

伊方発電所第3号機 燃料集合体点検時の落下信号発信について

(概要版)

令和2年3月26日

四国電力株式会社

1. 事象概要

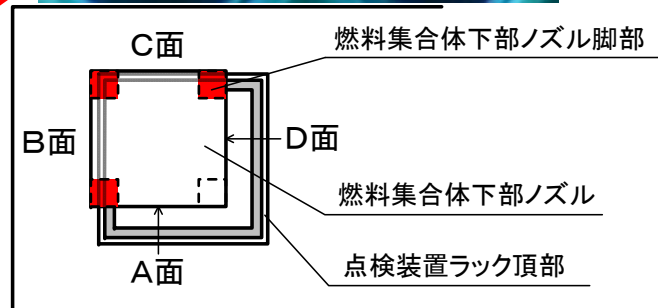
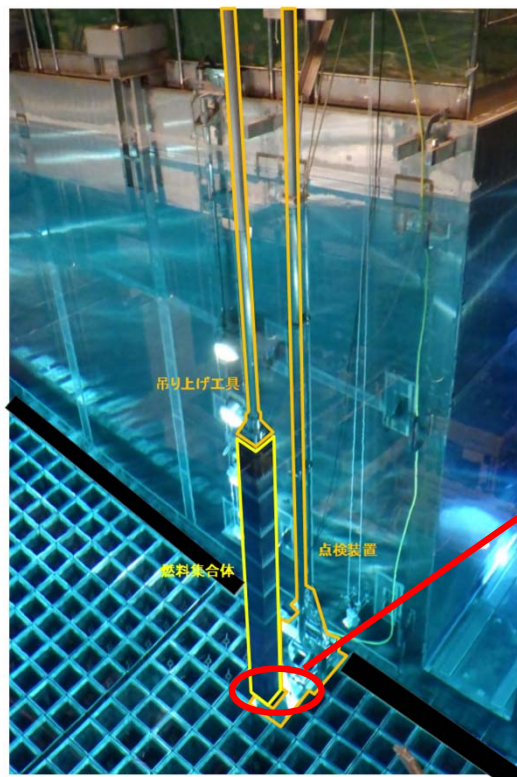
伊方発電所第3号機は第15回定期検査中のところ、3号機使用済燃料ピットにおいて、燃料集合体の点検をするため、燃料集合体を使用済燃料ピット内で移動させていた際、令和2年1月20日14時18分に燃料集合体落下信号が発信した。

状況を確認したところ、燃料集合体を点検装置ラックに挿入する際に、当該ラックの枠に乗り上げたことにより、使用済燃料ピットクレーンの吊り上げ荷重が減少したため、信号が発信したものであり、燃料集合体は落下していないことを確認した。

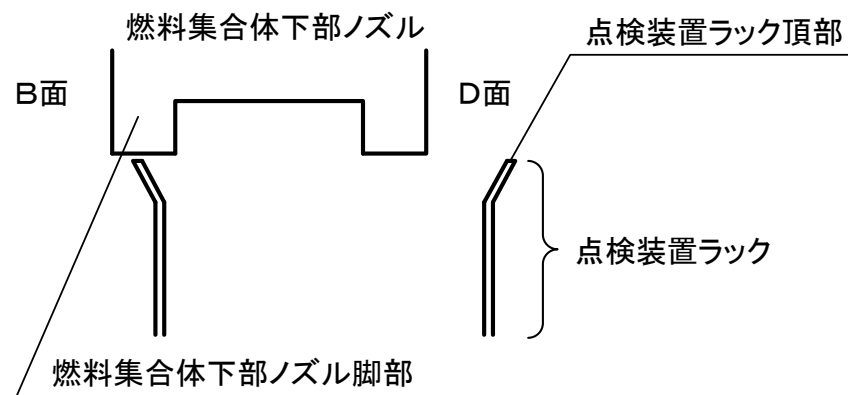
その後、燃料集合体を吊り上げ、同日16時12分、使用済燃料ピット内の所定の保管位置に戻した。

