



KR0000515

KAERI/TR-1613/2000

IAEA 廢料 安全處理技術

IAEA's Technology for Safe Conditioning
of Spent Radium Sources

韓國原子力研究所

Korea Atomic Energy Research Institute

31 / 47

**Please be aware that all of the Missing Pages in this document were
originally blank pages**

提 出 文

韓國原子力研究所長 貴下

本 報告書를 2000年度 "IAEA 廢라듐 安全處理技術"에 관한 技術報告書로
提出합니다.

2000年 7月

課 題 名 : 放射性廢棄物處理施設運營

主 著 者 : 前任研究員 姜一植

共 著 者 : 前任研究員 孫宗植

前任研究員 李英熙

前任研究員 金泰國

前任研究員 襄相旻

責任研究員 金吉正

要約文

全世界的으로 數千個의 廢棄 라듐 線源이 保管되어 있으나 相當數의 開發國에서는 不適切하게 貯藏되어 있으며 處理處分 關聯措置가 未備하여 國民健康과 環境에 대한 危險要因으로 浮刻되고 있다.

長半減期の 라듐은 最終적으로 深地層 貯藏所에 線源을 處分할 必要가 있다. 그러나 이것은 다가올 數十年 동안에는 可能하지 못할 것이다. 不適切な 貯藏으로 惹起될 수 있는 事故를 防止하기 위하여 處分場이 建設되기 전까지는 安全한 貯藏을 위해서 線源을 集中 保管하고 處理할 必要가 있다. 이에 따라, 라듐 線源을 處理하고 또한 安全하게 保管하려는 努力을 기울이고 있는 開發途上國을 支援하고자 IAEA에서는 廢라듐 安全保管事業을 實施하기에 이르렀다.

IAEA의 支援方法은 會員國의 專門家로 팀을 構成하여 技術支援을 要請하는 國家에 派遣하는 形態이다.

本 報告書는 IAEA의 廢라듐 安全保管事業에 있어서의 廢라듐 線源 處理의 一般的인 情報事項, 人力의 資格要件과 IAEA, 專門家 팀 및 當事國의 任務 그리고 處理에 必要한 裝備와 處理方法에 대하여 살펴보았다.

SUMMARY

There are thousands of obsolete radium sources all over the world. But these are a threat to health and environment in many developing countries because of improperly storing and insufficient regulations related to the safe conditioning of spent sources.

The long half-life of radium makes it necessary to eventually dispose of the sources in deep geological repositories. However, these will not be available for many years to come. In order to avoid accidents that can arise from improper storage, it is necessary to collect the sources and condition them for safe storage until disposal can be made.

IAEA's programme for safe conditioning of spent radium sources has been used to assist developing countries in their effort to condition radium sources and render them safe for storage.

IAEA's approach is the type that the team composed of member states' experts will be dispatched to assist the desired countries.

This report is intended to consider the general information, manpower requirements and their qualifications, role of organizations, and operational requirements including materials, consumables and equipments for safe conditioning of spent radium sources in IAEA's programme.

目 次

第 1 章 序 論	11
第 2 章 本 論	12
第 1 節 廢라듬 處理의 一般的인 事項	12
1. 構成員 및 擔當 業務	12
가. 總括 責任者	12
나. 放射線防護 專門家	12
다. 鎔接 專門家	12
라. 雜役夫	12
2. 構成員의 資格 要件	12
가. 總括 責任者	13
나. 放射線防護 專門家	13
다. 鎔接 專門家	13
第 2 節 A國家의 廢라듬 線源 處理	14
1. 背景	14
2. 目的	14
3. 範圍	14
4. 遂行	15
5. IAEA의 支援	15

6. 專門家 팀	15
7. 品質 保證	15
8. 作業計劃	16
第 3 節 豫備處理用 必要裝備	18
1. 裝備	18
2. 消耗性 雜品	18
3. 實驗室用 裝備	19
4. 個人 防護用品	20
第 4 節 廢라듬 處理 背景, 成果 및 活動計劃	32
1. 背景	32
2. 處理 方法	32
3. 成果	32
가. 우루과이	32
나. 자메이카	32
다. 其他	33
4. 支援機構 現況	33
第 5 節 廢라듬 線源 處理를 위한 技術指針	34
1. 序論	34
가. 背景	34
나. 方法 및 目的	35

다. 範圍	36
2. IAEA의 會員國 支援	36
가. 活動 參與	36
나. 諮問 參與	37
다. 情報技術 參與	37
3. IAEA 支援을 받기 위한 先行條件	37
가. 當事國의 라듐 線源 狀態	38
나. 當事國의 基盤組織 狀態	38
4. 一般的인 準備計劃	39
가. 活動 參與	39
나. 諮問 參與	40
다. 情報技術 參與	42
5. 技術的 要求事項 및 品質保證	42
가. 構成員 組織	42
나. 構成員의 資格 要件	43
다. 施設物	43
라. 作業 要求事項	44
마. 品質保證	46
6. 節次 및 指針	46
가. 管理 指針	46
나. 技術 指針	47
다. 技術 節次	58
라. 廢鎊봉 ²²⁶ Ra 線源에 대한 放射線 防禦計劃	71
7. 記錄 維持	77

8. 習得한 經驗에 따른 補充節次	78
9. 맺음 말	79
第 3 章 結 論	83
References	84

表 目 次

Table 1. Work Plan for the Conditioning of Spent Radium Sources in the Country	17
Table 2. Conditioning Result of Spent Ra in Jamaica	33
Table 3. Source Information Form	80
Table 4. Capsule and Package Information Form	81
Table 5. Dosimetry Report Form	82

그림 目次

Fig. 1. Transfer Pot	21
Fig. 2. Lead Shielding Container	22
Fig. 3. Stainless Steel Capsules	23
Fig. 4. Desiccator Shield	24
Fig. 5. Lead Shield for Welding the Capsules	25
Fig. 6. Spent Sealed Source Package	59
Fig. 7. Removable Mould	62
Fig. 8. Permanent Mould and Removable Attachment	63
Fig. 9. Movable Trolley	64
Fig. 10. Desiccator	72

寫 眞 目 次

Photo 1. Stainless Steel Capsules	26
Photo 2. Lead Shielding Devices	27
Photo 3. Drum with a Concrete Liner	28
Photo 4. Specification Statement of Radioactive Material	29
Photo 5. Scene of the Welding	30
Photo 6. Leak Tester	31
Photo 7. Receiving Zone	51
Photo 8. Typical Layout of the Transfer Zone	51
Photo 9. Welding Zone	52
Photo 10. Leak Testing Zone	53

第 1 章 序 論

密封 放射線源은 數十年 동안 使用되고 있다. 同位元素 生産을 위해 原子爐 및 強力한 加速器를 使用하기 前에, 放射性物質은 自然的으로 放射性 同位元素로부터 發生되어진다. Ra-226은 이러한 目的을 위해 使用된 重要한 放射性 核種이다. 原子爐 및 加速器의 使用으로 放射性物質을 取扱하기에 더욱 安全하고 容易하며 漏出을 防止할 수 있음이 立證되어 다른 放射性 核種으로부터 線源을 生産할 수 있게 되었다.

이 結果, 수많은 國家에서 또한 多樣한 目的으로 使用된 라듐 線源은 廢棄되어 많은 研究室에 現在 貯藏中에 있다. Ra-226은 長半減期(1,600y)이며 淺層處分 할 수 없다. 草創期에 生産된 라듐 線源은 下位 等級에 따라 만들어 졌다. 오늘날 이러한 라듐 線源의 出處, 履歷 및 特徵이 알려져 있지 않아 取扱하기에 어려움을 겪고 있다. 이들 대부분은 라듐의 自然崩壞로 인한 가스 發生으로 內壓을 發生하며 이에 의한 結果로서 가스가 漏出되고 있다.

1990년에 制定된 IAEA의 廢棄 放射線源 프로그램은 廢棄線源의 安全한 管理와 關聯된 問題點에 대해서 情報과 指針을 提供하고 있다. 라듐의 바람직하지 못한 特性 때문에 特別 技術書(IAEA-TECDOC-886)에 敍述하였으며, 또한 라듐 線源을 위해서는 特殊 技法이 使用되고 있다.

開發途上國에서의 實際 라듐 處理作業은 經驗 및 노하우의 不足으로 技術文書에 包含된 情報의 提供에 따라 豫想한 바와 같이는 進行되지 못하였다. 이러한 理由로 實質的인 處理作業이 IAEA의 專門家팀 支援에 의한 直接支援 方式을 採擇하기에 이르렀으며 處理方法이 成功的이었다는 것이 立證되었다. 라듐 處理作業이 여러 라틴 아메리카와 東유럽國家에서 遂行되었다. 全世界의 餘他 地域에서 이와 같은 作業을 隨行하기 위한 팀들이 現在 構成되고 있다.

第 2 章 本 論

第 1 節 廢라듐 處理의 一般的인 情報

1. 構成員 및 擔當 業務

가. 總括責任者

線源의 運搬, 漏出試驗 遂行을 도와주고 處分드럼 準備를 指導하는 等의 全體作業 過程을 管理 監督한다.

나. 放射線防護 專門家

모든 安全管理 및 放射線防護 關聯 業務를 遂行한다.
(線源 運搬을 위해서 補助者가 必要하다.)

다. 鎔接 專門家

스테인레스鋼(TIG 鎔接) 鎔接資格을 갖춘 專門 鎔接技術者이다.

라. 雜役夫

콘크리트라이닝 드럼을 製造하고 荷役裝備를 運轉한다.

2. 構成員의 資格 要件

廢라듐 線源의 處理를 遂行하는 作業 팀은 廣範圍한 經驗과 適合한 資格 要件을 갖추어야 한다

가. 總括責任者

工學, 物理學 또는 關聯分野의 學士 學位以上이어야 하며, 放射性廢棄物 處理 및 關聯 研究, 開發 分野에서 10~15年 程度의 經驗이 있어야 하고, 또한 管理 監督業務에 相當한 經驗을 지닌 것도 重要하다. 責任者는 類似한 作業에 從事한 經驗이 있어야 한다.

나. 放射線防護 專門家

原子力 物理學, 工學 또는 關聯 分野의 學士 學位以上이어야 한다. 또한 放射線防護 分野에서 約 10~15年 程度의 經驗이 있어야 하며, 放射線 分野, 主要한 除染 또는 處理와 關聯된 業務에 從事한 經驗이 있어야 한다.

다. 鎔接 專門家

制定된 規定(例, DIN 8560)에 따라 國家 共認機關 또는 國際機構에 의해 TIG 鎔接을 遂行할 수 있는 有資格者이어야 한다. 鎔接技術者는 TIG 鎔接과 다른 分野의 鎔接 技術(MAG 鎔接, 被覆電極 鎔接 等) 뿐 만 아니라 放射性 物質을 含有한 多樣한 材質의 鎔接 및 放射線 區域에서의 鎔接 等 廣範圍한 經驗이 있어야 한다. 鎔接技術者 履歷書에 數年동안 이러한 材質 또는 環境에서 最近의 體系的인 作業을 遂行하였다는 것을 나타내어야 한다.

作業 팀은 適合한 드림 內에서의 線源 處理 또는 遮蔽體內에서의 貯藏뿐 만 아니라 類似한 作業(放射性物質 또는 管理가 제대로 안된 密封線源의 運搬, 密封 및 鎔接)을 遂行한 經驗이 있어야 한다.

第 2 節 A 國家의 廢라듐 線源 處理

1. 背景

라듐 線源을 處理하고 또한 40年 以上 安全하게 保管하고자 努力을 기울이고 있는 開發途上國을 支援하고자 라듐 線源 處理를 위해 制定된 活動 綱領이 使用되어졌다. 이 綱領은 密封 廢棄線源을 取扱함에 있어서 不必要한 被爆과 事故를 防止하기 위해서 密封 線源을 取扱하는 IAEA 프로그램의 하나의 重要的 構成要素이다. 廢라듐 線源의 安全을 增進하고자 하는 會員國들의 進陞 狀況이 遲遲不進하여 IAEA는 라듐 線源이 더 이상 쓸모 없는 수많은 開發途上國에서의 處理 進陞事項을 加速化하고 處理 方法을 改善하고자 直接 支援方式을 採擇하였다. 線源을 安全하게 하는 것 以外에도, 本方式에 의해 만일 線源을 再使用 할 境遇에 深地層 貯藏所에 處分하기 전에 向後 어느 時點에서의 再處理가 容易하도록 한다.

2. 目的

本 事業의 目的은 A國家에서의 廢라듐 問題點을 解決하고 處理, 運搬 및 長期 臨時保管 等과 關聯된 事項에 대해 國家間 相互 協力을 增進하고자 함에 있다.

3. 範圍

本 事業의 範圍는 IAEA에 의해 開發된, 그리고 “開發途上國에서의 40年 以上 安全 保管을 위한 廢라듐 線源의 處理”라는 技術 報告書에서 敘述된 節次에 따라 A國家의 라듐 處理를 위해 直接 支援을 提供하는데 있다. 本 事業은 IAEA 專門家 팀 혹은 國內에서 組織된 共認 팀에 의해서 遂行

될 것이다.

A國家の 라듐 線源은 處理를 위해 指定 場所로 收集되고 batch當 50mg으로 分類되어 貯藏될 것이다. 라듐線源은 주로 니들, 튜브 등의 醫療用品이다.

4. 遂行

라듐 線源의 處理는 當事國 機關과의 相互 協力下에 IAEA 專門家 팀에 의해 遂行될 것이다. 專門家は 政府機關에 의해서 A國家 內에서의 모든 相互 接觸을 위한 相對者로서 活動하기 위하여 選定되어질 것이다.

5. IAEA의 支援

IAEA의 專門家 팀을 통한 直接的인 支援事項은 주로 다음과 같다.

- 專門家 팀의 提供
- 라듐 線源 處理를 위한 外部 裝備 및 基盤組織의 提供
- 스텐레스鋼 캡슐 및 납 遮蔽體의 提供

6. 專門家 팀

팀은 라듐 線源 處理와 關聯하여 理論的인 知識과 實際 經驗에 있어서의 適當한 水準을 갖춘 廢棄物 管理팀에서 選定된 3名の 專門家로 構成될 것이다. IAEA의 關係者는 作業 狀況을 調整할 것이다.

7. 品質 保證

廢라듐 線源 處理作業은 팀에 의해서 作成된 QA 프로그램을 따라, 또한 處理工程의 모든 段階를 文書化하는 것을 包含하여 遂行될 것이다. 이것

은 國家A에서 記錄을 위해 必要한 모든 情報事項의 可能性을 確信할 것이
다.

8. 作業計劃

處理作業 期間은 表1의 作業計劃에서 나타낸 바와 같이 9日 程度 所要
된다.

