

原子力施設等におけるピックス
(令和元年6月24日～6月30日)

令和元年7月3日
原子力規制庁

○令和元年6月24日～6月30日の間に発生した以下の法令報告事象に該当する事案は、下表のとおり。

- 原子炉等規制法第62条の3又は放射線障害防止法第31条の2に基づく報告事案(発生に係る報告に限る)

発表日	事業者名	事業所名	件名	備考
			該当無し	

○主要な原子力事業者(*)の原子力事業所内で令和元年6月24日～6月30日の間に発生した以下に該当する事案は、下表のとおり。

- 保安規定に定める運転上の制限から逸脱した事案
- 原子炉等規制法第62条の3に基づく報告事項に該当しないが安全確保に関する事案で、事業者がプレス公表したもの

*……原子力発電所を所有する電気事業者、日本原子力研究開発機構及び日本原燃(株)

発表日	事業者名	事業所名	件名	備考
			該当無し	

<参考> 海外の原子力施設におけるピックス

発表日	事業者名	事業所名	件名	備考
6月24日 (現地時間)	韓国水力原子力発電公 司(KHNP)	ハンビット原子力 発電所	ハンビット原子力発電所1号機における原子力安全法違反	NSSCのHPのプレスリリース 資料を和訳中

先月 24 日に NSSC がサイトに掲載したプレスリリース（韓国語）全文の和訳

原安委、ハンビット 1 号機事件特別調査の中間結果を発表

原子力安全委員会（以下「原安委」、委員長オム・ジェシク）と韓国原子力安全技術院（以下「KINS」、院長ソン・ジェヨン）は、2019 年 6 月 24 日（月）午前 10 時に霊光放射能防災センター（全羅南道霊光郡）で 5 月 20 日から実施してきたハンビット 1 号機事件特別調査の中間結果を発表した。

- 原安委と KINS は、5 月 10 日（金）午前韓国水力原子力（株）（以下「韓水原」、社長チョン・ジェフン）からハンビット 1 号機で起動中に補助給水ポンプが作動した事件の報告を受けた後、初期調査で韓水原が手動停止すべきであったにもかかわらず、これに違反した状況を確認し、当日に手動停止するようにしていた。
- その後、KINS の事件調査過程で無資格者が原子炉を運転していた状況が確認されたため、5 月 20 日（月）から特別司法警察を含む特別調査へと拡大・実施されてきた。

現在までの調査の結果、事件の経緯は次のとおりである。

- ハンビット 1 号機主制御室では、5 月 9 日（木）に臨界到達後、制御棒価値試験を行ったところ、14 年間実施してきた方法である動的制御棒価値測定法が失敗したため、他の方法であるホウ素希釈法および制御棒交換法で試験を進めた。
 - ・ 5 月 10 日（金）の試験中に、2 つのグループで構成された制御グループ・バンク（B）でグループ間に 2 ステップ（step）の位置偏差が生じたため、整備部署の者が合流してこれを調整した。
 - ・ その後、試験を再度行うために制御棒を引き抜く過程（0→66 ステップ）で 1 つの制御棒クラスタ（M6）が 12 ステップの偏差がある状態で引き抜かれたため、当時の勤務者らはこれを解決しようと 100 ステップまで一度に引き抜いた。
- そのため、熱出力が 18%まで急上昇して蒸気発生器の水位が高くなり、主給水ポンプ停止信号により補助給水ポンプが自動起動した。
- 主制御室で様々な警報が発報し、運転員らは直ちに制御棒を挿入して安定状態を維持したが、熱出力が制限値（5%）を超えて 18%まで急増したため、運営技術指針書に基づき直ちに原子炉手動停止を行うべきであったが、これを履行しなかった。

特別調査団は、事件当時、制御棒の過度な引き抜き、熱出力急増に伴う燃料の健全性、制御棒駆動装置の安全性、原安法違反等の不備事項について集中的に調査した。その結果は、次のとおりである。

