

ガンマ線密度計 PM-1000A 測定原理

ガンマ線とは

放射線とは、一般的には物質と反応して「電離を起こすもの」を放射線といいます。

放射線には、アルファ線、ベータ線、ガンマ線、X線、中性子線などいろいろな種類のものがあります。

このうちガンマ線とX線は、電磁波です。例えば、光や電波なども同じ電磁波です。電磁波は波長の長さで分類されています。波長の短いものがガンマ線やX線です。その次に、紫外線、可視光線、赤外線と続きます。

ガンマ線は、放射性同位元素（アイソトープ）の原子核が変化して出てくるものです。これに対しX線は、ふつうは高速の電子を真空管の一種であるX線管の陽極にあてて発生させるものです。

シンチレーション検出器とは

シンチレーション検出器は、シンチレータと光電子増倍管からなります。シンチレータは、放射線が入射すると蛍光を発する物質です。光電子増倍管とは、光を光陰極により電子に変換し、その電子を高電圧によって増幅して利用可能な程度の電気信号を得るものです。シンチレーション検出器はシンチレータを光電陰極面に組み合わせたもので、入射した放射線を電気信号として取り出すことができます。

密度計測原理

ガンマ線密度計 PM-1000A は、ガンマ線透過型密度計です。ガンマ線が配管内の流体を通過する際の減衰の程度から流体の密度を見積もります。

密度計は、配管に締め付ける形で固定され、ガンマ線源であるアイソトープとシンチレーション検出器が配管を挟んで対向するような配置となります。

ガンマ線源が収納されている線源部は、検出器方向を除いて遮蔽体で覆われており、遮蔽体を通して外部に漏れる放射線はごく僅かです。一方検出器方向に向かったガンマ線は、検出器自身の遮蔽能力により遮蔽されその方向へ漏れる放射線もごく僅かです。

