

放射線測定機器校正設備

特集1

中島 定雄 (なかしま さだお)

江波戸 輝雄 (えばと てるお)

1 まえがき

富士電機は、従来から原子力発電所、再処理工場などの原子力施設に数多くの放射線測定機器を納入している。また、その一環として、放射線測定機器の維持・管理のために校正設備も納入している。

2 概要

放射線測定機器の校正では、国家基準から実用測定機器までを結ぶトレーサビリティ体系を確立し、各段階における校正精度の維持を図ることがきわめて重要であり、国内では計量法、JIS Z 4511などに校正体系および校正方法が規定されている。富士電機では、同JISから各放射線測定機器の校正体系を図1に示すように展開し、これに適合する校正装置を設計・製作している。

放射線測定器の校正を行うための主な業務は、次のとお

りである。

- ① プラントで使用している測定器の把握
- ② 校正スケジュールの立案
- ③ 校正条件の規格化
- ④ 校正装置への取付け、取外し
- ⑤ 校正装置の操作
- ⑥ 校正データの収集
- ⑦ 校正結果の整理
- ⑧ 校正記録の作成
- ⑨ 校正記録の保存
- ⑩ 校正用の線源の使用・保管記録の作成

富士電機では、上記した一連の校正業務の省力化および効率化を目的として、校正制御用計算機を組み込んだ校正装置を設計・製作することで⑤～⑧の業務を自動化するとともに、①～③、⑨の業務支援および⑩の業務の自動化を行っている。

3 γ 線校正装置

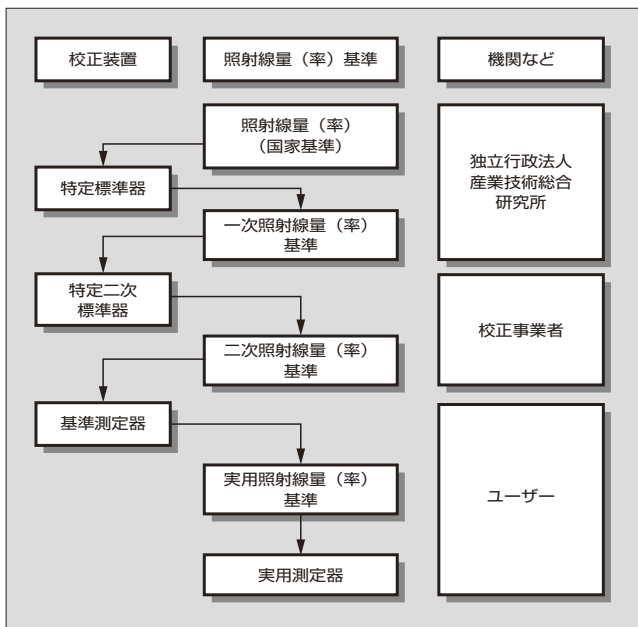
γ 線校正は、 γ 線源から任意の位置での γ 線による線量当量率を、国家基準とトレーサビリティのとれた基準測定器で測定しておき、そこに被校正機器を置いて、その測定値と基準測定器の測定値を比較して校正を行うものである。被校正機器の指示校正は、同一核種の線源で照射する線量当量率を変えて校正を行う。また、エネルギー校正は核種の違う線源を使用して同一線量当量率を照射して校正する。

校正制御用計算機は、 γ 線校正の都度行う操作および被校正機器の測定値の収集、校正結果の計算・記録作成を自動で行うものである。

本装置は、図2のシステム構成に示すとおり γ 線照射装置、校正台車、制御盤で構成される。本装置の操作手順および動作は次のとおりである。

- ① 作業者が、校正台車の校正台に被校正機器を搭載する。校正台には複数の被校正機器の搭載が可能である。
- ② 制御盤に校正する機器の型式などの初期条件を入力すると、その条件から該当の校正条件が検索される。

