

(株)グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパンの
焼結炉における着火事象について
(最終報告)

平成22年7月23日

(株)グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパン

目 次

1. はじめに	.....	1
2. 当該事象の調査実施体制	.....	1
3. 当該事象に至るまでの焼結炉の導入経緯等	.....	1
4. 第2炉室の焼結炉における着火事象	.....	5
5. 当該事象に対する措置	.....	10
6. 当該事象に対する調査経緯	.....	16
7. 当該事象に対する検討	.....	17
8. 改善の方針	.....	26

添付資料1	調査実施体制図
添付資料2	時系列
添付資料3	社内手順書「炉の始動と停止」の抜粋
添付資料4	配管の温度測定の結果

1. はじめに

加工施設で発生する様々な事象については、その事象の程度に応じて、即時に通報し不適合処置を実施するもの、通報をする必要はないが不適合処置は実施するもの、さらに、通常の手順の範囲内でありトラブル事象に該当しないもの等に区分し、それぞれに適切に対応する必要がある。平成22年5月8日に発生した焼結炉の着火事象（以下、「当該事象」という。）については、予め手順書に定められた作業であり、着火することは想定された事象であったため、トラブル事象ではないと当初は判断した。

しかしながら、当該事象について調査した結果、幾つかの不適合が確認され、通報連絡、不適合管理及び火災発生防止の観点で改善すべき点があることを認識した。当社はこれらの点について真摯に反省し、当該事象が発生した原因を明らかにして再発防止策を取りまとめたので報告する。

2. 当該事象の調査実施体制

当該事象の調査及び改善の方針については、保安全管理責任者を長として、関係する部署（保安全管理部、環境安全部、製造部、生産技術部）の部長等で組織した調査実施体制にて実施した（添付資料1）。報告書をまとめるに際して必要な調査にあたっては、作業者とシフトマネージャーについては聞き取りにより、その他は、当事者の記録・メモ等に基づき記載した。

3. 当該事象に至るまでの焼結炉の導入経緯等

3.1 焼結炉の導入経緯

事象が発生した焼結炉（図1）は、第2炉室に設置されていた焼結炉（22号機；社内呼称）を更新し、生産に適用するまでの試験・調整中の段階であった。

本焼結炉については、核燃料物質の加工の事業に関する規則における設計及び工事の方法の認可の申請（以下、「設工認申請」と略す。）を平成21年11月9日付けST0-Q09-015にて申請し、平成21年12月4日付け平成21・11・09原第11号にて認可されたものである。その後、更新工事を行った後、同規則における使用前検査を平成22年3月24日、3月26日に受検し、同年4月7日に使用前検査合格証の交付を受けた。

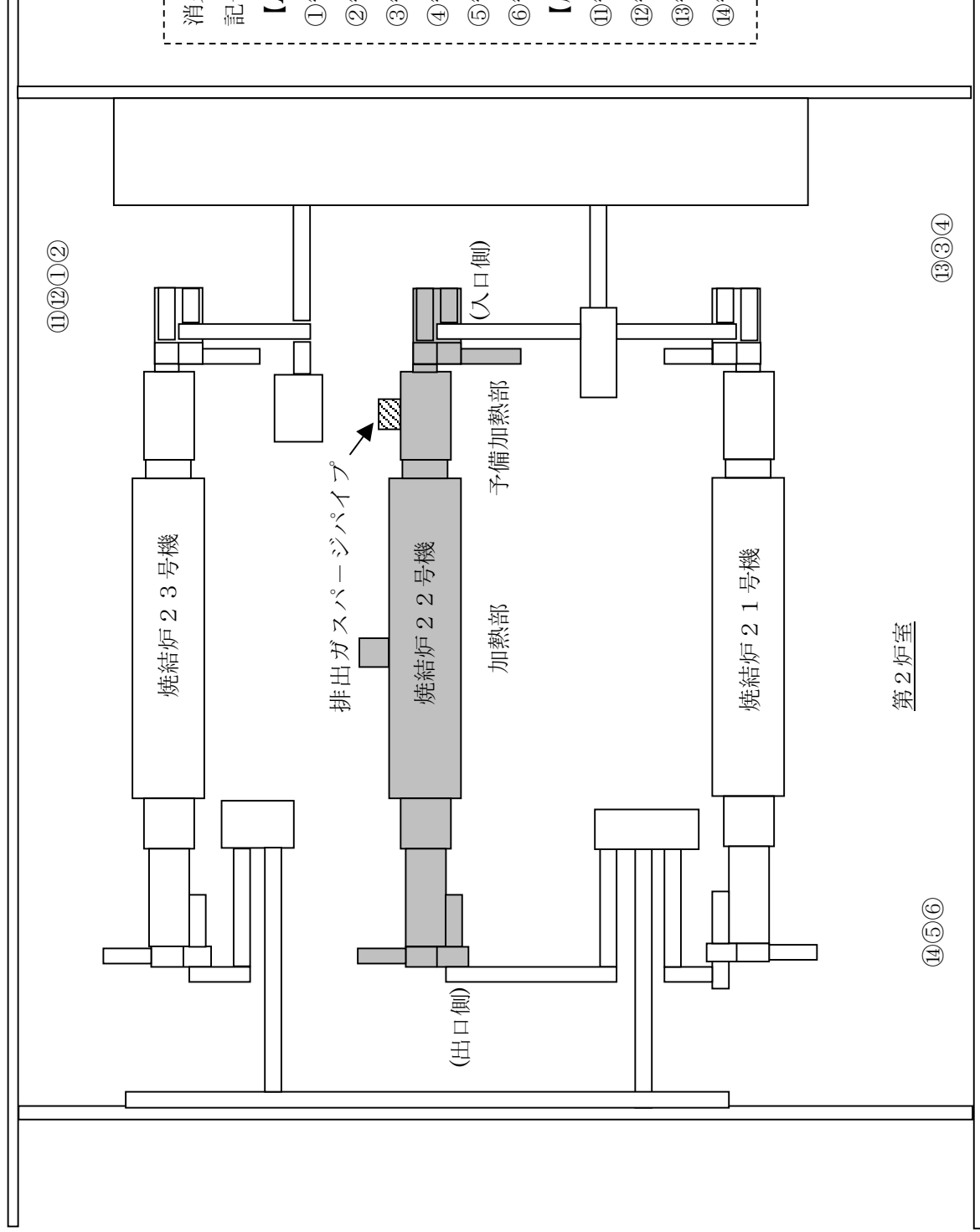


図1 焼結炉（22号機）配置図（第2加工棟1階 第2炉室）

3.2 生産適用までの試験・調整

焼結炉22号機の使用前検査後、生産に適用する前に、焼結炉内の耐火レンガの乾燥作業^{注1)}を実施する必要があるため、次のスケジュール^{注2)}を事前に作成し、これに従って実行中であった。このスケジュールは、平成20年2月に焼結炉21号機を更新した際の作業実績に準じて作成されたものであり、本計画自体は妥当なものであった。

当該事象は、③の昇温前に発生したため、その後計画していた昇温は一旦取り止めた。焼結炉22号機の通電開始から、当該事象が発生するまでの温度履歴（タイムチャート）を図2に示す。計画時に予定していた炉内温度と実績は完全には一致していない。

①耐火レンガの水分除去（炉内温度約500℃弱）：平成22年4月12日～4月18日

②耐火レンガの不純物除去（炉内温度約1000℃強）：平成22年4月22日～4月27日^{注3)}

③耐火レンガの不純物除去（炉内温度約1800℃弱）：平成22年5月8日～5月21日

注1）常温の耐火レンガを生産適用温度（1800℃弱）に晒した場合、レンガ中の不純物が発生するため、事前にこれを除去するための作業。

注2）いずれも昇温開始からのスケジュール。焼結炉の昇温と降温では、急激な温度変化は耐火レンガに影響を与えるため、約25℃/hrを目安に実施する。

注3）温度監視のための熱電対及び放射温度計の調整を含む。

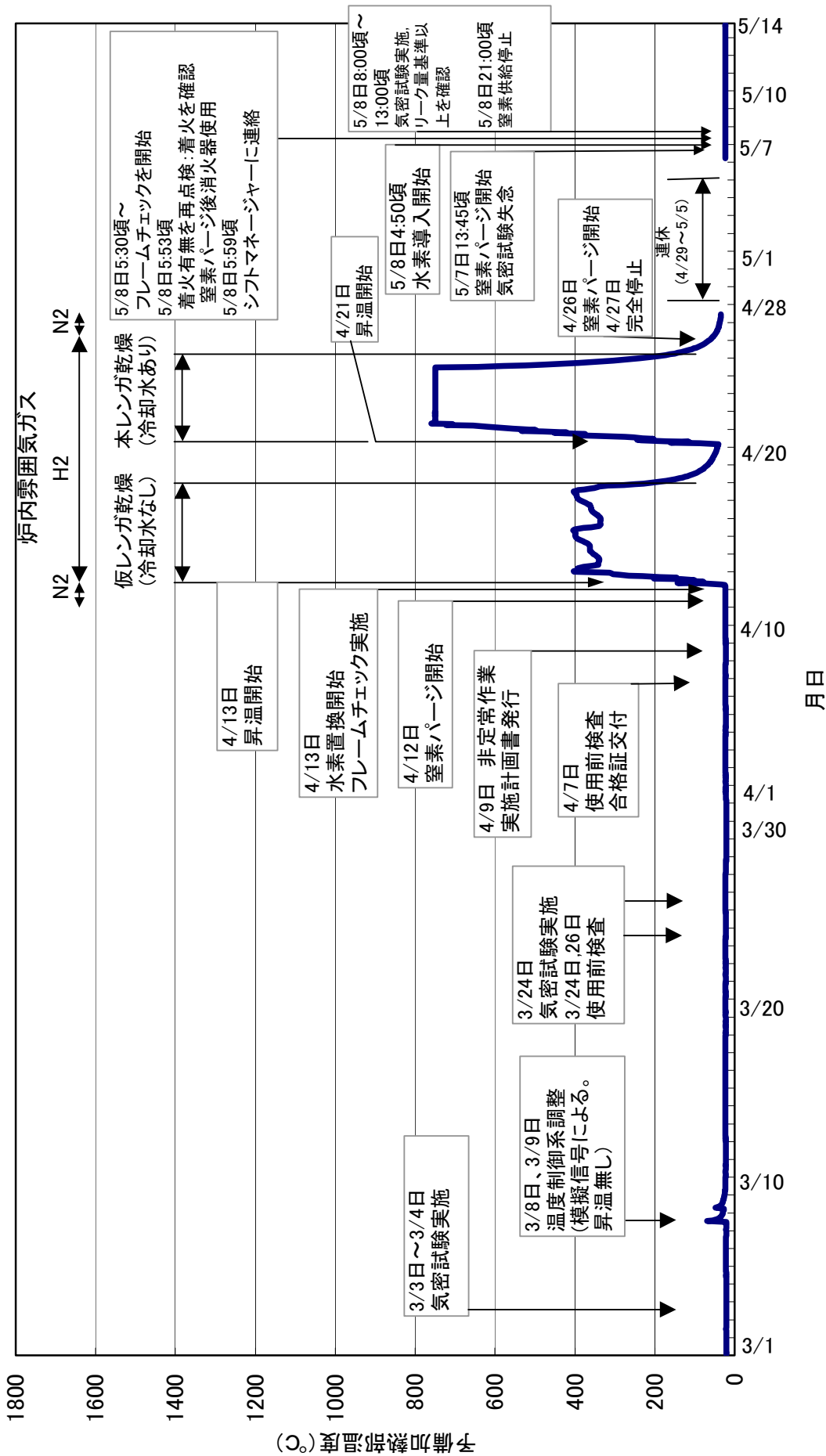


図2 焼結炉22号機の温度履歴 (タイムチャート)

