

<解 說>

# 放射線 加工 處理 施設의 利用 및 安全性

## Utilization and Safety of Radiation Processing Demonstration Facility

團野 皓文\*

Danno Akibumi

(IAEA expert)

Korea Atomic Energy Research Institute

本原稿은 IAEA EXPERT로서 韓國原子力 研究所에 設置된 放射線 加工 處理施設 運營에 대한 技術援助를 爲해 協力하고 있는 團野皓文氏가 本學會를 위하여 奉仕的으로 投稿해준 것이고 其翻譯 및 整理는 陸鍾澈氏가 해준 것이다. 未備한 點이 있더라도 讀者의 諒解를 求합니다. (1976年 2月 16日)

### 1. 緒 論

韓國에 있어서 原子力의 平和의 利用은 大端한 發展을 보이고 있으며 特히 原子力 發電은 其 第1號機가 古里에 建設되어 今年內로 發電이 可能하게 되었고 繼續하여 第2號, 第3號機의 建設이 計劃 推進中에 있다. 한편, 放射線 利用의 發展도 急進되어 昨年 U.N.의 援助 下에 放射線 加工 處理 施設이 韓國 原子力研究所에 新設되었다. 原子力의 平和의 利用에는 이와같이 發電 爐의 開發과 放射線의 利用이라는 二重性이 있다. 特히 放射線 利用은 原子爐에서 生産되는 放射性同位元素(R. I.)의 利用, 既使用 核燃料의 再處理에서 生기는 核分裂 生成物과 電氣의 加速된 높은 energy의 放射線 利用 등 多方面의 利用이 있다. 여기서는 放射線利用의 現況을 紹介하고 同時에 韓國 原子力研究所에 新設된 放射線 加工 處理 施設의 概要를 紹介하고 其利用의 安全性에 對하여 報告하기로 한다.

### 2. 放射線 利用의 現況

放射線 利用은 放射線의 化學的 作用 및 生物學的 作

用을 利用하는 것이고 高分子의 架橋나 纖維의 改良을 目的으로 하는 放射線化學과 醫療器具나 衛生材料 等の 放射線殺菌 및 食品 照射 등 여러 分野에서 工業化되어 있다. 各種 放射線中 現在 利用되고 있는 放射線源은 Co-60 및 Cs-137의  $\gamma$ -線과 電子 加速器에서 發生하는 電子線이 主로 使用되고 있다. 放射線의 工業的 利用은 表 1과 같이 두가지 分野로 大別하고, 하나는 Gamma線 照射이고 또 하나는 電子線 照射이다.

Gamma線 照射의 特徵은 大容量의 Co-60 또는 Cs-137의 RI線源을 使用하여 大量의 試料를 均一하게 照射할 수 있고 加速器에 比하면 出力이 적어서 放射線을 觸媒의 利用함에 其效率이 높고 또한 RI線源은 保修가 容易하고 照射 施設을 無人 運轉할 수 있다.

한편, 電子線 照射의 特徵은 大出力의 電子加速器를 利用하므로 短時間內에 大線量의 照射가 可能하다는 것이다. 但  $\gamma$ -線에 比해 電子線은 其透過力이 弱하여 두꺼운 試料의 處理가 固難하며 人工의 發生시킬 수 있어서 Beam의 on-off가 自由롭다는 利點이 있다. 上記 表-1의 process中 放射線處理에 必要한 線量, 線量率 및 線源의 種類들 中 몇가지만 表-2와 같이 表示한다.

現在까지 企業화된 process는 電子線 照射에 依한 cross-linked polyethylene의 製造나 Co-60  $\gamma$ -線 照射에 依한 醫療 器具의 殺菌等 比較的 工程이 簡單하나 其放射線處理의 特徵을 發揮한 process가 많다. 最近에 放射線의 化學的 作用을 잘 利用한 process 即 木綿과 polyester 混紡布地의 電子線 處理나  $\gamma$ -線 照射에 依한 acylamide의 高分子量 polymer의 製造等이 있다. 本 解説에서는 이번 新設된 放射線 加工 處理 施設에서 實驗 및 利用되는 事例 몇 가지에 對해서 簡單히 說明하

\* 鹿兒島 大學 農學部 教授 理博  
鹿兒島市郡元 1丁目 21-24

表-1. 放射線 工業 利用의 두가지 分野

	gamma線 照射	電子線 照射
特 徵	(1) 觸媒의 作用 (2) 均一照射 (3) 無人運轉	(1) 短時間 處理 (2) 高線量率 (3) on-off가 自由
pro- cess	(1) 放射線合成 및 放 射線 殺菌 (2) Wood-plastic 複 合材 (3) 放射線 重合 및 食 品照射	(1) 高分子의 改質 (放 射線 架橋) (2) 放射線 graft 共重 合 (3) 放射線 硬化 (curing)

