

福島第一原子力発電所 3号機の高圧注水系動作期間における 原子炉圧力低下等のプラント挙動の要因について

平成 23 年 7 月 28 日
東京電力株式会社

平成 23 年 5 月 23 日に経済産業省原子力安全・保安院へ報告した「東北地方太平洋沖地震発生当時の福島第一原子力発電所運転記録及び事故記録の分析と影響評価について」の別紙-1「福島第一原子力発電所 1～3号機の炉心の状態について」において、3号機の炉心の状態の評価の記載の一部に、“HPCI が動作している部分において圧力の低下傾向が見られている。例えば HPCI の蒸気配管を通じて格納容器外へ蒸気がリークすると仮定して解析を行うと、原子炉圧力及び格納容器圧力の挙動と概ね一致する解析結果となる”旨、計測された挙動に合う条件の一例を記載している。

その後、調査及び評価を進めたところ、今回の圧力挙動は、HPCI の運転により原子炉圧力は低下するが、一方で、ミニマムフローラインを通じて復水貯蔵槽を水源とする水がサブプレッション・プールへ流れ込むことで格納容器圧力上昇を抑制していたものと推定された。

なお、高圧注水系の作動期間において原子炉水位は維持されていることから、3号機の炉心の状態の解析結果には特段の影響はない。

1. 現場の状況及び操作について

その後の状況確認において以下の事項が確認された。

現場の状況について

- ・ HPCI の蒸気配管を通じて格納容器外へ大量に蒸気がリークしていた場合は、HPCI 室含め原子炉建屋内は高温又は高い蒸気雰囲気となり建屋に人が立ち入ることは不可能であると考えられるが、3月13日に HPCI が停止した後、RCIC の再起動を試みるため HPCI 室を経由して RCIC 室に入った運転員がいた。

高圧注水系の操作について

- ・ HPCI が起動した後、原子炉水位高による HPCI の起動と停止の繰り返しを回避するため、原子炉水位を確認しながら HPCI の流量調整を実施していた。
- ・ また、この時 HPCI は復水貯蔵槽を水源として原子炉への注水を行っていた。

：操作手順において、原子炉水位低 (L-2)/原子炉水位高 (L-8) による起動、停止の繰り返しによって HPCI の運転継続を損なわせてはならない旨が定められている。

2. 設備の設計という観点での HPCI 配管破断の可能性について

解析においては、計測された原子炉圧力及び格納容器圧力の挙動に合う条件の一例として、HPCI の蒸気配管を通じて格納容器外へ蒸気がリークするとした場合について記載しているが、以下の通り、設備の設計という観点で HPCI 配管が破断し大量の蒸気が漏えいしていたということは考えられない。

- ・HPCI 動作期間においては原子炉水位が維持されていたことから、原子炉から発生する蒸気は HPCI に供給され、原子炉への注水が行われていた。
- ・仮に HPCI の蒸気配管が破断し、格納容器外に蒸気が流出した場合、HPCI 蒸気管破断（蒸気流量大）により隔離信号が発せられること、また、HPCI 蒸気配管周りには、HPCI タービン/ポンプ室、蒸気供給ラインペネ室等に温度検出器が設置されており、雰囲気温度高により隔離信号が発せられることから、HPCI は動作しない、もしくは停止すると考えられ、原子炉水位が維持できていたことと整合しない。

3. 原子炉圧力低下等のプラント挙動の要因について

- ・通常は HPCI による注水が始まると、原子炉圧力は HPCI の注入に伴い減少するが、HPCI の注入に使用された蒸気はサプレッション・プール(S/P)で凝縮されるため S/P の水温は上昇し、格納容器圧力は上昇することとなる。
- ・今回の挙動は、HPCI の継続的な運転により原子炉圧力は低下するものの、原子炉水位高(L-8)による HPCI の不必要な停止を避けるため HPCI 注水量を調整し、その際にミニマムフローライン(ポンプ流量が約 180t/h より少ない場合に開く)が開くことで、当該ラインを通じて復水貯蔵槽を水源とする冷たい水がサプレッション・プール(S/P)へ流れ込むことで S/P 水温の上昇を抑制し、格納容器圧力上昇が抑制されていたものと推定される(下図参照)。

