

最近 原子力施設에 대한

放射線모니터링

企 劃 室

將次的 에너지源으로서 原子力の 重要性이 增大됨에 따라 安全性確保와 環境保全에 萬全을 期하지 않으면 안된다. 또한, 放射性同位元素와 放射線發生裝置 利用은 技術이 점차 開發되어서 廣範한 分野에 걸쳐 利用되고 있는 바, 특히 放射線被曝에 대한 防護에 嚴重한 放射線防護對策 및 放射線管理가 必要하다.

最近 原子力施設에 있어서의 放射線 防護에 대하여 한층 더 規制強化가 必要하게 되었으며, 이에 따라 放射線모니터링에 대해서도 廣範한 高度性能을 要請하게 되었다.

原子力施設에 대한 放射線管理를 위해 從前에는 各種 放射線모니터링이 用途에 따라 使用되어 왔고, 이 各種 放射線 모니터링으로부터 얻은 情報蒐集과 이의 集計, 解析, 評價를 위해서는 專門技術者의 방대한 勞力을 必要로 하였다. 이들 大量的 情報入手に 의한 處理가 限界點에 到達하게 되어 省力化와 精度向上을 目的으로한 시스템을 採用하게 된 것이 最近의 特徵이라고 할 수 있다. 그리고 앞으로도 各種 放射線測定器 및 管理機器에 計算機가 導入되고, 省力化, 高速應答化, 로보트化되어 被曝低減을 위한 一翼을 擔當하게 될것으로 보인다. 다음은 最近 日本에서 採用되고 있는 放射線管理시스템 및 放射線모니터링의 實例를 紹介한 것이다.

1. 個人被曝管理用 모니터링시스템

原子力施設에서 일하는 所謂 放射線作業從事者數는 每年 增加하고 있다. 이들 放射線作業從事者에 대해서는 各 個人의 放射線被

曝量을 保存, 管理가 義務化되어 있다. 이 경우 對象으로는 施設常時作業者 외에, 施設프랜트의 定期點檢과 修理를 위해, 一時的으로 大量 出入하는 臨時作業者도 包含해서 생각해야 된다. 더구나 이들 臨時作業하는 사람들 중에는 放射線에 대한 知識이 없는 사람들도 있다. 이러한 사람들을 大量으로, 能率的으로, 確實하게 個人被曝量을 監視, 管理하는 것이 原子力施設에 대한 放射線管理시스템에 있어서 큰 問題이다.

被曝經路로는 空間의 γ 線, 中性子線 등에 의한 外部被曝과 放射性 먼지가 손발과 衣服에 附着하였다가 呼吸과 飲食에 의해 體內로 들어가서 内部被曝을 일으키는 두가지 케이스가 있다. 이와 같은 被曝케이스에 따라, 各種 測定器가 使用되는데, 集團監視 및 管理를 目的으로 計算機에 의한 데이터 處理의 方向으로 나아가고 있다.

여기서는 被曝監視用 시스템으로 각기 케이스에 대하여 大略 紹介한다.

(1) 全身表面汚染모니터링

原子力施設의 放射線管理區域內에서 作業한 者는 그 施設에서 退出할 때에는 身體表面의 放射能汚染의 有無를 체크해야 되는데 從前까지는 핸드후드크로즈모니터링이 使用되어 왔다.

大面積의 GM計數管 또는 가스消滅型 計數管을 使用하여 손바닥과 손등 및 발바닥과 발등의 放射能汚染을 測定하며, 衣服表面에 대해서는 포오터블 檢出器플로우프를 使用하여 測定하는 方法이다. 이와 같은 모니터

링으로는 全身을 短時間에 測定하기는 困難하며, 故意가 아니더라도 測定하기 어려운 部分이 있음은 不可避한 일이다. 이것을 代身하여 開發된 것이 全身表面汚染 모니터링이며, 이미 많은 原子力發電所에서 使用되고 있으며 또 設置計劃이 進行中이다. 이 모니터링은 全身表面을 可及的 高르게, 그리고 効率的으로 測定하기 위해 檢出器와 大面積의 가스플로우카운터 또는 플라스틱 신틸레이터가 使用되고, $\beta(\alpha, \gamma)$ 線에 대해 높은 計數効率을 갖고 있다.