図1 放射線測定機器のトレーサビリティ体系図



中島 定雄

放射線機器・システムのエンジニアリングに従事。現在、富士電機システムズ株式会社制御システム本部放射線システム統括部放射線システム部課長。



江波戸 輝雄

放射線機器・システムのエンジニアリングに従事。現在、富士電機システムズ株式会社制御システム本部放射線システム統括部放射線システム部。

図2 γ線校正装置のシステム構成

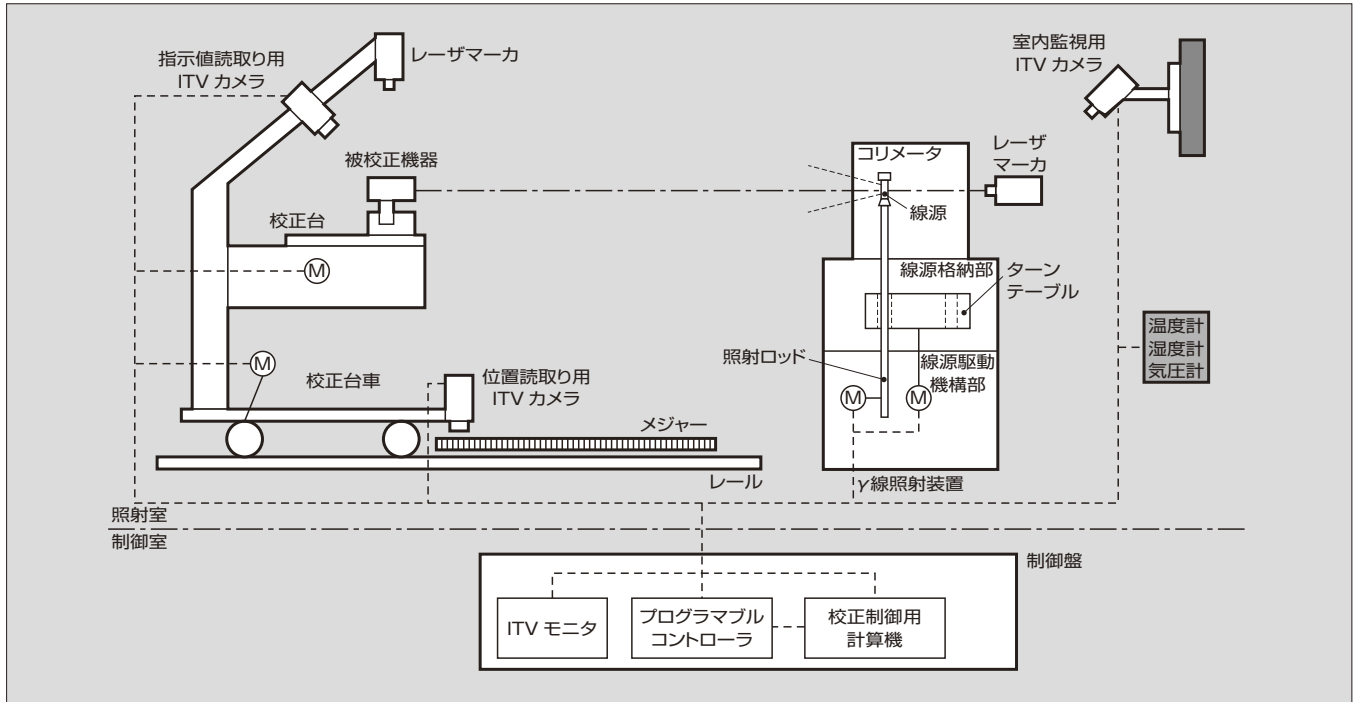
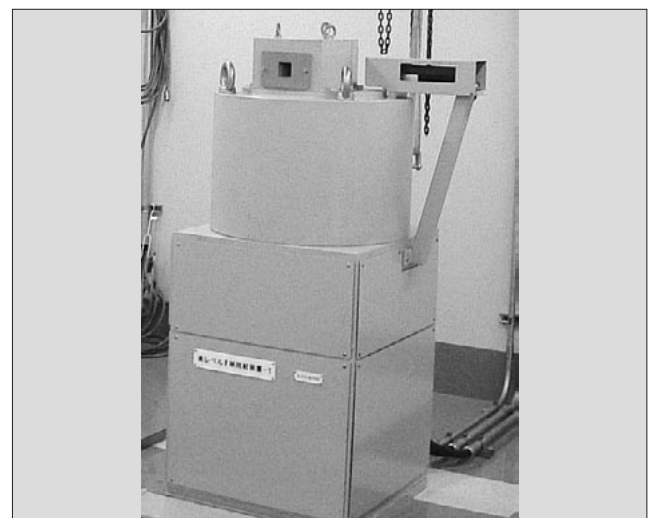


表1 γ線校正装置の仕様

| 項目 | 仕様 |
|----------------|-----------------|
| 照射視野 | 上下左右おのおの6°以下 |
| 照射視野均一性 | ±2%以内 |
| 線源昇降時間の百分率 | 1%以下 |
| 再現性 | 0.005 |
| バックグラウンド空気カーマ率 | 0.22 ≤ μGy/h |
| 校正台車移動速度 | 最大400 mm/s以上 |
| 校正台移動範囲 | 左右500 mm以上 |
| 校正台搭載荷重 | 50 kg以下 |
| 校正台搭載面積 | 約1,000×500 (mm) |

- ③ 本装置は、②の校正条件「使用線源」に関する基準測定器の測定データをもとに、校正条件「各校正点での線量当量率」と同等の線量率が得られる線源からの距離を計算する。
- ④ 校正台車は、校正場に敷設されたレール上を自動走行して、③の距離で停止する。
- ⑤ γ線照射装置は、校正条件「使用線源」で指定された線源を自動選択して照射する。
- ⑥ 校正台車の校正台に搭載された被校正機器のうち、最初に校正する機器がγ線照射装置からのγ線ビームの中心に位置するように校正台を移動させる。
- ⑦ 被校正機器の測定値は、校正制御用計算機に自動収集する（ただし、サーバイメータなどは、校正台車の指示値読み取り用ITVカメラと制御盤の同モニターで指示計の値を読み取って校正制御用計算機に入力する）。
- ⑧ ⑥～⑦を校正台車に搭載した台数分、自動的に繰り返し行う。