<制御棒の過度な引き抜きの経緯>

- 当時の勤務者らは、制御棒の 12 ステップの位置偏差を解消するために、66 ステップから 100 ステップまで制御棒を過度に引き抜くことにしたが、これは原子炉次長の誤った反応度計算に基づいて判断したものであったことを確認した。
- 原子炉次長は反応度*を-697 pcm で計算したが、事件調査時に計算した値は+390.3 pcm であった。

* 原子炉臨界からずれている程度であり、負の値は未臨界状態で時間の経過と共に中性子の数が減って出力が減少し、正の値は超臨界状態で時間の経過と共に中性子の数が増えて出力が増加する。

<燃料の健全性確認の結果>

- 原子炉冷却材内の燃料損傷時に発生するキセノン (Xe)、クリプトン (Kr)、ヨウ素 (I) 等の放射能レベルの変化を確認した結果、燃料損傷の兆候はないことを確認し、
- 事業者コードと KINS コード (米国 NRC コードと同じ) を活用してシミュレーションを行い評価した結果、主要評価項目である燃料中心線温度と被覆管の変形率のどちらにも十分な余裕度が確保されていることを確認した。
- また、原子炉冷却材の沸騰 (Boiling) により燃料棒表面に気泡が過度に生成され、熱除去能力が大きく減少する基準値からの余裕度*を評価した値は 7.37 で、許容基準値 (1.23 以上**) よりも十分な余裕度があると評価された。

* 核沸騰限界率 (DNBR) : Departure from Nucleate Boiling Ratio

** ハンビット 1 号機に装填された燃料に適用される DNBR 計算式によって定められた値

<制御棒駆動装置の健全性確認の結果>

- 5 月 10 日に実施した制御棒価値試験の初期に発生した制御グループ・バンク B 内の 2 グループ間における 2 ステップの位置偏差は、制御棒操作者の操作が未熟であったためであると確認した。
 - * 制御グループ・バンク B は 2 つのグループで構成されており、制御グループ・バンク B を 1 ステップ引き抜くには制御グループ・バンク B を 2 回連続して操作しなければならないが、当時の作業者は 1 回のみ操作した。
- 2 ステップの偏差を調整した後に制御グループ・バンク B を 100 ステップまで引き抜く過程において、1 つの制御棒クラスタが 12 ステップの偏差がある状態で引き抜かれる前に発生した制御棒クラスタ (M6) の固着は、ラッチの引っかかりまたは汚れによるものと推定している。

※制御棒固着の原因：△ラッチの引っかかり（ラッチの誤作動）、△汚れ（不純物）の堆積、△異物の混入、△経年劣化によるズレ等の可能性

- しかし、制御棒駆動装置が健全であるかどうかさらに確認するため、今後原子炉ヘッドを開いて、制御棒駆動装置の目視点検も行う計画である。

<原安法違反等の不備事項>

- 特別司法警察は、関係者の陳述等により制御棒価値測定試験中に無資格者が原子炉操縦監督免許者の指示・監督なしで原子炉を一部運転した事実を確認した。
- 運営技術指針書によれば、制御棒価値測定試験中に原子炉熱出力が5%を超過した場合、直ちに手動停止をしなければならないが、当時の勤務者らは原子炉熱出力が5%を超過した状況においても原子炉を直ちに停止しなかったことが確認された。
 - ・ 韓水原側は、運営技術指針書上の熱出力が炉外核計測装置の熱出力ではなく、二次側の熱出力値であると主張してきたが、二次側の熱出力値も5%を超えていたことが確認された。
- 原安委特別司法警察は、原安法違反容疑者らを対象に捜査を進め、現在光州地方検察庁が捜査の指揮を執っている。
- また、約13時間にわたり制御棒試験を進め、3つのチームが交代で担当したが、交代時に行うべき重要作業前会議は最初のチームしか行わず、制御棒の位置偏差を調整するには、作業指示書の発行および作業計画書の新規作成により作業前会議を開催しなければならないが、これもまた遵守しない等韓水原自らの手順書にも違反した。
- 原子炉の起動工程*が24時間連続で実行され、交代勤務が可能な運転員でない炉心担当者は25時間連続して勤務していた。
 - * 臨界許可後の初期段階の運転
- 特に、今回の事件は制御棒価値測定法を14年ぶりに変更して実施したにもかかわらず、反応度を計算した原子炉次長は原子炉の起動経験が初めてであり、これを補完する教育訓練も受けていなかったことが確認された。
- さらに、計画された工程期間の遵守が優先視される慣行や、整備期間が延長された場合に発電所の評価が減点される等、経営上の問題がある点も確認された。

