

## 東京電力株式会社福島第一原子力発電所の事故にかかる保安調査結果

平成23年9月16日  
原子力安全・保安院

## 1. 調査概要

目的：福島第一原子力発電所の事故発生時における対応状況について実態を把握するため、同発電所関係者等へのヒアリングを実施

実施時期：平成23年8月

調査対象：同発電所所長ほか

## 2. 調査結果

今回の保安調査により、原子力安全・保安院として把握した福島第一原子力発電所における東京電力(株)による事故発生時の対応状況は以下のとおり。

注)ただし、今後の更なる調査により異なる事実が明らかになる可能性もあり。

## (1) 総論

## ① 体制

原子力災害対策上、参集することとされていた要員(約400名)は確保できていた。今回のような複数プラント同時被災という事態に対し、決められた役割を果たすだけでなく様々な対応を行う必要があった。特に、急務であった電源や計装の復旧については、メーカー等の協力企業の作業員のほとんどが発電所から退避したこともあり、東京電力の職員が中心となり厳しい環境下での復旧作業を行わざるを得なかった。

一方で、プラントから少し離れたところにある重要免震棟が緊急対策本部として重要な役割を果たしたが、スペース確保等の面で滞在する作業員にとって十分な環境とは言えなかった。

## ② 所内の情報伝達

交流電源喪失により、所内の通信手段が極めて限定される状態となった(以下参照)。このため、緊急対策本部では、適時適切なプラント状況の把握とそれを受けた対策の立案に支障を来す状況となった。

例：○電源喪失でプラントパラメータ等の送信元が機能せず、緊急対策本部にこれらのデータを提供する緊急時対応情報表示システム(SPDS)は、非常用電源で使用できたものの、表示データがない状態

○所内PHSは使用不能

○中操と緊急対策本部との通信手段はホットラインと固定電話のみ

### ③手順書・マニュアル

シビアアクシデント対策としては、複数プラント同時対応、長時間の全交流電源喪失は想定していなかった。消防車による原子炉への注水などアクシデントマネジメントの手順書にはない措置を応用動作として実施した。ベントについても、現場で弁を開く作業（手作業で弁操作ハンドルを回したり、ポンペ等をつなぎ込んで圧縮空気を送り込む作業）を臨機の対応として実施した。シビアアクシデント対策の設備は規制要求がないこともあり信頼性について検討が必要。

### ④劣悪な現場

津波による浸水、断続的に発生する余震、停電による暗闇、爆発後の高線量・がれきの散乱といった劣悪な現場環境により、復旧作業が円滑に進まなかった。

#### 【参考】

○福島県での津波の状況：

3月11日 14:49 大津波警報が発令

12日 20:20 津波警報に切替え

(その後、13日 17:58 津波注意報を解除)

○福島県での余震の状況

3月11日 震度6強：1回 (=本震)、震度5強：1回、震度5弱：4回

12日 震度5弱：1回

## (2)各論

### ①電源復旧

高圧での原子炉への注水が可能な設備（特にほう酸水注入系（SLC））を作動させるために電源車を用いた電源復旧に取り組んだ。その概要は以下の通り。

- 津波襲来後、電源盤等の被害状況を確認、電源盤のほとんどが使用不能と判明。また並行して、電源車の手配を多方面に要請。
- 電源車の手配について、11日夜遅くから12日朝までに東北電力、自衛隊、東京電力の電源車が順次到着。
- 協力企業等からケーブルを手配し、12日未明に2号機の電源盤（P/C 2C）への接続作業を開始。その後、作業を進め、同日15時30分頃に、SLCポンプへつなぎ込み、原子炉への注水を開始しようとしていたところ、1号機で爆発（12日15:36）が発生し、ケーブルが損傷、電源車が自動停止した。

### ②消火系を用いた代替注水

- 全交流電源喪失により、非常用復水器（IC）や原子炉隔離時冷却系（RCIC）などを除き、ほとんどの非常時冷却系が使用不能となったことから、11日17時頃から消火系及び消防車を用いた炉心冷却の検討を開始した。

- アクシデントマネジメント上は、ディーゼル駆動消火ポンプを用いた原子炉注水を想定していたが、今回の事故では一部の消火ポンプが使えない状況であったこともあり、応用動作として消防車を用いた注水も準備を開始。
- 発電所には消防車が3台あったが、津波襲来直後に1～4号機側で使用できたのは1台。1台は津波により故障、もう1台は5、6号機側にあり、13日早朝まで1～4号機側に移動させられなかった。
- 消火栓は水が噴き出しているものもあり、水源として使用不能であった。また、濾過水タンク（8000k lが2基あり）も漏水により使用不能であり、水源として各プラントの防火水槽を利用した。ただし、防火水槽の容量は数十k l程度であり、注水できる淡水量としては限りがあった。
- 原子炉を冷却することが優先されていたことから、海水を注入することに躊躇はなかった。

