

OECD/PKL 計画における ホウ素濃縮事象試験及び全交流動力電源喪失事象試験の解析

Analyses of Boron Precipitation Test and Station Black Out Test in the OECD/PKL Project

*上原 宏明, 関根 将史, 市川 涼子, 小西 秀雄

原子力規制庁長官官房技術基盤グループ

OECD/PKL 計画にて実施された大破断冷却材喪失事故後のホウ素濃縮事象試験及び全交流動力電源喪失事象試験を対象に RELAP5/MOD3.3 コード (以下「RELAP5」という。) に関する妥当性確認を目的とした解析を実施した。

キーワード : RELAP5、OECD/PKL 計画、大破断冷却材喪失事故、ホウ素濃縮事象、全交流動力電源喪失事象

1. 序論

経済協力開発機構/原子力機関 (以下「OECD/NEA」という。) の国際共同プロジェクトである PKL 計画 (文献[1]) においては、多重故障事故等を対象とした熱流動実験が実施されており、取得される実験データは、解析コードの妥当性を確認するために活用できる。本研究では、安全上の課題であるホウ素濃縮による炉心の冷却性への影響評価に着目した「大破断冷却材喪失事故後のホウ素濃縮試験」(G5.1 試験) 及び福島第一原子力発電所事故に関連した「全交流動力電源喪失事象試験」(H2.1 試験) について RELAP5 による解析を実施した。この2つの試験のうち、本予稿では G5.1 試験について報告する。

2. 試験内容

G5.1 試験は、大破断 LOCA 時後の再循環運転による長期冷却状況において、破断口からの蒸気流出によって炉心部でホウ素が高濃度になる熱流動現象に着目するものである。

3. 解析結果

試験装置全体の熱水力挙動を精度良く予測するため、破断流量の試験データを適切に再現するように、破断口の流出係数に関する感度解析を行い、本試験における破断口の流出係数 (Ransom-Trapp モデルで 0.2) を特定した。また、大破断 LOCA の状況下においては、低温側配管の合流領域のノード分割をループ数と同数の 4 つにすることによって破断ループを含めたループ間の流量配分及びダウンコマ水位を適切に模擬することができることがわかった (図 1)。以上の検討により、1 次系圧力及び 1 次系保有水量の熱水力挙動を RELAP5 解析が適切に模擬できることを確認した。

ホウ素濃縮に関しては、炉心部での蒸気発生により 1 次系のホウ素濃度が上昇していく過程を RELAP5 解析によって正確に再現することができた (図 2)。また、試験開始 27,200 秒後から ECCS 注水量を増加させることや高圧側配管からの注水を開始することにより炉心ホウ素濃度が低下する過程については、全体的な低下傾向をおおむね模擬できた。しかし、低下速度については、試験データと若干相違が見られるため、1 次系内でのホウ素の混合及び移送現象の模擬については、更なる検討が必要である。

また、今後の実機体系の解析を考慮し、压力容器内を多次元的に模擬できる TRACE コードによる予測性能解析を実施する予定である。

参考文献

[1] Umminger, Klaus et al., INTEGRAL EFFECT TESTS IN THE PKL FACILITY. WITH INTERNATIONAL PARTICIPATION, Nuclear Engineering and Technology Vol.41 No.6, 2009.8, 765-774.

*Hiroaki Uehara, Masashi Sekine, Ryoko Ichikawa and Hideo Konishi
Regulatory Standard and Research Department, Secretariat of Nuclear Regulation Authority (S/NRA/R)

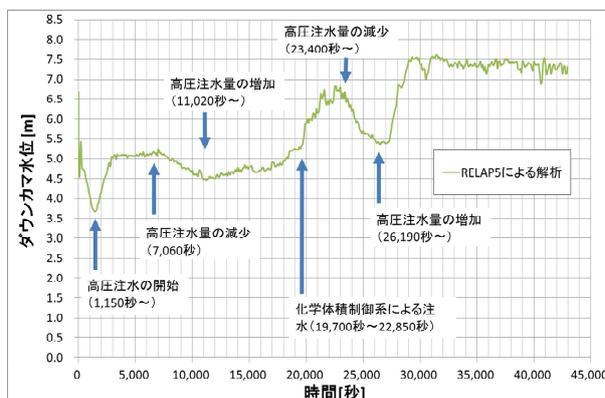


図 1. ホウ素濃縮試験 (G5.1 試験) における
ダウンコマ水位の解析結果

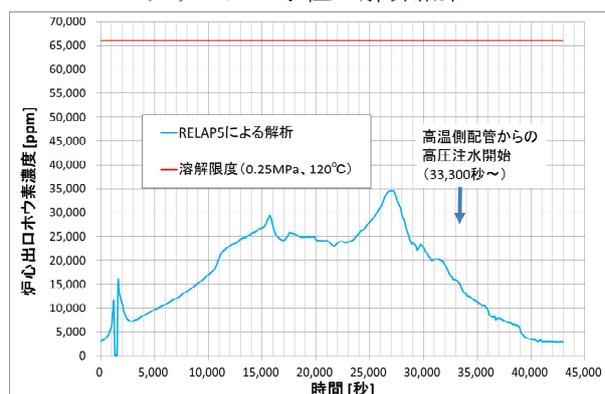


図 2. ホウ素濃縮試験 (G5.1 試験) における
炉心出口ホウ素濃度の解析結果