燃料集合体落下信号発信に伴い、設計どおり使用済燃料ピットエリアの排気系統の切り替えが行われたことを確認し、同日16時17分、同信号をリセットした。

なお、本事象によるプラントへの影響および周辺環境への放射能の影響はなかった。



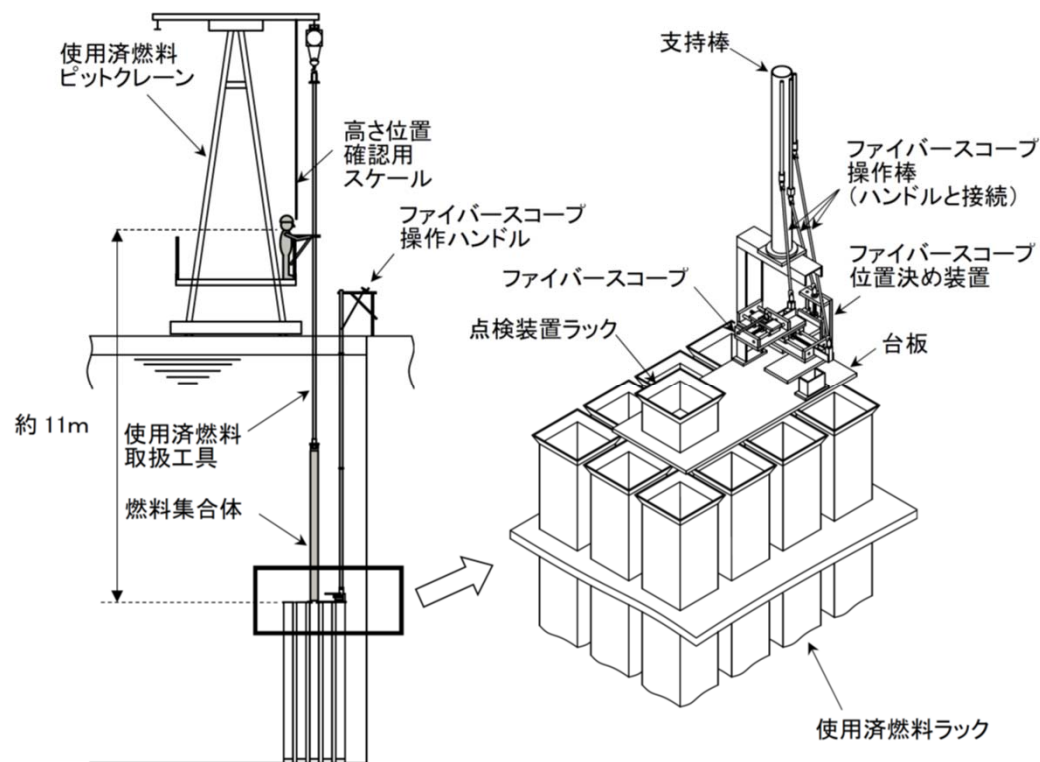
乗り上げ時平面図



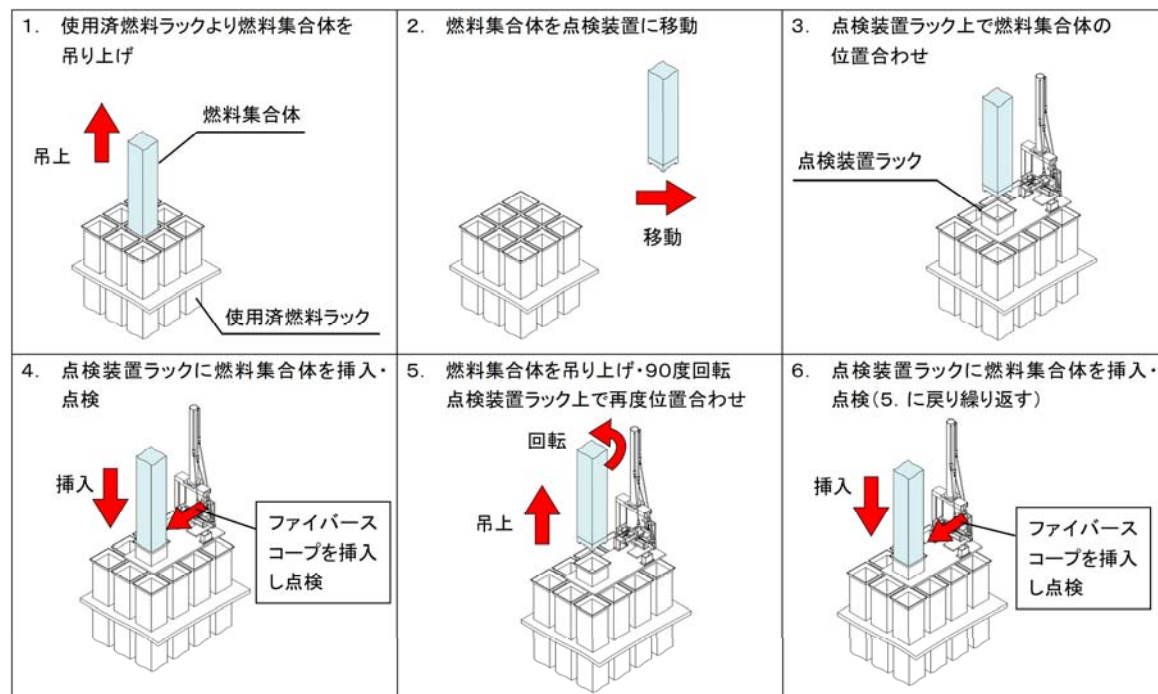
乗り上げ時断面図

2. 燃料集合体点検作業の概要

- 使用済燃料ラック上に設置した点検装置に燃料集合体を挿入し、燃料集合体を吊り下げた状態で燃料棒の間隙にファイバースコープを挿入することにより、燃料集合体内部の点検を行う作業。
- 操作員は、使用済燃料ピットクレーンのブリッジ上から、クレーンの移動、工具の操作により、約11m下に設置された点検装置ラックに燃料集合体を挿入。
- 燃料集合体の4つの面(A面→B面→C面→D面)を確認するため、1面を確認するごとに燃料集合体を使用済燃料ピットクレーンで吊り上げ、90度回転させた後に再挿入を行う。
- 今回の定期検査では5体の燃料集合体の点検を行うこととしており、本事象は4体目で発生。



