

3.1.2 1号機の事業者解析の結果

(1) 原子炉水位及び原子炉圧力

図 3-1 に注水量を示す。青の実線は消火系からの注水量を、赤の実線は累積の注す量を示す。約 15 時間から外部注水により RPV に注水されるが、後述するようにこの時点では RPV 圧力が高く、実際に炉内に注水されたとは考えにくい。

原子炉水位及び原子炉圧力を図 3-2 に示す。図中の丸印及び三角印は2系統の実測値^(※-13)を示し、赤色は RPV の圧力を青色は RPV の水位をそれぞれ示す。圧力の実測値は絶対圧とゲージ圧が混在しているが、本報告書では全て絶対圧に換算している。1号機では IC が地震発生後起動されるが、運転員の手動操作により短時間しか作動しないため、十分に除熱されない。また、HPCI も起動されないため原子炉水位は低下している。

地震発生後約 2 時間で炉心の露出が始まり、約 3 時間で炉心の損傷が開始する。溶融した燃料が下部プレナムに移行し、地震後約 5 時間で RPV 破損に至り、炉圧は急激に低下し D/W 圧力と均圧になる。PCV リーク(仮定)が発生するため、D/W 圧力が低下し、それに伴い RPV の圧力も低下する。12 日 5:46 から原子炉に消火系から淡水が注水されるが、この時点での RPV 圧力は 0.8 MPa 程度と高い値を示しており、実際は設定された水量が RPV 内に導入されていないと考えられ、冷却効果を過大評価していると考えられる。W/W ベントを行うことで D/W 圧力が低下し、RPV 圧力も伴って低下する。ベントラインが閉じた後、海水注入により蒸気が発生し、圧力が上昇する。PCV リーク口が拡大(仮定)するため、RPV 圧力は低下する。その後、RPV 圧力は注水量の増減に応じて増減している。

(2) ドライウェル圧力・温度

D/W の圧力を図 3-3 に示す。地震後約 5 時間で RPV 破損するため圧力が急激に上昇し、RPV の圧力と D/W の圧力は均一になる。図 3-4 に示す D/W 分圧のように、水蒸気の凝縮により一旦圧力が低下するが、約 8 時間からペDESTAL での蒸気発生により圧力が上昇している。約 12 時間でペDESTAL 部がドライアウトし、蒸気発生が止まるため圧力が若干低下している。約 15 時間(②)から開始される外部注水により蒸気が発生するため、圧力は更に上昇する。ただし、この時点では解析値、実測値共に約 0.8 MPa と高い値を示しており、前述のとおり、注水に使用されたポンプの性能を考慮すると、実際には炉内に所定の流量で注水されていたとは考えにくい。約 18 時間で格納容器気相部に漏えいが生じるため(仮定)、圧力はほぼ一定になる。

溶融炉心がペDESTAL に広がり、溶融炉心-コンクリート相互作用(以下、「MCCI」という。)により約 23 時間でペDESTAL 壁を貫通する。D/W フロアで MCCI 反応が開始されるため、圧力が上昇するが、約 24 時間(③)でのベント操作により D/W 圧力は大気圧程度に減圧される。約 30 時間(④)から再び外部注水が始まることで蒸気が発生し、圧力が上昇する。約 50 時間(⑤)で、格納容器の漏えい部拡大を仮定しているため圧力が低下する。以降、外部注水の流量変化により、発生蒸気量も増減し、圧力も追従する。注水流量が約 57 時間で減少するのに対して、D/W 圧力がやや遅れて約 62 時間から減少するのは、ペDESTAL に水

が残存しており、ドライアウトするまでの時間差による。

現状では、MCCIにより上記のようなペDESTAL壁の損傷を示すデータは観測されていない。MELCORのモデルでは熔融炉心が冷却されにくく、MCCIを過大評価している可能性があり、MCCI反応については今後詳細な検証が必要である。

RPVの早期破損によりD/W圧力は上昇し、上記のRPV圧力の挙動とD/W圧力の挙動は同一になる。また、図3-5にPCVの圧力及び温度を示す。RPV破損により熔融燃料がペDESTALへ移行するため、D/W温度は高温で推移し、6時間以降は400Kを超えている。熔融炉心がペDESTALに広がり、約23時間でペDESTAL壁を貫通するため、D/Wの温度は急激に上昇する。RPV破損により、D/Wの温度が急激に上昇し、かつRPV圧力が急激に低下するため水位計のリファレンス水が減少した可能性がある。従って、RPV破損後の水位計の実測値は、実際の水位よりも高い値を示したと推定される。

(3) 炉内の熔融進展

図3-6に炉心最高温度の推移を示す。原子炉水位の低下により、事故後約2時間で炉心が露出するため炉心温度は上昇する。また、図3-10に示すようにZr-水反応により水素が発生するため反応熱により事故初期に急激に温度が上昇する。約32時間で大部分の燃料は熔融し、炉心部から下部プレナム又はペDESTALへ移行している。

図3-7に炉心の質量の時間変化を示す。約6時間で炉心の半分の燃料が熔融し、その後下部プレナムへ移行している。約30時間以降は炉心部分に約2割の燃料が残存する。図3-8に炉心部分の温度分布を示す。赤色は高温部分を、青色は温度が低いことを示す。図3-9に炉心部分の質量分布を示す。凡例は各炉心セルの質量(kg)の対す内を示している。約5時間で燃料中心頂部で熔融が始まり、6時間では中心部が、40時間では炉心の多くが下部プレナムへ移行する。表3-4に示すように、炉心露出開始時間は事業者の解析結果よりも約1時間早く、その後の事象進展も本解析の方が早い。

(4) 水素発生量

水素の発生量を図3-10に示す。約1000kgの水素が発生し、PCVのリーク(仮定)により漏えいが始まり、W/Wベント操作によって全量がPCV外部へ放出される。事業者の解析結果では800kg弱の水素が発生しており、大きな相違はない。図3-11にRPV、D/W、原子炉建屋(1F~3F)の水素濃度を示す。炉心で発生した水素がPCVの漏えい口より原子炉建屋へ漏えいするため、原子炉建屋の2F部分の水素濃度は、約21時間で水素爆轟の目安となる15%^(参-14)に達し、最終的には約30時間で約30%の高い値を示した。

(5) FP挙動

図3-12にFPの環境への放出率を示す。約4時間で燃料が損傷するため希ガス等が燃料から放出され、格納容器の設計漏えい率により環境への放出が開始される。約18時間でPCVリークが仮定されているため、環境への漏えい量が増加するが、希ガスはほぼ全量がW/W

ベント操作時に環境へ放出される。CsI 及び Cs も希ガスと類似の挙動を示すが、S/P でスクラビングされるため、CsI の放出率は 1%未満、Cs の放出率は 0.1%未満であり、事業者の解析結果と比較するとやや低い値である。Te 類は約 2%が環境へ放出され、希ガスの次に放出量が多くなっているが、これは MCCI 反応が寄与している。

現状では環境中に Te 類が多量に放出された分析結果は得られておらず、MCCI 反応を過大評価していると考えられる。図 3-13 及び図 3-14 に CsI 及び Cs の分布率をそれぞれ示す。CsI は大部分が W/W へ溶解又は D/W へ沈着している。Cs は多くが RPV 内に存在し、一部が W/W へ溶解又は D/W へ沈着している。各元素群の環境への放出率を表 3-5 にまとめた。

表 3-4 事業者解析ケースでの解析結果取り纏め(1号機)

| 項目 | 解析結果 | | 事業者が実施した 解析結果 |
|-----------------|-------------|-----------|------------------|
| 炉心露出開始時間 | 3月11日16:40頃 | 地震発生後約2時間 | 地震発生後約3時間 |
| 炉心損傷開始時間 | 3月11日18:00頃 | 地震発生後約3時間 | 地震発生後約4時間 |
| 原子炉圧力容器破 損時間 | 3月11日20:00頃 | 地震発生後約5時間 | 地震発生後約15時間 |

表 3-5 事業者解析ケースでの環境への放出割合(1号機)

| 元素群 | 初期インベントリに対する環境への放出割合 |
|-----|----------------------|
| 希ガス | 9.9×10^{-1} |
| CsI | 1.9×10^{-3} |
| Cs | 9.1×10^{-4} |
| Te | 2.4×10^{-2} |
| Ba | 1.2×10^{-4} |
| Ru | 6.4×10^{-9} |
| Ce | 1.1×10^{-6} |
| La | 1.1×10^{-6} |

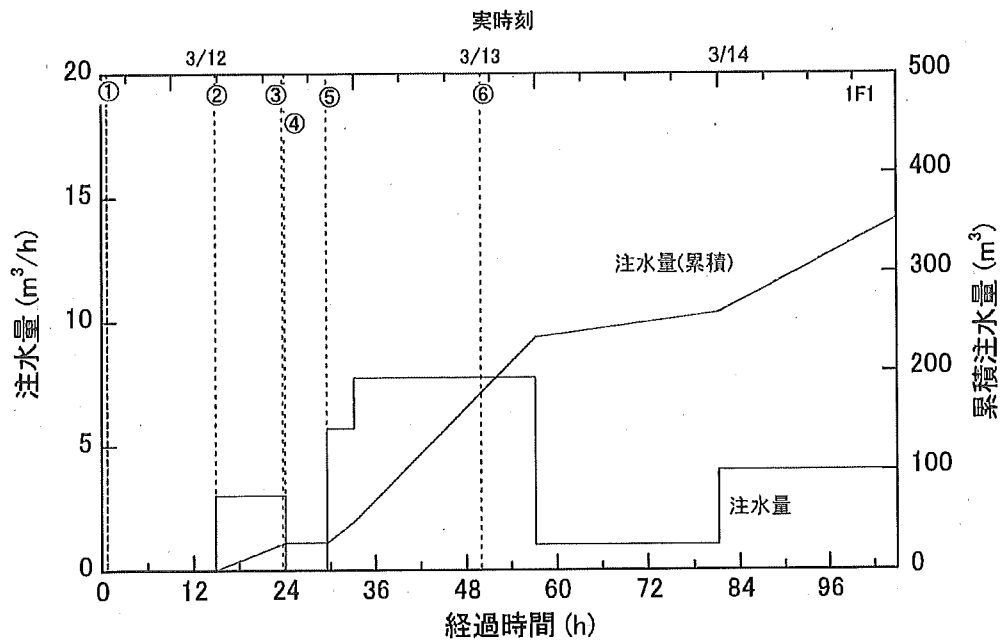


図 3-1 事業者解析ケースでの注水量(1号機)

①IC 停止、②淡水注水、③W/W ベント開、④W/W ベント閉、⑤海水注水、⑥PCV リークの拡大(仮定)

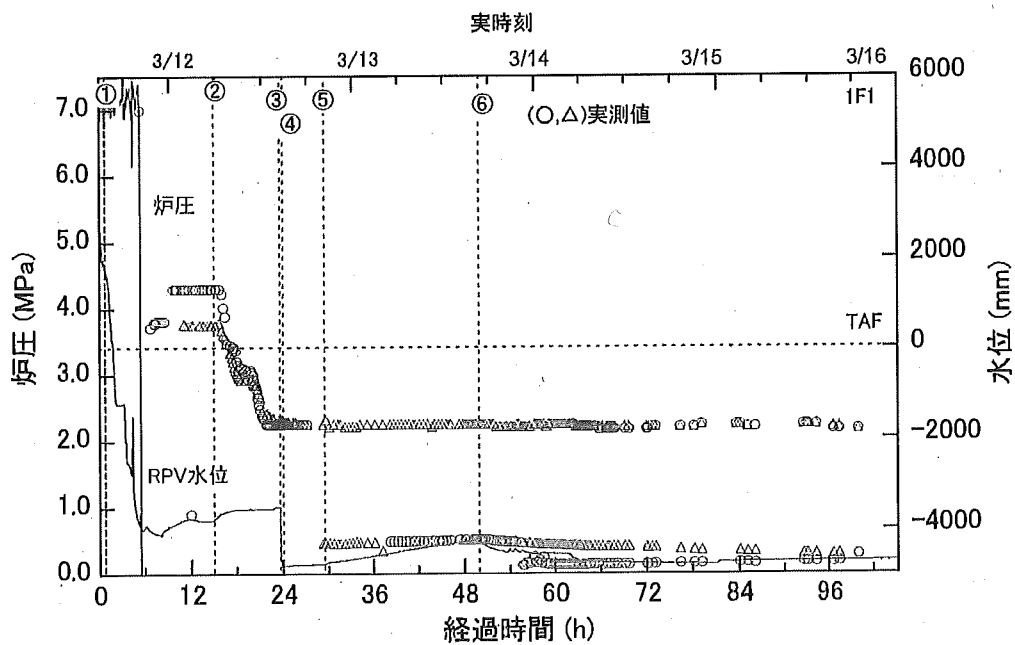


図 3-2 事業者解析ケースでの炉圧及び水位(1号機)

①IC 停止、②淡水注水、③W/W ベント開、④W/W ベント閉、⑤海水注水、⑥PCV リークの拡大(仮定)

