

GG-ATRエンジン冷走試験設備設置と試験結果について

著者	東野 和幸, 湊 亮二郎, 中田 大将, 今井 良二, 八島 優太, 石原 眞優, 向江 洋人
雑誌名	室蘭工業大学航空宇宙機システム研究センター年次報告書
巻	2015
ページ	5-8
発行年	2016-09
URL	http://hdl.handle.net/10258/00009159

GG-ATR エンジン冷走試験設備設置と試験結果について

東野 和幸（航空宇宙機システム研究センター 教授）
○湊 亮二郎（もの創造系領域 航空宇宙システム工学ユニット助教）
中田 大将（航空宇宙機システム研究センター 助教）
今井 良二（もの創造系領域 航空宇宙システム工学ユニット教授）
八島 優太（生産システム工学専攻航空宇宙総合工学コース博士前期1年）
石原 眞優（機械航空創造系学科航空宇宙システム工学コース4年）
向江 洋人（機械航空創造系学科航空宇宙システム工学コース4年）

1. はじめに

室蘭工業大学航空宇宙機システム研究センターでは、小型無人超音速機の研究開発が進められており、その推進エンジンとして、ガスジェネレータサイクル・エアターボラムジェット（Gas Generator Cycle Air Turbo Ramjet, GG-ATR）エンジンが考えられている。GG-ATR エンジンのターボ系要素部は既に製作しており、2015年度は窒素ガス(GN2)による冷走試験設備の整備と、冷走試験を実施し、回転体の動バランス、作動安定性について試験を行った。

2. 冷走試験設備の設置

GG-ATR エンジン冷走試験設備の製造・設置を2015年9月から11月にかけて行った。試験設備は、複数のユニットに分かれて構成されている。2015年度は、冷走GN2供給ユニットとニューマチック/パージュユニットを（有）NETS社にて製造して、11月に白老試験場に搬入・設置工事を行った。

