

GOTHIC 分布定数モデルとシナリオクラスタリングを活用した 水素分布解析手法に関する研究

A Study on Analysis Method for Hydrogen Distribution

Applying GOTHIC DP model and Scenario Clustering

*西村 健、堀田 亮年

原子力規制庁長官官房技術基盤グループ

実機格納容器を対象とした詳細な水素分布解析を実施するため、格納容器熱流動解析コード GOTHIC の分布定数モデル及びクラスタリングによるデータ分析を活用した解析手法を開発中である。

キーワード：水素リスク評価、GOTHIC、格納容器、シナリオクラスタリング

1. 緒言 格納容器で想定される水素リスクの対策として、静的触媒式再結合装置、イグナイタ等の設備が設置され水素濃度を制御している。一方で、これら設備配置の不確かさを計算コードにより低減し継続的な安全性向上を図るに当たっては、以下の要素を考慮した手法の高度化を行う必要があると考えられる。

- ✓ 格納容器全体系に対して配置の影響を考慮可能な詳細解析の予測性能と計算コストのバランス
 - ✓ 事故の進展の仕方によって異なる水素の発生量、格納容器へ移行するタイミング等の過渡的变化
- そこで本研究では、上記課題に対して以下を活用した解析手法を検討している。
- ✓ CAD で作成した格納容器内部構造形状データに基づき自動生成した幾何形状、格子等による GOTHIC の分布定数モデル（以下「DP モデル」という。）（水素混合評価部）
 - ✓ MELCOR 等の事象進展解析結果及び機械学習の一種であるクラスタリングで類型化した、水素発生量、格納容器への水素の漏えい開始時刻等の時系列（水素発生条件評価部）

2. 解析手法の概要（水素混合評価部） DP モデルでは流動抵抗となる幾何形状を計算セルの空孔率等（Blockage）により設定する。Blockage は矩形、円筒形等の組合せが使用でき、GOTHIC の GUI ツール、Command 機能、入力データ（GTH ファイル）の直接編集等により設定できる。ここでは一般的な CAD により矩形、円筒形等で作成した格納容器内部構造を、GOTHIC で扱うことができる形状に識別する変換ツールを開発した。本変換ツールは Python のライブラリが提供する CAD 機能を活用して形状識別を行い、Command 機能で Blockage を設定するためのスクリプトを出力する。

一方 GOTHIC では、内部構造物以外の格納容器外壁等を手動で設定した後、本ツールで作成したスクリプトにより内部構造を設定する。通路、狭い流路等は一次元の FlowPath 等を活用しモデル化する。熱構造材は、設定した Blockage に対して手動で設定する。DP モデルのサブグリッドは、内部構造の隔壁に沿うようにおおよそ 0.5～1m 程度の間隔で設定する。

（水素発生条件評価部） 水素発生量、格納容器への漏えい開始時刻等の解析条件は、MELCOR の事象進展解析結果をクラスタリングした時系列を用いる。クラスタリングは scikit-learn[1]を活用したツールを Python 言語で開発している。本ツールは事象進展解析結果の読み込み、前処理、クラスタリング、結果出力を行う。前処理ではケース毎に異なる時系列を、プロット間隔の整合、次元圧縮等の操作を行い、クラスタリングできる状態に整形する。

3. 検証 図 1 に示す水素混合評価部で変換した形状データは適切な Blockage として設定できることを確認した。図 2 は、7 種の類似性を有する計 141 個の時系列母集団に対して、クラスタリングで元の類似性により再分類されるか検証した例である。ここでは 8 クラスに分類したうちの 2 つを示す。それぞれの時系列の特徴に従って分類されることを確認した。今後本ツールを MELCOR の事象進展解析結果に対しての適用性を確認し、GOTHIC での水素濃度分布評価につなげていく。

4. 謝辞 本研究では MHI ニュークリアシステムズ・エンジニアリング（株）の鈴木智教氏、宮田智生氏及び花田一茂氏、また伊藤忠テクノソリューションズ（株）田向剛氏及び佐藤暁拓氏のご協力を頂いた。ここに謝意を表する。

参考文献

[1] <https://pypi.python.org/pypi/scikit-learn>, (2018 年 1 月 13 日 参照)

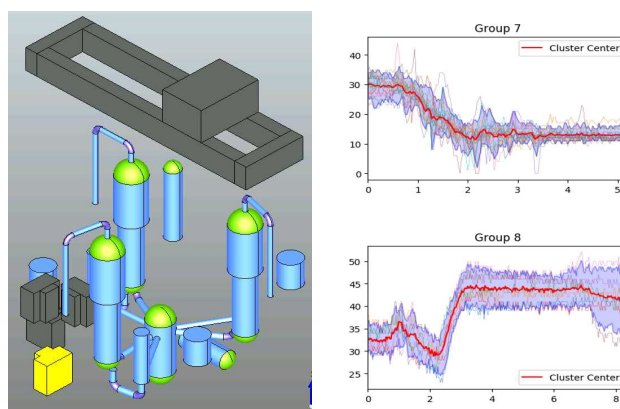


図 1 形状識別結果 図 2 クラスタリング例

*Takeshi Nishimura, Akitoshi Hotta

Regulatory Standard and Research Department, Secretariat of Nuclear Regulation Authority(S/NRA/R)