点検装置概略図

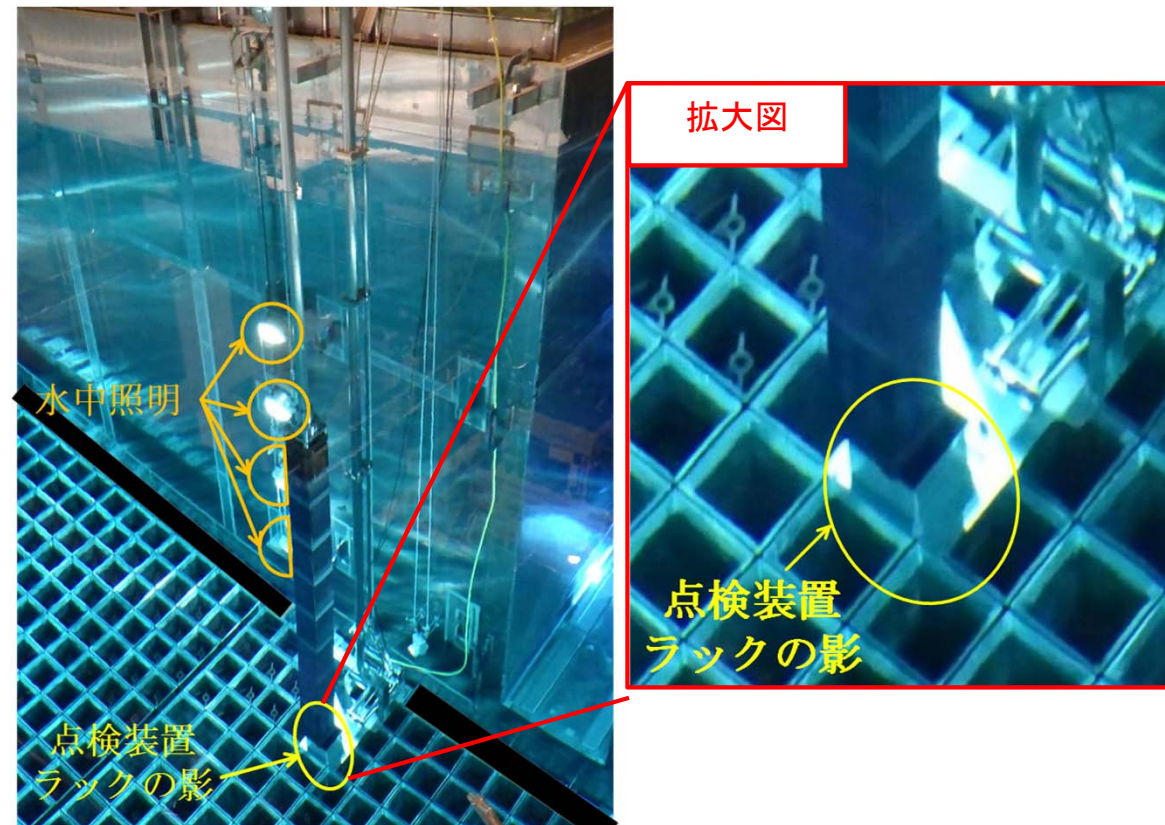
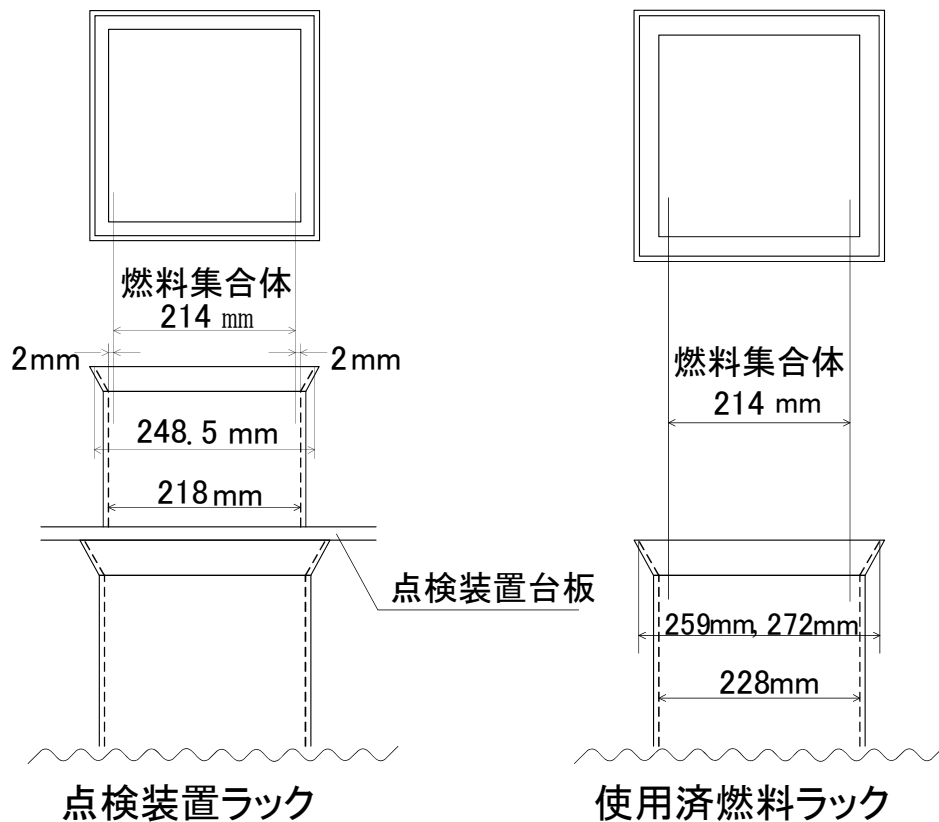


燃料集合体点検作業要領

3. 調査結果(1/4)

(1) 点検装置

- 点検装置ラック開口部の寸法は、使用済燃料ラック(259mmおよび272mm)に対し、248.5mmと小さく設定されている。
- 点検装置ラックの胴部内寸法は、点検中の燃料集合体の揺れや回転を防止するため、燃料集合体の外寸(214mm)に対し、隙間を片側2mmに制限した値(218mm)に設定されている。
- 使用済燃料ピットの常設の水中照明により、点検装置ラックの操作員側に影ができ、点検装置ラック開口部が使用済燃料ラックに比べ、見え難い状況であった。

