

2号機の格納容器圧力変化について

(1) はじめに

平成23年5月23日に原子力安全・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」において、2号機の格納容器圧力変化の実測値と解析値が整合していない。以下にその理由にかかる推定を述べるとともに、今回の解析で想定した事象について述べる。平成23年5月に実施した解析における格納容器圧力変化を図1、図2に示す。なお、図中の赤枠は解析値と実測値が整合していない部分を示している。

(2) 平成23年5月の解析について

格納容器からの除熱が十分でない場合、ドライウェル（D/W）圧力および圧力抑制室（S/C）圧力は、炉心で発生した蒸気が原子炉隔離時冷却系（RCIC）や主蒸気逃がし弁（SRV）を経由してS/Cに排気されることに伴い上昇する。2号機のD/W圧力、S/C圧力の実測値は平成23年3月12日0時頃～14日12時頃において、推測される挙動よりも緩慢な上昇を見せている。

平成23年5月の解析（図1、図2）では、限られた情報しか得られていない中で、この緩慢な格納容器の圧力上昇を模擬するため、現実的には考えにくいD/Wの漏えいを仮定した。漏えいのタイミングは、解析値において格納容器が設計温度（138℃）を超過した時点とした。

しかしながら、過去の研究※で得られた知見によれば、過温による格納容器からの漏えいはガスケット等から発生する可能性が高く、その際の温度は300℃程度との知見が得られており、設計温度（138℃）に到達した段階において、格納容器からの漏えいの発生は考えにくい。また、格納容器からの漏えいを仮定しているため、3月14日22時40分頃からの急激な格納容器圧力の上昇及び高い圧力状態が維持されていることを解析で再現できていない。

以上のことから、格納容器圧力の上昇を抑制していた漏えい以外のシナリオがあると考えられる。以下に、そのシナリオについて検討した。

※ K. Hirao, T. Zama, M. Goto et al., "High-temperature leak characteristics of PCV hatch flange gasket," Nucl. Eng. Des.,145, 375-386 (1993).

(3) 漏えい以外の可能性について

平成23年5月の解析では、漏えいの仮定を採用して解析を実施したが、RCIC

の排気蒸気等で S/C に熱が移行する中、D/W 圧力、S/C 圧力上昇が抑制される状態を再現するためには、格納容器からの除熱メカニズムを考慮する必要がある。具体的には、外部水源からのスプレー等により格納容器内を冷却するか、格納容器の壁面での表面熱伝達により外部へ十分な熱の流出が起こる状態が考えうる。3月12日0時頃～14日12時頃の期間において、格納容器を冷却する運転操作は実施していないため、格納容器の壁面での表面熱伝達の可能性がある。

S/C はドーナツ型をしており、非常に大きな表面積があるが、空気による熱伝達は限定的であるため、十分な熱伝達は起こらないと考えられる。一方、当時、津波による影響で建屋地下階が浸水していたとすると、シナリオの1つとして、S/C が収まっているトラス室が浸水し、S/C に移行した熱が、S/C の壁を介してトラス室に浸水した水に与えられるという熱伝達経路が考えられる。水による表面熱伝達は効率が良いため、格納容器圧力の上昇を抑制するのに十分な除熱ができていた可能性がある。

そこで、徐々にトラス室が海水（約 10℃）の侵入により水没し、最終的に S/C が半分程度水没していたものと仮定して MAAP 解析を実施したところ、3月12日0時頃～14日12時頃の緩慢な圧力上昇をおおむね再現できる結果が得られた。また、3月14日22時40分頃から急激に圧力が上昇し、上昇した格納容器圧力が維持されている挙動については、格納容器の漏えいを仮定しなかったことで、実測値の格納容器圧力の挙動をおおむね再現できる結果が得られた（図3）。

(3) トラス室が浸水する可能性について

トラス室が実際に浸水していたか否かに関する証言は現在得られていない。ただし、事故後早い段階で RCIC 室、タービン建屋地下階等が浸水していたことは確認されていること、水が各建屋間のケーブル貫通部等を通じて移動していることは、現在の滞流水の各建屋における水位等から判断できること等を考えると、原子炉建屋の最下層にあるトラス室が津波の影響により浸水していた可能性はあると考えられる。

なお、2号機とほぼ同じ構造である4号機のトラス室は S/C 高さの半分程度水没していることがわかっており（図4）、4号機は定期検査中で2号機は運転中であったという状況の違いはあるものの、トラス室の浸水が4号機と同様に2号機でも同様に起こっていた可能性はあると考えられる。

(4) まとめ

平成23年5月の解析における格納容器が設計温度に達した段階で仮定した漏

えいは、設計の観点から現実には発生していないと考えられる。

今回実施した格納容器の除熱はトーラス室に滞留した水によるものと仮定した解析では、3月12日0時頃～14日12時頃の緩慢な格納容器圧力の上昇と3月14日22時40分頃からの急激な圧力上昇をよりの確に再現できることから、このようなメカニズムにより D/W 圧力の上昇が抑制されたものと考えられる。

