

核データに対する遮蔽からの要求

原 研 宮 坂 駿 一

遮蔽設計パラメータに対する要求精度は、その時の技術レベルに大きく依存し、施設のコストベネフィット解析から与えられるべきものであろう。したがって、これをかくあるべしと決めることは出来ないが、NEACRPの提唱で開かれている遮蔽専門者会議では、欧米の原子力施設の設計要求精度を調査し、少なくとも生体遮蔽に対してファクター2~3、放射線発熱に対して $\pm 10 \sim 20\%$ 、放射線損傷に対して $\pm 15 \sim 50\%$ 、放射化に対して $\pm 50\%$ からファクター2程度を設計要求精度として考えるべきではないかと述べている。

遮蔽設計計算における不確定性の要因としては、①線源評価に含まれる誤差、②体系のモデル化に起因する誤差、③計算法に含まれる誤差（理論の近似、入力パラメータの選択条件）、④核定数、群定数等の遮蔽定数に含まれる誤差および⑤検出器のレスポンス（各種反応断面積）に含まれる誤差などが考えられる。これらの誤差要因からの不確定性を可能な限り小さくするよう設計を行わなければならないわけであるが、一般に遮蔽定数にもとづく設計パラメータの不確定性の評価は、他の要因にもとづくものより原理的には容易である。先の遮蔽専門者会議では、少くとも遮蔽定数に起因する設計パラメータの不確定性は、その設計要求精度の $\frac{1}{2}$ を越えないようにすべきであるとしている。もしこれが $\frac{1}{2}$ を越えるような遮蔽定数については、そのデータの精度をさらに向上するよう測定要求を出すべきであるとしている。

重要な核種が何であり、用いられている核データの不確定性が設計パラメータの値にどの程度の不確定性を与えるかの評価が一般に感度解析という方法で行なわれている。遮蔽の分野では米国で開発されたANISN-SWANLAKEシステムが感度解析手法として広く用いられ、鉄やナトリウムについていくつかの重要な結論が出されている。鉄については、1~4 MeVのエネルギー範囲の非弾性散乱断面積が、またナトリウムについては1~10 MeV範囲で全断面積と非弾性散乱以外の散乱断面積が重要であり、また300 KeVと500 KeVにおける全断面積も重要で、これらについてより良い精度で測定がなされるべきであると論じられている。またLASLでは核融合炉の遮蔽に感度解析を適用し、超電導磁石の放射線損傷と発熱の評価において非弾性散乱中性子および非弾性散乱ガンマ線の角度分布が極めて重要で、ENDF/B-IVファイルの角度分布（等方）は不十分であると報告されている。

この様に遮蔽の分野においても感度解析が広く行なわれるようになり、核データに対する要求も従来の定性的な要求から、より具体的な定量的な要求へと変わって行くことと思われる。しかし遮蔽専門者会議でも論じられているように、遮蔽は一般に寸法が大きく、形状も複雑で、さらに

ストリーミングという現象を伴うなど、炉物理より問題依存性が強く、単純なバルク遮蔽を除いて遮蔽の感度解析から一般的な結論を導くことは困難である。今後このような問題への適用を考慮した感度解析手法の開発が遮蔽の分野における一つの課題といえるのではなかろうか。

遮蔽の分野から核データへの測定要求は、たとえ考慮すべき核種が同じであったとしても、炉物理の分野におけるそれとは次の理由から大きく異なるであろう。その第1は、炉物理では殆んど問題にならない中性子の微小角度散乱に関するデータである。微小角度散乱でエネルギーが殆んど減少しないエネルギーの高い中性子は、深い透過とストリーミングに大きく寄与するので、その評価は極めて重要である。第2は、炉物理では全く問題にしない中性子の非弾性散乱あるいは捕獲によって2次的に発生するガンマ線の生成量とエネルギー分布に関するデータである。これらの量の評価は、炉心から生体遮蔽の外側まで重要である。第3は、炉物理では反応率が興味の対象であるため、断面積の大きいところ、すなわち共鳴の山が重要であるのに反して、遮蔽では漏れが興味の中心となるため断面積の小さいところ、すなわち共鳴の谷の深さが重要になる。これらがWRENDAリストに現われる遮蔽からの要求が炉物理からの要求と異なる理由である。

ORNLでは、最近、全断面積の谷と2次ガンマ線の生成に焦点を合わせた一連の実験“broom-stick experiments”が行われている。しかしまたその核種が限られており、遮蔽計算に十分利用可能な形で整備されるまでには至っていないようである。

現在、NEACRPの遮蔽専門者会議では、遮蔽計算に必要な核データに対する要求をまとめるため、鉄やナトリウムを対象とした断面積評価のためのベンチマーク実験、軽水炉、高速炉、ガス炉などを対象に各種の遮蔽ベンチマーク計算と感度解析が国際協力のもとに進められつつある。遮蔽には、炉物理とはまた異なった困難があり、炉物理で成功した方法論がそのまま遮蔽にも適用できるか否かは検討の余地があるとしても、近い将来より吟味されたWRENDAリストが遮蔽の分野からも出されるのではないかと思われる。