

「環境適応型小型航空機用エンジン研究開発」

(事後評価)

プロジェクトの詳細

(公開)

耐空性適合化技術

2013年 7月17日

1

インテグレーション技術開発

エンジンシステム特性向上技術

全体システムエンジン実証

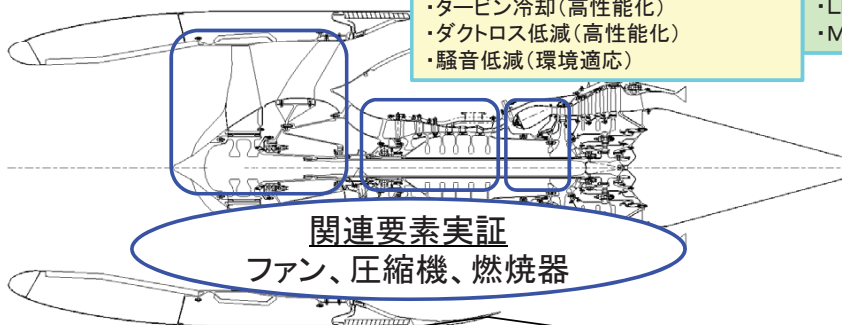
第2期仕様デモエンジン設計／燃費重視仕様エンジン設計
設計確認／製造工程確認

設計確認

- ・作動反転ベアリング(機能確認)
- ・可変静翼機構(低コスト化)
- ・タービン冷却(高性能化)
- ・ダクトロス低減(高性能化)
- ・騒音低減(環境適応)

製造工程確認

- (低コスト製造技術)
- ・ casting シミュレーション
- ・ LFW(線形摩擦接合)
- ・ MIM(金属射出成型)



型式承認を支える基盤技術

耐久性評価技術
(材料データベース)

耐空性適合化技術
(解析技術の検証)

2

- 型式承認取得に備えた解析、評価技術の研究開発を実施
- 中でも、鳥/異物吸い込み時の健全性、寿命管理部品の寿命、ローターの健全性が特に求められるため、ファンケースコンテイメント、ファン異物(鳥)衝突、ローター過回転(タングリング)、ローターダイナミクス、低サイクル疲労寿命の各解析技術を開発

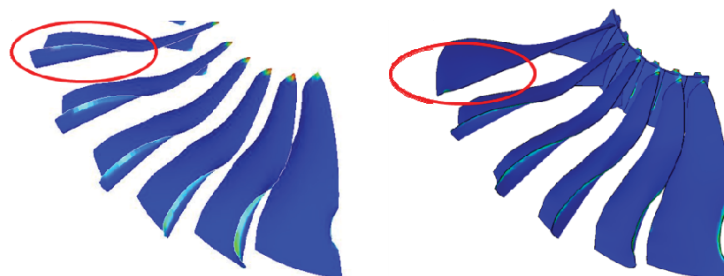
FAR(米国航空局)規定と研究開発項目

FAR REF.	新要素技術	特に重要な解析技術	第Ⅲ期
33.7	エンジン定格と操作限界	なし	
33.8	エンジン出力(スラスト)定格の選択	なし	
33.14	始動-停止繰り返し応力(LCF)	なし	LLP部品の寿命評価に関わる解析技術
33.15	材料	国産単結晶材+重要材料	
33.17	耐火性	なし	
33.19	耐久性	なし	
33.21	エンジン冷却	なし	
33.23	エンジンマウント/接続と構造	なし	
33.25	補綴接続	なし	
33.27	タービン、圧縮機ローター(過回転)	なし	ローター健全性
33.29	接継接続	なし	タングリング衝撃破壊解析
33.62	応力解析	なし	
33.63	振動	エンジン-シンプル構造	
33.65	サージ及びストール特性	高負荷DPP圧縮機	
33.66	抽気空気系統	高負荷DPP圧縮機	
33.67	燃料系統	低NOx燃焼器	
33.68	防水系統	なし	
33.69	点火系統	低NOx燃焼器	
33.71	潤滑油系統	なし	
33.73	出力及び推力応答性	なし	
33.76	鳥吸込	FAN/統合OGV	鳥/異物吸い込み
33.77	異物吸込	なし	衝撃解析
33.83	振動試験	FAN/高負荷DPP圧縮機	
33.85	校正試験	なし	
33.87	耐久試験	なし	
33.88	エンジン過温度試験	なし	
33.89	急加速特性試験	高負荷DPP圧縮機	
33.90	初期着陸点検	なし	
33.91	エンジン構成部品試験	なし	
33.93	分層点検	なし	
33.94	ブレードコンテイメント&ローターバランス試験	FAN/統合OGV	ローター健全性
			コンテイメント解析 ローターダイナミクス