表-2. 放射線 處理에 必要한 線量

Process	線 量 (Mrad)	線 量 率 (rad/h)	線 源
Polyethylene의 架橋	4~40	10 <sup>7</sup> ~10 <sup>10</sup>	x, e
天然고무의 加硫	10~50	10 <sup>8</sup> ~10 <sup>10</sup>	x, e
塗料의 curing	0.1~8	10 <sup>8</sup> ~10 <sup>10</sup>	e, x
Wood-plastic composite	0.5~5	10 <sup>4</sup> ~10 <sup>8</sup>	x
放射線 graf 共重合	0.05~5	10 <sup>4</sup> ~10 <sup>13</sup>	x, e
木綿-polyester 混紡布 處理	0.1~1	10 <sup>7</sup> ~10 <sup>9</sup>	e
放射線 重合	0.05~10	10 <sup>4</sup> ~10 <sup>9</sup>	e, x
Trioxane重合	0.05~2	10 <sup>7</sup> ~10 <sup>9</sup>	e
Acrylamide 水溶液重合	0.2~5	10 <sup>4</sup> ~10 <sup>6</sup>	x
Ethylbromide 合成	0.24	10 <sup>5</sup>	x
Potato, onion 發芽 防 止	0.01~0.5	10 <sup>4</sup> ~10 <sup>6</sup>	x
醫療用 器具의 殺菌	2~5	10 <sup>8</sup> ~10 <sup>10</sup>	x, e

但 x는 x線 및  $\gamma$ -線, e는 電子線을 表示한다.

기로 한다.

### 2-1. Polyethylene의 架橋

高分子에 對한 放射線 效果이고 가장 重要한 것은 架橋(cross-linking)의 生成이다.

適當한 線量(表-2)으로 照射하면 大端히 優秀한 物性을 가진 高分子로 改良된다. 架橋된 高分子는 耐熱性 耐溶劑性이 좋은 것이 얻어지고 이 製品의 用途는 많다.

Polyethylene은 放射線에 依해 容易하게 架橋됨으로 일찍기 實用化되어 있다. 이는 耐熱性의 向上, 透明性의 改善, 熱收縮性의 賦與 같은 性質을 利用한 것이다. 架橋한 polyethylene 被覆電線은 耐熱性이 良好하여 TV의 配線, 電氣 冷藏庫의 配線等에 使用된다. 熱收縮性 polyethylene-film은 氣密을 要하는 食品, 精密을 要하는 食品, 精密機械 部品の 包裝材料로서 使用된다.

### 2-2. 塗料의 放射線 硬化

放射線으로 vinyl monomer를 照射하면 觸媒를 加하지 않고도 容易하게 重合된다. 이를 放射線 重合(radiation-induced polymerization)이라고 한다. 放射線 重合의 特殊한 應用例로서 塗料의 放射線 硬化(Radiation curing)가 있다. 이는 塗料의 塗膜에 放射線을 照射하여 塗膜을 硬化(cure)시키는 方法이다.

放射線硬化의 特徵은 塗料로서 不飽和 polyester를 base로 하고 vinyl monomer를 加한 樹脂를 使用하고 塗膜을 電子線으로 照射하면 短時間(數秒 以下)에 硬化되는 것이다. 加熱法에 比하여 硬化時 溫度上昇이 적고 塗膜의 龜裂, 氣泡의 發生이 적어 熱에 弱한 材質에도 應用된다. 또한 從來法과 比較하여 加熱爐가 不必要하고 溶劑를 使用하지 않음으로 大氣의 污染 問題도 없다 放射線 硬化는 最初 合板의 塗裝에 應用되었다. 最近 自動車의 plastics 部品の 塗裝 및 통조림 罐頭 薄板 鐵板의 防鏽塗裝이 大規模로 施行되고 있다.

