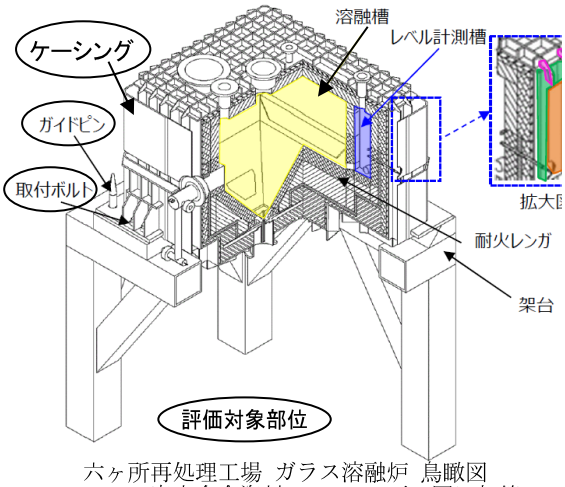
六ヶ所再処理工場　ガラス溶融炉の耐震評価でレンガを考慮せず

これまでの試験運転でレンガはあちこちが劣化



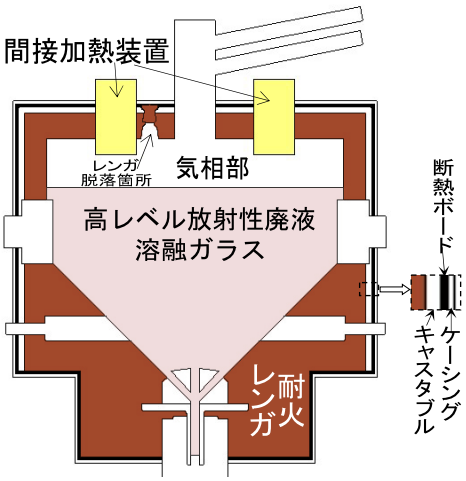
六ヶ所再処理工場　ガラス溶融炉　鳥瞰図
2025. 9. 29審査会合資料2_02の258頁の図に加筆

六ヶ所再処理工場の設工認（設計及び工事計画の認可）申請について、原子力規制委員会による審査が進められている。日本原燃は審査で、建物、機器等の耐震設計方針を出しているが、その中には高レベル放射性廃液を固化するガラス溶融炉も含まれている。溶融炉は、2007 年からのガラス固化試験で天井等の耐火レンガが損傷したものを、まずは来年 10 月頃の使用前検査で、さらに本番でも使用する。この溶融炉に関する耐震性の審査を実施している。

約 1,200°Cの高温の溶融ガラスを扱うため、炉には耐火レンガが使われている。ところが、原燃は、耐震評価の対象部位を、耐火レンガを覆うケーシングと支持部（ボルト等）に限定している（上図）。後に紹介するように、この溶融炉は耐火レンガの損傷等を繰り返してきたものだ。それにも関わらず、耐火レンガを対象から外している。超危険な高レベル廃液を扱う設備の評価をずさんなやり方ですませることは許されない。原燃は耐震評価を行うにあたり、「建設時と同様のモデルを用いる」としているが、耐火レンガ等を評価対象部位に含め、その劣化を考慮して耐震評価を行うべきだ。

◆評価部位をケーシングと支持部材に限定

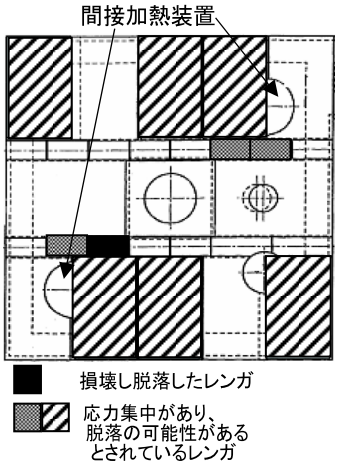
ガラス溶融炉は、溶融ガラスを保持する耐火レンガでできた溶融槽を、キャスタブル、断熱ボード、ケーシングで覆う構造になっている（右図）。しかし、原燃は、耐震評価の対象部位をケーシングと支持部材（取付ボルトとガイドピン）に限定している。耐火レンガは、その質量をケーシングの質量に加えるだけで、対象部位から外している。原燃は、その理由として、「耐火レンガは、せり持ち、だぼ・ほぞにより組み合わせており、組み合わせた形状をケーシングによって支持することで一体化している。上記の構造により、耐火レンガを支持するケーシングの支持機能を確保することで、溶融ガラスの閉じ込め機能を維持できる」ためとしている。つまり、ケーシングの耐震性が保たれれば、耐火レンガも大丈夫だから、耐火レンガの耐震評価は不要との考えだ。