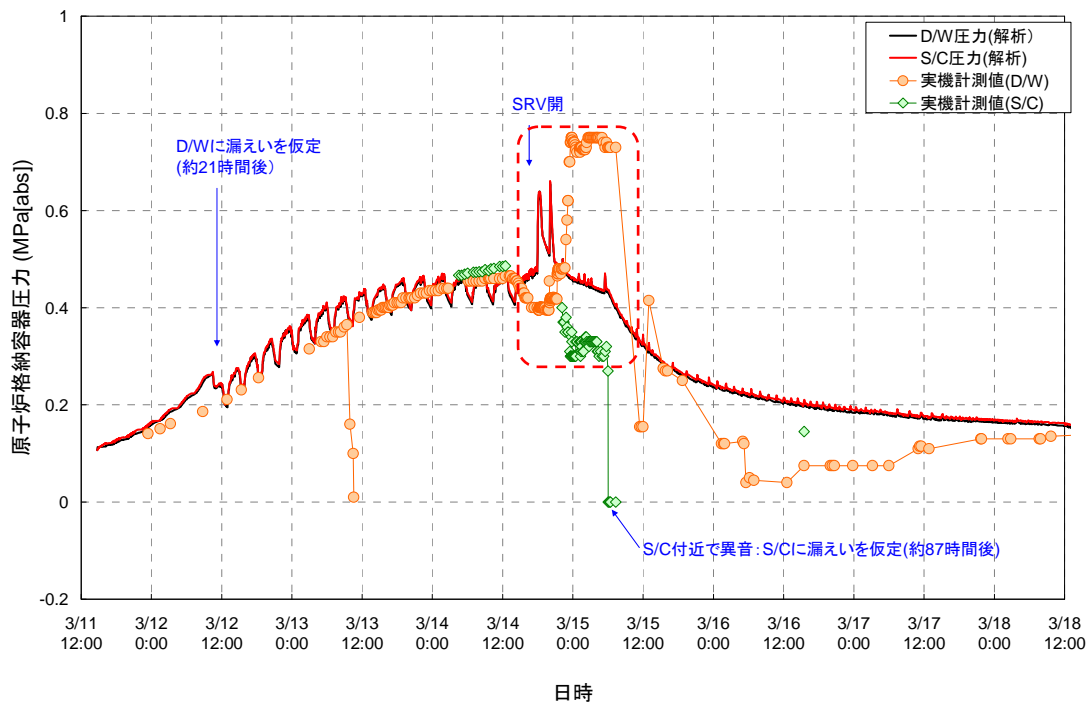


図1 2号機 格納容器圧力の挙動 (平成23年5月解析 図3.2.1.3)

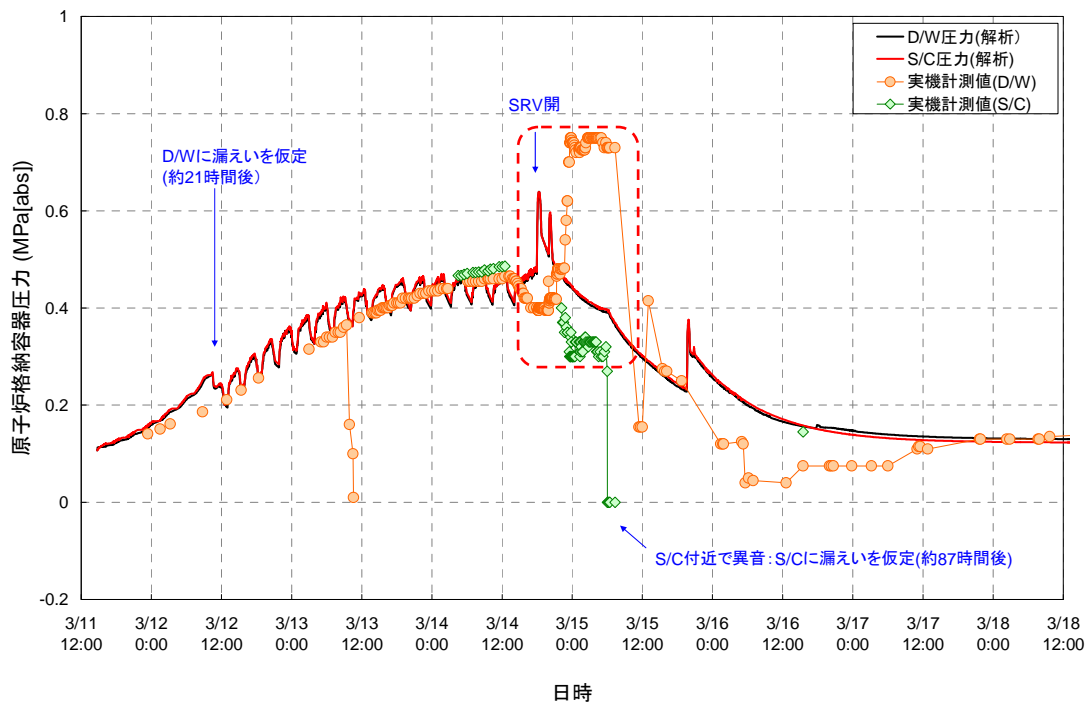


図2 2号機 格納容器圧力の挙動 (平成23年5月解析 図3.2.2.3)

