

【7】 非常用復水器（IC）の対応について

[報告書本編 10. 1 (1) ③ 非常用復水器に関する考察]

非常用復水器（IC：アイソレーションコンデンサー）とは、原子炉の圧力が上昇した場合に、原子炉の蒸気を導いて水に戻し、炉内の圧力を下げるための装置であり、福島第一原子力発電所では、1号機のみを設置されていたものである。

さて、平成23年3月11日、地震発生直後、ICが自動起動したが、その後の操作については運転員の操作ミスとの指摘や東電本店、発電所の緊急対策本部のICの動作状況の把握が不十分との指摘を受けている。全交流電源喪失が複数号機に及び、福島第一原子力発電所では、同時並行的に対処しなければならない厳しい状況の中、IC操作をどのように実施したのか。その対応経緯、状況把握について、今後更なる調査を進める予定であるが、現時点で判明している事項について、以下に記載する。

【対応経緯】

- 3月11日14時52分頃、IC2系統が「原子炉圧力高（7.13MPa [gage]）」により自動起動し、原子炉の減圧・冷却を開始するとともに原子炉圧力が下降を開始した。
- 15時03分頃、IC起動に伴う原子炉圧力の低下が速く、操作手順書で定める原子炉冷却材温度変化率 $5.5^{\circ}\text{C}/\text{h}$ を遵守できないと判断し、ICの戻り配管隔離弁（MO-3A、3B）を一旦「全閉」とした。
他の弁は開状態で、通常の待機状態とした。その後、原子炉圧力を6～7MPa程度に制御するためには、ICは1系列で十分と判断、A系にて制御することとし、戻り配管隔離弁（MO-3A）を開閉することにより、原子炉圧力制御を開始している。
- 以上のような停止操作を操作ミスと指摘する声があるが、運転員は手順書に記載された対応をしている。
- 15時37分頃、1号機は全ての交流電源を喪失。また、直流電源も喪失した。このため、中央制御室の照明の他、監視計器や各種表示ランプも消灯し、ICは弁開閉表示の確認や操作ができない状態となった。
- 16時40分頃から17時頃にかけて、それまで見えなかった原子炉水位（広帯域）が一時的に確認できるようになり、津波来襲前の水位より低下していることを確認した。（TAF（有効燃料頂部）+250cm相当）
- 17時19分にICを含め、現場の状況確認のため運転員が現場へ向かった。中央制御室からICに関する確認が出来ないため、ICの設置されている現場にあるICの冷却水である胴側の水の水位計レベルなどを確認に向かう途中で、現

場(原子炉建屋入口)の線量レベルが通常より高く、通常装備であったことから、一旦中央操作室へ引き返した。(17時50分頃)

- 津波の影響で直流電源が一時的に不安定な状態にあったのか、その後、一部の直流電源が復活し、I C (A系)の供給配管隔離弁MO-2A、戻り配管隔離弁MO-3Aの「閉」を示す緑ランプが点灯(直流)していることを運転員が発見した。通常、開であるI Cの供給配管隔離弁(MO-2A)が閉となっていたことから、「I Cの配管破断」を検出するための直流電源が失われたことに伴い、安全側への動作として、「I Cの配管破断」信号が発信され、I Cの全ての隔離弁が閉動作したことが考えられたが、運転員は格納容器の内側隔離弁(MO-1A、4A)が開いていることを期待し、18時18分、I Cの戻り配管隔離弁(MO-3A)、供給配管隔離弁(MO-2A)の開操作を実施したところ、状態表示灯が閉から開となった。
- 運転員は、電源がなく監視計器が作動していないため、I Cが動作していることを確認する手段がなかったことから、開操作後にI Cベント管から蒸気が発生したこと(原子炉の蒸気を冷却したクリーンな水が気化して大気に放出されていること)を、蒸気発生音と原子炉建屋越しに見えた蒸気により確認した。しばらくして蒸気の発生が停止したため、18時25分、I Cの戻り配管隔離弁(MO-3A)を閉とし、I Cを停止した。また、中央制御室で操作可能な対応として、消火系(F P系)による原子炉注水ラインの構成を進めた。
- 予想できない事象が次々と起こる中、運転員は蒸気発生が停止した原因として、格納容器の内側隔離弁(MO-1A、4A)が隔離信号により閉となっていることを考えたが、I Cの冷却水である胴側の水が何らかの原因でなくなっている可能性を懸念した。運転員はI Cが機能していないと考えるとともに、冷却水である胴側への水の補給に必要な配管の構成が出来ていなかったことも考え合わせて、戻り配管隔離弁(MO-3A)を一旦閉操作した。
- 20時50分頃、消火系による原子炉注水ラインの構成が完了し、ディーゼル駆動の消火ポンプを起動した。これにより、I Cへの胴側へ冷却水を補給出来る見通しを得た。その後、運転員がI Cの運転状態を確認したところ、I Cの戻り配管隔離弁(MO-3A)の閉状態表示灯が不安定で、消えかかっていることを確認した。
- 21時19分、今まで見えなかった原子炉水位がT A F (有効燃料頂部) + 200 mmを指示していることが判明した。
- 原子炉水位は燃料より上にあるものの、蒸気駆動の高圧注水系ポンプ(H P C I)の電源が消え起動ができない状況になっており、この時点でI Cは作動が期待できる唯一の高圧系の冷却装置であった。通常であれば、胴側給水がなくてもI Cは10時間程度運転できること、ディーゼル駆動の消火ポンプが起動していることでI C胴側への給水にも対応できるようになったことから、胴側の水の不足の懸念は減ずる一方、I Cが次はいつ操作できるか分からない状況であることも踏まえ、高圧系の冷却装置であるI Cが動作することを期待し、一旦は閉止し