가스플로우式 檢出器를 合計 23個를 使用하여 全身表面을 測定할 수 있도록 配置되어 있는 것도 있다.

플라스틱 신틸레이터를 使用할 경우에는 가스플로우式에 比하여 백그라운드의 γ 線 영향을 받기 쉽기 때문에 遮蔽에 充分한 考慮가 必要하다.

이 裝置에는 入口와 出口에 門이 設置되어 있고, 測定은 門이 閉鎖狀態에서 하게 된다. 門의 開閉은 自動式이며 測定이 끝난 時點에서 全身表面의 汚染有無가 檢知되어 設定레벨以下로 汚染된 경우에는 出口門이 열리고 被檢者가 管理區域밖으로 나갈 수 있다. 汚染이 認定되었을 경우에는 警報가 울리고 汚染部位가 表示됨과 同時에 出口門은 잠기고 入口門이 열려 被檢者는 管理區域으로 되돌아가서 除染한 후에 再次 모니터링의 檢査를 받게 된다.

이러한 裝置의 原子力發電所 使用條件을 생각하면, 많은 人員의 作業者를 원활하게 退出시키려면 4~6臺를 設置할 必要가 있다. 모니터링으로부터의 計數데이터와 警報出力은 外部로 꺼낼 수 있게 되어 있으며, 管理室에서도 監視할 수 있고, 또 測定데이터 등을 集計하여 記錄으로서 남길 수도 있다.

◎ 시스템의 主要示方

測定線種: $\beta(\gamma)$ 線

β 線檢出感度: 양손, 발바닥 $5 \times 10^{-6} \mu \text{Ci/cm}^2$

그밖의 部位 $1.2 \times 10^{-5} \mu \text{Ci/cm}^2$
단, 測定時間 15秒사이에 $10 \times 10 \text{cm}^2$ 의 U_3O_8 面線源을 使用하였을 경우

計數가스: PR가스 또는 Q가스

測定時間: 60秒까지 任意로 設定可能

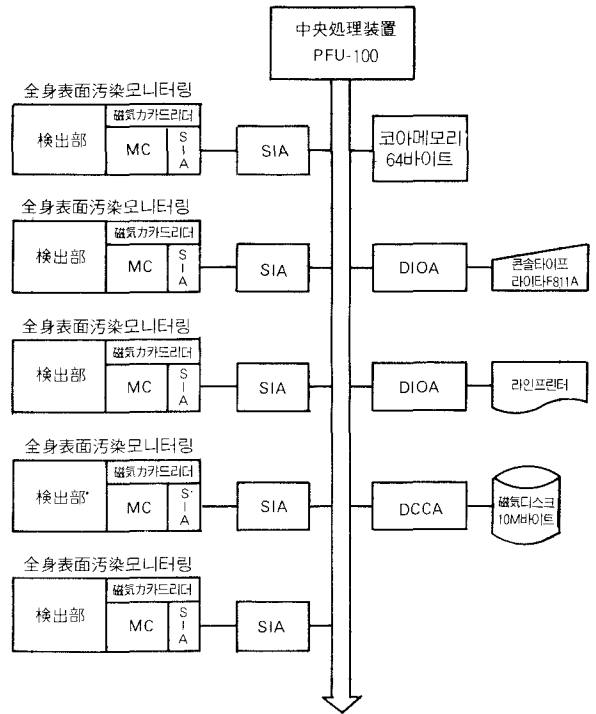
警報레벨: 任意로 設定可能

外形치수: $2300 \times 1000 \times 1000 \text{mm}$ (H×W×D)

重 量: 約500kg

이 밖에 다음과 같은 機能을 갖고 있다.

- ① 백그라운드測定 및 校正이 自動化되어 백그라운드의 自動減算을 함으로써 항상 安定된 警報設定이 可能하다.
- ② 結定結果의 汚染密度換算을 할 수 있으며, 統一된 管理單位로 데이터保存, 帳票出力이 可能하다.
- ③ 自動化에 따라 被檢者에게 特別한 知識이 不必要하며, 退場管理를 容易하게



全身表面汚染모니터링構成圖

할 수 있다.

- ④ 測定分布(汚染된 部位, 汚染이 생긴 장소, 測定日時, 作業内容等)를 集計할 수 있으며, 必要한 데이터를 쉽게 얻을 수 있다.

