우는 것을 加減하려면 核分裂을 일으키는 中性子를 많게 한다든지 적게하면 됩니다. 그것은 熱中性子를 잘 吸收하는 카드뮴(Ca)과 硼素로 만든 棒을 爐心에 넣었다, 뺐다하여 反應을 빨리 한다든지, 늦게 한다든지, 中止 한다든지 합니다. 이 棒을 制御棒이라 하며 原子爐의 安全裝置로서 緊急停止를 爲해서 設計되어 있어 安全棒이라고도 합니다. 萬一의 事故時에는 이 安全棒이 急히 밑으로 떨어져서 中性子를 모두 吸收하여 核分裂을 停止시킵니다. 原子爐가 運轉(稼動)中일 때는 爐心의 溫度가 600°C 以上の 高溫이 됩니다. 이 熱이 發電과 其他의 熱源으로서 利用되는 것이지만, 爐心의 冷却과 同時에 爐心의 熱을 밖으로 빼내기 爲해서 二酸化炭素 등의 氣體, 물, 重水, 有機物 등의 液体의 冷却材가 必要합니다. 또 이 冷却材가 吸收한 熱을 다른 곳으로 옮기기 爲하여 熱交換器(보이러에 該當하는 것)가 있어야 합니다. 原子爐는 放射線이 나오는 것을 防止하기 爲하여 두꺼운 콘크리트와 같은 차폐재로 둘러 싸여 있습니다. 原子爐에는 이와같은 減速材, 反射材, 冷却材, 制御棒(安全棒), 熱交換器, 차폐재, 核燃料 등의 7가지로 짜여져 있습니다.

## 5. 原子爐란?

原子爐란 어떤 것일까?

이것은 核分裂時에 發生하는 熱에너지를 뽑아내는 裝置입니다. 이 原子爐의 構造를 보면 核燃料, 減速材, 反射材, 制御棒, 冷却材, 차폐재, 熱交換器(보이러)로 되어 있습니다.

보통의 原子爐에서는  $U^{235}$ 를 核分裂시키기 爲해 彈丸과 같이 빠른(빛의 속도의 1/10정도) 속중성자를 느리게 하지 않으면 안됩니다. 그 役割을 하는 것이 減速材이며, 重水(重水素=陽子1個에 中性子 1個), 輕水, 베릴륨 등이 使用되고 있습니다. 이 核分裂을 일으키는 中性子를 有效하게 使用하기 爲해서 原子爐內에는 中性子를 吸收하지 않고 잘 反射하며, 산란하는 重水, 黑鉛, 베



原子爐의 種類	燃 料	減束材	冷 却 材	備 考
輕水減速冷却爐 (輕水爐)	濃縮우라늄	輕 水	輕 水	沸騰水型(BUR) 加壓水型(WR)
가 스 冷 却 爐	天然우라늄	黑 鉛	炭化가스	플더홀改良型等
改良型가스冷却爐	濃縮우라늄	"	"	(AGR)
重水減速爐	天然우라늄 濃縮우라늄	重 水	炭化가스 輕 水 重 水	
高溫가스冷却爐	濃縮우라늄	黑 鉛	베리움	
高 速 增 殖 爐	濃縮우라늄 플루토늄	없 음	나트륨, 나트륨 칼슘합금	FBR

### 6. 核燃料의 여러가지

自然에 있는 核燃料에는  $U^{235}$ ,  $U^{238}$ ,  $Th^{232}$  가 있습니다. 天然우라늄에는 熱中性子(느린 中性子)를 맞아 核分裂을 일으키는  $U^{235}$ 가 0.7%밖에 포함되어 있지 않고 99.3%는 그대로는 타지 않는  $U^{238}$ 입니다. 核分裂反應의 能率을 좋게 하기 爲해  $U^{235}$ 를 2~3%로 모아 놓은것을 濃縮우라늄이라고 하며  $U^{235}$ 의 含有%에 依해서 低濃縮우라늄(5%以下), 高濃縮우라늄이라고 부릅니다. 天然우라늄의 大部分은  $U^{238}$ 이지만, 이것은 熱中性子를 받아서는  $U^{235}$  같은 核分裂을 일으키지 않습니다.