設置した冷走試験設備と、エンジン架台に設置したGG-ATRエンジンの様子を示す。



図1 GG-ATR エンジン冷走試験設備

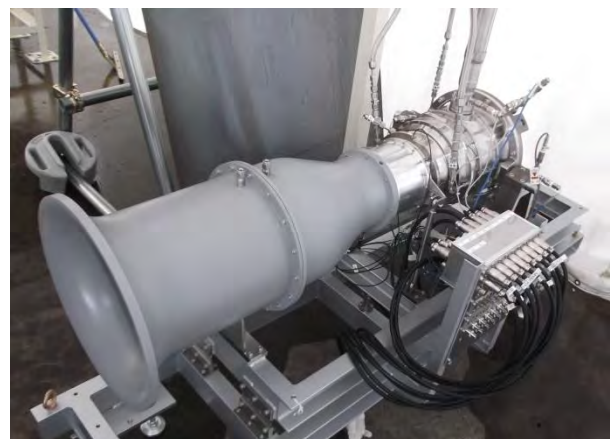


図2 エンジン架台に設置されたGG-ATRエンジン

図3はGG-ATRエンジン試験設備の最終形態（熱走試験）の試験設備系統図で、熱走試験で必要となる燃料タンクユニット、酸化剤タンクユニットが備わっている。

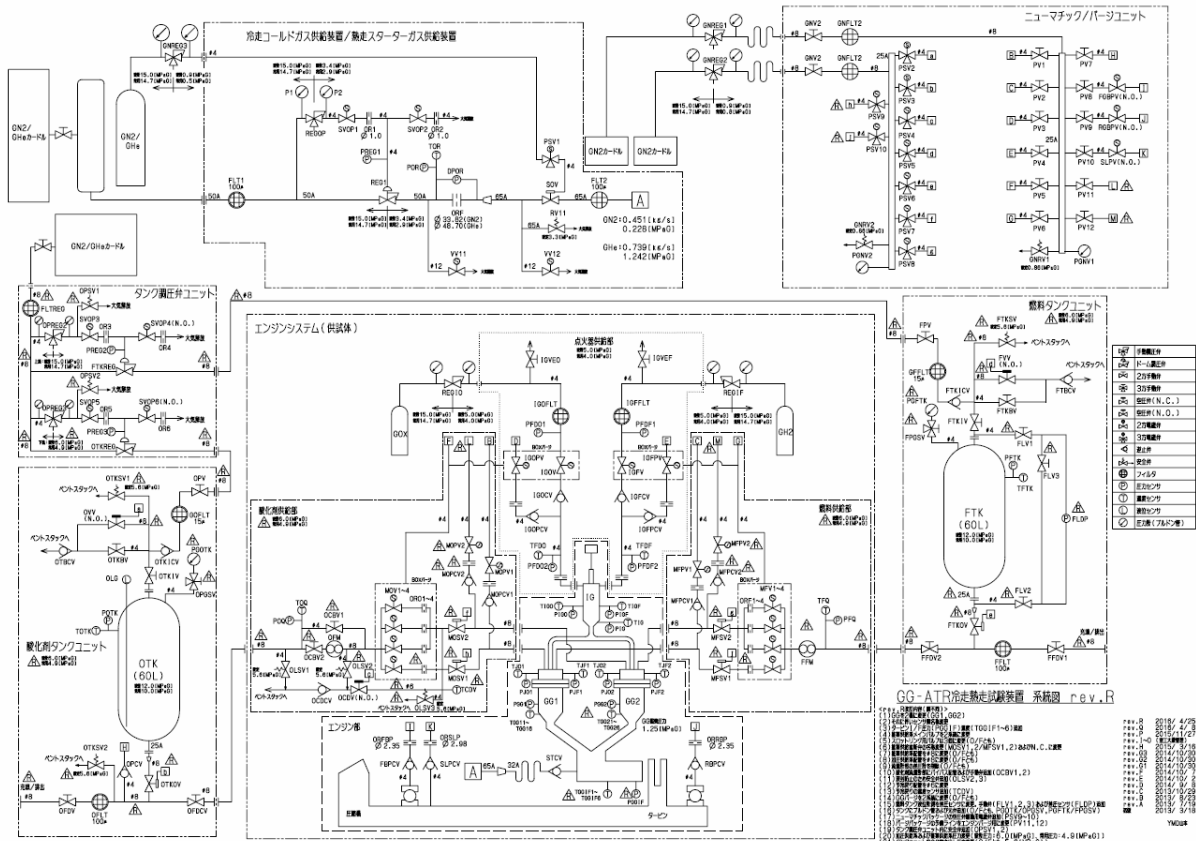


図3 GG-ATR エンジン試験設備系統図 (熱走試験形態)

3. GG-ATR エンジン GN2 冷走試験

3-1. 回転体作動特性

GN2 冷走試験では、GG-ATR エンジン回転体シャフトの軸変位と振動特性を計測し、回転作動特性の把握を行った。図4はGN2による冷走試験での回転軸変位 (D1, D2) と、回転数の時間履歴の試験結果であり、図5は振動加速度センサーで計測した振動加速度のCambell線図である。軸変位センサーは圧縮機インペラ背後に設置してあり、90°の位相差を持って設置している。軸変位は、10000 rpm の時で 40 μm 程度に留まっていたが、回転数が 12000 rpm に上がった瞬間に軸変位は 120 μm 以上に達した。そのため、エンジン回転数を上げずに減速・停止させた。この過大な軸変位について、Cambell 線図から回転振動は回転 1 次の振動が支配的であることが判明した。12000 rpm での急激な軸変位増加は、回転体の動バランスが完全に除去されていないことと、軸受の減衰力不足が原因と判断された。そこで図6に示すように、回転体の動バランスを再調整し、軸受ソフトマウントにゴムダンパーを装着するなどの改善を行った。

3-2. 軸受温度特性

軸受外輪温度について、軸受負荷荷重から発熱量を推算した。同時にGN2冷走試験での温度計測を行い、軸受外輪温度の温度上昇を計測した。軸受温度は定格回転数(58000 rpm)では温度上昇が 100 °C 以上になると予測されていることから、軸受外輪温度の計測はエンジン作動にとって非常に重要な意味を持つ。図7にGN2冷走試験における軸受外輪温度の時間履歴を示した。TBRGFは前側軸受外輪温度で、TBRGRは後側軸受外輪温度を示している。2015年度は、回転数は最大

12000 rpm までであったため、軸受外輪温度の上昇は比較的小さく数°Cの温度上昇に留まった。今後回転数を上げるに従い、軸受外輪温度の上昇を注意深く計測する必要がある。

