

流下停止原因―「付着物説」は、試験再開のための口実に過ぎない 白金族から目をそらしても、その深刻な影響から逃れることはできない

2008. 10. 17 美浜の会

7月2日に起きたガラス固化熔融炉の流下停止事故に関し、原燃は流下停止の原因究明も放棄したまま、9月28、29日に強引な流下確認試験を行い、10月1日の事故故障対策ワーキンググループでの議論を経て、最終報告書を10月8日午後1時に保安院に提出した。保安院はそのわずか1時間後の午後2時に試験再開を承認し、原燃は10月10日午前4時半に試験を再開した。きわめて拙速で出来レース的な経過をたどっている。

この間に市民運動と国会議員は連携して、10月2日に161団体と2005名の賛同を記した要望書を保安院に提出し交渉した。さらにそれを受けて10月7日に議員から、原因が解明されていないことを具体的に指摘し、事故故障対策ワーキンググループを開いて検討するよう要求する意見書が保安院に手渡されたが、結局それは完全に無視された。

原燃の最終報告では、肝心の流下停止の原因は未解明のままだが、他方、流下「対策」を立てるための「要因」として加熱コイルの「付着物説」を位置づけている。つまり、「付着物説」は、何がなんでも流下させるために必要な「要因」なのであって、それ自体は何の現実的な根拠・証拠をもっていない。とにかく流下ノズルの温度を上げること、そのために加熱コイルの電力を上げ、加熱時間を延ばすだけで何とか乗り切ろうとするための口実なのだ。9月28、29日の流下テストではそのやり方で強引に流下を実現し、そのことで真の原因をも押し流してしまった。

実際には、流下停止の真の原因は熔融炉内にこそあるに違いない。事実、7月2日には次のような重要な事象が起こっていることを指摘することができる。

- (1) 主電極―底部電極間の通電を開始して底部電極温度が上昇しているのに、流下ノズル温度が容易に上昇しないという奇妙な現象が起こっている。この現象は、加熱コイルが働くより前の段階ですで見られることで、加熱コイルの付着物とは何の関係もない。
- (2) 主電極と底部電極間の抵抗が昨秋第1バッチのときより低く、そのために主電極―底部電極間の電力(kW)が低い傾向にある。これは明らかに残留白金族の影響によるものに違いない。この傾向が流下ノズル温度の温度上昇を妨げた可能性がある。

これらの特徴を、最終報告などの事実に基づいて具体的に示そう。これら重要な事実を敢えて無視する姿勢では、白金族の影響はいずれ必ず、倍加された深刻な問題として現れるに違いない。

1. 最終報告に流下停止の原因なし―「付着物」は対策を合理化するための架空の道具

流下停止の原因は、原燃の最終報告10頁の「10. 原因」の①と②にまとめられている。「流下ノズルの温度が低かったこと」、「流下ノズルの温度が低い状態で流下を行ったこと」が直接の原因としている。その結果をもたらしたのは、「高周波加熱コイルによる十分な上段加熱を行わなかったこと」、「流下の際に『流下ノズル温度計温度を管理の条件としていなかった』こと」だという。

しかし、これらは運転方法や運転基準を述べているだけである。以前にはこれらの方法や基準で流下に支障は起こらなかったのに、7月2日にはなぜ予想もしなかった事故が起きたのか、どのような客観的な変化が熔融炉に生じたために運転方法や基準を問題にせざるを得なくなったのか。この変化を具体的に明らかにすることこそが原因究明のはずである。

この点を指摘すると、保安院の金城氏は、次の「11. 再発防止対策及び改善事項」に、「流下ノズルの温度が低かった」ことの「要因である高周波加熱コイルへの低粘性流体等の付着による

放熱量の増加への対策」という形で付着物という「要因」が書かれているという。では、加熱コイルの付着物が流下停止の原因なら、なぜそれを「10.原因」の中で定式化しないのだろうか。ここでは、「付着物」は原因という位置にあるのではなく、明らかに対策を立てるための便宜上の「要因」という位置に置かれている。このようにすれば、流下ノズルの温度が低くならないように、とにかく流下ノズルを加熱すればいいのだという理由づけが成り立つからだ。「付着物」はその「対策」を「合理化」するための道具として登場させられているのであって、何らの客観的な根拠・証拠をもたない想像上のものにすぎないのである。

