

氏 名	梅 田 巖 うめ だ いわお
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 162 号
学位授与の日付	昭 和 42 年 7 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	ガンマ線の物質透過に関する研究

論文調査委員 (主 査) 教授 兵 藤 知 典 教 授 清 水 栄 教 授 岐 美 格

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、ガンマ線の特別な幾何学的条件における物質透過に関する研究をまとめたものである。幾何学的条件は原子炉におけるガンマ線しゃへいの基礎的データとなるように選ばれている。本論文は7章より構成される。

第1章は緒論である。第2章以後で使用する共通の術語の定義、使用した数表等について述べている。

第2章は無限に長い ^{60}Co および ^{137}Cs 線状等方線源を無限に長い鉄管でしゃへいした場合の透過ガンマ線線量の測定について述べたものである。このような幾何学的条件は、動力用原子炉の冷却材の配管等の場合のように実際にはしばしば起こるのであるが、そのままの状態で実験を実施することにはかなり制約があった。著者は二つの実験的な近似方法を採用した。一つは点等方線源を管軸に沿って移動させる方法、他は点等方線源と長い検出器を用いる方法である。測定の幾何学的配置の変換により、線状等方線源に対する鉄管の線量ビルドアップ率を得た。双方の幾何学的近似によるこの線量ビルドアップ率は良い一致を示している。この値は無限媒質中におかれた線状等方線源に対するビルドアップ率のほぼ0.9となった。また鉄管の肉厚が3平均自由行程以上であれば、無限媒質中に点等方線源がある場合のビルドアップ率とほぼ等しい。また第4章で述べている鉄板のビルドアップ率に比較すると、鉄板のビルドアップ率の方が鉄管の場合より大である。

第3章は、無限に長い ^{137}Cs および ^{60}Co 線状等方線源を無限に長い鉄管でしゃへいした場合のガンマ線の透過を、モンテカルロ法を用いて計算した結果について述べている。散乱ガンマ線のエネルギースペクトルと散乱回数分布、ならびに光子数、エネルギーおよび線量に対するビルドアップ率を得た。得られた線量ビルドアップ率は第2章に述べている実験値と良い一致を示し、また1～5平均自由行程の範囲では常に1回散乱が優勢であると結論している。

第4章は無限に長い ^{60}Co および ^{137}Cs 線状等方線源を無限の広がりをもつ鉄板でしゃへいした場合の透過ガンマ線線量の測定について述べている。このような幾何学的条件は動力用原子炉の2次しゃへい等

でしばしば見られる。著者は第2章で述べたと同様の二つの幾何学的近似法を採用し、測定の幾何学的配置の変換により線状等方線源に対する鉄板の線量ビルドアップ率を得た。鉄板でしゃへいした線状等方線源の長さが、測定点までの距離の4倍以上の場合は無限の長さと考えて取り扱うべきであると述べている。

第5章は、平面状垂直一方向線源を厚さのうすい鉄、鉛、コンクリート、水の平板でしゃへいした場合のガンマ線透過に関する簡易計算法について述べている。この結果をモーメント法やモンテカルロ法による計算結果と比較すると、計算が簡単な割によく一致しており、多重層平板におけるしゃへいの概略設計に役立つことを述べている。

第6章は、 ^{60}Co 平面状垂直一方向線源を鉄板とポリエチレン板およびその多重層でしゃへいした場合の透過ガンマ線エネルギースペクトルを、シンチレーションスペクトロメータを用いて測定した結果について述べている。この研究は、原子炉1次しゃへいにみられる多重層平板におけるガンマ線の減衰を調べる基礎資料を得る目的で行なわれ、透過した散乱ガンマ線の微分エネルギースペクトルと全エネルギーに対するビルドアップ率を得た。前方散乱ガンマ線は1回散乱ガンマ線が多く、各散乱角のスペクトルは鉄とポリエチレンではあまり差がなく、厚さに関してもあまり変化がないことを述べている。

