

第1章 1. (2) 2号機 SGTS 配管の高汚染のメカニズムの修正案

第1章 原子炉格納容器からの放射性物質等の放出又は漏えい経路・箇所に関する検討

1. 1～4号機 SGTS 配管系の汚染状況とその形成メカニズム

1. 2 検討結果

(2) 2号機 SGTS 配管の高汚染のメカニズム

の修正案は以下のとおり。

(2) 2号機 SGTS 配管の高汚染のメカニズム (修正案)

現地調査の結果、1/2号機 SGTS 配管系の汚染については、以下の状況が確認された。(別添3)

- ① ベントに成功していない2号機の SGTS 配管の下流 (SGTS 配管合流部に近い配管) 部分の方が、ベントに成功した1号機の SGTS 配管 (SGTS 配管合流部に近い配管) よりも汚染の程度が高い。
- ② 1号機 SGTS フィルタトレイン部分は、2号機 SGTS フィルタトレインよりも汚染の程度が高い。
- ③ 1/2号機共用排気筒の汚染状況については、当該排気筒の底部の汚染の程度が高い。

以上のような汚染状況が現地調査で確認されたことを受け、その原因を解明するために、調査チームは JAEA に対し、SGTS 配管系及び共用排気筒内におけるベントガスの挙動に関するシミュレーションを委託¹した。

JAEA の報告 (詳細は別添3-1) の主な内容は、以下のとおりである。

- i) グラビティダンパの漏えい面積が1号機側と2号機側でほぼ同じとした場合、漏えい部の摩擦圧損が通過するベントガスの動力と等しいと仮定すれば、1号機 SGTS フィルタが2号機 SGTS フィルタより約3倍高い水準で汚染されることが示された。
- ii) 1号機のベント弁から排気筒までの経路においては、ベント時に強く汚染されることはない。また、排気筒近傍 (排気筒から数メートル) の共通配管部の強い汚染が、ベント作動時の流れによるものとは考えがたい。
- iii) 全ての配管系において、1 μ m のエアロゾル径を仮定して、ベント弁解放時の管壁への付着挙動を評価したところ、流入した汚染物質の数%程度が配管内壁にほぼ一様に付着する可能性が示された。

¹ 令和2年度原子力施設等防災対策等委託費 (東京電力福島第一原子力発電所プラント内核種移行に関する調査)

- iv) ベント弁から排気筒に向かう流路から分岐し、2号機 SGTS フィルタに向かう流路において、合流部から10m程度を過ぎると気相濃度の低下により飽和温度を下廻り、凝縮が生じる。同経路について $1\mu\text{m}$ のエアロゾル径を仮定し、概略的にベント弁解放時の管壁への付着挙動を評価したところ、流路に流入する放射性物質の約5% (0.4TBq) が配管内壁にほぼ一定に付着する可能性が示された。
- v) ベント弁閉鎖時点で排気筒内に存在していたエアロゾル²の一部が、その後、重力で落下し排気筒底部を汚染した可能性が推定できる。
- vi) ベント弁閉鎖後に、2号機に向かう低速度の流れがあれば、排気筒内に存在していたエアロゾルが流れ込み、2号機 SGTS 配管系で観測された汚染を生じさせる可能性がある。

調査チームとしては、

- i) については、従来、1号機のグラビティダンパの漏えい率の方が高かったのではないかとの指摘もあったが、同程度の漏えい率でも1号機の SGTS フィルタの汚染が数倍になり得ることを示している。なお、報告中では、SGTS フィルタによる圧力損失をどのように設定したかの情報が明確には判断できないなど、境界条件の設定について技術的に確認すべき事項が残っている。
- ii) については、主たるベント経路 (1号機 SGTS 配管) の汚染はベント動作時の流れにより生じたものではないとしつつ、汚染程度は当該経路全体で 2TBq に相当するとしている。実測値の同経路の汚染量は約 0.1TBq であり、隔たりは大きい。なお、スタック近傍の局所的な高汚染は、汚染の位置や分布状況から、配管の立ち上がり部の上部から、放射性物質を含んだ液滴によるのではないかと推測がなされてきており、今回のシミュレーション結果は、この推測を支持しているものと捉えるべきではないかと考える。
- iii) 及び iv) については、2号機 SGTS フィルタに向かう配管 (2号機 SGTS 配管) では合流部から10m程度を過ぎると1号機 SGTS 配管から流れ込んだベントガスが冷却され飽和温度を下廻り凝縮による汚染メカニズムが働くことが述べられている。ただし、これによる汚染は2号機 SGTS 配管全体で0.4TBq程度とし、今回のシミュレーション上は、1号 SGTS 配管の汚染量 (2TBq程度) を下廻るとの結果を出している。しかし、実測値では2号配管系の汚染量は約18TBqであり、かつ、1号機 SGTS 配管の約200倍になっており、シミュレーション結果と全く一致しない。
- この認識に立って JAEA は v) のアイデアを提示したものと推測する。しかし、まずは、シミュレーションの妥当性の検証を行う必要がある。また、ベン