4. 第2炉室の焼結炉における着火事象

4.1 焼結炉での着火事象

当該事象の時系列を添付資料2に示す。

平成22年5月7日13時45分頃、耐火レンガ乾燥作業のため、甲班の作業員Aと作業員Bは焼結炉に窒素ガスの導入（窒素パージ）を開始し、その状態を約15時間継続した。これに引き続き、5月8日（土）4時50分頃から、乙班の作業員Cと作業員Dは焼結炉への水素の導入を開始し、社内手順書「炉の始動と停止」（添付資料3）に従い、同日5時30分頃から5時50分頃まで、二人で分担して水素漏れ確認作業（フレイムチェック作業；社内呼称^{注1}）を実施した（作業員Cは焼結炉の上部を、作業員Dは焼結炉の下部を担当した）。予備加熱部の配管（排出ガスパージパイプ^{注2}）は、金属カバーが設置されていたため、作業員Dは、金属カバーの下部からステンレス棒の炎をかざして確認したが、この時は水素のリークは確認されなかった。

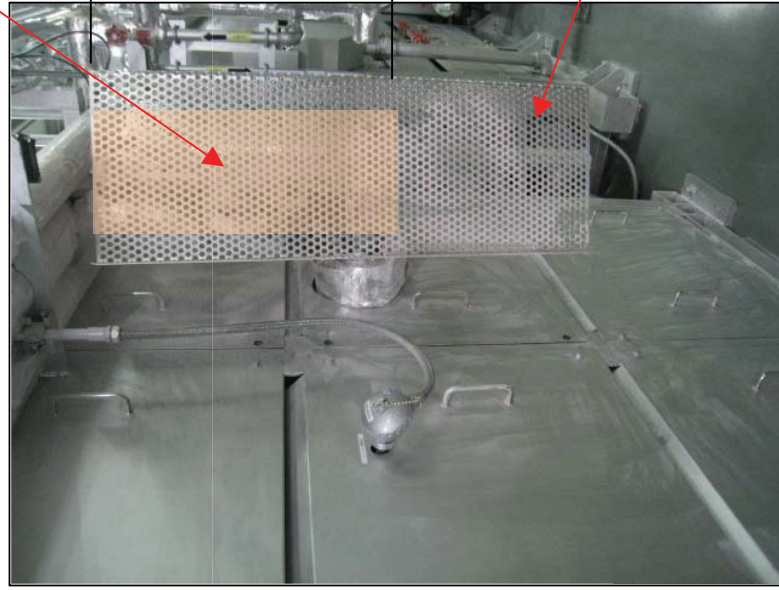
作業員Cが更にもう一度着火有無の点検を実施していたところ、5時53分頃、排出ガスパージパイプの断熱材カバーの変色（発見時は銀白色から黄色に変色し、炎が上がった後は写真1のような黒色に変色）及び若干の異臭（アーク溶接時のような微かにこげた臭い）があったため、よく観察すると10cm程度の炎を確認した。金属カバー下部から手を入れて断熱材を取り外したところ、炎が金属カバーの上部まであがった（写真1）。当該部分には金属カバーがあるため、他の手段では対応できないと判断し、室内に設置してある消火器（設置No.61）を取りに行き、操作盤の水素遮断弁を作動させ窒素パージを行った後、消火器を使用した。炎は一瞬で消えたが、ABC粉末消火器の特性上、消火剤は全て放出された。放出された消火剤は、同日の11時頃までに作業員により清掃された。また、使用した消火器については、5月10日に製造1課長から工務課長に交換の依頼を行い、交換した。使用済の消火器は、ボート保管棚の下に一時仮置きした。

注1）二酸化ウランペレットの成型加工用の焼結炉では、ペレットの酸素対ウラン比を制御するために、水素ガス或いは水素と窒素の混合ガスを使用している。また、正圧に保持された焼結炉から排出される水素ガスを滞留することなく安全に排出するために、排出ガスパージパイプ出口にイグナイタ（パイロットバーナ）を設け、水素ガスを燃焼させてから排気する構造となっている。フレイムチェックとは、排出ガスパージパイプ出口以外の箇所からの水素ガスの漏れの有無を検査するために、長さ1m程度のステンレス棒の先端に取り付けた石英ロープにアルコールを浸して燃焼させ（写真2）、室内を暗くして配管継手部等のリークの可能性がある箇所に近づける方法で、リーク箇所があれば、正圧に保持された焼結炉内からリークする水素ガスが青白く着火するためリーク箇所を検知できる。これまで当社では、新規の焼結炉導入時及び長期連休等で焼結

炉の稼働を停止した後の再立ち上げ時に、このフレームチェック法で水素ガスリーク箇所の有無の確認を行ってきたが、今回の着火事象を教訓として、着火の有無を検知手段とするフレームチェックを廃止し、後述のように、安全性の高い可搬型水素検知器による検査方法に切り替えることとした。

注2) 水素ガス或いは水素と窒素の混合ガスを所定の流量で継続的に流している間、これらのガスを安全に排出処理するための排出側配管。

断熱材を取り外した後、炎が確認された部分。



排出ガスパージパイプ
(断熱材あり)



一部の断熱材を取り外したところ

写真1 (1) 排出ガスパージパイプの状況



写真1 (2) 取り外した断熱材の状況



写真2 フレームチェック作業用松明

4.2 事象に対する通報連絡

着火事象が発生した後の5:59頃、作業員Cは、消火器を使用したことをシフトマネージャーに連絡すべきであると考え、「フレームチェック作業中に炎が出たので消火器を使用した」ことを連絡した。シフトマネージャーは第2炉室に向かい、作業員Cから現場状況（フレームチェック作業で、炎が見えて断熱材を外したら炎が大きくなったこと）を確認した。同日6:15頃シフトマネージャーは事象判断者（第2位：保安全管理部長）へ、焼結炉にて消火器を使用したとの電話連絡を実施した（第1位事象判断者：環境安全部長は、当日不在予定であったため）。事象判断者は、6:20頃～7:00頃の間、製造部長および核燃料取扱主任者へ電話連絡し、本事象が通常の作業手順に従ったものであることを確認し、通報事象には該当しないと判断した。

4.3 事象後の施設の安全性確認

事象の連絡を受けた製造1課長、生産技術部チーフエンジニア、核燃料取扱主任者、製造部長は、7:20頃～8:00頃の間、現場を確認し、下記のとおり施設の安全性に問題のないことを確認した。

- ①焼結炉の本体への影響がなかったこと。
- ②他の焼結炉（21号機及び23号機）への影響がなかったこと。
- ③作業員のけが、被ばく及び周辺環境への影響がなかったこと。
- ④火災報知器が作動しなかったこと。
- ⑤水素濃度計の指示値が正常なこと。

5. 当該事象に対する措置

5.1 水素リークの発生原因

予備加熱部の排出ガスパージパイプは、図3に示すとおり、出口フランジ、T字継ぎ手封止部（配管内の清掃用）、下部フランジ及び上部フランジ、さらには、内圧調整バルブ等から構成されており、断熱材^{注1}で覆われている。事象発生後の5月10日、焼結炉の製造メーカ（以下、「製造メーカ」という。）に原因調査及び改善案の提示を指示し、5月11日には改善案の提示を受けた。5月13日、核燃料取扱主任者および関連部署の同意後、担当課長の承認により配管変更工事計画書を発行し、5月14日、取替工事に着手、終了した。排出ガスパージパイプの改善後実施した排出ガスパージパイプにおける温度測定（5月27日）の結果から推測すると、出口フランジで約600℃、それ以降も400℃以上の温度になっていたと考えられる。

ここで、出口フランジ部に使用されていたガスケットは、A社：膨張黒鉛型（最高使用温度800℃）であり正常であった（写真3）。しかしながら、T字継ぎ手封止部に使用されていたB社：シリコンコーキングは、適用範囲-40～+180℃であり、また、上部・下部フランジに使用されていたC社：黒鉛ガスケットは、適用範囲：-200～300℃であったため、写真4～6に示すとおり、高温による劣化が観察された。そのため、T字継ぎ手封止部、下部フランジ及び上部フランジの高温による劣化により、これらのシール部分から水素がリークしたと推測した。このことにより、使用する温度に適合したシール材が使用されていないことが原因と判断した。

一方、4月21日から4月23日にかけて、焼結炉の温度を約800℃に昇温したことにより、予備加熱部も約750℃まで上昇している。作業者は、5月8日の焼結炉立上げ時において、リークチェック（気密）試験（ガスの出入口のバルブを閉止して焼結炉内のガス圧の圧力低下が基準値以内であることを確認する試験）を実施する必要性は認識していたが、これを失念した。この時、リークチェック（気密）試験が実施されていれば、水素漏れを検知できていた可能性はあるが、これが実施されなかったことにより、消火器を使用する程度の着火に繋がった。

注1）排出ガスパージパイプが高温になることにより作業者が火傷をすることを防止し、また、ペレットに使用される成型剤及び焼結助剤（有機物）が炉内で気化しパイプ内で凝固することを防止するため、2種類の断熱材（断熱材A：セラミックファイバー、最高使用温度：1300℃、断熱材B：ロックウール保温材、最高使用温度：650℃、それぞれにアルミテープを使用）を使用していた。

