

液体ロケット再生冷却燃焼器の非破壊検査

利用者 吉田誠、森谷信一、佐藤正喜、升岡正

所属 宇宙航空研究開発機構

1. はじめに

再生冷却構造を有する液体ロケット燃焼器内壁は、片面が高温燃焼ガス（約3000 K）に、もう片面が液体水素（約-253 K）に曝され、極めて大きな温度勾配に耐えなければならず、繰り返し燃焼により塑性変形を生じ、クラックの発生に至る。溝構造の変形およびクラックの発生を捉え、繰り返し燃焼試験後の損傷を検出することは、燃焼器の寿命評価を行う上で重要である。本試験では、繰り返し燃焼試験を行った燃焼器について、研究用原子炉実験施設（JRR-3 TNRF）において、中性子ラジオグラフィによる撮像を試みた。

2. 試験方法および装置

本試験では、繰り返し燃焼試験を実施した燃焼器を用いて中性子ラジオグラフィによる撮像を実施した。撮像は、解像度が高く放射化の影響が小さいイメージングプレート（IP）による撮像と、CCDカメラによるCT用撮像を実施した。試験の様子を図1に示す。

3. 試験結果

図2に内面観察用に分割された燃焼器のIP撮像で得られた画像例を示す。本試験のような燃焼器壁の中性子線の透過が一度だけの場合は、供試体内の冷却溝を判別可能であることが分かる。しかし、空間となる部分（燃焼室、及び冷却溝）と供試体壁面の境界は不明瞭であり、IP撮像では100 μmオーダーの変形の判別は困難であることが分かった。次に、未切断の燃焼器を用いたCCDカメラによる撮像を試みた。イメージングプレートと比較すると解像度は低下するものの、画像処理により境界面をより明確にすることは可能であった。一方、CT画像構築は可能であるが、本供試体の外筒には質量減衰率の高いNiが含まれていたため、CT撮像の解像度には限界があった。