### 2-3. 纖維의 改質

放射線 graft 共重合 (radiation-induced graft-copolymerization)은 幹이 되는 高分子 A에 接가되는 monomer-B를 放射線 照射에 依해 共重合 시킨 것이다. A, B의 組合 如何에 따라서 새로운 性質의 共重合體가 얻어진다. 放射線 graft 共重合은 高分子의 鍍金과 같은 것이고 高分子나 纖維의 品質 改良에 有力한 方法이 된다. 이 改質은 木綿이나 rayon(人造絹絲) 같은 天然 纖維에 vinyl monomer를 graft하여 合成 纖維와 같은 性質을 賦與하는 方法과 nylon이나 polyester 같은 合成 纖維에 親水性의 monomer를 graft시켜 天然 纖維와 같은 吸濕性을 주는 方法이다. 實例로서 polyester (65%)와 木綿(35%)과의 混紡地는 一般적으로 와이사쓰地로서 利用되고 있으나 靜電氣에 依한 汚着이 있다. 이 缺點을 改善하기 爲한 特殊한 藥品을 使用하고 이 生成에 放射線 graft함으로써 洗濯時 汚着이 잘 떨어져 iron의 永久 press의 效果도 좋은 生地로 變한다.

### 2-4. 醫療器具 및 衛生材料의 放射線 殺菌

放射線이 微生物菌을 殺菌하는 作用을 하는 것은 X-線 發見 當時부터 알려졌다. 放射線과 微生物과의 作用은 複雜한 過程에서 생기나 細胞內의 標的이 되는 微小部分은 특히 放射線에 敏感하고 一定量의 照射로서 致死 作用이 생긴다. 放射線이 細胞에 對한 顯著한 效果는 遺傳形質인 DNA(deoxyribo nucleic acid)와 其關

聯物質인 RNA (ribo nucleic acid)가 放射線에 對해 敏感하여 細胞 增殖과 關聯되는 蛋白質의 合成에 影響을 받게되기 때문이고, 따라서 微生物의 細胞가 放射線 照射로 因해서 죽는다면 이는 照射 直後가 아니고 照射 後에 細胞 分裂 過程에서 죽는 것이다. 即 放射線의 殺菌 效果는 細胞 增殖의 有無에 따라서 判定된다. 一般의 所以 微生物이 放射線에 對한 抵抗性은 有芽 細胞菌이 높고 榮養 細胞性의 微生物은 낮다. 普通 芽細胞菌을 完全히 殺菌하자면 2 Mrad의 照射가 必要하다. 한편 普通 微生物 榮養型細胞에 對한 殺菌 線量은 50~200 Krad로 大端히 낮다. Virus에 對한 放射線抵抗性은 有芽 細胞菌에 對한 殺菌 線量과 거의 같다. 따라서 醫療 器具 및 衛生 材料等에 對한 放射線 殺菌에는 2~5 Mrad의 完全殺菌 線量이 必要하다. 醫療 器具로서는 plastic 製 注射器, 스텐레스製 注射針, 外科 手術用 마스크 및 縫合糸等이다. 衛生 材料로서는 脫脂綿, gauge, 및 봉대 등이 있다. 이들 材料는 미리 清潔한 狀態로 製造하여 多少 두꺼운 polyethylene 푸대에 넣어서 氣密 包裝을 한後 照射해야 한다.

2-5. 食品 照射

食品에 放射線을 照射하여 保存 期間을 延長시키고 衛生的으로 優秀한 食品을 만들고 또한 品質이나 加工 適性을 向上시키는 것은 食品 照射의 特徵이다. 이는 加熱 殺菌이나 藥劑 處理에 依한 從來의 食品保存法과 比較하여 加熱이 不必要하여 食品 本來의 色, 味, 香等の 損失이 없고 照射後도 新鮮한 狀態로 保存된다는 點이다. 또 殺菌, 殺虫, 發芽 防止를 위한 藥劑 處理가 不必要하여 殘留 藥劑에 對한 不安이 없다는 長點이 있다. 더욱이 食品 照射는 照射의 操作이 簡單하고, 包裝 食品, 통조림等을 그대로 處理할수 있다는 特徵이 있다. 食品 照射 方法으로서 線量別로 分類하면 다음 세가지가 된다. 即 (1) 低線量照射(100 Krad 以下), potato, onion 等の 發芽 防止 및 殺菌. (2) 中線量照射(11Krad ~1 Mrad), 生鮮 食品의 貯藏性 延長, 果實類의 熟度 調整, (3) 高線量照射(1 Mrad 以上), 完全 殺菌·食品의 品質 改良 및 加工適性의 向上이다. 食品 照射에는 위와 같은 長點이 있는 反面 放射線 利用이기 때문에 이에 부수되는 各種 問題點도 있다. 特히 公衆 衛生學的 및 榮養學的 見地에서 볼 때 食品 中에 存在하는 榮養素의 破壞 有毒性 物質의 生成, 味, 臭의 變化等에 對한 正確한 分析을 해야하고 뿐만 아니라, 動物의 長期 飼育에 依한 飼育 試驗으로 照射 食品의 健全性 및 無害性이 立證되어야 비로소 實用化될 수 있다는 點이 問題인 것이다. 上記 세가지中 低線量 照射에 依한

potato, onion의 發芽 防止는 放射線 處理의 利點이 많아서 여러나라에서 實用化하고 있다. 韓國에 있어서도 garlic (마늘)의 發芽 防止를 위한 照射는 實用化될 可能性이 많다.

