ホットラボの設計と管理

「ホットラボ」研究専門委員会

(1975年 1月13日 受理)

Concepts of Design, Operation and Safety on Hot Laboratories

By Research Committee on Hot Laboratory

A description is given on the basic concepts of hot laboratory design and operation, forming part of the results of the work carried out by the Research Committee of Hot Laboratory, Atomic Energy Society of Japan.

KEYWORDS: hot laboratory, hot cell, hot cave, radiation monitoring, post irradiation examination, remote operation

I. ま え が き

動燃事業団の大洗工学センターには高速増殖炉用燃料の照射後試験施設（照射燃料試験室、照射燃料集合体試験室など）の整備が着々と進み、また軽水炉燃料集合体試験用の照射後試験施設として、原研および日本核燃料開発㈱のホットラボの建設が1975年度には本格化しようとしている。

ホットラボには、 ^{60}Co 照射用、RI 製造加工用、燃料再処理用、照射後試験用等種々の用途のものがあり、そこで行われる作業の内容も多岐にわたっている。これらの作業が効率よく、しかも強い放射能、放射線から安全な状態で進められるためには、ホットラボにおける高放射性物質の取扱技術と、ホットラボ施設の管理技術に対する研究開発とが必要になってくる。

本研究専門委員会は1972年、原研のホットラボ研究者の熱意によって発足したが、海外では毎年ホットラボ技術に関するシンポジウムが開催され、研究成果が蓄積されていく状況に比べ、わが国のこの分野に対する関心の低さが痛感される。原子力の地道な開発を進めるためには、燃料・炉材料の照射技術などとともに、ホットラボにおける高放射性物質取扱技術の開発に一層の努力を注ぐ必要がある。このような地道な努力なしには、わが国原子力の後進性はいつまでも脱却できず、また健全な発達もありえないと考える。

本研究専門委員会では、ホットラボにおける技術開発向上のため、まず総合的な指針の作成が強調され、1973年度から設計（主査 松本徳太郎）、運転管理（主査 本間俊二、佐々木吉方）、安全管理と教育（岩田志郎）の3小委員会を設けた。まず現状分析から検討を進め、指針の作成は九分通り終り、1975年度研究専門委員会成果報告として刊行を予定している。本稿にはこの指針のもっとも基本的な考え方について述べてある。誌面の都合で骨組みだけになった感があるが、詳しくは上記報告書によられたい。（名大・桐原朝夫）

II. ホットラボ設計の考え方^{(1)~(6)}

ホットラボを設計する場合、試験内容、マテリアルフロー、内装機器、廃棄物の取扱い等を考え、さらに安全性や操作のしやすさなど、施設が完成した後でそれが初期の目的を充分満足するものでなければならないので、調査、計画、概念設計といったことが特に重要である。これらに多少余計な日時を費やしても結果的に損失とはならない。むしろこの段階で充分時間をかけるべきである。

ホットラボの設計では“簡単なものほどよい”ということがいわれている。経験的にも複雑なものほど設計が面倒で、時間もかかり建設や製作がむずかしく、高価で出来上りはよくなく、故障が多く保守が面倒で経費がかかり、かえって非能率的、不経済になり勝ち

である。簡単で安価なものを工夫し、運転における工数は増えても単能的で確実さの高いものが望ましい。

ホットラボの種類により、該当する法律を十分に事前に理解しておかねばならない。当局による行政指導の内容についても打合せをよくしておくことがよい。こうすることによって法律に基く諸手続きに遺漏のないようにすることができ、ケーブル*やグローブボックスなどを初め関連設備の性能基準も明確になってくる。

以下ホットラボの設計を行うときに必要な基本的な考え方の概略について述べる。

1. 目 的

ホットラボの設計で最も重要なものの一つは、そのホットラボがどんな目的をもつものであるかということである。例えば照射後試験用についていえば、実用燃料のモニタリング用か研究用か、取り扱われる試料はPuの入った燃料が入らない燃料か、単に材料のみかによっても、ケーブルの形、取り付けられる機器、安全対策などケーブルの設計に対する考え方が違ってくる。