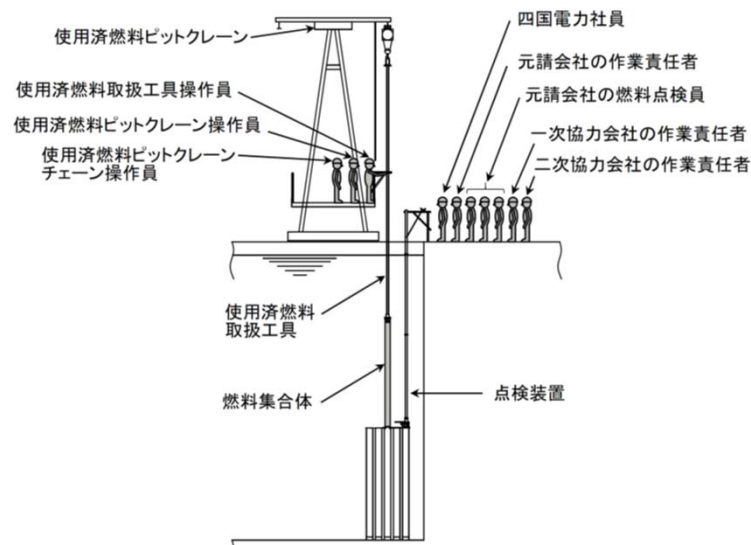


点検装置ラックの視認性

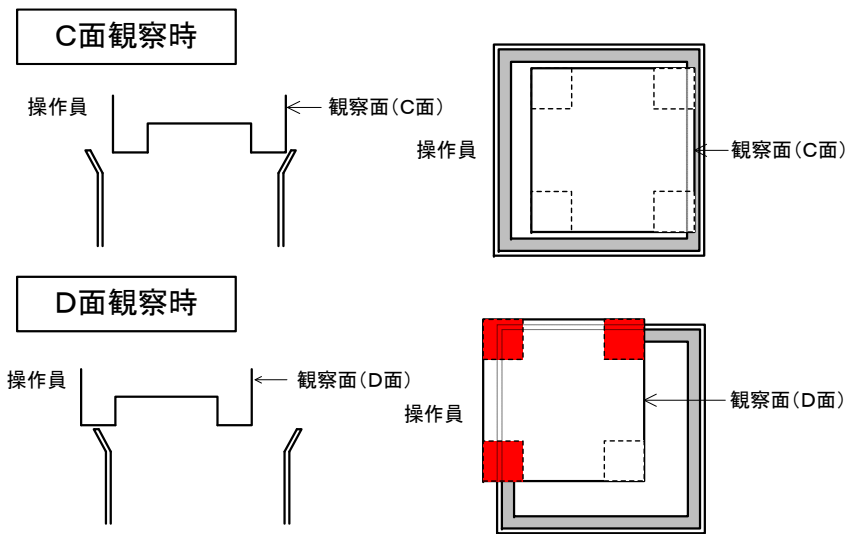
3. 調査結果(2/4)

(2) 作業状況

- 過去に3号機第13回および14回定期検査にて、合わせて2回実施した点検作業であり、作業要領書や作業体制は過去2回と変更はなく、作業員には、燃料取扱作業の経験を有する者を配置していた。
- 本事象発生の直前の作業(当該燃料集合体C面の点検)時、燃料集合体を点検装置ラックに挿入しようとした際に、燃料集合体下部ノズルが点検装置ラック内側と接触し、燃料集合体の下降が自動停止した。使用済燃料ピットクレーンの吊荷荷重は、すぐに接触前の荷重に戻った。その後、燃料集合体を一度吊り上げ、センタリングに問題ないことを再度確認した後、慎重を期すため、インチング操作により燃料集合体を下降し、点検装置ラック内に挿入し、C面の点検を行った。
- その後、D面の点検を行うための燃料集合体の点検ラックへの挿入にあたっては、慎重を期すため、C面点検時同様にインチング操作により燃料集合体を下降させていたが、燃料集合体が点検装置ラックに乗り上げて、燃料集合体落下信号が発信した。使用済燃料ピットクレーンの吊荷荷重は、842kgから167kgに減少していた。
- 点検作業全体を通じて、燃料集合体のセンタリングおよび点検装置ラックへの挿入状況の最終的な確認は、クレーン上で操作している作業員のみが実施しており、ピット脇にて作業全体を監視している作業責任者は直接確認できない状況であった。
- 作業員への聞き取り調査の結果、点検装置ラックの開口寸法が小さいことおよび水中照明で発生する影による点検装置ラックの視認性の問題により、燃料集合体のセンタリングおよび点検装置ラックへの挿入状況の確認が難しいとの意見があった。



