

MAAP5 コードによる下部プレナム内成層化現象のベンチマーク解析

(2) 重金属層モデル

Numerical analysis of IVR code benchmark by MAAP5

(2) Heavy metal layer model

*桂木 一行, 林 直哉, 上田 謙一郎, 松井 昇
三菱重工業

前報では、欧州 IVMR プロジェクトが実施したコード間ベンチマーク問題（軽金属層の形成を考慮したケース）への適用性を確認した。本報では、重金属層の形成を考慮した成層化現象の模擬について感度解析で確認した結果を報告する。

キーワード： MAAP5, 欧州 IVMR プロジェクト, 成層化, 重金属層

1. 緒言

OECD/NEA で実施された MASCA プロジェクト[1]では、酸化物層が相分離し重金属層(一般に、酸化物層の上部に形成される軽金属層と区別するため、本研究ではこれを重金属層と呼ぶ)が形成される結果が得られている。MAAP5 コードの重金属層モデルは、MASCA 試験に対するベンチマークは報告されているが実機への適用例は殆どない。そこで本研究では、実機を想定した IVR ベンチマーク問題[2]を対象に MAAP5 コードの重金属層モデルの適用性を検討した。

2. MAAP5 の重金属層モデル

重金属層モデルは、化学的な反応である相分離に関するモデルと伝熱流動に関する自然対流熱伝達モデルから構成されている。相分離については Salay and Fichot のモデル[1]、重金属層から原子炉容器への熱流束は Theofanous の式[3]で評価する。

3. 解析条件・解析結果

解析は、20 トンの炉内構造物(SUS)が配置された下部プレナム内に、90 トンの酸化物(UO₂:ZrO₂:Zr=68:8:14)と 40 トンの SUS からなる熔融炉心が落下することを想定する。なお、下部プレナムの外表面は水で冷却された定常問題である。

図 1 に MAAP5 による解析結果を示す。最終的な定常状態では重金属層が形成された 3 層に相分離した結果である。IVMR プロジェクトの報告書[2]に記載されている他コードのベンチマーク結果では、重金属層から原子炉容器への熱流束は多くが約 200kW/m²であり、MAAP5 の結果は他コードと同等である。

4. 結論

MAAP5 コードが下部プレナム内での成層化現象（酸化物層から重金属層が形成されて成層化すること）を模擬できることを確認した。今後、感度解析により成層化に関するモデルの妥当性を確認する計画である。

参考文献

- [1] Salay, M., and F. Fichot. "Modelling of corium stratification in the lower plenum of a reactor vessel." MASCA Seminar, Aix-en-Provence (France), 2004.
- [2] Carénini, L., et al. "Main outcomes from the IVR code benchmark performed in the European IVMR project." *Annals of Nuclear Energy* 146 (2020): 107612.
- [3] Theofanous, T. G., et al. "In-vessel coolability and retention of a core melt." No. DOE/ID-10460. Argonne National Lab., 1996.

*Kazuyuki Katsuragi, Naoya Hayashi, Kenichiro Ueda and Noboru Matsui
Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.

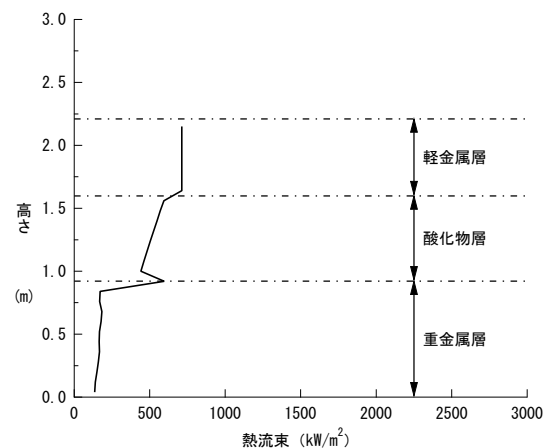


図 1. 原子炉容器への熱流束の分布