Table 1. Work Plan for the Conditioning of Spent Radium Sources
in the Country (d-d/m/y)

Tasks	Responsible	April		May		June		July		August		September	
Approval of the plan	IAEA/Country /Team	x)	xx										
Agreements among IAEA, Country and Korea	IAEA			xx	xx	xx	xx						
Source characterization /inventory	Country	x)	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx				
Preparation of infrastructure	Country	x)	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx				
Experts recruitment and material procurement	IAEA			xx	xx	xx	xx	xx	xx				
Preparation of capsules and Shielding devices & equipment	IAEA/Team					x	xx	xx					
Shipment of equipment & tools	IAEA/Team							x	xx				
Conf. of equipment Arriv. & travel	Country/IAEA /Team								xx				
Preparation of drums	Country/Team									x	x	x	
Radium sources conditiong	IAEA/Team										x	x	
Equipment maintenance	Country/Team											x	
Report	IAEA/Team												x x

第 3 節 豫備處理用 必要裝備

1. 裝備

- Forklift (使用容量 700kg 또는 드럼 및 납 遮蔽物の 荷役裝備)
- 遮蔽體 및 200L 드럼을 取扱하기에 適合한 裝備
- 放射線 計測器 4臺 (表面汚染 檢査器 2臺와 線量率 計測器 2臺
: 라듐量을 測定하도록 調整된 것과 望遠 伸縮物을 갖춘 것)
- 非認可者의 作業區域內 出入防止를 위한 移動式 障礙物
- 1個의 試驗管을 受容하는 납 遮蔽體 (2個, 그림 1)
- 圓形 遮蔽體에서 線源을 取扱하기 위해 바퀴 달린 小形 손수레 (40x40cm)
- 시멘트 固定化된 드럼을 取扱하기 위해 바퀴 달린 運搬器具 (1x1m, 取扱重量 700kg)
- 眞空 回路를 갖춘 壓縮機와 desiccator (0.25KPa)
- 드럼內 位置에 형틀을 固定하기 위한 非除去用 金型 프레임과 器具
- 200L 드럼에 適合한 콘크리트 振動器

2. 消耗性 雜品

- 放射線 로고가 索引된 區域 境界用 테이프 (1롤, 200m)
- 알루미늄 호일 (1롤) 및 플라스틱 호일 (3롤)
- 吸收紙 (1롤)
- 濾過紙 및 솜 (각 250g)
- 아세톤 또는 알콜 1L 및 글리콜 2L
- 小形 携帶形 乾電池

- 放射線 表示物 (例, 放射線 區域, 放射性物質 等)
- 플라스틱 슈트 롤 (總面積 1x100m) 및 마스크 테이프
- 납 遮蔽容器 (2個, 그림 2)
- 스텐레스鋼 캡슐 (大形 4個, 小形 15個, 그림 3)
- 200L 드럼 (1個)
- 充分할 程度의 시멘트, 자갈, 물

3. 實驗室用 裝備

- 空氣淨化 시스템을 具備한 후드 (最小面積 1.0x0.7m)
- 不浸透性 表面 處理된 實驗室 作業臺
- 洗面器
- 모서리용 벽돌을 包含하여 遮蔽用 납 벽돌 (100개)
- 납 유리, 2個 (라듐 50~100mg 遮蔽, 20x30cm)
- 납 遮蔽體 (漏泄 試驗 乾燥機用, 그림 4, 半圓筒形)
- 납 遮蔽體 (大形 및 小形 캡슐 鎔接用, 그림 5)
- TIG 鎔接機
- 使用할 캡슐 크기 (20x110mm 및 50x130mm)에 適當한 自動鎔接裝置
- 여러개의 220V 電氣 콘센트 및 必要한 境遇 延長코드
- 거울 (20x30cm, 4個)
- 텅, 4個 (캡슐 遠隔操作用 2個, 길이50cm의 잠금 裝置를 갖춘 것 2個)
- 긴 입을 가진 깔대기 및 普通 길이의 깔대기와 15cm 호스 튜브
- 鋼材 막대기, 2個 (길이 0.5m, 直徑 1.5cm와 길이 2m, 直徑2cm)
- 距離를 알 수 있도록 눈금이 새겨진 테이프
- 廢棄物 집게 (3個) 및 廢棄物 收集用 플라스틱 包袋
- 鋼材 막대기, 3個 (0.7mx18mm, 2個 및 1.0mx18mm, 1個)

4. 個人 防護用品

- 고무장갑 5켢레
- 가스 顔面 마스크 2個 (라돈 및 放射性 먼지용 濾過필터 附着)
- 作業服 2벌
- 實驗室用 슬리퍼 5켢레 (플라스틱 消耗品)
- 個人用 線量計 (電子式 個人線量計 및 손가락용 TLD의 使用도 必要에 따라 勸告)

廢라듐 處理를 위한 必要裝備 (스텐레스 鋼 캡슐, 납 遮蔽容器, 콘크리트 라이닝 固化드럼 200L), 放射性廢棄物 履歷表紙 및 漏泄 試驗器 等の 實物 寫眞을 photo 1~6에서 보여주고 있다.

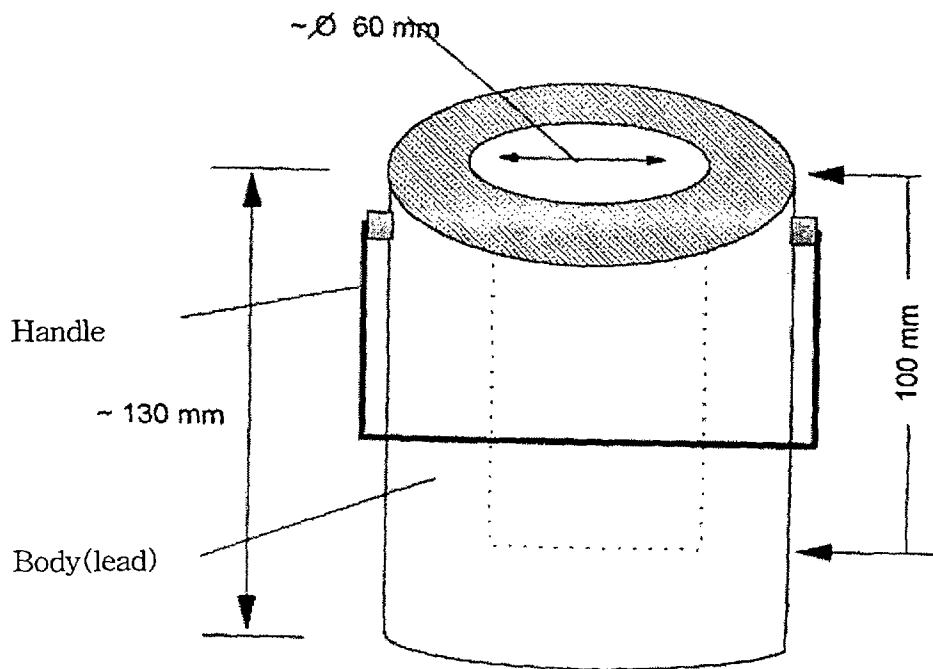


Fig. 1. Transfer Pot
(lead, carbon steel lined)