- ケブラーファンケースのコンテイメント性を評価する破壊シミュレーション技術を取得
- ファン翼への鳥衝突時の変形予測解析では、後続翼も含めた変形予測技術を取得



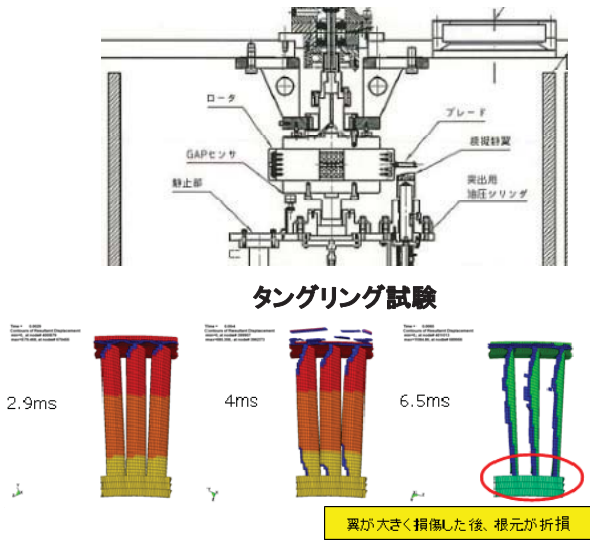
ケブラーファンケースの解析結果例



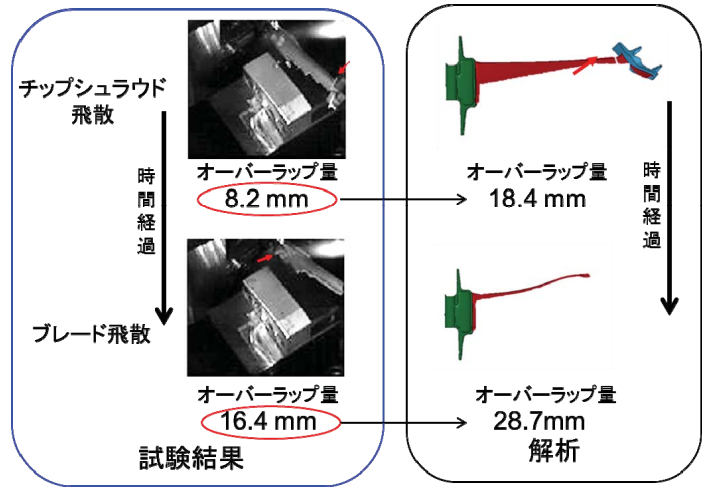
従来解析手法 改良した解析手法
鳥衝突時のファン翼の変形解析例

ファン部の衝撃解析技術の検証、整備により、型式承認取得に必要な解析技術を取得

- シャフト破断時の低圧タービンの過回転を抑制するため、低圧タービン動翼を静翼と接触、破壊して駆動力を消失させるタンゲリングについて破壊試験とシミュレーションを実施
- 破壊過程を定性的にシミュレート可能なことを確認



