

レンガ回収にかかるガラス溶融炉A 運転時の間接加熱装置温度降下速度実績

天井レンガの損傷につながる熱応力の発生を抑制するため、間接加熱装置のヒータ温度降下速度を 10°C/10 分程度以内となるよう運転を行うこととした。今回実施した原因究明等に必要となる作業においては、(1) 熱上げ時、(2) ドレンアウト終了時の2度間接加熱装置の温度を降下させ間接加熱装置を停止した。本操作は、プログラムに基づき自動で電力降下する手順となっている。以下に、温度降下速度の実績を示す。

【温度降下実績】

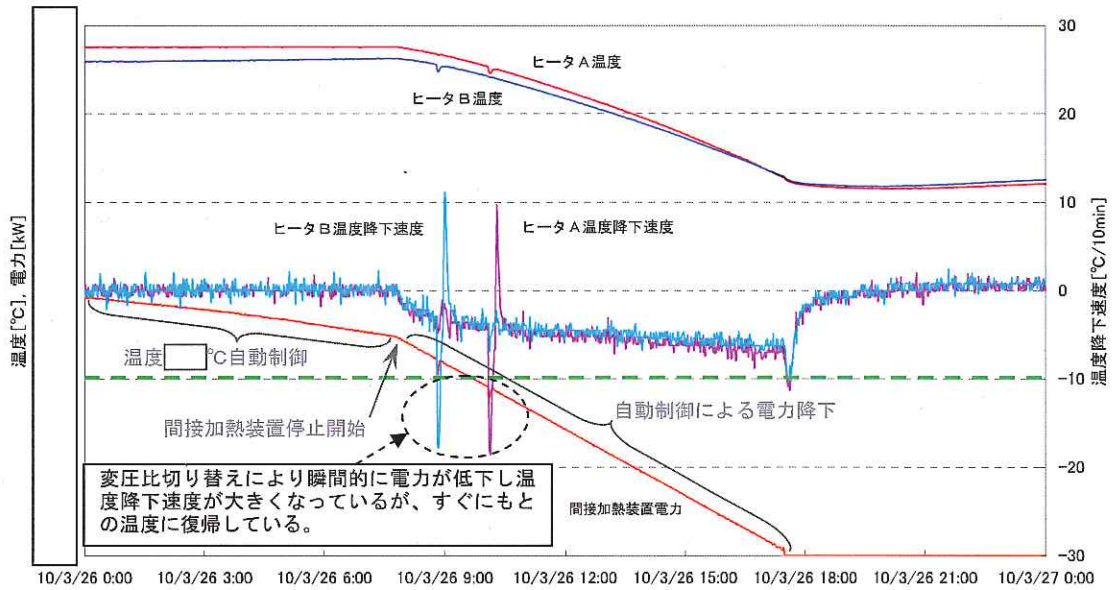


図1 熱上げ時の間接加熱装置のヒータ温度降下実績

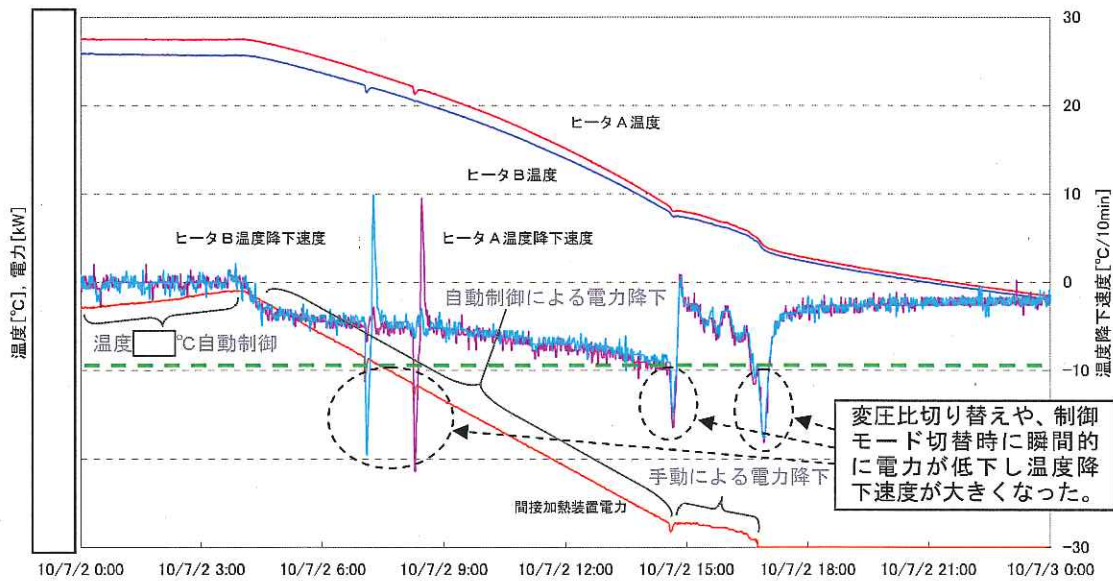


図2 ドレンアウト終了時の間接加熱装置のヒータ温度降下実績

【実績の評価】

今回の運転において、前頁に示すとおりヒータ温度低下速度がわずかな時間（十数分程度）であるが $10^{\circ}\text{C}/10$ 分を超える部分があった。

ドレンアウト後の間接加熱装置のヒータ温度低下時は、通常運転時と異なり炉内にガラスがない状態であるため、解析温度条件で炉底部の温度をガラス液面位置に入力することによりガラスが無い状態をモデル化し、運転実績の温度データを用いて解析を行った結果、その状態においてもレンガには高い熱応力が発生しないことを確認しており、ヒータ温度低下速度 $10^{\circ}\text{C}/10$ 分の超過が今回のような一時的なものであれば、その際に発生する熱応力は小さい。

以 上

レンガ回収作業の実績について

ガラス溶融炉天井レンガ一部損傷に係る原因究明のため、溶融炉内底部に存在する損傷アンカレンガ（天井部の観察により確認された損傷アンカレンガのダボ部から下の欠落部分）について、平成22年4月3日よりレンガ回収治具を用いた回収作業を行った。作業実績について以下に示す。

1. レンガ回収作業の概要

レンガ回収作業の概要は以下のとおり。

①レンガ回収治具の設置

ガラス溶融炉の熱上げ後、レンガ回収治具を設置する。

②保守治具入口シャッタの開操作

保守治具入口シャッタを開とする。

③通電の停止

ガラス溶融炉の通電を停止する。

④レンガ回収治具の下降

レンガ回収治具を下降させる。下降した距離からレンガ位置の推定を行い、必要に応じてレンガ回収治具を一旦上昇させた後にレンガ回収治具を回転し、再度下降させる（把持板でレンガを挟んで把持する構造としているため、把持板がレンガを跨いだ状態になるように位置を調整する必要がある）。