### 7. 原子爐의 利用

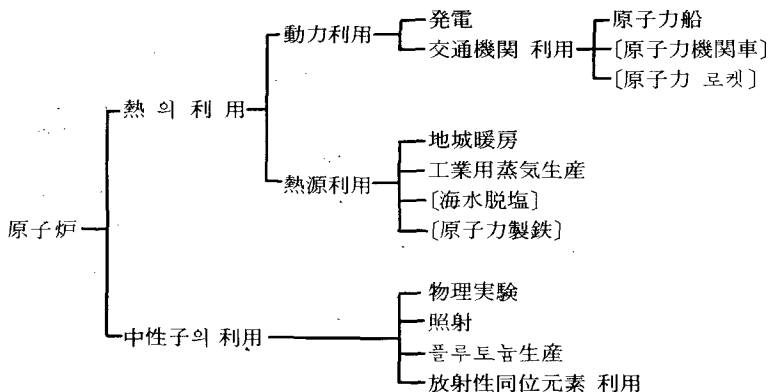
原子爐의 利用은 크게 나누어 2가지로 나눌 수 있습니다. 核分裂反應에너지의 熱利用에서는

첫째 動力, 둘째 「原子力發電」, 「原子力船」이 그것입니다. 將來는 航空機, 로켓 등의 交通機關에의 利用도 있을 것입니다. 그 中 原子力 로켓은 벌써 美國에서 開發中인데, 惑星間의 飛行에는 燃料이 적게 들고 補給이 必要없는 原子力로켓이 꼭 必要하게 됩니다.

또, 熱源으로서는 暖房用, 工業用 蒸氣의 生産, 바닷물의 담수화外에, 最近에는 化學反應(分子·原子의 分解結合)에 原子核分裂의 에너지를 利用하는 것이 研究되고 있습니다.

原子爐內에서 우라늄이 核分裂을 일으킬 때 生기는 中性子の 利用도 있습니다. 物理學 實驗照射實驗, 플루토늄燃料의 生産이라던가 放射性同位元素 生産에 없어서는 안되는 것이 中性子입니다.

또, 中性子線은 뇌종양의 治療와 鑛物探査에도 큰 役割을 합니다.

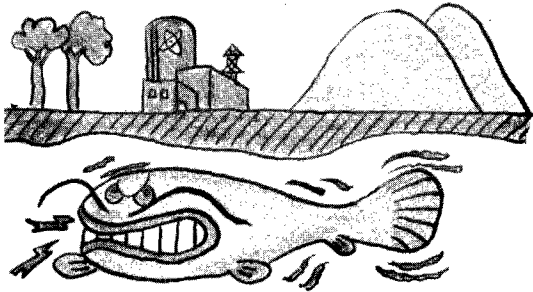


## 8. 原子力發電의 安全性

### ■耐震設計

原子力發電所의 設置場所는 몇年間에 걸친 精密한 調査(바람, 지진, 기후等) 後에 決定됩니다. 예전 日本에 일어났던 關東大地震의 3倍에 該當하는 큰 地震이 일어나거나, 보잉747점보제트기가 부딪친다 해도 끄떡없도록 設計되어 있으며, 단단한 岩盤위에 두꺼운 콘크리트로 견고하게 만들어져 있습니다.

### 안전제일



### ■非常停止, 非常用冷却裝置

原子力發電所에서 만약 異常이 일어날 경우에는 制御棒이 한꺼번에 原子爐속에 들어가서 “原

子の 불”을 순식간에 꺼 버립니다. 이 制御棒이 作動하지 않을 경우에는 非常用 原子爐停止裝置가 作動합니다.

輕水爐의 경우에는 봉소용액이 原子爐속에 들어가서 核分裂을 일으키는 中性子를 吸收하여 原子의 불을 끄게 되어 있습니다. 그 다음 非常用 冷却裝置가 作動하여 原子爐속의 남은 熱을 식힙니다.