3. 放射線 加工 處理 施設의 概要

韓國에서의 放射線 利用에 關한 研究 開發을 促進시키기 위해 UN의 援助下에 1973年~1976年 4年 計劃으로 放射線 加工 處理 施設(radiation processing demonstration facility)의 建設이 推進되어 왔다. 이 施設은 醫療器具, 衛生 材料의 放射線 殺菌等の 實用化를 目的으로 한 10萬 Ci, Cc-50 照射 施設과 塗料의 放射線 硬化에 關한 技術 開發을 目的으로 한 300 KV 電子 加速器로 되어 있다.

이들 두가지 施設은 鐵筋 콘크리트製 2層 建物內(面積 1,500m<sup>2</sup>)에 있고 建物內 中央은 1,2層이 탁트인 空間으로서 여기에 Co-60 照射 cave와 電子 加速器의 照射 cave가 서로 排合 設置되어 있다. 其周圍는 truck (車)이 直接 出入할 수 있는 넓은 service-area가 있다. 이 空間 周圍의 2層에는 實驗 및 事務室이 있다.

3-1. Co-60 照射 施設

Co-60 照射 裝置는 Canada 原子力 公社製이고, 其最大容量은 50萬 Ci가 되나 現在 10萬 Ci Cc-50이 裝備되어 있다. 이 施設은 國內 最初로 醫療 器具, 衛生 材料의 放射線 殺菌用의 pilot-plant로서 建立된 것이며 그림 1과 같은 構造로 되어 있다. 照射 cave는 두꺼운 concrete壁으로 遮蔽되어 있다. 照射 cave 中央, 바닥 밑에 線源 貯藏 및 組立用 pool이 있다. 線源의 크기는 90×90cm<sup>2</sup>의 板狀線源이고 Co-60의 102,800 Ci (1975年 10月 現在)가 裝備되어 있다. 照射時에 線源은 Hoist에 依해 引揚되고 照射 cave 中央 點에 固定된다. 照射 cave內의 出入은 (被照射物)直角으로 回轉하는 回路로 되어 있고 回路의 一部에 試料의 出入을 위한 roller-conveyor가 設置되어 있다. 照射 試料의 크기는 45×45×45cm<sup>3</sup>의 carton box (보루박스)속에 넣어서 照射시킨다. 最初 未照射인 carton box는 下段 roller-conveyor 위에 놓여 照射 cave內로 輸送되고 照射後의 box는 上段 conveyor에 실려서 外部로 나오게 된다. 이 conveyor에 실려 照射 cave內로 들어간 試料 box는 source pass-conveyor의 hanger 선반(棚)으로 壓送된다. 이 source pass-conveyor는 板狀 線源과 平行하게 前後方 4列로 總計 8列로 走行한다. 또 hanger는 上下 4個의 선반이 있어 이들로써 試料는 板狀 線源