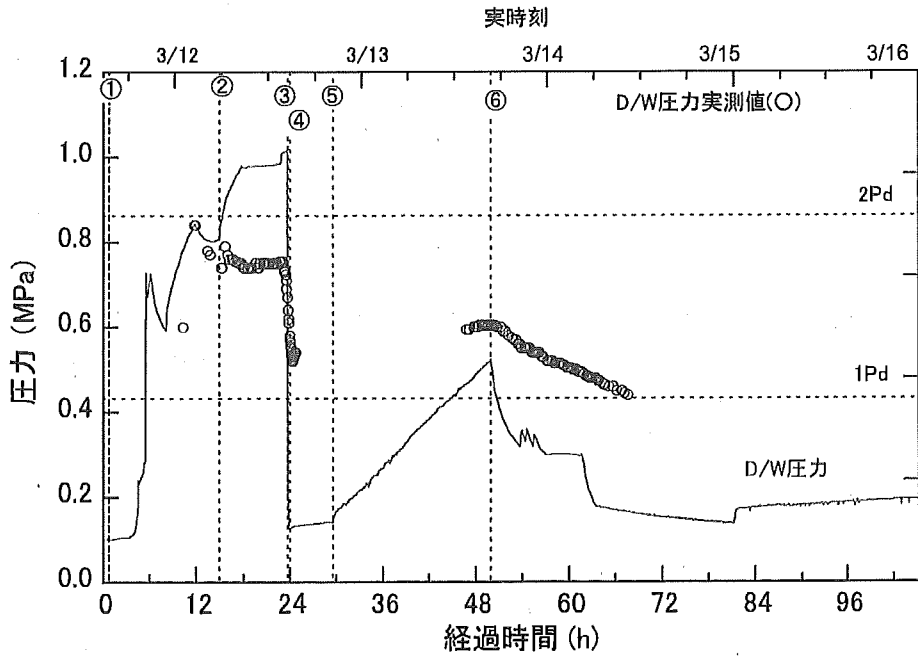


図 3-3 事業者解析ケースでの D/W 圧力(1号機)

①IC 停止、②淡水注水、③W/W ベント開、④W/W ベント閉、⑤海水注水、⑥PCV リークの拡大(仮定)

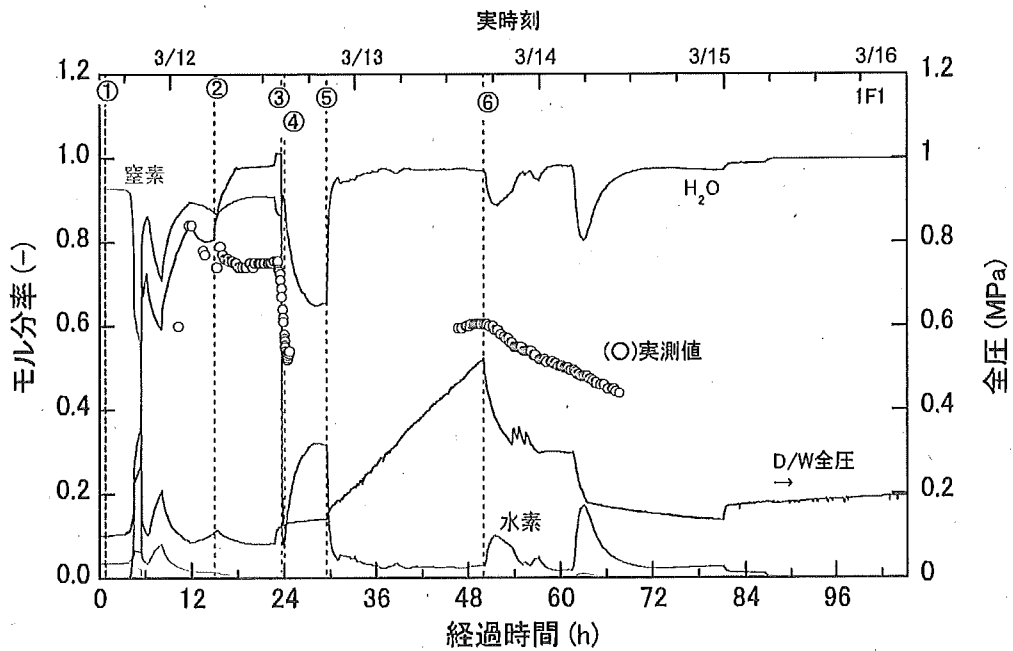


図 3-4 事業者解析ケースでの D/W 分圧(1号機)

①IC 停止、②淡水注水、③W/W ベント開、④W/W ベント閉、⑤海水注水、⑥PCV リークの拡大(仮定)

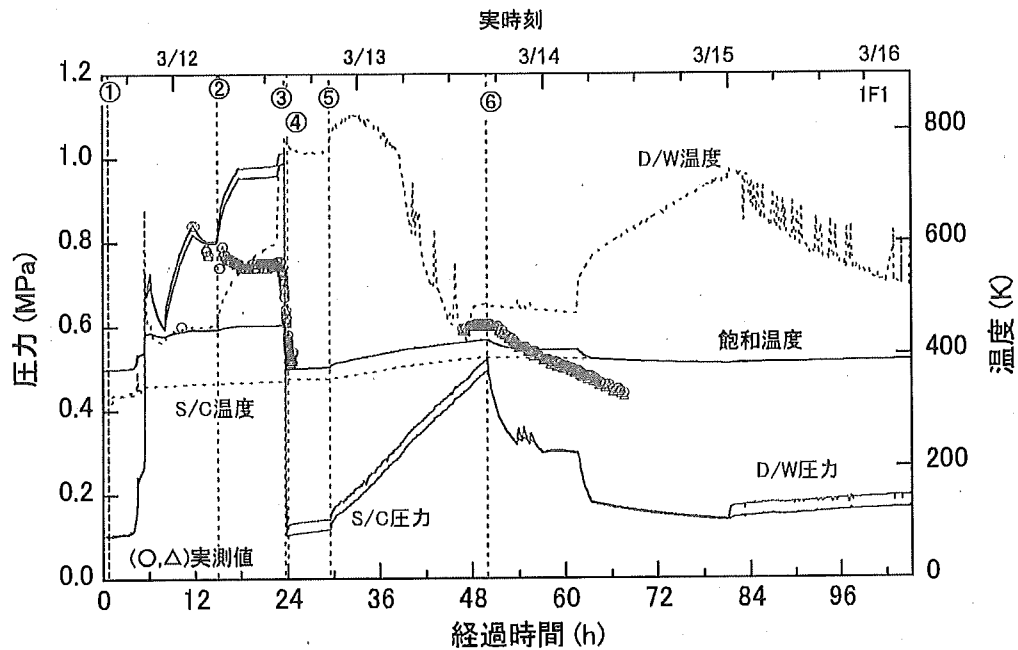


図 3-5 事業者解析ケースでの PCV 圧力及び温度(1号機)

①IC 停止、②淡水注水、③W/W ベント開、④W/W ベント閉、⑤海水注水、⑥PCV リークの拡大(仮定)

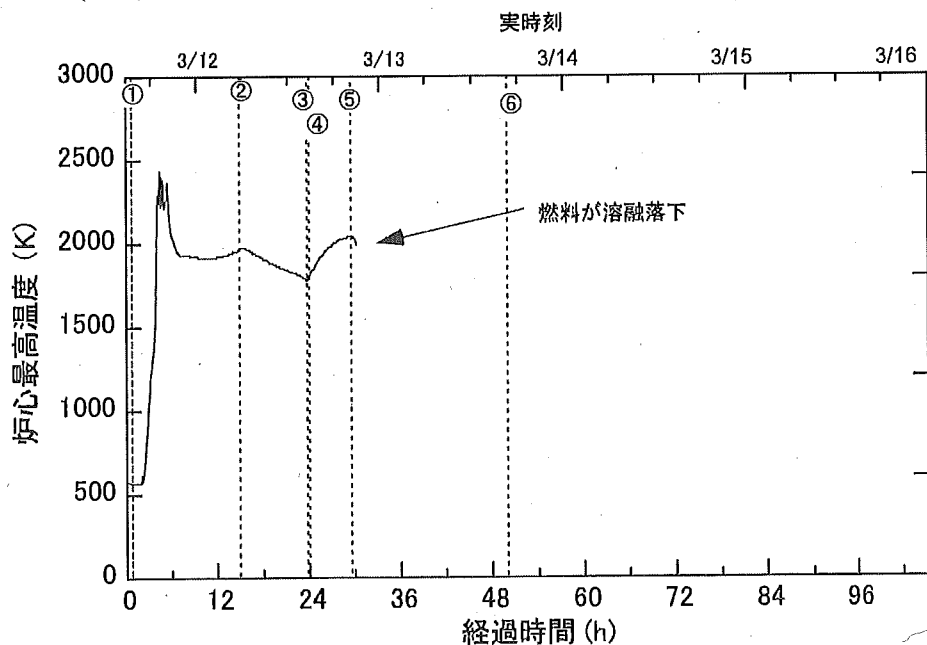


図 3-6 事業者解析ケースでの炉心最高温度(1号機)

①IC 停止、②淡水注水、③W/W ベント開、④W/W ベント閉、⑤海水注水、⑥PCV リークの拡大(仮定)

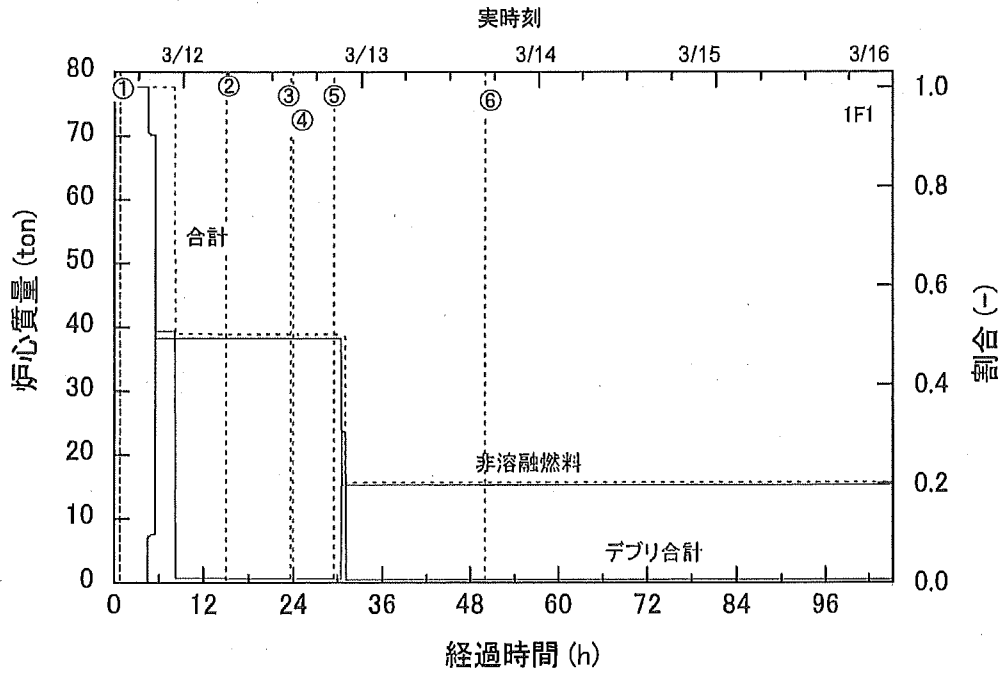


図 3-7 事業者解析ケースでの炉心質量(1号機)

①IC 停止、②淡水注水、③W/W ベント開、④W/W ベント閉、⑤海水注水、⑥PCV リークの拡大(仮定)