² 別添 3-1 参照。

トガスの温度が変化すると汚染量や汚染分布に影響が出ると考えられるが、JAEA の報告からは具体的な飽和温度やベントガス温度に関する感度分布などの情報は読み取れない。なお、2号機 SGTS 配管中における汚染分布は、Cs を含む凝縮水が配管内の低い部分に移動することによって生じた可能性が高く、シミュレーションでは、詳細な分布状況よりも、2号機 SGTS 配管全体に付着する Cs 量を重視して検討することが妥当ではないかと考える。

- ついで、v) 及びvi) で示されたアイディアについてであるが、検証を伴ったものではないと理解している。その上で、若干の考察をすると、v) については、排気筒の底部付近の狭い範囲に強い汚染が集中していることと整合するかどうかは不明である。また、ベント弁閉鎖時点で排気筒内に存在していた Cs-137 の量を、26TBq 程度と JAEA は推測している。この値自体にはかなりの不確かさがあると認識した上で考察を進めるとしても、実測で得られた約 18TBq の汚染をもたらすためには、このうちの 2/3 以上が（フィルタに至る割合を考えれば実際にはほぼ全量）2号機 SGTS 配管に流入する必要があり、排気筒底部に降りる物を考慮すれば、かなり難しい条件であることも事実である。

以上のことから、今回のシミュレーションでは、観測された配管系の汚染状況を発生させたメカニズムを十分には理解することができなかった。

なお、当時の状況に関する不確か性は小さくないため、十分な議論を行うためには、別添 13-1 の全体について時間経過に沿った状態変化、ベントガスの組成、ベントガス温度など幅広いパラメータについて感度分析の結果が示される必要がある。

(参考)

(別添3) 1/2号機 SGTS 配管系の汚染状況からの抜粋

表1 Cs-137 放射能量の傾向 (測定値)

対象範囲	全体	配管部	フィルタ トレイン
2号機 SGTS 配管系	約 20 TBq	約 18 TBq	約 2 TBq
1号機 SGTS 配管系	約 10 数 TBq	約 0.1 TBq	約 10 数 TBq
配管合流部周辺	約 3.5 TBq	—	—
排気筒底部 (内側)	約 2 TBq	—	—

表2 Cs-137 放射能量の傾向 (JAEA 解析値^{※1})

解析ケース	対象範囲	全体	配管部① ^{※2}	配管部② ^{※3}	フィルタ トレイン ^{※4}
感度計算1 〔グラビティダ ンパの漏洩流 路面積 1号機 1.8% 2号機 3.4%〕	2号機 SGTS 配管系	約 8 TBq	—	約 0.4 TBq	約 7.6 TBq
	1号機 SGTS 配管系	約 14 TBq	約 2.0 TBq	約 0.2 TBq	約 11.8 TBq
	配管合流部周辺	—	—	—	—
	排気筒内	約 26 TBq	—	—	—
感度計算2 〔グラビティダ ンパの漏洩流 路面積 1号機 3.4% 2号機 3.5%〕	2号機 SGTS 配管系	約 8 TBq	—	—	—
	1号機 SGTS 配管系	約 21 TBq	—	—	—
	配管合流部周辺	—	—	—	—
	排気筒内	約 26 TBq	—	—	—

※1 別添3-1 感度計算1及び感度計算2より引用。

※2 「合流部1から合流部2に至る配管内」のCs-137付着量(流入量の約2%)を記載。

※3 「合流部1から1号機送風機に向かうSGTS配管へ流入する量」のCs-137配管付着量(流入量の約2%)
又は「合流部2から2号機送風機に向かうSGTS配管へ流入する量」のCs-137配管付着量(流入量の約5%)
を記載。

※4 「合流部から1号機及び2号機送風機に向かうSGTS配管へ流入する量」から配管付着量を引いて記載。