各号機での具体的な取組状況は別紙1の通り。

### ③ベント

- アクシデントマネジメント上は、電源のあることを前提にベント弁の開閉を中操にて操作するものとなっていたが、今回の事故では、ベント弁を開くには、現場に作業員が入り、手動で弁操作ハンドルを回す、小型発電機を接続し励磁させる、ポンペ等により圧縮空気を送り込む、といった作業が必要であった。
- 空気圧が必要なベント弁の開操作については、ポンペを取り替えて開操作を実施しても、しばらくすると弁が閉止してしまうことが繰り返され、開状態を維持することは困難であった。

各号機での具体的な取組状況は別紙2の通り。

### ④1号機の非常用復水器（IC）の操作

- 津波襲来時（15:30頃）、ICはA系、B系両方とも隔離弁の開閉状態は不明となった。その後、18時頃に原子炉格納容器（PCV）外側にあるA系の隔離弁のみ中操で「閉」ランプの点灯が確認できたので、バッテリーが復活してICの操作が可能になったと判断し18:18に開操作を行い、蒸気発生を確認。
- しかし、その後すぐに蒸気の発生が確認できなくなったことから、18:25に閉操作を行い、更に、21:30には再びICの開操作を行った。
- 発電所内の緊急対策本部では、原子炉水位がTAFよりも上にあることなどの情報が入っていたこともあり、ICは津波襲来後、動作を継続していると認識していた。

（ただし、9月9日に東京電力(株)が経済産業省に提出した事故報告によると、

同社が実施した I C に関する回路調査を踏まえると、P C V 内側にある隔離弁の開閉状態が不明であることから、I C がどの程度機能したのかについては現時点では判断できないとしている。）

#### ⑤水素漏洩対策

- 1号機の爆発前、原子炉建屋の水素爆発の可能性については議論されていなかった。水-ジルコニウム反応により水素が発生することは予想できたが、原子炉格納容器内にとどまるものと考えられていた。
- 1号機の爆発後、他号機の水素対策を検討した。原子炉建屋の天井に穴を開ける、ブローアウトパネルを開けるといった対策が考えられたが、天井に穴を開けるには重機が必要であったが余震が続く中、現実的な対策ではなかった。ブローアウトパネルの開放も高い線量下により原子炉建屋内へのアクセスに制限があったこともあり、実現は困難であった。2号機は、1号機の爆発の影響でブローアウトパネルが開いたと推定。なお、5、6号機は3月18日に天井に穴を開ける作業を実施。

### 3. 今後の取組

- 今回の調査により把握できた内容については、地震や津波による建屋・機器の損傷状況の把握など、保安院として今後取り組む福島第一原子力発電所事故の実態把握の取組に活用する。また、事故調査の一環として保安調査等による取組を継続して行う。
- さらに、今回の調査結果を安全基準や防災対策の見直しなど、現在検討が進められている安全規制の見直しの基礎情報として活用する。

## 1～3号機における消火系代替注水の取組状況

### 【1号機】

- 11日17時頃から代替注水のライン構成の検討を開始。注水手段として考えられていたディーゼル駆動の消火ポンプが動かないことがわかり、発電所の消防車1台を使ってラインを構築し、12日未明から淡水注水を開始した。
- 注水は、当初、防火水槽から水を消防車にくみ上げ、プラント近くに消防車を移動させて送水口に注水するバッチ方式により繰り返して行ったが、その後、消防車を防火水槽の近くに固定して、そこからホースを伸ばして送水口に送水する連続式により効率的に注水。12日15時頃までに防火水槽から淡水注水が終了。即座に海水注入の実施を所長が指示。
- その頃、電源車を用いた電源復旧作業も並行して行われており、15:30頃にホウ酸水注入系（SLC）からの注水を始めようとしていたところ、15:36に1号機で爆発が発生。しばらく退避した後、17:20頃から被害状況調査を行い、電源ケーブルや海水注水のためのホースが破損、使用不可能であることがわかったことから、海水注水ホースを再敷設し、19時頃に海水注入開始。