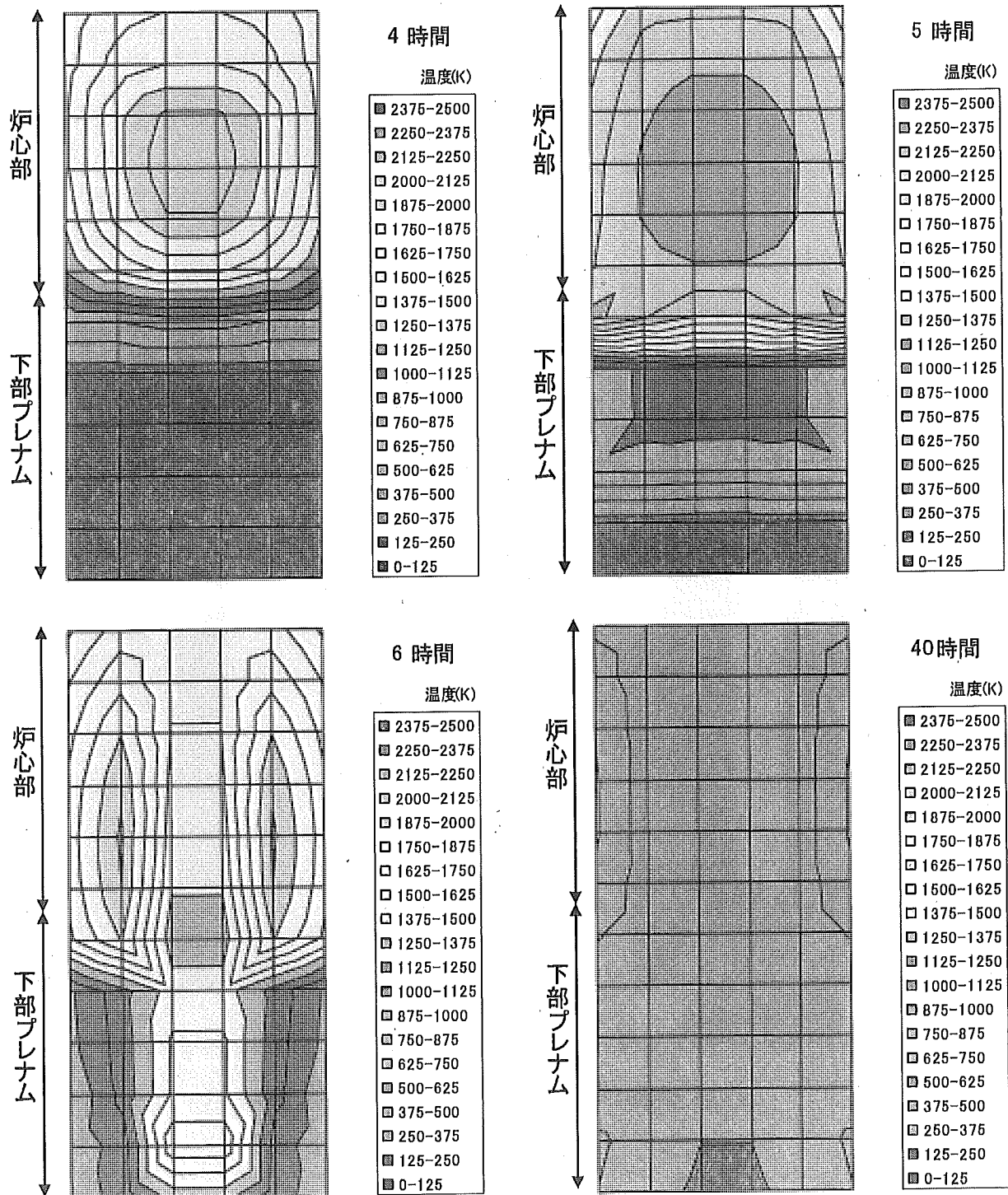


図 3-8 事業者解析ケースでの炉心の温度分布(1号機)

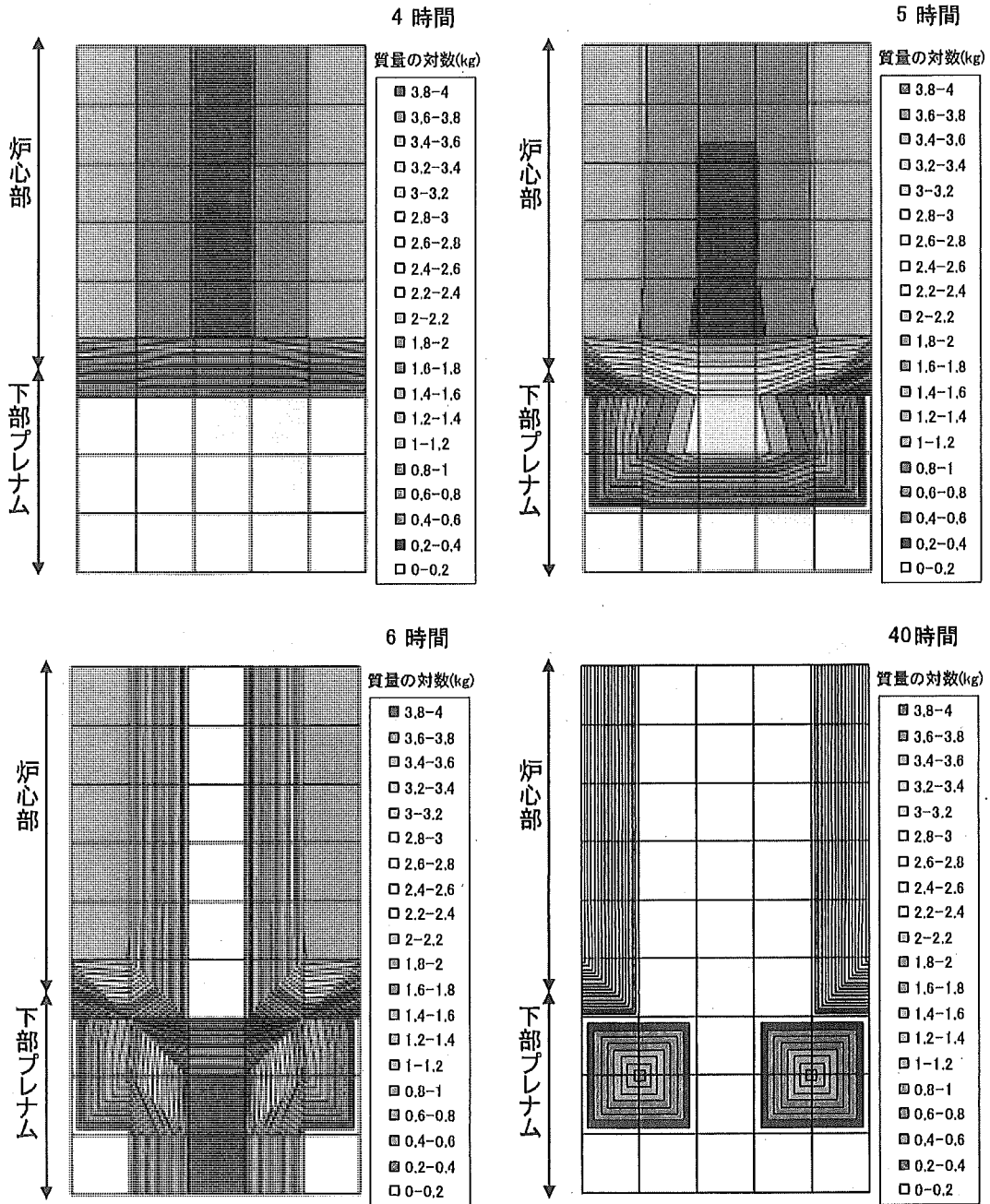


図 3-9 事業者解析ケースでの炉心の燃料分布(1号機)

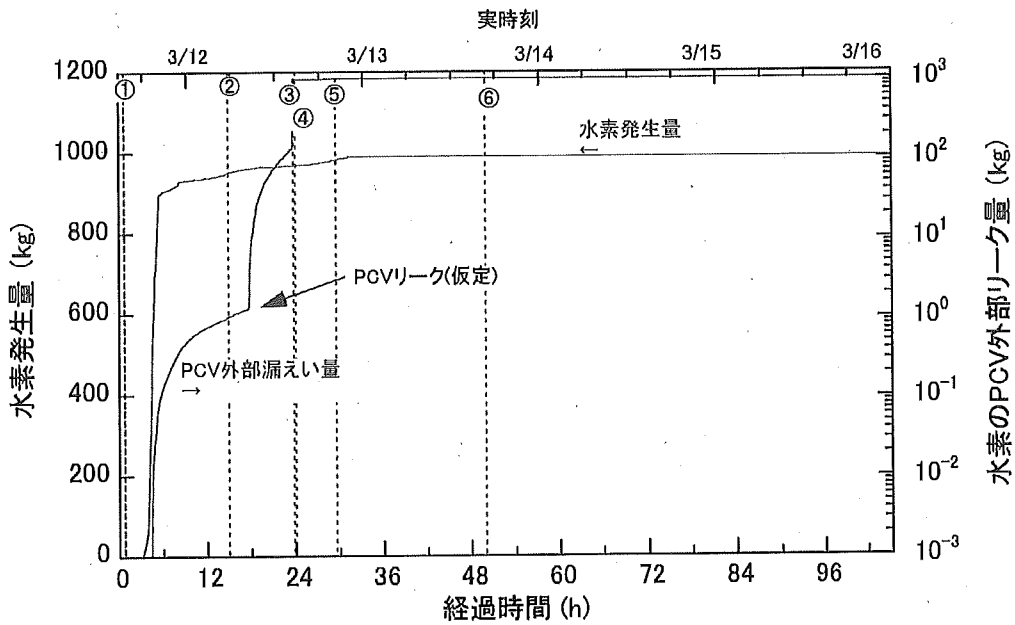


図 3-10 事業者解析ケースでの水素発生量(1号機)

①IC 停止、②淡水注水、③W/W ベント開、④W/W ベント閉、⑤海水注水、⑥PCV リークの拡大(仮定)

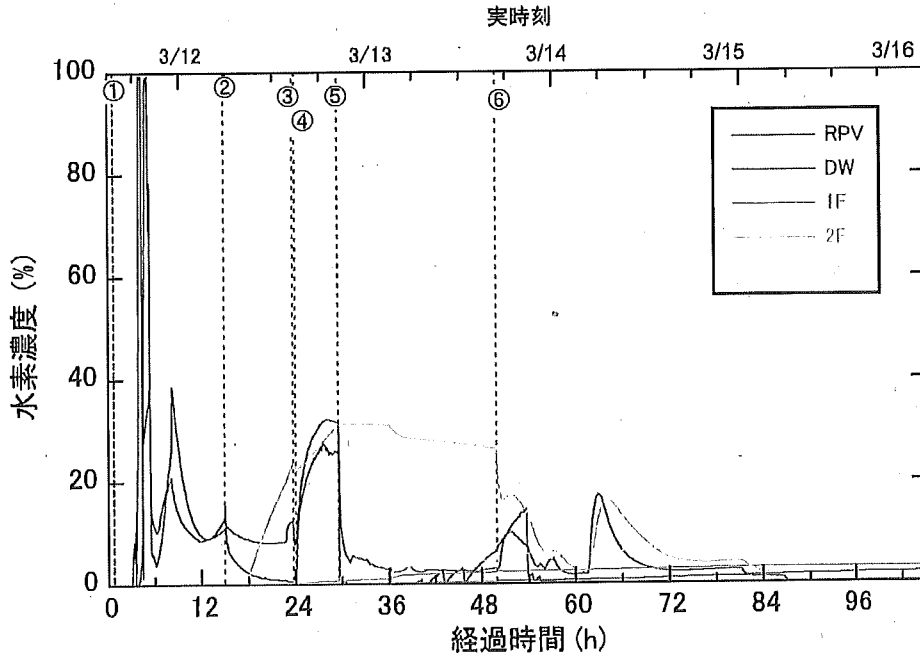


図 3-11 事業者解析ケースでの水素濃度(1号機)

①IC 停止、②淡水注水、③W/W ベント開、④W/W ベント閉、⑤海水注水、⑥PCV リークの拡大(仮定)

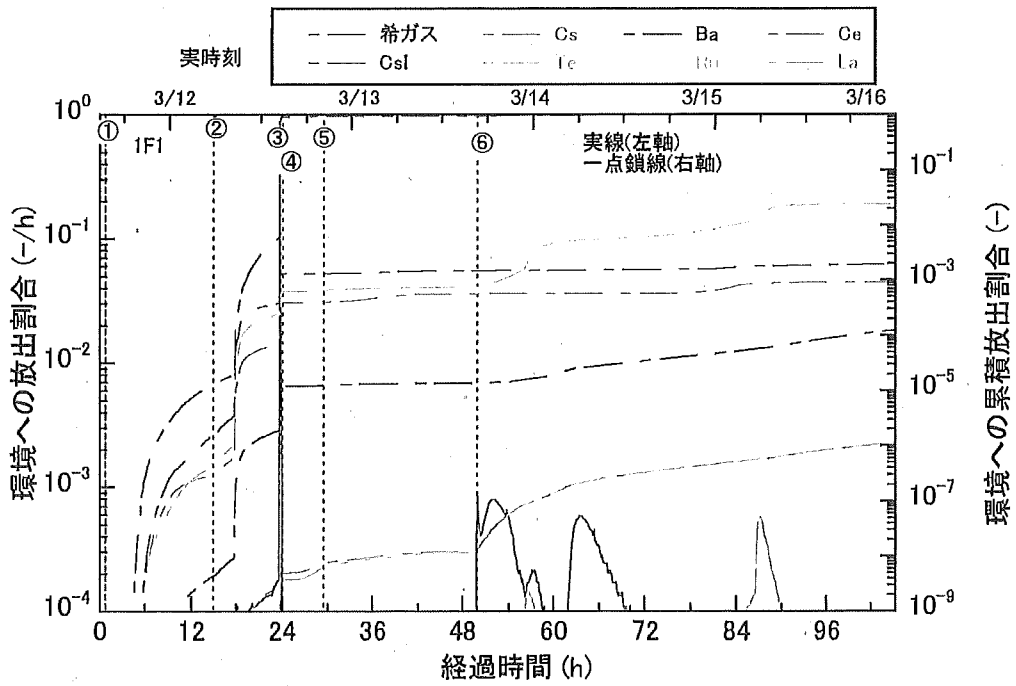
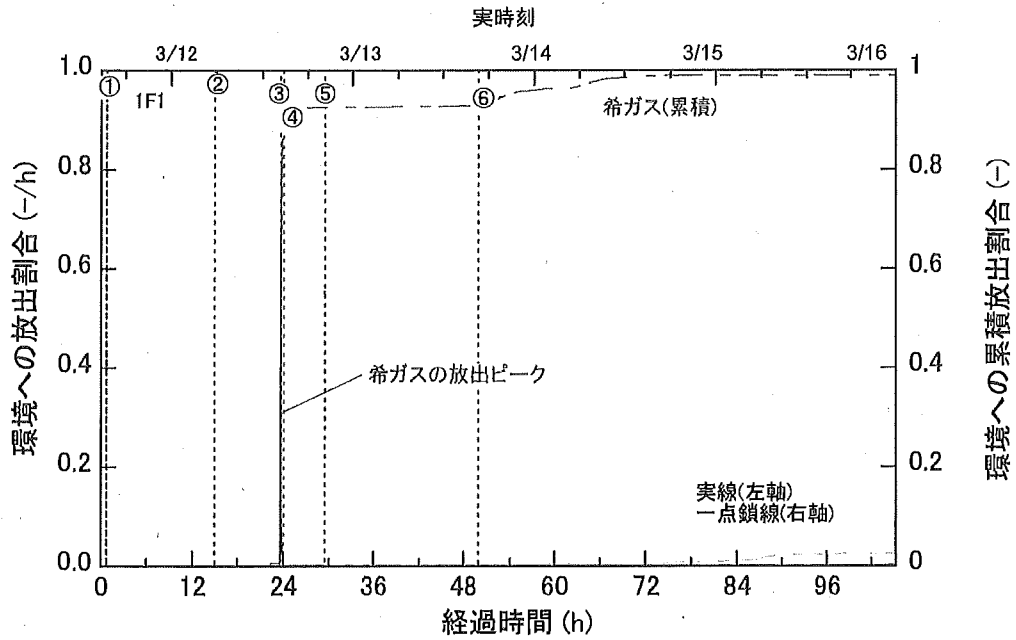


