

東京電力株式会社福島第一原子力発電所の事故に係る保安調査について

1. 調査概要

目的：「東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故の技術的知見に関する意見聴取会」での冷却系に関する検討に資する情報を収集するため、特に早期に炉心損傷に至った1号機について、地震及び津波発生を受けた中央制御室等での対応状況について確認するため、当時1号機の対応にあたった東電職員にヒアリングする。

実施日及び場所：11月20日（日）、福島第一原子力発電所

2. 調査結果

以下に示すとおり、(1) 及び (2) における各質問に対し回答を得た。

(1) 津波襲来前

10月21日に東京電力より提出された「東北地方太平洋沖地震に伴う福島第一原子力発電所1号機における事故時運転操作手順書の適用状況について」（以下「手順書適用状況報告書」という。）においては、3月11日の東北地方太平洋沖地震が発生した直後は、地震加速度大トリップによる原子炉の自動停止と、主蒸気隔離弁（MSIV）が全閉したことを踏まえて、対象となる事故時運転操作手順書としては、事象ベースの「I原子炉編 第1章 原子炉スクラム事故（B）主蒸気隔離弁閉の場合」（以下「手順書1」という。）を挙げて、「冷やす機能」としては、原子炉水位の確認と原子炉圧力の制御を行うものとしている。

当該手順書においては、原子炉圧力調整として、当直長に対する「SRVによる原子炉圧力制御指示」に対応して、操作員（A）は「原子炉圧力上昇時は、SRVを順次「手動開」又は非常用復水器使用により、原子炉圧力「7.06MPa」～「6.27MPa」に維持実施、報告」することとしている。

一方、9月9日に東京電力より提出された「福島第一原子力発電所 東北地方太平洋沖地震に伴う原子炉施設への影響について」（以下「事故報告書」という。）では、非常用復水器（IC）が原子炉圧力高で自動起動し、その後、操作手順書で定める原子炉冷却材温度低下率 $5.5^{\circ}\text{C}/\text{h}$ を遵守できないと判断し、戻り配管隔離弁MO-3A及びMO-3Bを「閉」操作したうえで、A系1系列で圧力調整することとして手動操作を繰り返したものとしている。

1-① 手順書1においては当該箇所に「原子炉冷却材温度低下率 $5.5^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 」との記載はないが、IC両システムの停止操作を行うにあたり、どの手順書のどの箇所で定められている事項が念頭にあったのか。

【回答】

保安規定（第37条）及び「事故時運転操作手順書（事象ベース）」の減圧操作の箇所に「原子炉冷却材温度変化率 $5.5^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 以下」と記載されていることが念頭にあった。また、原子炉圧力を6～7MPaに調整することも念頭にあった。

なお、「原子炉冷却材温度変化率 $5.5^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 以下」の運転上の制限は、今までの繰り返しの運転操作の訓練を通して、体に染みついている。

1-② 手順書1における原子炉圧力の維持範囲は下限値が「6.27MPa」となっているが、MO-3A及びMO-3Bを「閉」操作するまでに原子炉圧力が約4.6MPaまで低下しており、その間、原子炉圧力の把握状況を含め、どのような認識でいたか。

【回答】

外部電源が失われていたものの、非常用ディーゼル発電機が起動しており、通常のスクラム対応（手順書 1 の操作）により、事象を収束出来ると考えていた。

地震によりしばらく立ってられない状況であったが、スクラムによる制御棒の全挿入は確認できたため、地震の揺れが収まった段階で全体的な確認を行った。その中で、I C の弁が開いていること、原子炉圧力が低下していたことを確認し、原子炉冷却材温度変化率 $5.5^{\circ}\text{C}/\text{h}$ が守れないため、一旦 I C を停止するため A 系、B 系の弁を閉めた。

1-③ 手順書 1 における原子炉圧力の維持範囲に合わせるように、MO-3 A の開閉操作を手動で実施したとのことであるが、当直長からはどのような操作指示をし、操作員はどのように調整作業を行ったか。1 系統（A 系）のみでの運転など、調整作業は通常の手順として整備されていたものか。

