

# ジェットエンジン高圧タービンブレードの 非破壊検査

利用者 秋山公彦、柳澤道彦  
所属 (有)インターフェース

## 1.はじめに

航空機のジェットエンジンから火を噴くというトラブルが続発している。原因はタービンブレードの冷却不良により、タービンブレードが設計値を超える温度となり、タービンブレードが遠心力で破断するためである。その破断した破片が高速で回転する他のブレードを次々と破壊し、エンジントラブルを増幅するのである。

エンジンは離着陸回数・飛行距離によって点検のため分解される。分解されたエンジンのタービンブレードは目視検査・重量検査・蛍光探傷検査・X線検査が行われ、継続して使用可能かどうかチェックされる。

タービンブレードは温度が上がらない様に内部に冷却空気を流して冷却しているが、現在行われている検査法では冷却空気が流れている内面の傷、金属の減肉を見ることはできない。

中性子はX線と違い、金属を良く透過するので金属の内部を見ることができる。中性子を使うと金属の減肉、金属内部のクラック、変形等を見ることができる様になり、タービンブレードのチェックを内部からも行えるようになる。

航空機業界は現在考えられる最良の検査方法で航空機の安全確保を行っているが、中性子による検査を追加することによって、更なる安全性向上・コストダウンに繋がるものと期待される。

そこで、JRR-3施設の中性子ラジオグラフィ装置を使い用意された内部にクラックのあるタービンブレードの透過像を取得し、(1)傷が見えるか、(2)傷の方向及び深さが分かるか、の実験を行い中性子ラジオグラフィが金属の減肉、金属内面のクラック、変形等を見ることができる最高の検査方法であることを証明する。

## 2. 実験方法

(1) イメージングプレート (IP) による透過像撮影

IP にタービンブレード 2 個をアルミテープで固定し撮影を行った。中性子照射時間は 2 秒。

### サンプル

写真 1 はタービンブレードを IP に固定し中性子ラジオグラフィ装置にセットした様子である。



写真 1 IP によるセッティング



写真 2 CCD によるセッティング

(2) CCDカメラによる透過像撮影

回転ホルダにタービンブレードをアルミテープで固定し、角度を 0, 45, 90 度に変えての撮影を行った。各角度での中性子照射時間は 10 秒。写真 2 はタービンブレードを回転ホルダに固定し中性子ラジオグラフィ装置にセットした様子である。

## 3. 実験結果

(1) IP による方法 (照射前: 写真 3、後: 写真 4)。

中性子照射時間が 2 秒にも関わらず、タービンブレード内部が非常に鮮明に写し出されているが、内部クラックの有無は確認できなかった。



写真 3 照射前のブレード

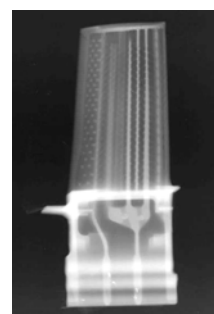


写真 4 ブレードの  
中性子ラジオグラフィ像 (IP)

(2) CCDカメラによる方法 (照射後: 写真 5)。

中性子照射時間が 10 秒にも関わらず、タービンブレード内部が非常に鮮明に写し出されているが、内部クラックの有無は確認できなかった。中性子照射室に入らないで角度を変えられるので、非常に便利である。

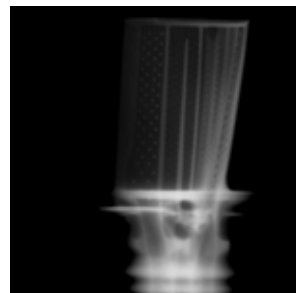


写真 5 ブレードの中性子ラジオグラフィ像 (CCD)

## 4. まとめ

(1) タービンブレードの撮影は国内では初めてで、貴重な撮影結果が得られた。

(2) 中性子照射時間が非常に短いため、放射化を極力抑えられる。

(3) タービンブレード内部を見る事が可能となったため、検査技術の向上に繋がるものと思われる。強いては航空機の安全性向上に繋がる。

(4) タービンブレードの撮影自動化する場合は CCDカメラ方式の方が有利であることが明らかとなった。

## 5. 今後の検討課題

(1) 今回用意したタービンブレードにはヘアークラックがあったが、透過像から確認することは出来なかった。(専門家が見れば分かるのかも知れない)

ヘアークラックを見える様にするための造影剤の研究開発が必要。

(2) 今回使用中性子ラジオグラフィ装置の最小分解は 100 μm との事であるが、ビジネスに使用となると、最小分解は 10 μm 台が必要と思われる。

そのため、撮影系の改良が必要。