ホットケーブルに単一目的(専用)ケーブルと多目的ケーブルという考え方がある。大型の実用燃料の照射後試験用ホットケーブルや、非常に大量の試料を処理する場合は前者になるし、逆に種類が多いが1年に1~2ヵ月程度しか使用しない場合は装置の入替えをして多目的に使用する。一般に多目的の場合は、装置の入替えの際の除染作業の問題があるので、これを解決するための工夫が必要になる。

可能な限り目的を絞って考えることが重要で、場合によっては心残りはあっても割り切らねばならないこともある。なんでもできるようにと考えるのは、建設費が高くなりかえって不便で能率の悪いものになる。

2. 規 模

配置、取り扱う試料数、形状、寸法、放射能の強さ、試験項目、作業サイクルに要する時間などを検討しなければならない。試料数と処理に要する日数から、試験装置の台数を決める。すなわち、単位期間により多くの試料を処理するためには、同一装置の数を増すことになる。試験項目とこれに必要な装置の台数が決まれば、セルの数が決まり、ホットケーブル全体の規模が決まる。

一般にコンクリートセルの1単位は、遮蔽窓1、マニピュレータ1組、広さは2.5m幅×2m程度であり、この中に置きうる装置は、大型のものでは3~4台である。一度にできる操作は最大限常時2操作であるので、残りの装置はその時間は動かしていないとみなさ

ねばならない。したがって、常時稼動しなくてよい装置は共用のセルに入れてセルの数を節約し、逆に使用度の高い装置は必ず1つの操作単位を専用させなければならない。

作業を能率よく行うため、作業の流れを検討し無駄のない配置を考える。作業の流れは1方向に進むことが望ましいが、1つの作業から次の作業へ移るとき戻ることがある。そこで作業頻度の高いセルは、関連するセルからあまり離さずこれらの中央に置くようにするとよい。

3. 作 業 内 容

各セルの設計は作業内容、内装機器により決まる。内装機器の詳細な計画と同時に、これに合ったセルのスリーブ、配管などを決める。また、操作の過程で種類の器材が必要になるが、これらを供給するための搬入口なども設ける。

作業内容による分け方として、切断、研磨など汚染の多いものと、写真撮影、寸法測定、重量測定、 γ スキャンニングなど比較的汚染の少ないものとに分けてセルを設計する。汚染の多い作業と少ない作業を1つのセルに共存させることは、たとえ作業能率上便利であっても汚染除去、保守などの点で好ましくなく、長い運転の間にはかえって損失が多い。

さきに1つの操作単位について述べたが、セルの広さはその作業内容、試料の大きさ、内装機器の大きさなどによって決める。すなわち、1つのセルで切断から始って顕微鏡用試料の最終調整まで行うとすれば、仕切りのない数単位のものとなる。また、1つの大型セルの中ですべての作業を行うために必要な内装機器を全部入れることもある。

マニピュレータは、取り扱うもの、内装機器の操作、受け持つ操作範囲など作業内容により、標準型、重作業型、エクステンドリーチ型、パワーマニピュレータなど必要なものをそれぞれ計画し、それらに合せたセルの設計を行う。マニピュレータと遮蔽窓との関係は基本となる問題で、マニピュレータの操作範囲を考えるとときは遮蔽窓と切り離して考えてはならない。操作範囲は充分とれても見えない部分は操作できず、また、作業者が無理な姿勢で操作を行うような設計は避けなければならない。マニピュレータの使用範囲とは、窓をつけた状態で人が普通の作業姿勢で操作できる範囲が実際のものであり、仕様書のみで検討することは危険である。

* 本稿ではセルの集合したものをケーブルと呼ぶ。

廃棄物についての問題は運転の上からも最も重要な問題の1つである。セルから出る廃棄物の形、放射能の強さ、量、性状などを検討し、種々の処置が円滑にできるようにする。搬出の方法、手順など具体的に考えて搬出口の位置、寸法、移送方法、一時保管場所なども充分検討しておく。Puの入ったものであれば気密を保持しながら搬出することになるので、搬出口には特殊な装置を設ける必要がある。排気は気体廃棄物として扱われ、排気浄化装置は排出基準に合うように設計される。