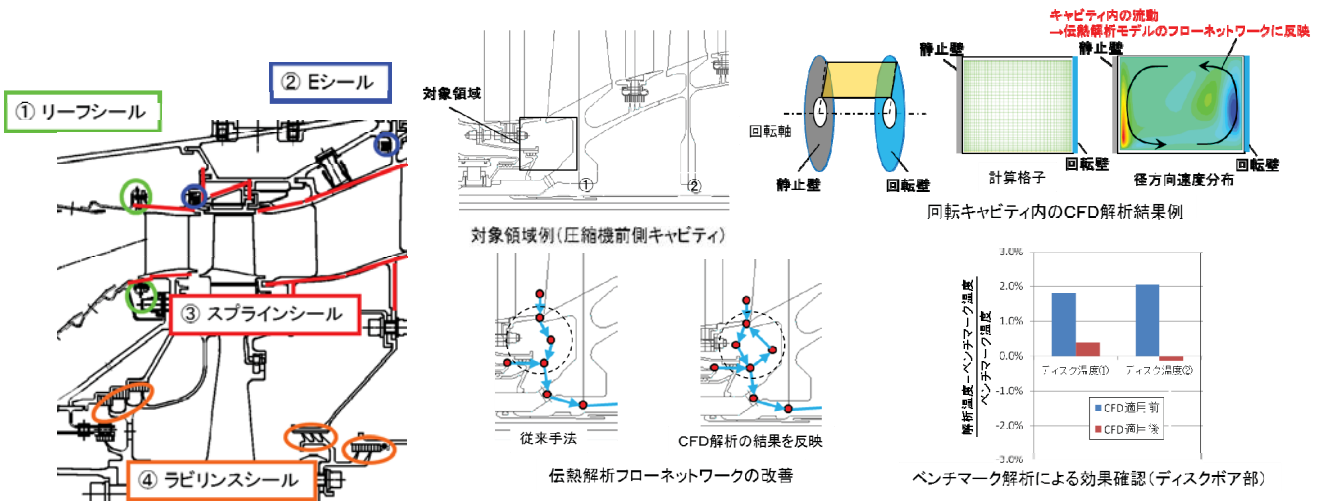
解析結果例



解析結果例

低圧タービンのフェールセーフを実現するタンゲリングに関する衝撃解析技術について、定性的に事象を再現できたが、時間スケールに課題

- 温度予測に影響するシール流量について、各種形態のシール流量特性を回転基礎試験を実施しデータを取得
- 2次空気の流動機構について、回転場の影響を加味した解析手法とすることで、ディスクなどの部材の温度予測精度を向上

