

NRG 法による減速機の油面観察の試み (II)

Feasibility Study on the Observation of Oil Surface in a Gearbox by Neutron Radiography (II)

吉野 泰彦¹⁾

Yasuhiko YOSHINO

木内 大貴¹⁾

Hirotaka KIUCHI

市毛 裕之¹⁾

Hiroyuki ICHIGE

¹⁾ 日立建機株式会社実験解析評価センタ

本研究では、減速機稼時の油面観察、油に浸かっている歯車面の油濡れ状況を観察するため、中性子ラジオグラフィ実験を行った。対象となる減速機は先行予備実験 2023B-A02 において見極めた可視化許容厚さになる様に減速機のアルミ化、肉厚減を実施し、透過中性子の強度・品質を高めた。電動モーターで減速機回転数を制御し、回転数を変更した測定を行った。また、静止時の油面高さを変更した測定を同様に実施し、各条件での油面・油濡れ状況を比較した。

キーワード：減速機, 中性子ラジオグラフィ実験, 油面観察, 油の挙動観察

1. 目的

中性子ラジオグラフィ法を用いて小型の減速機（図 1）の静止状態および稼働状態の油面観察と油に浸かっている歯車面の油濡れ状況等を非破壊的にその場観察することを目的とする。減速機内の油の挙動をその場観察することにより粒子法解析による油の挙動と実現象の油の挙動を比較でき、それにより、現状の解析精度を把握し、新たな解析精度の目標を定めることが可能となる。

解析精度が実用水準まで向上した場合、解析による減速機内の油挙動の把握が可能となることから、ギアの濡れ性の評価や効率向上につながる。よって減速機の性能向上が期待できる。また、試作回数低下や減速機の寿命延長による材料削減や減速機の性能向上（効率化）による省エネ化による地球環境への貢献も期待できる。

2. 方法

JRR-3 研究用原子炉の炉室内に設置されている熱中性子ラジオグラフィ装置 TNRF (7 R) での中性子ビーム実験は

2025 年（令和 7 年）2 月 11 日（火）13:00 頃から開始し、2 月 12 日（水）13:00 頃まで 24 時間
2025 年（令和 7 年）2 月 14 日（金）13:00 頃から開始し、2 月 15 日（土）13:00 頃まで 24 時間
合計 48 時間のビームタイムを使用した。JRR-3 研究用原子炉の出力は 20MW であった。

実験試料（小型減速機モデル）を TNRF (7 R) 撮像室の中央試料テーブル上に Lab ジャッキを用いて設置して中性子ビーム中心が、回転軸の色々な高さを通る様に位置調整を行った。同時に、実験試料（小型減速機モデル）には、上部に給油口、下部に排油コックを設置してラジオグラフ撮像室に設置したまま排油・給油操作を行い、油面高さゲージを使って外部から確認しながら、オイルの交換および油面高さを変化させて撮像をおこなった。また、実験試料（小型減速機モデル）下部のオイル溜め付近に設置した温度センサー、ヒーターを外部から制御して、オイル温度を変化・制御した。また、上部回転軸に取り付けた減速機回転用モーターにインバーターを用いて回転数を制御してギアを駆動した。

○実験条件；

オイルの種類（油温度）；ひまし油（50℃）、大豆油（20℃、40℃、50℃）

油面高さ；1. 上段サンギア上面、2. 上段サンギア中央、3. 上段サンギア下面、

4. 下段サンギア上面、5. 下段サンギア中央。

減速機回転数（rpm）；200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000.



図 1 減速機の外観
(赤破線：可視化領域)