第7章は ^{137}Cs および ^{60}Co 点等方線源を、鉄や鉛の球および円柱でしゃへいした場合のガンマ線の透過の、モンテカルロ法を用いた計算について述べている。ここにおいて透過した散乱ガンマ線のエネルギースペクトル、角度分布、散乱回数分布、および光子数とエネルギーに対するビルドアップ率を得た。これより小さな線源を球や円柱でしゃへいした場合の、このしゃへい体表面より放出されるガンマ線の状態がわかり、しゃへい体自身をガンマ線源とみなした場合の2次しゃへいの基礎資料となることを期待している。

最後に、本研究で得た結論を総括し、箇条書にして示している。

論文審査の結果の要旨

ガンマ線の物質透過に関しては、かなり多くの研究が現在までに行なわれている。その多くは平板吸収体を用いて実験的あるいは理論的に質量減衰係数を決定すること、無限媒質等の比較的簡単な幾何学的条件でのビルドアップ率の計算および測定等である。

著者は動力用原子炉でしばしば問題となるつぎのような幾何学的条件に対し、原子炉炉心より放出されるガンマ線の高エネルギー部には及ばないが、充分有用なデータを得ることが可能な ^{60}Co および ^{137}Cs ガンマ線を用いて実験を行ない、かつモンテカルロ計算により実験値の正当性について確認した。幾何学的条件は、

- (1) 線状等方線源を鉄管および鉄板でしゃへいした場合のガンマ線線量およびエネルギー透過、
- (2) 垂直一方向線源を平板でしゃへいした場合のガンマ線線量およびエネルギー透過、
- (3) 点等方線源を球および円柱でしゃへいした場合のガンマ線線量およびエネルギー透過、

である。(1)の場合は原子炉冷却系等にみられる放射性配管系のしゃへいに必要である。(2)の場合は複雑な理論計算コードによるガンマ線の減衰計算結果との対比により、コードのチェックに、また原子炉1次し

しゃへい体の設計に有用である。(3)の場合は小さい形状のガンマ線源のしゃへい設計に有用である。

著者は線状等方線源を作るとは実験的に種々の制約があるが、点等方線源を直線上に移動させることにより、あるいは固定した点等方線源と細長い検出器を組合わせることにより(1)の幾何学的条件の下で測定することと同等の結果を得ることに成功した。実験結果はモンテカルロ計算の結果ともよく一致している。この測定の結果、この程度のエネルギーで線状等方線源から放出されるガンマ線の鉄管に対するビルドアップ率としては、無限鉄媒質中に点等方線源がおかれた場合のビルドアップ率をそのまま使用すればよいが、鉄板の場合は点等方線源のビルドアップ率のままでは誤差が大となることがわかった。

著者は現在のような複雑なしゃへい計算コードが開発される以前、第1近似として用いられた1回散乱ガンマ線の計算が近似計算法として現在どのように有用かということが検討されていないことに着目し、種々の入射ガンマ線エネルギーと物質を仮定し、この計算を行ない、すでに発表されている複雑な計算の結果と比較し、どの範囲内で1回散乱ガンマ線の計算を近似値として用いることが可能であるかを示した。

著者は、鉄板、ポリエチレン板、鉄板ポリエチレン板多重層に垂直に入射するビーム状 ^{60}Co ガンマ線が、上記物質を透過する際散乱されるガンマ線を散乱角 15° より 90° の間で測定した。得られた各角度ごとの散乱ガンマ線のスペクトルはそれぞれほとんど同じ傾向を示し、特に1回散乱ガンマ線が優勢であることが判明した。このことは最初の広範囲な測定値として非常に有用なデータであるとともに前述の近似計算法の有用性をも示すものである。

さらに著者はシンチレーターの波高分布は、このシンチレータと同等の物質中に線源がおかれた場合のガンマ線しゃへい効果をあらわしていることに着目して、放射線しゃへいの見地から、ガンマ線のエネルギーの吸収を論じ、小線源のしゃへいに対する示唆を与えた。

これを要するに本論文は、特殊な幾何学的条件における ^{60}Co および ^{137}Cs ガンマ線の透過に関する現象の一部を解明し、ビルドアップ率、透過ガンマ線のスペクトルを測定し、放射線しゃへい設計に関する重要な基礎資料と指針を与えたものであり、学問上、工業上寄与するところが少なくない。

よって本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。