### 【2号機】

- 11日に原子炉隔離時冷却系（RCIC）の作動状況が不明となり、また、原子炉水位も不明となったことから、消火系による代替注水を1号機と同じ11日17時頃から検討を開始したが、その後、11日深夜から12日未明にかけて原子炉水位、RCICの作動状況が確認できたことから、しばらくは原子炉水位とRCICの作動状況の確認を継続していた。
- その間、RCIC停止に備え、海水注水のための消火系ラインアップの準備がなされたが、14日11時頃の3号機爆発により消防車及びホースが破損し使用不能となった。
- 13時頃から原子炉の水位が下がり始め、RCICが停止したと判断。消防車等の接続作業を進め、14:43にライン構成は完了したが、15時過ぎに地震が発生して1時間程度作業が中断し、16:30頃に消防車を起動し注水準備が完了した。
- 18時頃に原子炉圧力を下げるためにバッテリーをつなぎ主蒸気逃し安全弁（SRV）の開操作に成功したが、圧力抑制室（S/C）の温度が高く減圧に1時間程度を要した。19時頃から消火系による注水を開始しようとしたところ、19:20に燃料切れで消防車が停止していることを確認。燃料を補給し消防車を再起動、20時前に海水注水を開始した。

### 【3号機】

- 13日早朝、5、6号機側にあった消防車を移動させるなど消防車を確保し、防火水槽を水源とした淡水注水の消火系ラインアップを構成。その後、13日9時頃にSRVの開操作し原子炉圧力を低下させ、13日9:25から消火系による淡水注水を開始した。その後、淡水の注水は12:20に終了し、同13:12から海水の注水を開始した。
- 海水は3号機逆洗弁ピットの海水が少なくなってきたことから、同ピットへの水の補給を行いつつ、注水を継続させたが、14日11時頃の原子炉建屋の爆発により、消防車やホースが損傷するとともに、逆洗弁ピットががれきにより使用できない状態となったため、14日夕方から物揚場に消防車を配置し、ホースを引き直して海から直接取水して注水を実施した。

## 1～3号機におけるベントの取組状況

### 【1号機】

- 11日夕方頃から図面を準備してベントラインの検討を開始していたところ、12日0:06に所長からベント準備の指示が出された。
- これを受け、現場での実作業にも取り組んだが、通信手段がないことや、高い空間線量等など劣悪な環境によりベントラインの完成には長時間を要した。例えば、あるベント弁を開けに行った作業員は、途中で線量限度100mSvを超える可能性があったことから、直ちに引き返した。
- その後、12日9:15頃に電動駆動弁(M0弁)の開操作を実施し、14:00頃に空気作動弁(A0弁)を開くため仮設コンプレッサーを設置し、起動。12日14:30頃にドライウェル(D/W)圧力の低下が見られた。

### 【2号機】

- 12日17:30、所長からベント準備の指示が出された。1号機の手順を参考にしてベントに必要な弁操作手順書を作成し、13日11:00頃にはラプチャディスクを除くベントラインが完成。
- しかしながら、14日11時頃の3号機爆発により、ベント弁の1つ(A0大弁)が回路故障により閉じてしまい、開くことができなくなった。爆発に伴う退避指示が解除された後、16時頃からこのA0大弁の開操作を実施したが、空気が十分でなく、開操作できなかった。18:35頃、A0大弁と別のベント弁(A0小弁(S/C側))を開く作業を行ったが、A0大弁は空気圧が足りず開操作できず、A0小弁(S/C側)は21時頃に開操作できたがわずかに開いた程度だった。
- 22:50頃にはD/W圧力が設計圧力(427kPa)を超える一方でS/Cは300～400kPaと安定し、原子炉格納容器内の圧力が均一しない状況が続き、別のA0弁(A0小弁(D/W側))の開操作を行ったが、数分後に同弁が閉であることを確認した。そうした中、15日6時～6時10分頃に大きな衝撃音が発生し、同時期にS/C圧力が0MPa absを示した。

### 【3号機】

- 2号機同様、12日17:30の所長によるベント準備の指示後、1号機のを参考に手順を作成。
- 13日8:41に一旦ベントラインが完成、同日9:20頃D/W圧力が低下した。
- その後、同日11時頃にベント弁の1つ(A0大弁)が空気圧を維持できず閉止、ポンベの取替えやコンプレッサーによる圧縮空気の送り込みなど開操作を繰り返した。
- 14日5時頃から別の弁(A0小弁)の開操作も行ったが、A0大弁と同様、空気圧が維持できず開操作を繰り返した。