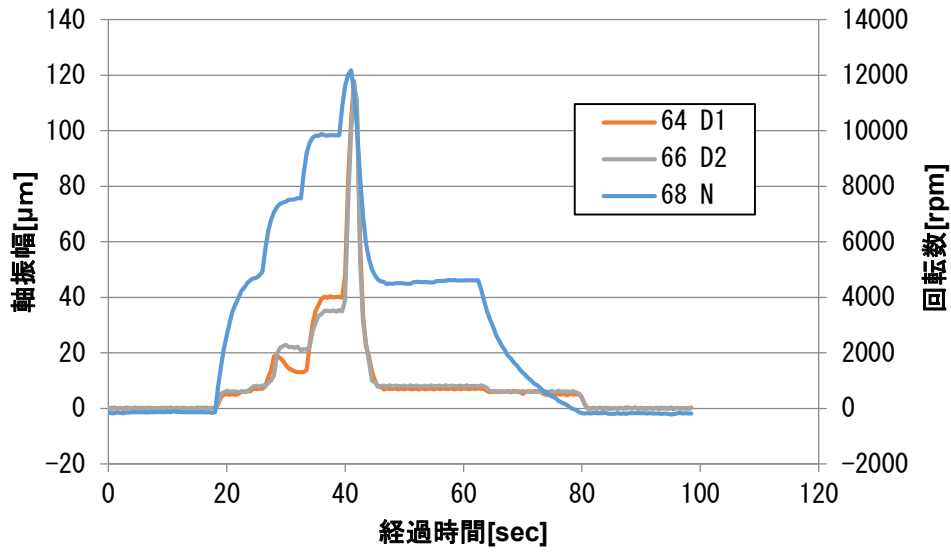


図 4 回転軸変位 (D1, D2) と回転数(N)の時間履歴

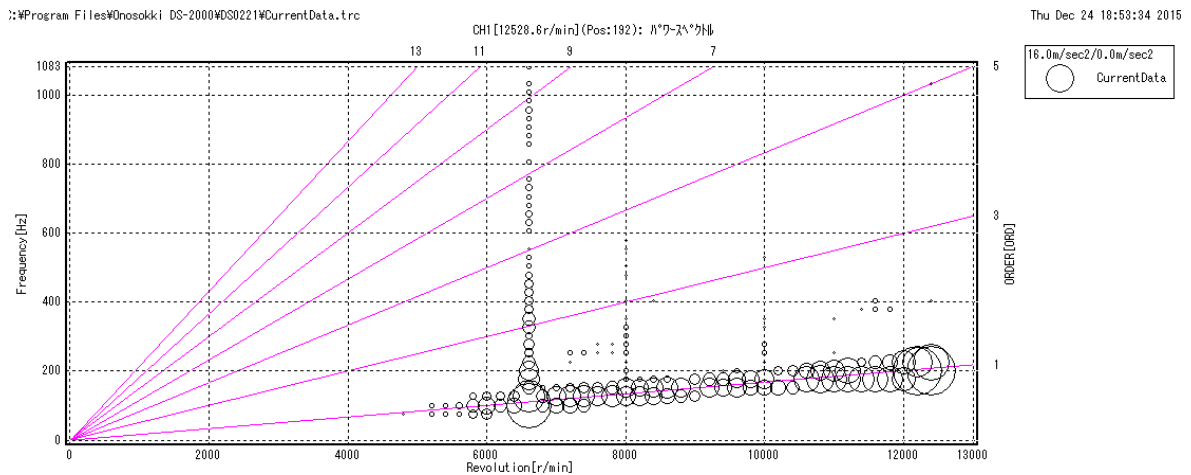


図 5 振動加速度の Cambell 線図

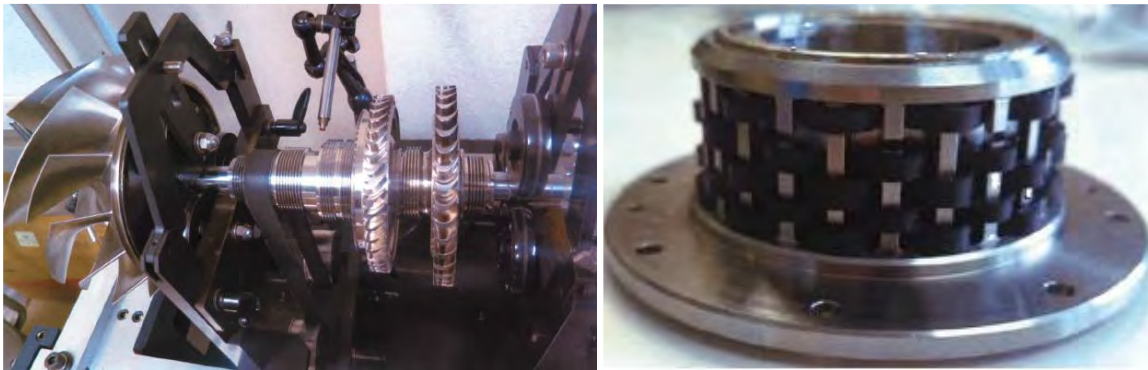


図 6 回転体動バランス再調整 (左) とソフトマウントに取り付けたゴムダンパー (右)

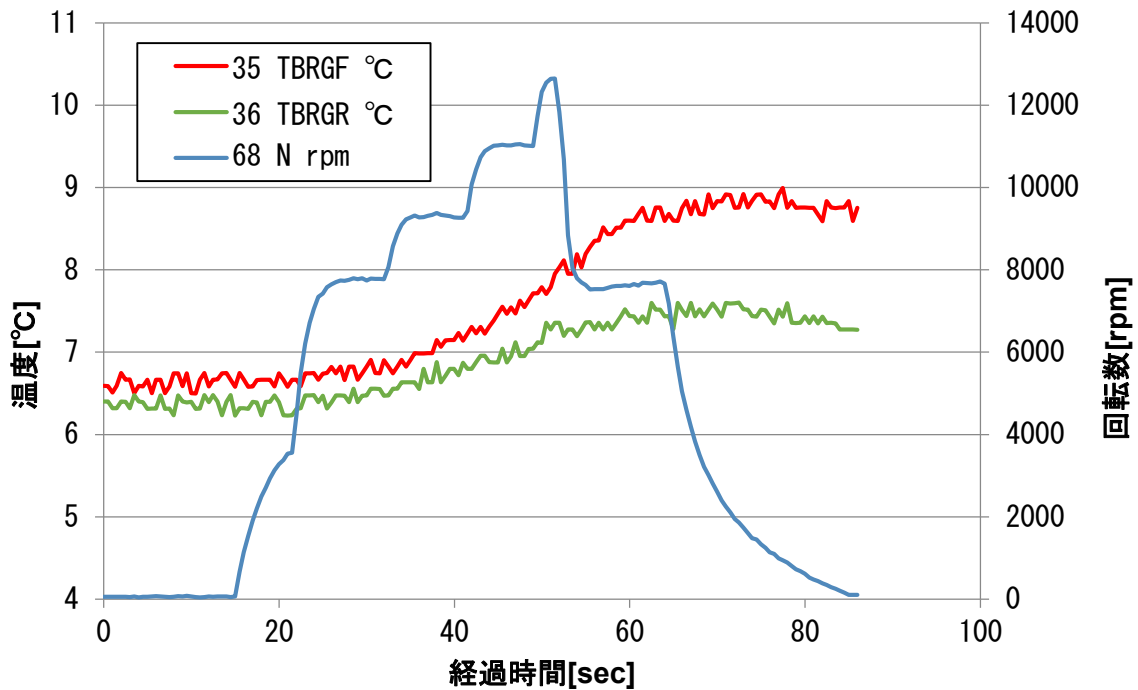


図7 GN2 冷走試験における軸受外輪温度の時間履歴

4. まとめ

2015年度では、GG-ATR エンジンのGN2 冷走試験設備の設置を行い、エンジンの冷走回転試験を実施した。冷走試験では、エンジン回転体の軸変位が 12000 rpm 付近で急激に過大になったため、それ以上回転数を上げずに減速・停止させた。

過大な軸変位の原因は、回転体の動バランスの調整が不十分だったことと、軸受の減衰力が不十分であったことが考えられる。そのため動バランスの再調整とソフトマウントにゴムダンパーの取付けを行った。

今後は、より高回転数での GG-ATR エンジンの GN2 冷走回転試験を実施し、回転振動特性、圧縮機・タービン空力性能について試験を行っていくと同時に、エンジン作動安定の検証を進める。またガスジェネレータ(GG)や、ラム燃焼器の設計・製造も進めて、GG-ATR エンジンの熱走試験を実施する予定である。