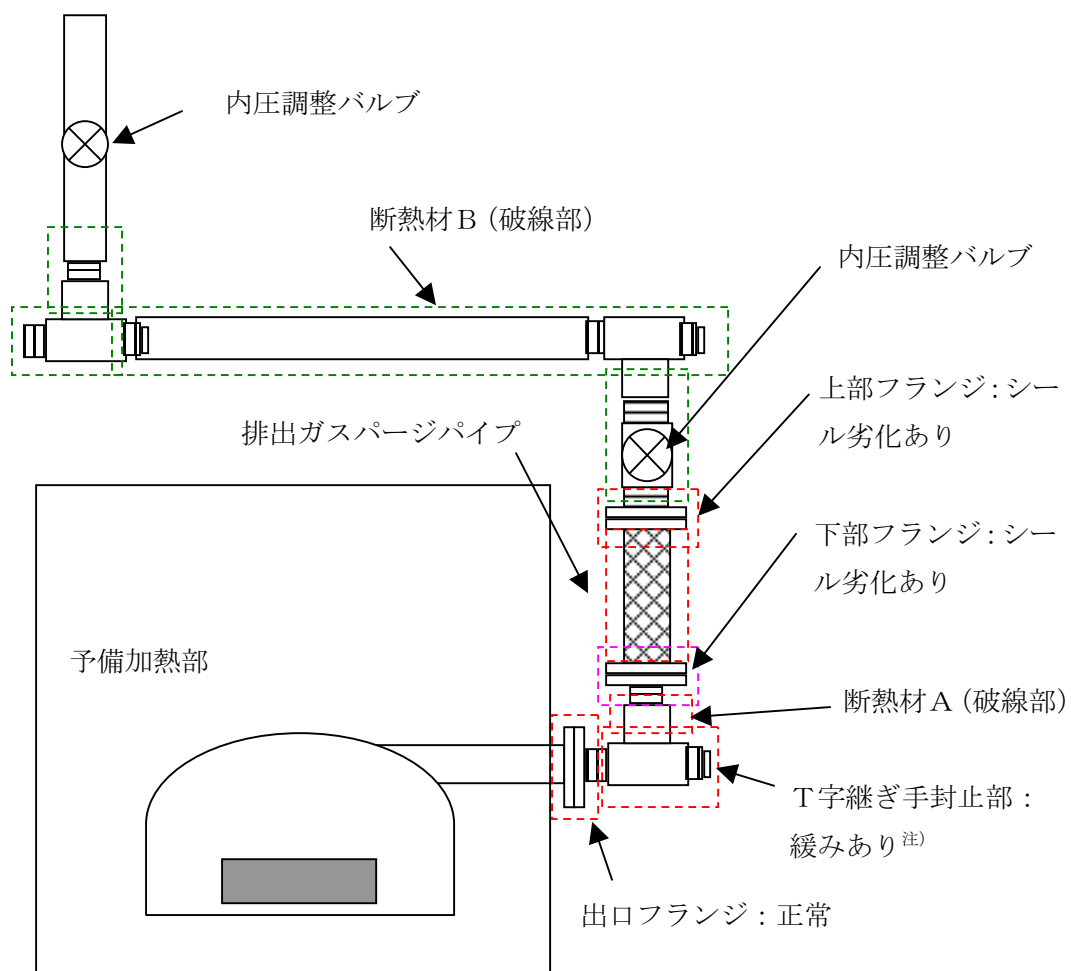


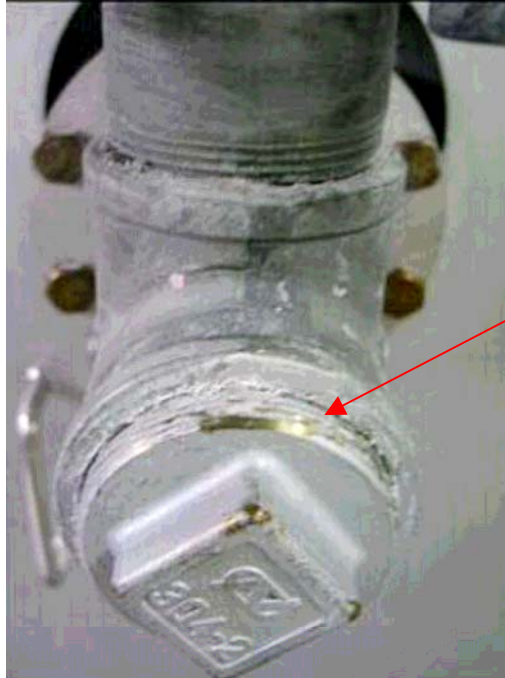
図3 排出ガスパージパイプの概念図

注) T字継ぎ手封止部の緩みは、ねじ込み継ぎ手に塗布されたシリコンコーキングが溶け出し、ねじ部に間隙ができたことによるものと推定する。



正常

写真3 出口フランジ



緩みあり

写真4 T字継ぎ手封止部



シールに軽度の劣化

写真5 上部フランジ



シールに劣化あり

写真6 下部フランジ

5.2 対策内容

上記4.1の原因特定後、5月14日、排出ガスパージパイプに次の改善を実施した(図4)。

- ・水素リークのポテンシャルを下げるため、T字継ぎ手を廃止し、フランジ配管への溶接構造とすること。
- ・上部・下部フランジのガスケットをC社：膨張黒鉛型（金属枠付、使用温度：-200～600℃）に交換すること。
- ・リークチェック作業を確実に実施できるよう、断熱材をつけないこと（炉内で気化しパイプ内で凝固することを防止するために断熱材を取り付けていたが、パイプ内の清掃の頻度を上げることにより解消できると判断。なお、作業者の火傷は金属カバーで防止している。）

これらの改善後、5月27日に配管の温度測定を実施し、ガスケットの使用上限温度を十分下回っていること（添付資料4）を確認した。

なお、当該焼結炉は、7月3日に自主的に停止操作を開始し、7月6日に停止した。今後、再開するにあたっては、フレームチェックに替わる水素リーク確認方法及び運転時（高温時）のリークチェック方法についての手順書が発行されることを条件とする。

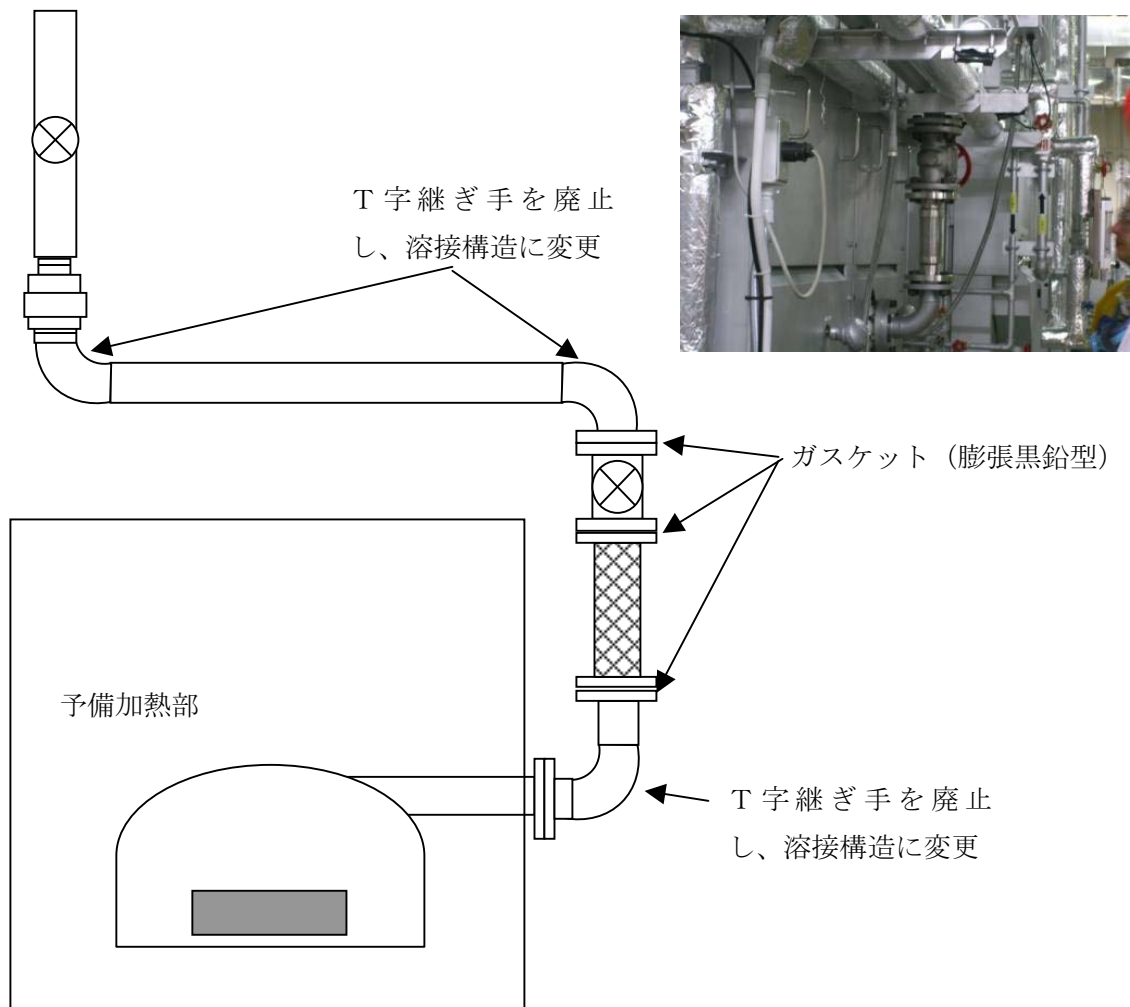


図4 排出ガスパーージパイプの概念図 (改善後)

6. 当該事象に対する調査経緯

平成22年6月11日、原子力安全・保安院が不適合管理の実施状況及びトラブル発生時における通報連絡方法等について、当社の実施状況を知りたいとの連絡があり、来訪した際の質問に対して、保安管理部長は次のとおり回答した。「火気の使用実績はあるか」の質問には、6月分と5月分の警備日誌について確認依頼があり、これらを提示し、「消火器を使用した記録はあるか」の質問には、消火器の使用記録はなかったため、その記録はない旨を回答し、また、「5月8日火災の報告がなかったか」の質問には、当該事象は火災ではないとの判断であったため、その報告はない旨を回答した。

同年6月30日、原子力安全・保安院より、「水素漏れに伴う発火事案が発生し、消火器等を用い、消火を行ったという事象」の有無について確認を求められたため、5月8日の着火事象に関する説明を行った。その後、2. 項の調査実施体制にて当該事象の調査を実施した。

本調査結果に基づき、同年7月7日に中間報告書を提出した。同年7月14日に原子力安全・保安院より、通報連絡、不適合管理及び火災防止の観点から改善策を取りまとめた報告書提出の指示があり、中間報告書提出後の調査結果も含めて最終報告書とした。

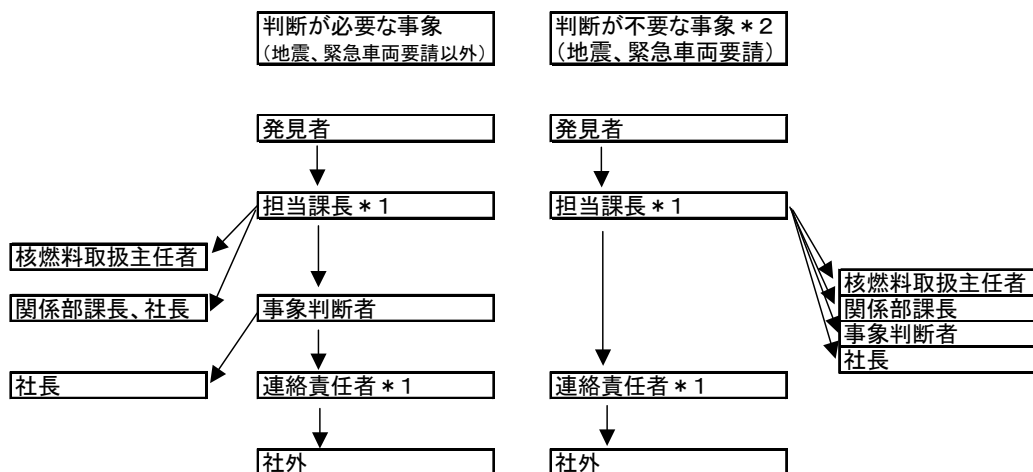
7. 当該事象に対する検討

7.1 通報連絡手順について

通報連絡の手順は、「異常・非常事象措置規程」に定められている。本手順に定められた通報連絡フローの概略は図5のとおりであり、その詳細は以下のとおりである。

- ① 発見者は担当課長（夜間・休日はシフトマネージャーが代行）及び警備室（軽微な異常は除く）へ通報する。

*平成21年12月1日から新しい通報基準となり、軽微な異常を必ずしも警備室へ通報する必要はないとし、手順書を本年5月31日付けで変更している。
- ② 通報を受けた担当課長（夜間、休日はシフトマネージャーが代行）は、異常等状況の把握に努め、必要な応急措置を講ずると共に、災害事象に係らず、直ちに第1位の災害事象判断者（通称、「事象判断者」）、核燃料取扱主任者、担当部長及び必要に応じ関係する部課長に通報する。非常・緊急事態に該当する場合は、社長、核燃料取扱主任者、環境安全部長及び担当部長へも連絡する。
- ③ 事象判断者は、当該手順書にある「新トラブル情報等連絡要項」を参考に、災害事象を判断する。判定が微妙であるものについては、より速やかに連絡する即時通報事象（法令報告含む）として取り扱う。判断に迷った場合や事象の確認に時間のかかる場合であっても、まずは30分を目処に判断し、原則1時間以内に第1報通報を行う。通報を受けた事象判断者は、社外へ通報を要する事象と判断した場合は、連絡責任者（夜間、休日はシフトマネージャーが代行）に指示し、「災害発生時社内外連絡体制」に基づき社外関係機関へ通報させる。