2. 事実上「付着物説」を否定する保安院の大橋氏

「付着物説」とは、高周波加熱コイルに何かの付着物が付着したために、それが流下ノズルからの熱を吸収してそれだけノズルへ戻す反射が減り、結果として流下ノズルからの放熱量が増えるという考え方である。「付着物」が流下停止の主原因であるのなら、熔融炉内の条件とは関係なく、高周波加熱コイルによる流下ノズルの加熱条件の変化だけで流下停止が起こったことになる。

では、今年4月には何の支障もなく流下したのに、7月2日にはなぜ流下停止したのか、これが「付着物説」で説明できるのか、このことを保安院に質問していた。

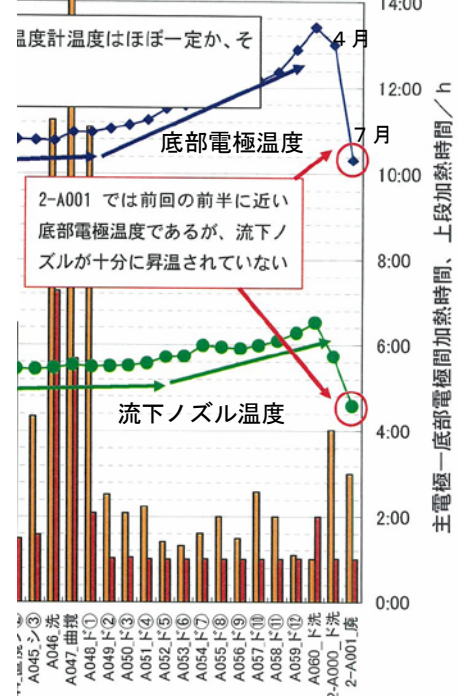
これに対し保安院の大橋氏は、10月9日に図1に基づいて次のように説明した。確かに4月と7月で付着物に変化はない（高周波加熱コイルの性能や加熱時間にも変化はない）。しかし、図1横軸の一番右（7月）とその左（4月）を比べると、熔融炉内の底部電極温度の値が違っている（4月に温度が高いのは少量のガラスを用いたためだという）。底部電極温度が高い4月には流下し、温度が低い7月には流下しなかったのだという。

この説明はまさしく「付着物説」を否定している。4月と7月の流下挙動の違いをもたらした基本的な要因は底部電極温度の違いだと言っているのだ。それなら、「付着物」とは関係なく、7月2日に底部電極温度が低かったことこそが流下停止の原因となる。保安院は事実上、自ら「付着物説」を否定しているのである。

3. 流下ノズル温度が上がらないという奇妙な挙動

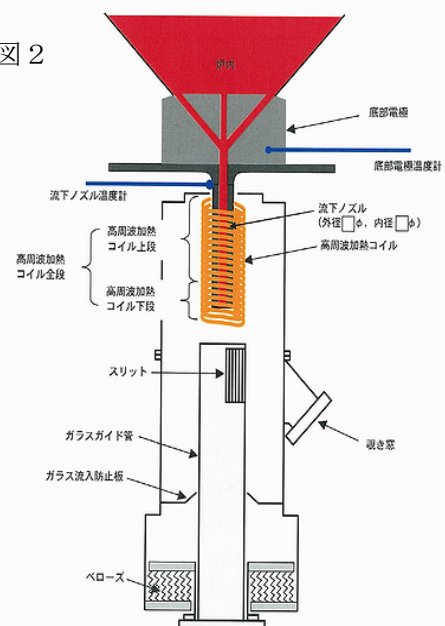
図1には、7月2日の2-A001バッチの2種類の温度について四角囲みで次のような注釈が書かれている。「2-A001では前回の前半に近い底部電極温度であるが、流下ノズルが十分に昇温されていない」。つまり底部電極温度は4月の2-A000より相当に低いとは言え、昨秋試験の初期のころ程度の値をとっている。ところが流下ノズル温度は昨秋初期よりもかなり低い値をとっている。しかし、なぜそのようなになっているのかを原燃は解明しようとしていない。

図1 全段加熱開始時の温度



(最終報告 106 頁図の一部に加筆)

図2



高レベル廃液ガラス固化設備の概要図（結合装置概要図）

実は、このような流下ノズル温度が上がらないという傾向は、7月2日の試験では、高周波加熱コイルを働かせるより前の段階ですでに現れているのだ(図3)。図3は、主電極と底部電極の間に通電を開始したときからの時間を横軸にとって、各種の値の挙動を示している(実線が7月2日 2-A001、点線は昨秋第1バッチ 1-A001)。7月2日には、最初主電極Aと底部電極間に電流を流したが、なぜか30分ほどで主電極B-底部電極間に切り替えている。

