

サブルーチン名	概 要
OUTPUT	頂上事象の確率分布の中央値、平均値、標準偏差を計算し、解析結果を出力する。
GAUSS	中央値、分散を入力とし、この分布形に従う正規分布の中の任意の一つの値を乱数を用いて選び出す
UNIFO	中央値、区間幅を入力とし、この分布形に従う一様分布の中の任意の一つの値を乱数を用いて選び出す。
SAMPLE	関数副プログラム。頂上事象をあらゆる構造関数がフォートラン形式で書かれている。

表-1 サブルーチンの説明

2.6 計算機種及び制限事項

本プログラムは、本来 IBM 360/370用に作られていたが、FACOM 180 II AD用に整備し、使用が可能となっている。乱数発生のため、科学用サブルーチンライブラリ中の RANU 2 サブルーチンを使用して

いる。使用コア・メモリーは144 K bitesである。解析可能な最大基本事象数は100である。

3. プログラムの応用

システムの信頼性解析を行う場合必要となる、不確かさ解析に広く適用できる。その場合、フォールト・ツリー解析の方法だけでなく、例えば GO の方法²⁾の様な構造関数が得られる解析方法であれば、すべて適用可能である。

4. あとがき

現在、入力データの一部である構造関数は、関数副プログラム中にフォートラン文で書き込み、与える方法となっている。しかし、大規模なフォールト・ツリーを解析する場合には、この構造関数は複雑膨大なものになってしまう。それ故、この構造関数のフォートランを自動的に作成するプログラムを開発する必要がある。また解析結果は、現在テーブルの形式で出力されるが、これを更に図化するプログラムを開発していきたい。

参 考 文 献

- (1) An assessment of accident risks in U.S. Commercial Nuclear Power Plants, WASH-1400/NUREG-75/014 (1975)
- (2) W.Y. Gateley; An Introduction to GO, Kaman Sciences Corp. K75-94U (R), (August, 1975)

35. キャスク周辺線量率分布計算コードシステム

原子力船部 山 越 寿 夫

1. プログラムの目的および概要

使用済核燃料輸送容器（以下、キャスクと称す）の中性子、一次、二次ガンマ線に対する遮蔽性能特性関数および反射流特性関数を用い、使用済核燃料の線源データ並びに燃料収納状態に対する入力データから、精度良く、且つ簡便に中性子、一次、二次ガンマ線の線量率空間分布を計算するプログラムである。

計算プログラムは、キャスク表面の各種放射線々量率を計算する部分と、それをもとに、幾何学的データ、例えば、キャスクの形状、観測点のキャスクに相対的

な位置、キャスクどうしの相対的位置関係等を入力データとして空間線量率分布を計算する部分とから成る。

各計算部分に採用された計算手法の妥当性、モデルの妥当性は、既に検証されており、各種キャスクの代表的な型に対する特性関数の値は内蔵されている。

計算結果はグラフィック、ディスプレイおよび表として出力される。

2. プログラムの内容

2.1 プログラムの名称

プログラムは、いくつかの種類の計算から成り、上記の如き目的を持ったコードシステムを形成しているので、キャスク周辺線量率分布計算コードシステムと名付けることとする。

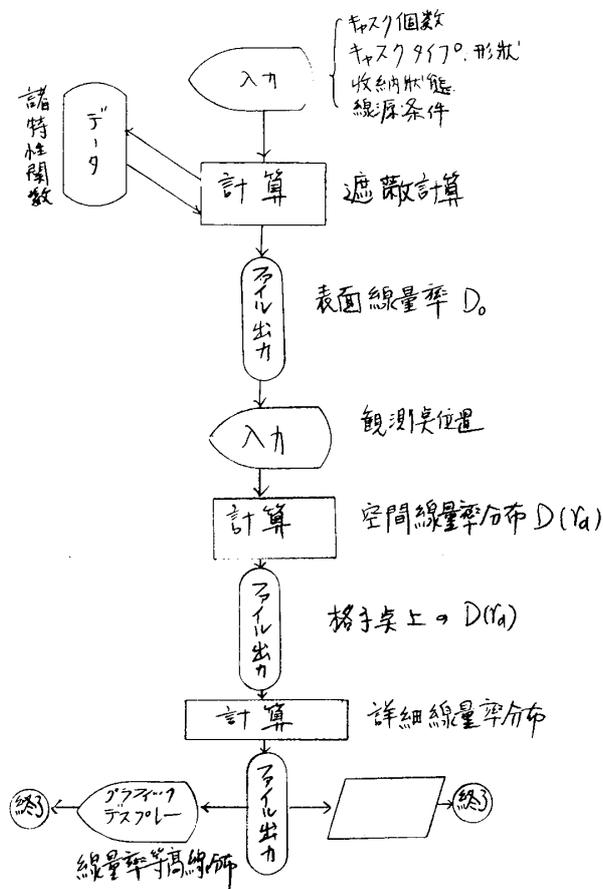
2.2 部名および製作者名

原子力船部 山越寿夫

2.3 製作年月

プログラムの大筋は昭和56年4月から58年4月の間に作成された。一部プログラムの追加が59年2月に行なわれている。

2.4 計算の概要



2.4.1 キャスク表面線量率の計算

キャスク表面の線量率 D を、以下の行列計算により求める。

$$D = (J_i^{eff}) * B \quad (1)$$

$$B \equiv \begin{pmatrix} T_n C_n + T_{nr} C_r \\ T_r C_r \end{pmatrix} \quad (2)$$

$$J_i^{eff} = J_i^0 + (R_{couple}) * J_i^0 \quad (3)$$

$$R_{couple} \approx \sum_{n=1}^6 (R_c R_w)^n \quad (4)$$

ここで、(2)式の T_n 、 C_n 、 $T_{nr} C_r$ 、 $T_r C_r$ が、中性子、一次ガンマ線、二次ガンマ線の遮蔽性能特性関数であり、既知量である。 R_c 、 R_w はキャスク壁から内筒部への反射流特性関数および、内筒部からキャスク壁への反射流特性関数である。 J_i^0 は、裸の内筒部から外部へ漏れる中性子および一次ガンマ線の流れであり、使用済核燃料の線源条件および内筒部への収納状態に依存する量である。