図 3-12 事業者解析ケースでの FP の環境への放出率(1号機)

①IC 停止、②淡水注水、③W/W ベント開、④W/W ベント閉、⑤海水注水、⑥PCV リークの拡大(仮定)

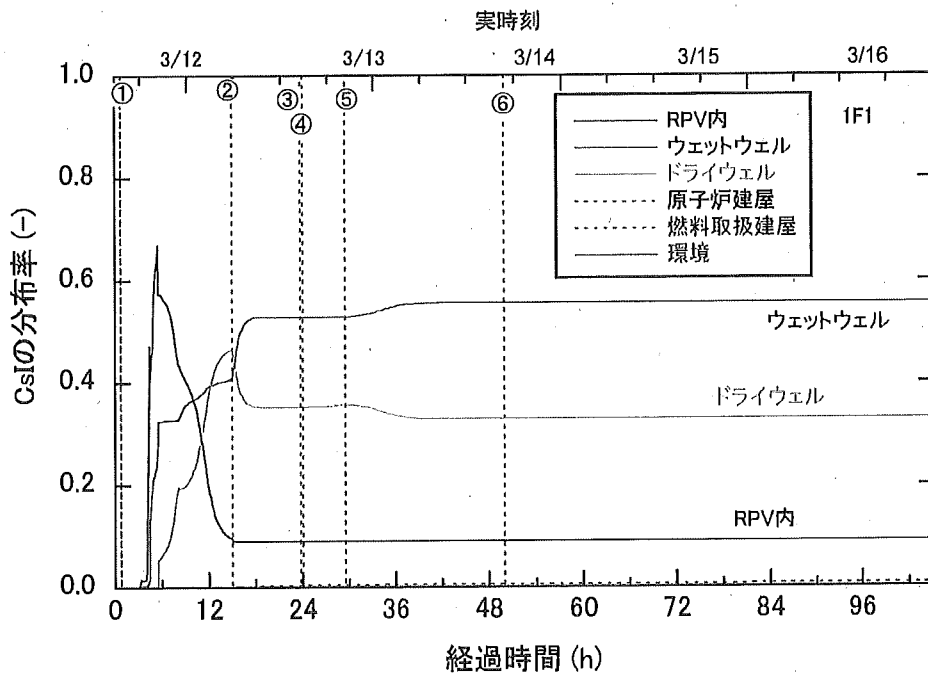


図 3-13 事業者解析ケースでの CsI の分布(1号機)

①IC 停止、②淡水注水、③W/W ベント開、④W/W ベント閉、⑤海水注水、⑥PCV リークの拡大(仮定)

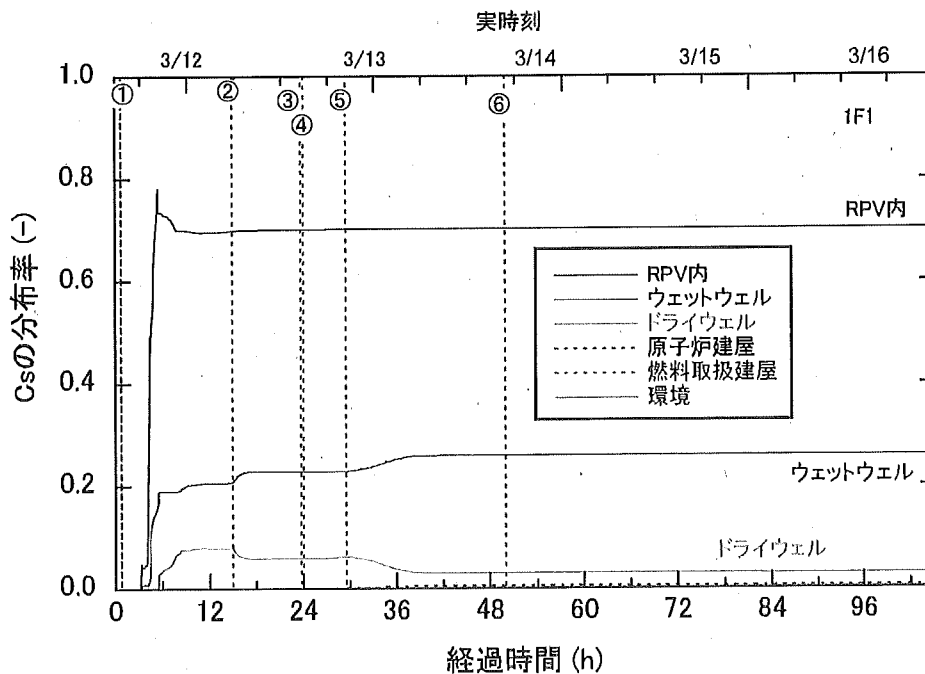


図 3-14 事業者解析ケースでの Cs の分布(1号機)

①IC 停止、②淡水注水、③W/W ベント開、④W/W ベント閉、⑤海水注水、⑥PCV リークの拡大(仮定)

3.1.3 1号機の感度解析1の結果

表 3-1 及び表 3-2 に示す基本解析条件から、表 3-3 に示すように IC による除熱量を増加させた感度解析を実施した。事業者解析では IC の再起同時は 1 系統のみを考慮しているが、2 系統を再起動させて IC の除熱量を増加させた場合の解析を実施した。図 3-15 に原子炉圧力と水位を、図 3-16 に D/W の圧力を示す。

本解析では炉心露出時間は約 2 時間後、炉心損傷開始時間は約 4 時間後、RPV 破損時間は約 12 時間後、と事象進展が遅れ、2 系統を考慮したにもかかわらず 1 系統のみを考慮した事業者の実施した解析結果と近い値となった。

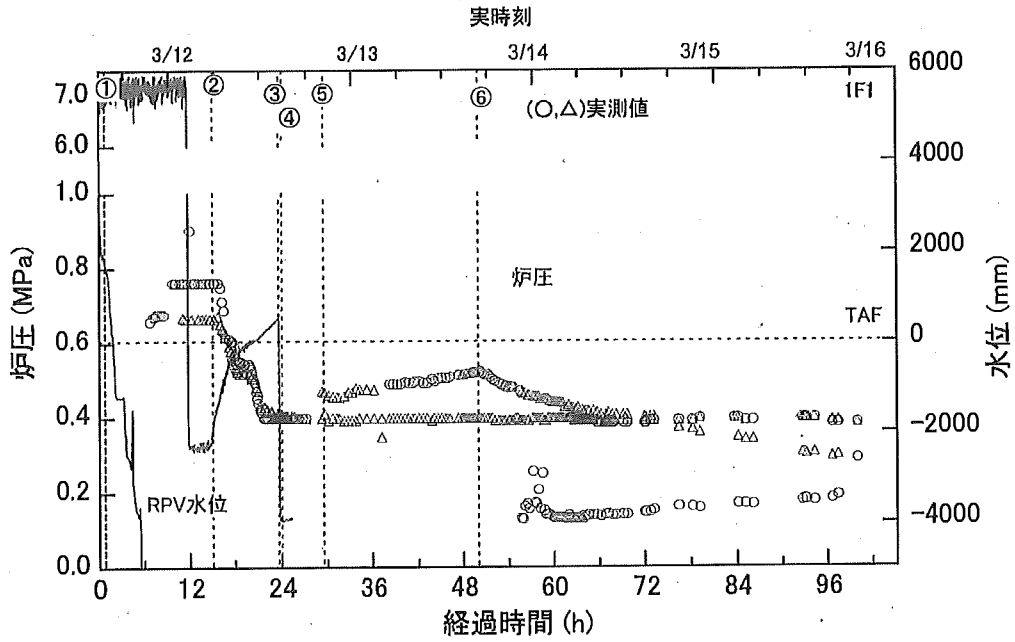


図 3-15 感度解析 1 での炉圧及び水位(1号機)

①IC 停止、②淡水注水、③W/W ベント開、④W/W ベント閉、⑤海水注水、⑥PCV リークの拡大(仮定)

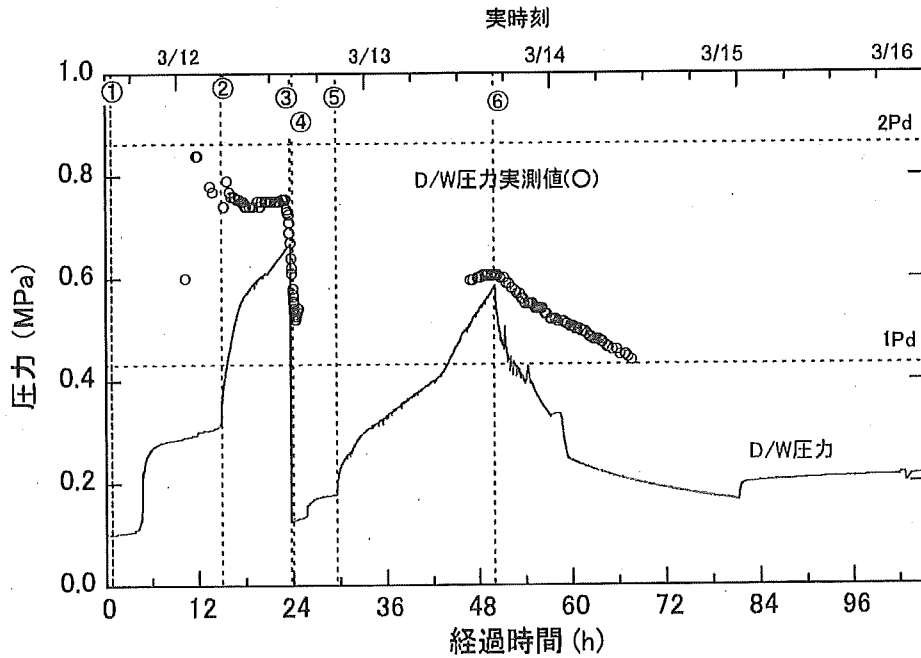


図 3-16 感度解析 1 での D/W 圧力(1号機)

①IC 停止、②淡水注水、③W/W ベント開、④W/W ベント閉、⑤海水注水、⑥PCV リークの拡大(仮定)

3.1.4 1号機の感度解析2の結果

事業者の解析条件から、以下の点を変更した解析を実施した。

- ① 消火系からの注水時は RPV の圧力に応じて注水量を変更
- ② 約 50 時間で仮定している PCV リーク口の拡大を約 35 cm^2 とした。

(1) 原子炉水位及び原子炉圧力

原子炉水位及び原子炉圧力を図 3-18 に示す。IC は地震発生後短時間しか作動しないため、除熱されず原子炉水位は低下する。地震発生後約 2 時間で炉心の露出が始まり、約 3 時間で炉心の損傷が開始する。熔融した燃料が下部プレナムに移行し、地震後約 5 時間で RPV 破損に至り、炉圧は急激に低下し D/W 圧力と均圧になる。PCV リーク(仮定)が発生するため、D/W 圧力が低下し、それに伴い RPV の圧力も低下する。

原子炉に消火系から淡水が注水されるが、この時点での RPV 圧力は 0.8 MPa 程度と高い値であるため、消火系からは注水されず炉心損傷が進行する。RPV が破損し、PCV にもリークが発生(仮定)するため、RPV 圧力は減少するが、約 22 時間の時点で RPV 圧力が外部注水可能な 0.6 MPa まで低下するため、少量の注水に成功する。注水により蒸気が発生し PRV の圧力は一旦上昇する。W/W ベントを行うことで D/W 圧力が低下し、RPV 圧力も伴って低下する。ベントラインが閉じられると、海水注入により蒸気が発生し、圧力が上昇する。PCV リーク口が拡大(仮定)するため、RPV 圧力は低下する。