4. 予算と計画

ホットラボの建設費はケーブがその主要な部分を占める。ケーブを費用の上から分けると、セル本体、遮蔽扉、遮蔽窓、ポート類、スリーブ類、配線配管、モニター、照明、パワー・マニピュレータ用レール、ホイスト用レールなどである。これらの積算は建設関係者で充分にできるものであるが、内装機器の設計に合せなければならぬもの、納期の長いもの、入手難のものなどは計画を立てるとき、それらのことを工程に入れて手配をする。計画には充分な時間をかけて、詳細な調査や予備的な見積、仕様の検討などを行わなければならない。

鉄製、鉛製のセルの場合は種々の付属物、例えばポートやスリーブなどで、遮蔽が不充分になったところを補強する必要が生ずると適当な材料がないので、設計のとき注意しなければならない。購入仕様書の中にその補強の事項も入れておくとよい。

建設の施工時に官庁検査も含めて種々の試験や検査を行うが、これらの事項についても計画の段階で決めておき、必要な経費を見込んでおく。

5. 設計の基準

ケーブの設計に当っては法規に定められた基準は守らねばならない。その主なものを列挙すると次のとおりである。

- (1) ケーブ等の遮蔽： ケーブ等は申請された最大の量の核燃料物質または RI を使用する場合において、その外側における外部放射線の線量を1週間につき 100 mrem 以下とする。特に事業所でこれ以下の基準を設けている場合はその値が設計の基準となる。
- (2) 排気： ケーブなどがその内部を負圧状態に保つ必要のあるものであるときは、常時負圧状態に保ち得ること、また負圧状態でなくなった場合には、すみやかに警報を発するようにする。

- (3) 気密： Pu およびその化合物ならびにこれらの物質の1または2以上を含む物質を使用するケーブ等、または再処理研究設備を内部に設置するケーブ等は給気口および排気口を除いて密閉することができる構造とする。
- (4) 臨界警報装置： Pu およびその化合物ならびにこれらの1または2以上を含む物質であって、Pu の量が 100 g を超えるもの、または放射性物質が 100,000 Ci を超える使用済み燃料を使用する室はすみやかに動作する臨界警報装置を取り付ける。
- (5) 臨界防止： 使用施設および貯蔵施設は核燃料物質が臨界に達することを防止するために必要な構造とする。
- (6) 管理区域： 建家は管理区域と非管理区域とに分け、壁、さくなどで区画して標識を設ける。
- (7) 施錠： 貯蔵施設は施錠できるようにする。
- (8) モニタ： 排気、排水、管理区域、周辺監視区域などには必要な放射線モニタを取付ける。

諸法規の基準に適合したものであることが前提となるが、このほかに設計の基本となるいくつかの事項がある。以下にその主要なものについて述べる。

建物の主要構造部分は耐火構造または不燃材質を使用する。天井高さは有効 3 m 以上とする。床荷重は遮蔽容器の重量、置場など実状に合せて決める。一般に実験室で重量物を置く場所の床荷重は 2 t/m^2 程度を考える。気密を必要とするケーブ、グローブボックス等の漏洩率は $0.1\%/hr$ 程度とする。

換気設備は、各作業室で取り扱う放射性物質の量、作業の危険度などにより、低い区域から高い区域へと空気が流れるようにし、これら区域間には差圧が生ずるようにする。管理区域は大気に対し常時負圧に保つ。ケーブ、グローブボックスなどは $-5 \sim -30 \text{ mm}$

第1図 原研JMTRホットラボの配置図⁽⁷⁾

第2図 動燃照射燃料試験室の平面図⁽⁸⁾

H₂O程度とし、それらに隣接する各室は-1〜-3mm H₂O以上の負圧に保つ。換気回数はケーブで約10〜20回/hr程度とする。排気ファン、浄化装置、電源には予備を設ける。負圧異常の警報装置、排気ファン起動順序のインタロックを設ける。

照射後試験用ホットラボの例として、原研 JMTR ホットラボ（第1図）および動燃事業団大洗工学センターの照射燃料試験室（第2図）の平面図を示す。（原研・松本徳太郎、関 貞雄）