上記実験条件を組み合わせると合計 18 種類の撮像を行い、減速機回転時の各オイルの各温度、各回転数での動的挙動を観察した。

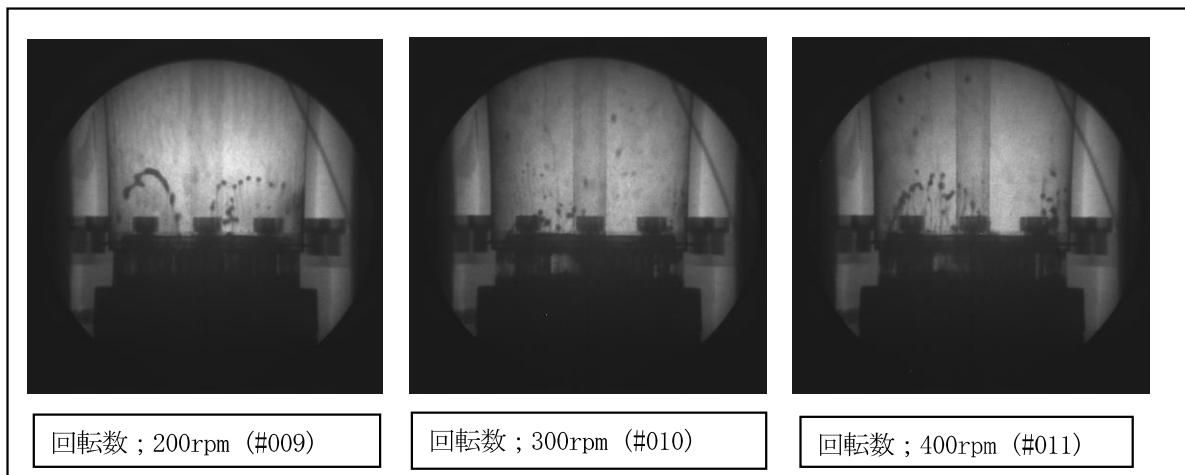
○撮像カメラ条件；高速カメラ Z:20000（レンズ 58 mm）、空間分解能：0.1 mm 程度、フレームレート 125fps（シャッター速度、1/200 sec）、撮像時間；10 sec. 出力画像数；1250 枚

3. 結果及び考察

上記 18 種類の実験条件の内 2 例について紹介する。（いずれも各条件で撮像を開始して 300 フレーム目の画像を代表として表示した。）

① 回転数に依る変化

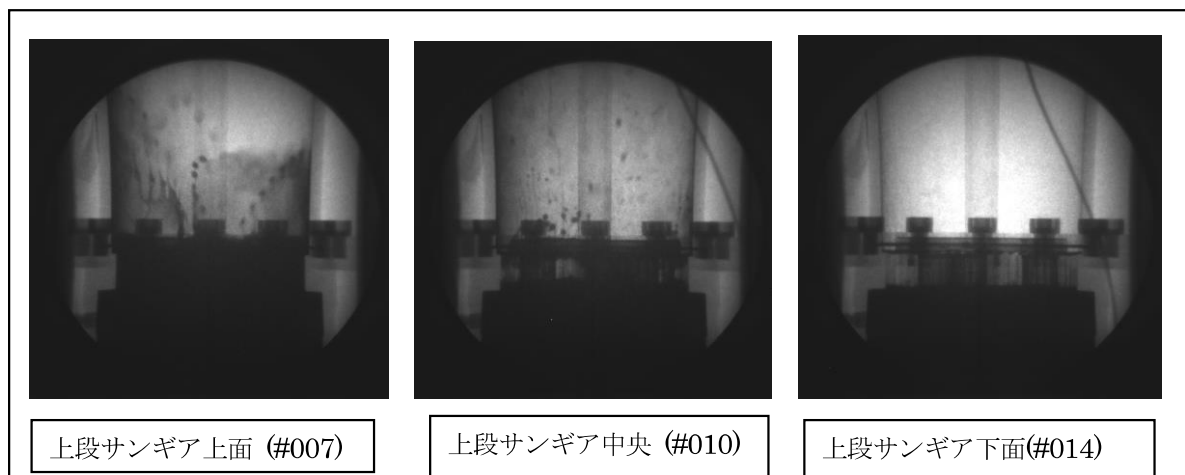
実験条件；ひまし油。50℃。油面高さ 2.（上段サンギア中央）。



減速機の回転数を上げると、ギアからの個別の跳ね上がったオイルの運動が判別できなくなり、霧状のオイルが上部空間を満たしてくるのが明らかになった。

② 油面高さに依る変化

実験条件；ひまし油。50℃。回転数；300rpm。



油面の高さを下げると、掻き上げられる油量が減少して、ギアの上部空間の油滴の量が減少してくることが明らかになった。

上記 2 例以外にも、条件に依る系統的なオイルの動的挙動の変化を観察することができた。その場観察することにより粒子法解析による油の挙動と実現象の油の挙動を比較でき、解析精度が実用水準まで向上させ、解析による減速機内の油挙動の把握が可能となることから、ギアの濡れ性の評価や効率向上につながることを期待される。

4. 謝辞

この実験の遂行にあたり、実験装置担当者の栗田様、原山様より、懇切丁寧な事前研究指導を頂く共に、実験期間中は時間を問わず実験遂行の支援を頂き心より感謝いたします。また、飯倉様には、研究開始時点で懇切丁寧な事前研究指導を頂き心より感謝いたします。ここに特記し、深甚なる謝意を表します。