燃料集合体の点検における作業員の配員



点検装置ラックへの燃料集合体挿入状況(C、D面)

3. 調査結果(3/4)

(3) 追加調査

点検装置ラックへの燃料集合体乗り上げの背景について、作業員への聞き取り調査の結果、点検装置ラックの開口寸法が小さいことおよび水中照明で発生する影による点検装置ラックの視認性の問題により、燃料集合体のセンタリングおよび点検装置ラックへの挿入状況の確認が難しいとの意見があったことから、これまでの点検作業状況について調査した。

○初回点検作業開始前の状況

当社ならびに元請会社および一次協力会社の関係者は、当該点検装置は燃料取扱装置等の納入実績のあるプラントメーカーが設計した装置であり操作性の観点から十分検討されたものであると思込んでいたことなどから、点検装置ラック開口寸法および視認性が操作のしやすさの観点から十分に配慮されたものではないこと、また、本作業が難度の高い作業であることに気づかなかった。

○これまでの点検作業実施時の状況

過去2回実施した点検作業では、操作自体は問題なく実施できていたことから、当社ならびに元請会社および一次協力会社の関係者は、本作業が難度が高い操作であることに気づかず、操作員への問いかけや、点検装置改善の検討、要領書への荷重急変減少警報発信時の具体的な操作手順の追記等の対応をこななかった。

○本事象発生直前の状況

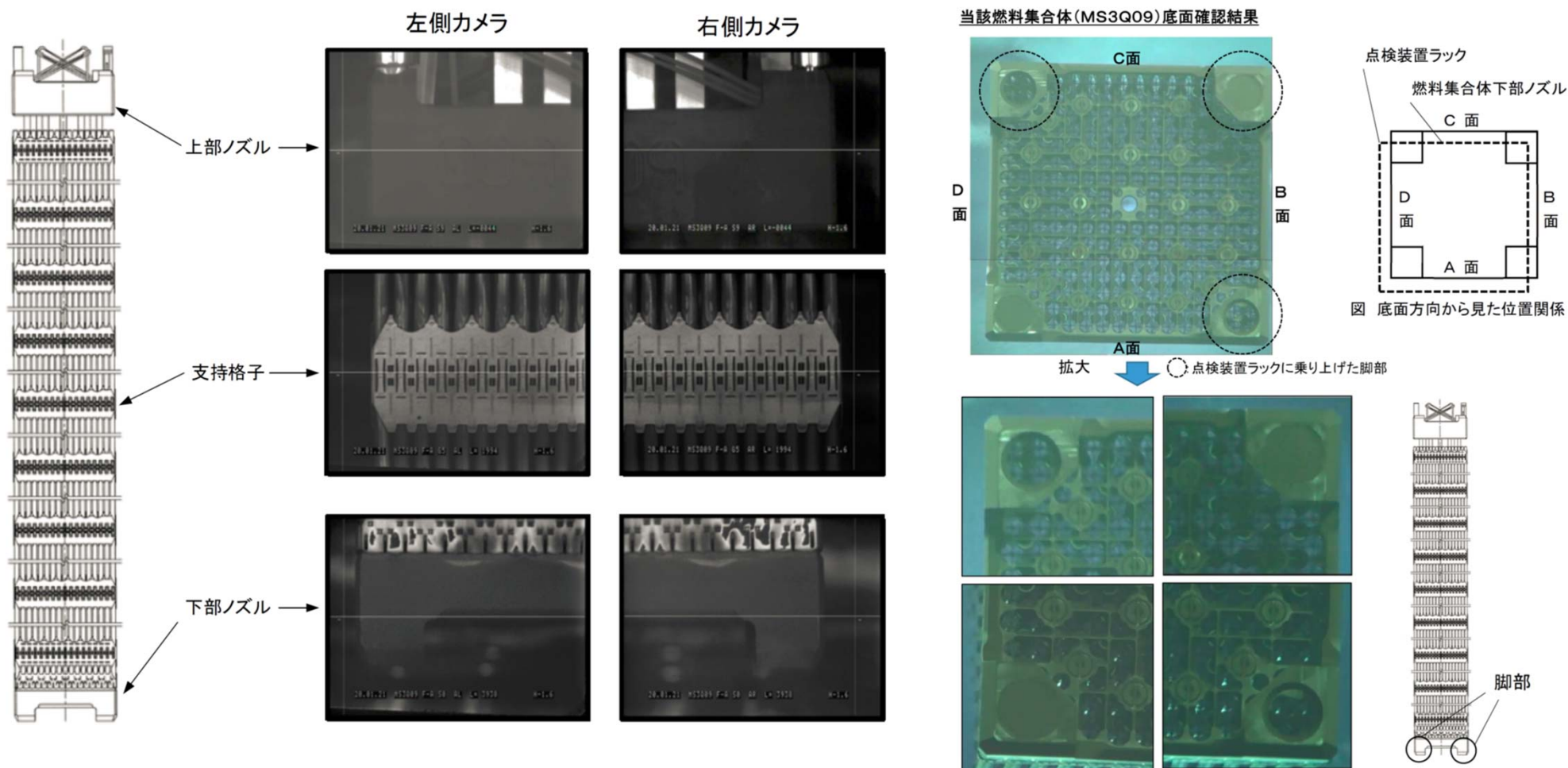
本事象発生直前のC面観察時に荷重急変減少警報が発信したが、荷重急変減少警報自体は通常の使用済燃料ラックへの燃料挿入時にも発信しうるものであることから、C面観察時の警報発信時に、当社社員ならびに元請会社および一次協力会社の作業責任者は、本作業が操作員にとって難度が高い作業であるとは思わなかつた。