しかし、閉じ込め機能が維持されたとしても、地震により耐火レンガが部分的にでも損傷すれば、ガラス固化体製造に支障をきたす恐れがある。また、耐火レンガ、キャスタブル等に亀裂が入れば、溶融ガラスがケーシングに近接し、その最高使用温度（400°C）を上回る可能性もあるのではないか。ケーシングの耐震評価は、最高使用温度以下であることを前提条件としているため、上回ることは許されない。耐火レンガ、キャスタブル等も含めて耐震評価を行うべきだ。

◆天井レンガは既にあちこちで応力集中が起きている。さらなる損壊の可能性もある

ガラス溶融炉では、これまでのガラス固化試験（化学試験（2004.1～2005.2)、アクティブ試験（2007.11～2013.5)）で、耐火レンガの損傷が進んできた。2台ある炉のうちA系列では､2008 年に天井の耐火レンガが損壊し脱落する事故を起こした。原燃は事故調査の際に行った解析で、他の 9 個の天井レンガにも応力集中が生じていると評価した（右図)。ただし、解析による評価なので、詳細な調査をすれば、別の箇所の損傷等も明らかになる可能性はあるだろう。



A系列ガラス溶融炉の天井レンガ
（炉内下から天井を見上げた図）
2010.7.28原燃報告の15頁の図に加筆

原燃は損壊の原因を、天井に挿入している間接加熱装置の急激な温度降下を行い、その際に発生した応力が大きかったためと推定している。そして、今後もインターロックの作動や電源異常等による計画外の間接加熱装置の加熱停止は起こる可能性があるため、天井レンガはさらに脱落する恐れがあるとした。

Ｂ系列についても、同様の運転をしてきたため、既に天井レンガに損傷が生じている可能性があるとしている。

また、東海再処理工場では、天井の耐火レンガを貫通して間接加熱装置を気相部に挿入してはいない。つまり、六ヶ所のガラス溶融炉は耐火レンガに高い応力のかかりやすい構造的欠陥を抱えている。

◆側壁レンガも割れが進行。応力集中が起こり損傷する可能性もある

側壁の接液耐火レンガも割れが生じている｡その長さは運転するにつれ進展している｡原燃は、2012 年に行った事前確認試験後の炉内観察の結果、割れの合計の長さはA系列で 36.64m、B系列で 33.38m になっていると報告している。また、今後、間接加熱装置の急激な温度降下を行った際、側壁についても、耐火レンガやキャスタブルに高い応力集中が起こり、これらに亀裂や損傷が生ずる可能性があるとの解析結果を出している。

◆これらの損壊等を放置したまま動かし続けようとしている

原燃は、これらの損壊等の補修もせずに炉を使い続けようとしている。放射能に強度に汚染されているため、部分的補修など無理なためだ。落ちたレンガを拾うだけでも遠隔操作でやってきた。当然、耐火レンガの損壊等を考慮して耐震評価を行うべきだ。

◆構造的欠陥による劣化を考慮した上で、レンガ等を含めて耐震評価を行うべき

原燃は「今後の運転において天井レンガの（中略）一部が損傷する可能性は否定できないが、万一損傷したとしてもガラス溶融炉の強度及び耐震性に影響はない」｢接液レンガがない場合でもケーシングの最高使用温度には達しないことを評価により確認している」｢溶融したガラスが目地部や割れ部に浸み込んだとしても、浸み込んだガラスは外部に行くにしたがって温度が低下し、流動性を失い、停止することを評価により確認している」等と述べている。つまり、耐火レンガが損傷してもケーシングは最高使用温度に達しないため、耐震性は保たれるとしている。

しかし、既に劣化しているところに地震が加われば、耐火レンガ、キャスタブル、断熱ボードが一気にひび割れを起こすことにより、最高使用温度に達することも考えられるのではないか。このような事態が起こらないかを確認するために、耐火レンガ等も評価対象部位に含め、構造的欠陥による劣化も考慮した上で、耐震評価を行うべきだ。