Ⅲ. 運転管理の考え方^{(9)~(12)}

ホットラボの運転管理に関する法規は第1表に示すとおりであり、高放射性物質の取扱施設として原子炉等規制法と放射線障害防止法によって詳細に定められている。さらに、一般的な安全に関してもいくつかの法規がある。

1. 組織と予算

ホットラボの運転に必要な組織と予算は、それぞれの施設の目的、規模、取り扱う放射性物質の種類、量、大きさおよび所属する機関などによって異なり、一元的には決められない。

運転管理の組織としては、施設を管理する責任者を中心として必要に応じて法律で定められた有資格者を

第1表 ホットラボ関係法規一覧

基 本 法 令	内 部 規 定 例 [†]
原子炉等規制法	ホットラボ保安規定 ホットラボ使用要領 放射線管理規定
放射線障害防止法 電離放射線障害予防規則	放射線障害予防規定
電 気 事 業 法	電気工作物保安規定 電気工作物保安規則
高圧ガス取締法	危害予防規定 保安教育計画
消 防 法	防火管理規則
労働安全衛生法	安全管理規定 危険業務従事者の指名 に関する規則
災害対策基本法	非常事故措置規定 防護活動要領 防災業務計画
放射性物質車両運搬規則	放射性物質運搬規定

[†] 内部規定は各ホットラボごとに業務内容に応じて定められるものであり、ここには1例を示した。

選任し、さらに試験、測定、技術開発、保守、放射線管理が必要である。人員については、その施設の建設された目的が達成できるよう業務量、施設の規模などを考慮して必要な人数を揃えるべきである。要員は放射線に関する専門知識が理解できる程度の人が望ましいが、少なくとも放射線および放射性物質の取扱いに関し十分に教育されている必要がある。

運転管理に当り予算も重要な因子である。運転維持費のほかには大規模な修理改造費、機器装置の更新費など不定期の支出も計上しなければならない。機器装置の更新費は老朽化のためばかりでなく、技術的進歩の激しい原子力分野においては使いやすく精度も高いものが次々と出されるので、常に更新をはかる必要からである。

2. 工程管理

工程管理の基礎データとして標準時間と試験容量がある。標準時間は1つの試験に対して方法、工数、人員、安全などの面から充分検討して決められるものであり、作業中の機器故障など不測の時間消費も見積っておかなければならない。試験容量は施設の規模、標準時間、稼働率などにより決まるものであるが、予算も大きく関係する。

運転計画はそれぞれの施設に合せて年、月、週を単位として立案すればよいが、原子炉における照射計画によっては2、3年先までの計画も必要になる。現状では、照射後試験の需要が試験容量を大幅に上回っているため、業務量を調整することや優先順位を決定することが重要になっている。

試験中に事故が発生すると、その処置に日時を要して運転計画の変更を余儀なくされるので、実施する試験の安全性を十分に評価しておく必要がある。放射性物質取扱い上の安全性についてだけでなく、爆発、発火など一般的な事故についても考慮すべきである。

放射性物質は法規により安全上および計量上の管理が義務づけられており、どこに、どれだけ、どんな種類のものが存在するかを把握しておかなければならない。管理方法としては伝票またはカードを使用する方法、さらには電算機による方法がある。

照射後試験で得られたデータは多岐にわたるので、計画的に整理し管理しておくことが重要である。

3. 内装機器および装置

内装機器および装置は非常に種類が多く、通常の試験に使われているものはほとんどすべて利用されるが、遠隔操作を要するので市販品はそのまま使用できず、大部分が改造を必要とする。

内装機器には放射性汚染が生ずるので、これを低減するためには平滑でない表面や入り組んだ部分が直接露出しないようにし、万一汚染しても容易に除染できるように改造しておくことが必要である。故障に対しても複雑な構造はできるだけ避け、容易に解体移動して修理できるようにしておくことが必要である。電気部品の多い機器やゴム、プラスチック、潤滑油などを使用する場合には、放射線損傷による機能劣化は必ず起るものであり、受けた放射線量に充分注意しなければならない。