【回答】

I C を一旦停止した後、I C により原子炉圧力の調整を行うとの判断をし、原子炉圧力を $6\sim 7\text{MPa}$ 程度に制御するよう、A 系でコントロールした。追いつかなければ B 系も使うことを考えていた。

手順書上は、1 系統のみの運転について詳細な規定はなく、実際の操作は状況に応じて対応することとなっており、訓練により習得している。

1-④ I C の操作に関連して、I C の動作状況確認は行ったか。行った場合には、その時期、場所、内容はどのようなものか。

【回答】

地震後に I C が自動起動したことを中央制御室のパネルにて、3 A、3 B のランプ表示に赤ランプが点灯し全開になっていることを確認した。また、他の弁のランプ表示も赤ランプが点灯し全開になっていることを確認した。ランプ表示と原子炉圧力の確認で I C の状態を把握した。なお、中央制御室でも蒸気発生音は確認できた。

1-⑤ I C の操作以外に S / P 冷却が手順書 1 に規定されており、事故報告書においても実際に格納容器冷却系 (C C S) を手動起動し、トーラス水冷却モードで S / C 冷却を開始したとしている。しかし、この手順は手順書適用状況報告書にも記載があるとおり主蒸気逃がし安全弁 (S R V) の手動開閉による圧力抑制室 (S / C) 水温上昇に備えたものと考えられ、S R V 操作ではなく、I C 操作で原子炉圧力を調整している状況において、どのような認識で操作を行ったのか。

【回答】

I C で原子炉圧力制御を行っていたが、この先事象がどのように進展するかわからないため、S R V による原子炉圧力制御や高圧注水系 (H P C I) による原子炉注水を行った場合に S / C 水温が上昇することから、それに備え、事前にその排気先となる S / C 水の冷却を開始していた。

1-⑥ 津波襲来までの間は、比較的混乱なく対応できていたものと考えられるが、原子炉の状態確認としては一通りの確認ができていたか。I C の B 系統、高圧注水系 (H P C I) については、どのような状況にあったか。

【回答】

中央制御室では、津波襲来までの間で、監視パラメータは確認できおり、原子炉は特に異常はなかった。またECCSも使用できる状態にあった。そのため、通常のスラム対応（手順書1の操作）により収束に持って行けると思っていた。

ICのB系も、特に異常はなかった。

HPCIは特に異常はなく待機状態にあり、原子炉水位が低下してきたときに起動させることとしていた。

1-⑦ 津波に関する情報（大津波警報の発令、到達予想時刻、予想高さ等）は把握していたか。把握した情報に対して何か対応を考えていたか。

【回答】

大津波警報が発令されたとの電話連絡を受けたことは覚えているが、到達予想時刻や予想高さは覚えていない。ただし、影響が出るような津波が来るとの認識はしていなかったと記憶している。

地震の揺れが収まった後、「大規模な地震が発生しました。津波がくる可能性があるので、屋外にいる方、作業員は全て退避して下さい」と何回かページングした。

1-⑧ 原子炉圧力の調整においてSRVの手動操作は行ったのか。

【回答】

中央制御室のパネルで「閉」緑ランプが点灯していることを確認しており、SRVの手動操作は行っていない。

1-⑨ 手順書適用状況報告書においては、手順書をチェックしたエビデンスがないとしているが、津波襲来までの間、手順書1もしくはその他の手順書を確認することはしていないか。

【回答】

記録は残していないものの、地震発生直後の対応は迅速な対応を優先するため訓練で習得した対応を実施し、その後、各対応について手順書1で確認した。

1-⑩ 原子炉の状態確認やI C操作等の内容を緊急時対策所へ逐次連絡していたか。また、緊急時対策所へ連絡すべき内容としてはどのように規定されていたか。

【回答】

逐一、中央制御室にあるホットラインを通じて連絡していたが、具体的な内容は覚えていない。

「緊急時対策所へ連絡すべき内容」としては、事故時運転操作手順書に、「緊急時組織が発足した場合は、緊急時組織と緊密な連絡をとり、必要な措置を行う」と規定されている。なお、異常又は事故が発生した場合は、異常や事故の状況、機器の動作状況等の把握に努めると共に、原因除去、拡大防止に必要な応急処置を講じ報告することが、事故時運転操作手順書の一般事項として規定されている。

