

標準委員会セッション (2) 「クリアランスレベル検認方法の標準化への検討状況」

4) 測定器の特徴と性能について

4) Characteristics and Performance of Detectors Employed in Clearance Level Inspection

東芝

後藤哲夫

GOTO TETSUO

クリアランス判定時の測定にはサーベイメータおよび専用測定器を測定性能、特徴に応じ、対象物形状や汚染性状毎に使い分ける必要がある。このため、測定において使用する検出器について、共通の要件での性能指標をまとめ、現状の測定器に対し、必要な要件整理を行った。また測定の見点での対象物の区分手法について整理を行った。さらに、測定時に必要とされる検出限界の評価手法、測定対象物の放射性核種濃度への換算手法、判定の手法についても標準化の見点で検討を行っている。

キーワード: クリアランスレベル、グロス計測、検出限界、線計測、線計測、サーベイメータ、専用測定器

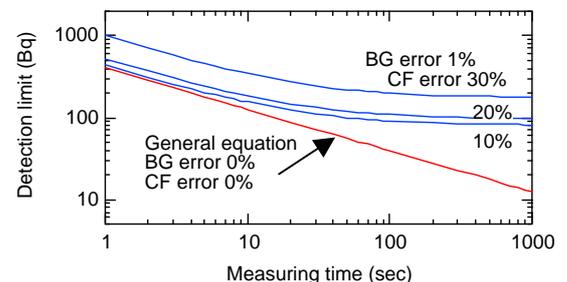
1. 目的 クリアランスレベル判定のための測定は測定時間や現場での運用性を考慮し、手持ちの測定器(以下サーベイメータ)あるいは据置型専用測定器(以下専用測定器)によるグロス線あるいはグロス線測定を主体に適用することが適切と考えられる。実運用にあたっては、測定計画の段階で検出器の測定性能、特徴に応じ、対象物形状や汚染性状で対象物を区分した上で、測定器を使い分ける必要がある。従来、測定器の検出限界等については検認測定に特化した形での共通仕様に基づく整理が行われていない。また、測定値から放射性核種濃度へ換算および判定についても標準化が必要である。このため、本発表では、現状検認において使用可能な検出器について、性能定義の明確化を図り、また、検認測定ための対象物区分の見点から測定器の適用性、特徴あるいは性能について整理評価を行い、さらに対象物に応じた区分法について検討を行い、測定結果から放射性核種濃度への換算手法を検討した結果について報告する。

2. 検出限界の考え方 クリアランスレベルのような微弱放射線の場合、検出限界は放射線の統計変動のほか、バックグラウンドの廃棄物自体の遮へい効果、場所、時間による変動や測定感度自体の変動を考慮した評価が必要である。本要素を考慮し試算を行った結果を図1に示す。専用測定器の場合の検出限界は同図に示すように30秒程度の測定でバックグラウンドの変動率を1%、効率変動を最大で20%とした場合で100Bq程度と評価された。サーベイメータについても同様な考え方を適用した評価を行った。

3. サーベイメータの適用性検討 原子力発電所等で広く使用されている汎用NaIサーベイメータおよびGM汚染サーベイメータの他、広い面積を持つ専用汚染検出器、Ge検出器による一括測定等が現状適用可能であり、図2に示すように対象物の形状および汚染の形態に応じた区分に従い測定を行う。放射性核種濃度換算については、検出器種類に応じ、実測に基づく換算係数、計算による換算係数(NaIサーベイメータ)の取得手法を整備した。後者は対象物形状に応じた換算係数一覧表を参照することで、代表的な放射性核種(多くはCo-60)の濃度に換算する。

4. 専用測定器の適用性検討 専用測定器は機器等を対象に単品あるいは平面状に複数個の配置を行うトレイ型および測定容器に入れ全体を一括測定するバスケット型が適用可能である。放射能濃度換算にあたっての換算係数は、対象物の形状識別結果から個々に算出するもの、形状ごとのテーブルを自動参照するもの、平均密度に応じて算出するものがある。また、バックグラウンド変動については、形状識別結果、平均密度等による補正を行い、低減を図っている。

5. 結論 検出器の選定から放射性核種濃度評価に至る測定段階の標準作成のための検討、整理を行い、判定時測定が現状の測定器で十分可能であることを確認した。今後、現場での実試料測定試験の結果等も反映し、さらに校正法、記録法等も加えた標準としての整備を図る予定である。



・専用測定器の放射性核種量検出限界 (Bq)

$$A_{LD} = CF \frac{\frac{3^2}{t_T} + \sqrt{\left(\frac{3^2}{t_T}\right)^2 + 4(1-3^2 r_2^2)3^2 \left\{n_B \left(\frac{1}{t_T} + \frac{1}{t_B}\right) + r_1^2 n_B^2\right\}}}{2(1-3^2 r_2^2)}$$

ここで、n は計数率 (counts/sec) は計数率に対する標準偏差、t は測定時間で、添字 T は測定して得られる総計数率、添字 B はバックグラウンド計数率に対するものを示す。また、r₁ はバックグラウンド計数率の変動に基づく相対誤差、r₂ は校正定数 CF に対する相対誤差。

注1: 図中の General Equation は r₁ および r₂ = 0 の場合の従来式(軽水炉放出指針)、BG ERROR は r₁、CF ERROR は r₂ を意味する。

注2: 藤田、佐々木「レーザー校正式クリアランスレベル検認装置の開発(その2)-装置の検出限界と核種組成比について-」、日本保健物理学会第37回研究発表会、C-18 (2003.6) より引用

図1 検出限界の評価結果(専用測定器の例)

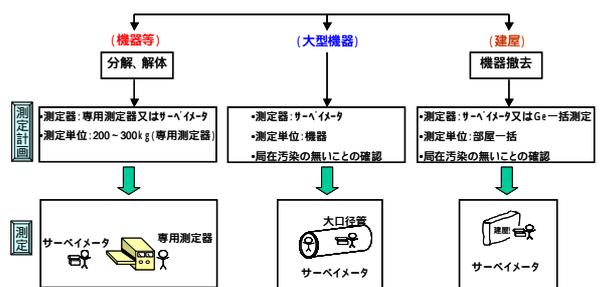


図2 測定器の特徴に応じた区分例(概要)