た戻り配管隔離弁（MO-3A）を21時30分頃に再度開操作したところ弁は開動作し、蒸気の発生を蒸気発生音と原子炉建屋越しに見えた蒸気により確認した。なお、蒸気発生については、発電所対策本部発電班も免震重要棟の外に出て、確認している。

【状況把握】

○ICの動作状況に対する本店・発電所対策本部の認識について

- ・ 通常なら緊急時対応情報表示システム（以下、SPDSという）により、本店・発電所対策本部でプラントの状態をタイムリーに把握、監視することができる。しかしながら今回は、津波の影響によりプラントの監視データを喪失したこと等から伝送されず、機能しなかった。
- ・ 通常、発電所内の通信手段として主にPHSを使用していたが、電源を喪失したため使用出来ず、中央制御室と発電所対策本部間の連絡は、中央制御室の固定電話とホットラインのみに限られていた。連絡手段が乏しい中、発電所対策本部では6プラントの対応を同時並行的に行う混乱した状況となっていた。そのような状況下において、16時40分頃から17時頃にかけて原子炉水位が確認できており、燃料より上部にあることが判明した。その情報に基づき原子炉水位がTAF（有効燃料頂部）に到達する時間を予測し、その予測した時間帯に近い18時18分にIC（A系）の一部直流電源が復活し、IC（A系）の供給配管隔離弁MO-2A、戻り配管隔離弁MO-3Aの「閉」を示す緑ランプが確認され、前述したように開操作を実施した。
- ・ 18時25分、前述したように一旦ICの停止操作を実施したが、停止したことについては発電所対策本部に認識されることはなかった。
- ・ その後、再度原子炉水位が確認できなくなるが、18時18分のIC作動でICベント管からICの動作を示す蒸気発生が確認されたとの情報や21時19分に確認された原子炉水位がTAFより若干上にあり、18時18分にICが起動したことと結果として整合したデータが確認されたことから、発電所対策本部では、ICが停止していたとの認識に至ることがなかった。

なお、1号機の炉心損傷の進捗実績や解析結果等から判断して、ICは津波の襲来以降、ほぼその機能を喪失していたと考える。その原因は、津波の影響でICの制御信号を喪失し、これによりICを自動隔離する機能が動作したため原子炉を冷却する機能がほとんど失われたものと考ええる。この時点が、原子炉停止直後の崩壊熱（燃料が発する熱）が大きい時であったために、短時間で原子炉水位が低下し、早く炉心損傷に至ったものと考えている。

丁度このとき、監視計器電源が喪失していたため、ICの状態を含むプラント状態・プラントパラメータの把握ができない状態となっていた。発電所員が車のバッテリーを集め、中央制御室に持ち込み、組み合わせて使用することで原子炉水位などのデータの確認をできるようにし、21時19分以降、一部データを確認できるようになった。

以上