遠隔操作は、一般にはマニピュレータで行われるが、セル外よりベネトレーション機構で機械的に力を伝達する方法があり、この方法は比較的大きな力を伝達でき故障も少ない。

4. 保守管理

ホットラボでの保守管理の特殊性は、主として遠隔操作によらなければならないことである。点検、修理、改造などの規制は第1表に示した法規により定められる。

ホットラボ保安規定には、セルは使用前点検で異常のないことを確認し、運転状態にある機器および装置については巡視点検を行い、異常があれば直ちに措置する条項を含めなければならない。

故障修理が最も多いのは、使用頻度の高いマスタースレーブ・マニピュレータとパワー・マニピュレータである。故障発生によるセル内試験の中断を防止するためには、マニピュレータの定期点検と修理体制の確立が重要である。定期点検により、故障原因になることが多い可動部分の摩耗を事前に発見することができる。修理体制の確立に当っては熟練した修理担当者の養成も必要であろう。

予備品の確保は不可欠で、特に輸入機器・装置の場合は十分に数量を確保しておかなければならない。

ホットラボの運転には汚染除去作業が必ず組み込まれるので、作業が容易にできるように試験前に準備しておくことが大切である。除染作業を円滑に進め被曝を最小限にとどめるため詳細な計画をたて、作業員全員に作業内容を理解させることが重要である。使用する防護具・器材などの準備点検を作業前に充分行うことはいうまでもない。

以上、ホットラボの運転管理の考え方について要点のみを述べてきたが、ホットラボ技術については遠隔操作技術だけでも多くの開発すべき要素があり、未開発の技術を多く採用しなければならないホットラボの運転管理にとっては、ホットラボ技術の早期完成が望

まれる。

(動燃・石田 泰一, 原 研・佐々木 吉方, 伊藤 尚徳, 鶴野 晃)

Ⅳ. 安全管理の考え方

ホットラボにおいては、放射線防護の見地から法令上の種々の規制を十分に満足させることは決して容易なことではないので、専任の放射線管理者を常駐させることが必要である。この専任者は法令上の業務を行うとともに、作業に伴う放射線安全に関する勧告、指示などを行う。さらに施設の使用計画について、放射線管理の立場から作業計画を再チェックし、必要に応じて勧告することが安全上特に有効である。作業計画、作業方法などについても運転管理者と連絡を密にし、事前のチェックがなされる体制を作っておくことが肝要である。ここでは管理区域内のモニタリングと個人モニタリングについて述べる。

1. 管理区域内の区分と出入管理⁽¹³⁾

ホットラボでは大きく2つの区域に分けられる。1つはマニピュレータなどの引抜き作業以外は放射線レベル、汚染レベル共に放射線安全上問題にならないケープのオペレーション・エリアであり、もう1つは汚染機器の修理、試料の搬出入、廃棄物の取扱い、汚染除去作業などにより放射線や汚染のレベルが高くなる可能性のあるサービス・エリアである。この2つの区域はそれぞれ別個の管理区域に設定されて放射線モニタリングされるのが普通である。

サービス・エリア外への汚染拡大を防止するためには、作業者の手足、衣服のほかに持ち出す機器、物品類の表面汚染のモニタリングが必要である。

2. 管理区域内のモニタリング⁽¹⁴⁾⁽¹⁵⁾

作業環境のモニタリングは、機能別に環境モニタリング^{*}、作業モニタリングに分けて考えると便利である。

環境モニタリングは、作業環境が日常作業を行うため特に問題がないかをチェックするためのもので、放射線量率、表面汚染、空気汚染が主にその測定対象となる。月または週1回の定期サーベイや毎日のパトロールにおけるセルの遮蔽壁面の漏洩放射線の測定がこのモニタリングとしてあげられる。異常事態の初期段階を検知するための固定モニタ(エリア・モニタや塵埃モニタ)の使用もこれに含まれる。

作業モニタリングは特定な作業や操作に伴うモニタリングで、一定のレベル以上の被曝が予想されるような作業に対して行われる。これにはケープ内の床や内

装機器などの高汚染除去や排気系フィルタの取換作業が含まれる。

3. 個人モニタリング

(1) 外部被曝

通常の作業環境では、安全確認の意味で全身の γ 線被曝線量を測定するだけで充分である。しかし、内装機器やセルの除染作業では、照射燃料の切断の際に生じる汚染物中に ^{144}Ce – ^{144}Pr や ^{106}Ru – ^{106}Rh のような高エネルギー β 線が含まれているので、手、皮ふなどの局部被曝線量の測定は無視できない。また、このような高エネルギー β 線により市販の γ 線用被曝測定器や電離箱型サーベイメータの測定値は2～10倍程度過大評価されるので、線量評価に当ってはこのことに留意する必要がある。