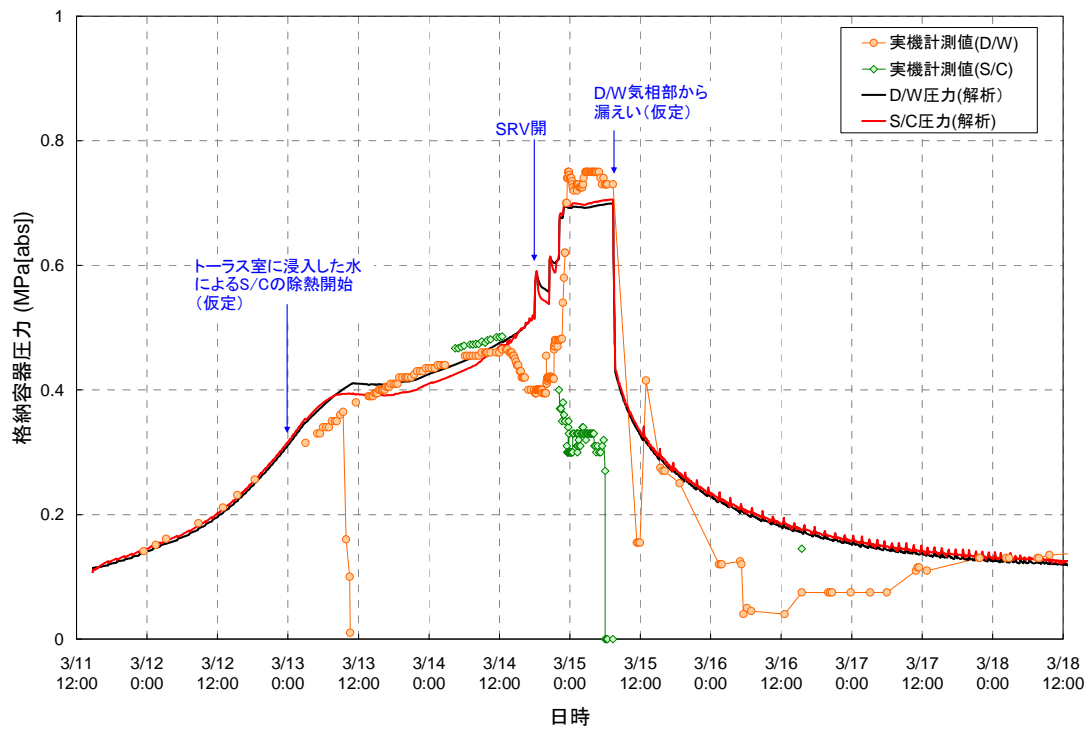


図3 2号機 格納容器圧力変化 (今回解析結果)

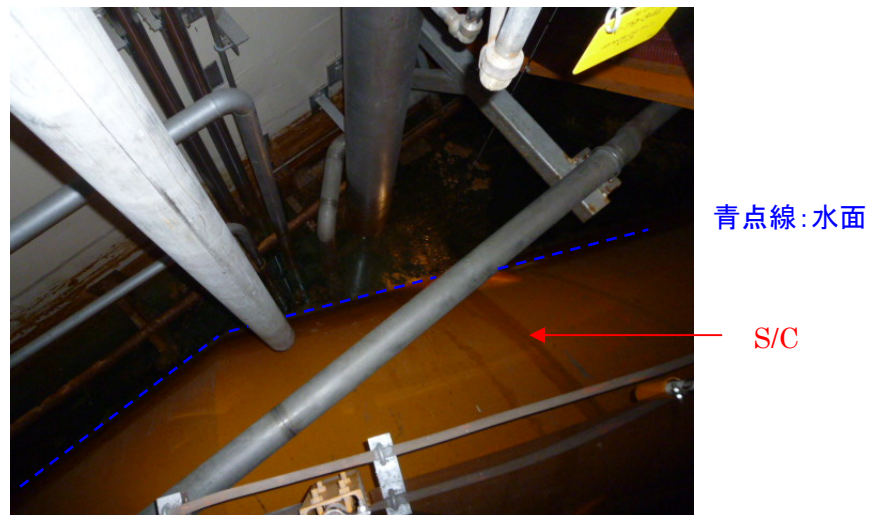


図4 4号機トラス室キャットウォークから真下を撮影