2.4.2 キャスク周辺線量率分布の計算

キャスク表面中央部から容器表面に垂直に進んだ径方向の線量率分布 $D_R(r_d)$ (r_d はキャスク中心軸からの垂直に測った観測点の位置)は以下の式で計算する。

$$D_R(r_d) = \frac{2D_0 J}{\pi} \sin^{-1} \left(\frac{r_s}{r_d} \right) \quad (5)$$

ただし、 r_s は容器表面の半径であり、 J は、楕円積分を用いて表わされる。容器高さ H 、半径 r_s 、観測点位置 r_d の関数である。 D_0 はキャスク表面の線量率である。

(5)式は、単一容器の中央高さに於ける、径方向線量率分布を与えるが、高さ方向分布に対しては、仮想高さ H_L と H_S を持つ、ふたつの仮想キャスクに対する線量率分布 $D_L(r_d)$ 、 $D_S(r_d)$ を用いて、下記の式から計算する。

$$D_H(r_d) = \frac{1}{2} (D_L(r_d) + D_S(r_d)) \quad (6)$$

(6)式は観測点の位置の高さ方向成分がキャスク高さ以上あり、底面が楕円状に見える場合は、その寄与を加算するのが本来であるが、プログラム機能としては、まだ備わっていない。

2体以上のキャスクが隣接している場合、キャスクに囲まれた領域の線量率分布は、(5)式、(6)式を用いた、各キャスク周辺線量率分布を重ね合わせて計算する。

2.4.3 グラフ表示

容器周辺の線量率分布として、各空間格子点に於ける線量値を求め、内種法により詳しい分布を推定する。推定した線量率分布に対し、線量率分布の等高線分布をグラフィックディスプレイで出力すると共に、数値データを紙に出力する。

2.5 計算の手順

2.6 計算機種および制限事項

キャスク表面線量率および格子点上の線量率空間分布の計算に対しては、計算のステップ数、および記憶

容量はあまり大きくは無いので、マイクロコンピュータでも処理可能であるが、グラフィックディスプレイによる線量率分布の等高線マップを作成する部分に大きな計算ステップ数と記憶容量が要求される。

船研の計算機で線量率の等高線マップを作成する為には、512K B (Dクラス)が必要である。2体のキャスクの高さ中心を通る面上で等高線マップを描かせる為には、計算全体として約3分程度のCPU時間がかかる。

3. プログラムの応用

使用済核燃料を収納したキャスクの輸送指数評価、多種、多数のキャスクを積載した船内の線量率空間分布の評価に応用することをねらいとして作成された。

4. あとがき

キャスクの細げき部等からの放射線ストリーミング効果、および底部からの放射線の空間線量率分布への寄与を考慮したプログラムの一部追加が今後に残されている。

36. 一次元放射線輸送計算プログラム PALLAS-PL, SP-Br

東海支所 竹内 清

1. プログラムの目的および概要

定常のボルツマン輸送方程式を一次元平板形状および球形状に対して数値解法により解き、中性子およびガンマ線の遮蔽計算を行う。ガンマ線の輸送計算では二次的に発生する制動放射線も含めて輸送計算できるように発展させた。

2. プログラムの内容

2.1 プログラムの名称

一次元放射線輸送計算プログラム PALLAS-PL, SP-Br

2.2 製作者

東海支所 竹内 清

2.3 製作年月

昭和57年3月

2.4 計算の概要

基本的には二次元放射線輸送計算プログラムにおける2.4に同じである。新たに発展させた計算理論は高エネルギーガンマ線の物質透過中に発生する制動放射線も輸送計算できるようにした点である。そのために一次ガンマ線の輸送計算終了後媒質中のガンマ線束から電子対生成反応、コンプトン散乱および光電効果により発生する電子の線源を計算できるようにした。この電子線源をもとにして連続減速モデルで電子のエネルギースペクトルを各空間メッシュ点で計算できるよ

うにした。次に求められた電子のエネルギースペクトルにもとづいて制動放射線の線源を計算できるようにした。この制動放射線の線源を再びガンマ線輸送計算ルーチンへ入力して制動放射線の輸送計算ができるようにした。

2.5 計算の手順

入力データをコード使用法にもとづいて作成し、また数多くの外部記憶装置を使用するのでこれをコード使用法にもとづいて準備する。本プログラムはおよそ37個のサブルーチンから出来上っているのでフローチャートは省略する。

2.6 計算機種および制限事項

FACOM M-200用に作られており、コア容量が2048K B確保でランを行う。

3. あとがき

一次ガンマ線原から電子の発生および電子のエネルギースペクトルから制動放射で発生する制動放射線源計算プログラムは日本原子力研究所原子炉工学部遮蔽研究室の田中俊一氏が作成したものである。

参 考 文 献

- 1) K. Takeuchi and S. Tanaka, PALLAS-PL, SP-Br : A Code for Direct Integration of Transport Equation in One-Dimensional Plane and Spherical Geometries, JAERI-M 9695 (1981)