(2) ドライウェル圧力・温度

D/W の圧力を図 3-19 に示す。初期の事象進展は 3.1.2 節と同様である。約 15 時間(②)の時点で注水操作が開始されるが、RPV 圧力が高いために RPV 内に注水されない。蒸気発生量が少なくなるため、圧力の上昇はペDESTAL に広がった熔融炉心とペDESTAL 壁との MCCI 反応の開始によるものである。外部注水ができないため 3.1.2 節に比べて発生する蒸気量が少ないことと、約 18 時間で仮定している漏えい口の大きさが 3.1.2 節の設定よりも大きいため圧力が低下する。圧力が 0.6 MPa を下回ると注水されるが、直ちに蒸気が発生し、圧力が増加するため再び注水が停止している。約 50 時間(⑥)で PCV のリーク口が拡大(仮定)し、RPV 圧力が低下する。約 60 時間までは、圧力の低下により注水量が増加し、蒸気量が増加して圧力が増加、注水量が減少、蒸気発生量が減少し圧力が低下、を繰り返している。その後、注水流量が低下するため蒸気発生量が低下し、圧力も追従して低下する。約 84 時間以降、注水量の増加に伴って圧力が増加している。

また、図 3-21 に PCV の圧力及び温度を示す。RPV 破損により熔融燃料がペDESTAL へ移行するため、D/W 温度は高温で推移する。約 6 時間の時点で熔融炉心がペDESTAL へ落下することにより、D/W の温度が上昇している。また、約 18 時間の時点でも同様に熔融炉心がペDESTAL へ落下し、D/W の温度が上昇している。約 23 時間でペDESTAL 壁を貫通するため D/W 温度が急激に上昇する。外部注水が入ると冷却され、一方、蒸気が発生するため D/W 圧力は上昇し、圧力と温度のトレンドがほぼ間逆の関係を示している。

図 3-22 に炉心最高温度の推移を示す。原子炉水位の低下により、炉心が露出するため炉心温度は事故初期に急激に上昇する。

(3) 燃料の溶融進展

図 3-23 に炉心の損傷割合を示す。約 6 時間で炉心の半分の燃料が溶融し、その後下部プレナムへ移行している。約 24 時間で炉心部の全量が下部プレナムまたはペDESTALへ移行する。図 3-24 に炉心部分での温度分布を、図 3-25 に炉心部分での燃料分布を示す。赤色は温度が高い部分及び燃料の質量が多い部分を示している。4 時間後では炉心の中心部は 2000 K を超えているが、燃料のリロケーションは起こっていない。6 時間後には炉心の中心部がリロケーションを起こし、下部プレナムに移行している。

12 時間後には下部プレナムに移行した溶融燃料が RPV の破損口よりペDESTALへ移行している。18 時間後には炉心部にはほとんど燃料が存在せず、一部が下部プレナムに残存するが、大部分はペDESTALへ移行している。表 3-6 に示すように、炉心露出開始時間は事業者の解析結果よりも約 1 時間早く、その後の事象進展も本解析の方が早い。RPV 破損後は溶融燃料がペDESTALへ移行するが、上述のように破損口の大きさ等は消火系からの注水量に依存するため、溶融燃料の移行量や MCCI の進展を評価するには現状では不確実性が大きく、今後詳細な検討が必要である。

(4) 水素発生量

水素の発生量を図 3-26 に示す。約 1000 kg の水素が発生し、PCV のリーク(仮定)により漏えいが始まり、W/W ベント操作によって全量が PCV 外部へ放出される。図 3-27 に RPV、D/W、原子炉建屋(1F~3F)の水素濃度を示す。炉心で発生した水素が PCV の漏えい口より原子炉建屋へ漏えいするため、原子炉建屋の 2F 部分の水素濃度は、約 19 時間で 15% に達し、最終的には 50% を超える高い値を示した。

(5) FP 挙動

図 3-28 に FP の環境への放出率を示す。約 4 時間で燃料が損傷するため希ガス等が燃料から放出され、格納容器の設計漏えい率により環境への放出が開始される。約 18 時間で PCV リークが仮定されているため、環境への漏えい量が増加するが、希ガスはほぼ全量が W/W ベント操作時に環境へ放出される。CsI 及び Cs も希ガスと類似の挙動を示すが、S/P でスクラビングされるため、CsI の放出率は 0.7%、Cs の放出率は 0.3% である。Te は 1.2%、Pu を含む Ce 元素群は 2×10^{-7} 放出される。

図 3-29 及び図 3-30 に CsI 及び Cs の分布率をそれぞれ示す。CsI は大部分が W/W へ溶解又は D/W へ沈着している。Cs は多くが RPV 内に存在し、一部が W/W へ溶解又は D/W へ沈着している。各元素群の環境への放出率を表 3-7 にまとめた。

表 3-6 感度解析 2 での解析結果取り纏め(1 号機)

| 項目 | 解析結果 | | 事業者解析 |
|-------------|--------------------|-------------|--------------|
| 炉心露出開始時間 | 3 月 11 日 16 : 40 頃 | 地震発生後約 2 時間 | 地震発生後約 3 時間 |
| 炉心損傷開始時間 | 3 月 11 日 18 : 00 頃 | 地震発生後約 3 時間 | 地震発生後約 4 時間 |
| 原子炉圧力容器破損時間 | 3 月 11 日 20 : 00 頃 | 地震発生後約 5 時間 | 地震発生後約 15 時間 |

表 3-7 感度解析 2 での環境への放出割合(1 号機)

| 元素群 | 初期インベントリに対する環境への放出割合 |
|-----|-----------------------|
| 希ガス | 9.5×10^{-1} |
| CsI | 6.6×10^{-3} |
| Cs | 2.9×10^{-3} |
| Te | 1.1×10^{-2} |
| Ba | 4.0×10^{-5} |
| Ru | 9.0×10^{-10} |
| Ce | 1.4×10^{-7} |
| La | 1.2×10^{-7} |

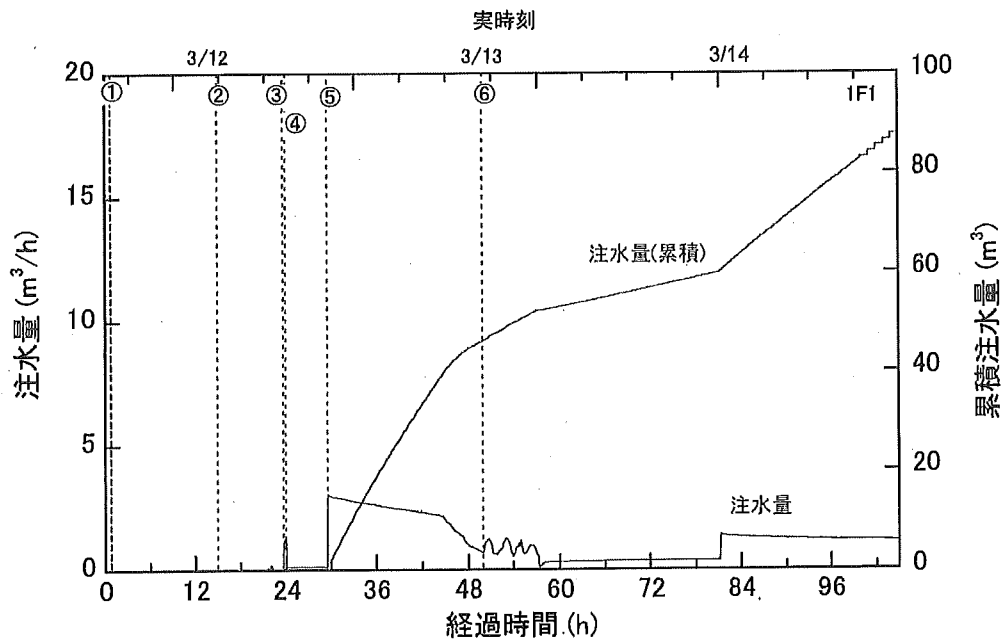


図 3-17 感度解析 2 での注水流量(1号機)

①IC 停止、②淡水注水、③W/W ベント開、④W/W ベント閉、⑤海水注水、⑥PCV リークの拡大(仮定)

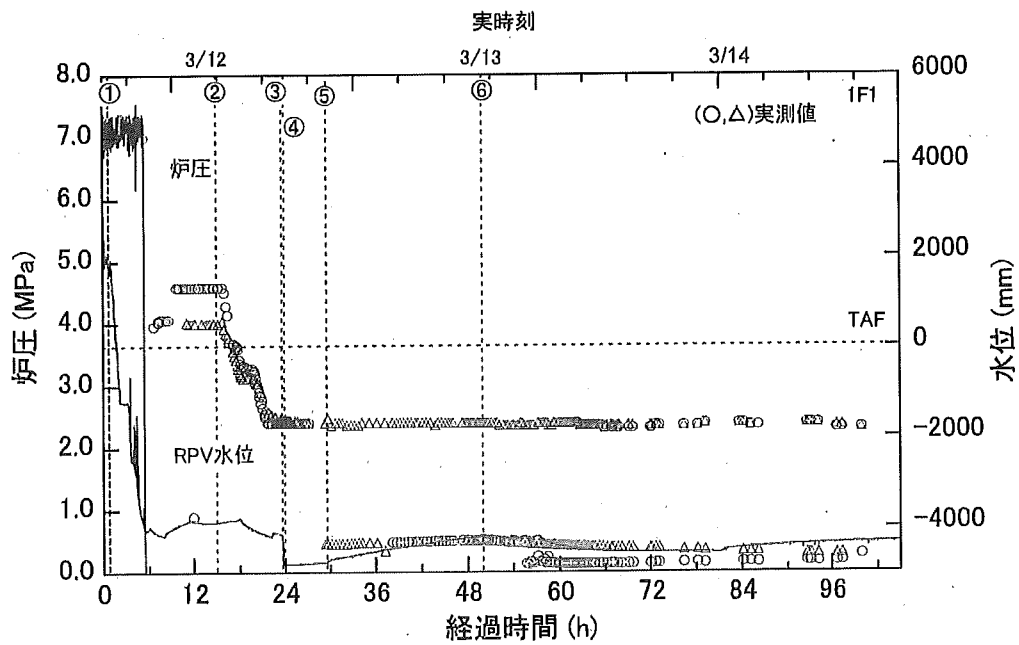


図 3-18 感度解析 2 での原子炉圧力及び水位(1号機)

①IC 停止、②淡水注水、③W/W ベント開、④W/W ベント閉、⑤海水注水、⑥PCV リークの拡大(仮定)

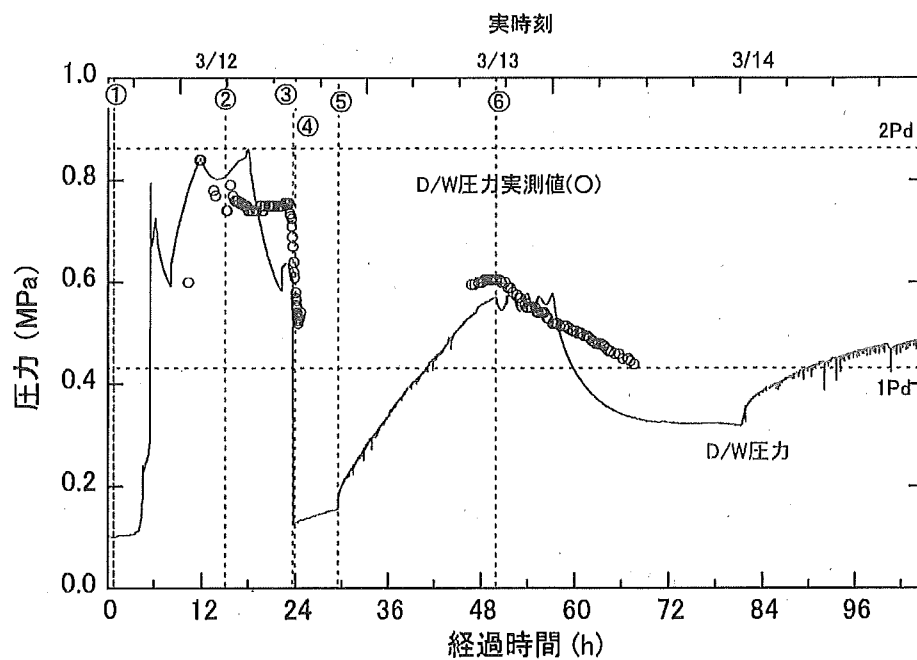


図 3-19 感度解析 2 での D/W 圧力(1号機)

①DIC 停止、②淡水注水、③W/W ベント開、④W/W ベント閉、⑤海水注水、⑥PCV リークの拡大(仮定)