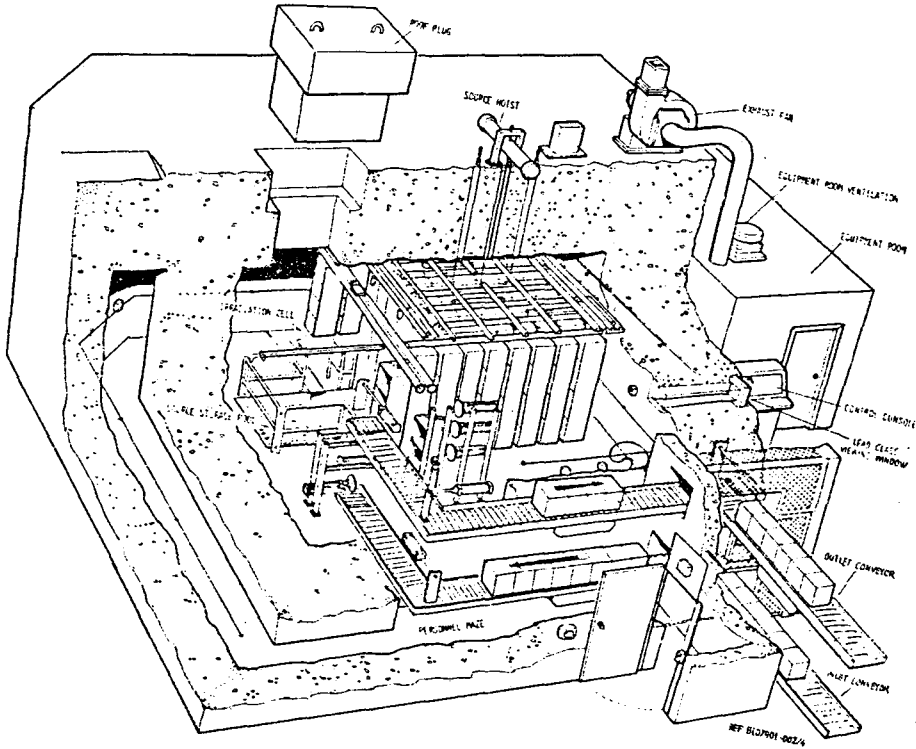


그림 1. Co-60 照射 施設

과 平行으로 前後 8回 移動하고 上下로는 4回 其照射 位置를 바꾸어 照射된다. 現在 Co-60의 容量은 10萬 Ci로 放射線 殺菌에 必要한 照射 線量은 2.5 Mrad고 約 50時間의 照射가 必要하다. 이 條件으로서 1日 carton box의 處理能力은 約 100個가 된다.

### 3-2. 300 KV 電子 加速器

이 加速器는 high voltage engineering社 製作의 工業用 電子線 照射 裝置인 ESP-300 IND이다. 加速 電壓은 300 KV이고, 電流은 25 mA이며 長時間동안 連續運轉이 可能한 加速器이다. 其構造는 그림 2와 같고 直流 高壓 發生 裝置, 加速管 및 走査 裝置로 되어 있고 兩者는 高壓 cable로 接續되어 있다. 加速管 및 走査 裝置는 照射 cave 속에 設置되어 走査窓으로부터 電子線을 外部로 射出시켜 照射한다. 直流 發生 裝置는 絕緣 core 變壓器型 (ICT)이고 이 變壓器 鐵心을 몇個의 core로 分割하여 分割 鐵心을 이루고 各各의 core間은 絕緣되어 있다. 各個 core에는 2次 捲線이 있고 이 2次 捲線은 core와 同一 電位가 되게 倍電壓 整流 回路에 接續되어 있다. 이와같이 많은 整流 回路의 直流 出力은 cascade (直列) 接續으로 되어 高電壓이 얻어진

다. 이들 全體는 SF<sub>6</sub> gas로 密閉된 탱크속에 들어있고 이 部分에서는 放射線이 發生하지 않으니까 照射 cave 外部에 設置된다.

高壓 cable은 直流 發生 裝置로부터 加速管部에 加速 energy를 供給하기 위한 線이고 기름이 들어있는 紙絕緣 cable이 使用되고 있다. 高壓 cable은 接地된 金屬 薄板의 被覆으로 되어 있어서 取扱은 安全하다. 加速管部는 金屬 filament에서 放出된 電子를 加速管 tube 內서 加速시키는 곳이다. 이 tube는 多數의 金屬 電極으로 分割된 特殊 glass ring으로 되어 있고 均一한 電界를 얻기 위해 抵抗 column이 있고 加速管 tube內 高真空을 維持하기 위하여 ion-pump로 排氣되고 있으며 機械적으로 動作하는 곳이 없어서 保修에는 便利하다. 加速 tube의 外側은 SF<sub>6</sub>로 絕緣하여 金屬 tank內에 넣어져 있다. 電子 beam은 加速管으로 加速되어 走査部에 流入되어 電磁石으로 最大 60°C 角度로 回折 走査된다. 走査되는 beam은 Ti 箔의 走査窓(照射窓)을 通하여 大氣中에 帶狀으로 퍼진다. 走査窓(照射窓)의 넓이는 90×2.5 cm<sup>2</sup>이다. 加速器의 操作은 中央에 있는 制御盤으로 操作하고 操從者는 on-off, key switch, 非常 停止 reset push button 등의 操作으로 運轉하게