* 1: 夜間・休日については、担当課長及び連絡責任者の役割は、シフトマネージャーが務める。
 * 2: 火災・救急の場合は、警備室経由あるいは発見者が直接消防へ通報する。

図5 社内外 異常・非常通報フロー(概要)

当該事象が発生した時の通報連絡状況は以下のとおりであり、前述の手順に従ったものであった。

- ①発見者は、消火器を使用したとの観点からシフトマネージャーに通報した。
- ②発見者から連絡を受けたシフトマネージャーは、事務所に戻って判断基準などを確認しながら、火災ではないが消火器を使った事実があるので、事象判断者に通報した。また、現場を確認し、製造1課長及び生産技術課チーフエンジニアへ電話連絡した。
 なお、シフトマネージャーから製造部長及び核燃料取扱主任者への通報は、事象判断者が電話連絡しているため、直接的には通報していない。
- ③前項で連絡を受けた事象判断者は、製造部長及び核燃料取扱主任者へ通報し、本事象がフレームチェックという作業手順に沿ったものであることを確認し、通報事象に該当しないと判断した。

7.2 通報連絡の判断根拠について

(1) 判断根拠

事象判断者は、シフトマネージャーから当該事象の判断を求められた際、製造部長に連絡してフレームチェック作業^{注)}の内容を確認し、今回の作業が社内手順書に従って行われた想定内事象であることから、通報事象には該当しないと判断した。

注) フレームチェック作業は、社内手順書「炉の始動と停止」(添付資料3)に記載されている焼結炉の立上げプロセス(図6)の中で、窒素パージにおけるリークチェック後に水素のリークを最終確認する作業である。本作業中に水素ガスのリークが発生した場合、小さなものであれば補修しリークを止めるが、リークが止まらない場合は、窒素パージを行う手順となっている。本内容は、製造メーカ発行の水素雰囲気連続焼結装置取扱説明書にも「漏れを発見したならば、その箇所は直ちに修理の事。なお、フレームチェック時に漏れがあり青白い炎で燃えたら濡れた布でその箇所を塞ぎ炎を消す。」と記載されている。

なお、上記の手順書「炉の始動と停止」には、消火器を使用することの記載はないが、下記(2)に示す調査を行った結果、フレームチェック作業において水素リークが確認された場合に消火器を使用することは、当該作業の一連の対応として作業者に認識されていたことが裏づけされた。

(2) 過去の調査結果

過去のフレームチェック時における着火事象及び消火器使用の状況について調査を実施した結果、次のとおりであった。

①フレームチェック作業の経験回数：660回以上

②着火経験回数：120回程度

③消火器使用回数：30回程度^{注)}

注) 2000年以降は3回(第1加工棟、第2加工棟それぞれ1回及び2回。今回の事象を含まず)。また2000年以前の多くは、第1加工棟の焼結炉(小型炉)にて経験している。

本調査は、製造部製造1課の課長、炉室担当主任及び焼結炉担当スペシャリストが、7月3日から7月7日までにフレームチェック作業経験者19名に対して聞き取り(社内手順書「炉の始動と停止」では記録を残す手順となっていないため)を行い、取りまとめたものである。なお、フレームチェック作業を実施した焼結炉の状態(新規/更新/既設の区分)については、作業者の記憶によるものであるため、判別が困難であった。

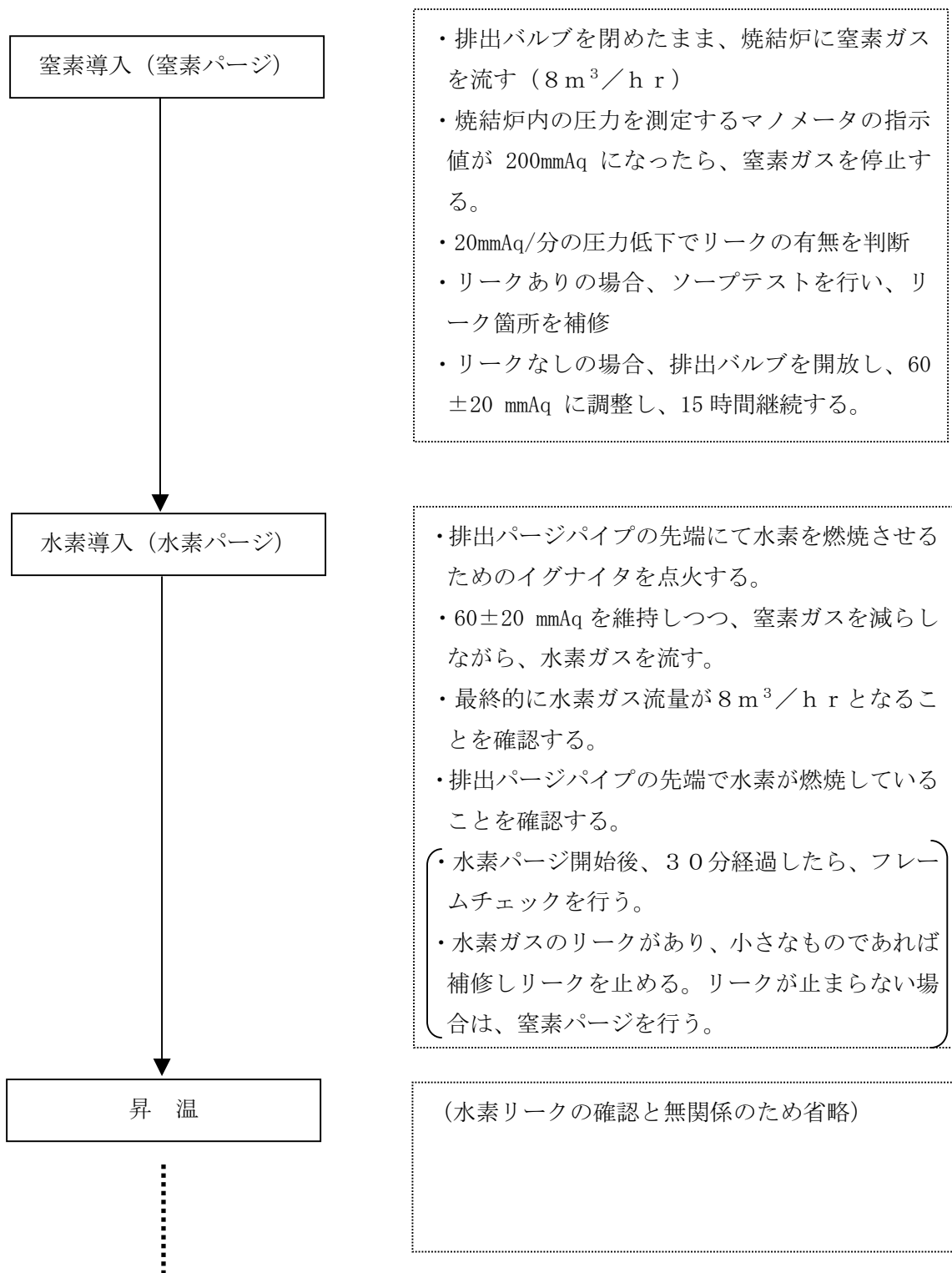


図6 焼結炉の立上げ手順

(3) フレームチェック作業の安全性

フレームチェック作業前に実施するリークチェック（気密）試験の判定基準として、圧力降下値が20mmAq／分以下であることを前述の社内手順書に定めており、これは約13リットル／分のガスリーク量に相当する。この量のガスリークがあった場合の室内の水素濃度は、室内換気（部屋体積2260m³、換気回数7回／時間、排気量16,000m³／時間）を考慮すると、約0.005%程度と評価され、水素の爆発下限値（約4%）より十分低い。また、室内には各焼結炉の天井部に高感度水素ガス検知器（フルスケール水素濃度4000ppmで警報設定500ppm）、低感度水素ガス検知器（フルスケール水素濃度4%で警報設定1%）の2台セットが設置されており、濃度の高い水素ガスが室内に滞留していないことを監視している。

このことから、安全上の問題はないとして、これまでフレームチェックによる雰囲気ガスの漏れ有無の検査を実施してきたため、今回の着火事象に際しても、通報事象にはあたらないという、社会通念からすると不適切な判断をしてしまった。

7.3 当該着火事象に対する公設消防の見解

当該焼結炉の着火事象については、平成22年7月5日に横須賀市消防局及び横須賀市南消防署による確認を依頼し、同日に同局・署による現物確認が実施され、さらに7月6日には従業員に対しての聴き取り調査が実施された。その結果、7月7日、横須賀市消防局により、当該着火事象は、点検作業の一環の中で発生したものであって、「火災」には該当しないとの見解を口頭にて受けた。

7.4 当該着火事象に対する公設消防の指導

当該焼結炉の着火事象に対し、横須賀市消防局から、以下のとおり指導を受けた。

(1) 火災防止の観点

① フレームチェックに代わる検査方法の検討

フレームチェックは、直火を用いて行う検査方法であり、火災を起こす危険性が内在していることから、これに代わる検査方法を検討すること。

② 設計への反映

フランジ継ぎ手や、ねじこみ継ぎ手を少なくし、水素ガスリークのリスクが少なくなる方法を検討すること。

③ 他の機器の危険性の把握

フレームチェックと同様なリスクを有する検査・操作がないか確認すること。

④ 点検・工事用消火器の配置

火気の使用や火気の発生危険を伴う点検や工事においては、当該作業用の消火器を別途配置して行うこと。

(2) 通報連絡

消火器を使用した場合など、火災に関連すると思われる事象については、漏れなく通報連絡できるよう教育・研修等を通じ認識を深め、社内で認識を共有すると共に、速やかに通報連絡できるようにすること。

7.5 当該事象の措置に対する社内手続き

(1) 不適合管理

「保安不適合管理及び是正・予防処置規程」によると、不適合の定義は、「保安規定、関係法令、保安品質保証計画書及び規程書等で規定された要求事項を満足していないこと、或いは満足していない事象や状態をいう。」であり、重不適合（記号A1）、中不適合（記号A2）、軽不適合（記号A3）に区分し、区分基準と例示が示されている。また、不適合が発見された場合は、不適合処置及び是正処置を実施する手順としており、これらは保安改善報告システムに登録し、データベース上で管理される。

本事象における排出パージパイプの措置については、保安管理部長、生産技術部長及び製造部長は生産適用開始前に実施する試験の一環であり、種々の調整作業に該当し、不具合の洗い出し作業であることから不適合管理の対象ではないと、当時においては位置付けたが、広く不適合管理の対象として考えることが適当であった。

一方、不適合管理を実施するか否かに係わらず、設備の補修及び改造を実施する場合は、「加工施設の補修及び改造に係る管理規程」に従って実施する。当該規程では、補修と改造はそれぞれ、「機能又は性能を維持又は復旧するために行う作業及び工事」、「機器の機能又は性能の変更を伴う作業及び工事」と定義しており、今回の改善は、機能の復旧に該当するため、補修に位置付けられる。

(2) 補修に関する区分

補修の場合、「保安上重要な補修」、「保安に係る補修」及び「保安に及ぼす影響が軽微な補修」の3つに区分している。「保安上重要な補修」は、設工認／使用前検査に該当する補修であるが、下記の理由により、これには該当しないと判断した。

