

シビアアクシデント時の溶融炉心冷却・MCCI 対策の信頼性向上に係る研究 (その9) 実機プラントへの低粘性化材の適用による影響評価

Studies on safety improvement in nuclear power plant severe accidents: enhancement of molten core coolability and mitigation of molten core concrete interaction

(9) Evaluation of effectiveness of the sacrificial material for application to the nuclear power plants

*林 直哉¹, 竹内 淳一¹, 合田 博志¹, 原 伸英¹, 戸田 太郎¹

¹三菱重工業株式会社

溶融炉心冷却を促進する低粘性化材の開発と関連する評価技術の開発に向け、本研究は開発中の低粘性化材を実プラント体系に適用した場合の影響を解析により確認することを目的としている。低粘性化材を実プラント体系に適用した場合の影響評価として、実プラント体系における溶融炉心の拡がり挙動については先行研究にて構築した CFD 解析モデルにより評価を行い、事故の事象進展及びプラント応答については MAAP コードを用いて評価を行った。以上の解析により、低粘性化材を実プラント体系に適用した場合の影響を評価し、低粘性化材の有効性を確認した。

キーワード: 溶融炉心, MCCI, 拡がり, CFD, MAAP

1. 緒言

原子炉過酷事故時に原子炉容器室床面に溶融燃料が落下した場合、溶融燃料の拡がり面積は溶融炉心の冷却性、MCCI 侵食深さの面で重要であると考えられる。本研究では、低粘性化材を実プラント体系へ適用した場合の影響評価に取り組んだ。本発表では、実プラント体系での溶融炉心拡がり挙動解析及びプラント応答解析の結果について報告する。

2. 拡がり解析

既報[1]の通り、溶融燃料の拡がり距離を予測する拡がりモデルを構築しており、溶融炉心拡がり試験を対象に拡がり距離の予測精度を検証済である。

また、溶融炉心が原子炉容器室床面に落下する短期間の床面侵食量を評価するため、独 IKE との共同研究でインピンジメント評価モデルを開発した。溶融炉心の拡がり過程での低粘性化材混合割合及び原子炉容器室床面に衝突した直後の溶融炉心の流速、メルト高さを境界条件として CFD 解析にインプットした。

その結果、原子炉容器室床面の侵食が起きない場合は床面積の 50%程度しか拡がらないのに対し、床面の侵食により低粘性化材が混合した場合は溶融炉心が床面全面に拡がることを確認した。

3. プラント応答解析

上述の拡がり解析の結果から、溶融炉心の拡がり面積が原子炉容器室床面積の 50~100%拡がった場合のプラント応答解析を実施し、その結果から溶融炉心を拡げやすくする施策は原子炉格納容器破損防護の観点で有効であることを確認した。また、低粘性化材を敷設する前後のプラント応答解析を実施し、低粘性化材を敷設することで原子炉格納容器破損防護に悪影響を及ぼすことはないことを確認した。

4. 結論

低粘性化材を適用した実プラント体系を対象に溶融炉心の拡がり挙動解析及びプラント応答解析を実施した。その結果、溶融炉心を拡げやすくする施策として低粘性化材を敷設することの有効性を確認した。

参考文献

[1] 原伸英 他、「シビアアクシデント時の溶融炉心冷却・MCCI 対策の信頼性向上に係る研究 (その6) 溶融炉心の拡がり挙動の解析」、日本原子力学会、2020 年春の大会

*Naoya Hayashi, Junichi Takeuchi, Hiroshi Goda, Nobuhide Hara, and Taro Toda,

Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.