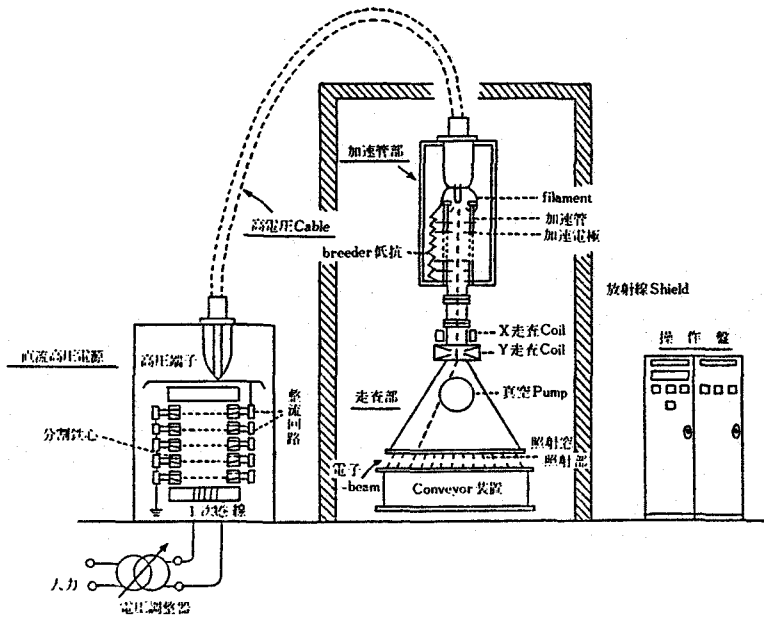


그림 2. 300KV 電子加速器的 構造

되고 操從盤內는 電壓值, 電流值를 미리 調整할 수 있는 機構가 具備되어 있다.

走査窓(照射窓), 밑에 conveyor가 設置되어 있어 試料를 이 위에 얹어서 照射시킨다. 只今 走査幅을 W (cm), conveyor의 移動 速度를 V(cm/sec), 被照射物의 두께를 d(cm), 이의 比重을 ρ(g/cm³), 加速器的 加壓 電壓을 E(MeV), 平均 電子流를 I(μA)라고 하면 被照射物의 平均 吸收 線量 D(Mrad)는 다음式으로 주어진다.

$$D = \frac{\epsilon EI}{\rho WVd} \times 10^{-1} (\text{Mrad})$$

여기서 ε은 照射 効率이다. 하나의 例로서 E=0.3 MeV, I=25×10³ μA, ε=0.5, ρ=1, W=90 cm, d=0.2 cm, V=10 cm/sec. 라면

$$D = \frac{0.5 \times 0.3 \times 25 \times 10^3}{1 \times 90 \times 10 \times 0.2} \times 10^{-1} \approx 2 \text{ Mrad}$$

가 되고 이는 每抄 2 Mrad의 照射를 意味하고 이 線量은 電子 加速器에 依한 照射가 얼마나 強力한가 함을 實證에 주고 있다.

#### 4. 照射 施設의 安全對策

放射線의 工業的 利用은 이미 第 2章에서 記述된 바와 같이 大線量으로 照射하지 않으면 效果가 없다. 이 線量에 比하여 少量의 線量이라도 人體에는 有害한 作用을 준다. 大體로 線量 單位로서는 rad이고 1 rad란 被照射 物質 1 gram當 100 erg의 吸收를 주는 放射線量이라고 定義된다. 生物에 나타나는 放射線 效果는 放射線의 種類에 따라서 다르므로 生物에 對한 線量은 rem이란 單位로 表現되고 이때 放射線의 生物學的 效果는 RBE 因子를 導入하여 rem=rad×RBE로 表示하여 이 線量을 RBE 線量이라고 한다. γ-線이나 電子線인 경우 RBE는 1이니까 rad와 rem과 같은 값이 된다.

工業用 照射線과 人體에 대한 許容 被暴 線量과의 關係는 그림 3과 같다.

그림 3에서 보는 바와 같이 工業的으로 利用되는 線量은 Mard 單位로 表示되고 2~20 Mrad란 大線量을 必要로 한다. 反面 人體에 影響을 주는 線量은 mrem=10⁻³rad을 單位로 測定되는 低線量이다. 이와같이 放射

그림 3. 工業用 照射 線量과 許容 被暴 線量과의 關係

指數	rad單位	rem單位	照射 實施例
10 <sup>6</sup>	Mrad		20 Mrad polyethylene의 架橋
			2.5 Mrad 醫療器具의 放射線 殺菌
10 <sup>3</sup>	Krad		15 Krad potato(馬鈴薯)의 發芽 防止
			500 rem 人間의 致死 線量
10 <sup>0</sup>	rad	rem	12 rem 年間 最大 許容 線量
10 <sup>-3</sup>	mrad	mrem	10 mrem 1週間(40時間)의 許容 被暴 線量
			0.25 mrem 1時間當의 最大 許容 被暴 線量

線 工業 利用에는 大容量의 Co-60 線源 또는 大出力의 加速器가 使用되며 照射 cave內의 放射線 強度는 大端히 높다. 따라서 放射線 遮蔽, intelock, czone 排氣와 火災 防止等에 대한 安全 對策을 充分히 講究해야 한다.