以上

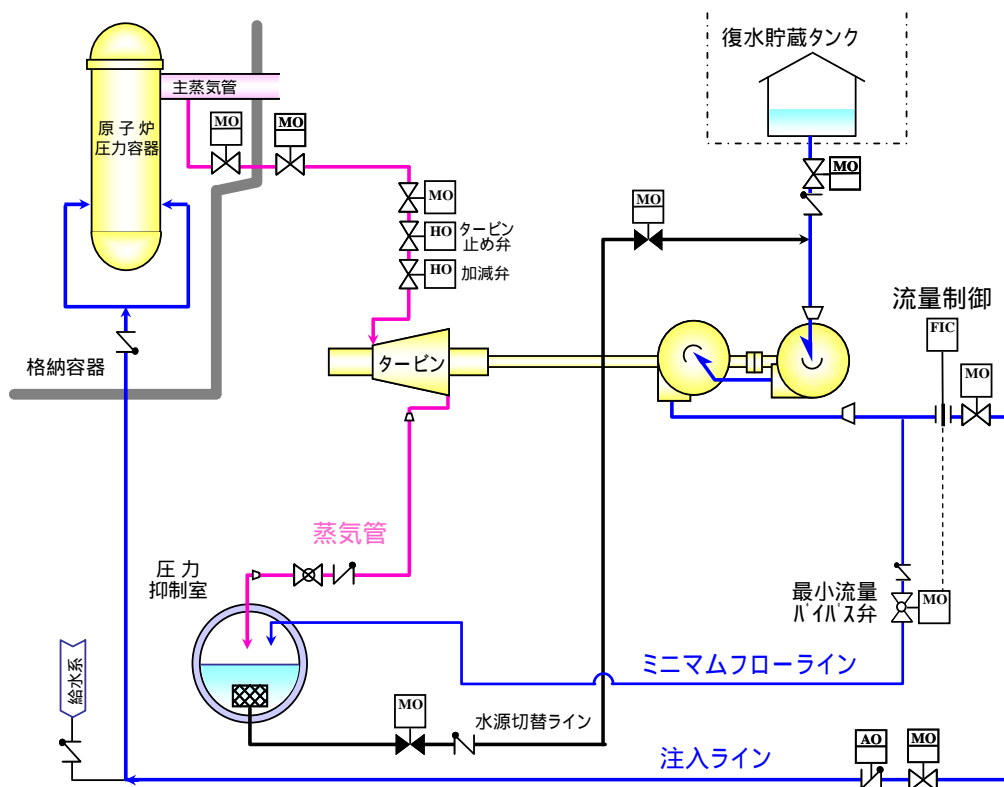


図 HPCI 系統概略図 (流量調整運転時)

MAAP 解析による試解析

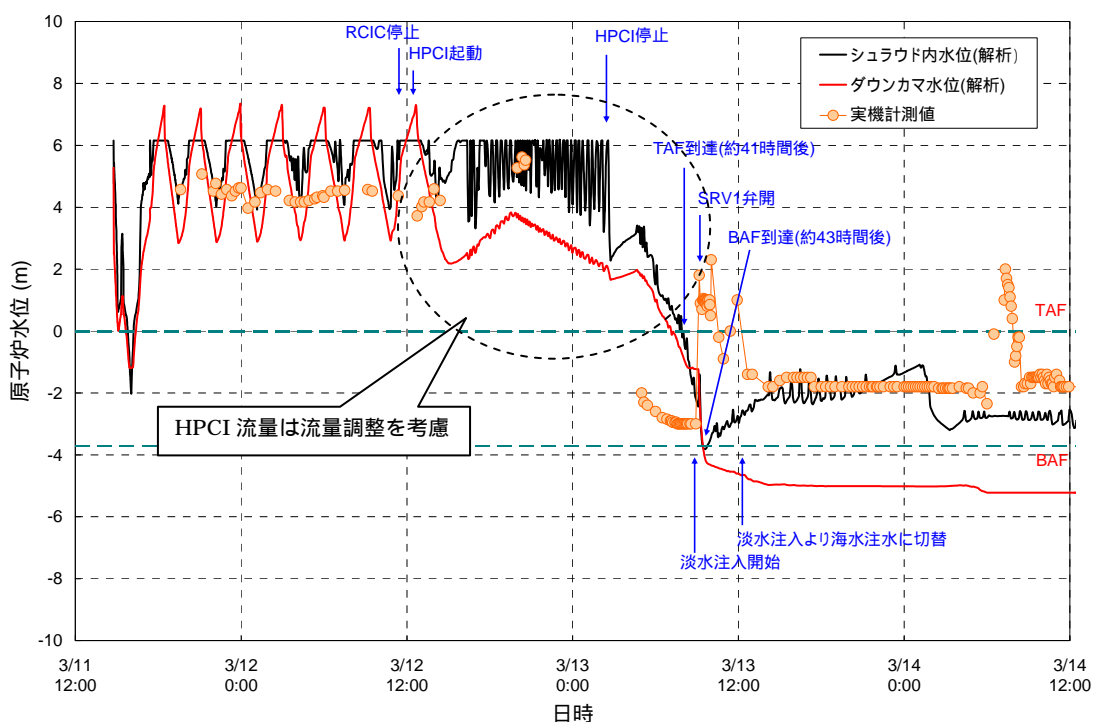


図 1 3号機 原子炉水位変化 (HPCI 流量調整考慮)