また、レンガがレンガ回収治具により把持可能な範囲にない場合には、レンガを中央に寄せるために、レンガ回収治具を水平方向に移動させる操作を行う。

なお、レンガ回収治具の扱いはパワーマニピュレータによる遠隔操作により行う。

⑤レンガの把持操作

レンガ回収治具上部のハンドルを回転させ（把持板がレンガを挟む動作をする）、レンガを把持した後に、レンガ回収治具を上昇させる。

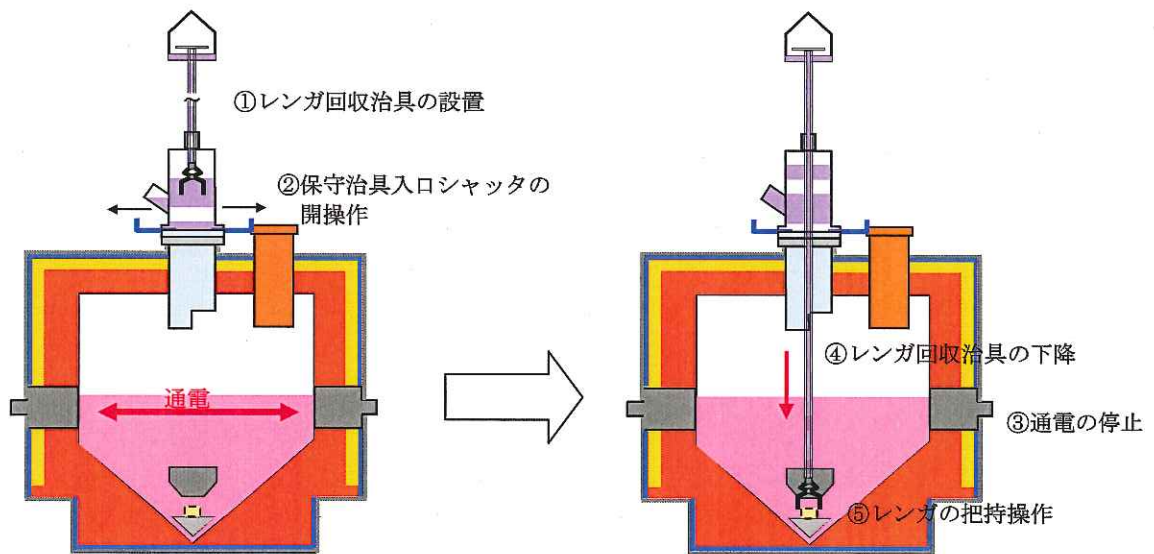


図1 レンガ回収作業の概要

2. 作業の経過

平成22年4月3日よりレンガ回収治具を用いたレンガ回収操作を開始し、平成22年6月17日にレンガを回収した。主な時系列は以下のとおり。

4月 3日～ 20日	レンガ回収治具を用いた回収作業の実施。 レンガを中央に寄せることができず、レンガを回収することができなかった。
5月15日～ 21日	把持板に改良を加えたレンガ回収治具（改良1）を用いた回収作業の実施。 レンガを中央に寄せることができたが、レンガを回収することができなかった。
5月24日～ 26日	レンガ回収治具（改良前のもの）を用いた回収作業の実施。 レンガを把持することができたが、引き上げる際に脱落してしまった。
5月28日～ 30日	レンガ回収治具（改良1）を用いた回収作業の実施。 レンガを把持するが、レンガが縦起こし状態となっていることが想定され、回収することができなかった。
6月17日	レンガ回収治具（改良2）を用いた回収作業を実施し、レンガを回収した。

なお、経過報告（その2）で想定した以下のリスクについては、今回のレンガ回収作業中に発生しなかった。

- ・シャッター開操作中のガラス溶融炉内圧力の上昇（警報発報）
- ・レンガ回収治具の撤去が困難となるような、レンガ回収治具シャフトの変形等

3. レンガ回収治具の改良

4月3日～20日にレンガ回収治具を用いて実施した作業において、レンガの回収が困難であった要因として以下のものが挙げられた。

①レンガの状態

レンガが炉底の中央からずれて、傾斜部に一端が乗り上げて斜めになり動き難い状態であり、さらに裏返し（台形型のレンガの面積の小さい面（破断面）が下になった状態）になって不安定な状態にあった。

②レンガ回収の把持範囲が狭かった

把持板同士の間隔が狭く、レンガの向きによっては把持できない場合があった。

③レンガの角部を把持した

レンガの角部を把持しているために、レンガが把持板から外れた。

④円盤把持板が転がりレンガから外れた

レンガを中央に寄せる操作にあたり、レンガに接触した円盤把持板が回転してしまい、レンガを動かすことができなかった。

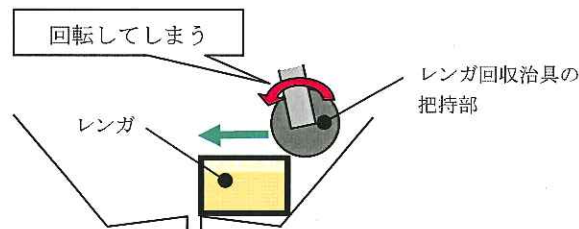


図2 円盤把持部の転がりイメージ

レンガが上記①の状態であると推定され、この状態のまま把持しようとした場合、上記②、③の理由からレンガを把持するに至らなかった。このため、レンガの中央寄せ操作が必要となったが、④の理由からレンガを中央に寄せることができなかった。これらの実績をふまえ、図3のとおりレンガ回収治具を改良することとした。