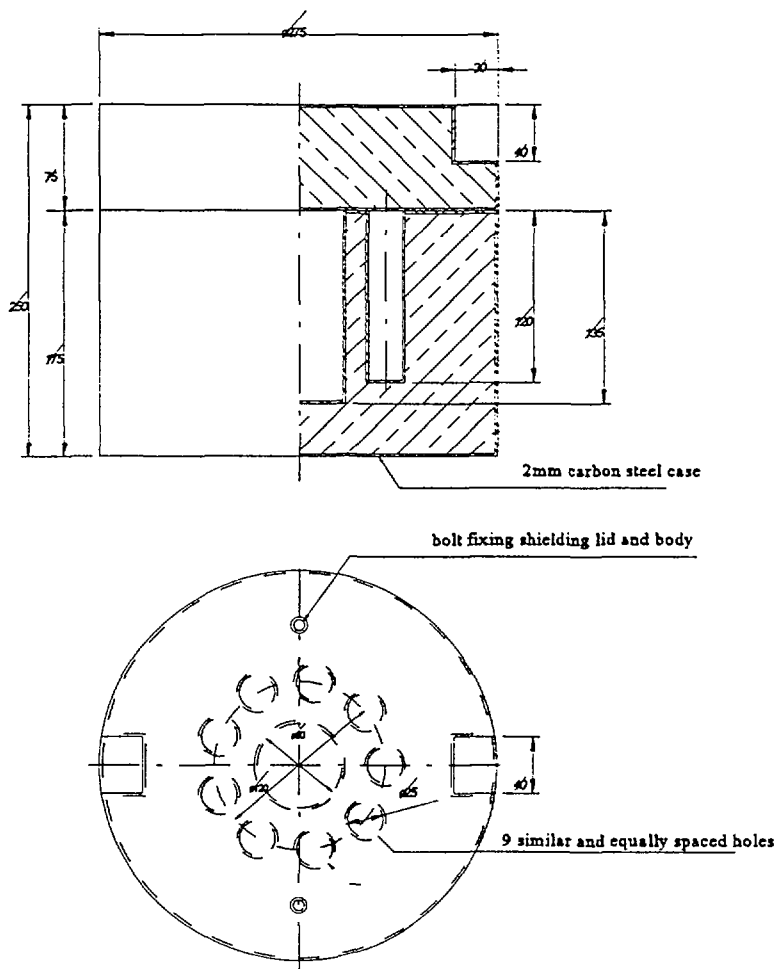


Fig. 2. Lead Shielding Container

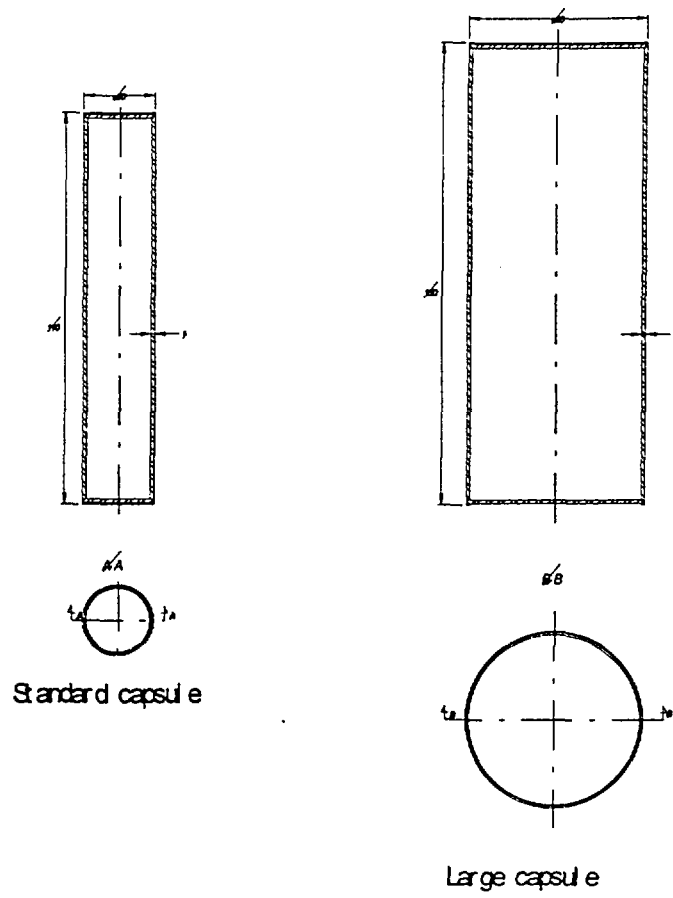


Fig. 3. Stainless Steel Capsules

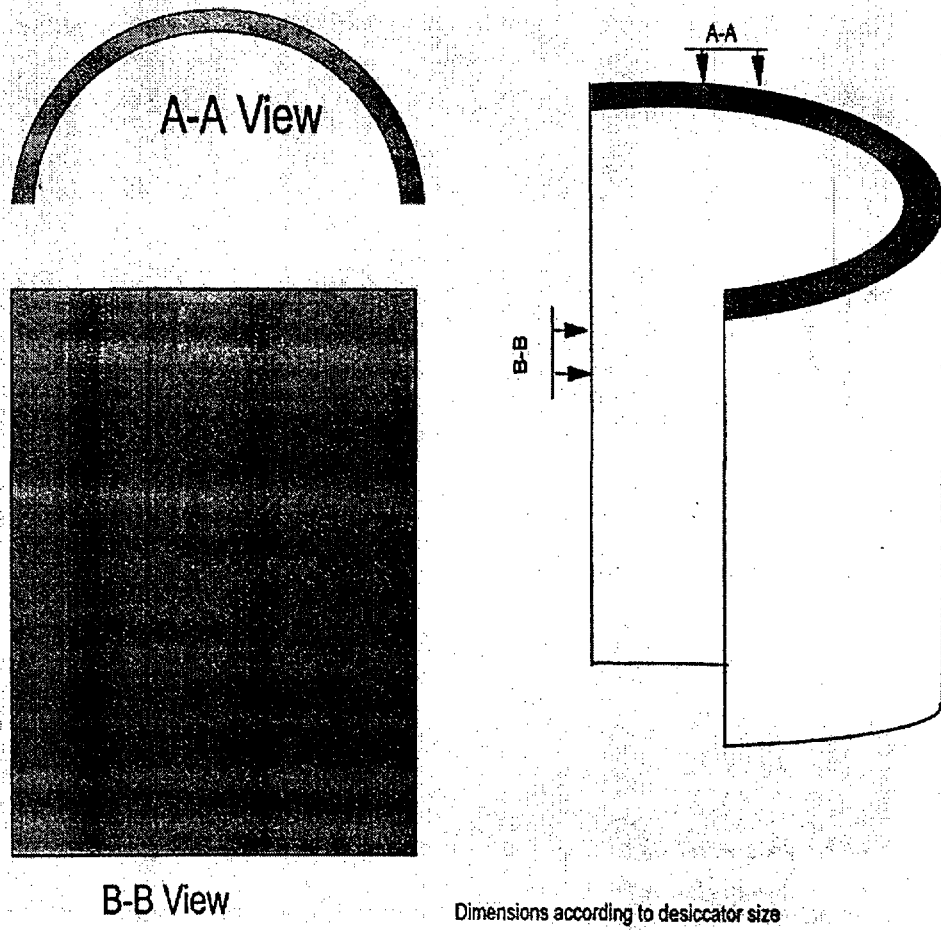


Fig. 4. Desiccator Shield

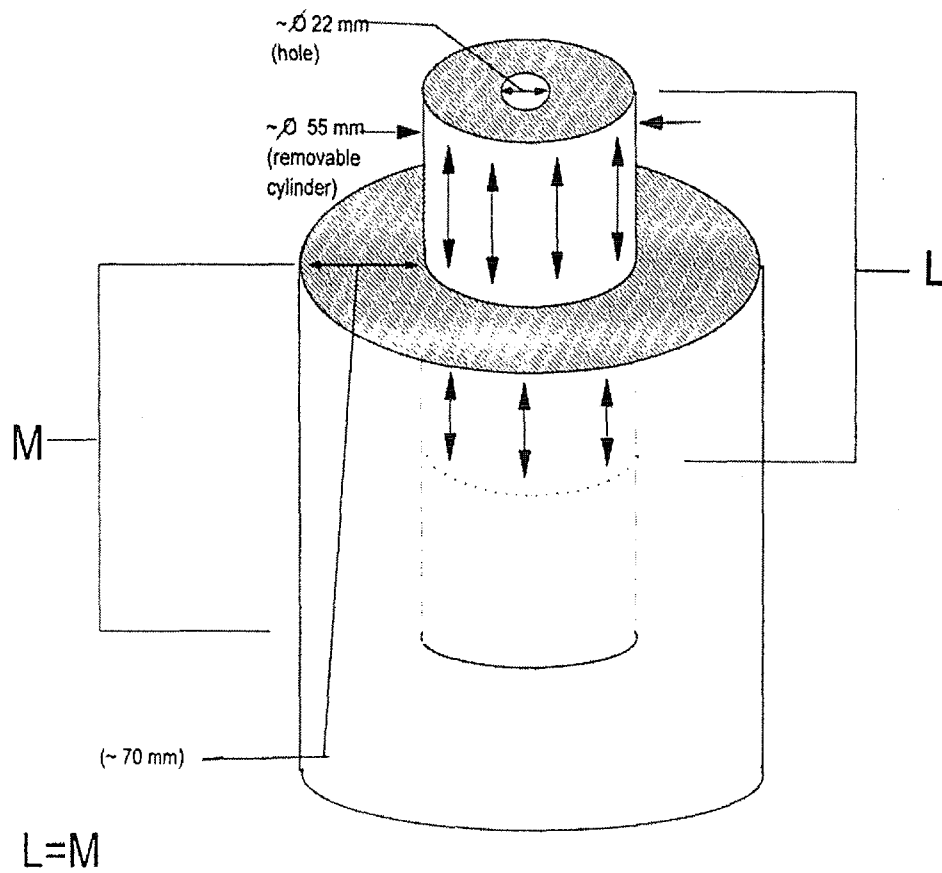


Fig. 5. Lead Shield for Welding the Capsules

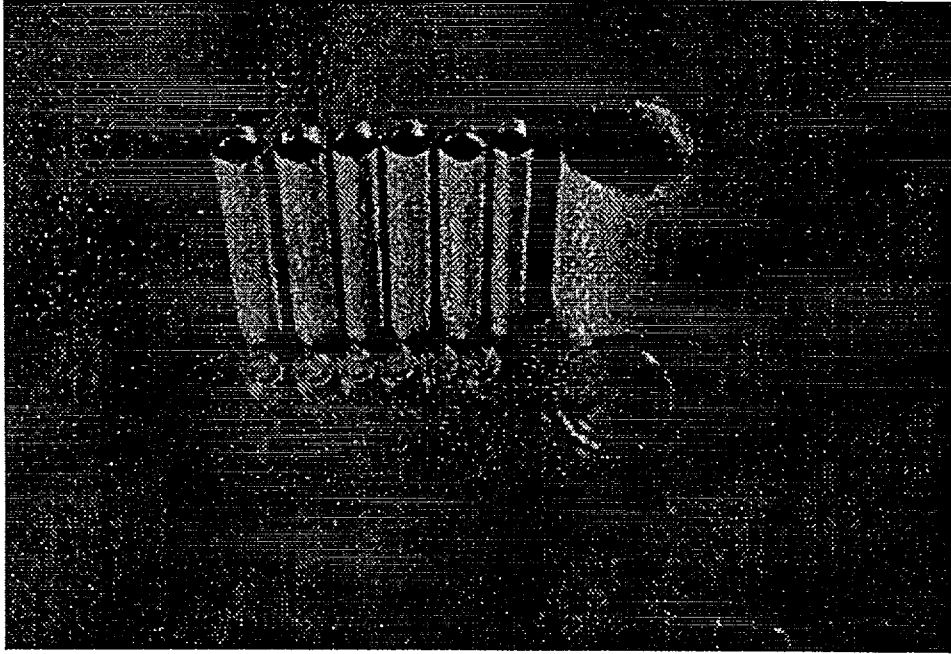


Photo 1. Stainless Steel Capsules

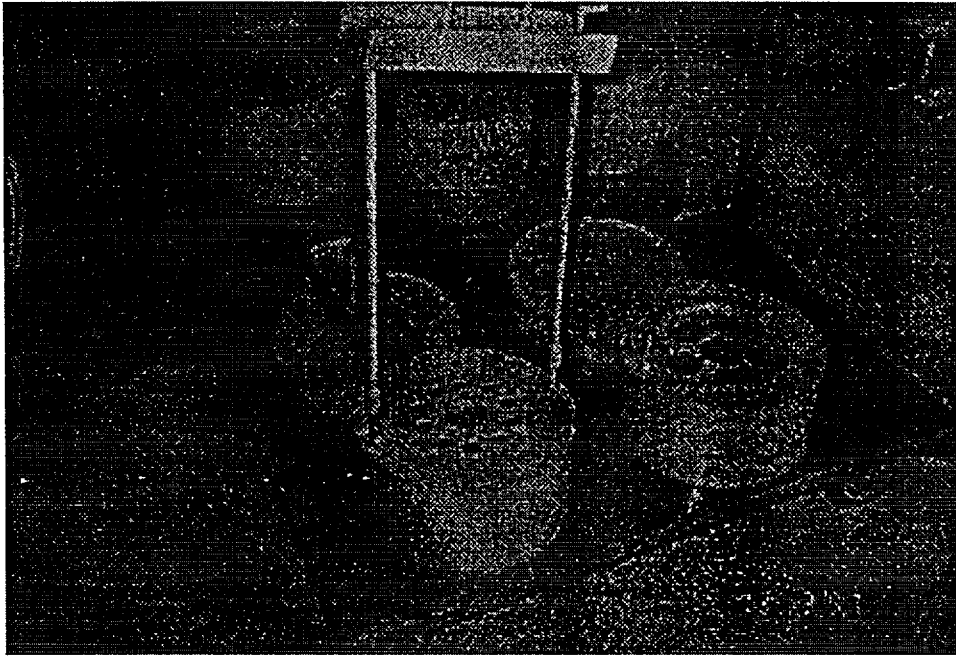


Photo 2. Lead Shielding Devices

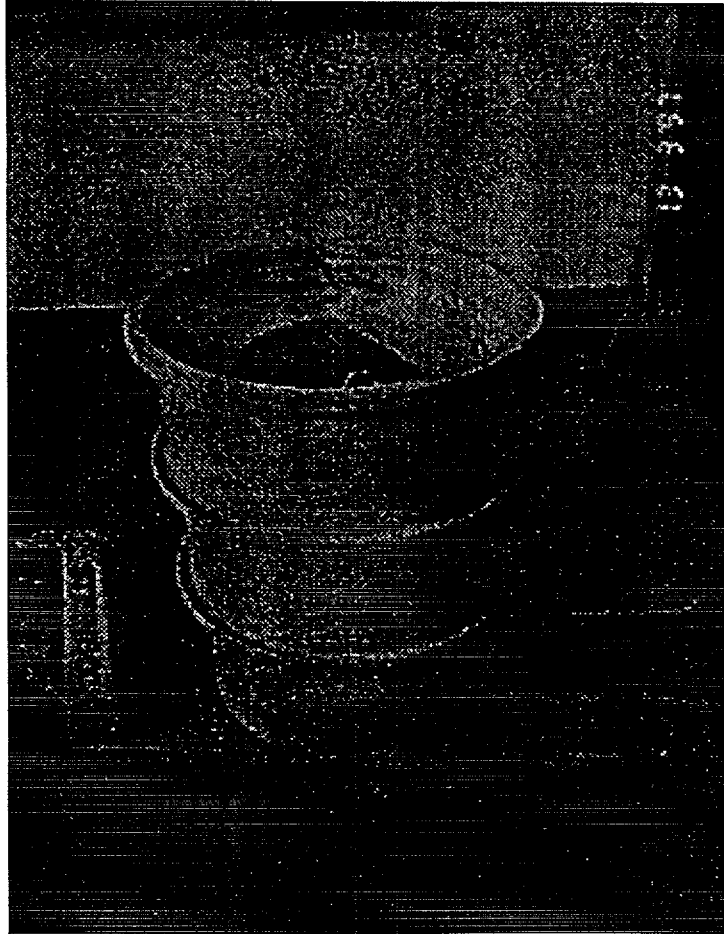


Photo 3. Drum with a Concrete Liner

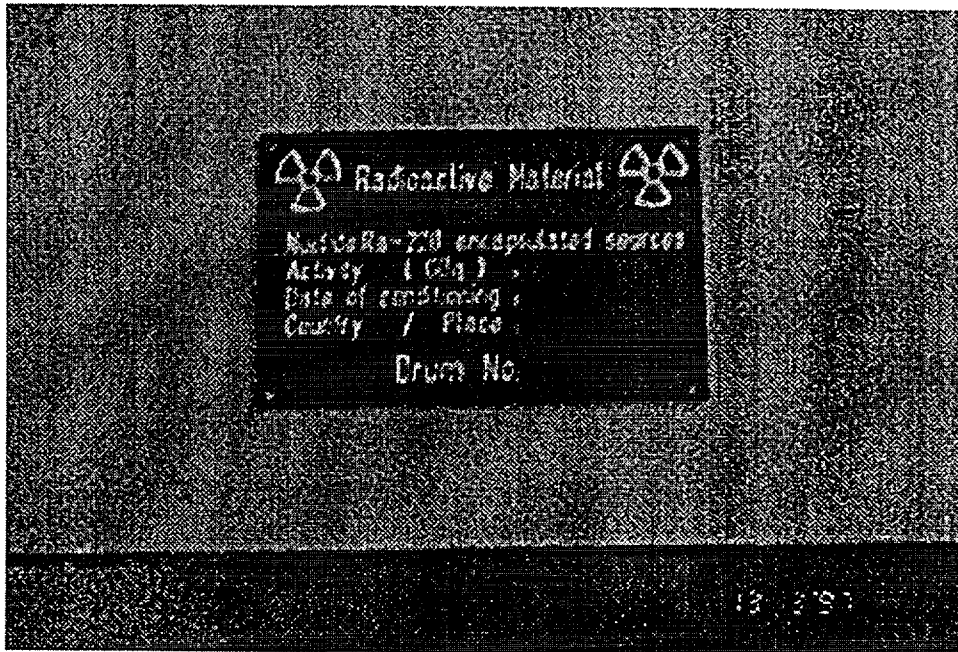


Photo 4. Specification Statement of Radioactive Material



Photo 5. Scene of the Welding



Photo 6. Leak Tester

第 4 節 廢라듐 處理 背景, 成果 및 活動計劃

1. 背景

- 全世界的으로 數千個의 廢라듐 線源이 存在하고 있다.
- 不適切하게 保管 管理하고 있는 라듐 線源은 人類의 健康과 周邊環境에 危險을 주고 있다.
- IAEA는 이와 같은 廢라듐 線源의 問題點을 解決하기 위하여 會員國을 支援하고 있다.

2. 處理方法

- 實證된 方法과 技術로서 다음과 같이 會員國들의 廢라듐 線源 處理를 支援
 - . 專門家 팀의 支援, 또는
 - . 專門家 및 裝備 支援
- 遂行方法
 - . 豫備 豫算 支援
 - . TC Project

3. 成果

가. 우루과이

專門家 팀의 支援下에 라듐 1,586 mg (59.6 GBq), 193個의 線源을 臨時 貯藏하기 위한 處理 및 準備

나. 자메이카

- 處理日時 : 1999. 11. 22 ~ 12. 3
- 專門家팀 : 브라질
- 處理量 : 1,899 mg (70.8 GBq), 408個

Table 2. Conditioning Result of Spent Ra in Jamaica

Package No.	Shield No.	Activity		Number of sources	Lead shield dose rate ($\mu\text{Sv/h}$)	Package dose rate ($\mu\text{Sv/h}$)
		mg	GBq			
JAM-01	B1.1	569	21.3	174	2,700	600
JAM-02	B1.2	302	11.4	50	1,700	150
JAM-03	B2.1	586	21.7	42	2,800	310
JAM-04	B2.2	442	16.4	142	2,500	400

다. 其他

- (1) 專門家팀 活用 : 니카라과, 크로아티아, 과테말라 및 에콰도르, 中國
- (2) 專門家 및 裝備支援 活用 : 칠레 및 모로코
- (3) 處理計劃國家 : 미얀마, 필리핀, 泰國, 말레이시아, 인도네시아, 蒙古

4. 支援機構 現況

- IAEA
- CDTN, 브라질(專門家 팀 構成)
- 美國(豫備 豫算 寄附)
- 오스트리아 Seibersdorf 研究센터

第 5 節 廢라듐 線源 處理를 위한 技術指針

1. 序論

가. 背景

라듐 線源은 全世界的으로 醫療用뿐 만 아니라 다른 用途로 널리 使用되고 있다. 그러나 라듐 線源의 바람직하지 못한 特性 때문에, 대부분의 國家에서는 다른 放射線源으로 代替하고 있다. 이러한 수많은 廢라듐 線源은 여러 地域에서 종종 不適切하게 貯藏되고 있는 것을 볼 수 있다. 長半減期의 라듐은 最終적으로 深地層 貯藏所에 線源을 處分할 必要가 있다. 그러나 이것은 다가올 數十年(例, 40~50年) 동안에는 可能하지 못할 것이다. 不適切한 貯藏으로 惹起될 수 있는 事故를 防止하기 위하여 處分場이 建設되기 前까지는 安全한 貯藏을 위해서 線源을 集中 保管하고 處理할 必要가 있다.

廢棄 密封線源으로 因한 不必要한 被爆 또는 事故를 일으킬 수 있는 狀況을 豫防하고자 努力을 競走하고 있는 會員國들을 支援할 目的으로 IAEA의 廢棄 放射線源 프로그램이 1991년에 制定되었다. 프로그램에는 그 중에서도 특히 安全 保管을 위한 廢라듐 線源의 處理와 關聯하여 하나의 特殊한 活動 事項을 包含하고 있다.

라듐 線源 處理方法은 IAEA와 오스트리아 Seibersdorf 研究所가 共同으로 開發하였다. 處理 方法에는 處分이 可能하도록 向後 캡슐의 修正을 前提로 하여 콘크리트를 채운 200L 鐵製 드럼內에 包裝物을 넣고 또한 鐵製 라이닝 납 容器에 캡슐을 넣은 다음 스텐레스 鋼 캡슐 속에 라듐 線源을 密封하는 것을 包含하고 있다. 技術的인 處理節次의 試驗方法은 IAEA와 브라질의 CDTN에 의해서 共同으로 遂行되어졌다. 우루과이에서의 完璧한 處理作

業 遂行(1996年 12月)은 實際 作業을 위한 指針書로서 活用될 수 있는 管理 및 技術的인 節次를 開發하기 위하여 核心的인 經驗을 提供하였다[1, 2]. 또한 指針書에는 主要 處理 方法을 要約하였고 必要한 技術的인 또는 管理上의 節次가 精巧하다는 것이 分明하게 立證되었다. 이러한 指針書는 人力 및 基盤 組織의 必要性에 대해서도 助言하여야 한다. 이와 關聯된 分野에 詳細한 說明을 記述한 指針書는 直接的으로 活用될 수 있는 것은 아니며, 오히려 一般的인 指針書로 活用되며 特殊 作業을 위한 活動 計劃을 適當하게 開發하여야 한다. 指針書는 또한 活動 目的 및 範圍를 規定하고 이러한 處理 作業을 위해 品質保證 프로그램을 強調해야 한다. 作業 遂行팀은 앞으로 다칠 實際 處理, 職務의 技術 및 一連의 報告 體系와 一般的인 狀況에 關聯된 指示에 따라 制定된 節次를 充實히 따라야 한다. 本 指針書는 앞서 言及한 問題에 있어서의 重要한 情報과 指針을 提供할 것이라 豫想되며, 만일 必要시 習得된 經驗에 따라 檢討되고 改正되어지기 위하여 만들어졌다. 指針書는 또한 IAEA 專門家 팀으로서 會員國에서의 또한 自國에서의 類似한 作業을 遂行하는 팀에게 實質的인 도움을 줄 수 있을 것이다.

나. 方法 및 目的

選定된 方法은 要求되는 品質에 따라 安全한 方式으로 國內에서 保管 中인 라듐 線源을 處理하기 위하여 遂行할 節次 및 活動의 重要한 要素를 하나의 包括的인 指針書에 提示하기 위한 것이다. 技術的인 또한 管理上의 節次뿐 만 아니라 一般的인 準備 計劃을 設定하는데 있어서, 標準節次 側面에서 너무 詳細하게 할 어떠한 試圖도 이루어지지 않았다. 어느 會員國에서 부터 다른 會員國으로서의 狀況 變化 및 作業의 複雜性은 各各의 特殊한 境遇에 있어서 專門的인 判斷을 適用할 必要性을 要求하고 있다. 그러나 本 指針書는 라듐 處理에 있어서 技術的인 支援이 IAEA 基準에 의해서 要求

되는 것과 또한 場所 및 基盤組織의 利用 可能性과 無關하게 本 指針書에서 指示하는 것과 같이 安全하고도 效率적으로 遂行되도록 立證하기 위하여 制定되었다.

다. 範圍

本 指針書는 라듐 處理作業과 關聯된 모든 狀況을 網羅하고 있다. 특히, 一般的인 準備計劃을 敘述하고 品質保證 프로그램 構成要素를 明確히 하며, 人力 必要事項을 明示하고 있다. 節次上的 觀點에서, 本 指針書는 典型的인 作業計劃의 一般企劃을 敘述하고 技術的인 節次的 모델을 提示하여 管理上的 里程碑를 明確히 하고 있다. 이러한 分野의 細部事項에 들어가기 前에 活動 範圍 및 IAEA의 參與 部分에 대해 살펴볼 必要가 있다.

2. IAEA의 會員國 支援

IAEA의 本來 趣旨와 關聯하여, 라듐 線源의 處理分野에 있어서 會員國에 대한 支援 事項은 3個의 主要 部分으로 區分할 수 있다.

가. 活動 參與

活動參與는 IAEA가 直接支援 方式을 취하는 形態이다. 이 境遇에 있어서, 專門家팀(IAEA와 契約된)은 履歷이 밝혀진 또한 收集된 모든 라듐 線源의 處理를 遂行한다. 基盤 組織의 準備뿐 만 아니라 線源의 履歷管理, 收集 및 分離는 政府 當局者의 責任事項이다. IAEA는 팀과 會員國에서 그들의 義務事項을 遂行하기 위하여 더욱 더 詳細한 支援을 提供한다. IAEA, 關聯 會員國 및 專門家 팀의 自國 機關과의 關聯 合意 事項은 支援 承認 및 資金을 使用할 수 있는 國家로부터 普通 締結된다.

本 方式은 國內의 基盤 組織이 充分하게 開發되어 있지 않으며 過去 遂行

한 活動에서 經驗하지 않았던 放射線源 密封作業에 採擇하고 있다.

나. 諮問 參與

諮問 參與는 會員國 自身들의 라듐 處理를 遂行할 수 있는 必要한 基盤 組織과 技術的인 能力을 갖춘 會員國에 提供될 수 있다. IAEA는 但只 書類作成에 助言을 할뿐이며, 만일 必要하다면 現地에서의 作業 助言을 할 수 있는 專門家를 支援한다. 이 境遇에 있어서 IAEA의 役割은 但只 諮問 性格이다. 그러나 이것은 또 다른 支援이 不可能하다는 것을 意味하지 않는다. 노하우의 傳受, 特殊 技術을 위한 訓練 및 特殊 裝備의 提供이 또한 可能하다.

다. 情報 技術 參與

만일 當事國이 充分히 開發된 基盤 組織과 어떠한 目的을 위해 스텐레스鋼 캡슐에 放射性廢棄物을 密封한 經驗을 지니고 있으면, IAEA의 參與 範圍는 書類作成, 技術的인 節次 및 助言에 局限될 것이다. 이러한 境遇에 있어서 IAEA 參與의 目的은 技術的인 노하우를 傳受하고 會員國이 向後에 處理作業을 遂行할 수 있도록 經驗을 提供하기 위한 것이다.

그러나 만일 當事國이 問題點에 대한 國際的인 相互 協力(即, 다른 會員國에 있어서 라듐處理에 대한 專門家 費用 無料 提供)에 自身들의 經驗을 提供하는데 觀心이 있다면, IAEA 라듐處理 프로그램 내에서, IAEA는 팀의 自國內에서 라듐 處理作業을 綿密히 調整하는 것은 바람직하다. 이러한 境遇에 있어서의 目的은 精巧한 作業 道具 및 裝備의 使用 없이 處理作業을 遂行하는데 얻어진 經驗을 팀에게 提供하기 위한 것이다.

3. IAEA 支援을 받기 위한 先行條件

上記 方法의 어떤 形態로든 會員國에게 支援이 可能하며 一部 會員國에 게 提供되었다.

이러한 作業을 遂行하기 위하여 다음과 關聯된 正確한 情報을 收集할 必要가 있다.

