過酷事故時の水位計の機能維持に関する研究

Study on Maintaining Performance of Water Level Gauge under the Severe Accident

*倉 佑希[1]，奈良林 直[1]，山本 泰功[1]，千葉 豪[1]

[1]北海道大学

抄録：原子炉水位計を模擬した実験装置で高温高圧条件の実験を行い、過酷事故時の水位計測誤差を回復するためのバックフィルと呼ばれる手法の実機適用性について高温モックアップ試験を実施して確認した。

キーワード：燃料域水位計，バックフィル，過酷事故，福島第一原子力発電所事故

1. 緒言

米国 TMI-2 事故に続き、福島第一原子力発電所の事故時に、原子炉水位計の指示値が実際の水位よりも高く表示される現象が発生した[1]。この現象の原因は、格納容器内が高温になり、水位計の基準水頭管(Reference Leg)内の水が蒸発して指示誤差を生じたためと考えられる。欧米では、計装ラックから基準水頭管に補水する対策(Back Fill)が提唱されている。モックアップ試験により、基準水位の低下速度や注水に伴う水位振動・蒸気凝縮に伴うウォータハンマの有無を確認した。

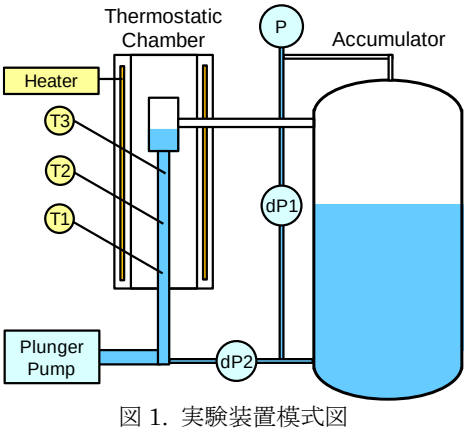


図 1. 実験装置模式図

2. 高温高圧条件での注水実験

バックフィルによる注水の有効性を確認するため、凝縮槽と基準水頭管を圧力容器（アキュムレータ）に接続した試験装置(図 1)を製作し、圧力容器内部を 6MPa に加圧し、凝縮槽・基準水頭管を約 400℃に加熱した恒温槽内に収納して実験を行った。実験では、恒温槽内部の各点の温度と、圧力容器と基準水頭管との差圧を測定した。水位が減少した後にプランジャーポンプから基準水頭管に注水を行い、基準水位が元の位置に復帰するかを確認した。

基準水位配管の温度測定結果を図 2、差圧測定結果を図 3 に示す。恒温槽内を加熱すると、飽和温度に達した段階で差圧が減少した。この現象は、実機において見かけ上、水位が上昇した現象に相当している。水位低下を確認後に基準水頭管に注水を行うと、凝縮振動などを発生せずに差圧が元の値まで安定して復帰した。これらのデータを分析することにより、基準水頭管の入熱量や、連続注水の必要最小流量が算出できる。

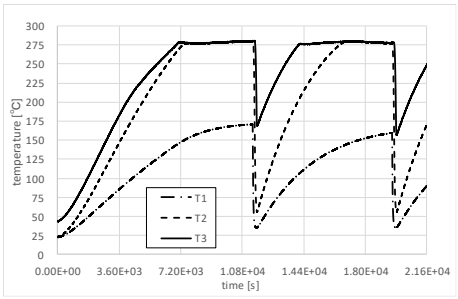


図 2. 配管温度の時間変化

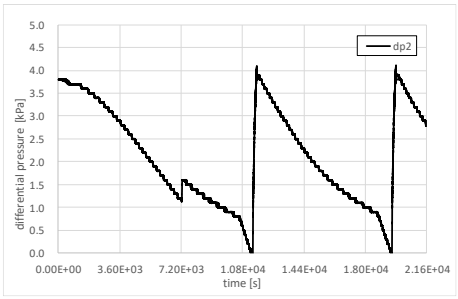


図 3. 差圧の時間変化

3. 結論

格納容器内の温度上昇による燃料域水位計の機能喪失に対して、バックフィルによる注水により機能を復旧できることを模擬実験で確認することができた。今後、詳細評価を行う。

参考文献

[1] 東京電力 “福島第一原子力発電所 1～3 号機の炉心・格納容器の状態の推定と未解明問題に関する検討第 1 回進捗報告” 平成 25 年 12 月 13 日.

*Yuki Kura[1], Tadashi Narabayashi[1], Yasunori Yamamoto[1] and Go Chiba[1] [1]Hokkaido Univ.