4-1. 放射線 遮蔽

Co-60에서 1.7 MeV와 1.33 MeV의 2個의 γ-線이 放出되어 其透過力은 强하다. 한 例로 普通 콘크리트(ρ=2.23g/cm<sup>3</sup>)로 遮蔽할 경우 두께 約 50cm로 其強度를 1/100로 또 두께 110 cm로 1/10,000로 減衰시킬 수 있다. 따라서 Co-60, γ-線照射室의 콘크리트壁은 充分한 두께라야 한다. 反面 電子 加速器에서 加速된 電子 自體는 γ線에 比해서 透過力이 弱하다. 即 한 例로 1MeV 電子線이라도 2 mm 두께의 Al板으로 阻止시킬 수 있다. 그러나 電子가 物體에 衝突할 때 放射되는 制動輻射 X線은 透過力이 强하기 때문에 이를 콘크리트 壁으로 遮蔽할 必要가 있게 된다. 이 차폐用 콘크리트 壁의 두께는 Co-60 線源의 curie數 또한 電子加速器의 電壓如何에 따라 미리 充分한 차폐能力이 있게 設計되어 있으나 照射은 使用 前에 危險을 防止하기 위하여 放射線의 leakage test를 할 必要가 있다.

그림 4는 Co-60 γ線 照射室의 放射線 leakage test를 한 結果의 一例를 表示한 것이고 表面 ㉠는 service 側, 表面 ㉡는 control room 側의 線量 測定值(數字)며 이 結果值로서 充分히 차폐되어 있음을 確認할 수 있다.

一般의 放射線 作業 從事者의 被暴에 대해서는 ICRP 勸告에 依한 線量 限界가 있다. 職業上 被暴하는 成人에 대한 最大 許容 線量(MPD)는 다음 表 3과 같다.

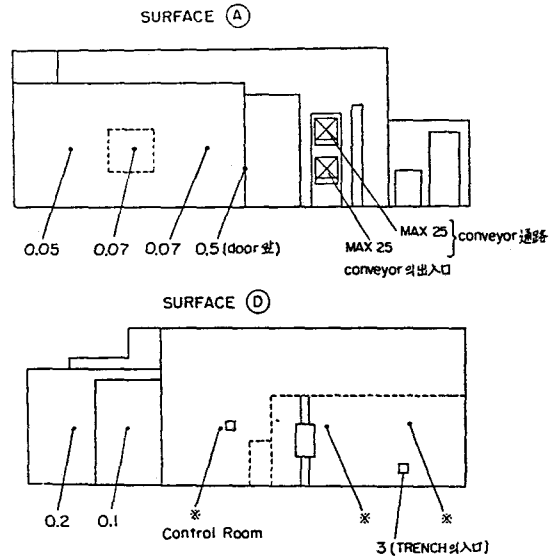


그림 4. Co-60 放射線照射室의 放射線 leakage test의 1例 表面 ㉠ conveyor 側, 表面 ㉡는 control room 側 그림 內의 數字는 VICTOREEN MODEL-493로 測定한 값(單位(MR/hr) ※는 檢出以下 X值

表 3. 職業上 被暴하는 成人의 最大 許容 線量

臟器 및 特定 器官	1年間(rem)	1/4年間(rem)
生殖腺, 赤色 骨髓 (均等 照射일때는 全身)	5	3
皮膚, 骨, 甲狀腺	30	15
손, 前腕, 발, 발목	75	38
其他 單一 臟器	15	8

\* 但 一般 住民의 線量 限界는 上記 MPD의 1/10

ICRP 規定에 依한 上記 表 3 以外의 許容線量은 다음과 같다.

(i) 居住區域 및 事業場外는 1週間に 10 mrem 以下로 한다.

(ii) 管理 區域이란 適當 30 mrem을 超越할 念慮가 있는 곳을 말한다.

(iii) 職業上으로 出入하는 區域은 適當 100 mrem 以下로 한다.

(iv) 其他 場所에 대해서도 適當 100 mrem 以下로 한다.

韓國 原子力 研究所에서는 萬全을 期하여 被暴을 防止하기 위하여 1週間(40時間勤務) 10 mrem 以下로 規定하고 있고 따라서 放射線의 leakage 線量은 0.25 mrad/h 以下가 되게 遮蔽되어 있다.

#### 4-2. Interlock

本研究所 照射 施設은 勿論 一般的으로 放射線 工業 利用의 照射 施設에서 萬一 照射中 作業자가 照射 cave 內에 出入할 때 大量의 放射線量에 被曝되니가 大端히 危險하다.