가. 當事國의 라듐 線源 狀態

線源이 實際로 貯藏되어 있는 位置와 線源의 數量, 放射能量, 크기, 記錄管理番號에 대한 正確한 情報事項과 實質的인 物理的 條件(例, 周邊 大氣 環境, 物理的인 狀態)을 包含할 것이다. 이러한 情報 모두는 效率的인 處理 前 段階와 向後 活動計劃의 樹立을 위해 매우 重要하다. 處理前 過程 동안 에 라듐 線源의 모든 것을 記述한 管理記錄表가 만들어져야 한다. 만일 이것이 不可能하면, 技術諮問役(T.O.)은 本 作業을 遂行하기 위하여 參與者를 構成하여야 한다.

나. 當事國의 基盤 組織 狀態

만일 消耗的이지 않다면, 線源과 處理된 線源의 貯藏을 위해 計劃된 臨時 貯藏所의 位置 및 處理 作業이 遂行될 場所와 免許 또는 許可/承認과 關聯된 國內法 要求 事項에 대한 情報을 包含하여야 한다. 作業을 위해 必要한 裝備, 作業 道具 및 消耗品의 使用 可能性 또한 海外 專門家에 의해 또는 自國 參與者에 의한 것이든 간에 作業을 遂行하기 위해서는 重要하다.

基盤組織은 또한 實際로 一般的인 條件에 따라 作業을 위해 必要한 資質을 갖춘 人力과 節次의 利用 可能性을 包含하고 있다. 作業을 責任지고 있는 參與者는 經歷事項을 詳細히 記錄한 書類를 보여야 하며 鎔接技術者는 國家 公認機關 或은 國際機構에서 發行한 資格證을 所持하여야 한다. 다른 支援 基盤組織(例, 機械 作業場의 利用 可能性)도 使用할 수 있어야 하며 또

는 一部 準備 計劃은 作業施設이 必要한 境遇 要求 條件과 一致하여야 한다.

4. 一般的인 準備計劃

IAEA 活動의 첫번째 段階는 情報收集과 適合한 支援 形態를 決定하기 위한 狀態 評價로 構成되어 있다. IAEA의 支援과 關聯하여 이러한 活動을 遂行하기 위한 里程標는 주로 IAEA의 參與가 實際 活動, 顧問 또는 但只 情報 技術의 傳受인지에 달려있다. 모든 境遇에 있어서 “事業管理責任者”라는 소프트웨어를 使用하는 活動計劃이 開發되어질 것으로 豫想된다. 따라서 典型的인 里程標는 다음과 같은 것으로 構成될 수 있다.

가. 活動 參與

- 支援 要請
- 處理前 現況 把握 派遣
- 活動計劃 樹立
- 모든 線源의 履歷管理
- 모든 線源을 收集
- 모든 管理上의 節次 最終 完了
- 處理作業을 위한 모든 關係物 準備
- 處理 作業 遂行
- 最終 報告書 作成 完了

이러한 境遇에 있어서 IAEA 支援은 資質을 갖춘 팀과 指定된 當事國의 相互 協助下에 線源을 處理하고 國內의 指定된 臨時 貯藏施設에 處理線源을 貯藏하기 위한 것이다.

國內의 實際 狀態를 評價하고 要求事項을 明示하며 作業을 위해 必要한

활동을 계획하기 위하여 技術諮問役 또는 專門家에 의해 處理前 現況 把握이 이루어진다. 이러한 事項後에 主要 里程碑를 樹立하는데 있어서 IAEA에 의해 實際 計劃이 提案된다. 이러한 活動 計劃은 問題點을 안고 있는 當事國과 作業을 遂行할 팀에게 傳達된다.

IAEA 活動 參與의 境遇에 있어서, 契約을 締結한 팀은 處理 作業을 遂行할 것이며 一連의 모든 準備作業이 遂行되어진다.

나. 諮問 參與

- 支援 要請
- 現況 把握 派遣
- 活動計劃 樹立
- 要請 形態에 따른 支援 (派遣/諮問, 裝備 支援, 教育 訓練)
- 處理 作業 遂行
- 最終 報告書 作成 完了

이러한 境遇에 있어서 特殊한 要求事項에 依存한, IAEA 支援은 다음 任務의 全體 또는 一部分을 包含할 수 있다.

(1) 全體 作業을 計劃하기 위한 專門家 派遣

이것은 實際狀態가 評價된 處理前 派遣 任務遂行을 包含할 것이며, 要求 事項이 明示되고 作業 人力이 指命된다. 이러한 派遣 任務를 遂行한 다음에는 活動計劃 草案이 IAEA에 의해 提案될 것이며 IAEA의 어떤 形態로든지 支援方式이 分明하게 밝혀질 것이다.

(2) 教育 訓練을 위한 專門家 派遣

本 派遣任務는 必要에 따라 雇用된 專門家에 의해 遂行될 것이다.

本 派遣任務에서 特殊技術 등이 특별한 作業을 遂行하기 위한 當事國의 關聯 專門家에게 傳受될 것이다. 이러한 派遣 任務는 만일 別途의 技術 및 노하우가 教育訓練을 통해 提供되기 전에는 前處理 作業을 遂行할 수 없는 境遇에 使用될 수 있다. 또한 本 方法은 만일 處理 作業이 當事國의 팀에 의해서 遂行되어질 것이며 팀이 특별한 技術이 不足할 때 使用될 것이다.

(3) 豫備 作業을 위한 專門家 派遣

本 派遣任務는 必要에 따라 雇用된 專門家 또는 IAEA 技術諮問役에 의해 遂行될 것이다. 本 派遣任務에서 處理 作業은 處理 節次를 保證하고 實際 處理作業을 遂行하게 될 當事國의 專門家 水準을 信賴할 수 있도록 하기 위해 實際로 라듐 線源을 取扱하지 않는 狀態에서 遂行할 것이다.

(4) 處理 作業의 總括 監督

上記 敘述한 派遣任務 形式의 組合으로 當事國 專門家들은 別途의 指示를 받지 않고 全體 處理作業을 遂行할 것이다. 그러나 만일 IAEA의 監督이 國家機關에 의해 必要로 하고 IAEA에 의해 妥當性 與否가 檢討되어야만 한다면 處理作業 동안 팀에게 더 많은 諮問이 提供될 수 있다. 그러나 이것은 處理作業에 IAEA가 責任을 지고 있으며 또는 當事國 專門家 팀의 活動에 대해서 責任이 있다는 것을 意味하지 않는다.

上記 敘述한 專門家 派遣任務와는 別途로, IAEA는 必要에 따라 裝備, 作業 道具 및 消耗品の 形態로 資金의 使用 可能性 및 最終 活動計劃에서 設定한 바와 같은 支援을 提供할 수 있다. 活動計劃은 關聯된 모든 當事者와 함께 檢討되어야만 하고 承認된 事項은 處理作業을 위한 作業計劃이 될 것이다.

다. 情報 技術 參與

- 支援 要請
- 活動計劃 樹立
- 技術 指針書 및 關聯 技術資料 送付
- 情報 交換
- 最終 報告書 作成 完了 (希望 事項)

充分的 基盤組織과 良好한 廢棄物 管理 能力을 갖춘 國家는 IAEA의 直接的인 參與를 必要로 하지 않을 수 있다. 만일 當事國이 스텐레스鋼 캡술에 廢棄物을 密封 處理하거나 또는 相對的으로 高線量場이 存在하는 곳에서 스텐레스鋼 鎔接을 包含하는 處理作業을 遂行한다면, 이러한 境遇에 있어서 實際로 必要한 것은 技術的 節次, 노하우 및 自國 팀의 認證 節次가 可能하도록 하는 것이다. 이러한 境遇에서 支援範圍는 當事國에 의해 가장 잘 나타날 것이며 이에 따라 作業計劃은 開發될 수 있다.

5. 技術的 要求事項 및 品質 保證

本 節에서는 IAEA에 의해 採擇된 方法을 따르는 當事國에서의 라듐 處理作業을 遂行하기 위한 主要 技術的 要求事項을 要約하고자 한다. 本 節에서 取扱한 主要 觀點은 人力 要求條件과 그들의 資質, 材料/消耗品, 裝備 및 作業道具를 包含한 作業 要求品目과 品質保證 프로그램 構成 要素들이다.

가. 構成員 組織

- 總括責任者
全體 作業過程을 管理監督
- 放射線 防護 專門家
모든 安全管理 및 放射線 防護 關聯業務 遂行

(線源 運搬을 위해서 補助者가 必要)

· 鎔接 專門家

스텐레스鋼 (TIG 鎔接) 鎔接 資格을 갖춘 專門 鎔接 技術者

· 雜役夫

콘크리트 라이닝 드럼을 製造하고 荷役裝備를 運轉

나. 構成員의 資格 要件

廢라듐 線源의 處理를 遂行하는 作業 팀은 廣範圍한 經驗과 適合한 資格 要件을 갖추어야 한다. 作業 責任者는 工學, 物理學 또는 關聯 分野의 學士 學位 以上이어야 하며, 放射性廢棄物 處理 및 關聯 研究, 開發 分野에서 10~15年 程度의 經驗이 있어야 하고, 또한 管理 監督業務에 相當한 經驗을 지닌 것도 重要하다. 責任者는 類似한 作業에 從事한 經驗이 있어야 한다. 放射線 防護 專門家는 原子力 物理學, 工學 또는 關聯 分野의 學士學位 以上이어야 한다. 또한 放射線防護 分野에서 約 10~15年 程度의 經驗이 있어야 하며, 放射線 分野, 主要한 除染 또는 處理와 關聯된 業務에 從事한 經驗이 있어야 한다. 鎔接 專門家는 制定된 規定 (例, DIN 8560)에 따라 國家 公認機關 또는 國際機構에 의해 TIG 鎔接을 遂行할 수 있는 有資格者이어야 한다. 鎔接士는 TIG 鎔接과 다른 分野의 鎔接技術 (MAG 鎔接, 被覆 電極 鎔接 等)뿐 만 아니라 放射性物質을 含有한 多樣한 材質의 鎔接 및 放射線 區域에서의 鎔接 等 廣範圍한 經驗이 있어야 한다. 鎔接士 所見帳에 數年동안 이러한 材質 또는 環境에서 最近의 體系的인 作業을 遂行하였다는 것을 나타내어야 한다.

다. 施設物

處理作業은 貯藏施設과 貯藏施設에 隣接한 곳 혹은 便利性을 위하여

가까운 곳에 實驗區域(作業區域)을 必要로 한다. 만일 그렇지 못하다면, 放射性廢棄物 運搬도 또한 處理作業에 들어가게 될 것이다. 作業 區域의 說明 및 要求事項은 6.나.(2)와 6.나.(3)에 詳細하게 說明되어 있다. 適當한 貯藏施設을 위한 詳細 說明書는 IAEA-TEC-DOC-806[3]에 敘述되어 있다.

라. 作業 要求事項

(1) 作業 計劃

充實하게 計劃된 作業을 위하여 活動計劃은 初期에 開發되어져야 한다. 當事國에서의 拉듐 處理作業을 위해 支援承認 時點에서부터 拉듐 線源의 處理를 完了할 때까지 遂行하여야 할 모든 活動은 確認되어야 한다. 拉듐 線源 處理要請이 接受될 때, 基盤組織 뿐 만 아니라 拉듐 線源의 狀態가 良好하게 規定되지 않고 혹은 不分明할 수도 있다. 그러므로 活動計劃은 實際 狀態를 糾明하고 處理作業을 包含하여 遂行되어야 할 必要性이 있는 모든 業務를 確認하기 위한 道具가 될 것이다. 目的을 分明히 하기 위해서 細部計劃 및 當事國의 特殊計劃을 作業計劃이라 부른다. 技術諮問役に 의해 一旦 作成된 이 作業計劃은 모든 關聯 當事者에 의해 承認되어야 한다.

(2) 豫備 作業

處理 作業前에 遂行하는 모든 作業은 豫備作業으로서 看做되어진다. 拉듐 目錄에 관한 모든 情報과 특히 總 放射能量, 線源 數量, 形態 및 密封 狀態 등의 情報를 所有하는 것이 重要하다. 目錄 및 線源狀態에 따라 또한 多様な 消耗品이 設計, 製作 및 準備되어야 한다. 重量, 放射能 容量, 부피 및 外部線量率 등을 考慮하여 遮蔽容器를 最適化하기 위한 適當한 線量 評價 소프트웨어를 使用하여 遮蔽機器를 設計할 必要가 있다. 設計가 一旦 完了되면, 遮蔽容器를 準備하기 위하여 適當한 製作者가 要求된다. 遮蔽容器는

또한 사용하기 전에 준비되어야 할 필요가 있다. 라듐 선원을 밀봉하기 위한 스테인레스강 캡슐을 제작하여야 한다. 캡슐 크기는 선원의 크기와遮蔽機器의 형태를 고려하여야 한다.

向後處分을 고려하여 修正이 可能하도록 保證하고 作業을 容易하게 遂行할 수 있도록 確證하기 위하여 모든 必須的인 情報를 包含한 線源의 目錄이 매우 조심스럽게 書類化되어야 한다. 全體 라듐數量 및 線源 各各의 形態와 放射能은 最終節次 許可 및 캡슐의 必要數量과 크기 그리고 遮蔽用具의 數量을 確證하기 위한 重要한 變數이다.

向後 作業을 遂行하는데 있어서 融通性을 發揮하기 위하여 특히 만일 固化드럼의 運搬을 包含하는 作業일 때 遮蔽容器當 總 放射能量을 50mg으로 分離하는 것이 重要하다. 여기에서 敘述된 技術的 節次 및 指針은 一般 作業條件에 따라 遵守되고 適用되어야 한다.

本 段階의 끝 무렵에서 모든 線源은 處理作業이 遂行될 場所에 臨時貯藏 狀態로 保管하여야 하며 線源의 密封을 包含하여 上記에서 規定한 狀態가 良好하게 確證되어야 한다.

作業區域은 本 文書에서 技術한 要求事項에 따라 또한 準備되어야 하며 특히 處理前 現況把握을 위한 現地 調査過程에서 技術諮問役 또는 專門家에 의해 提示된 모든 勸告/要求 事項들은 考慮되어야 하고 符合하여야 한다.

(3) 處理 段階

臨時 貯藏庫에서 處理區域까지 線源을 運搬하기 위해서는 適切한 節次를 選擇하여야 한다. 作業參與者의 被爆率을 考慮하여 ALARA 原理가 充實히 遵守되어야 한다.

드럼 準備(에폭시 코팅, 塗裝, 內部 콘크리트 라이닝 및 表紙附着)는 技術 節次에 따라 그리고 드럼을 最終 用途로서 使用될 수 있도록 處理作業 以前

에 遂行되어야 한다.

모든 作業을 遂行하는 동안에 當初 豫想 및 計劃하지 않았던 放射性物質을 包含한 어떤 作業도 遂行하지 않아야 하며, 連續적이고 體系的인 監視 및 汚染管理가 遂行되어야 한다. 여기서 提供된 技術節次는 一般 作業條件에 따라 參考되어야 하고 適用되어야 한다.

마. 品質 保證

包括적인 品質保證 프로그램이 管理 및 技術指針書와 要求한 品質 및 信賴性を 保證하기 위하여 技術 節次書에 制定 및 完決되어 있다. 本 프로그램은 다음과 같은 項目을 包含하고 있다.

- (1) 캡슐 材質 및 캡슐 鎔接工程의 品質
- (2) 作業節次の 品質
- (3) 모든 監視機의 檢矯正 및 放射能 測定의 品質
- (4) 情報 文書化 및 檢索의 品質

6. 節次 및 指針

가. 管理 指針

本 節은 一旦 會員國으로부터 公式적인 要請이 받아들여진 管理指針을 言及하고 있다. 要請事項의 細部內容에 따라 正確한 回信이 있을 것이나 一般的으로 最初의 書信內容을 考慮하고 承認된 要請事項은 承認內容을 確認하고 處理方法에 관한 一般的인 情報를 提供한다. 또한 書信에는 關聯 當事者와 接觸하게 될 또한 모든 業務事項을 調律할 相對人의 任命을 要請한다.

相對人이 任命되면, 直接的으로 相對人과 意見を 交換한다. 作業에 대한 細部的인 技術上的 說明資料가 提供되고 라듐 線源의 狀態와 關聯하여 더욱

詳細한 情報가 要求된다. 線源의 狀態를 糾명한 情報은 現地 派遣이 實行되기 전에 技術諮問役과 함께 利用 可能하여야 한다. 任命된 相對人이 一旦 選定한 活動計劃案이 準備되고 모든 關聯 當事者에게 傳達되어야 한다.

一旦 活動計劃이 承認되면 이것은 作業計劃이라 稱하고 主要 作業은 作業計劃에 따라 遂行될 것이다. 典型的인 意見交換 및 作業計劃은 廢棄物 管理 技術部門의 關聯 書類에서 찾아볼 수 있다.