(2) 津波襲来後

手順書適用状況報告書においては、3月11日の東北地方太平洋沖地震に伴う津波が襲来した以降は、全交流電源喪失したことを踏まえて、対象とな

る事故時運転操作手順書としては、事象ベースの「Ⅱタービン・電気編 第12章 外部系統事故 12-4 全交流電源喪失」（以下「手順書2」という。）を挙げたうえで、手順書で規定しているHPCIでの原子炉水位確保とICでの原子炉圧力調整が、直流電源盤の被水による影響で実施できなかったとしている。さらに原子炉への注水に全て失敗した場合及びPCVの除熱に失敗した場合の対応として、シビアアクシデント対応の「2. AM設備操作手順書（2-2 消火系（FP）」（以下「手順書3」という。）及び「2. AM設備操作手順書（2-3 不活性ガス系（耐圧強化ベント）」を参考として操作を行ったものとしている。

2-① 手順書2の操作のポイントにおいて、「不用意な運転操作によってICの運転継続を損なわせてはならない」とされているが、津波襲来前には大津波警報発令等を受けて、手順書2の適用について念頭にあったか。

【回答】

外部電源が失われていたものの、非常用ディーゼル発電機が起動しており、通常のスラム対応（手順書1の操作）により、事象を収束出来ると考えていたため、津波襲来前は、手順書1（事故時運転操作手順書 事象ベースの「Ⅰ原子炉編 第1章 原子炉スラム事故（B）主蒸気隔離弁閉の場合」）で対応していた。

なお、影響が出るような津波が来るとの認識はしていなかったと記憶している。

2-② 事故報告書では、「ICは弁開閉表示が確認できない状態であり、また、HPCIは制御盤の表示灯が消灯していたことから起動不能と判断した」としているが、状態確認や開閉操作は現場でできなかったのか。ICにつ

いては津波襲来前にMO-3Aの閉操作を実施していたが、どういう状況と考えていたか。どの段階で手順書2が使用できず、手順書3に対応することとしたか。

【回答】

ICについては、津波襲来までは、MO-3Aの開閉操作により原子炉圧力制御を行っていたが、津波襲来後、中央制御室のランプ表示が次々に消える中で、ICの弁開閉表示も確認出来ない状態となり、機能しているかどうかわからなくなった。

HPCIについては、制御電源である直流電源を喪失したために、起動不能と判断した。

原子炉建屋やタービン建屋などの現場では何が起きているかわからなかったため、まずは中央制御室での状況確認を進めた。その後、ICについては胴側の水位を確認するために現場に向かったが、線量が上昇していたことから確認出来なかった。

電源が喪失しほとんどの注水系が使えない状況であり、早急な原子炉への注水を行うため、使えるものを探し、FP系による原子炉への注水ライン構成を進めた。手順書3（「2. AM設備操作手順書（2-2 消火系（FP）」））で対応することとしたタイミングは覚えていない。

2-③ IC及びHPCIの状態について、緊急時対策所へはどのように連絡していたか。また、緊急時対策所へ連絡すべき内容としてはどのように規定されていたか。

【回答】

逐一、中央制御室にあるホットラインを通じて連絡していたが、具体的

な内容は覚えていない。

2-④ 事故報告書に記載のとおり、15時50分頃に原子炉水位が不明となった後、一時「原子炉水位計が復旧し、原子炉水位が確認できた」としているが、その時確認された水位と状況認識はどうだったか。

【回答】

水位が確認できたことは覚えているが、具体的な水位やその時の状況は覚えていない。

2-⑤ 事故報告書では、原子炉への注水を確保するため、ディーゼル駆動消火ポンプ（D/D-FP）を17時30分に起動し、現場でのライン構成を行ったとしているが、当時の通報連絡においては、ICの胴側への注水として21時19分にライン構成、21時35分に注水していたものとしている。