特徴的な点を2つ指摘しよう。

(1) 主-底通電によって底部電極温度が上昇しており、昨秋の 1-A001 (点線) ではそれに応じて流下ノズル温度も上昇している。高周波加熱コイルが働くより前に、炉内の熱がノズルの上端部にある流下ノズル温度計に伝わっているのだ(図2参照)。ところが、奇妙なことに、7月2日の 2-A001 では、流下ノズル温度は長くほぼ横ばいになっている。これはいったいどうしたわけだろうか。7月2日には炉内の熱が流下ノズルに伝わりにくいような何らかの事情が生じていたに違いない。この挙動は高周波加熱開始より前の段階のことなので、加熱コイルの付着物とは何の関係もない。

(2) 図3で主-底部電極間電力が7月2日の 2-A001 では、昨秋第1バッチより低下傾向にあるのが見える。図4のグラフより、この間は主-底部電極間の電流が一定になるような運転をしているのが分かる。そうするとオームの法則により、電力は電気抵抗に比例するので、電力の低下は電気抵抗の低下に由来しているに違いないし、事実、図4のように電気抵抗は昨秋第1バッチより低い値をとっている。結局、昨秋第1バッチの頃と違って、白金族が除去しきれていないために電気抵抗が低く、底部ガラスを加熱するはずの電力が低下していることが分かる。電気抵抗が低いという事実は、6月11日原燃報告の60頁のグラフによってすでに裏付けられていたことだが、それがここで再確認された。

4. 9月28・29日の流下確認試験ではなぜ流下したのか

原燃は流下停止の原因も究明できていないのに、「付着物説」に基づいて強引に流下させる試験を9月28、29日に実施した。「付着物説」に基づけば前述のように、高周波加熱コイルの付着物のためにノズルからの放熱が増えたことが、もっぱらノズル温度が上がらなかった要因とされている。そうすると、放熱の増加分を補うだけ、加熱コイルによる入熱を増やせば落ちるはずだとなる。その考えから、加熱コイルの電力を上げたり、加熱時間を増やしたりするのである。9

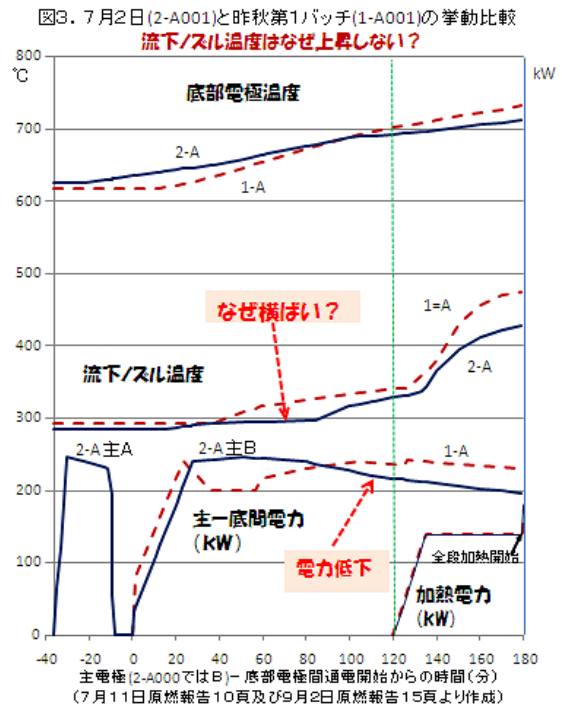


図3. 7月2日(2-A001)と昨秋第1バッチ(1-A001)の挙動比較
流下/スル温度はなぜ上昇しない?

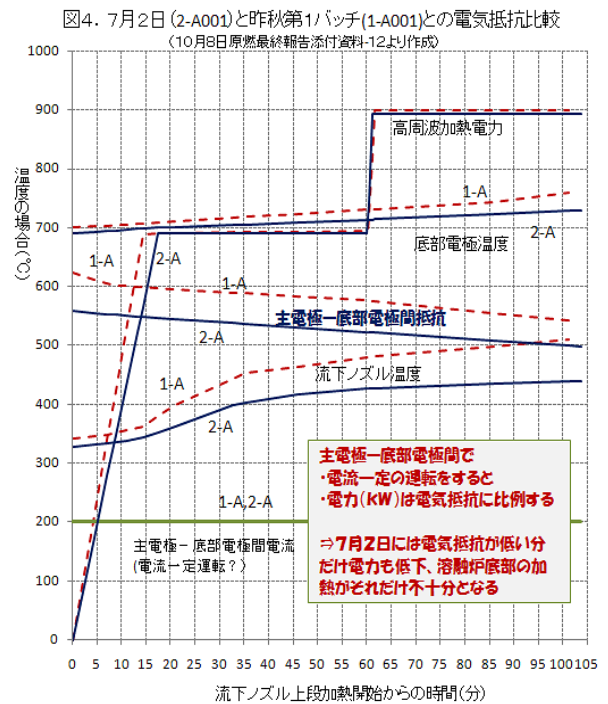


図4. 7月2日(2-A001)と昨秋第1バッチ(1-A001)との電気抵抗比較
(10月6日原燃最終報告添付資料-12より作成)