- ・ 設工認申請書の添付図において、排出ガスパージパイプの記載がないこと。
- ・ 同申請書の焼結炉の仕様において、技術基準に対する仕様及びその他事業許可で求める仕様には、焼結炉の水素リークに関する要求仕様がいないこと。
- ・ 同申請書の検査・試験項目及び検査方法及び判定基準において、焼結炉の水素リークに関して検査対象となっていないこと。

また、「保安に係る補修」については、社内手順書「加工施設の補修及び改造に係る管理規程」において、次のいずれかに該当するものとして、定義されている。

- 1) 発見後の初期診断で原因及び復帰方法が特定できず、容易に処理できない故障

2) 保安規定に係る個別事象(保安上特に管理を必要とする設備のインターロックの作動不能な場合等)

今回の改善では、ガスケットが所定温度に対応したものでなかったことが初期診断で特定でき、配管の交換は1日で実施できる容易なものであることから、上記1)には該当せず、また、2)にも該当しないため、保安に係る補修には該当しないと当時は判断した。

従って、「保安に及ぼす影響が軽微な補修」に相当することから、「構内工事管理規程」に従い、生産技術課が工事管理システムを使用して5月11日に工事計画書を申請し、核燃料取扱主任者および関連部署の同意後、担当課長の承認により5月13日に発行し、5月14日に工事に着手した。不適合管理及び設備の補修に係る概略フローを図7に示す。当該事象は同図の青実線のラインにて処置した。本工事に関する承認プロセスは当時としては妥当であると考えていたが、その後の当該事象に対する原因調査及び不適合管理対象の見直しを考慮すると、「保安に係る補修」の種別で対応することが適当であった。

当該事象の措置における他の設備への影響については、第2炉室に設置されているほぼ同一仕様の焼結炉2台に対して、物理的な設備の干渉はなく、また、直接的な影響もないことから、焼結炉(22号機)の排出ガスパージパイプの改善工事を独立して実施した。加工施設では、個々の工程及び設備が独立して稼動することが可能であるため、設備の新規導入、改造、更新にあたっては、他の設備への影響がない場合は、周囲の設備を停止することなく実施することが可能である。

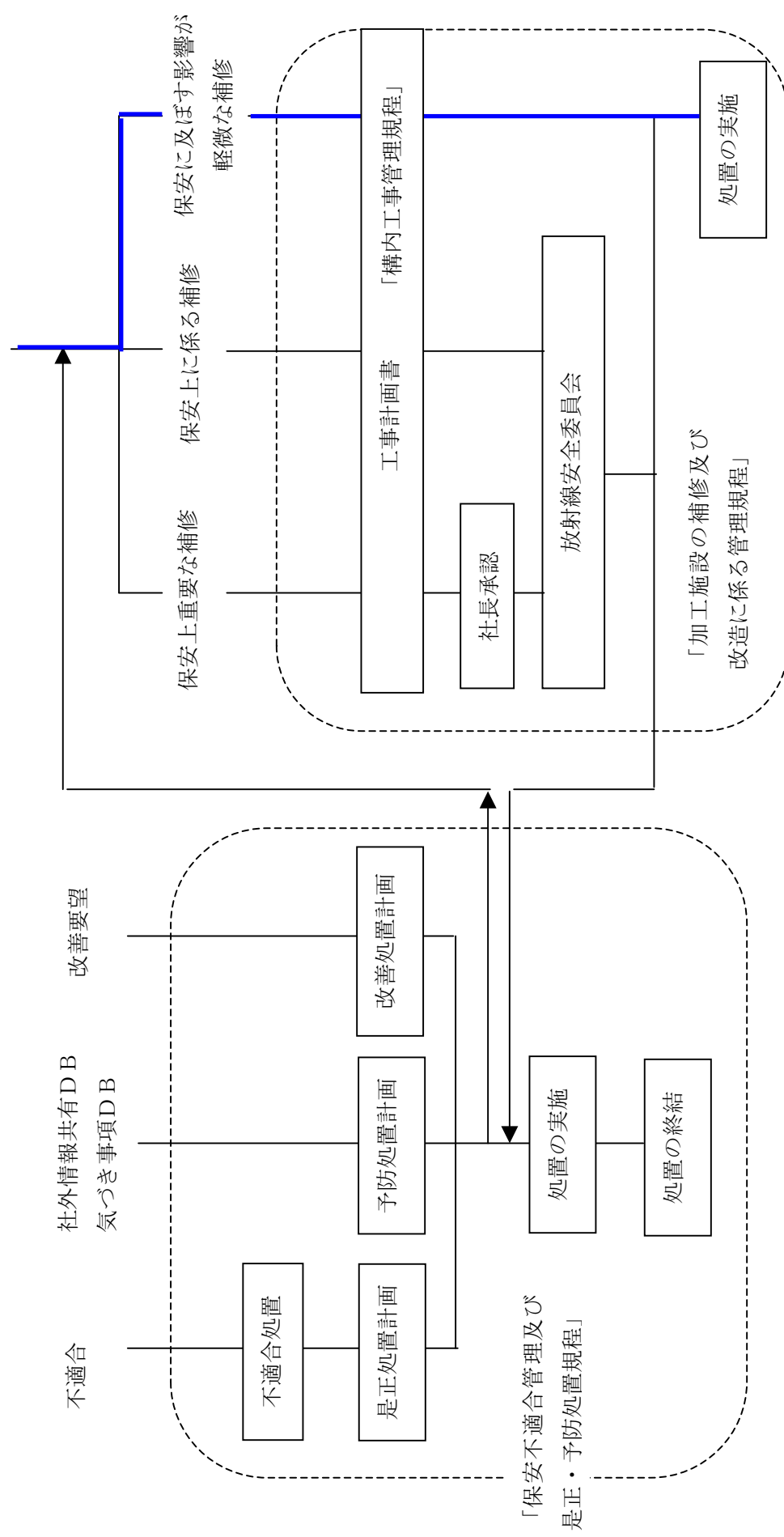


図7 不適合管理及び設備の補修に係る概略フロー

7.6 当該事象に関連する問題点について

(1) 通報の観点について

当該事象の通報連絡については、手順書に従って実施した通常作業の範疇であったことから、通報事象に該当しないとの判断を行った。しかしながら、社会通念における通報連絡の視点においては、検討を要することを認識した。

(2) 不適合管理について

当該事象が発生した原因を考慮すると、設備の調達管理の観点において今後改善すべき点があることを認識した。また、排出ガスパージパイプの改善措置についても、生産適用開始前に実施する試験・調整の一環として捉えていたため、不適合管理の対象ではないと位置付けていたが、今後、不適合管理の対象とした方が適切であることを認識した。

(3) 火災防止の観点について

フレームチェック作業は、焼結炉の水素リーク検出にあたって確実な方法ではあるが、火災防止の観点で改善が必要であることを認識した。また、火災防止に対する意識の向上や消火器の管理の観点においても、更なる改善が必要であることを認識した。

8. 改善の方針

今回の事象について、通報連絡、不適合管理及び火災防止の観点で改善すべき内容を抽出し、次のとおり進めていくこととしてまとめた。

8.1 通報連絡の観点について

当該事象において、現場作業者は火災ではないと考えていたが、炎を消すために消火器を使用したことから、シフトマネージャーに通報した。通報を受けたシフトマネージャーも同じ意識を持っていたが、通報連絡の手順に従い、事象判断者へ通報し判断を仰いだ。ここまでの一連の連絡においては、判断が明確でないものは事象判断者へ確認を受けるという手順に従ったものであり、適切であったが、事象判断者は火災ではないと判断したことでその後の外部機関への連絡も不要とした。この行為は、「報告する文化」や外部機関との「良好なコミュニケーション」という安全文化の観点では適切なものではなかった。原因として、①通報連絡に関する意識が不十分、②通報連絡の判断結果を確認する仕組みが不十分、③外部機関とのコミュニケーション不足という点が抽出されたため、これらを改善するため、次の対策を実施する。

(1) 通報連絡の意識再徹底

今回の事象は火災ではないとの判断が消防局により確認されたが、社会通念上は消火器を使用した場合においては、火災と認識される可能性が高いことから、このような誤解を避けるため、事象を通報連絡するべきであった。今後は、消火器を使用した場合は通報連絡することを徹底する必要がある。

また、原子燃料を加工する事業者として通報連絡すべき事象をより幅広く考え、判断が明確でない事象を通報連絡することに加え、社会通念上、疑義をもたれる可能性がある事象についても通報連絡対象とすることを社内関係者（事象判断者、シフトマネージャー、関連部課長等）が共通に認識することが必要である。このため、通報連絡の重要性について改めて社内関係者に教育を行うとともに、定期的な訓練を通じて意識の再徹底を図る（本年8月～9月実施）。

なお、事象判断者に連絡が入った事象に関しては、全て保安検査官事務所へ連絡することを徹底する（即時実施）。

(2) 通報連絡判断の妥当性確認と情報蓄積

事象判断者の判断結果を他の事象判断者が確認する仕組みに改善し、即時性を含む通報連絡の妥当性に関して、事象判断者全員により確認することとする。さらに、全社の保安に関する会議体である放射線安全委員会で、通報判断を下した事例に関して審議する手順を追加し、記録（表1参照）する。これらの仕組みにより、トラブル事

例判断の共有と情報蓄積を図っていく（本年8月以降実施）。

(3) 外部機関とのコミュニケーション改善

通報連絡の基準については、社内手順書「異常・非常事象措置規程」の「新トラブル情報等連絡要項」において、判断基準等が定められているが、個々の事例全てが網羅されている訳ではない。また、これらは不適合管理に密接に関係するものであるため、今後、保安検査官事務所と通報連絡の判断の妥当性について、定例の施設巡視の場等を利用し、定期的に議論が出来る場を設けることを提案していく。このことを通じて、規制当局とのコミュニケーション改善を図り、相互の理解を深める努力をしていく。

表1 通報事象連絡確認表

番号	事象発生日時	事象概要	事象判断者への連絡		事象判断者の判断、確認					通報連絡実績	事象の最終判断	事象の処置	放射線安全委員会の確認	
			日時	連絡者	第1位	第2位	第3位	第4位	第5位					OFC	METI防災課
2010-01	2010/○時 x/x	KF2、○○室の天井から○○ 装置の上部に水が落下。落下 した水の量は約500cc。放射 能検出なし。設備への影響な し。	2010/○時 x/x	○○課長 ○○	2010/x/ x	即時通報 連絡(連 展可能性 あり)	2010/x/ x	2010/x/ x	2010/x/ x	○時○ 電話連絡	(OFCから連 絡)	通報事象未 満	NCAR-OO	2010/x/x 確認
2010-02														
2010-03														
2010-04														
2010-05														
2010-06														
2010-07														
2010-08														
2010-09														
2010-10														

8.2 不適合管理について

8.1項と8.3項に記述した、通報連絡対象に関する不適切な考え方と消火器管理上の不備以外に、今回の着火事象調査の過程で、以下の複数の不適合事象が発生していたことが判明した。

- (a) 不適切なガスケットやコーキング等のシール材の使用
- (b) リークチェック（気密）試験に関する標準作業手順からの逸脱
- (c) 炉の始動と停止に関する標準作業手順書の不備
- (d) 焼結炉の試運転に関する非定常作業手順書の不備
- (e) 不適合管理に関する不適切な考え方

これらの不適合事象のうち、(a)～(d)は、これらが複合して発生したことによって今回の着火事象を引き起こしたと考えられることから、8.2.1項に改善策を記述し、(e)については、今回の着火事象の発生要因ではないことから、項を別けて8.2.2項に改善策を記述する。