また、通常の使用済燃料ラックへの燃料挿入時であれば、荷重変動が発生しても、特段の問題なくその後の対応作業を実施できていたことから、当社社員ならびに元請会社、一次協力会社および二次協力会社の作業責任者が注意喚起をするなどの積極的な対応をとらなかつた。

3. 調査結果(4/4)

(4) 燃料集合体の健全性

- 燃料集合体の側面および底面について、外観確認を実施し有意な傷、変形等がないことを確認した。
- 点検装置ラックに乗り上げた燃料集合体下部ノズル底面については、さらに詳細確認を実施し、有意な傷、変形等がないことを確認した。
- 当該燃料集合体が点検装置ラックに乗り上げた際に当該燃料集合体に作用した荷重を評価し、燃料集合体の設計において健全性が確認されている荷重に十分な余裕があることを確認した。



4. 推定原因

(1) 点検装置ラックの開口寸法

点検装置ラック開口寸法が使用済燃料ラックの開口寸法よりも小さいため、使用済燃料ラックへの燃料集合体挿入作業に比べて難度が高い作業となっていた。

(2) 点検装置ラックの視認性

使用済燃料ピット内に設置されている常設の水中照明によって点検装置ラックにできる影により、点検装置ラック開口部の視認性が低下しており、点検装置ラックへの挿入状況の確認作業は使用済燃料ラックへの燃料集合体挿入作業に比べて難しい状況となっていた。

(3) センタリングおよび点検装置ラックへの挿入状況の確認

燃料集合体のセンタリングおよび点検装置ラックへの挿入状況の確認作業は難度の高い作業であったが、これらの確認は操作員のみで実施しており、作業責任者による確認が行われていなかった。

(4) 荷重変動発生時の対応

C面観察時に荷重変動が発生した際、続く作業を確実に進めるため、一度作業の手を止め、当社社員および作業責任者を含めた作業員全員で次の対応についての認識を共有し合うなど、通常の燃料取扱作業時とは異なる対応が必要であったが、実施できていなかった。

(5) 点検作業に係るリスク低減対応未実施

点検装置ラックの開口寸法および視認性の問題により、点検装置ラックへの燃料集合体の挿入は使用済燃料ラックへの挿入に比べて難度が高い状況となっていたが、関係者はその状況に気づくことができず、操作員への問いかけや、点検装置改善の検討、要領書への荷重急変減少警報発信時の具体的な操作手順の追記等の対応をしてこなかった。