月末の試験では、図5に示すようにまさにそのようなやり方が行われた（図5は原燃のグラフから物差しで数値を読みとって合成したので、ある程度の誤差を含む）。

流下確認試験は3回行われたが、図5はその第1回目である。横軸にはノズル上段加熱を開始した時点からの時間（分）がとられている。実線が流下テスト1で7月2日の経過（点線）と比較している。

まず、高周波加熱コイルの電力であるが、最初から7月2日のときより約14%ほど上げている。その分流下ノズル温度の上昇が早いのが分かる（底部電極温度はほぼ同程度の挙動）。7月2日には流下ノズル温度が約430℃のとき（約60分後）に流下操作のための全段加熱に移行したが、このような低い温度で移行したのが悪かったとされている。そのため、流下試験1では約460℃を目標温度として定め、これを目指してさらにノズル上段の加熱を継続した。ところが約150分経過してもまだ目標温度に到達しない。そのためか、その時点でさらに電力を13%程度アップしている。その結果、加熱開始から約190分でようやく目標温度に到達したので全段加熱に移行している。

結局、上段加熱電力を7月2日より29%もアップした上、加熱時間を3倍以上に延ばしてようやく全段加熱に移行することができたのだ。この結果は、むしろ流下ノズル温度が容易に上昇しない傾向にあることを事実として示しているのである。

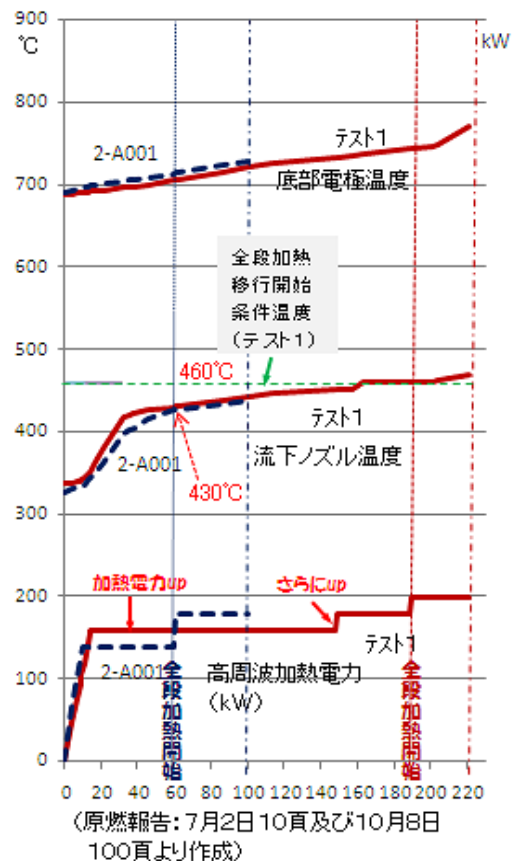
さらに、第2回目の試験結果がまた教訓的である。原燃は今度は流下ノズル温度の目標値をなぜか約455℃に下げて試験した（つまり第1回目より約5℃下げた）。上段加熱開始から88分後にはほぼ目標温度に到達したので全段加熱に移行したところ、偏流が発生したのであわてて止めている。ちなみに、昨秋の試験での全段加熱移行時の流下ノズル温度は、第1バッチこそ約470℃を少し超えている程度だが、安定状態となった第6～13バッチでは455～456℃程度であった。目標温度は昨秋試験の実績に基づいて決められているので、455℃程度にしたのは、この実績を考慮したためではないだろうか。ところが、いまはそのころと電気抵抗（図4）など炉内の条件が変わっているためか、同様のやり方はできないことが表面化した。結局、第2回目の試験では、流下ノズル温度の目標値を約460℃に戻し、加熱コイルの電力は最初からさらに上げてやり直した結果、ようやく流下させることができたのである。