(2) 홀바디카운터

體内に 攝取된 放射性物質의 一部는 尿 또는 그밖의 物質과 함께 比較的 빨리 排泄되지만 어떤 것은 體内に 남아서 内部被曝을 받게된다. 이와 같은 體内の 残留放射能을 體外에서 測定하기 위해 홀바디카운터가 使用된다. 天然의으로 存在하는 放射能和 外部의 放射線源의 測定에 주는 영향을 低減시키기 위해, 檢出器는 遮蔽體중에 收容하고, 被檢者도 이 遮蔽體속으로 들어가서 測定한다.

遮蔽體로서는 100~150mm두께의 鐵材가 使用되고 있으나 市販하고 있는 鐵材에는 ⁶⁰Co이 包含되어 있는 경우가 많기 때문에 그 含有量이 적은것을 잘 알아서 使用하여야만 한다. 遮蔽體의 構造는 用途에 따라 여러가지 方式이 있지만 原子力施設用은 一般的으로 screening을 主目的으로 하고있기 때문에 體幹部만을 遮蔽하는 簡易새도우실드方式이 使用되고 있다. 홀바디카운터는 體内로부터의 γ 線을 測定하는 경우 檢出器로서는 5"φ × 4"Nal(Tl) 신틸레이터, 또는 100×200×440mm(t×w×l) 정도의 플라스틱 신틸레이터가 使用된다. 플라스틱신틸레이터는 比較的 低廉한 價格으로 入手할 수 있고 Nal(Tl) 신틸레이터에 比하여, 總體的으로 感도가 높아 短時間에 測定하는데에 適合하다. 原子力發電所에서는 많은 人員에 대한 screening 을 主目的으로 하고있기 때문에 플라스틱 신틸레이터方式인 裝置로서 그로스計數에 의해, 異常이 認定된 者에 대하여 Nal(Tl) 신틸레이터로 汚染核種의 分析을 한다는 方法을 一般的으로 행하고 있다.

플라스틱신틸레이터를 裝備한 것을 標準으로 하여, Nal(Tl) 신틸레이터를 併設할 수

있는 構造로 되어 있는것도 있다.

이 裝置의 主要示方은 다음과 같다.

◎主要示方

檢出感度: ¹³⁷Cs에 대하여 $1 \times 10^{-3} \mu\text{Ci}$
⁶⁰Co에 대하여 $5 \times 10^{-3} \mu\text{Ci}$
단, 測定時間 플라스틱 2分
Nal(Tl) 10分
綿源 全身 均一分布 관통

플라스틱, Nal(Tl) 신틸레이터併用形의 경우 被檢者는 寢臺에 누워, 옆에 있는 스위치를 누르면 自動的으로 침대가 測定位置까지 進入하여 미리 設定한 測定時間동안 計數된다. 測定結果에 대해서는 異常有無의 判定을 함과 同時에 個人的 被曝量을 保存 管理해야 되는데, 많은 人員을 對象으로 하고있기 때문에 방대한 데이터가 蓄積된다. 이와 같은 데이터의 整理, 評價保存에는 많은 人力을 要하기 때문에 計算機를 導入하여, 省力化와 管理精度의 向上, 處理의 迅速化를 期한 시스템으로 構成된 것도 있다. 이 시스템에서는 裝置의 制御, 體内汚染의 有無判定, 데이터保存, 各種 管理用 帳票作成 등을 計算機에 의해 하고 있다.

(3) 個人被曝出入管理시스템

原子力施設의 管理區域에 出入할 때에, 障害防止라는 點에서 放射線管理를 正確하게 하기 위해 그 出入口에서 各種 手續과 체크를 하게 되며, 또 管理區域内에서는 個人的 外部被曝測定을 하지 않으면 안된다. 個人的 外部被曝測定에는 從前의 필름벤티지(FB)와, 最近의 熱螢光線量計(TLD)가 一般的으로 使用되고 있으며, 이것들은 小形, 輕量이기 때문에 휴대하기가 便利하고 값이 低廉하다. 특히 TLD는 FB에 比하여 測定精度가 좋은 점과 간단히 리더로 被曝量을 읽을 수 있기 때문에 磁氣카드 등과 併用하여 個人코오드 그밖의 데이터와 함께 計算機에 直接入 力하여 個人被曝管理用으로서 便利한 시스템

이開發되어 있다. 그러나 이것들은 測定結果를 리더로 읽은 후가 아니면 알 수 없기 때문에 萬一, 作業중에 多量の 被曝을 입었다 할지라도 그 자리에서 警報를 할 수가 없다.