図3 γ線照射装置の外観



- ⑨ ②の「校正点」の回数分、③、④、⑥、⑦、⑧の手順を自動的に繰り返し行う。
 - ⑩ 制御盤は、校正場に設置された温度計・湿度計・気圧計のデータを収集する。
 - ⑪ 制御盤は、校正定数の計算、校正記録作成を行う。
- 本装置の仕様を表1に示す。また、本装置を校正する各機器を以下に紹介する。

(1) γ線照射装置

γ線照射装置は、複数のγ線源を格納し制御盤からの指令に基づき一つの線源を選択して照射を行うものである。本装置の外観を図3に示す。

本装置は、図2に示すとおりコリメータ、線源格納部、線源駆動機構部から構成されている。線源格納部は、γ線源を格納するターンテーブルとそれを取り囲む鉛遮へい体

図4 校正台車の外観



から成っている。鉛遮へい体は、JIS Z 4511 に規定された校正場のバックグラウンド空気カーマ率が $0.22 \mu\text{Gy/h}$ 以下となることを担保する厚さとしている。線源駆動機構部は、制御盤で指定された線源を、ターンテーブルを回転させて準照射位置に移動する。さらに照射ロッドを上昇させることで準照射位置にある線源を押し上げて照射位置に移動させる。コリメータは、校正場の壁などによる散乱線の影響を減じるため、照射位置にある線源からの γ 線を上下左右おのおの 6° に絞るようになっている。

本装置には、指示校正を主目的とする高レベル γ 線照射装置とエネルギー校正を主目的とする低レベル γ 線照射装置の2タイプがある。前者は線源強度の違う複数の線源を格納しており、後者は γ 線エネルギーの違う複数の線源を格納している。

(2) 校正台車

校正台車は、被校正機器を搭載し、 γ 線照射装置から照射方向に敷設されたレール上を走行して校正点に被校正機器を移動させるものである。

本装置は、校正台、校正台駆動機構、校正台車および校正台車駆動機構から構成される。校正台には、複数の被校正機器の搭載が可能であり、制御盤からの指令で左右方向に自動で移動することにより被校正機器を順次 γ 線ビームの中心に移動させて校正を行うことができる。また、上下方向の位置は手動ハンドルで調整できる。校正台車は、制御盤からの指令によりレール上を走行して、 $\pm 0.2\%$ の精度で所定の距離に停止することができる。

校正台車の外観を図4に示す。

(3) 制御盤

制御盤は、校正の初期条件を入力することにより、 γ 線照射装置および校正台車の自動制御を行うとともに、照射室に設けられた ITV カメラで監視を行うものである。本盤の外観は図5に示すとおりであり、操作性を考慮して操作卓型となっている。

盤内に設けた ITV モニタは、サーベイメータのような指示計を有する測定器の指示を、校正台車に設けられた指

図5 制御盤の外観



示値読取り用 ITV カメラで読み取るために設けている。

盤内に収納した校正制御用計算機は、校正の初期条件の入力、校正条件の規格化、 γ 線照射装置および校正台車の自動制御、校正データの取込みおよび演算処理、校正結果の作成を行う。校正用線源の使用・保管に関する記録の自動作成を行うものである。

上記に加え以下の特徴がある。

- ① 放射線測定機器の型式ごとの校正条件を事前に登録できるようになっており、校正時には型式を校正装置に入力するだけで該当する校正条件を検索し、自動校正を行うことができる。
- ② 校正時に前回の校正記録および同機種別の校正記録を検索したい場合に、即座に対応ができるように校正記録の長期保存および検索・出力が可能である。
- ③ 校正装置から使用線源の使用・保管データを自動収集して、記録の自動作成を行うことができる。

4 あとがき

放射線測定機器によるモニタリングは、原子力施設内および周辺環境の放射線安全を確保するうえで高い位置づけを占めており、これらの機器の校正は上記モニタリングの信頼性を確保し、それを維持するうえで必要不可欠なものである。富士電機では、上記の目的に合致した校正装置の設計・製作にあたり、国家基準とトレーサビリティ体系に適合し、十分な信頼性を有するものとなるように留意してきた。また、校正業務の省力化および効率化を目的として、校正装置に計算機を導入して操作の自動化を図るとともに、校正業務の支援機能を有する校正制御用計算機を導入した。

今後は、校正業務のさらなる自動化を押し進めるとともに、放射線測定機器の校正および点検、保守時の測定データから劣化状態や寿命などを予測して予防保全を行うなどの課題に取り組んでいく所存である。

参考文献

- (1) 藤本敏明ほか. 原子力施設向け放射線測定機器構成設備. FAPIG. no.141. 1995.