### ■재를 가두어 둔다.

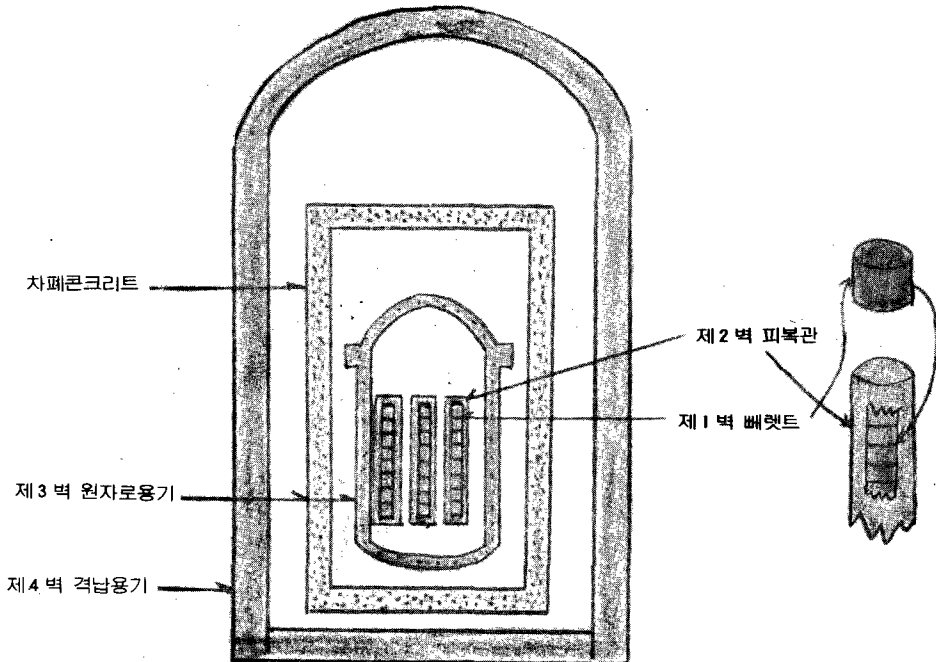
燃料棒속에서 탄 우라늄燃料材가 밖으로 나오지 않도록 하기 爲해 몇개의 壁이 設計되어 있습니다.

第1壁(베렛트): 酸化우라늄을 굳혀서 태운 物質(질그릇 종류)로 되어 있습니다.

第2壁(被覆管): 耐震性的 지르코늄으로 만든 管으로 베렛트를 감싸고 있습니다.

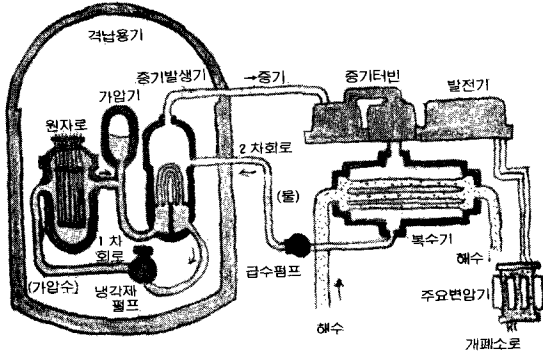
第3壁(原子爐容器): 爐心과 1次冷却水를 넣을 수 있는 두께 22.9cm의 강철로 만든 容器입니다.

第4壁(格納容器): 두꺼운 강철과 콘크리트로 만들어져 있으며 原子爐, 冷却材 回路가 들어 있습니다.



### ■一次冷却水の 安全循環

原子爐에서 熱을 運搬하는 一次冷却水는 불순물을 包含하고 있어 放射能을 오염시킬 염려가 있어서 淨化装置를 붙여 불순물을 除去합니다. 그리고 1次 冷却水는 막힌 回路(閉回路)를 순환하기 때문에 차폐벽밖으로 나오지 않습니다. 그리고 各冷却水系는 各各 獨立되어 있어서 放射能이 밖으로 나올 수 없습니다.



### 13. 原子力發電所의 放射能管理

#### ■原子力發電所에서 放射能이 나오는가?

原子力發電所의 安全性을 強調한 나머지 “平常 運轉時에는 放射能이 나오지 않는다”라고 說明하는 수가 종종 있을지 모르겠습니다만 이 表現은 正確한 것은 아닙니다. 原子力 發電所에서 나오는 放射能(放射性 物質)에 對한 바른 說明은 “平常 運轉中에도 放射性物質이 나오지만 그 量은 問題될 必要가 없을 程度의 小量이다. 즉, 안 나온다고도 말할 수 있을 程度로 조금밖에 나오지 않는다”입니다.