나. 技術 指針

技術 指針은 廢라듐 線源을 處理하기 위한 實質的인 作業을 하기 전에 遂行되어야 할 技術的인 作業에 焦點을 두고 있으며 주로 密封作業을 위한 라듐 線源의 準備, 作業區域의 準備 및 必要時에 라듐 線源의 包裝 및 運搬을 包含하고 있다. IAEA 活動參與의 境遇에, 本 任務는 技術諮問役의 支援 또는 圓滿한 作業을 위해 準備하고자 處理前에 派遣된 專門家(普通 팀의 一員)와 더불어 遂行된다. 其他 參與方案의 境遇에, 相對인과 함께 技術諮問役은 一般的인 條件에 따라 이러한 準備作業을 누가 遂行하여야 할지 決定한다. 作業遂行을 위한 技術節次는 準備作業의 關聯分野를 위해 參考될 수 있다.

(1) 라듐線源의 準備

(가) 라듐 目錄의 調査

- 國內에 貯藏中인 라듐의 位置 確認 및 履歷管理
- 紛失 線源 索出
- 라듐 線源에 관한 包括的인 文書 作成
- 모든 라듐 線源의 特徵 描寫

(나) 라듐 線源의 準備

- 모든 라듐 在庫品을 便利하고 安全하게 作業區域 隣近에 位置
- 可能하면 分割 遮蔽容器에 50mg씩 라듐 分離
- 漏出 線源 確認 및 漏出線源을 分割 容器에 貯藏

(다) 包裝 및 運搬

만일 라듐 線源이 處理作業을 遂行할 場所에 位置하지 않다면 包裝 및 運搬節次는 國內 規定에 따라야 하며, 代案으로서 IAEA ST-1[4] 規定이 參考되어야 한다.

(2) 作業區域의 指定

라듐 線源을 取扱 또는 調定(上記 敍述한 線源의 準備 或은 實際 處理를 위한)하는 區域을 作業區域이라 부른다. 이러한 區域은 制限區域과 一般 區域으로 나뉘어지고 表示되어야 한다.

制限區域은 特別 安全規則을 따라야 하는 區域으로서 放射能 被爆狀態가 作業者에 대한 主要 被爆限界의 1/50보다 큰 年間 有效等價線量에 이르게 한다. 本 區域 內에서 放射線防護 專門家は 安全한 作業條件을 保證하고 不必要한 照射被爆을 防止하기 위하여 適切한 監視와 管理를 遂行할 것이다.

一般區域은 放射線 安全規則으로부터 排除된 區域으로서 年間 有效等價線量이 一般大衆에 대한 主要 被爆限界보다 약간 적다. 이곳은 普通 作業區域을 둘러싼 區域으로 發生當時의 容器에 들어있는 線源은 貯藏場所로부터 制限區域으로 運搬된다. 本 區域에서 납 遮蔽容器는 드럼內에 最終적으로 넣기 위하여 取扱될 수 있다.

(3) 作業 및 一般區域의 準備

(가) 目的

本 指針書의 主要目的은 이러한 區域이 別로 具備되어 있지 않거나 放射線源 取扱施設을 위한 基盤組織이 전혀 없는 國家에서 實施된다는 事實을 考慮하여 作業區域을 設定하기 위해 充分한 情報를 提供하기 위한 것이다. 또한 汚染 危險要素를 除去/減少하고 汚染이 擴散되는 것을 防止하며 最小限의 努力으로 除染作業이 可能하도록 하는 條件의 規定을 目的에 包含하고 있다.

(나) 一般的인 方法

一般區域은 但只 處理되었거나 良好하게 遮蔽된 線源을 測定하는 것이 豫想되기 때문에 汚染에 대해서 別로 注意할 必要가 없다. 線源이 遮蔽體內에 安全하게 놓여져 있고 遮蔽體가 線源에 대해서 꼭 들어맞으며 기울어지고 열리며 혹은 앞질러지는 傾向이 없도록 하는 措置를 취하여 臨時 貯藏庫로부터 制限 區域까지 線源을 運搬하여야 한다. 線源의 運搬은 一旦 外部線量率을 測定하고 外部 汚染이 되어있지 않았을 때 遂行되어야 한다.

制限區域은 可能한 規模가 작아야 하고 可能한 많이 폴리에틸렌으로 바닥을 덮어야 하며, 특히 라듐 線源이 들어있는 容器가 놓여져 있는 곳은 如何한 간에 그렇게 되어야 한다.

(다) 制限區域 敘述

라듐 線源을 取扱할 制限區域은 設計가 잘 되어져야 한다. 密封作業을 위한 制限區域의 準備는 아마도 가장 精誠 들어야 할 일이다. 다른 制限區域은 여기에서 技術한 指針 및 節次를 使用하여 設定할 수 있다. 密封作業을 위한 制限區域은 다음과 같은 地域으로 構成되어야 한다.

1) 接受地域

이곳은 發生當時의 遮蔽體에 들어있는 라듐 線源을 接受하는 地域이다. 이 時點에서 팀은 接受한 遮蔽體의 全體 目錄, 특히 內容(線源 數量, 放射能量 및 形態), 外部汚染과 만일 可能하다면 其他 有用한 情報(遮蔽體의 開閉 容易 혹은 困難, 遮蔽體의 近似 重量)를 알아야 한다. 汚染과 關聯한 모든 放射線 豫防은 利用 可能한 情報과 關係없이 事前에 訓練되어야 한다. 寫眞 7은 典型的인 接受地域을 보여주고 있다.

2) 移動地域

이곳은 遮蔽體의 內容物을 캡슐에 옮겨 담는 地域이다. 裝置를 占有하고 있는 스텐레스鋼 캡슐과는 別途로 本 地域은 矯正된 監視機가 該當 스텐레스鋼 캡슐로부터 放出되는 放射線만을 볼 수 있도록 措置하여 遮蔽되었다. 內容物이 運搬容器에 담겨 있지 않고 또한 線源이 담겨져 있는 스텐레스鋼 캡슐이 鎔接을 위해 臨時的으로 待期狀態로 놓여진 地域은 監視機 判讀에 影響을 미치지 않도록 良好하게 遮蔽되어 있다. 遮蔽物은 作業者에게 最大限의 被爆防止를 기할 수 있는 方法으로 또한 準備되어야 한다. 寫眞 8은 典型的인 配置寫眞을 보여주고 있다.

3) 鎔接地域

이곳은 캡슐을 鎔接하는 地域(寫眞 9)으로 鎔接을 위한 特殊 遮蔽體와 鎔接된 캡슐을 冷却시키기 위해 特別히 設計된 區域을 갖추고 있다.

4) 漏泄試驗 地域

이곳은 鎔接된 캡슐에서의 漏泄을 試驗하는 地域(寫眞 10)으로 漏泄試驗 裝備를 具備하고 있으며 特殊 遮蔽體를 使用하여 遮蔽되어 있다.

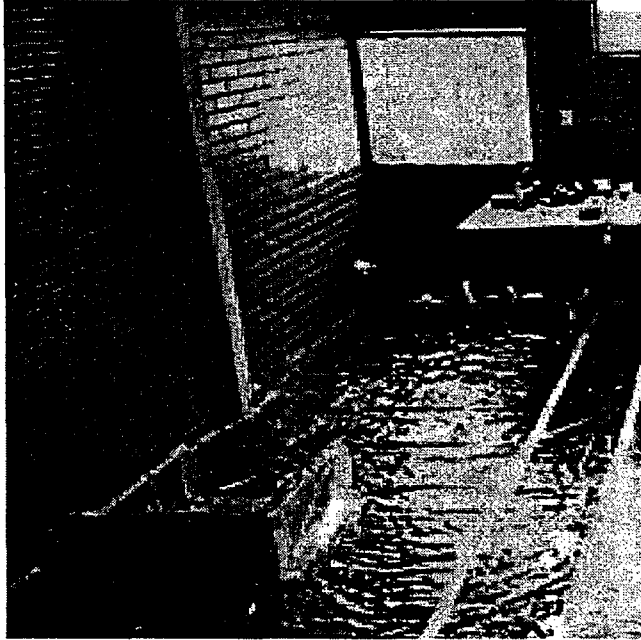


Photo 7. Receiving Zone

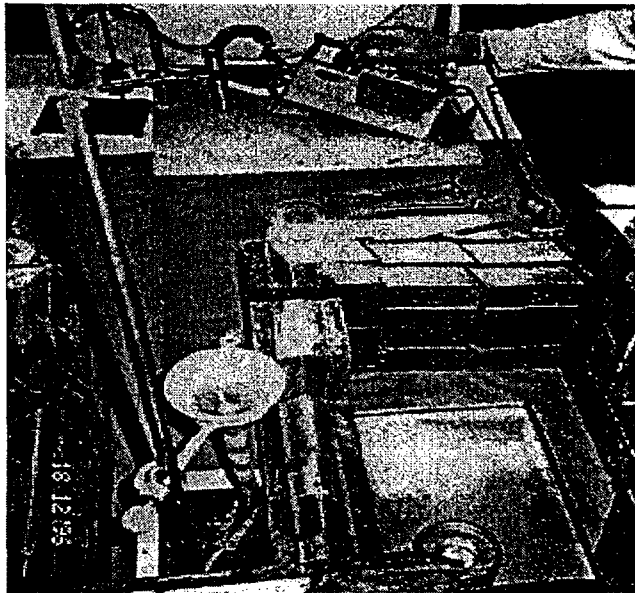


Photo 8. Typical Layout of the Transfer Zone

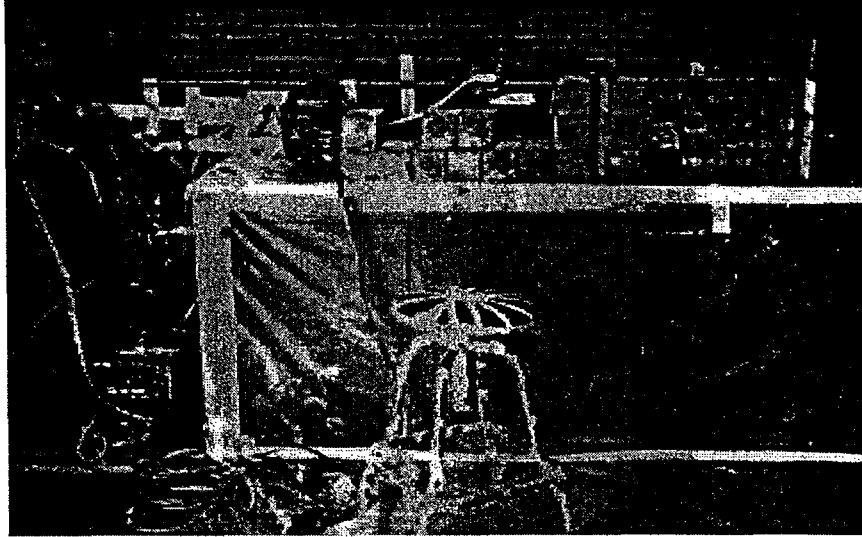


Photo 9(a). Welding Zone - a front view

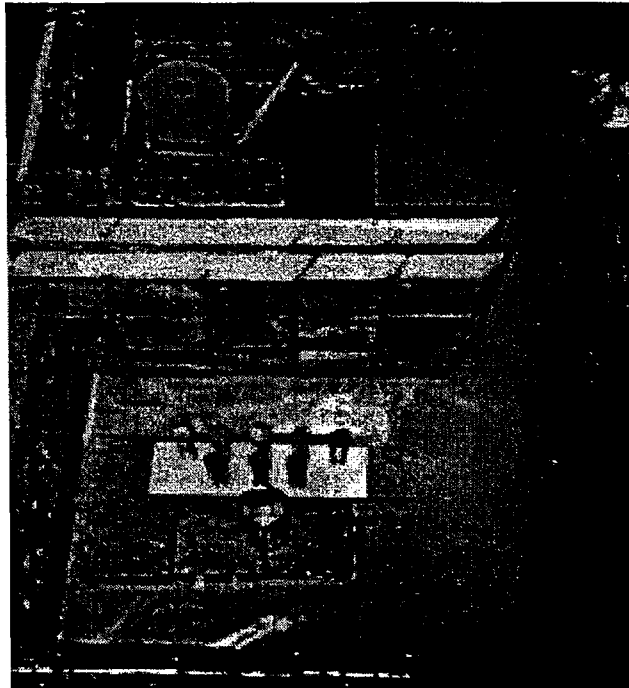


Photo 9(b). Welding Zone - a top view

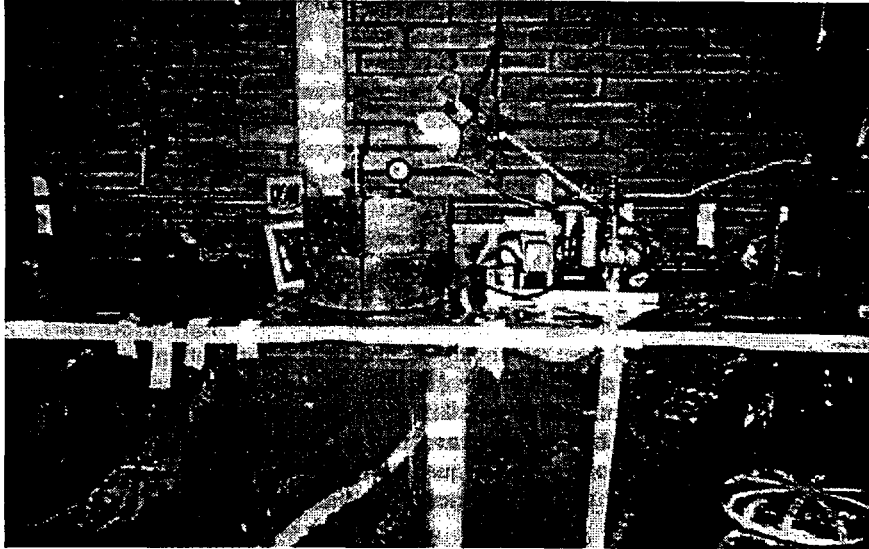


Photo 10(a). Leak Testing Zone - a front view

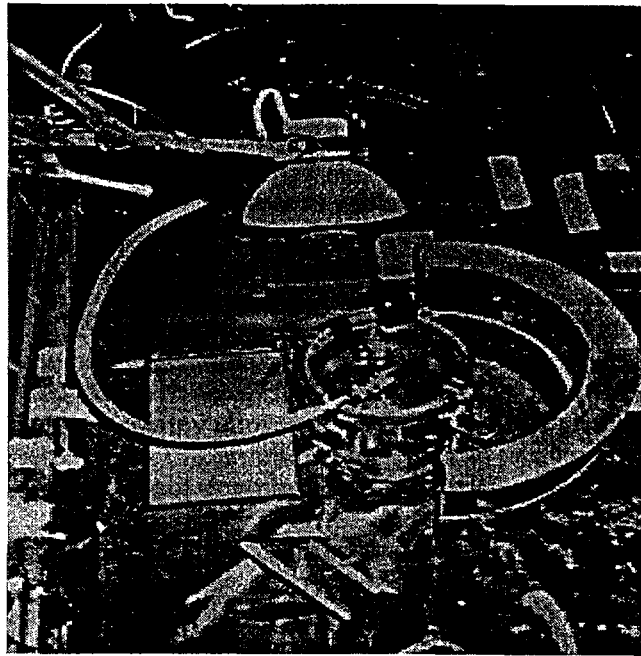


Photo 10(b). Leak Testing Zone - a top view

다음과 같은 指針은 라듐 線源을 調整하게 될 制限區域을 設定할 때 遵守되어야 한다.

- 가) 汚染與否에 대한 繼續的인 監視가 遂行되어야 한다. 貯藏容器는 內容物을 다른 容器(處理用 캡슐)에 옮겨 담기 前, 동안 및 後에 汚染與否를 確認하여야 한다.
- 나) 移送地域은 汚染發生이 憂慮되는 곳마다 二重의 폴리에틸렌으로 바닥을 덮어야 하며 납 블럭을 갖추어야 한다.
- 다) 作業區域은 모든 作業이 制限區域 內에서 遂行될 수 있도록 實用的인 側面에서 可能的인 小規模로 만들어져야 한다.
- 라) 適當한 空調設備(HEPA 필터使用)를 使用하여야 하며, 空調設備는 汚染 擴散을 防止할 수 있는 方法으로 管理되어야 한다.
- 마) 多樣한 作業을 위해 라듐 니들의 操作數를 制限하여 作業은 最適狀態 이어야 한다.
- 바) 貯藏容器를 取扱하는 接受區域은 특별한 注意를 기울여야 한다.

制限區域은 다음 事項을 遵守하여야 한다.

- 가) 制限區域內의 모든 容器는 週期的으로 作業 前, 동안 및 後에 汚染與否를 確認하여야 한다.
- 나) 制限區域內의 放射線準位는 計劃된 作業(例, 密封作業)을 實施하기 前에 設定 되어야하며, 移送地域에서의 放射線準位는 遮蔽體 內容物을 運搬하기 前과 後에 確認하여야 한다.