이를 防止하기 爲하여 모든 照射裝置에는 運轉 指針書가 있으니가 이 指針書를 嚴守할 것은 勿論 操作 機構에 對해서도 充分한 interlock를 設置하여 充分한 安全 對策을 講求 할 必要가 있다. 運轉中 잘못하여 照射 cave內에 出入한 作業자의 被曝 事故를 防止하기 爲하여 線源의 動作을 시키는 回路를 遮斷하는 interlock를 設置해 둘 必要가 있다. 이 裝置는 照射 cave로 通하는 入口에 設置하고 出入門에는 2個 以上の interlock를 붙인다.

2個의 interlock가 同時에 故障를 일으키는 경우는 1個때에 비해 極히 적다.

照射 裝置가 動作하고 있을 때 照射 cave內에 作業자가 없게 하기 爲하여 制御盤에 key를 넣을 때 自動的으로 警報鐘이 울리게 함이 좋다. 이 警報 回路 內에 時間遲延機構를 두면 線源 回路가 動作할 때까지 作業자는 照射 cave로부터 脫出할 수 있게 된다. 이 遲延 機構는 線源이 完全히 格納될 때까지 또는 加速器인 경우 電壓이 完全히 zero가 될 때까지 出入門이 잠겨져 있게 하는 機構로도 使用된다.

Co-60 照射 裝置의 運轉 指針書의 1例를 紙面上 略記 하던 다음과 같다. 即 (1), 作業자는 portable monitor를 携帶 (勿論 dosimeter도 着用) (2), key는 rest-on (3) monitor test button을 누른다. (4), portable monitor를 test source로 動作 確認 (5) key로 出入門을 動作시킴 (6), 出入門의 開門 (7) 門內부의 放射線量 檢査(leakage test)等이다.

#### 4-3. 其他 安全 對策

放射線 以外的 炎害에 대해서도 注意해야 하며 其中 ozone 排氣와 火災 防止 對策도 重要하다.

##### 4-3-1. Ozone 排氣

放射線이 空氣中을 通過할 때 大量의 ozone이 發生한다. ozone은 其特異한 냄새로 感知될 수 있다. 1 ppm

以上の 濃도로 大端한 刺激을 받음으로 ozone을 每日 8時間 呼吸할 때 其許容 濃度는 美國의 경우 0.1 ppm 以下로 規定한다. 放射線裝置에 依해 發生하는 ozone은 blower로 排氣하여 duct를 通하여 煙突로 放出케 한다. 放出된 ozone은 大氣中에서 擴散 및 再結合等으로 酸素로 되어 消滅한다.

Ozone의 發生量은 Co-60 線源의 크기(容量), 加速器의 容量으로 決定되고 運轉中 照射 cave內의 ozone농도는 照射 cave의 넓이, 排氣 blower의 能力等에 關係되므로 이런 點을 考慮하여 換氣量이 算出되어 있다.

##### 4-3-2. 火災防止

大量의 試料를 照射함으로 火災 豫防에 充分히 注意해야 하며 또한 爆發性의 危險이 있는 化學 藥品을 大量으로 使用할 때 藥品으로 因한 空氣의 濃度를 檢査할 必要가 있다. 따라서 照射 cave內에 火災警報器가 設置되어 있고 萬一 cave內서 火氣가 探知되면 直刻 炭酸가스 消火裝置가 動作하여 消火되게 되어 있고 引火 溶劑, 또는 爆發性 가스 取扱에는 가스 探知器를 照射 cave內에 設置 하고 空氣中의 leakage gas 濃도가 爆發限界에 미치지 前에 警報가 發生하여 炭酸 가스 消火裝置가 動作하게 되어 있다.

### 5. 結 言

韓國에 있어서 放射線 工業的 利用은 今般 施設된 放射線 加工 處理 施設로서 今後 加一層 盛況할 것이다. 特히 Co-60의 照射 施設은 1975年 12月 부터 一般 需要者에게 公開되어 國內의 衛生 材料 製造業者로부터 gauze, 붕대, 脫脂綿等 緊急 衛生 材料의 放射線 殺菌 申請이 不知其數가 되어 12月, 1月의 年末 年始 年休에도 不拘하고 이 施設을 稼動했음을 보아도 이 Co-60 照射 施設이 有力한 殺菌施設인가를 立證하고도 남음이 있다. 한편 電子 加速器도 韓國 第 1號로서 合板에 對한 塗料의 放射線 硬化와 合成 纖維의 品質 改善을 爲하여 今後 크게 貢獻할 것을 期待하며 나아가서 韓國 獨自의 新製品이 開發되어 우리들의 生活를 더욱 潤澤하게 해줄 것을 바라마지 않는다.