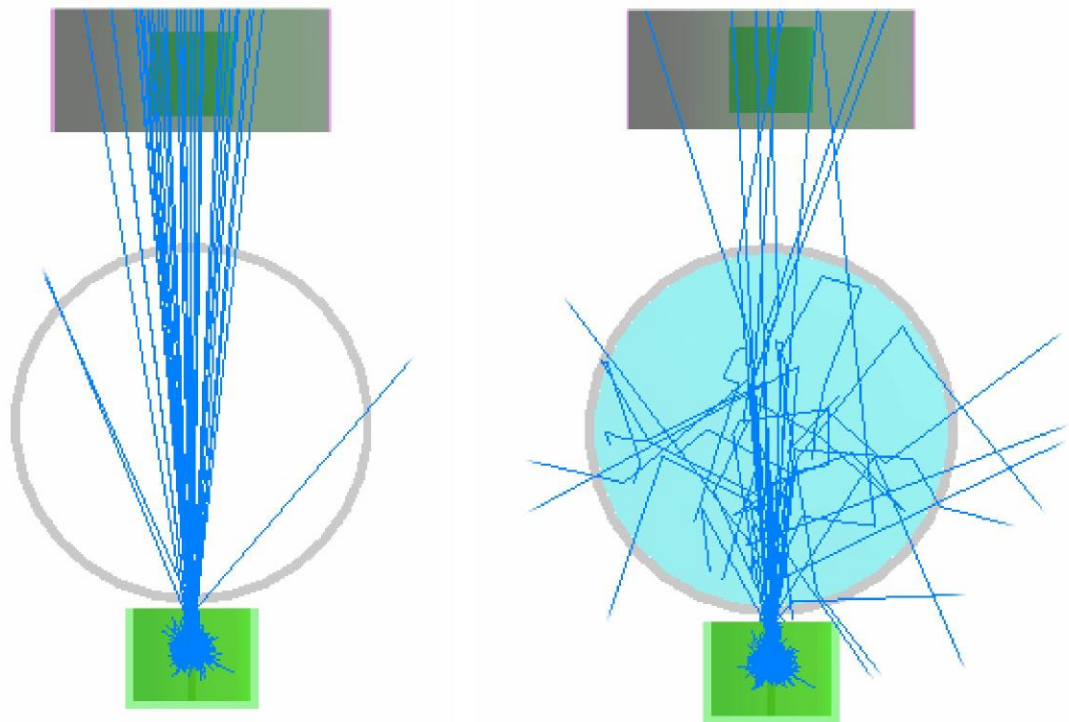


図. 配管にガンマ線密度計を取り付けた時のガンマ線の様子
 (左) 配管内 空 (右) 配管内 水

上図は、配管をガンマ線密度計 PM-1000A の線源 (図中左) と検出器 (図中右) で挟み込んだ例です。線源からは、検出器に向かってガンマ線が出射され、ガンマ線が検出器に入ると電気信号となって検出されます。配管の中が空の場合は、ガンマ線はほとんど直進しますが、配管内に水などの流体があるとそこで吸収・散乱が起こり、検出器に入るガンマ線の個数が減少します。

ガンマ線の透過により流体の密度が測定できる原理は、この数の減少が流体の密度にほぼ比例することに基づいています。

被測定流体を透過したガンマ線の計数率 (単位時間当たり検出されたガンマ線の個数) N と被測定流体の密度 ρ との関係は

$$N=N(0)\exp(-\mu\rho)$$

ここで、

μ ; 装置定数

$N(0)$; $\rho = 0$ の時の N とします。

これを

$$\ln(N/N(0)) = -\mu\rho$$

と書き直せば、 μ と $N(0)$ で曲線がきまり、図のように片対数グラフ上で直線となります。

すなわち、 $N(0)$ と μ を装置定数として決めておけば、計数率 N から密度 ρ が求められます。これが透過式ガンマ線密度計の測定原理です。

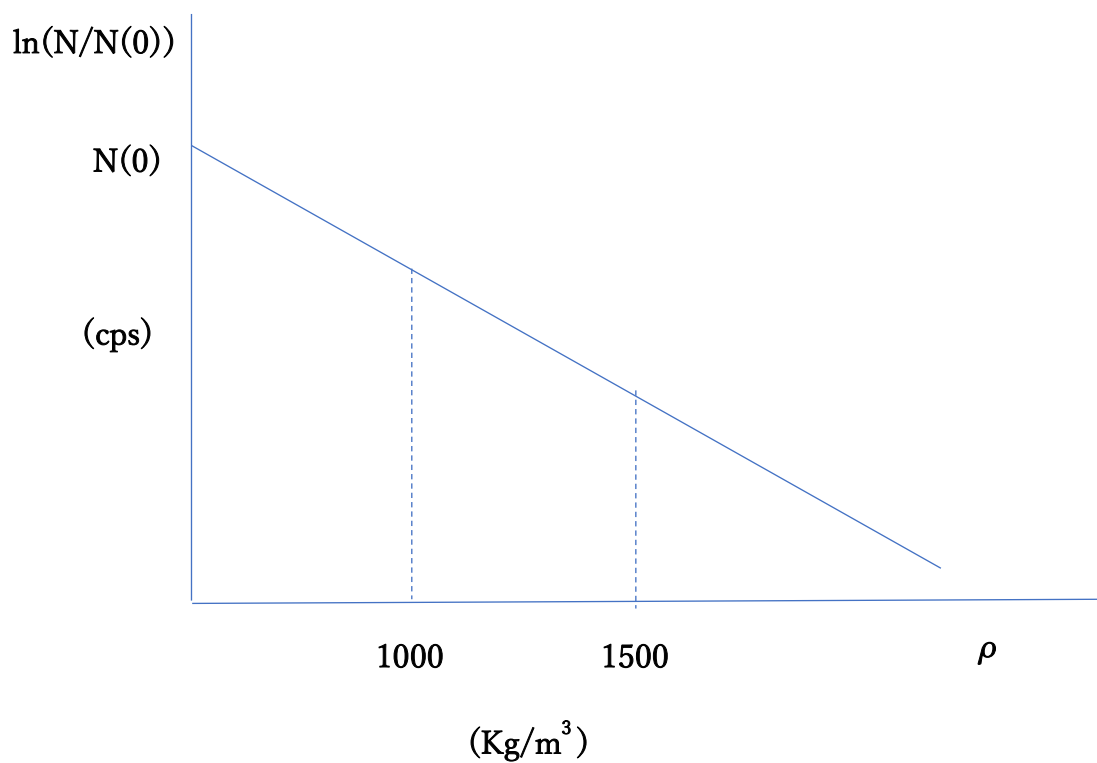


図. 計数率と密度の関係