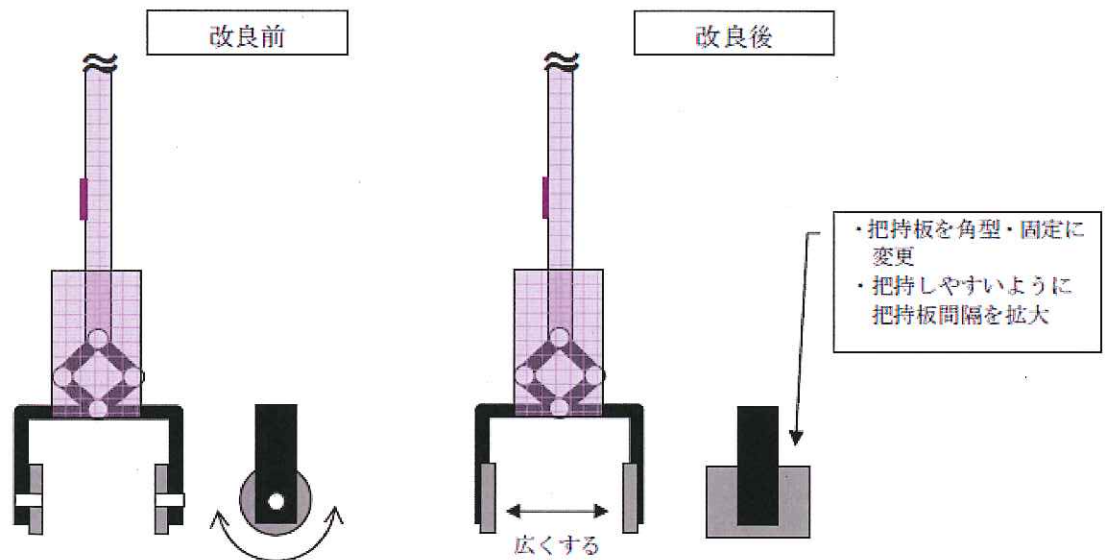


図3 レンガ回収治具の主な改良点（改良1）

このレンガ回収治具の改良により、5月15日～21日に実施したレンガ回収作業において、レンガを炉底中央に寄せることができたと推定されたものの、レンガを回収するには至らなかった。レンガ回収治具は、レンガを把持した状態で引き上げる際、ガイド管とシャフトの降温速度の違いによる熱膨張差により把持力が徐々に低下するため、定荷重スプリングを設置し、把持力の低下に合わせてハンドルを徐々に締める方向に回転させることにより、常にハンドルに一定の荷重がかかる状態にしている（図4参照）。ハンドルの回転数はネジの長さに依存し、所定の回転数に達した後はハンドルが回転しないため、把持力を維持できなくなる。5月15日～21日に実施したレンガ回収作業では、レンガを把持した段階で想定よりも多くハンドルを回転しており、残りのハンドルの回転数に余裕がなく、引き上げ中に把持力が低下してしまうことが想定されたため、レンガ回収治具を引き上げることができなかった。

レンガを把持した段階で想定よりもハンドルの回転数が多かった要因としては、レンガを把持する際に、把持されるレンガが縦起こし状態になってしまうためであると推定した（図5参照）。