(4) 裝置, 裝備 및 材料들

다음은 處理作業에서 要求하는 裝備들의 包括的인 目錄이다. 境遇에

따라 追加的인 裝備가 要求될 수 있다. 處理 作業이 이루어지는 國家의 基盤施設을 議論하거나 調査할 때 技術諮問役의 參考資料로 活用될 수 있다. 技術節次書에서도 要求되는 裝置, 裝備 및 材料 등이 必要에 따라 適切한 要求가 確認될 수 있도록 技術되어 있다.

(가) 必要裝備

- 1) Forklift (容量 ~ 700kg)
- 2) 放射線計測器 (線量率 計測器 2臺, 表面汚染 檢査器 2臺)
- 3) 多用度 機械工具박스(作業場所에 近接한 곳에서 機械的인 일의 活用이 매우 有用하고 必要하다.)
- 4) 非認可者의 出入을 막는 物理的인 울타리
- 5) 試驗管 1個를 담을 수 있는 납 遮蔽體 (2個)
- 6) 線源을 取扱할 때 使用되는 遮蔽된 바퀴 달린 손수레
(規格 ~ 40x40 cm)
- 7) 固化된 드럼을 取扱하는 바퀴 달린 運搬機具
(規格 ~ 1x1 m, 取扱容量 ~ 500kg)
- 8) 油壓作動 콤프레셔와 眞空라인(0.25 kPa)

(나) 其他 雜貨 및 消耗品

- 1) 放射線 表紙가 있는 地域區分 테이프 (1롤 ~ 200 m)
- 2) 알루미늄 호일 및 플라스틱 호일
- 3) 吸收紙 (1롤)
- 4) 濾過紙 및 솜 (~ 각 250gm)
- 5) 아세톤이나 알코올 1L와 글리콜 2L
- 6) 렌턴用 작은 乾電池

- 7) 必要한 放射線 表示(例; 放射線區域, 放射線物質表示 等)
- 8) 플라스틱 쉬트 롤 (總 面積 ~ 1 x 100m) 및 마스킹 테이프
- 9) 遮蔽容器 (容量은 在庫量에 따라)
- 10) 스테인레스鋼 캡슐(容量은 在庫量에 따라)
- 11) 200L 드럼 (容量은 在庫量에 따라)

(다) 實驗室用 裝置

- 1) 排氣 濾過 시스템을 갖춘 후드(最小 面積 ~ 1.0 x 0.7 m)
- 2) 不浸透性 表面을 가진 實驗室 의자
- 3) 洗面器
- 4) 遮蔽를 위한 납 블럭 (구석을 막는 블럭들을 包含)
- 5) 電源 供給裝置(220V) 및 이에 必要한 電線코드
- 6) 거울 (~ 20 x 30 cm, 4個)
- 7) 個人 線量計 및 손가락용 TLD, 덧옷, 덧신 및 實驗室用 슬리퍼
(8人用), 電子 個人線量計의 使用이 推薦할 만함
- 8) 집게 (試驗管 操作用 2個, 잠금 시스템용 2個 ~ 길이 50cm)
- 9) 고무 및 두꺼운 장갑들
- 10) 긴 입을 가진 칼때기 및 普通 길이의 칼때기와 15cm 호스 튜브
- 11) 鐵棒 2個(~ 길이 0.5m, 半徑 1.5 cm) 및 (길이 2 m, 半徑 2cm)
- 12) 廢棄物用 편(3個) 및 플라스틱 백
- 13) 鐵棒 3個, 2 x (~ 0.7m x 18 mm) 및 1 x (1.0 m x 18 mm)

(5) 計測

作業區域에 대하여 利用할 수 있는 情報과 다른 放射線源의 存在에 따라 放射線 計測裝備의 構成은 달라진다. 다음 중 一部 또는 全部의 計測

기가 필요하다.

- 單窓形 또는 얇은 窓形 G-M管 모니터
- 얇은 結晶 신틸레이션 모니터
- 遠隔 팔을 가진 高線量用 計測器
- 알파 計測器
- 中性子 計測器
- 알파, 베타, 낮은 에너지의 X-ray 및 감마선 汚染 모니터
- 감마 스펙트로미터 및 아주 낮은 放射線測定裝備(極限條件에서만)가 要求된다.(紛失/埋立된 不分明 線源들)

(6) 最小限의 放射線防禦 要求事項

放射能을 測定하거나 線源의 取扱 등을 위하여 다음의 條件을 갖추어야 한다.(線源 放射能 測定 및 特性 分類)

(가) 基盤施設

- 排氣 시스템을 갖춘 후드
- 周邊空氣의 필터링 시스템
- 洗面器와 緊急時 使用할 샤워施設
- 除染이 容易한 不浸透性 表面을 가진 實驗室 의자
- 非認可者의 侵入을 막는 物理的인 울타리

(나) 裝備와 材料들

- 試驗管 操作用 집게 2個
- 試驗管 1個를 담을 수 있는 납 遮蔽體
- 放射線源의 分類와 移動을 위한 2個의 小形 납 遮蔽體

- 납 유리
- 50cm 程度의 잠금裝置가 있는 집게
- 울타리 및 울타리의 構成品 및 表示들
- 距離 測定 器具

(다) 防護用品

- 고무장갑 5켤레
- 가스 顔面마스크 2個
- 作業服 2벌
- 實驗室用 슬리퍼 5켤레

(라) 消耗品들

- 알루미늄 호일과 플라스틱 호일
- Dry wipe 試驗을 위한 濾過紙
- 吸收紙
- 플라스틱 백, 板 및 마스킹 테이프

다. 技術 節次

(1) 貯藏容器的 準備

(가) 目的

本 節次는 密封 廢²²⁶Ra線源의 貯藏包裝을 위한 準備를 明記하는데 그 目的이 있다. 不可避한 損失을 勘案할 때 하나의 包裝을 準備하기 위한 量에 대하여 나타내었다. 包裝은 그림 6에 나타내었다.

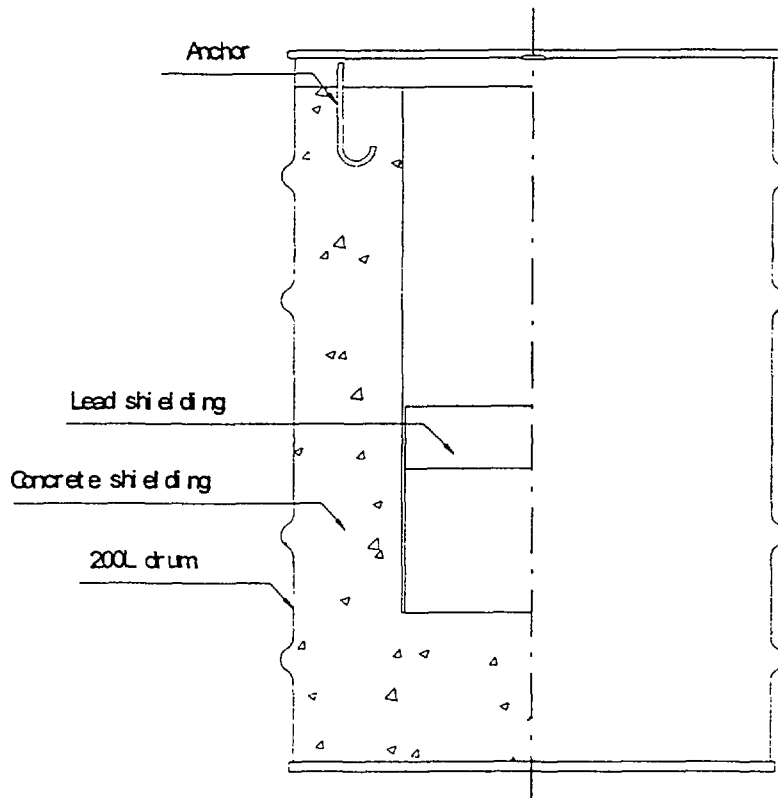


Fig. 6. Spent Sealed Source Package

(나) 裝備와 非消耗性 材料

- 시멘트 混合機 - 容量 200 L
- 引揚 및 取扱裝置 : 容量 700kg 以上
- 콘크리트 振動機
- 모울드 (그림 7, 8)
- 取扱 工具들 (突出部가 있는 링, 훅크가 달린 케이블 등)
- 包裝支持 / 固定프레임 (그림 9)

(다) 消耗性 材料(包裝物 1個當)

- 200L 드럼, 除去 可能한 汚穢, 内部의 에폭시 코팅. 責任있는 機關의 承認을 얻은 節次에 의하여 確認된 것이어야 한다.
- 포틀랜드 시멘트 : 120kg
- 乾燥된 모래 : 139kg
- 直徑 20mm 자갈 : 223kg
- 물 : 48L
- 앵커 : 4個 (그림 6)
- 두꺼운 플라스틱 板
- 두꺼운 플라스틱 장갑

(라) 모울드 構成

모울드는 드럼內에 라듐線源 遮蔽를 維持하기 위해 遮蔽裝置를 담기 위한 것으로 둥근 形態 空間의 시멘트壁으로 使用한다. 모울드는 完全히 再使用이 可能하도록 만들어질 수 있다. 이 境遇 실린더 部分을 包含하는 하나의 彫刻으로 만든다. 이것의 製作과 使用에는 약간의 注意가 要求된다. 또 다른 方法으로는(勸奨할 만함), 실린더 部分이 플라스틱이나 鐵製로

만들어지고 실린더 形態의 바닥을 붙이는 것이다. 이 境遇 실린더 部分은 콘크리트로 라이닝된 드럼안에 維持되어 드럼의 一部分이 된다. 그림 7과 그림 8은 두개의 모듈드 設計를 보여 준다.

(마) 準備

內部 콘크리트 라이너는 基礎와 間隔 壁의 두가지로 準備되어야 한다. (混合機의 容量이 充分치 않은 境遇는 한 批次 以上이 準備되어야 한다.)

1) 콘크리트 準備

- 시멘트, 모래 그리고 자갈을 10分間 섞는다
- 물을 添加한 後 10分間 더 섞는다.

2) 基礎 準備

- 프레임에 드럼을 놓는다
- 드럼안에 모듈드를 넣는다
- 드럼안의 모듈드 맨 밑바닥에 마크한다.
- 모듈드를 除去하고 콘크리트를 마크한 部分까지 붓는다.

3) 壁 準備

만약 再使用 可能 모듈드가 使用되면

- 콘크리트와 接觸하게 되는 모든 모듈드 表面을 플라스틱 板으로 덮는다.
- 모듈드를 드럼안에 놓고 콘크리트를 붓는 동안에 모듈드가 움직이지 않도록 케이블로 프레임에 固定한다

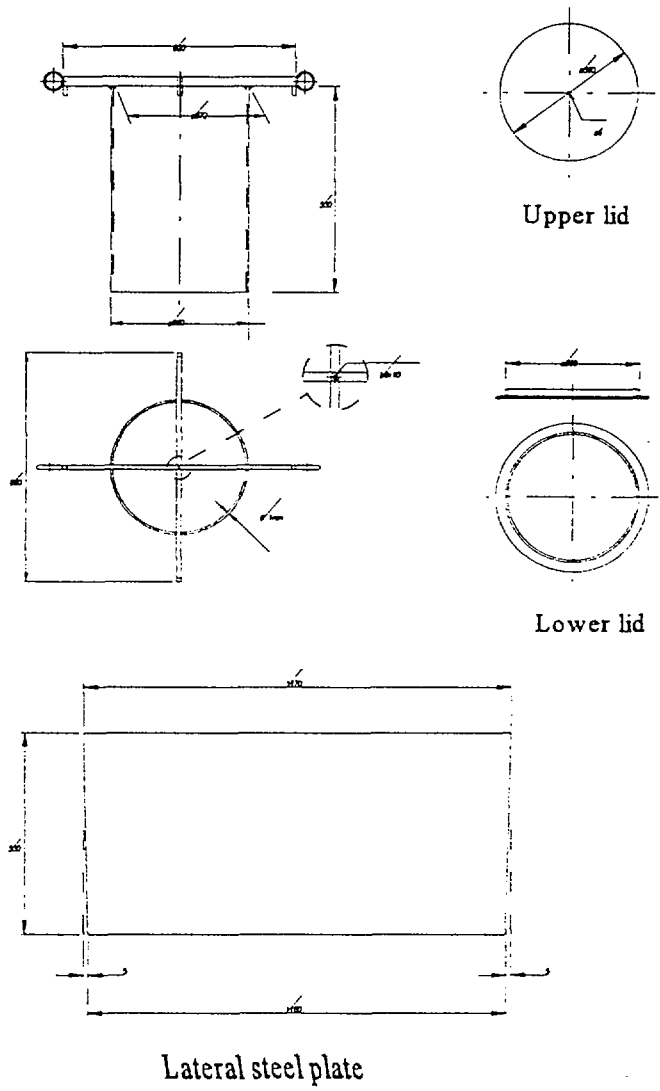
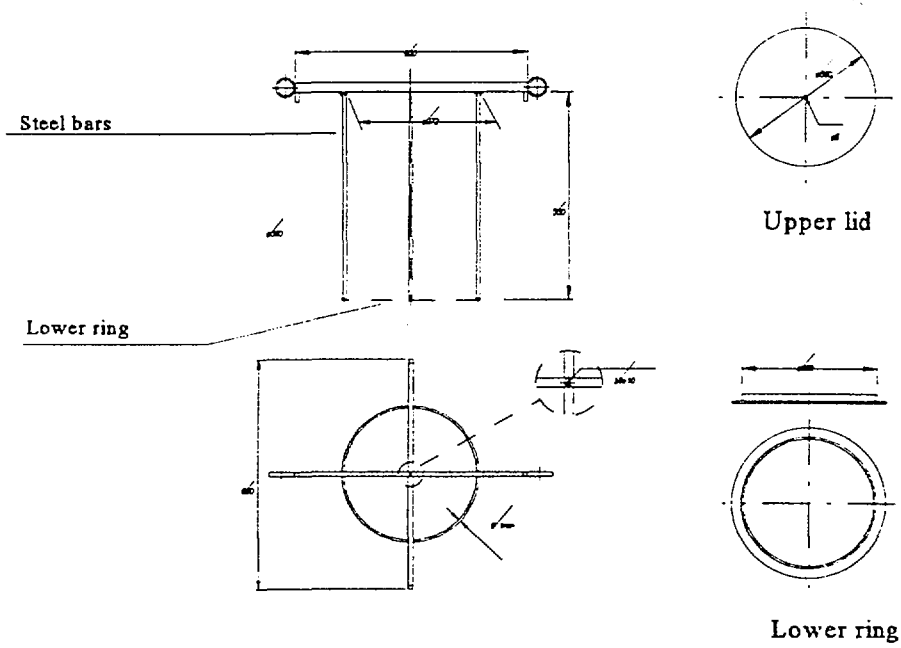
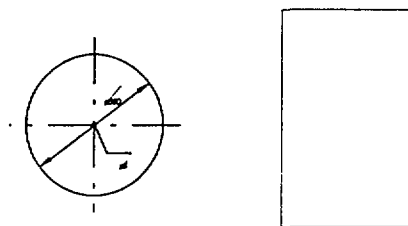


Fig. 7. Removable Mould



Removable attachment



Permanent cylindrical part

Fig. 8. Permanent Mould and Removable Attachment

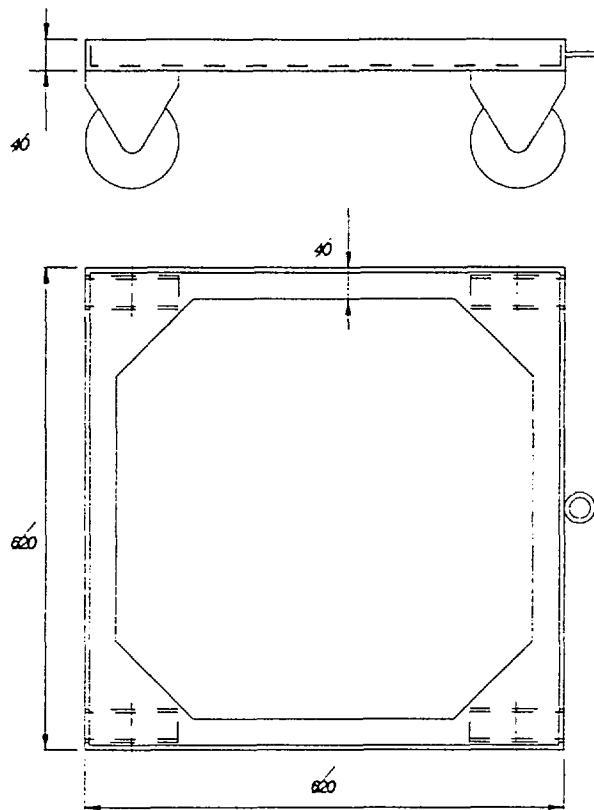


Fig. 9. Movable Trolley

- 콘크리트 振動機를 使用하여 콘크리트가 단단해지도록 하면서 붓는다.
- 콘크리트를 부은 다음 即時 앵커를 設置한다.
- 以後 最小限 6時間 以上 콘크리트를 養生한다.