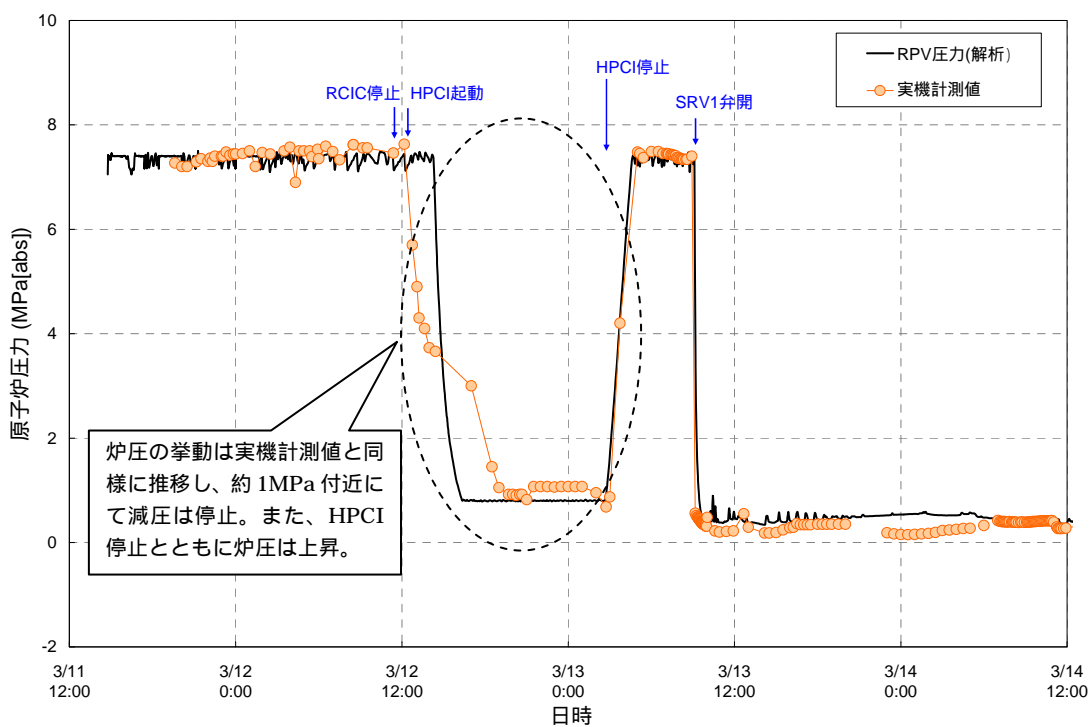


図 2 3号機 原子炉圧力変化 (HPCI 流量調整考慮)

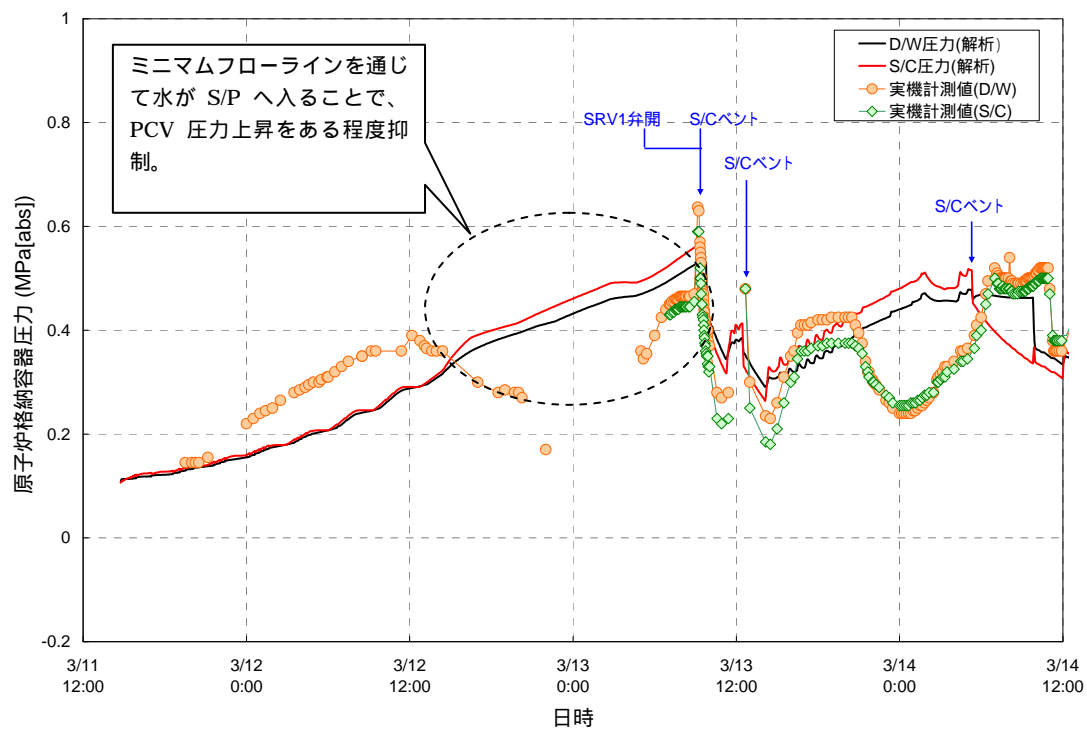


図3 3号機 原子炉格納容器圧力変化 (HPCI 流量調整考慮)