



5. 放射線測定器の保守・校正に係わる技術小論

(1) 放射線測定器自動校正システムの開発

水庭 春美 野田 喜美雄

安全部

資料番号：81-24

5. Development of Technology on Maintenance and Calibration of Radiation Monitoring Instrument

(1) Development of Automatic Calibration System for Radiation Instruments

Harumi Mizuniwa Kimio Noda
(Safety Division)

放射線測定機器によるモニタリングの結果は、施設内および周辺環境の放射線安全の確保はもとより、施設の安全・安定運転の維持に直接反映されるため、その測定値には十分な信頼性が要求される。

東海事業所では、約3,000台にもおよぶ多種多様な放射線測定器が使用されており、これらの機器の保全業務の経験に基づき、計測機器校正施設の設備や点検・校正の自動化を進めてきた。本稿では、機器の校正作業の省力化や校正精度の向上を図る目的で開発した、自動校正システムについて、その概要と性能評価結果を紹介する。

1. はじめに

原子力施設等においては放射線防護のためのモニタリングを目的として、種々の放射線測定機器を用いた放射線(能)の測定が行われている。放射線測定機器によるモニタリングの結果は、施設内および周辺環境の放射線安全の確保はもとより、施設の安全・安定運転の維持に直接反映されるため、その測定値には十分な信頼性が要求される。このため、使用する測定機器については、常に正常な機能や性能を維持することが重要である。

東海事業所では、再処理施設、プルトニウム燃料製造施設、プルトニウム転換技術開発施設等の数多くの核燃料施設が運転されている。これらの施設では、作業環境の放射線管理や周辺環境の放射線監視等のモニタリングを目的とし、約3,000台にもおよぶ多種多様な放射線測定機器が使用されている。

東海事業所では核燃料施設の運転開始の当初から放射線測定機器の保全業務を行っており、その経験は計測機器校正施設での本格的な定期点検・校正、保守を開始してからすでに20年以上が経過している。この間、点検・校正要領の整備や標準化を図り定常的な保全業務を行うとともに、施設の増加によ

る点検・校正の対象機器の増加や機器の高度化等に対応するため、計測機器校正施設の整備や点検・校正の自動化につとめてきた^{1,2)}。本稿では、放射線測定機器のうちγ線(X線)の測定を対象とした機器の校正作業の省力化や校正精度の向上を図る目的で開発した、自動校正システムについて、その概要と性能を紹介する。

2. 自動校正システムの概要

自動校正システムは、¹³⁷Cs照射装置、自動校正台および制御部を組合せ、パーソナルコンピュータを使用して自動的に校正作業が行えるシステムで、作業の安全を確保するためのインターロック装置を含めたシステムである。図-1にシステムブロック図を示す。

¹³⁷Cs照射装置の線源格納容器(直径580mm、高さ360mm鉛製)には1,11TBq、74GBq、7.4GBq、0.555GBqの4個の¹³⁷Cs線源が内蔵されており、さらに、厚さ10mmの鉄製外枠で囲まれた構造となっている。照射口前面には円筒形シャッター(鉛厚155mm相当)があり、照射時にはこのシャッターが開き鉛コリメータにより、中心軸から開き角度11.3°の

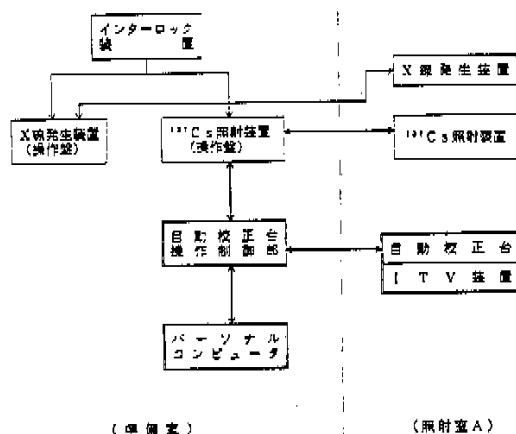
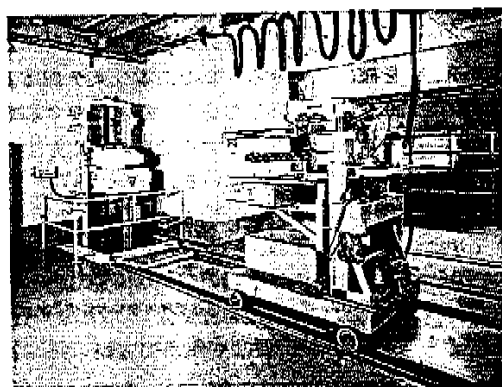