今後、原安委は制御棒駆動装置の健全性、安全文化の点検等について追加調査を行うと共に、再発防止策を含む総合結果を発表する計画である。

■原子力安全委員会 2019年6月24日10:00公表

原安委、ハンビット1号機事件特別調査の中間結果を発表

□原子力安全委員会（以下「原安委」、委員長オム・ジェシク）と韓国原子力安全技術院（以下「KINS」、院長ソン・ジェヨン）は、2019年6月24日（月）午前10時霊光放射能防災センター（全羅南道霊光郡）で、5月20日から実施したハンビット1号機事件特別調査の中間結果を発表しました。

○原安委とKINSは、5月10日（金）午前、韓国水力原子力（株）（以下「韓水原」、社長チョン・ジェフン）から、ハンビット1号機で起動中に補助給水ポンプが作動した事件の報告を受けて以降、初期調査で、韓水原が手動停止すべきだったところ、これを違反した状況を確認し、当日、手動停止するよう指示しています。

○以来続いたKINSの事件調査の過程で、無資格者が原子炉を運転したことが確認されたことにより、5月20日（月）から特別司法警察を含む特別調査に拡大し実施してきました。

□現在まで調査した結果、事件の顛末は次のとおりです。

○ハンビット1号機主制御室では、5月9日（木）臨界に達した後、制御棒制御機能テストが実行されたが、14年間行ってきた方法である動的制御棒制御機能測定法が失敗したことにより、他の方法であるホウ素希釈法と制御棒交換法で試験を進めました。

—5月10日（金）試験中、2つのグループで構成され基準制御群（B）からグループ間の2段(step)の位置偏差が発生したことにより、メンテナンス部門の従業員が参加して、これを調整しました。

—以降、試験を再実行するために制御棒を引出す過程（0→66段）で1つの制御棒（M6）が12段の偏差を持って引き出されたことにより、当時の勤務者はこれを解決しようと100段まで一度に引き出すことにして、これを実行したものです。

○これによって、熱出力が18%まで急上昇して蒸気発生器の水位が高くなり、これにより、主給水ポンプ停止信号が発生して、補助給水ポンプが自動起動しました。

○主制御室に様々な警報音が鳴り、運転員はすぐに制御棒を挿入して安定状態を維持した

が、熱出力が制限値（5%）を超え 18%まで急増したため、運営技術指針による即時原子炉手動停止措置を実施しなければならなかったがこれを履行しませんでした。

□特別調査団は、事件当時、制御棒の過度な引き出し経緯、熱出力急増に伴う核燃料の健全性、制御棒駆動装置の安全性、原安法違反などの不備事項について集中的に調査し、結果は次のとおりです。

<制御棒の過度な引き出し経緯>

○当時の勤務者は、制御棒の 12 段の位置偏差を解消するために、66 段から 100 段まで制御棒を過度に引き出すことにしたが、これは原子炉次長の誤った反応計算に基づいて判断したことを確認しました。

○原子炉次長は、反応*を -697pcm で計算したが、事件の調査時に計算した値は、 $+390.3\text{pcm}$ でした。

*原子炉臨界から脱した程度であり、負の値は未臨界状態で、時間の経過とともに中性子の数が減って出力が減少し、正の値は超臨界状態で、時間の経過とともに中性子の数が増えて出力が増加する。