8.2.1 着火事象を引き起こした不適合事象

(1) 着火事象を引き起こした直接原因

今回の着火事象が発生した直接的原因は、製造メーカーにおいて、水素ガスリークのあった焼結炉 22 号機の予備加熱部からの排出ガスパージパイプに、施工時に誤って耐熱温度の低い仕様のシール材を用いてしまい、それを当社が事象発生前に発見し対処できなかったことにある。

そこで、本事象の発生原因に関係する事実関係（行為）を洗い出してそれらの行為における問題点の摘出を行い、改善策を検討した。

(2) 事象と発生原因に関係する事実関係

今回の事象とその直接的原因に関係する事実関係としては以下の項目が挙げられる。

- ① 当社の発注仕様書には、排出ガスパージパイプを含め水素ガス封入部のシール材に関する要求仕様が記載されていなかった。
- ② 生産技術部は、製造メーカーが受注後に設計を行ってから提出してきた承認図面に確認印を押印して製造メーカーに返却したが、その際当該箇所を使用されるシール材の記載が無いことには注意を払わなかった。
- ③ 当社の設備設計審査委員会は、発注仕様書における要求仕様内容、並びに発注後に製造メーカーから提出される承認図面における設計の適切性を、生産技術部とは別にレビューを実施したが、当該部分のシール材には注意がなされなかった。
- ④ 製造メーカーでは、もう一箇所ある高温部からの排出ガスパージパイプについては、図面に使用すべきシール材を記載していたが、比較的低温部である予備加熱部からの排出ガスパージパイプの製作図面には、使用すべきシール材を記載していなかった。

- ⑤製造メーカーでは、予備加熱部からの排出ガスパージパイプのシール材については、製作前の設計部門と製造部門との打合せにおいて、ホワイトボードを用いて当該箇所に使用するシール材を設計部門から製造部門に指示していた。（この指示では適切なシール材が指定されていた。）
- ⑥製造メーカーでは、実際の予備加熱部からの排出ガスパージパイプのシール材を組立てる際に、作業者は、上記打合せで指定されたシール材を使用せず、工場内にあった別の加熱炉に使用することになっていたシール材を使用してしまった。
- ⑦生産技術部は、焼結炉の搬入据付後に行うレンガ乾燥を兼ねた試運転に際して、試運転を実施する製造部に対して作業手順書（「焼結炉 22 号機のレンガ乾燥手順」）を発行したが、当該作業手順書に焼結炉の立上げに必要な標準作業手順書（「炉の始動と停止」）を呼び込んでいなかった。
- ⑧焼結炉の立上げ停止に関する標準作業手順書（「炉の始動と停止」）には、焼結炉を立上げる際、昇温前における窒素ガスパージ時のリークチェック（気密）試験と水素ガスへの切替時のフレイムチェックを行う旨の記載はあるが、昇温後の水素ガスのリークに関する検査手順は記載されていなかった。
- ⑨製造部は、4月に焼結炉 22 号機のレンガ乾燥を兼ねた試運転を行う際、焼結炉の立上げ停止に関する標準作業手順書（「炉の始動と停止」）に記載されているリークチェック（気密）試験とフレイムチェックを実施してから加熱部最高温度 800℃、予備加熱部温度 750℃まで昇温した。その後焼結炉を停止して5月連休に入り、連休後再度立上げを行った。この際、窒素ガスパージ時にリークチェック（気密）試験を行わずに、水素ガスへの切替時にフレイムチェックだけを実施した。

作業員への聞き取りによると、窒素ガスパージを行った甲班の作業員は熟練作業員と新人作業員の2名で、昼休み後にリークチェック（気密）試験を行おうと思っていたが、昼休み後、熟練作業員は別の作業を行うために炉室を離れ、一方、新人作業員はリークチェック（気密）試験を行うことを失念してしまった。その後、焼結炉の作業は乙班に引き継がれたが、乙班の熟練作業員は窒素ガスパージ開始から時間が経過していたので、リークチェック（気密）試験は当然済んでいると思い、水素ガス切替えを行う際にフレイムチェックを行った。焼結作業における引継ぎでは、①焼結炉の運転状況、②当日の注意事項、③生産状況等をホワイトボード又は口頭にて実施しており、例えば、焼結炉の運転状況の場合、実施した内容を伝達するのが通例である。今回、リークチェックを失念した作業員は実施することを忘れたため、結果として引継ぎがなされなかった。

(3) 事実関係における問題点

上記の事実関係において、今回の事象につながる要因を検討した。

- ①生産技術部は、製造メーカーにはこれまでの全ての焼結炉を発注しているという実績があ

るため、重要な部位の部材に関する要求事項を発注仕様書に明確に盛り込まず、当該シール材に関しても製造メーカー任せにしていた。

- ②生産技術部は、これまでも承認図面にシール材の記載は無くても製造メーカーは適正なシール材を使用してきたという実績と、シール材に問題があって水素リークがあるのは施工上の不良がある場合であり、それは当社に搬入据付した後の焼結炉立上げ時のリークチェック（気密）試験で確実に捉えられると思っていたことから、承認図面に当該シール材の記載が無くても問題があるとは思わず、特に承認図面にコメントをつけることなく承認してしまったため、シール材が図面に明記されなかった。
- ③設備設計審査委員会は、新設・更新・改造する設備における従来からの変更点や新機能に関する事項、並びに安全面については、ウランの漏洩防止や臨界管理やインターロックの適切性に関する事項に主眼をおいて審査を行ってきた。今回の排出ガスパージパイプの変更については軽微であると考えたため、審査の力点がおかれなかった。また、審査の着眼点が審査手順書に記載されているが、水素ガスの封入性に関しては着眼点から抜けていた。このため、発注仕様書や承認図面にシール材の記載が無くても問題視されなかった。
- ④製造メーカーにおいて、水素ガスを使用しそれを加熱する焼結炉に対しては、使用する部位における温度に応じた適切な耐熱性を有するシール材を、情報伝達上のミスが生じにくい図面上で指定すべきであるが、それがなされていなかったことが、その後の製作現場での誤ったシール材の使用につながる可能性があった。
- ⑤製造メーカーにおいて、設計部門と製造部門との間で、図面に記載されていない事項を打合せで指定していたが、この打合せに当該施工を実施した作業者が参加していなかったため、その後当該会議に出席した人から実際の作業を行う人への情報の伝達にミスが生じる可能性があった。
- ⑥製造メーカーにおいて、高温部からの排出ガスパージパイプについては図面に使用すべきシール材が記載されていたが、当該箇所にはシール材の指定がなく、また、上記設計部門と製造部門との打合せで指定されたシール材が作業者に的確に伝達されなかった。このため、作業者は当該箇所にはシール材の指定はないと思い、別の加熱炉用に購入した指定がない場合に共通して使用するシール材を使用してしまった。
- ⑦生産技術部は、レンガ乾燥を兼ねた試運転のための作業手順書（「焼結炉 22 号機のレンガ乾燥手順」）を発行したが、標準作業手順書（「炉の始動と停止」）に従う箇所についてはその旨を明記していなかったため、作業者によっては本標準手順書によることを明確に意識しないで作業を行う可能性があった。
- ⑧焼結炉の立上げ停止に関する標準作業手順書（「炉の始動と停止」）には、リークチェック（気密）試験やフレームチェックは焼結炉の立上げ時の室温での確認手順しか記載されておらず、焼結炉昇温後の高温下での水素ガス封入性の維持状態を確認する手順がなかった。

⑨焼結炉の立上げ停止は頻度の少ない作業であり、また時間を要するためシフト間の引継ぎが伴う作業であるが、当社の焼結炉の立上げ停止に関する手順書には、リークチェック（気密）試験やフレームチェックの実施に関するチェックシートや記録様式がなく、思い込みで作業を行った場合や行われるべき作業が行われなかった場合に、それに気付いてリカバーできる方策が採られていなかった。

(4) 問題点のまとめ

以上の一連の行為における問題点を整理すると、以下の通り、設計管理と調達管理上の不備、検査方法の不備、並びに情報の共有とミス防止に関する不備に分類できる。

①設計管理と調達管理の不備

- ・実績があるメーカーに発注する場合、重要な部位の部材に関する要求事項を発注仕様書に盛り込まず、メーカー任せにしていた。
- ・どういう点に着目して図面をチェックすべきかが、設計及び審査段階で十分に検討されていなかった。
- ・情報伝達のミス無くすためには、図面での指示が重要なものとの認識が低下し、実績があるメーカーだから間違えることはないであろうという油断があった。

②水素ガス封入性確認方法の不備

- ・室温時（停止時）と高温時（運転時）とでは条件が変化するにも係わらず、水素ガス封入性についての確認検査を室温時（停止時）にしか実施してこなかった。

③情報の共有とミス防止に関する不備

- ・設備技術者は当然作業者が実施してくれるであろうという思い込みから、作業手順書に詳細手順を記載しなかった。
- ・頻度が少なくシフト間の引継ぎを伴う作業であるにも係わらず、チェックシートや記録様式を使用した作業確認が手順化されていなかった。

(5) 改善策

以上の問題点の分析に基づき、以下の改善策を実施することとする。

①設計管理と調達管理に関する改善

設備設計の妥当性については、「設備設計審査規程」に従い、発注前及び設備製造開始前にレビューを実施しているが、この設備設計審査規程に必須検討項目と検討方法を追加する。また、必須検討項目については設備製造メーカーでの施工記録を要求し、設備設計審査委員会において、設備搬入据付前にその施工記録を検証する手順を追加することとする。（本年9月まで）

さらに、今回製造メーカーの施工ミスが確認されたことにより、調達先の監査を実施することとする。（本年9月目処）

なお、これらの改善策は、不適合事象(a)の「不適切なガスケットやコーキング等の

シール材の使用」に対する改善策に該当する。

②水素ガス封入性確認方法に関する改善

新規に導入する焼結炉だけでなく既設の焼結炉を含めて、水素ガス封入性を、焼結炉の立上げ時に加えて、運転中にも定期的に確認するように手順を変更する。また、従来実施してきたフレームチェックについては、8.3 項(1)に示すフレームチェックに替わる方法で確認することとする。(本年8月まで)

なお、この改善策は、不適合事象(c)の「炉の始動と停止に関する標準作業手順書の不備」に対する改善策に該当する。

③情報の共有とミス防止に関する改善

標準作業手順書(「炉の始動と停止」)にチェックシートを追加し、焼結炉の立上げ時と停止時に実施すべき事項に抜けがないようにするとともに、同じ班の作業仲間及び引継ぎ作業間で情報の共有化を図ることとする。(本年8月まで)

また、設備の試運転のような非定常作業のために発行する作業手順書には、詳細な手順を記載することを設備技術者に再教育する。(本年8月まで)

なお、これらの改善策は、不適合事象(b)の「リークチェック(気密)試験に関する標準作業手順からの逸脱」と(d)の「焼結炉の試運転に関する非定常作業手順書の不備」に対する改善策に該当する。

8.2.2 不適合管理の考え方に関する改善

本事象における排出パージパイプの措置については、保安管理部長、生産技術部長、並びに製造部長は、生産適用開始前に実施する種々の調整作業における不具合の洗い出し作業であることから、当初は不適合管理の対象外であると考えてしまったが、これは不適切な考え方であった。そこで、今後他部署を含めてこのような考え方をしてしまうことを防止するため、図8のフローに基づき「保安不適合管理及び是正・予防処置規程」を改訂して、不適合管理の対象には設備の試験・調整が含まれることを明記する。(本年8月まで)