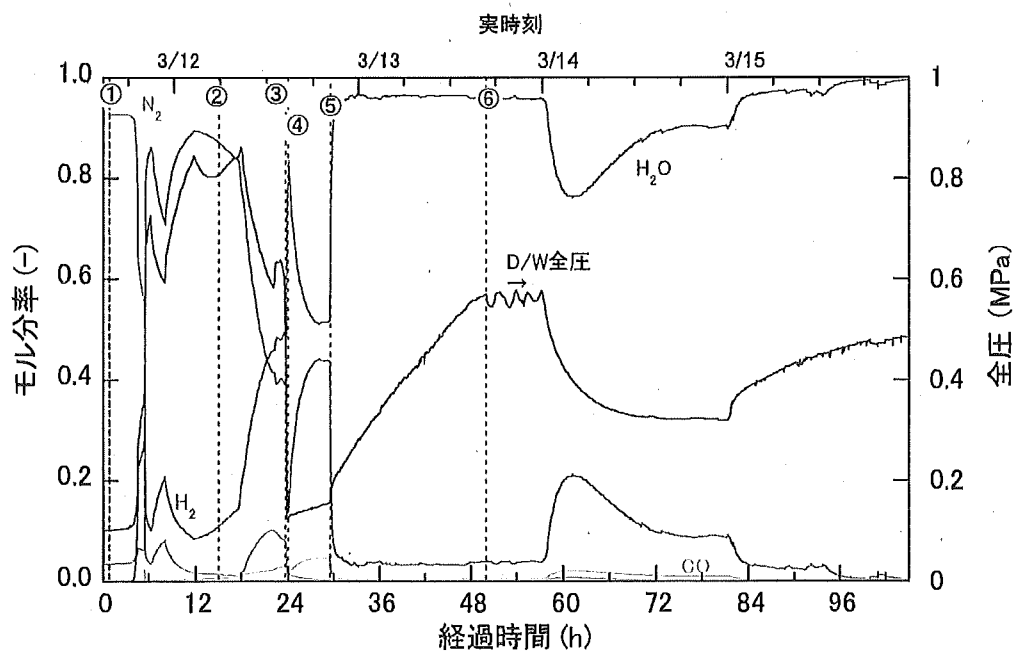


図 3-20 感度解析 2 での D/W 分圧(1号機)

①DIC 停止、②淡水注水、③W/W ベント開、④W/W ベント閉、⑤海水注水、⑥PCV リークの拡大(仮定)

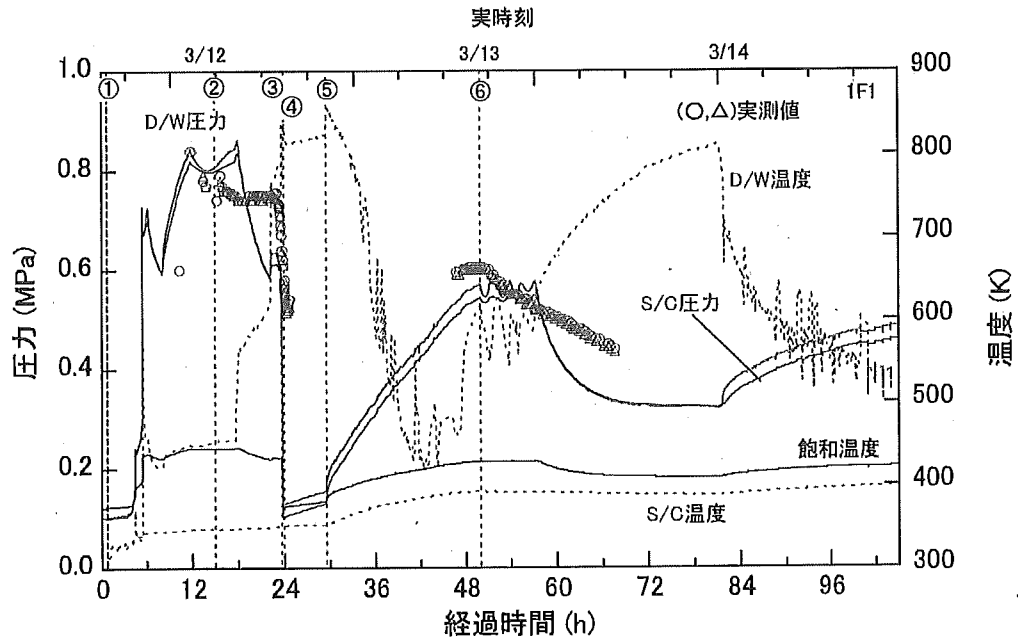


図 3-21 感度解析 2 での PCV 圧力及び温度(1号機)

①IC 停止、②淡水注水、③W/W ベント開、④W/W ベント閉、⑤海水注水、⑥PCV リークの拡大(仮定)

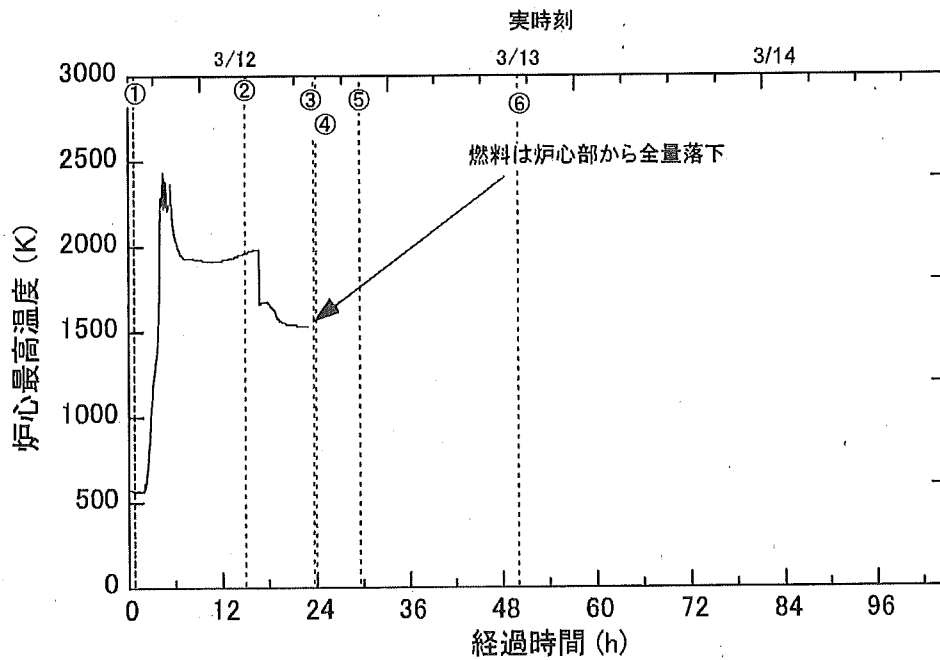


図 3-22 感度解析 2 での炉心最高温度(1号機)

①IC 停止、②淡水注水、③W/W ベント開、④W/W ベント閉、⑤海水注水、⑥PCV リークの拡大(仮定)

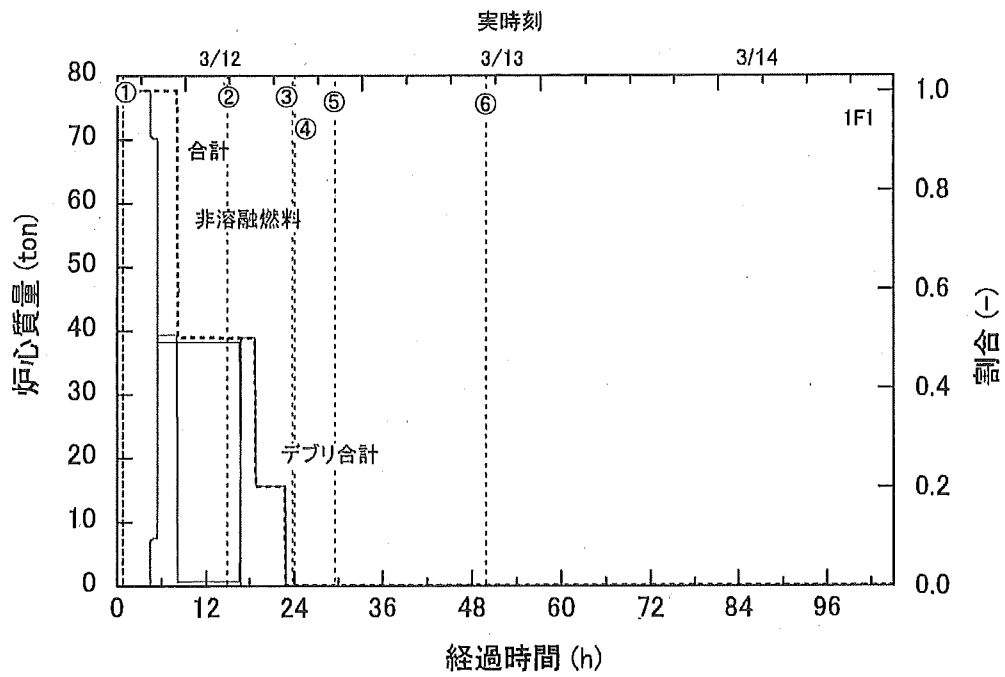
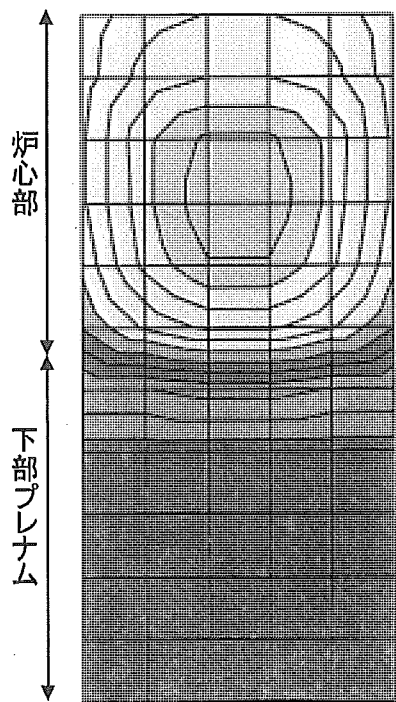


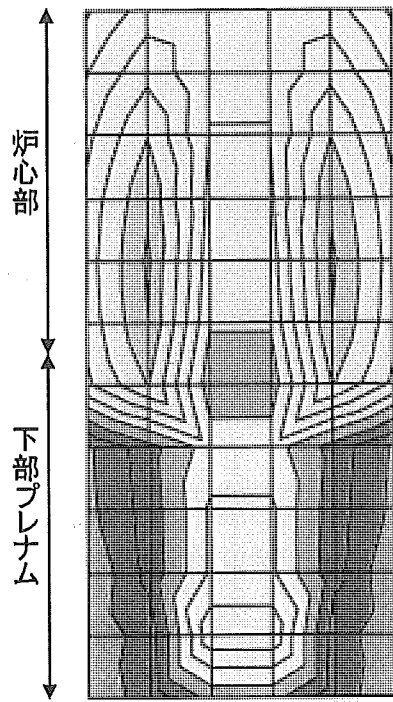
図 3-23 感度解析 2 での炉心質量(1号機)

①IC 停止、②淡水注水、③W/W ベント開、④W/W ベント閉、⑤海水注水、⑥PCV リークの拡大(仮定)



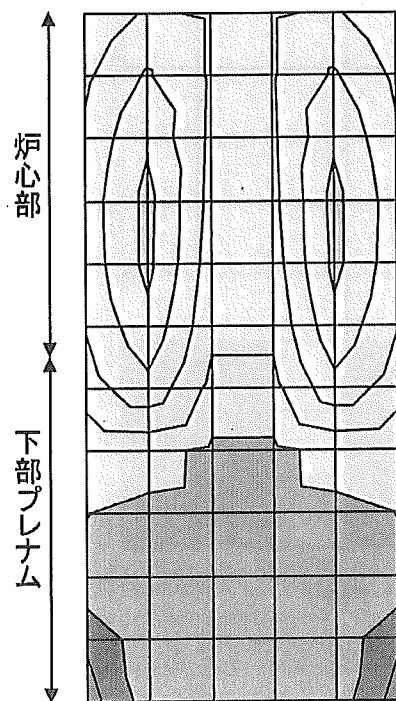
4 時間
温度(K)

| | |
|---|-----------|
| ■ | 2375-2500 |
| ■ | 2250-2375 |
| □ | 2125-2250 |
| □ | 2000-2125 |
| □ | 1875-2000 |
| □ | 1760-1875 |
| □ | 1625-1750 |
| □ | 1500-1625 |
| □ | 1375-1500 |
| □ | 1250-1375 |
| ■ | 1125-1250 |
| ■ | 1000-1125 |
| ■ | 875-1000 |
| ■ | 750-875 |
| ■ | 625-750 |
| ■ | 500-625 |
| ■ | 375-500 |
| ■ | 250-375 |
| ■ | 125-250 |
| ■ | 0-125 |