(2) 内部被曝

内部被曝の管理には、予期しない体内汚染の検出を目的とした定常モニタリングと体内摂取のおそれのある場合に、体内量の評価を行うための特殊モニタリングとがある。定常モニタリングは年に1回程度のチェックで充分とされている。特殊モニタリングを行う場合、皮ふ汚染、鼻孔スミヤや個人エア・サンブラの測定結果が、その必要性の判断資料となる。通常、内部被曝線量の評価はバイオアッセイまたは全身カウンタによって行われる。

4. 作業環境の管理

(1) 放射線量率の管理

管理区域内の放射線量率は、通常、要所に設置した γ 線エリア・モニタで連続監視するとともに、施設内パトロールや定期サーベイによって測定管理する。

ホットラボにおいて γ 線エリア・モニタの警報を最も多く発生させる作業は、中高レベル廃棄物または照射試料の移動作業であり、警報レベルとエリア・モニタの設置場所について配慮する必要がある。

区域内放射線レベルは、①中高レベル廃棄物または照射試料格納容器の区域内保管、②セルから搬出される放射性廃液の排水管および一時貯留タンク内への放射性物質の付着蓄積、③放射性浮遊物質の排気フィルタへの捕集蓄積、などによって徐々に上昇する場合があるので注意すべきである。区域環境の放射線量率の低減化を図るためには、これらの事象を発生させないか、または発生を最小限度に食い止める手段を講ずる必要がある。これらの原因によって線量率の上昇が予想される場所付近には、検出能力の低下を避けるた

* 本稿では管理区域内のモニタリングを意味する。

め、スタックダスト・モニタの検出部、あるいはハンドフット、モニタなどを設置しない配慮が必要である。

(2) 表面汚染の管理

表面汚染が多発する場所はサービス・エリアが圧倒的であり、特に除染作業などにおける作業者のセルへの出入および汚染物品の搬出時に汚染を広げてしまう場合が多い。空気汚染の発生の場合も同様である。これらの汚染の発生を防止する方法として、アイソレーション・ルームかグリーン・ハウスを設備することは非常に効果的である⁽¹⁶⁾。

サービス・エリアとオペレーション・エリアが分離しているホットラボ施設においては、オペレーション・エリアが汚染することはほとんどない。しかし、マニピュレータの引き抜き修理作業などを行う場合は、表面汚染あるいは空気汚染を発生させる可能性があるので注意を要する⁽¹⁷⁾。

(3) 空気汚染の管理

管理区域内の空気汚染管理は、特に汚染の発生する可能性のある場所にサンプリング点を設定して局所濃度を評価する局所空気モニタリング方式（エアスニフア方式）が一般に採用されている。エアサンプラで通常数日から1週間連続して集塵し空気汚染はその間の平均濃度として評価される。この方式は平常作業時における作業者の内部被曝上限値の推定にも役立つ。得られた平均濃度が管理経験に基く管理基準値、例えば、バックグラウンドの数倍を越えている場合は、原因調査が行われる。なお、一定レベル（管理基準値）以上の空気汚染の発生が予想される作業場では、通常、移動型ダスト・モニタなどで濃度が連続測定される。

(4) 放射線作業時の管理

ホットラボにおいて放射線管理上最も問題となる作業は、セルおよび内装機器類の除染作業であるので、この作業について放射線管理上の要点を箇条書きに述べる。

- (i) 照射燃料・材料用のセル内は、これら試料の切削微粉体によって高度 ($10^{-3} \sim 1 \mu\text{Ci}/\text{cm}^2$) に汚染しており、内部被曝の可能性は原子炉等の作業環境にくらべて数段高い。したがって、汚染拡大防止対策のみならず内部被曝防護の面からも充分な対策をたてる。
- (ii) セル入室前にできる限りマニピュレータなどによる遠隔操作によって不用品の撤去や除染を行い、セル内の線量率および表面汚染を低減させる。
- (iii) セル内に電離箱型サーベイ・メータを入れ、遠