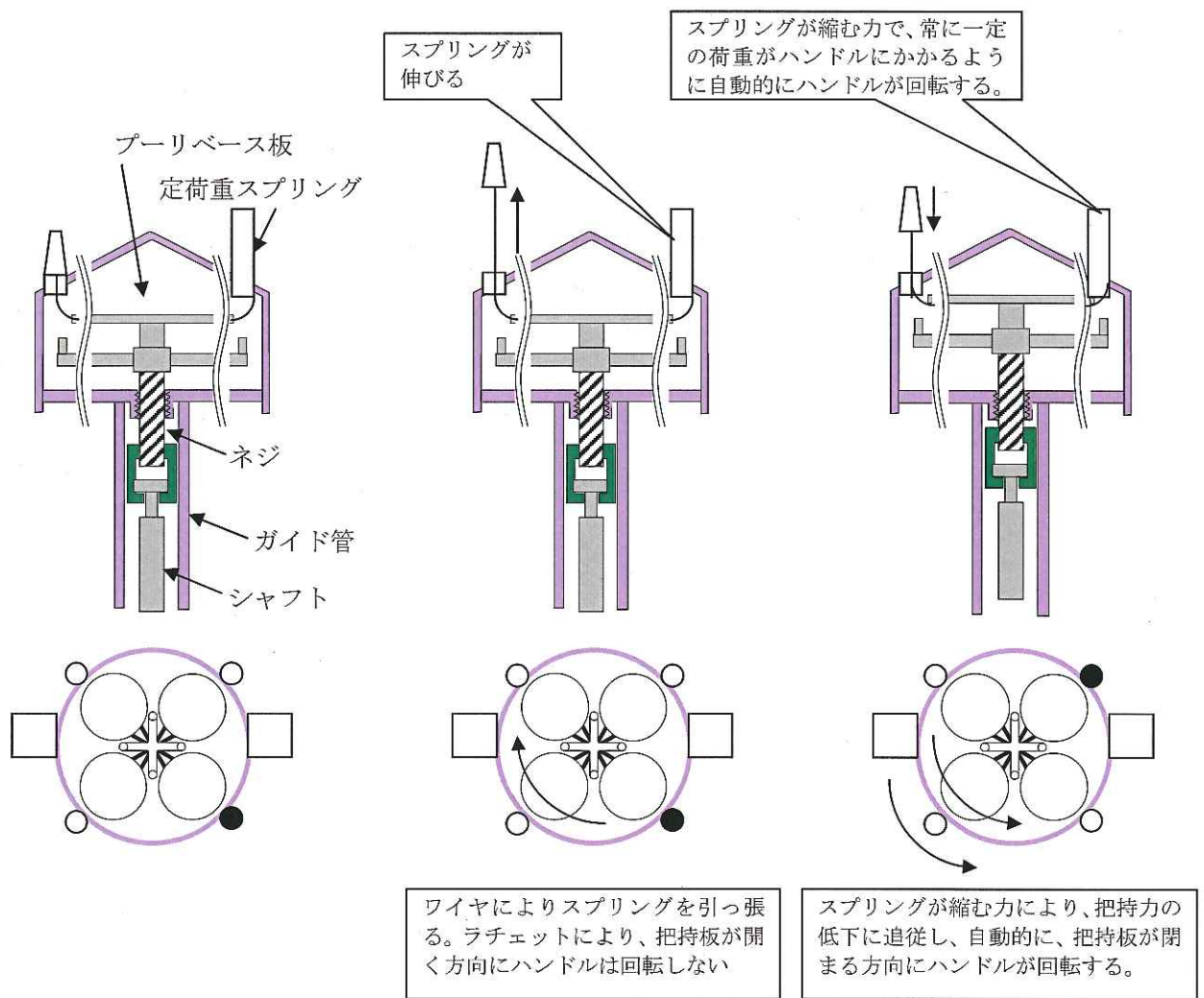


図4 定荷重スプリングによる把持力の維持

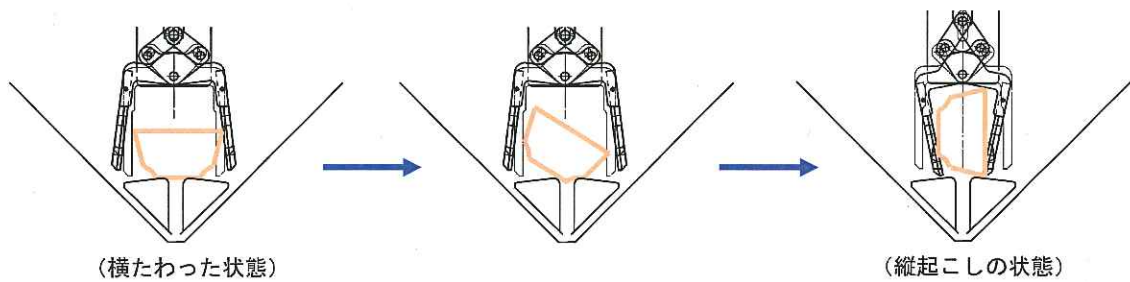


図5 レンガ把持状況の推定

改良前のレンガ回収治具は改良後の治具に比べ把持板間隔が狭いものの、その分レンガを把持した段階でのハンドルの回転数が少なく、残りのハンドルの回転数に余裕ができることが想定された。そこで、改良前のレンガ回収治具を用いレンガ回収を試みたところ、レンガを把持し引き上げることはできたものの引き上げ中にレンガが脱落してしまい、レンガを回収することができなかった。さらに、再度、改良を施したレンガ回収治具を用いた回収作業を試みたが、レンガは把持できたものの、引き上げの際にレンガが脱落してしまった。

改良前のレンガ回収治具はハンドルの回転数に余裕があると考えていたが、改良前、改良後どちらのレンガ回収治具であってもハンドルの回転数に余裕が無く、引き上げ中に所定のハンドル回転数に達してしまっただけに把持力が低下し、レンガが落下してしまったものと考えられた。