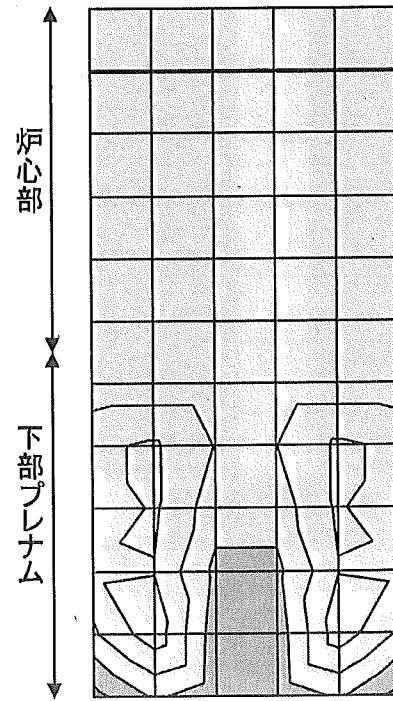
6 時間
温度(K)

| | |
|---|-----------|
| ■ | 2375-2500 |
| ■ | 2250-2375 |
| □ | 2125-2250 |
| □ | 2000-2125 |
| □ | 1875-2000 |
| □ | 1760-1875 |
| □ | 1625-1750 |
| □ | 1500-1625 |
| □ | 1375-1500 |
| □ | 1250-1375 |
| ■ | 1125-1250 |
| ■ | 1000-1125 |
| ■ | 875-1000 |
| ■ | 750-875 |
| ■ | 625-750 |
| ■ | 500-625 |
| ■ | 375-500 |
| ■ | 250-375 |
| ■ | 125-250 |
| ■ | 0-125 |



12 時間
温度(K)

| | |
|---|-----------|
| ■ | 2375-2500 |
| ■ | 2250-2375 |
| □ | 2125-2250 |
| □ | 2000-2125 |
| □ | 1875-2000 |
| □ | 1760-1875 |
| □ | 1625-1750 |
| □ | 1500-1625 |
| □ | 1375-1500 |
| □ | 1250-1375 |
| ■ | 1125-1250 |
| ■ | 1000-1125 |
| ■ | 875-1000 |
| ■ | 750-875 |
| ■ | 625-750 |
| ■ | 500-625 |
| ■ | 375-500 |
| ■ | 250-375 |
| ■ | 125-250 |
| ■ | 0-125 |



18 時間
温度(K)

| | |
|---|-----------|
| ■ | 2375-2500 |
| ■ | 2250-2375 |
| □ | 2125-2250 |
| □ | 2000-2125 |
| □ | 1875-2000 |
| □ | 1760-1875 |
| □ | 1625-1750 |
| □ | 1500-1625 |
| □ | 1375-1500 |
| ■ | 1250-1375 |
| ■ | 1125-1250 |
| ■ | 1000-1125 |
| ■ | 875-1000 |
| ■ | 750-875 |
| ■ | 625-750 |
| ■ | 500-625 |
| ■ | 375-500 |
| ■ | 250-375 |
| ■ | 125-250 |
| ■ | 0-125 |

図 3-24 感度解析 2 での炉心の温度分布(1 号機)

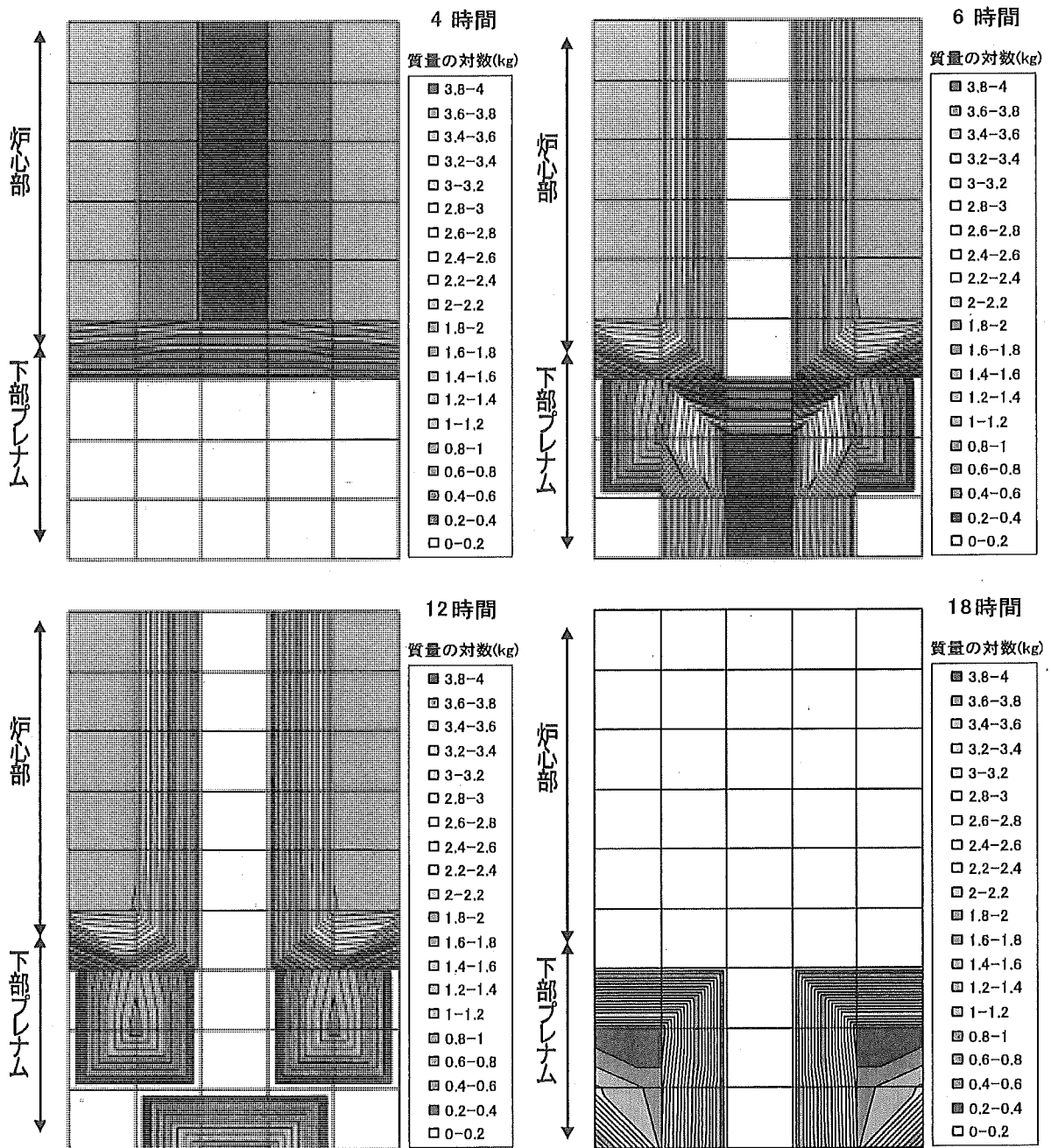


図 3-25 感度解析 2 での炉心の燃料分布(1 号機)

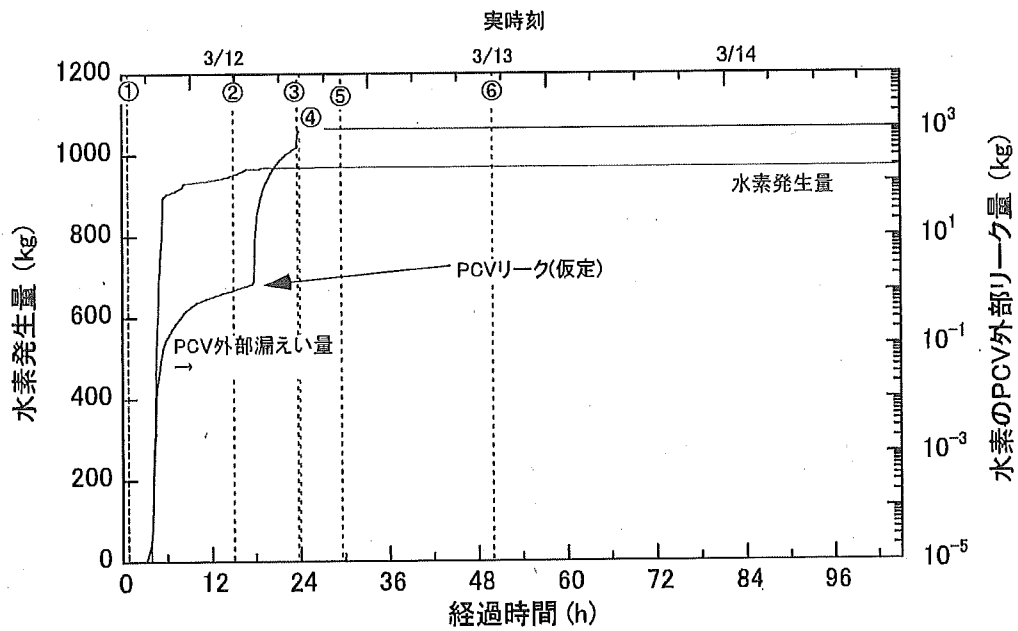


図 3-26 感度解析 2 での水素発生量(1号機)

①IC 停止、②淡水注水、③W/W ベント開、④W/W ベント閉、⑤海水注水、⑥PCV リークの拡大(仮定)

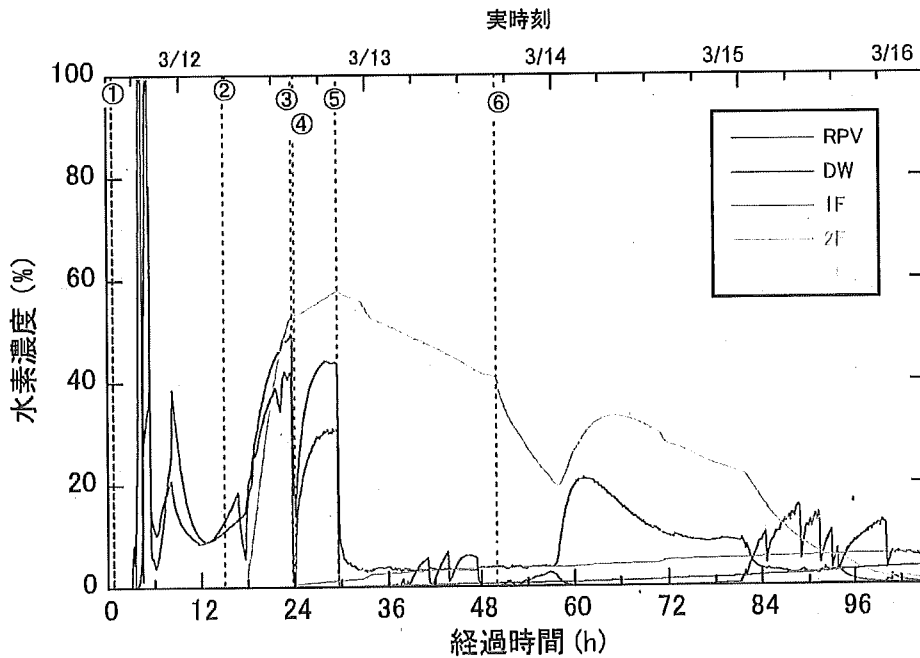


図 3-27 感度解析 2 での水素濃度(1号機)

①IC 停止、②淡水注水、③W/W ベント開、④W/W ベント閉、⑤海水注水、⑥PCV リークの拡大(仮定)

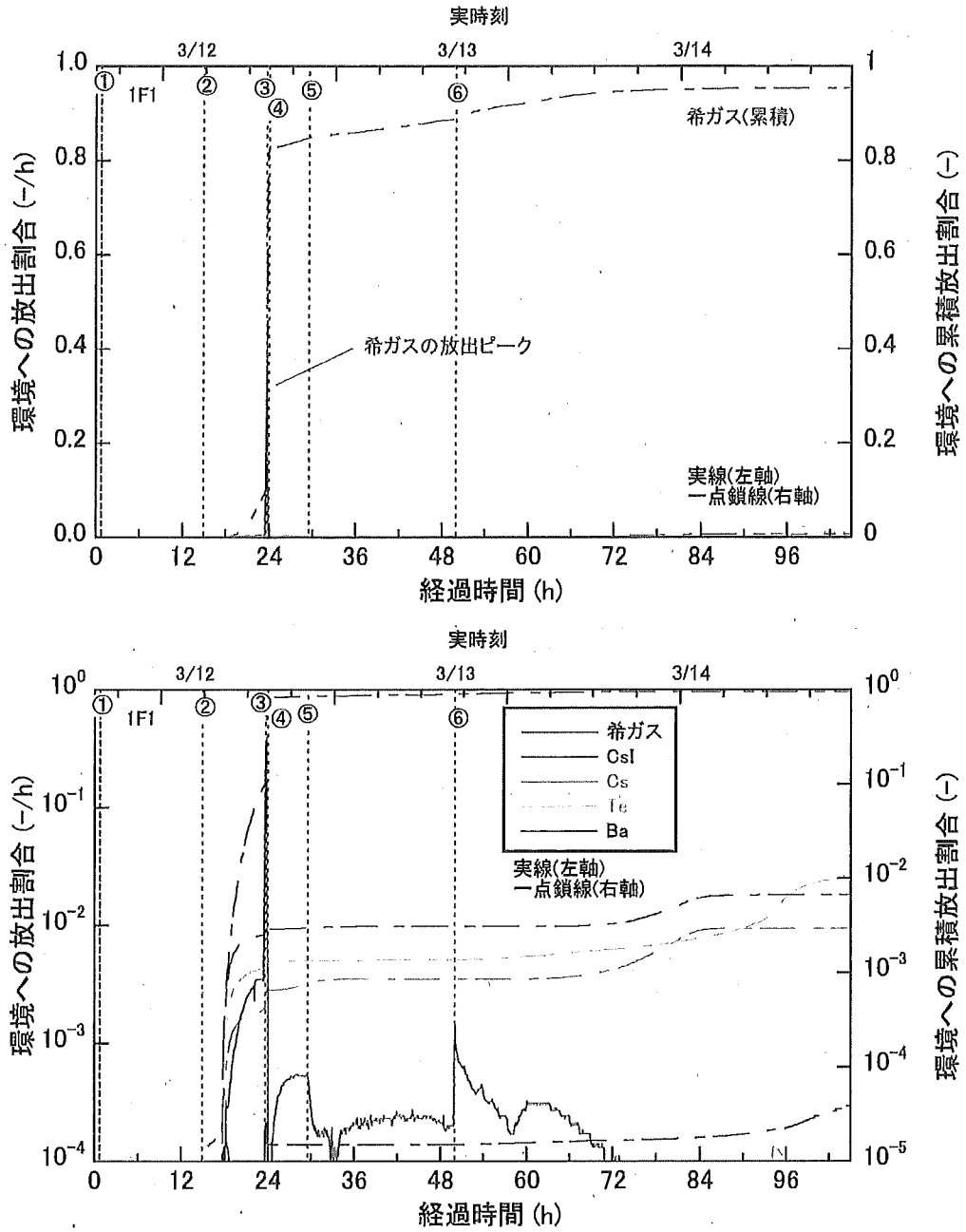


図 3-28 感度解析 2 での FP の環境への放出率(1号機)