隔操作によって線量分布を測定するとともに、マニピュレータによってスミヤ試料を採取して表面汚染分布を測定する。線量率や汚染の高い場所は再除染する。

- (iv) 除染作業時に発生する空気汚染濃度は、遠隔操作によって約 100 cm^2 の面積について採取したスミヤ試料から評価した平均的な表面汚染度 ($\mu\text{Ci}/\text{cm}^2$) に再浮遊係数 $10^{-6} \sim 10^{-5} \text{ cm}^{-1}$ を乗ずることによって推定する⁽¹⁷⁾。
- (v) 最終的に得られた遠隔測定の結果、作業内容および防護具着用基準などから総合的に判断して、計画被曝線量、作業時間、防護衣および呼吸保護具などを選定する。除染作業状況の1例を写真1に示す。

写真1 ホットセルの除染作業

ホットラボの安全管理としては、上述してきたことのほかに排気、排水のモニタリング⁽¹⁵⁾⁽¹⁹⁾、固体廃棄物の管理⁽¹³⁾⁽²⁰⁾、搬出物品の管理⁽¹⁵⁾⁽²⁰⁾などが挙げられる。

また、ホットラボ作業の安全性確保は安全管理体制の充実とともに、これを動かす作業者に対する保安教育と施設運転上必要な訓練を施す体制の充実によって、一層生きたものとなるといえよう。

(原研・池沢芳夫, 大内正博, 岡本利夫)

V. む す び

近年わが国では原子力の研究開発の進展に伴って高放射性物質を取り扱う施設が多数建設されている。とくに核燃料、炉材料の分野での照射実験を中心とした研究開発には、照射後試験を実施するためのホットラボが不可欠であり、最近では世界各国で動力炉燃料モニタリング用あるいは炉材料サーベイランス用の大規模なホットラボの整備が進められている。このようなホットラボにおいては、設計・建設段階から運転管理、安全管理という実用段階に至るまで綿密な計画が

必要であり、そのためにも充分な情報の交換とその円滑な活用が必要である。本研究専門委員会では、このような観点から現在総合的な指針の作成に当たっている。本稿ではその一端としてホットラボの設計、運転管理、安全管理の基本的な考え方を述べたに過ぎないが、ホットラボの有効活用の糸口となれば幸いである。

(日立・森竜二)

一 参 考 文 献

- (1) KEIHLTS, G.W.: ORNL-NSIC-13, (1966).
- (2) 原研高放射性物質取扱研究室編：建築施設技術報告書, (1963).
- (3) 建築学会原子力建築委員会：放射線施設の設計法, (1964).
- (4) ENEA: High Activity Hot Laboratories Working Methods, (1965).
- (5) BNES: Post-Irradiation Examination Techniques, (1972).
- (6) U.K.AEA: Glove Boxes and Shielded Cells, (1957).
- (7) 松本徳太郎：原子工業, 17(5), 82 (1971).
- (8) 井上武一郎, 他：本誌, 15(3), 155 (1973).
- (9) 村上昌俊：原子力工業, 9(11)~13(8), (1963~1967).
- (10) ANS: Proc. of the 20~21 th Conference on Remote system Technology, (1972~1974).
- (11) IAEA: Radiation Safety in Hot Facility (1970).
- (12) 福田信三, 他：原子力工業, 20(10), 51~56 (1974).
- (13) 原研：放射線安全手引, (1972).
- (14) ICRP: "General Principles of Monitoring for Radiation Protection of Workers", (Adopted May

24, 1968), ICRP Publ. 12, (1969), Pergamon Press, London.

- (15) 石森富太郎編：原子炉工学講座-2(放射線防護), (1971), 培風館.
- (16) 泉 幸男, 他：保物協第8回研究発表会要旨集, No. 33, (1973).
- (17) 山本峯澄, 他：保健物理, 5, 211 (1970).
- (18) 岡本利夫, 他：保物協第9回研究発表会要旨集, No. 46, (1974).
- (19) 山本峯澄, 他：保健物理, 4, 32 (1968).
- (20) 赤津康夫, 他：保物協第9回研究発表会要旨集, No. 50, (1974).