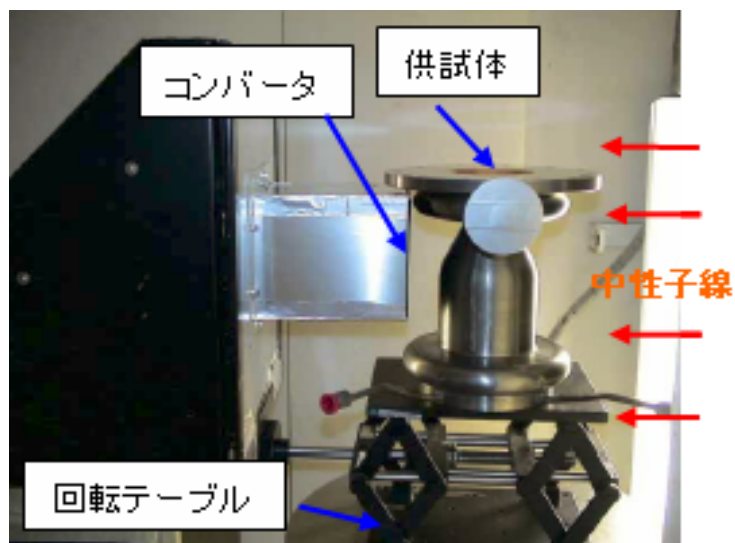


図1 試験の様子

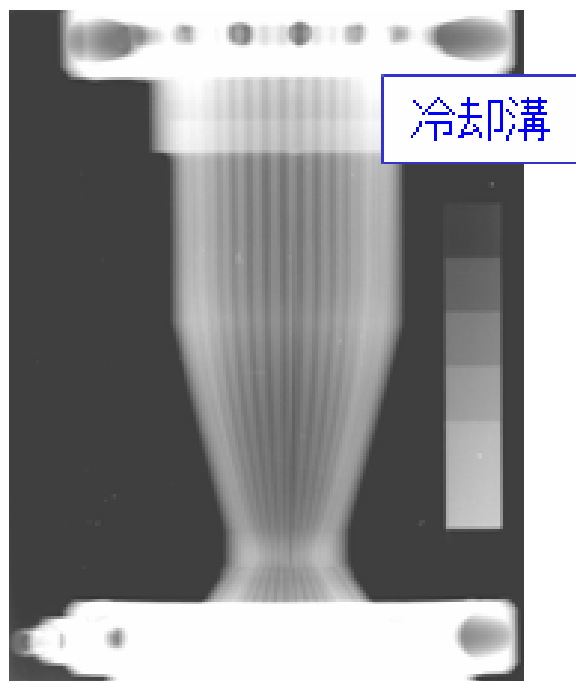


図2 IP撮像による画像

4. まとめ

中性子ラジオグラフィによる非破壊検査のロケット再生冷却燃焼器への適用性の検討に着手した。今後の予定として、Ni基合金製の外筒のない銅製燃焼器を対象に中性子ラジオグラフィによる撮像を行うことを計画している。

液体ロケット再生冷却燃焼器の ラジオグラフィ試験

利用者 吉田誠、森谷信一、佐藤正喜、升岡正
所属 宇宙航空研究開発機構

1. はじめに

再生冷却構造を有する液体ロケット燃焼器内壁は、片面が高温燃焼ガス（約3000 K）に、もう片面が液体水素（約-253 K）に曝され、極めて大きな温度勾配に耐えなければならず、繰り返し燃焼により変形し損傷を生じる。燃焼器断面の変形の進行、ならびに損傷の発生を非破壊で検査することができれば、燃焼器の寿命予測技術を確立する上で非常に有用なデータとなる。平成19年度上期に行ったラジオグラフィ試験では、インコネル製及びSUS製外筒のついた燃焼器を用いた試験を行ったが、中性子線の減衰が大きいため、得られた画像の解像度は限定的であった。一方、全銅製の燃焼器であれば中性子線の透過性がよいことから解像度の向上が期待できる。そこで本試験では、全銅製の燃焼器模擬供試体を対象に、ラジオグラフィ装置（TNRF）による断面観察の可能性について検討を行った。

2. 試験方法

試験の様子を図1に示す。全銅製の燃焼器模擬供試体を用いてCCDカメラによるCT用撮像を実施した。冷却溝を加工した銅製燃焼器内筒に、冷却溝を塞ぐ外筒部分を模擬した銅製円環を部分的に被せアルミテープで固定し、供試体とした。

3. 試験結果

図2にCT画像構築により得られた供試体断面像を示す。Ni系外筒付き燃焼器の画像よりも解像度の向上は認められるものの、冷却溝部の変形を定量的に把握するにはまだ課題が残る結果となった。



図1 試験の様子

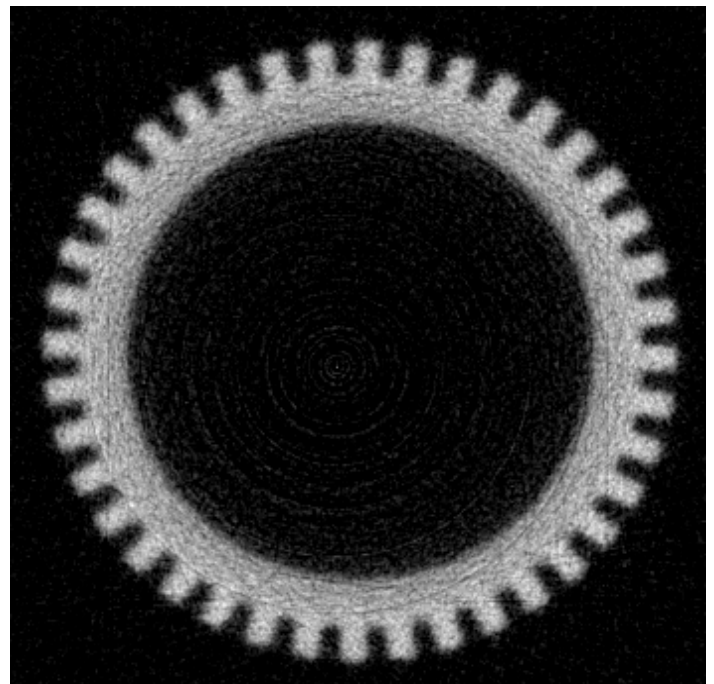


図2 CTによる断面画像

4. まとめ

燃焼器冷却溝部の変形を定量的に把握するためには、解像度の向上をさらに図る必要があり、試験装置も含めた検討を行う予定である。