만약 mould가 플라스틱/鐵材 실린더의 永久 部品이라면

- 드럼안에 永久 部品인 mould를 놓고, mould의 再使用 部分을 設置하고 콘크리트를 붓는 동안에 mould가 움직이지 않도록 케이블로 프레임에 固定한다
- 다른 部分에서 콘크리트를 붓기 위해 鎊대기를 使用한다. 반드시 콘크리트 振動機를 使用하여 콘크리트가 단단해지도록 하면서 붓는다.
- 以後 最小限 6時間 以上 콘크리트를 養生한다.

4) mould 除去

- 養生期間 以後에 플라스틱/鐵材의 境遇 실린더形의 永久 mould 部分의 mould와 플라스틱板 및 再使用 可能한 部分을 除去하고 안쪽의 시멘트와 콘크리트의 殘餘分을 깨끗이 淸掃한다.

(2) 캡슐 鎔接

(가) 鎔接 裝備와 關聯 치수

TIG 鎔接機는 10~160A, 直流(DC), 가스保護用(商業用 아르곤), 足踏式의 緩慢한 調整機를 具備하고 있다. 鎔接토치는 SW-30 또는 세라믹 노즐 8番, 直徑 3/32", 60° 원뿔形 tip의 WTh(텅스텐-토륨) 電氣棒을 갖춘 類似品이 있다.

- 아르곤 注入量

鎔接 토치안의 아르곤量은 반드시 分當 8에서 10리터이어야 한다.

- 鎔接 電流

鎔接은 直極性(negative electrode)에 直流로 行하고, 30A에서 50A 사이에서 鎔接士에 의해 페달로 調整할 것.

(나) 遂行 人力

經驗을 가진 技能人力과 鎔接士

(다) 캡슐 準備

캡슐은 반드시 3/4" 外徑, 3mm 두께, 캡슐 길이 110mm인 AISI 304 스테인레스 스틸 鎔接 튜브로 만들어야 한다. 이때 큰 캡슐은 特殊線源을 위하여 使用한다. 또한 類似한 材料는 可能하면 스틸 handbook의 利用 可能한 스틸 材料와 比較하여 綿密한 評價를 거친 후에 使用할 수 있다. 캡슐은 3mm 스테인레스 스틸 板으로 양쪽을 密封한다. 스틸棒의 境遇, 貯藏時에 漏泄을 發生할 수 있는 固有缺陷의 原因이 되는 加工하지 않은 原材料는 使用하지 않아야 한다.

鎔接을 하기 전에 캡슐과 양쪽 뚜껑의 먼지 - 녹, 그리스 또는 潤滑油 等を 반드시 除去하여야 한다. 이들을 加工한 후 中性洗劑 5%를 含有한 超音波 물 洗滌器에 10分 程度 洗滌하고 鎔接하여야 한다. 鎔接한 후에는 바로 아세톤으로 닦아야 한다.

(라) 캡슐 鎔接

이 部分은 반드시 資格이 認證된 鎔接士에 의하여 行해져야 한다.

1) 바닥 鎔接

바닥은 作業 遂行前에 다음 過程을 거쳐 鎔接되어야 한다.

2) Spot 鎔接

뚜껑을 똑바른 位置에 두고 120° 의 角度로 두 군데를 鎔接한다.

3) 鎔接

鎔接은 120° 角度로 두 군데를 spot 鎔接한 다음 둥글게 단 한번의 鎔接으로 380° 를 鎔接한다. 卽 20° 의 오버랩을 가진다는 意味이다. 鎔接時間은 반드시 25秒 以內여야 한다.

4) 冷却

龜裂과 塑性增加를 防止하기 위해 鎔接部分은 自然冷却 되어야 한다.

5) 뚜껑 鎔接

위의 2), 3) 및 4)의 鎔接查樣에 따라 뚜껑을 鎔接한다.

6) 캡슐 漏泄試驗

6.다.(4)에 있는 作業節次에 따라 鎔接된 캡슐을 담그는 漏泄試驗을 遂行한다.

(3) 貯藏을 위한 廢²²⁶Ra線源의 密封 및 處理

(가) 目的

이 節次의 目的은 廢²²⁶Ra線源을 處理하기 위한 段階를 確立하는데 있다. 作業節次 6.다.(1), 6.다.(2) 및 6.다.(4)에 言及되었기 때문에 包裝物

準備, 캡슐鎔接 및 漏泄試驗 事項은 包含하지 않았다.

(나) 裝備 및 非消耗性 材料

- 引揚 및 取扱裝置 - 容量 700kg
- 漏泄試驗裝置
- TIG 鎔接裝備
- 線量率 計測器와 汚染모니터링 計測器
- 캡슐 및 線源用 집게
- 携帶用 랜턴

(다) 消耗性 材料

- 作業節次 6.다.(1)에 의한 包裝物
- ^{226}Ra 線源(在庫量)
- 덮개 鐵棒
- 遮蔽裝置
- 스테인레스 스틸 캡슐 : 12個의 標準 캡슐과 遮蔽裝置當
2個의 큰 캡슐 (補充用 캡슐 包含)
- 被爆 電氣棒

小形 캡슐을 위한 9個의 구멍과 큰 캡슐용 구멍을 가진 遮蔽裝置의 配列이다. 線源이 크면 遮蔽裝置는 3個의 큰 캡슐과 3個의 작은 캡슐로 構成되도록 設計되어야 한다. 이 境遇 遮蔽裝置와 캡슐의 數는 狀況에 따라 變化할 수 있다.

(라) 貯藏을 위한 密封 및 處理

1) 先行業務

- 線源들을 約 50mg 씩으로 分離
- 矯正된 放射線計測器로 1m 位置에서 線量を 測定하여 各 씩의 放射能을 檢査한다. 約 1.85GBq(50mCi)에 該當하는 放射線量은 1m 地點에서 0.57mSv/h(57mR/h)이다.
- 線源들을 아직 分離하지 않았다면 1m에서의 線량이 0.57mSv/h 가 되도록 分離한다.

2) 密封 및 處理業務

- 집게를 使用하여 캡슐 안에 線源을 移動시킨다. 이때 캡슐當 Ra^{226} 50mg(1.85GBq)을 넘지 않도록 觀察한다.
- 作業節次 6.다.(2).(라)에 따라 캡슐 뚜껑을 鎔接한다.
- 作業節次 6.다.(4)에 따라 漏泄試驗을 위하여 캡슐을 沈水시킨다.
- 캡슐이 漏泄試驗을 通過하면 납 遮蔽體 안의 한 곳으로 移動시킨다. (가운데 구멍은 再密封된 것과 큰 캡슐용으로 남겨둔다.)
- 캡슐에 관한 모든 情報와 位置를 樣式에 記錄한다.
- 캡슐이 漏泄試驗을 通過하지 못했다면 一時的으로 옆의 遮蔽된 곳으로 치워놓고, 첫번째 處理操作이 完了되면 모든 캡슐은 더 큰 캡슐 안에 再密封하고 遮蔽裝置의 中央位置로 移動시킨다.
- 遮蔽體內로 完全히 貯藏될 때까지 事前 段階를 反復하고 包裝物當 ^{226}Ra 의 最大 放射能이 500mg(18GBq) 및 遮蔽體 表面에서 20mSv/h를 超過 하지 않도록 遵守한다. 이 값들은 完全한 包裝物の 바깥 表面에서 2mSv/h를 超過 하지 않는 것을 意味 한다.
- 遮蔽體위에 遮蔽뚜껑을 螺絲締結하고 그것들을 同一間隔의 네 군데 鎔接點에 의하여 함께 鎔接한다.

- 包裝物內로 遮蔽物을 移動한다. 貯藏時에는 한 包裝物에 2個의 遮蔽까지 許容된다.
- 位置固定을 위하여 包裝物の 앵커를 使用하여 空間內에 있는 鐵棒을 鎔接한다.
- 包裝物 뚜껑을 固定시킨다.

3) 後處理 行爲

- 드럼表面과 表面으로부터 1m의 地點에서 放射線量率을 測定한다. 앞에서 言及한 樣式에 데이터를 記錄한다.
- 2次 生成廢棄物을 收集하고 作業地域을 모니터링 한다. 作業의 最終段階에서 管理가 이루어질 것이다.

(4) ^{226}Ra 을 包含한 캡슐의 漏泄試驗

(가) 目的

이 節次는 ISO 9978[5] 基準에 의하고 廢密封 ^{226}Ra 線源을 담은 스테인레스 스틸의 漏泄試驗에 適用할 수 있다.

(나) 裝置와 材料

- 壓力計, 글리콜 탱크와 眞空 回路가 裝着된 試驗裝置
- 特殊 製作된 납 블럭
- 試驗할 캡슐

(다) 試驗 節次

- 챔버안에 캡슐을 位置한다.
- 캡슐이 最小限 5cm 以上 잠길 수 있도록 글리콜을 그림

10의 desiccator에 注入한다.

- 絶對壓 0.25氣壓으로 desiccator를 낮춘 다음 캡슐에서의 버블을 1分 以上 維持한다.

(라) 承認

클리콜 안에 버블이 發見되지 않으면 캡슐은 認證된 것으로 看做한다.

라. 廢密封 ^{226}Ra 線源에 대한 放射線防禦 計劃

(1) 目的

廢密封 ^{226}Ra 線源 處理 作業中에 適用할 放射線防禦 計劃을 樹立하는데 目的이 있다. 基本的인 放射線防禦 概念이 言及되었고 節次가 技術되었다.

(2) 適用 可能한 放射線防禦 概念

(가) 物理的인 管理

不必要한 職業上 被爆을 피하기 위해 基本 原則이 지켜져야 하고 適切하고 適한 場所에서 放射線源을 다루어 汚染의 擴散을 막는다. 放射線防禦의 要求를 達成하기 위하여 다음의 管理措置가 遂行되어야 한다.

1) 區域區分 (管理區域과 淸淨區域, 6.나.(2)와 6.나.(3)을 參照할 것)

2) 管理區域 內에서 行爲의 制限

管理區域에 들어가는 모든 사람은 個人線量計, 防護服, 덧신을 着用해야 한다. 接近은 放射線監督者에 의하여 許可를 받아야 한다.

管理區域 內에서의 作業동안 作業者가 받은 放射線被爆線量은 Basic

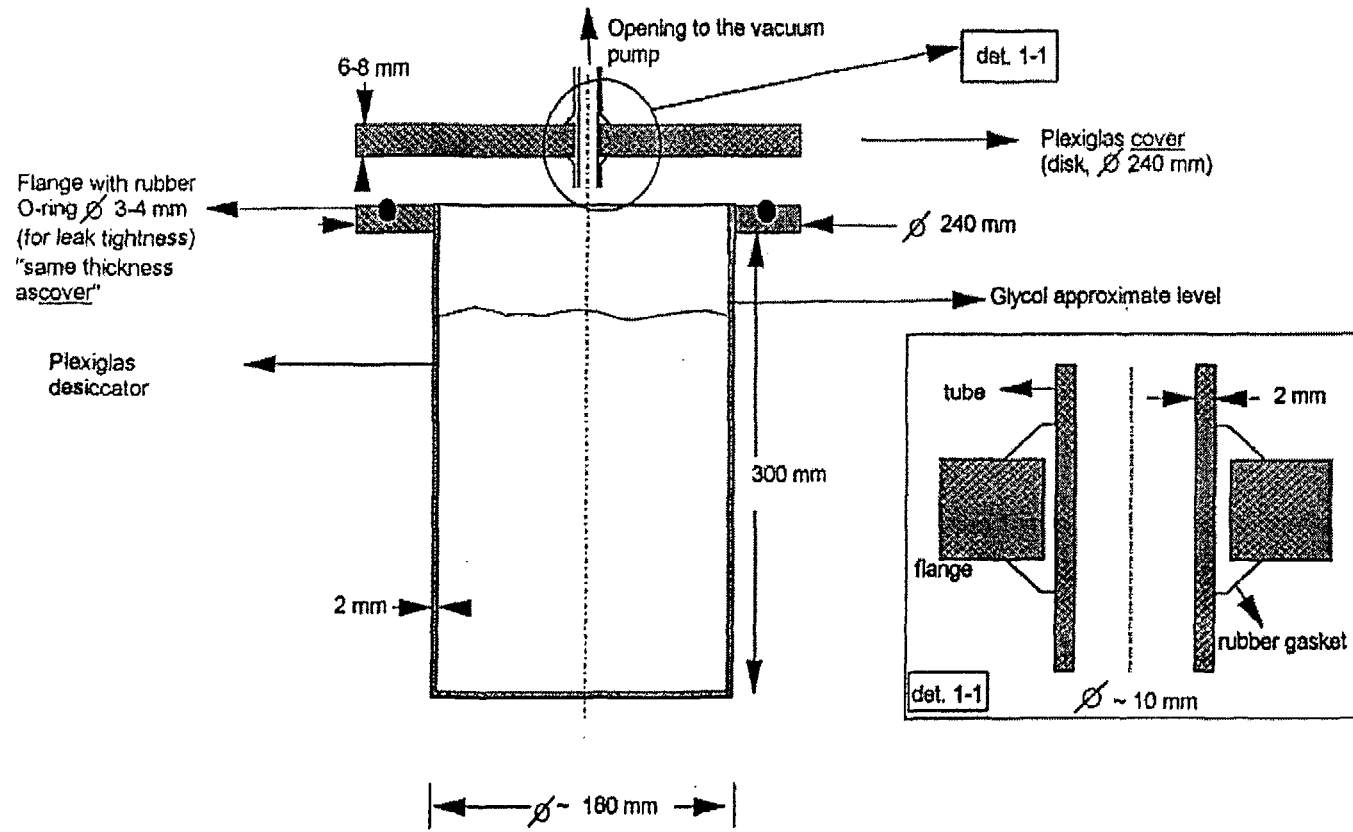


Fig. 10. Desiccator

Safety Standards(BSS)와 一致하여야 한다[6].

(나) 最小限의 放射線防禦 要求事項

處理作業이 進行되는 場所는 最小限 다음의 基盤施設이 있어야 한다.

- 排氣시스템을 갖춘 hood
- 周邊空氣의 필터링 시스템
- 洗面器와 緊急時 使用할 샤워裝置
- 不浸透性的 除染이 容易한 表面을 가진 實驗室 의자
- 非認可者의 侵入을 막는 物理的인 울타리

(3) 裝置와 材料들

作業에 必要한 모든 目錄은 6.나.(4)에 주어졌다. 여기서는 특별히 安全에 必要한 것들만 言及한다.

(가) 放射線防禦 裝備

- 携帶用 線量計測器 - GM probe
- 携帶用 表面汚染 신틸레이션 모니터
- 50cm 程度의 잠금裝置가 있는 집게 2個
- 試驗管 操作用 집게 2個
- 試驗管 1個를 담을 수 있는 납 遮蔽體
- 放射線源 分類와 移動을 위한 2個의 小形 납 遮蔽體
- 깔대기
- 납 유리
- 납 블록

(나) 個人防護用品

- 고무장갑 5켤레
- 가스顔面마스크 2個
- 活性炭 필터 4個
- 作業服 2벌
- 實驗室用 슬리퍼 5켤레

(다) 消耗品들

- 알루미늄과 플라스틱 호일
- Dry wipe 試驗을 위한 濾過紙
- 吸收紙

(4) 一般的인 放射線防禦節次 RP-1

(가) 放射線計測器 및 집게들을 包含하여 汚染되기 쉬운 모든 物件은 플라스틱 호일로 싸고 遮蔽空間은 알루미늄 호일로 덮는다.

(나) 주로 후드의 안쪽, 납 블록과 의자의 表面 等 敏感한 部分은 플라스틱 板으로 덮는다.

(다) 放射性物質이 다루어지는 地域과 汚染된 地域들은 國際基準의 放射線 標識으로 表示하여 둔다

(라) 作業동안에 發生한 2次 廢棄物을 分離한다.

(마) 作業의 始作과 終 및 管理區域을 떠나기 전에 該當地域과 作業者들에 대한 모니터링을 한다.

(5) 캡슐의 放射能 決定 RP-2

(가) 가장 적은 量과 가장 많은 量의 標準 ^{226}Ra 線源 2個를 選擇한다.

(나) 線量率을 測定하기 좋은 位置를 設定하여 1m 떨어진 地域에서 線量率을 測定한다.

(다) 다음 중 適用할 수 있는 公式을 選擇한다.

A = 線量率/0.825, 0.5mm 白金캡슐 線源의 境遇

A = 線量率/0.78, 1.0mm 白金캡슐 線源의 境遇

A는 線源의 放射能量(Ci), 線量率은 R/hr

또는

(가) 放射能 : 放射線量率의 關係를 그래프에 나타낸다.

(나) 上記의 幾何構造에서 放射能 等を 모르는 線源의 1m 地點에서의 線量率을 測定한다.

(다) 앞의 公式을 適用하여 放射能을 그래프에서 補間法에 의해 求한다.

(6) 線源 漏出確認 RP-3

(가) 活性炭 方法 (實際 活用한 바 있으나 推薦할 만하지 않음.)