図-1 システムブロック図

円錐状に γ 線が照射される。床から照射の中心軸までの高さは通常1.5mに設定されている。得られる線量当量率の範囲は、線源の放射能と照射距離の選択により $1\mu\text{Sv/h}\sim 0.4\text{Sv/h}$ の範囲である。

自動校正台は幅1.2m、長さ10mの床に設けられた軌道上を照射軸方向へ前後に移動する。自動校正台の校正用テーブル(1×1m)は、水平方向に照射軸を中心に左右へ40cmまで移動可能なため、テーブル上に配置された5台の被校正測定器を順次校正することができる。また、線源からの距離の設定方法は、ラックアンドピニオンを利用したエンコーダによる機械的計測とレーザ光を利用した計測方法を併用しており、その位置決め精度は1～9mの範囲で既設設定値に対して $\pm 1\text{mm}$ 以内となっている。この自動校正台は、レールトラバースによりX線発生装置を用いた校正作業にも使用できるようになっている。 ^{137}Cs 照射装置と自動校正台の概要

写真-1 ^{137}Cs γ 線照射装置と自動校正台

を写真-1に示す。

^{137}Cs 照射装置および自動校正台の動作制御は、遮蔽壁を隔てた準備室の操作パネルにおいてマイクロコンピュータによる対話形式で行い、被校正測定器の種類に応じて規格化した校正モードに従い、線源強度の選択、照射距離の計算、自動校正台の移動等が自動連動で行えるとともに、校正結果の処理や線源使用記録作成も可能である。

3. 自動校正システムの放射線特性

大部分の被校正測定器は、検出器の有感部の大きさが照射の面積と比べ点と見なすことができないため、校正を行う場合の照射の線量当量率分布は均一であることが望ましい。また、散乱放射線の寄与により照射する γ 線の線質が変化するため、線源と検出器、散乱体の位置関係が校正精度に影響を与える場合がある。これらのことから照射の均一性、自動校正台および壁、床による散乱放射線の寄与について評価した。

3.1 照射の均一性

前述のように ^{137}Cs γ 線照射装置からの γ 線ビームは円錐型鉛コリメータによりコリメートされており、照射ビームの開き角度は1mの位置で半径20cmである。しかし、実際に得られる照射線量当量率は線源容器の形状、コリメータ端における放射線の散乱等の影響により同一距離でも均一とはならない。図-2および図-3に、自動校正台上で線源からの距離が2mの位置における水平方向および垂直方向の線量当量率分布の測定結果を示す。図中、点線は散乱等を考慮しない場合の計算値である。本結果から、まず、水平方向について照射の中心の線量当量

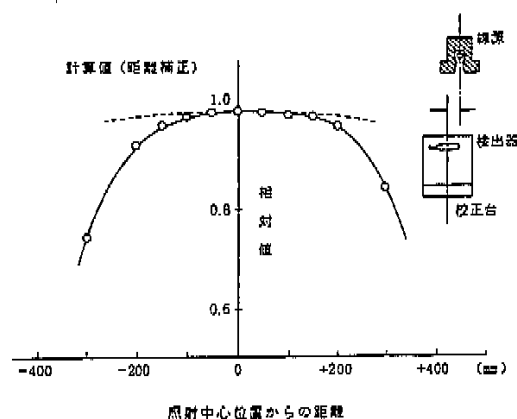


図-2 線源から2mの位置における照射線量当量率の分布(水平方向)