앞에서 얘기한 것처럼 放射能은 5개의 壁을 通過해야 밖으로 나올 수 있습니다.

그러면 放射性物質이 생기는 場所는 어디일까요? 그것은 물론 原子爐속입니다.

放射性物質은 1) 우라늄燃料가 核分裂한 結果 放射性物質로 變한다.

2) 原子爐壓力容器內的 物質이 放射化한다.

고 하는 2個의 原因中 어느 것에 依해서 생깁니다. 생겨난 放射性物質이 量으로 比較하면 1)에 比較해서 2)가 대단히 작습니다.

따라서 이렇게 생겨난 放射性物質에 對해 어떤

#### 對策이 세워져 있는가?

먼저 1)에 對해서는,

原子力發電所에서는 放射性物質을 가두고 있는 防壁은 5重의 構造로 되어 있습니다.

① 베렛트: 放射性物質은 우라늄의 核分裂에 依해서 생기는 것으로 그 發生하는 場所는 베렛트입니다. 베렛트는 우라늄 酸化物이라고 하는 化學적으로 安定된 것을 高温으로 태워 굳힌 것인데 放射性物質의 大部分은 베렛트속에 남아 있습니다.

② 被覆管: 베렛트가 들어 있는 燃料棒의 被覆管은 단단하게 싸여 있어서 베렛트의 外部에 나온 小量의 稀가스는 被覆管 속에 쌓여서 燃料棒밖으로 나올 수 없도록 되어 있습니다.

③ 壓力容器: 被覆管은 핑홀이 생기지 않도록 管理되고 있으나 어떤 原因에 依해 原子爐 運轉中에 燃料棒의 被覆管에 핑홀이 생겨 稀가스가 새어 나올 수 있습니다. 그 경우에는 燃料全體를 1次 冷却材의 높은 壓力에도 견딜 수 있는 構造로 만들어져 있는 壓力容器로서 큰 기밀성을 갖고 있으므로 1次 冷却材속에 흘러나온 放射性物質이 外部에 나오지 않도록 되어 있습니다.

④ 格納容器: 壓力容器的 바깥에는 강철로 만들어진 格納容器라 하는 防壁이 있어 主要한 原子爐 施設을 保護합니다. 이것은 原子爐가 最惡의 事態가 發生한 경우에 原子爐에서 나온 放射性物質을 가두어 放射能을 減少시키기도 하고, 放射性物質을 吸收하는 등 주변의 波曝綠量을 낮추는 役割을 하고 있습니다.

⑤ 原子爐建物: 가장 바깥에는 두꺼운 콘크리트로 만들어진 原子爐建物이 있어서 放射性物質이 밖에 나오는 것을 防止합니다.

따라서 燃料棒속에 생긴 放射性物質이 原子爐施設밖으로 나오기 爲해서는 이러한 5個의 防壁을 通過해야만 하기 때문에 放射性物質이 나오는 것은 대단히 어렵습니다.

이번에는 2)의 說明입니다.

原子爐에서 發生한 熱에너지를 뽑아내어 이것을 터빈에 傳達하기 爲한 熱傳達材(冷却材)에는

될 수 있는대로 純粹한 물을 使用합니다. 또 輕水型의 原子爐 壓力容器內面은 스텐레스等 부식이 잘 안되는 材料로 되어 있습니다. 따라서 이 불순물은 主로 原子爐 壓力容器中에서 燃料棒의 中性子에 依해서 유도적인 放射能을 띠게 됩니다. 한편 이 冷却材는 막힌 回路속을 回轉하는 것으로 밖으로 나올 수 없기 때문에 冷却材의 不純物도 밖으로 나올 수 없습니다. 또 冷却材(물)는 淨化장치속을 通過하기 때문에 不純物을 제거합니다.

■被覆管에 핑홀이 있다면,

燃料의 被覆管에 핑홀이 있다면 어떻게 될까요? 放射性物質의 一部가 그 핑홀에서 나올지도 모르나 그곳은 原子爐 壓力容器속입니다. 即, 冷却材의 흐름이 막힌 回路속이라는 것은 이제까지의 說明에서도 알 수 있었읍니다만 밖으로 나올 수 없는 것입니다.