実際の作業として、ICに対しては弁操作等の現場作業を含めて何を実施していたか。IC胴側水位の確認はできたか。

【回答】

原子炉への注水としてD/D-FPを使うべくライン構成を進めていた。ICについては、IC胴側の水位の確認を行おうとしたが、線量が上昇していたことから確認できなかった。また、原子炉への注水ラインの構成作業を優先して行っていたが、IC胴側への注水に必要な弁の操作場所を確認し胴側の注水にも対応できるようにしていた。

2-⑥ ホワイトボードに記載があった「17° 19' イソコン」は何を記載したものか。また「17° 50' IC組撤収 放射線モニタ指示上昇のため

300cpm 外側エアロック入ったところでOS」は何をするために現場に行ったものか。また「300cpm」とはどこでの計測値で線量率としてはどうか。「OS」とはサーベイメータがオーバースケールしたということか。その際のレンジはどうだったか。

【回答】

「17° 19' イソコン」は、ICの胴側水位計を確認に行くことを書いたと思うが、正確に記憶していない。

「17° 50'」は、ICの胴側水位計を確認するために、現場に向かったところ、原子炉建屋の二重扉を一つ入ったところで放射線モニタの指示値がオーバースケールしたことを記載したもの。放射線モニタの計測レンジはわからない。線量率についても、線量計を持っていなかったのかわからない。

2-⑦ ホワイトボードに記載があった「廊下側からシューシュー音有」とは何を記載したものか。どこの廊下のことか。また、音の発生源として何を考えたか。ICやHPCIの蒸気配管からの漏えいが考えられるものであったか。

【回答】

タービン建屋1階の原子炉側の通路（通称「松の廊下」）でシューシューという音を聞いたが、何の音かはわからない。

2-⑧ 事故報告書によると、一時的にA系のICで弁開閉表示が復活し、供給配管隔離弁MO-2A及び戻り配管隔離弁MO-3Aが「閉」を示していたため、18時18分に開操作を実施し、ICベント管から蒸気が発生していることを確認したとのことであるが、確認はどこでどのようにして行

ったのか。また、その内容は中央制御室にどのようにして連絡したのか。

【回答】

開操作後に運転員が中央制御室から出て、原子炉建屋越しに蒸気が発生している様子とその発生音により確認した。

2-⑨ 事故報告書によると、18時25分にMO-3Aを閉操作したとのことであるが、なぜ閉操作を行ったのか。蒸気の発生が確認できなくなったためと聞いているが、その場合になぜ閉操作を行う必要があったのか。

【回答】

蒸気が発生していないことを確認したので、ICが機能していないと考えられた。蒸気発生がなくなった原因としては、格納容器内の隔離弁が隔離信号により閉止している可能性もあったが、一方でICの胴側の水がなくなっている可能性も考えられた。胴側への給水配管を構成していなかったこともあり、MO-3Aを開けたままだと冷却管が破損し原子炉蒸気が建屋外に放出するおそれもあったことから、閉操作を行った。

2-⑩ 事故報告書によると、21時30分にMO-3Aを開操作したとのことであるが、なぜ開操作を行ったのか。また、その際、ICベント管から蒸気が発生していることを確認したとのことであるが、確認はどこでどのようにして行ったのか。また、その内容は中央制御室にどのようにして連絡したのか。

【回答】

原子炉への代替注水ラインの構成が整い、他に中央制御室で対応可能な

操作を確認していたところ、MO-3Aの閉状態表示灯が消えかかっていた。

ICの技術資料により、胴側への補給水がない状態で十時間程度運転可能であることを確認し、これまでの運転状況から胴側には水があると考えた。直流電源が切れるとICが操作できなくなるおそれがあったこと、D/D-FPが起動できたのでIC胴側への給水も可能になったこと踏まえ、ICが動作することを期待して開操作した。

開操作後に運転員が中央制御室から出て、原子炉建屋越しに蒸気が発生している様子とその発生音により確認した。

2-⑪ これらのICの操作・確認内容を緊急時対策所へ逐次連絡していたか。
また、緊急時対策所へ連絡すべき内容としてはどのように規定されていたか。

【回答】

逐一、中央制御室にあるホットラインを通じて連絡していたと思うが、具体的な内容は覚えていない。

以上