5. 対策

(1) 点検装置ラック開口寸法を拡大して、使用済燃料ラックと同等の開口寸法とする。

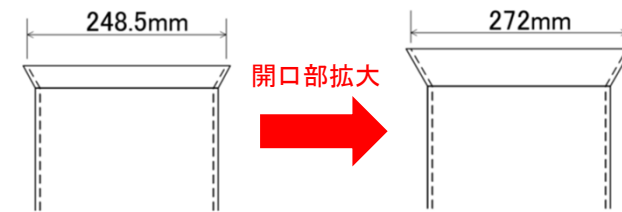
(2) 本点検作業時には、燃料集合体のセンタリングおよび点検装置ラックへの挿入状況を作業員が確認するための水中テレビカメラを設置するとともに、作業中の視認性向上を図るため、点検装置ラックを照らす水中照明を設置する。

(3) 燃料集合体のセンタリングおよび点検装置ラックへの挿入状況については、操作員に加えて、元請会社の作業責任者が、水中テレビカメラの映像によるダブルチェックを行うこととし、作業要領書に記載する。

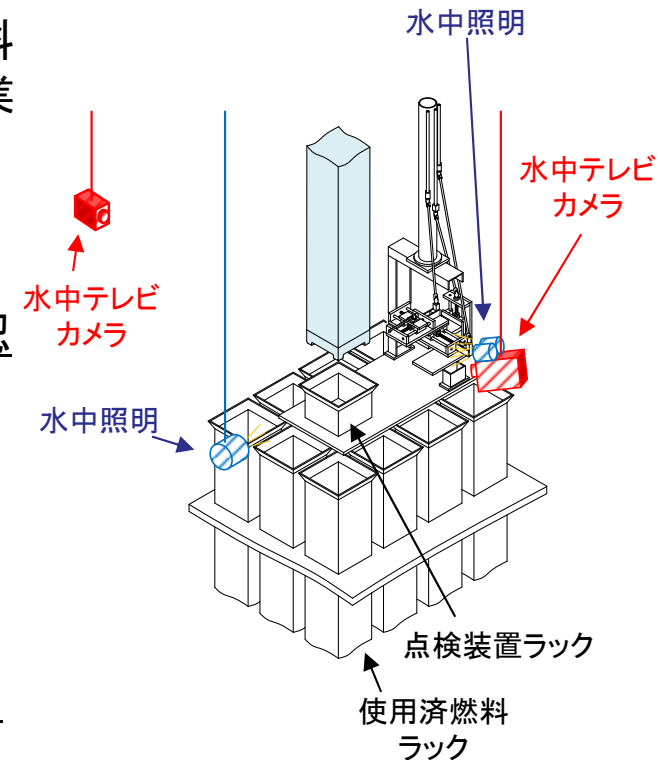
(4) 作業要領書に荷重急変減少警報発信時の操作手順を追記するとともに燃料集合体を点検装置ラックに挿入する際の注意事項を以下のとおり追記し、作業開始前の読み合わせにおいて作業員全体に周知する。

- 荷重急変減少警報が発信した場合は、作業を中断する。当社社員ならびに元請会社、一次協力会社および二次協力会社の作業責任者、操作員は、次に実施する操作手順や追加措置の必要性等について、共に確認・認識共有を行ったうえで、作業を再開する。
- 燃料集合体が点検装置ラックへ乗り上げた場合には燃料集合体の落下を示す信号が発信する可能性があることに留意して作業する。

(5) 本点検作業以外の燃料集合体を取り扱う作業のうち、本事象と同様に難度が高く、接触や干渉等の可能性がある作業について、作業員への聞き取り等により、作業要領書の作業手順が適切であることや、記載漏れがないこと等を確認した。また、今後、作業の難度を考慮し、作業員への聞き取り等に基づき適切な作業手順・作業環境にすることが作業要領書に反映されるよう、社内文書へ反映し、改正内容を関係者に周知する。



点検装置ラック開口寸法の拡大



点検装置ラックの視認性向上