- 1) 試驗管 밑에 活性炭 層을 깎는다.
- 2) 試驗管 안에 ^{226}Ra 線源을 넣는다.
- 3) ^{226}Ra 放射線源을 完全히 덮도록 또다른 活性炭 層을 쌓는다.
- 4) 試驗管을 고무마개로 막는다.
- 5) 試驗管을 12時間 定置한다.
- 6) 線源을 꺼내고 감마 스펙트로미터에 試驗管을 넣는다.
- 7) ^{226}Ra 의 存在를 點檢한다.
- 8) ^{226}Ra 의 存在가 確認되면 線源이 漏泄된다는 것을 意味한다.
- 9) 汚染된 活性炭은 處理를 위해 收集한다.

(나)綿 문지름 方法

- 1)綿 형겅으로 線源을 두루 문지른다.
- 2)감마 스펙트로미터로 형겅을 測定한다.
- 3)放射線 準位가 백그라운드를 넘으면 캡슐은 새고 있다고 할 수 있다.

(7)汚染 確認 RP-4

(가)直接測定法

- 1)汚染監視機를 作動하여 周邊線量을 測定한다.
- 2)測定하고자하는 線源에 가능한 가까이 probe를 갖다댄다. 但, 프로브에 直接的인 汚染이 되지 않도록 한다.
- 3)汚染을 記錄하고 백그라운드 값을 뺀다.
- 4)測定이 다른 放射線場의 影響을 받지 않는 것을 確認한다.
- 5)外部線量으로부터의 干涉을 排除하기 어렵다면 乾燥 문지름 方法을 使用한다.

(나)乾燥 문지름 方法

- 1)濾過紙를 直徑 5cm의 圓形으로 자른다.
- 2)10cm x 10cm 表面을 選擇한다.
- 3)恒常 같은 方向으로 형겅을 表面에 문지른다.
- 4)汚染監視機를 켜고 周邊線量을 測定한다.
- 5)형겅을 測定하고 백그라운드 값을 뺀다. (백그라운드가 自然 放射能인 곳에서는 반드시 遂行한다.)
- 6)汚染準位를 얻기 위하여 다음의 關係式을 使用한다.
$$\text{汚染準位} = \text{測定值}/0.10$$

(8) 表面 除染 RP-5

(가) 皮膚

- 1) 물과 비누로 汚染된 部位를 確實하게 씻어낸다.
- 2) 皮膚傷處를 誘發할 수 있는 문지르는 方法의 洗劑는 使用하지 않는다.

(나) 다른 表面들

- 1) 작은 金屬物體들 : 10%鹽酸 溶液에 4時間에서 8時間 동안 沈水 시킨다.
- 2) 다른 物件들은 30% 鹽酸溶液으로 充分히 닦는다.
- 3) 除染된 모든 表面은 찬물과 비누로 닦는다.
- 4) 性質에 따라 洗滌溶液을 모은다.

7. 記錄 維持

規制機關과 接觸을 위해서는 廣範圍하고 良質의 記錄이 要求된다. 計劃에 없던 豫想치 못한 일이 發生하였을 때 記錄에 包含되어 있는 事項일 境遇는 適當한 行爲를 할 수가 있어 매우 有用하다. 모든 記錄에 어떤 情報가 蒐錄되어야 하는지는 端的으로 이야기하기는 어렵다. 모든 情報를 仔細히 記錄하는 것이 바람직하지만 反面에 이 行爲가 記錄管理를 어렵게 할 수 있다(必要치 않은 龐大한 量의 資料 중에 適當한 情報를 찾는 것 등). 이러한 作業의 目的은 線源이 處分되지 않는 한 라듐線源의 情報를 保存할 必要가 있고, 어떤 境遇에는 記錄을 處分 후에도 保存하도록 規定化 할 수도 있으므로 選擇된 情報가 樣式形態로 管理되어야 한다는 것이다. 線源에 대해 直接的으로 關聯된 情報(表 3)는 提示된 線源情報 樣式에 의하여 提供되도록 한다. 筒筒 線源의 캡슐, 遮蔽 및 특별한 線源의 包裝에 관한 情報 등이 包

숨된다. 이 樣式은 處理된 箇箇의 모든 線源에 適用된다.

캡슐과 包裝物의 情報에 대한 樣式(表 4)은 箇箇 線源의 確認을 나타낸다. 一旦 處理作業이 遂行되면 캡슐은 하나의 새로운 線源으로 考慮될 수 있다. 現在狀態에서는 알 수 없는 向後의 取扱이나 處理過程 및 追加的인 處理等을 위하여 要求되는 모든 情報를 包含하게 된다. 包裝物에 대한 情報는 監視와 管理 및 現在와 未來의 어떤 作業이나 取扱을 위해서도 提供된다.

提供된 形態로의 이 情報나 類似한 形態는 最小限 1個 以上の 미디어(例를 들어 hard copy나 magnetic media)에 의하여 複寫되어 管理한다. 國家 登錄시스템에 의하여 要求된다면 다른 追加的인 情報가 包含되어야 한다. 國家 登錄管理시스템이 提供된다면 包裝物, 遮蔽體 및 캡슐 確認資料는 誘導될 수 있다. 시스템은 作業報告書에 잘 說明되어 있어야 하며 作業의 記錄을 잘 保存하고 있어야 한다. IAEA의 監督下에 遂行되는 作業에 대하여는 外部被爆에 대한 報告와 손가락 線量의 報告가 要求되며 作業報告書 안에 包含되어 있다. 線量記錄樣式은 表 5에 提示되었다. 會員國家 스스로 專門家들에 의하여 作業을 遂行할 때는 放射線防禦를 위한 完全한 基盤施設을 가져야 한다.

8. 習得한 經驗에 따른 補充 節次들

本 指針書의 技術的인 節次는 一般的이다. 一般的인 條件들에 의하여 作業이 行하여질 때는 各各의 作業에 따라 節次가 開發되어야 한다. 이들 各各의 作業들은 檢討하여 試驗되고 檢證되어야 한다. 이 過程의 結果로서 地域의 與件에 맞는 또다른 解法으로 地域의 條件에 맞는 方法이 要求될 수도 있다. 이 境遇 體系的이고 記錄化된 方法이 따라야 한다.

- 問題의 本質과 拘束性이 確認되어야 한다.
- 影響을 주는 行政的이거나 技術的인 節次가 確認되어야 한다.

- 要求되는 變化나 節次의 追加를 遂行한다.
- 節次를 檢討하여 試驗하고 檢證한다.
- 새로운 節次를 適用하고 나머지 作業節次와의 符合性を 檢討한다.

9. 맺음 말

本 指針書는 自國內의 팀을 利用하여 作業을 遂行하려고 하는 사람들에게 處理作業과 노하우를 傳受하고 會員國 특히 國際的인 팀의 活動을 要求하는 接近에 있어서의 情報를 提供하기 위하여 作成되었다. 그 같은 作業이 한 國家에 한번밖에 遂行되지 않기 때문에 堅固한 基盤施設과 노하우를 이미 가지고 있는 國家가 아니면 그러한 技術을 開發시킬 수 없다. 從前의 經驗에 의하면 成功的인 作業을 위해서는 一般的인 몇가지 特徵이 있다.

- 事前作業에는 많은 努力이 必要하다. 예를 들어 處理作業 전에 라듐線源을 全部 點檢하는 것 등이다. 이 作業은 아마도 處理作業을 遂行하게 되는 팀이 하게 된다(例, 팀장).
- 作業을 위한 裝備가 제때에 到着하는 것을 保障하고 이를 위해 必要한 作業을 하는 것은 매우 重要的인 일이다.
- 汚染確認을 위한 頻繁하고 持續的인 點檢
- 計劃되어 있지 않은 일은 반드시 행하지 않을 것. 모든 面이 研究되고 모든 接近과 節次들이 合意된 問題에 있어서만 作業을 進行하여야 한다. 作業計劃에 包含되어 있지 않은 일은 但只 深刻한 汚染을 發生하지 않는다는 條件下에서 考慮되어야 한다.
- 어떠한 形態의 汚染度 作業을 遂行하는 팀에 의해서 處理되어야 한다.
- 排氣 시스템은 汚染擴散이 發生되지 않도록 構成되어야 한다.
- IAEA의 活動 또는 諮問參與의 境遇에 있어서, IAEA는 處理 및 作業의 完成度を 調定하며, 또한 技術報告書의 形態로 記錄維持 한다.

Table 3. Source Information Form

Part 1 : Information on Source (one information sheet is required for each source)		
File Identification Number (Detailed Records) :		
Identification number of source (if any) :		
Type :	Dimensions :	Activity :
Name of last keeper :	Address of last keeper :	
Source integrity :		

Part 2 : Encapsulation		
Identification number of capsule :		
Total radium activity (weight) in capsule :	Date :	
Number of source(s) in capsule :		
Type of leak test applied :	Pass/fail :	
Re-encapsulation required (yes/no) :	New capsule ID No. :	

Part 3 : Lead shielding (optional)	
Position of capsule in shielding :	Total number of capsules in shielding :

Part 4 : Storage Drum and Interim Storage	
Identification Number :	
Contact dose rate :	Dose rate at 1m from surface :
Position of drum in store :	Date of loading :

Part 5 : General Details	
Place of conditioning :	Date of conditioning :
Responsible Conditioner :	Signature of Responsible Conditioner :

Table 4. Capsule and Package Information Forms

CAPSULE INFORMATION FORM

Packaging ID	Shielding ID	Capsule ID	Hole in shielding	Activity		Measuring date
				mg	GBq	
			0			
			1			
			2			
			3			
			4			
			5			
			6			
			7			
			8			
			9			
		TOTAL ACTIVITY				

Packaging ID	Shielding ID	Capsule ID	Hole in shielding	Activity		Measuring date
				mg	GBq	
			0			
			1			
			2			
			3			
			4			
			5			
			6			
			7			
			8			
			9			
		TOTAL ACTIVITY				

PACKAGE INFORMATION FORM

Package ID	Surface dose rate ($\mu\text{Sv/h}$)	1m distance dose rate ($\mu\text{Sv/h}$)	Measuring date

Table 5. Dosimetry Report Form

EXTERNAL INDIVIDUAL DOSIMETRY REPORT

Name	Dose (mSv)	
	Operation in	Accumulated (last 12 months) ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Annual limit : for workers : 50mSv

FINGER DOSIMETRY REPORT

Name	Dose (mSv)	
		Right hand
		Left hand
		Right hand
		Left hand
		Right hand
		Left hand
		Right hand
		Left hand
		Right hand
		Left hand

第 3 章 結 論

우리나라는 多様な 原子力 關聯施設을 運營하고 있고, 이에 必要한 放射性廢棄物 管理技術, 專門人力, 施設 等の 管理能力을 갖추고 있다.

廢라듐 線源은 RI廢棄物 管理事業의 一環으로 '89년부터 原子力研究所가 이들 廢棄線源의 收集에 着手하여 保管 管理하고 있다가 '96年 12月末에 韓國電力으로 事業 移管과 同時에 讓渡되었다. 이들 保管中인 廢라듐을 包含한 廢棄線源은 安全保管, 運搬 및 處分 等の 關聯規定을 滿足하는 適切한 方法으로 向後 處理되어야 한다.

IAEA의 廢라듐 安全保管事業의 內容을 檢討한 結果 廢라듐 處理를 위해 必要한 裝備, 消耗性 物品, 實驗室 裝備 및 個人 防護用品 등이 國內에서 製作 및 準備를 함에 있어서 技術적으로 어려움이 없으며 密封 캡슐, 遮蔽容器의 設計는 IAEA 運搬規定 및 關聯文獻 (IAEA-TEDOC-886)에 基礎하여 國內外에서 發生되는 線源의 特性 및 遮蔽效果와 引揚裝置 等を 考慮한 標準容器의 設計와 製作이 可能하며 또한 廢라듐을 密封한 遮蔽容器를 包含한 處分이 可能한 콘크리트라이닝 固化드럼의 製作이 可能하다. 한편 國家的으로 最適 處理技術 設定, 裝備 및 시스템 確保等を 위해 準備期間이 必要한 實情이다.

따라서 우리나라는 IAEA의 廢라듐 安全保管事業에 參與함으로써 關聯技術의 習得 및 標準 遮蔽容器 製作 等の 用役 遂行 可能性이 있고 나아가 아시아 地域의 原子力 安全에 寄與하며 技術支援센터로서의 役割을 擔當할 수 있을 것으로 期待된다.

References

1. Report from Consultants Meetings on "Conditioning of Spent Radium Sources Based on Experiences from the First Conditioning Operation in Uruguay in December 1996", Montevideo, Uruguay, 7-8 April 1997.
2. Technical procedures used for operations in Latin America; internal IAEA working material.
3. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Reference design for a centralized spent sealed sources facility, IAEA-TECDOC-806, IAEA, Vienna(1995).
4. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material, safety Standards Series No. ST-1, IAEA, Vienna(1996).
5. Bubble Leak Test, ISO Standard 9978 (1992).
6. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the safety of Radiation Sources, Safety Standards Series No. 115, IAEA, Vienna(1996).

書 誌 情 報 樣 式

遂行機關 報告書番號	委託機關報告書番號	標準報告書 番號	INIS 主題 코드
KAERI/TR-1613/2000			
IAEA 廢라듐 安全處理技術			
研究責任者/部署名 (AR,TR일 境遇 主著者)	姜 一 植 (放射性廢棄物處理施設運營分野)		
研究者 / 部署名	孫宗植(), 李英熙(), 金泰國(), 裴相受(), 金吉正()		
發 行 地	大 田	發 行 機 關	韓國原子力研究所
發 行 日	2000. 7.	發 行 機 關	韓國原子力研究所
페이지	86 P.	圖 表	有 (○), 無 ()
크 기	26 cm	圖 表	有 (○), 無 ()
參考事項			
秘密與否	公開 (○), 對外秘 ()	級 秘密	報告書 種類
技術 報告書			
研究 委託機關			契 約 番 號
抄 錄	<p>全世界的으로 數千個의 廢棄 라듐 線源이 保管되어 있으나 相當數의 開發國에서는 不適切하게 貯藏되어 있으며 處理處分 關聯措置가 未備하여 國民健康과 環境에 對한 危險要因으로 浮刻되고 있다.</p> <p>長半減期의 라듐은 最終的으로 深地層 貯藏所에 線源을 處分할 必要가 있다. 그러나 이것은 다가올 數十年 동안에는 可能하지 못할 것이다. 不適切한 貯藏으로 惹起될 수 있는 事故를 防止하기 위하여 處分場이 建設되기 전까지는 安全한 貯藏을 위해서 線源을 集中 保管하고 處理할 必要가 있다. 이에 따라, 라듐 線源을 處理하고 또한 安全하게 保管하려는 努力을 기울이고 있는 開發途上國을 支援하고자 IAEA에서는 廢라듐 安全保管事業을 實施하기에 이르렀다. 本 報告書는 IAEA의 廢라듐 安全保管事業에 있어서의 廢라듐 線源 處理의 一般的인 情報事項, 人力의 資格要件과 IAEA, 專門家 팀 및 當事國의 任務 그리고 處理에 必要한 裝備와 處理方法에 對하여 살펴보았다.</p>		
主題名 키워드	廢라듐, 密封線源, , 遮蔽, 銲接, 漏泄試驗		

BIBLIOGRAPHIC INFORMATION SHEET					
Performing Org. Report No.	Sponsoring Org. Report No.	Standard Report No.	INIS Subject Code		
KAERI/TR-1613/2000					
Title / Subtitle					
IAEA's Technology for Safe Conditioning of Spent Radium Sources					
Project Manager/Dept. (or Main Author)	Il-Sik Kang (Radwaste Facility Management Dept.)				
Researcher/Dept.					
J.S.Shon(#), Y.H.Lee(#), T.K.Kim(#), S.M.Bae(#), K.J.Kim(#)					
Pub. Place	Taejeon	Pub. Org.	KAERI	Pub. Date	2000. 7.
Page	86 P.	Ill. and Tab.	Yes (<input type="radio"/>), No (<input type="radio"/>)	Size	26 cm
Note					
Classified	Open (<input type="radio"/>), Outside (<input type="radio"/>),	Class	Report Type	Technical Report	
Sponsoring Org.			Contract No.		
Abstract					
<p>There are thousands of obsolete radium sources all over the world. But these are a threat to health and environment in many developing countries because of improperly storing and insufficient regulations related to the safe conditioning of spent sources. The long half-life of radium makes it necessary to eventually dispose of the sources in deep geological repositories. However, these will not be available for many years to come. In order to avoid accidents that can arise from improper storage, it is necessary to collect the sources and condition them for safe storage until disposal can be made. IAEA's programme for safe conditioning of spent radium sources has been used to assist developing countries in their effort to condition radium sources and render them safe for storage. This report is intended to consider the general information, manpower requirements and their qualifications, role of organizations, and operational requirements including materials, consumables and equipments for safe conditioning of spent radium sources in IAEA's programme.</p>					
Subject Keywords					
Spent radium, Sealed sources, Shielding, Welding, Leak testing					