

<東 海 支 所>

原子炉压力容器の中性子フルエンスの
精確な決定のための三次元離散座標計算Three-Dimensional Discrete-Ordinates
Calculation for Accurate Determination
of Neutron Fluence in Reactor Pressure
Vessel

竹内 清・笹本宣雄

昭和57年 3月22日

4-th ASTM-EURATOM Symposium on
Reactor Dosimetry

原子力発電所の压力容器は、中性子照射によって予想以上にぜい化が進んでいるので熱衝撃で压力容器が破壊する恐れがある。とのNRC(米国原子力規制委)の見解のもとに、現在大規模のプロジェクト研究が米国において進められている。これは压力容器の照射ぜい化の程度を精度良く予測する方法を確立するためである。予測する際の精度は、照射ぜい化を監視するための試片の加速照射によるぜい化とその試片の設置された位置の照射線量の決定の精度とともに、压力容器位置における照射線量の計算の精度に依存する。本研究は後者の照射線量の計算の精度向上に関するものである。中性子輸送計算により炉心から压力容器周辺までの中性子束およびエネルギースペクトルを精度良く評価するには、まず実際の原子炉体系を正確に計算モデル化することにある。しかし、在来の詳細解析法は炉心形状を二次元(X, Y)形でモデル化して压力容器を二次元(R, θ)形状でモデル化したものが最も精度のよい方法であり、他は二次元(R, Z)形状のみか、あるいは一次元計算でバックリングによる補正を加えたものであった。これらの方法はいずれも何らかの補正係数が必要であり、この補正方法に問題があった。

そこで本研究では何らの補正係数も必要としない方法として炉心形状は三次元(X, Y, Z)形状で輸送計算を行ない、炉心周囲の水中からはこの三次元の角度束を境界角度束として二次元(R, θ)形状で压力容器までの輸送計算を行ない、0.1MeV以上の速中性子フルエンスおよび損傷量(dpa)を監視試験位置および压力容器内面、1/4深さおよび压力容器背面位置で評価する方法を提案した。この方法を実際の加圧水型発電炉へ適用した例を示すとともに、PCA実験の解析に適用し本手法の計算精度を明らかにした。

PALLAS コードによる制動ふく射線を
考慮した点等方線源 γ 線透過計算Gamma-ray penetration calculation from
a point isotropic source in the case of
taking into account bremsstrahlung photon
by PALLAS code

竹内 清・田中俊一・進藤裕二

昭和57年 4月2日

昭和57年 日本原子力学会年会

高エネルギーガンマ線の物質透過中に2次的に発生する制動輻射線まで含めたガンマ線の物質透過計算を行う一次元輸送計算コード PALLAS-PL, SP-Br が開発されて、既に平板形状での単一方向単色線源に対しガンマ線透過計算結果が報告されている。今回は球体系での単色点等方線源に対しガンマ線透過計算を実施し、制動輻射線の透過エネルギースペクトルおよび線量への寄与を調べた。

まず、10 MeV の点等方線源に対し、ガンマ線の鉄および鉛の球体系における透過距離が 10mfp のエネルギースペクトルを、制動輻射線を考慮した場合と、考慮しない場合とについて対比した。また、30mfp の厚さまで照射再生係数の値を各透過距離に対し、やはり制動輻射線を考慮した場合としない場合とについて対比した。

対比の結果は、鉄遮蔽体の場合は制動輻射線の寄与はそれ程大きくなく、照射再生係数に対しおよそ20%程度であり、エネルギースペクトルについては1 MeV 近辺で60%程の増加をもたらす程度であった。しかし、鉛遮蔽体の場合は制動輻射線の寄与は著しく、照射再生係数について制動輻射線を考慮に入れない場合の5倍も増大した。また、エネルギースペクトルについては1 MeV 近辺で10倍も増大をもたらすことがわかった。

核分裂炉の場合でも鉄の補獲ガンマ線は8 MeV 程度と高エネルギーであるが、核融合炉の場合はプラズマ中から10 MeV までの高エネルギー制動輻射線が放出されることや、14 MeV 中性子の物質透過中に非弾性散乱で2次的に発生するガンマ線は最高でおよそ10 MeV までの高エネルギーを有する。これらの高エネルギーガンマ線や制動輻射線の遮蔽体透過線量率およびガンマ線発熱評価のための有効な解析法であることが確められた。