

平成22年7月28日

日本原燃(株)再処理施設高レベル廃液ガラス固化建屋
ガラス溶融炉Aにおける炉内異常に関する原因と対策について
(第4報)

原子力安全・保安院は、平成20年12月11日、日本原燃(株)から、再処理施設高レベル廃液ガラス固化建屋ガラス溶融炉Aにおける炉内異常について報告を受けました。(平成20年12月11日お知らせ済み)

また、平成22年2月24日、日本原燃(株)から、原因究明の経過及び今後の計画についての報告(経過報告)を受けました。(2月24日お知らせ済み)

原子力安全・保安院は、専門家の意見も聴きつつ、当該経過報告における原因と対策、原因調査のためのガラス溶融炉の熱上げ^{※1}等の作業の安全性について、妥当性を確認しました。(3月9日お知らせ済み)

その後、日本原燃(株)では、経過報告における計画に従って、脱落したレンガの回収、炉内のガラスの抜き出し、炉内観察等を実施し、炉内に異物が残存していないこと、脱落したレンガ以外に有意な損傷等がないこと等の確認が行われてきました。

その状況を受け、本日(28日)、日本原燃(株)から、経過報告以降に追加して実施した調査を踏まえた原因と対策等に係る最終報告書の提出を受けました。

原因は、経過報告で推定した以下の原因に変更はないものとしています。

- 天井レンガの脱落は、間接加熱装置^{※2}の急激な温度降下の繰り返しにより、レンガに引張り力が発生し、脱落に至ったと推定。
- かくはん棒^{※3}の曲がり、レンガの脱落を想定せず、かくはん棒を挿入したところ、斜めになり、おもりとパワーマニピュレータ^{※4}による押し込み荷重が当初の想定を超えたために曲がりが発生したと推定。

対策は、天井レンガの脱落について、経過報告と同様に温度降下が緩やかとなるように間接加熱装置の運転操作を行うとともに、追加対策としてレンガの脱落を想定した作業手順を整備する等としています。また、かくはん棒の曲がりについて、経過報告と同様にパワーマニピュレータによる荷重負荷は行わず、かくはん棒の減肉を考慮した肉厚管理を徹底するとしています。

原子力安全・保安院は、今後、専門家の意見も聴きつつ、当該報告書の内容の妥当性を確認していきます。

※1 熱上げ：温度上昇操作を実施し、ガラスを溶融させること。

※2 間接加熱装置：溶融炉のガラスを加熱するために用いる外部加熱ヒーター。

※3 かくはん棒：炉底部の堆積物を抜き出す際に使用する棒。

※4 パワーマニピュレータ：遠隔保守用のロボットアーム。

1. 事象発生によるプラント安全性への影響

本事象は、放射性物質の閉じ込めの機能が要求されるガラス溶融炉の炉内に異常が確認されたものですが、本事象に係る一連のかくはん棒操作及び天井レンガが脱落したと推定される時期を含むガラス溶融炉の運転期間においては、ガラス溶融炉及び固化セル内の負圧が維持されていること、事象発見時においては、当該施設の負圧の維持に加え、高レベル廃液供給配管に閉止措置を施している^{※5}こと、全期間を通じて施設内外における放射線モニタ等の測定値に異常な変動は確認されていないことから、事象発生に伴う施設内外への放射性物質による影響はありません。

原子力安全・保安院では、事象の発生を受け、現地原子力保安検査官が現場に出向き、以下の活動等を通じて、事象の把握とともに、プラントの安全が維持されていることを確認しています。

- ・ 事象の概要、事業者による対応経緯と作業計画の把握
- ・ ガラス溶融炉等の状況、運転パラメータの確認
- ・ 施設内外における放射線モニタ等の指示の確認
- ・ 原因究明等に必要な作業の立会い

※5 本事象発生当時、ガラス溶融炉上部の高レベル廃液供給配管接続部に閉止措置を実施していたものの、後日、当該部より高レベル廃液漏えい事象が発生しているが、漏えい事象による施設内外への放射線等の影響がないことを確認している。

2. 日本原燃(株)からの報告の要点

日本原燃(株)から報告のあった内容は、主として以下のとおりです。

(1) 経過報告以降に実施した主な原因調査等の結果

①天井レンガの脱落について

- ・ ガラス溶融炉の熱上げ等の実機操作において、間接加熱装置を停止する際に温度降下が緩やかとなるように運転操作が可能であることを確認した。
- ・ 吊り上げ治具を用いた天井レンガの回収作業を実施し、作業で得られた情報を活用しながら治具を改良しつつ、実機におけるレンガの回収が可能であることを確認した。なお、炉底部から回収したレンガは、脱落した天井レンガの形状と整合していた。
- ・ ガラスの抜き出し後に炉内観察を行い、残存している異物はないこと、通常時の抜き出しと同等の状態であること、脱落した天井レンガ以外に

炉内に有意な損傷等はないことを確認した。

- ・経過報告時の専門家からの指摘を踏まえ、アルカリ成分がレンガの目地に凝縮し、性状劣化の原因となった可能性について、調査したところ、今回の損傷箇所におけるアルカリ成分の影響は、ごく少ないことを確認した。

②かくはん棒の曲がりについて

- ・経過報告時には、曲がっていないかくはん棒に腐食と想定される減肉を確認したが、その後、曲がったかくはん棒では、機器との接触痕と考えられる減肉を確認した。強度評価を行った結果、当該減肉を考慮しても、おもりによる荷重では、かくはん棒に曲がりや生じないことを確認した。