以上과 같은 點에서 最近 原子力發電所에서는 主로 小形GM計數管을 檢出器로서 積算線量을 連續的으로 測定하여 미리 設定한 線量에 達하면 警報音이 울리도록한 포켓形 警報線量計를 採用하게 되었다. 이 警報레벨은 作業場所와 内容에 따라서 設定되며 作業者는 警報를 받았을 때, 即刻 作業을 中止하고 退出한다.

이 포켓形 警報線量計는 이미 製品化되었고, 여기에 計算機用入力端子를 設置하고 門이 달린 自動判讀裝置와 함께 組立하여 個人被曝出入管理시스템을 完成하고 있다. 이 門이 달린 自動判讀裝置는 出入口에 門이 設置된 出入管理用 문과 電算機의 端末裝置를 겸한 것으로서 放射線管理區域으로 드나드는 出入口를 만들어 作業者가 入退할 때에 磁氣카드로 個人코오드를 入力하고, 端末裝置로 포켓形 警報線量計의 機體番號와 計測値를 읽게하고 日時, 作業場所, 作業内容등의 코오드를 入力한다. 여기서 入域者의 資格체크, 포켓形 警報線量計의 良否체크를 하게되고 退域時에는 個人코오드番號, 포켓形 警報線量計의 機體番號가 入域時와 一致되는가를 체크하고 被曝線量을 읽을 수 있다. 作業者는 이와같은 체크가 끝나기 前에는 管理區域에 대한 出入을 못하게 되며 많은 人員에 대하여 正確하게 個人被曝出入管理를 할 수 있다.

포켓形 警報線量計의 主要 示方은 다음과 같다.

◎主要方法

- 檢出器의 種類 : GM計數管
- 測定 線 種 : 0.1~2MeV의 X線및 γ線
- 積算線量表示 : 發光다이오드 000~999mR
- 積算 精 度 : ±10%以內(¹³⁷Cs線源)

- 警報 設定 : 스위치設定
- 警報 音 : 20cm間隔을 두어 100
- 電 源 : 充電池式
- 外形 치 수 : 132×60×31mm
- 重 量 : 約 300g

II. 管理區域持出物品의 表面汚染測定裝置
 管理區域持出物品이 一般環境으로 옮겨질 때의 表面汚染密度의 測定을 包含하여 그 取扱에 萬全의 管理가 要求된다. 그러나 現在로는 管理區域으로부터 物品을 옮길때의 測定은, 作業人의 手動測定에 의한 方法이 大部分으로서 測定結果에 차질이 생길 것은 不可避하다. 또 管理區域持出用 傳票는 測定할 때마다 測定者에 의해 記入하고 있는데 持出物品의 數量이 많아질 時期에는 많은 人力이 必要하게 된다. 새로 開發된 裝置는 測定을 自動化하여 測定結果에 차질을 없게하고, 프린터에 의해 持出傳票를 自動作成한다.

工具등의 小形物品을 對象으로한 裝置로서 管理區域出口에 設置하여 物品을 꺼내는 門에 록크機構를 두어 物品을 옮길때의 게이트機構를 겸하고 있는것도 있고, 용기, 파이프, 발판등의 大形物品을 對象으로 한 것도 있다.

檢出器에는 大面積 가스플로우카운터를 使用하여 β(γ)線을 測定한다. 檢出感度로서는 被測定物의 形態에도 달렸으나 最高 1×10⁻⁵ μ Ci/cm²程度를 얻을 수 있다.

이와 같은 裝置는 被測定物品의 크기에 따라 檢出器가 自動的으로 移動하여 항상 좋은 測定條件이 되도록 考慮되어 있다. 그리고 測定結果는 미리 設定한 物品코오드와 함께 프린터에 表示되는데 大形物品用에는 마이크로 컴퓨터가 內藏되어 物品의 表面을 走査하여 測定한 結果에서 그 最大値를 表面汚染密度로 換算하여 出力할 수 있다.

이와 같이 放射線障害防止의 觀點에서 放射線管理用모니터링은 더욱 高度性能이 要求될 것이다.