①IC 停止、②淡水注水、③W/W ベント開、④W/W ベント閉、⑤海水注水、⑥PCV リークの拡大(仮定)

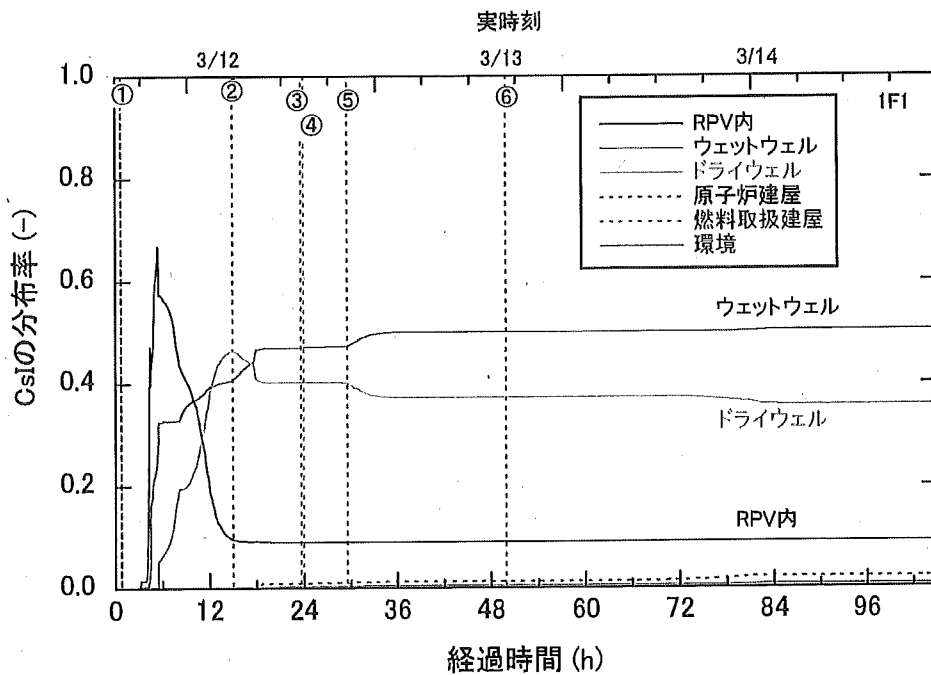


図 3-29 感度解析 2 での CsI の分布率(1号機)

①IC 停止、②淡水注水、③W/W ベント開、④W/W ベント閉、⑤海水注水、⑥PCV リークの拡大(仮定)

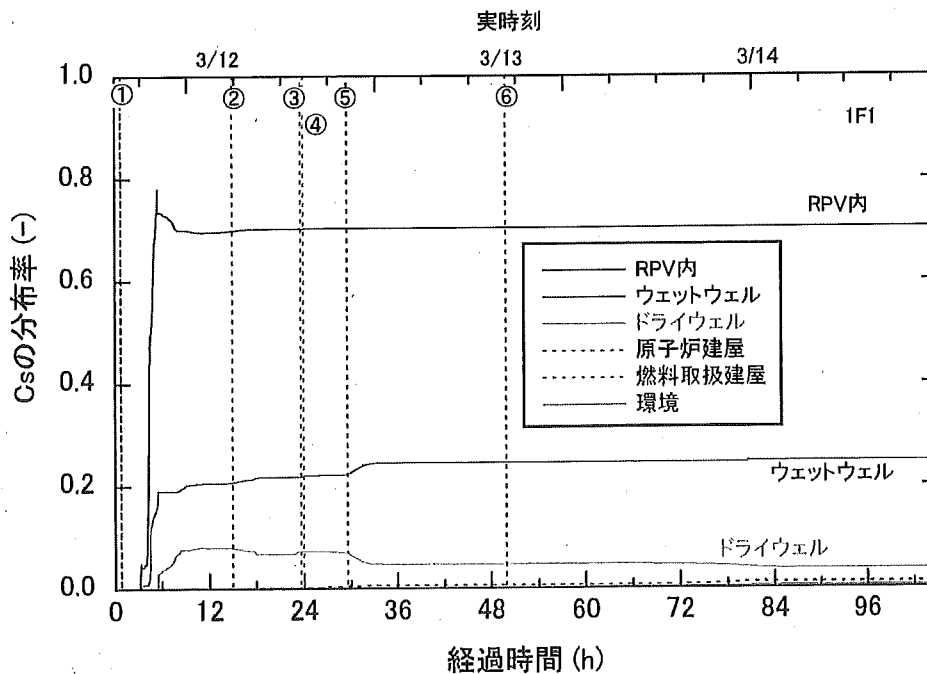


図 3-30 感度解析 2 での Cs の分布率(1号機)

①IC 停止、②淡水注水、③W/W ベント開、④W/W ベント閉、⑤海水注水、⑥PCV リークの拡大(仮定)

3.2. 福島第一原子力発電所 2 号機

3.2.1 2 号機の解析条件

(1) 2 号機の事業者解析 1 のケース

福島第一原子力発電所 2 号機について、事業者が設定した解析条件(プラント条件及びクロノロジー)を用いて、MELCOR コードによる解析を実施した。2 号機のプラント条件を表 3-8、2 号機のクロノロジーを表 3-9 に示す。

また、事業者が仮定した以下の条件を MELCOR コードによる解析に含めた(以下、これを「事業者解析 1」と呼ぶ。)。

① 格納容器からの漏えい

地震発生から約 21 時間において格納容器気相部からの漏えい(約 80 cm²)を仮定した。また、3 月 15 日に S/C 付近で異音が発生した時点で、S/C 気相部からの漏えい(約 80 cm²)を仮定した。

(2) 2 号機の感度解析ケース及び事業者解析 2 のケース

表 3-10 に示すように、感度解析を実施した。感度解析(ケース 1)は PCV 気相部に想定されている破損がなく、PCV が健全な場合の解析である。感度解析(ケース 2)は PCV 気相部に想定されている破損口の大きさがやや小さい場合を想定した。感度解析(ケース 3)は S/C 部で仮定する破損口を大きくした場合を想定した。

また、これらの感度解析に基づき、事業者解析 2 の解析を実施した。

表 3-8 2号機解析のプラント条件

| 項目 | 条件 |
|--------------|--|
| 初期原子炉出力 | 2381 MWt (定格出力) |
| 初期原子炉圧力 | 7.03 MPa (通常運転圧力) |
| 初期原子炉水位 | 通常水位 |
| 格納容器空間容積 | D/W 空間 : 4240 m ³ S/C 空間 : 3160 m ³ |
| サプレッションプール水量 | 2980 m ³ |

表 3-9 2号機に関する事象

凡例 ○：記録あり △：記録に基づき推定 □：解析上の仮定

| No | 日時 | 経過時間(h) | 解析条件 | 解析事象 | 分類 | 備考 | 図中 番号 | |
|----|---------------------|---------|-------------------------------|------|----|------|--------------------|-------------------|
| | | | | | | | ○の場合：記録の参照箇所 | △、□の場合：推定、仮定した根拠等 |
| 1 | 3月11日 14:46 | 0.0 | 地震発生 | | ○ | — | | |
| 2 | 14:47 | 0.0 | 原子炉スクラム | | ○ | 報告徴収 | 4.運転日誌類 当直長引継日誌 | |
| 3 | 15:02 | 0.3 | RCIC 手動起動 | | ○ | 報告徴収 | 7.各種操作実績取り纏め | ① |
| 4 | 15:28 | 0.7 | RCIC トリップ (L-8) | | ○ | 報告徴収 | 7.各種操作実績取り纏め | |
| 5 | 15:41 | 0.9 | 全交流電源喪失 | | ○ | 報告徴収 | 4.運転日誌類 当直長引継日誌 | ② |
| 6 | 3月12日 4:20 ～5:00 | 13.6 | RCIC 水源を復水貯蔵タンクから圧力抑制室に 切替 | | ○ | 報告徴収 | 7.各種操作実績取り纏め | ③ |
| 7 | 3月14日 13:25 | 70.7 | RCIC 停止 | | ○ | 報告徴収 | 7.各種操作実績取り纏め | ④ |
| 8 | 16:34 | 73.8 | 原子炉圧力容器減圧 (SRV1 弁開) 操作開始 | | ○ | 報告徴収 | 7.各種操作実績取り纏め | |
| | 16:34 | 73.8 | 消火系ラインを用いた海水注入作業開始 | | ○ | 報告徴収 | 7.各種操作実績取り纏め ※1 | ⑤ |
| 9 | 18:00 頃 | 75.2 | 原子炉圧力低下確認 | | ○ | 報告徴収 | 7.各種操作実績取り纏め | ⑥ |
| 10 | 19:20 | 76.6 | 消防ポンプが燃料切れで停止 | | ○ | 報告徴収 | 7.各種操作実績取り纏め ※1 | |
| 11 | 19:54 | 77.1 | 消防ポンプ起動 | | ○ | 報告徴収 | 7.各種操作実績取り纏め ※1 ※2 | |
| | 19:57 | 77.2 | 消防ポンプ2台目起動 | | ○ | 報告徴収 | 7.各種操作実績取り纏め ※1 | |
| 12 | 21:20 | 78.6 | SRV2 弁開により原子炉を減圧、水位が回復す る | | ○ | 報告徴収 | 7.各種操作実績取り纏め ※1 | ⑦ |

| No | 日時 | 経過時間(h) | 解析条件 | | 分類 | 備考 | ○の場合：記録の参照箇所 △、□の場合：推定、仮定した根拠等 | 図中 番号 |
|----|--------------------|---------|-------------------------------|------|----|---|-----------------------------------|----------|
| | | | 解析事象 | 解析事象 | | | | |
| 13 | 23:00 頃 | 80.2 | SRV1 弁閉を仮定 | | □ | 23 時頃の原子炉圧力の上昇から、当該時刻に SRV1 弁が閉じたことを仮定。 | | |
| 14 | 3月15日 6:14 頃 | 87.5 | 圧力抑制室付近で異音が発生するとともに、同室内の圧力が低下 | | ○ | 東京電力 (http://www.tepco.co.jp/index-j.html) のプレスより | | ⑧ |

※1 海水注水開始の時期について、3/14 19:20 の記録で「消防ポンプが停止」とあることから、3/14 16:34 以降ある程度の注水がなされた可能性

があるが、解析上はその後の水位上昇が確認された3/14 19:54 からの注水を、最初の海水注水開始時期と仮定。

※2 注水流量変更の時期や注水流量について、報告徴収 7.各種操作業績取り纏めに日付毎の炉内への注水量が記載されているものの、詳細な注水量については記載がないため、解析上はプラントパラメータの実測値に合わせるよう注水量を仮定。なお、毎日の注水総量を越えないように設定。

表 3-10 2号機の解析条件

| 解析ケース | 事業者解析からの変更点 |
|-------------|--|
| 感度解析(ケース 1) | PCV 気相部の破損無し |
| 感度解析(ケース 2) | PCV 気相部の破損口の大きさを約 50 cm ² |
| 感度解析(ケース 3) | S/C 部の破損口の大きさを約 300 cm ² |
| 事業者解析 2 | ①消火系からの注水時は RPV の圧力に応じて注水量を変更 ②PCV 気相部の破損口の大きさを約 50 cm ² ③S/C 部の破損口の大きさを約 300 cm ² |

(注) 事業者解析 1 では PCV 気相部、S/C 部の破損口の大きさは共に約 80 cm²