萬若, 被覆管에 생긴 핑홀이 크다면 그곳에서 나오는 放射性物質의 量이 淨化裝置속에서 除去되지 않는다면 어떻게 될까요? 冷却材 속의 放射性物質의 量, 即 放射性物質의 濃度는 언제나 감시되고 있습니다. 그렇기 때문에 그 濃도가 짙어진다면 原子爐의 運轉을 정지하여 핑홀이 있는 燃料棒을 安全한 方法으로 꺼내고 새 燃料棒으로 갈아 넣읍니다.

■放射性物質의 處理

原子力發電所에서 發生하는 放射性物質은 氣體모양의 것, 물에 溶解된 液体모양의 것, 固体모양等 3가지가 있습니다.

氣體모양의 것은 감쇠탱크나 활성탄식 희가스 흡 더덕裝置에 依해서 放射能을 充分히 감쇠시켜 필터를 거쳐 粒子모양의 放射性物質을 除去한 後에 放射性物質의 量을 測定하여 安全을 確 3한 다음 大氣中에 放出합니다.

液体모양의 것으로 세탁액等의 放射能濃도가 낮은 것은 放射能을 測定하여 安全을 確認한 後에 冷却用 海水에 섞어 바다로 흘려 보냅니다. 그 밖의 液体는 필터나 이온교환수지를 투과시켜 汚染을 除去하거나 어떤것은 증발농축장치로 증발 濃縮시킵니다. 거기서 생긴 물의 大部分은 再利用하여 濃縮廢液은 콘크리트等으로 굳혀서

드럼에 넣어 放射性 固体廢棄物저장창고에 安全하게 保管시킵니다.

固体모양의 것 中 필터스랏지와 使用한 이온교환수지 같은 放射能이 많은 것은 저장탱크에서 長期間 저장하여 充分히 감쇠시킨 다음 콘크리트와 함께 드럼에 넣어두지만 종이와 천 같은 것은 압축, 소각等의 方法으로 處理한 다음, 콘크리트와 함께 드럼에 넣어 放射性 固体廢棄物 저장창고에 安全하게 保管합니다.

■放射能 公害는 없다.

그런데 發電所에서 排出되는 放射性物質의 濃度는 어떤 것일까요? 그런데 身體와 環境에 影響을 줄 수 있는가? 라는 의문이 생기겠지요?

原子力發電所의 安全에 對해서는 原子力委員會 및 原子力局, 原子力安全局에서 엄격한 試驗을 거치게 되어 있습니다. 그리고 放射能이 人體에 影響을 주는 問題에 있어서는 國際放射線防護委員會(ICRP)라는 機關에서 取扱하고 있는데 이 機關은 世界의 有名한 放射線關係學者가 모여 人類가 放射能에 依해서 害를 받는 것에 對하여 檢討하는 機關입니다. 그리고 이 委員會는 被曝量과 放射性物質의 濃度에 對해서 엄격하게 권고하고 있습니다. 우리나라도 이 권고를 받아들여 施行하고 있습니다. 이 권고基準을 보면, 一般國民의 許容被曝線量은 年間 500mrem(醫療, 自然放射能 除外)으로 決定되어 있고, 氣體는 몇 10年間 계속되어도 이 基準의 1/10以內이기 때문에 걱정할 것은 못 됩니다. 또 排水에 對해서는 매일 2.2ℓ씩 連續하여 몇 10年間이라도 마셔도 그 基準의 1/10以內입니다. 平常 運轉時의 原子力發電所에서 나오는 放射性物質의 管理에 對해서는 그 濃도가 이 基準에 맞을것은 勿論, 放射性物質의 放出을 “가능한한 낮춘다”는 方針이 세워져 있습니다.

■使用한 燃料는 어떻게 하는가?

原子爐에서 使用이 끝난 燃料는 發電所內의 燃料실에서 數個月間 물 속에서 冷却시켜 容器에 담아 再處理工場에 보내져 그 工場에서 燃料 속에 남아있는 우라늄과 플루토늄을 회수하게 됩니다. 再處理施設은 우리나라에는 아직 없어 外國에 보내어 處理하게 됩니다.