「ホットラボ」研究専門委員会(1971年4月~1975年3月)

構 成 (敬称略・順不同。◎は主査, ○は幹事)

◎岡原 朝夫(名大)	関分 守信(原研)
○石田 泰一(動燃)	立川 克浩(原研)
○森 竜二(日立)	富村 和夫(原研)
○松本徳太郎(原研)	久保田益充(原研)
○佐々木吉方(原研)	八木 英二(原研)
○河部 恭一(原研)	松山 謙三(東北大)
○伊藤 尚徳(原研)	大貫 守(原研)
鈴木 弘茂(東工大)	岩田 志郎(京大炉)
大石 行理(九大)	津久井一茂(東芝)
木曾 義之(広島大)	岡下 宏(原研)
玉井 忠治(京大炉)	岡本 利夫(原研)
松本 元一(名大)	鈴木 英世(日本アイソトープ協会)
松井 尚之(名大)	木村 脩七(東工大)
関 貞雄(動燃)	鉄谷 輝生(原燃工)
小泉 忠義(動燃)	高田 義彦(MAPI)
加藤 仁三(動燃)	矢島 聖使(東北大)
鶴野 晃(原研)	古田純一郎(大放研)
村上 徹(三菱重工)	大内 正博(原研)
安福晋太郎(原研)	

◎既刊・専門委員会成果報告書◎ ▲は売切れ

1. ▲原子炉物理実験。(臨界実験専門委編)
A 5 判, pp. 244, (1968. 8 月再版), コロナ社
2. ▲「高速炉技術」研究専門委員会成果報告書。
(1968. 11. A 4 判, 3 分冊)
(1)高速炉におけるドップラー係数の研究の現状
(2)高速炉燃料のスエリング研究の現状
(3)高速炉用液体 Na 技術の基礎
3. ▲核燃料の臨界安全。
(「核燃料臨界安全性」研究専門委編)
B 5 判, pp. 365, (1969. 4.), 原安協発行。
4. ▲「高速炉 Na 技術」特別専門委員会成果報告書。
A 4 判, pp. 266, (1969. 7.)
5. ▲パルス炉調査報告。
(「パルス炉設計」研究専門委編)
A 4 判, pp. 96, (1970. 3.)
6. ▲高速増殖炉技術の現状。
(高速炉パネル討論会講演・討論集)
B 5 判, pp. 92, (1970. 11.)
7. ▲「放射線微視の効果」研究専門委員会報告書。
B 5 判, pp. 151, (1971. 2.)
8. 繰返し型高速パルス炉総合調査報告。
(「パルス炉開発利用」研究専門委編)
A 4 判, pp. 114, (1971. 3.)
定価 1,000円(会員 800円)。(〒160円)

9. ▲ナトリウムの流動伝熱に関する調査研究。
(「高速炉 Na 技術」特別専門委編)
A 4 判, pp. 322, (1971. 7.)
10. 原子炉システムの最適化技術。
(「原子炉システム最適化技術」研究専門委編)
A 4 判, pp. 104, (1972. 1.)
定価 2,000円(会員 1,200円)。(〒160円)
11. トリチウム：その性質と挙動。
(「トリチウム」研究専門委編)
A 4 判, pp. 170, (1972. 10.)
定価 3,000円(会員 2,000円)。(〒240円)
12. 高速炉用燃料集合体の流動伝熱に関する調査研究。
(「高速炉 Na 技術」特別専門委編)
A 4 判, pp. 436, (1972. 6.)
定価 3,000円(会員 2,000円)。(〒200円)
13. 相変化を伴うナトリウムの伝熱流動。
(「高速炉 Na 技術」特別専門委編)
A 4 判, pp. 208, (1973. 3.)
定価 3,000円(会員 2,000円)。(〒200円)
14. ナトリウム冷却高速増殖炉。
(「高速増殖炉」研究専門委編)
A 4 判, pp. 106, (1974. 2.)
定価 2,000円(会員 1,500円)。(〒160円)

◎ご希望の方は学会事務局へ。