なお、通報連絡対象に関する不適切な考え方と消火器管理上の不備を含めた上記不適合事象については、不適合管理データベースに登録し、今後不適合管理手順に従って是正・予防処置を実施する。

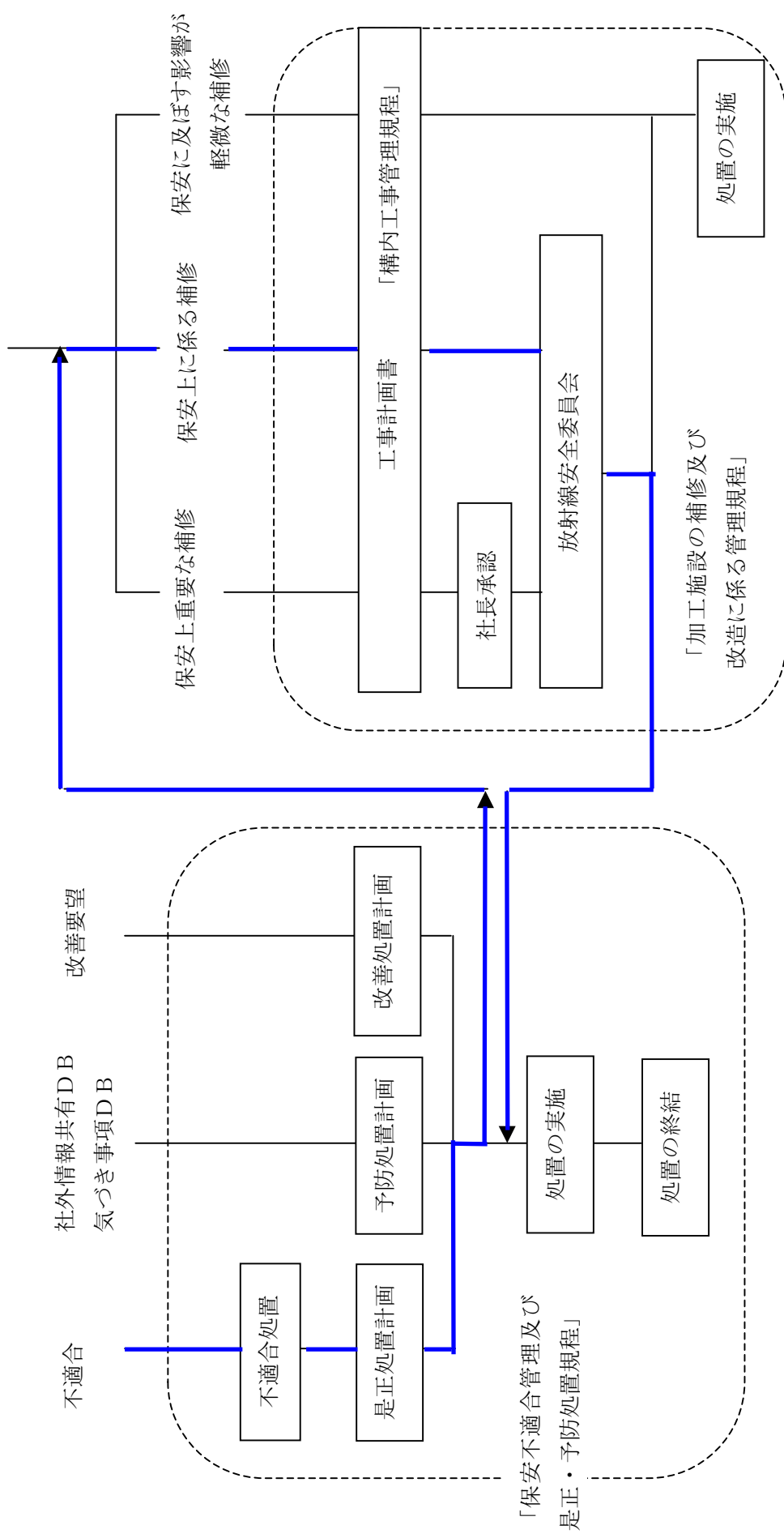


図8 不適合管理及び設備の補修に係る概略フロー

8.3 火災防止の観点について

フレームチェック作業は、創業以来実施してきたものであることから、特別に火気を使用しているという意識がなかった。そのため、火災防止の観点で社内規程に従い実施している火気使用届を行っておらず、また、フレームチェック作業自体も火災のリスクがあるものとしての認識が低かった。これらのことは、会社全体として火災に対する意識が低いことの表れであり、また、より安全な作業を技術の進歩に従い、改善するという姿勢も十分ではなかった。さらに、フレームチェック作業における消火器の使用に対しても、火災のために設置していたものを使用しており、このことは、消火器が適切に管理されていないことにも通じていた。これら火災防止の観点から次の対策を実施する。

(1) フレームチェックに替わる検査方法の適用

焼結炉の水素リーク検査方法として、フレームチェックを廃止し、水素ガス検知器を用いた水素リーク検査方法を検討し、手順化する。現在、生産技術部にて第1加工棟の焼結炉（小型炉）の立上げにあたって、標準手順書化前の図書として非定常作業実施計画書を発行し、水素ガス検知器を用いた検査方法を実施中であり、本結果に基づき、標準手順書である「炉の始動と停止」を改訂する。（本年8月まで）

(2) 水素を取り扱う設備への水平展開

①焼結炉への水平展開

当社は焼結炉22号機の他に、第2加工棟に大型炉を2台、第1加工棟に小型炉を2台有している。

この事象が発生した時点で稼動していた第2加工棟の大型炉2台については、5月8日のフレームチェックにおいて問題ないことが確認できていたため、運転を継続した。また、シール材の仕様の確認（7月12日）と水素検知器を使用した水素リークチェックを行って問題のないことを確認した（7月21日）。一方、第1加工棟の小型炉2台の内稼動していた1台については、5月7日のフレームチェックにおいて問題ないことが確認できていたため運転を続けていたが、炉内圧力測定器（マノメータ）の接続管の故障（7月5日）により停止した。代わりにもう1台の小型炉を立上げようとしたところ、シール材の一部に劣化が確認されたため、この対策について社内の会議体（放射線安全委員会）において審議し、耐熱温度の高いシール材への交換を実施して7月17日に立上げ、シール材の健全性を現在継続監視中である。

②焼結炉以外の機器への水平展開

焼結炉以外で水素を取り扱う設備（化学処理施設の酸化還元炉、その他の加工設備の電気炉及び小型加熱炉）に対して、水素のリークに対する適切な措置が実施さ

れているかについて、生産技術部にて本年8月までの完了予定で確認中であり、問題が確認できた段階で不適合処置を実施する。

(3) 火災防止に対する意識の高揚

全従業員に火災防止に対する意識を植え付けるため、次の活動を展開中である。本件に関しては、当該事象以外（フィルタ廃棄物保管及び現場で使用するアルコール等に対する火災防止）の観点で実施しているものであるが、当該事象を踏まえ、今後さらに啓蒙活動を強化する予定である。これらは、定着が確認されるまで、当面継続的に取り組んでいくこととする。

- ・ 防災課主導の防火・防災巡視による改善事項の摘出（定例：5月9日、臨時：7月9日、以降継続）
- ・ 危険物保安監督者主導による火気や危険物を取り扱う部門への危険物取扱上の注意事項の周知（6月21日より実施）
- ・ 安全推進部主導による安全の日における全社員向け社長訓示にて防火意識を徹底（8月6日実施予定）
- ・ 防災課主導による火災の定義、燃焼の原理、消火器の使用方法、消火設備等の教育（8～10月頃を予定）
- ・ 防災課主導による危険物・可燃物の正しい取扱徹底運動（9月頃を予定）

(4) 消火器使用管理

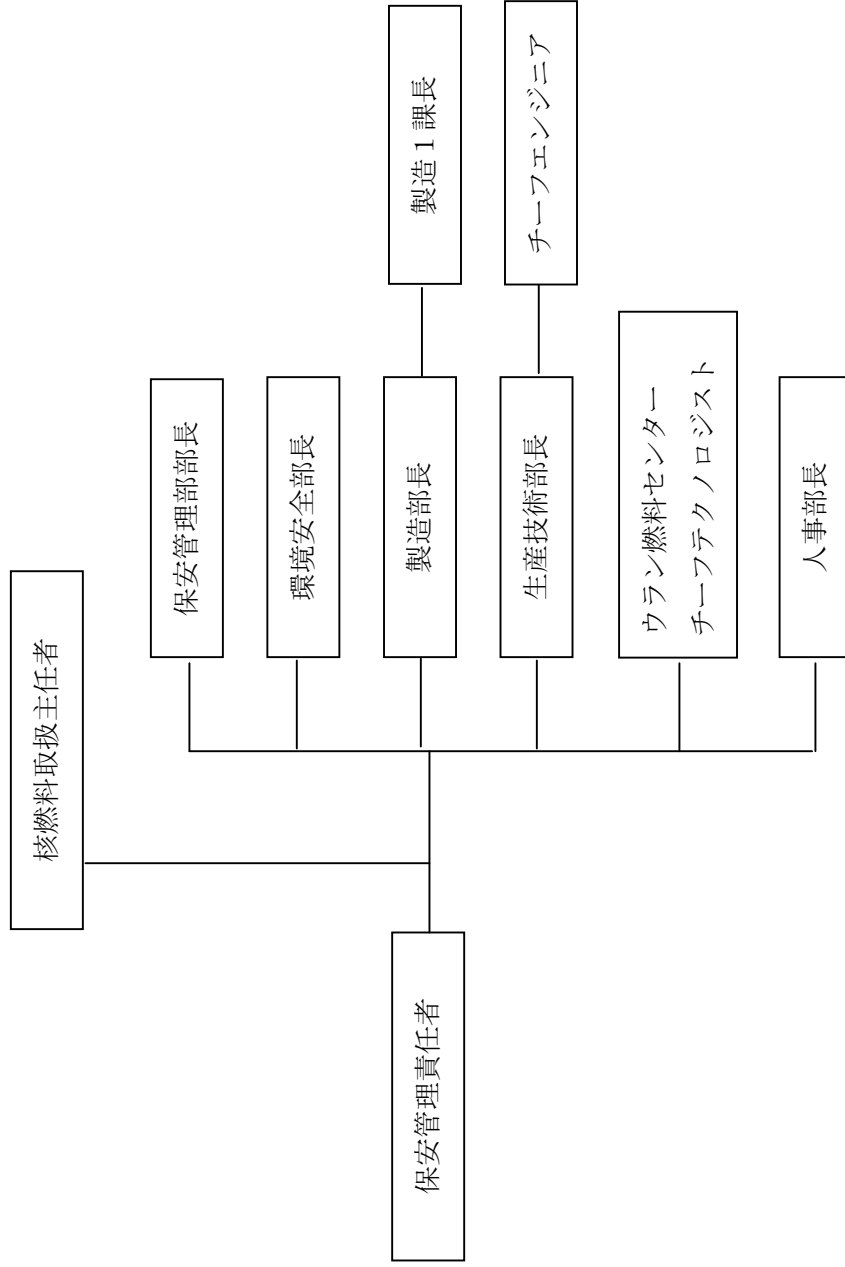
各室に設置する消火器の使用・交換に関する記録を明確化し、個々の消火器の履歴が確実に管理できるように、工務課にて「消火器の管理要領」を改訂する。即ち、現在行っている設置場所 No. のみの管理方法から、消火器個々に識別番号を付与（設置場所 No. に消火器の個番を追加。例えば、設置場所 No. 1 に設置する消火器に、取替毎の番号：「1-1」、「1-2」・・・を付与）し、また、取替日を記録することにより、消火器個々の履歴をたどることが可能な管理方法に改善する（本年7月完了予定）。