<核燃料の健全性確認の結果>

○原子炉冷却材内の燃料破損時に発生するキセノン (Xe)、クリプトン (Kr)、ヨウ素 (I) などの放射能レベルの変化を確認した結果、核燃料の損傷の兆候はないことが確認され、

○事業者コードと KINS コード（米国 NRC コードと同じ）を利用して、シミュレーションを通じて評価した結果、主な評価項目である核燃料中心線温度と被覆材ひずみの両方が十分な余裕度を確保していることを確認しました。

○また、原子炉冷却材の沸騰 (Boiling) で核燃料棒の表面に気泡が過度に生成され、熱除去能力が大幅に減少する基準値からの余裕度*を評価した値は 7.37 で許容基準値 (1.23 以上**) より余裕度が十分であると評価されました。

* 核沸騰率 (DNBR) : Departure from Nucleate Boiling Ratio

**ハンビット 1 号機に装填された核燃料に適用される DNBR 計算式によって決定された値

<制御棒駆動装置の健全性確認の結果>

○5月10日に実施した制御棒の制御機能試験の初期に発生した制御群B内の2つのグループ間の2段位置偏差は、制御棒の操作者の操作未熟によることが確認されました。

*制御群Bは、2つのグループで構成されており、制御群Bを1段引き出すためには制御群Bを2回連続操作しなければならないが、当時、作業者は1回だけ操作

○2段偏差を調整した後、制御群Bを100段まで引き出す過程で、1つの制御棒が12段の偏差に引き出された前に発生した制御棒(M6)固着は、ラッチジャムやクラッド(GRUD)によるものと推定しています。

*制御棒固着原因：△ラッチジャム（ラッチ誤動作）、△クラッド（不純物）浸漬、△異物流入、△経年劣化によるずれ等の可能性

○しかし、制御棒駆動装置が健全かどうかさらに確認するために、今後、原子炉ヘッドを開き、制御棒駆動装置に対する目視点検も推進する計画です。

<原案法違反など不備事項>

○特別司法警察は、関係者の陳述などを通じて制御棒制御機能測定試験中に無資格者が原子炉操縦監督免許者の指示・監督なしに原子炉を一部運転した事実を確認しました。

○運営技術指針によると、制御棒制御機能測定試験中に原子炉熱出力が5%を超えると、すぐに手動停止をしなければならないが、当時の勤務者は、原子炉熱出力が5%を超えた状況でも原子炉を直ちに停止していないことを確認しました。

—韓水原側は、運営技術指針上の熱出力が炉外核計測器の熱出力ではなく、2次側（外側）の熱出力と主張してきたが、2次側熱出力も5%を超えたことが確認されました。

○原安委特別司法警察は、原安法違反容疑者らを対象に捜査を進めており、現在、光州地方検察庁が捜査中です。

○併せて、約13時間、制御棒試験を行い、3つの勤務シフトが参加したが、勤務シフトごとに実行すべき重要な作業前会議は、最初に投入されたシフトのみ実施おり、

—制御棒の位置偏差を調整するためには、作業オーダーの発行及び作業計画書を新規作成して、作業前会議を開催しなければならないが、これもまた順守していないなど、韓水原の独自手順書にも違反していました。

○原発起動プロセス*が 24 時間連続的に実行され、交代勤務が可能な運転員がなく、炉心パート従業員は 25 時間連続勤務中でした。

*臨界許可後、初期段階の運転

○特に、今回の事件は、制御棒の制御機能測定法を 14 年ぶりに変更して実行したにも関わらず、反応度を計算した原子炉次長は起動経験が初めてであり、これを補完する教育訓練も受けていないことを確認しました。

○また、計画された工程期間の順守が優先される慣行、整備期間が延長される場合、発電所の評価で減点を付与するなどの経営上の問題があることも確認されました。

□今後、原安委は、制御棒駆動装置の健全性、安全文化のチェックなどに対する追加調査と再発防止対策を含む総合結果を発表する予定です。