この実績を踏まえ、図6のとおり、図3の改良に加え、さらにレンガ回収治具を改良することとした。ネジを長くしハンドル回転数を増加させることにより、レンガ回収治具の引き上げ中に所定のハンドル回転数に達することがなく、引き上げ作業の最後までレンガの把持力を維持できるようにした。

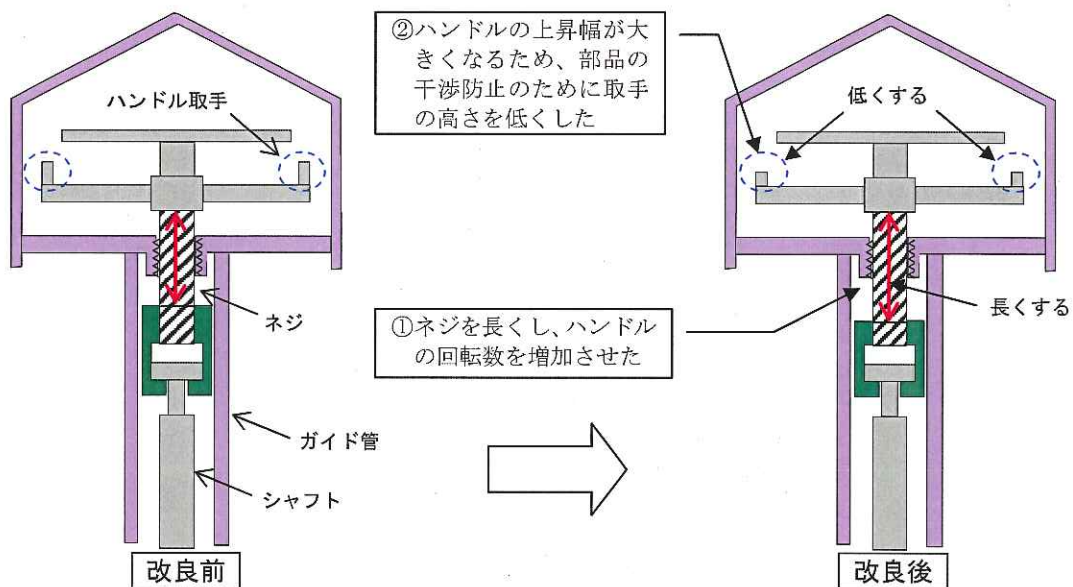


図6 レンガ回収治具の主な更なる改良点（改良2）

6月17日、改良したレンガ回収治具で作業を実施したところ、レンガを引き上げ途中で脱落させることなく回収することができた。

4. まとめ

作業実績から得られた知見を適宜反映し、レンガ回収治具を改良することによりレンガを回収することができた。

なお、レンガ回収作業の効率化を図るために、今回のレンガ回収作業により得られた知見を踏まえて、レンガ回収治具の更なる改善について検討を進める。

以 上