5. 流下確認試験で行った証拠隠滅

流下確認試験では、ノズル内に存在したガラス材を無理矢理流してしまった。以下で述べるように証拠隠滅を図ったとしか言いようがない。

この問題を10月9日の保安院交渉でもちだしたところ、保安院の大橋氏は、その問題は最終報告書38頁の表に書かれているという。そこでは白金族問題は、「流下ノズル内の一部閉塞」という項目に入っており、「白金族濃度の高いガラスが前回運転から滞留していた」という問題として扱われている。その「調査」という項目では、「洗浄運転を2回実施（A060, 2-A000）していることから白金族濃度が高いガラスが残留していることは考え難い（添付資料-31）。今回の運転において、流下開始時に一旦流下している」と、白金族の存在を調査もせず否定している。

図5. 2-A001と流下テスト1の比較



しかし、問題は3月に行った堆積白金族の除去作業で飛び散った白金族の塵や微粒子が流下に与えた影響なのだ。A060 バッチは今年1月実施で白金族の除去作業前のことである。2-A000 バッチは除去作業後の4月実施であるが、このときはわずかのガラス材を入れて電気抵抗を測定し、その後流下させている。7月2日に流下ノズル内に残っていたのはこのときのガラス材である。

ところがその後、多くのガラス材を炉内に入れて熱上げ運転を相当に長期間実施しているので、除去作業で飛び散った白金族の塵が徐々に炉底に沈み込んだ可能性がある。この可能性は2回の洗浄運転と何ら矛盾しない。そして、7月2日にはおよそ1kgのガラス材がノズル出口から出ており、その分は成分分析されているが、この出た分はちょうど4月にノズル内に残っていたガラス材に相当する程度の量である。これらがノズル出口から出た後に、溶融炉底部に溜まっていた白金族がノズル内に入り込んだ可能性がある。それらは「閉塞」というよりは、高周波加熱コイルによる電磁誘導に影響を与えノズル温度を低下させた可能性があるが、原燃にはそのような観点がまったくない。

結果として前記38頁の表では、新たに枠が付加され、「確認試験の1バッチ目において全段加熱開始からの流下開始までの時間、所定の流速及び流下時間を満足したことから、流下ノズルの閉塞がないことを確認した」と書かれている。しかし、我々が問題にしているのは、閉塞ではなく、電磁誘導への影響なのだ。

結局、残念ながら、原燃が流下ノズル内の物質を流してしまったことによって、証拠が隠滅されてしまったのである。

6. 流下停止の原因は未だ解明されていない—白金族の深刻な影響から逃れられない

これまで見てきたことなどを整理しよう。

(1) 9月末の流下確認試験では、次のことが判明している。

- ・流下ノズル温度は7月2日と同様に容易に上昇しない傾向にあるが、高周波加熱コイルの電力を上げ、加熱時間を増やせば目標温度に到達して流下させることができる。
- ・しかし、流下ノズル目標温度を昨秋試験の初期のころと同程度に下げると偏流が発生する。

(2) 昨秋初期のころと異なって、底部電極温度が上昇しているのに流下ノズル温度が容易に上昇しない傾向がある。この傾向は流下確認試験でも見られている。この傾向は加熱コイルの付着物とは関係なく、おそらく白金族の堆積と関係しているかも知れないが未解明である。

(3) 4月と7月2日では高周波加熱コイルによる加熱条件には何も変化はない。それなのに4月には流下し7月には流下しなかった。違いは、底部電極温度とそれを反映した流下ノズル温度にある。それゆえ、流下ノズル温度が上昇しなかった要因は、明らかに高周波加熱コイルの付着物にはなく、溶融炉内に生じた何らかの事情にあるはずだ。

(4) 加熱コイルの「付着物説」は、加熱コイルの電力や加熱時間を増やす理由として使われたわけだが、その実際的な根拠は何も示されていない。

(5) 原燃は7月2日より前に課題とされた炉の安定運転については、7月2日にはうまくいったと強調している。しかし最終報告22頁の図によると、肝心のガラス温度（主電極の高さ位置のガラス温度）は、温度が上がらないと問題視された昨秋第1バッチとほぼ同様の動きになっている。ある程度安定的な挙動を示したにせよ、これではとても満足できる結果ではない。

昨年12月末から7月2日まで溶融炉が半年間も停止していたのは白金族が堆積したためだった。その白金族問題を意図的に避けて、加熱コイルの付着物などという根拠不明の説を唱え、それを理由づけにして強引に加熱コイルの電力を増やしたり、加熱時間を延ばしたりしている。昨年12月に停止を余儀なくされた原因は何も解決していない。白金族の影響はいずれ必ず、倍加された深刻な問題として現れるに違いない。