(2) 推定原因

上記(1)の結果を踏まえても、経過報告で推定した以下の原因に変更があるものではない。

①天井レンガの脱落に関する推定原因

間接加熱装置の計画外の停止等により、周辺の天井レンガに急激な温度降下が発生し、その急激な温度降下に起因する引張り力が繰り返されることにより、天井レンガの脱落に至ったと推定される。

②かくはん棒の曲がりに関する推定原因

かくはん棒の操作を行う際、レンガが脱落していることを想定せずに挿入したところ、かくはん棒が斜めになった。その状態で、かくはん棒の上部におもりを乗せることに加え、パワーマニピュレータにより押し込むことで、荷重が当初の想定を超えたため、かくはん棒が曲がったと推定される。

(3) 対策

推定原因を踏まえ、経過報告時の対策を基本とし、以下の措置を講じる。

①天井レンガの脱落に対する対策

- ・新たな天井レンガの脱落を抑制するため、天井レンガの温度降下が緩やかとなるように間接加熱装置の運転操作を行う。(既存対策)
- ・万が一、天井レンガが脱落した場合には、ガラスの流下が阻害される可能性があることを考慮し、天井レンガの脱落を想定した作業手順を整備し、ガラスの流下状況等からの事象の検知、治具を用いたレンガの回収、炉内点検等を実施する。(追加対策)
- ・定期的にガラス溶融炉の炉内観察を実施し、レンガ等の異物の脱落の有無を確認する。(追加対策)
- ・今後のガラス溶融炉の設備更新のための設計、製作に当たっては、レン

ガの組み方の構造や形状等について検討し、必要に応じて反映する。(追加対策)

②かくはん棒の曲がりに対する対策

- ・かくはん棒の挿入操作時に、パワーマニピュレータによる荷重付加は行わないこととし、押し込む荷重を制限する。(既存対策)
- ・かくはん棒の減肉を考慮し、使用にあたっては経過報告時より保守的な肉厚管理を徹底する。(既存対策の強化)

(4) 長期運転に向けたガラス溶融炉の安全性評価

レンガ回収等の作業において評価した内容を検証し、今後の設計寿命を考慮した長期運転において、更なるレンガの一部脱落が生じたとしても、ガラス溶融炉の強度及び耐震性、放射線しゃへい性能、閉じ込めの機能、炉底部及び炉内レンガの健全性の観点で、いずれも安全性に影響がないことを確認した。

3. 原子力安全・保安院の対応

原子力安全・保安院は、今回提出された最終報告書について、今後、専門家の意見も聴きつつ、内容の妥当性を確認していきます。

(参考)

1. 本件事象の概要

アクティブ試験^{※6}中の再処理施設高レベル廃液^{※7}ガラス固化建屋のガラス溶融炉Aにおいて、平成20年12月10日よりテレビカメラによるガラス溶融炉内の点検を実施していたところ、炉底かくはん機に使用していたかくはん棒がガラス溶融炉内で曲がっていることが確認され、ガラス溶融炉内部が損傷している可能性があることが判明した。

その後の炉内観察の結果、ガラス溶融炉上部の耐火レンガが脱落していることも確認された。

※6 アクティブ試験：使用前検査の一環として、実際の使用済燃料を用いて行う運転試験。

※7 高レベル廃液：使用済燃料再処理工場の分離・分配工程から発生する抽出廃液等。

2. 本事象発生時のINESによる暫定評価^{※8}

基準 1	基準 2	基準 3	評価レベル
—	—	0	0

※8 2001年版INESユーザーズマニュアルによる評価。

INES (International Nuclear Event Scale: 国際原子力事象評価尺度) とは、原子力発電所等のトラブルについて、それが安全上どの程度のものかを表す指標のこと。評価は3つの基準(基準1: 所外への影響、基準2: 所内への影響、基準3: 深層防護の劣化)により行われ、最も高いレベルがそのトラブルの評価レベルとなる。評価レベルは、レベル0(安全上重要ではない事象)からレベル7(深刻な事故)までである。

(本発表資料のお問い合わせ先)

原子力安全・保安院

原子力防災課 原子力事故故障対策室

担当者：田村、古作

電話：03-3501-1511 (内線4911)

03-3501-1637 (直通)

ガラス溶融炉天井レンガ損傷イメージ

(添付資料)

耐火レンガ **間接加熱装置**

炉内損傷箇所

カメラによる観察状況

耐火レンガの一部が破断して落下。

ガラス及び高レベル廃液 **主電極(加熱用)**

ガラス溶融炉A

回収した耐火レンガの観察状況

Detailed description: This diagram illustrates the internal structure of a glass melting furnace (Glass Melting Furnace A). It shows a central main electrode (main electrode for heating) surrounded by refractory bricks. Indirect heating devices are positioned around the furnace. A red liquid, representing glass and high-level waste liquid, is shown at the bottom. A callout box titled '炉内損傷箇所' (Internal Damage Location) shows a cross-section of a brick that has fractured and fallen. A camera observation image shows the interior of the furnace with a red starburst indicating the damage location. A caption below the camera image states '耐火レンガの一部が破断して落下。' (A part of the refractory brick has fractured and fallen). Another callout box titled '回収した耐火レンガの観察状況' (Observation status of recovered refractory brick) shows a photograph of a broken brick fragment.

かくはん棒の曲がりイメージ

おもり **かくはん棒**

おもり及びパワーマニピュレータ(ロボットアーム)による想定を超えた荷重。

カメラによる観察状況

ガラス溶融炉A

Detailed description: This diagram shows the same glass melting furnace with a stirring rod (かくはん棒) and a weight (おもり) being used. A red arrow points down on the weight, indicating the direction of force. A callout box explains that the weight and power manipulator (robot arm) exerted a load exceeding the design. A camera observation image shows the stirring rod bent into a U-shape. The camera image includes a timestamp '2019-07-14 10:07:14'.