

サンプスクリーン下流側影響の LOCA 後炉心長期冷却に係る検討

(8) 各種試験結果を反映した炉心流路閉塞時の熱流動解析

Study of downstream effect of the sump screen for post LOCA long term core cooling

(8) Thermal-hydraulic analysis of core inlet blockage reflect results of several core blockage tests

*寺前 哲也¹, 福田 龍¹, 緒方 智明¹, 白土 雄元¹, 東 慧¹, 坂田 英之¹, 青柳 智和²,
濱野 淳史³

¹三菱重工, ²MHI NS エンジ, ³関西電力

原子炉冷却材喪失事故 (LOCA) 時に発生するデブリ (配管保温材の破砕片: 繊維、潜在デブリ/塗装片: 粒子、化学的生成物: 化学) が原子炉容器内に流入し、炉心入口部を閉塞することが懸念されている。本稿では、PWR 大破断 LOCA 後サンプスクリーンを通過したデブリによる炉心の長期冷却への影響について、各種試験から得られた知見を反映して実施した最適評価コード MCOBRA/RELAP5-GOTHIC による熱流動解析の結果について報告する。

キーワード: 原子炉冷却材喪失事故 (LOCA), デブリ, サンプスクリーン, 長期炉心冷却

1. 緒言

昨年度報告及び今年度秋の大会にて報告する流動試験によって、非化学デブリ (繊維/粒子) が流入する事象前半は炉心入口、化学デブリが流入する事象後半は代替流路からの冷却材供給が可能であることが確認されている。それらの結果から得られた知見を反映し、最適評価コード MCOBRA/RELAP5-GOTHIC を使用した熱流動解析により LOCA 後の炉心長期冷却の成立性を確認した。

2. 熱流動解析

解析には最適評価コード MCOBRA/RELAP5-GOTHIC を使用し、国内代表 3 及び 4 ループ PWR の低温側配管の両端破断 LOCA 後の長期冷却時を対象とした。事象前半の炉心入口部の圧損増加は再循環開始と同時に (LOCA 発生後 20 分) とし、事象後半の化学デブリ流入による閉塞時刻を 80 分とし炉心入口部の完全閉塞を設定した (図 1)。代表 4 ループ PWR の解析結果例を図 2 及び図 3 に示す。炉心入口部が完全に閉塞された 80 分以降でも代替流路から炉心へ冷却材は必要量が供給され燃料棒は再ヒートアップすることなく長期冷却維持可能となる結果である。

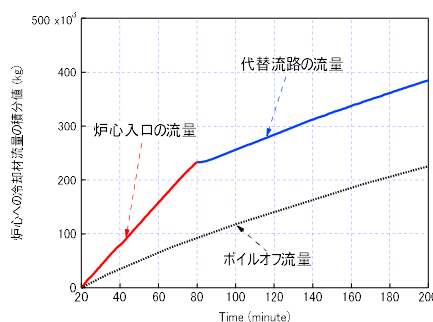


図 2 炉心へ流入する冷却材流量の積分値

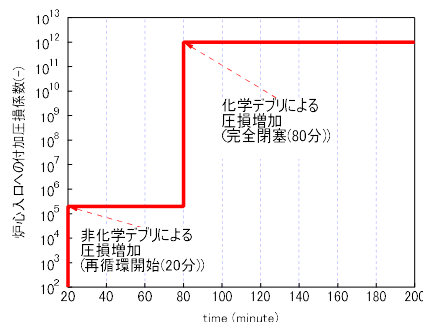


図 1 デブリによる圧損増加の解析条件

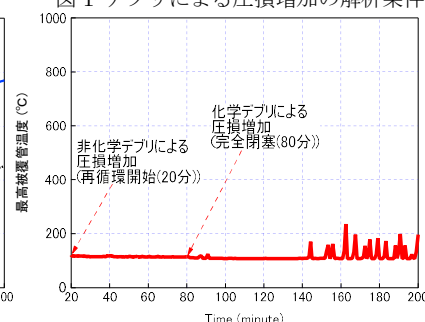


図 3 最高被覆管温度の推移

3. 結論

解析結果から、非化学デブリが流入する事象前半は炉心入口、化学デブリが流入する事象後半は代替流路からの冷却材供給が可能であることを確認した。今回、再循環サンプスクリーンに関する中長期課題「サンプスクリーン下流側影響の LOCA 後炉心長期冷却」について熱流動解析により検討し、LOCA 後の炉心長期冷却の成立性を確認した。その他、被覆管表面にデブリ付着を仮定した被覆管温度増加、原子炉容器内のほう酸水の混合への影響を介したほう酸濃度上昇についても評価を実施し長期冷却性への影響に問題がないことを確認した。本検討は、国内 PWR 5 電力共同委託の成果の一部である。

* Tetsuya Teramae¹, Ryo Fukuda¹, Tomoaki Ogata¹, Yugen Shiratsuchi¹, Kei Higashi¹, Hideyuki Sakata¹, Tomokazu Aoyagi² and Junji Hamano³ ¹Mitsubishi Heavy Industries, LTD., ²MHI NS Engineering Co., Ltd., ³Kansai Electric Power Co., Inc.