(5) より安全な技術への取り組み

フレームチェック作業は従来から実施してきた作業を継続してきたものであるが、新たな技術を用いればより安全な作業に置き換えられるものであった。リスクを低減し、より原子力安全を確実にする観点において、フレームチェックと同様に新たな技術に置き換えるべき作業が他にないかについて、保安管理部が主導して、各工程に水平展開を実施する（本年12月目処）。

以上

添付資料 1 調査実施体制図



調査実施体制図

添付資料2 時系列

事象前後の時系列

日 時		状 況
(平成21年) 12月4日		焼結炉(22号炉)の設計及び工事の方法の認可(平成21・11・09原第11号)
2月2日～ 2月26日		2月4日機器搬入、据付工事、電気工事 工事計画書番号 2010-042
3月1日～		通電開始
3月3日～ 3月4日		リークチェック(気密)試験
3月17日		総合確認試験実施
3月15日～ 3月18日		使用前自主検査実施
3月24日		使用前検査受検(JNES:外観、員数、据付、臨界検査) リークチェック(気密)試験
3月26日		使用前検査受検(METI:作動検査)
4月7日		焼結炉(22号炉)の使用前検査合格証交付
4月9日		非定常作業実施計画書を発行
4月21日～ 4月23日		焼結炉の温度を約800℃に昇温。予備加熱部も約750℃まで昇温。
5月7日	13:45頃	甲班の作業員A、作業員Bは窒素パージ開始(開始後、約15時間継続)。リークチェック(気密)試験の実施を失念。
5月8日	4:50頃	乙班の作業員Cと作業員Dは「炉の始動と停止」の手順に従って水素導入開始。作業員Cは30年以上、作業員Dは20年以上の経験の持ち主であり、ここ5年間では年に2～3回の水素導入作業の実績有り。
	5:30頃 ～5:50頃	排出ガスパージパイプの先端から炎(排出された水素は先端にてイグナイタで着火)が確認できた段階で、水素漏れ確認作業(フレームチェック作業)を開始。先に石英ロープを取り付けた、フレームチェック用のステンレス棒を2本準備し、アルコールをしみこませた石英ロープに火をつけ、部屋を暗くした後、これの炎を水素ガスが洩れる可能性がある部分に近づけて着火の有無を確認。

日 時		状 況
5月8日 (続き)	5:30頃 ～5:50頃 (続き)	この時、作業員Cは焼結炉の上部を作業員Dは焼結炉の下部を担当した（今回の事象の部分は作業員Dが担当）。排出ガスパージパイプには金属カバーが取り付けられているため、金属カバーの下部からステンレス棒を入れてチェックを実施。作業員C及び作業員Dとも、焼結炉全体について着火の有無を確認したが、この時点では着火は視認できなかった。
	5:53頃	作業員Cは更にもう一度着火の点検を焼結炉全体に実施。この時、排出ガスパージパイプの断熱材の変色及び若干の異臭があったため、よく観察すると10cm程度の炎を確認。水素ガスが燃焼しているのか断熱材が燃焼しているのか判断がつかなかったことより、金属カバー下部から手を入れて断熱材を取り外したところ、炎が金属カバーの上部まであがった。金属カバーがあるため、他の手段では対応できないと判断し、室内に設置してある消火器（設置No. 61）を取りに行き、操作盤の水素遮断弁を作動させ窒素パージを行った後、消火器を使用した。炎は一瞬で消えたが、ABC粉末消火器の特性上、消火剤は全て放出された。
	5:59頃	作業員Cは、消火器を使用したことをシフトマネージャーに連絡すべきであると考え、「フレームチェック中に炎が出たので消火器を使用した」ことを連絡。シフトマネージャーは第2炉室に向かい、作業員Cから現場状況（フレームチェック作業で、炎が上がって断熱材を外したら炎が大きくなった）を確認した。作業員Cは炉室内に設置してある水素濃度計の表示が異常ないことを確認しながら後片付け（掃除）を開始。このため製造1課長への連絡はシフトマネージャーに依頼。
	6:15頃	シフトマネージャーは事象判断者（第2位：保安管理部長）へ、焼結炉にて消火器をしたとの電話連絡を実施。 (第1位事象判断者：環境安全部長は、当日不在予定であったため)
	6:28頃	シフトマネージャーは製造1課長および生産技術課チーフエンジニアへ同様の内容を電話連絡。
	6:20頃 ～ 7:00頃	事象判断者（保安管理部長）は製造部長および核燃料取扱主任者へ電話連絡し、本事象が通常の作業手順に従ったものであることを確認。報告事象には該当しないと判断。
	7:12頃	事象判断者（保安管理部長）はシフトマネージャーに電話連絡し、本事象が報告事象に該当しない旨を連絡。

日 時		状 況
5月8日 (続き)	7:40頃	事象判断者（保安全管理部長）は社長に電話連絡し、状況を報告。
	7:20頃 ～ 8:00頃	製造1課長、生産技術部チーフエンジニア、核燃料取扱主任者、製造部長が現場を確認し、下記のとおり異常のないことを確認した。 ①今回の事象がフレームチェック中の想定される内容であったこと。 ②焼結炉の本体への影響はなかったこと。 ③他の焼結炉（21号機及び23号機）への影響もなかったこと。 ④作業者のけが、被ばく及び周辺環境への影響もなかったこと。 ⑤火災報知器も作動しなかったこと。 ⑥水素濃度計の指示値は正常なこと。
	08:00頃 ～ 13:00頃	生産技術部チーフエンジニアが、リーク箇所を特定するため、目視点検にて、T字継ぎ手封止蓋緩みを確認、フレキシブルフランジのガスケット劣化を確認した。また、窒素ガスにて、封じ込めの確認を行い、リーク量が、 $\triangleleft 64\text{mmAq} / \text{分}$ （社内基準値の3倍）であることを確認し、現状を保存した。
	10:00頃	第1位事象判断者：環境安全部長が帰宅し、第2位事象判断者へ電話連絡して状況を確認した。本事象が通報連絡に該当しないことを了解。
	11:00頃	ABC粉末消火器の消火剤の掃除を完了した。
	15:00頃	排出ガスパージパイプ先端から炎が出ていないこと及び水素濃度計にて出口ガスの水素濃度を確認。
	15:00頃	製造メーカーに「立ち上げ時に漏れを発見した」ことを連絡し、5月10日に調査の実施を依頼した。
	21:00頃	窒素ガスの供給を停止。
5月10日	-	使用した消火器については、製造1課長から工務課長に交換の依頼を行い、交換した。

時系列における内容は、作業者とシフトマネージャーについては聞き取りにより、その他は、当事者の記録・メモ等に基づき記載した。

添付資料 3 社内手順書「炉の始動と停止」の抜粋

目的

本手順は炉を安全にかつ効率良く運転する為の始動と停止及びレンガ乾燥について記述する。

1 適用範囲

K F 1 焼結炉及びK F 2 大型炉に適用する。

2 特記事項

(中略)

3 手順

3.1 始動前の点検項目

- 1) 各ドアの開閉状態の点検
- 2) 各駆動部の不適合の有無
- 3) 各視き窓の点検
- 4) 各バルブの開閉の確認
- 5) 緊急遮断弁の動作の確認
- 6) 各警報装置の確認

3.2 窒素 (N₂) パージ

- 1) 窒素パージを開始する前に次の項目を点検する。
 - a. 各ドアが閉まっている。
 - b. パージ・チャンバーの排出バルブは、バップル・ドアが開の時に炉内圧 20 ~ 30 mmA q になるよう調整する。
 - c. 炉本体の排出バルブは全て閉まっている。
 - d. 炉本体のガス入口バルブは開いている。
 - e. We t H₂ 入口バルブは閉まっている。
- 2) ガスフローパネルのN₂メイン・バルブを開ける。
- 3) 出入口パージ・チャンバーにN₂ガスを各 1.0 m³/H r 流す。
- 4) 炉本体にN₂ガスを流す。
 - a. K F 1 焼結炉 → 5.0 m³/H r
 - b. K F 2 大型炉 → 8.0 m³/H rこの時、排出バルブは閉まっているので炉内圧が、マノメータの読みで 200 mmA q まで上がったら炉本体へのN₂ガスを停止する。
- 5) マノメータの降下値でリークの状態を判定する。
 - a. K F 1 焼結炉

- ・ N₂ガスでのリーク無：40 mmAq 以内／1 分間での圧力降下
 - ・ N₂ガスでのリーク有：40 mmAq 以上／1 分間での圧力降下
- b. KF 2 大型炉
- ・ N₂ガスでのリーク無：20 mmAq 以内／1 分間での圧力降下
 - ・ N₂ガスでのリーク有：20 mmAq 以上／1 分間での圧力降下
- N₂ガスでのリークが有った時はソープテストを行い、リーク箇所を補修しリークを止める。
- 6) N₂ガスでのリークチェックが合格の時は炉本体の全ての排出バルブを開けN₂ガスを流す。
- a. KF 1 焼結炉 → 5.0 m³/Hr
 - b. KF 2 大型炉 → 8.0 m³/Hr
- 排出バルブを操作して炉内圧をマンメータの読みで60 ± 20 mmAq に調整する。
- 7) 温度記録計の電源スイッチを投入し、チャート紙の記録速度及び打点状態に不適合が無いか確認する。また、チャート紙へ日付、開始時刻、氏名を記入する。
- 8) N₂ガスでのパージ開始後、KF 1 焼結炉は10時間、KF 2 大型炉は15時間でパージが完了する。

3.3 水素 (H₂) パージ

- 1) 焼結炉出入口に設置しているイグナイタ専用コンセントにヒーターが接続されているプラグを差し込む。
- 2) イグナイタ制御盤内のブレーカをONにする。
- 3) 電源投入直後は電流値が少ないため警報が発報するがヒーターの温度が上昇すると解除されるので30秒程待つ。
- 4) ヒーターがオレンジ色に発熱しているか確認する。
- 5) 出入口バツフル・ドアが閉まっていることを確認し、炉内圧がマンメータの読みで60 ± 20 mmAq なことを確認する。
- 6) 炉本体へのN₂ガス流量を減らしながら、その分H₂ガスを炉本体へ流して行く。N₂ガスが完全に停止した時、H₂ガスの流量は下記の値を流す。
 - a. KF 1 焼結炉 → 5.0 m³/Hr
 - b. KF 2 大型炉 → 8.0 m³/Hr
- 7) 炉本体のH₂ガスバルブを操作して各パイロスコブ覗き窓にH₂ガスを流す。
- 8) 炉内圧が変化するのでマンメータの読みで60 ± 20 mmAq に調整する。
- 9) H₂ガスでのパージ開始後、炉本体出入口のパージパイプの出口から排出されたH₂ガスがイグナイタにより燃焼をしているか確認する。
- 10) H₂ガスでのパージ開始後、30分経過したら炉全体のフレームチェックを行いH₂ガスのリークが無いことを確認する。

- 11) H₂ガスでのリークがあった場合、小さなリークならリーク箇所を補修しリークを止めること。リークが止まらない場合は、N₂ガス・ページを再び行う。

3.4 昇温の準備

(以下省略)

添付資料 4

配管の温度測定の結果

測定部位	温度 (°C)	測定部位	温度 (°C)	測定部位	温度 (°C)
①	320	⑥	221	⑪	201
②	363	⑦	142	⑫	136
③	282	⑧	122	⑬	119
④	197	⑨	117	⑭	114
⑤	289	⑩	204	⑮	100