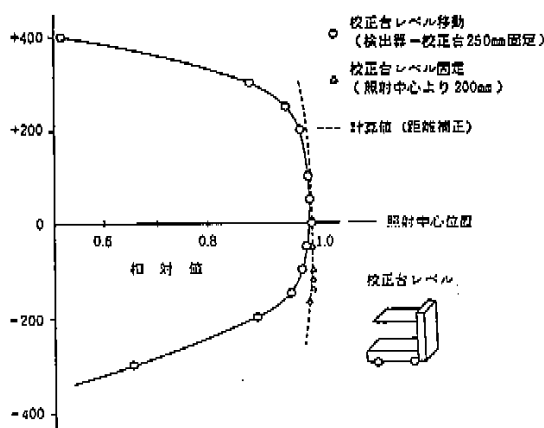


図-3 線源から2mの位置における照射線量当量率の分布(垂直方向)

率から1%以内の領域は中心から左右約10cm以内であり、20cm～40cmの間では中心部線量当量率の80%、40cmの位置では50%以下となることがわかった。また、垂直方向について、図-3中の○印で示した実線は、線量計を校正台の上方25cmに固定し、校正台レベル(床から校正用テーブルまでの高さ)を変化させた場合の測定結果であるが、水平方向と同様に照射の中心に対して上下約10cm内で均一であった。また、本図中△印は校正台レベルを照射の中心から20cm下に固定した場合の校正用テーブル上の線量当量率分布であるが、校正台レベルを変化させた場合と比べ、分布が一様になった。本結果は校正用テーブルからの散乱放射線により、テーブル近傍の線量当量率が増加し、直接放射線の減少分を補完したものと考えられる。この場合、散乱放射線による照射線量当量率への寄与は、校正用テーブルから5cmの位置で約4%であるが、20cmの位置ではほとんど無視できると考える。

3.2 照射室内散乱放射線の影響

室内散乱放射線の評価方法として、各距離における線量当量率の測定値と、ある点を基準として距離の逆二乗則から求められた各距離における計算値との比により、評価を行うことが可能であり、この方法を用いて、照射室において ^{137}Cs 照射装置を使用した場合の散乱放射線の影響を評価した。

基準線量計での線量当量率の測定値と線源からの逆二乗則による計算値の比を線源から1mの距離での測定値を基準として図-4に示す。本結果におい

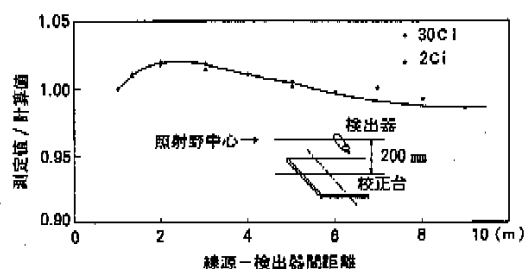


図-4 ^{137}Cs γ線照射装置による照射線量当量率の測定値と逆二乗則計算値との比

て1mから2mまでの間で測定値が計算値より約2%程度大きくなっているが、これは散乱放射線による線量当量率の増加ではなく、照射の均一性による影響と考える。すなわち、3.1の結果から1mの位置における均一な照射野は半径5cm程度となるのに対し、基準線量計の検出部の大きさは円筒形で $56\text{mm}\phi \times 176\text{mmL}$ と、これを上回るため1m～2mの間における測定値が低く測定されたものと考えられる。また、2m～3mの付近を頂点として測定値の割合が減少するが、これはγ線の空気による吸収および散乱による減衰効果と、校正台等の散乱による線量増加効果が重なった結果と考える。

以上のことから本照射装置では逆二乗則計算値で校正を行う場合でも誤差は最大3%以内となることが確認された。

4. おわりに

本稿では、自動校正システムの概要および放射線特性として、照射の均一性、散乱放射線の影響について紹介したが、その他の特性として、校正結果の再現性や校正台からの散乱線の影響等についても調査を実施しており、その結果においても日本工業規格JIS Z 4511「照射線量測定器および線量当量測定器の校正方法」の規格を十分満足できるシステムであることを確認している。また、本システムにより、校正作業のみに着目した場合、作業に要する時間は距離設定等人手を中心とする従来の作業方法に比べ約1/4～1/5に短縮されている。

参考文献

- 1) 百瀬泰樹、野田喜英雄、関 昭雄：放射線管理用機器の管理、動燃技報、No.60-83、(1986)。
- 2) 宮部賢次郎、小嶋 昇：保健物理、24、345～352 (1986)。