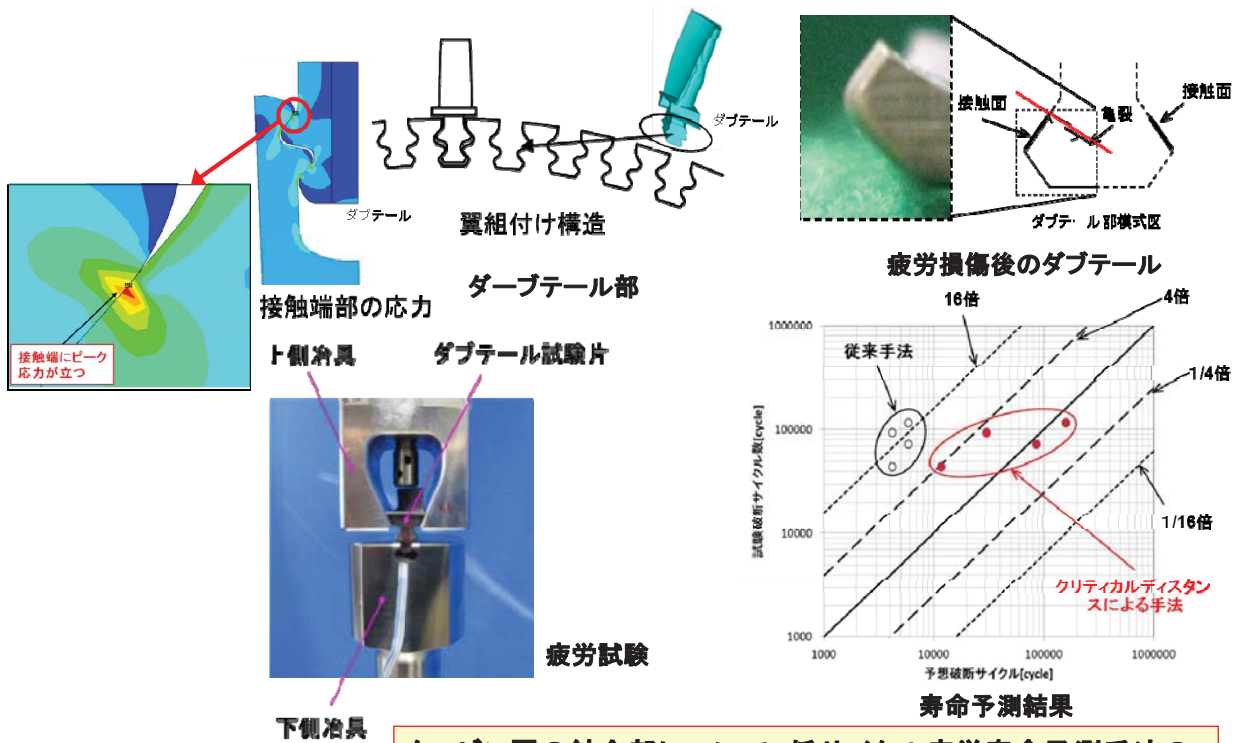


エンジンに適用されている各種シール

回転場の影響を考慮した温度予測

寿命予測精度を左右する温度予測技術の検証、整備により、型式承認取得に必要な解析技術を取得

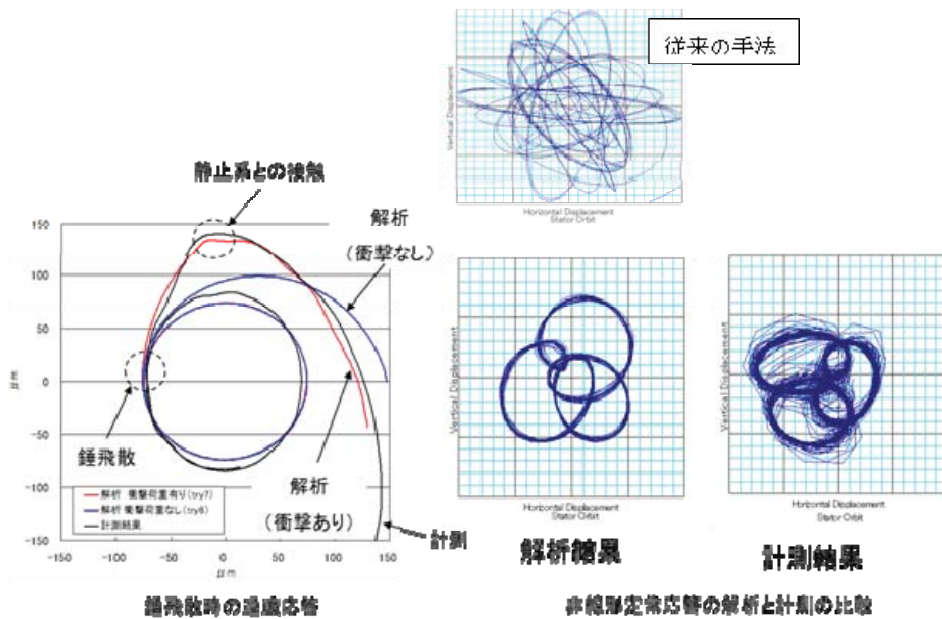
- タービン翼とディスク締結部のダブテールについて、低サイクル疲労試験を実施
- 当該部の疲労寿命を予測する新たな手法を考案し、予測精度向上を確認



事業原簿 Ⅲ-161~172

タービン翼の結合部について、低サイクル疲労寿命予測手法の検証、整備により、型式承認取得に必要な解析技術を取得

- 過大アンバランスの回転基礎試験によりデータを取得、翼とケースの接触を考慮する手法を適用し、触れ回りの予測精度を向上



過大アンバランスの解析結果

ファン翼破断時などの過大アンバランス発生時の触れ回り予測技術の検証、整備により、型式承認取得に必要な解析技術を取得

事業原簿 Ⅲ-161~172

	ねらい	目標	成果	達成度
コンテイメント技術	新概念のゼロハブファン適用に向け、複合材ケースの健全性評価技術向上	型式承認取得においてクリティカルな部位であるロータ、翼結合部、圧縮機部について、各々ロータ健全性、寿命予測、温度予測等の構造解析に関わる技術を構築する	ケブラーファンケースのコンテイメント性について、ひずみ速度依存性等の基礎試験結果を用いて予測技術を向上	○
タングリング	ロータ過回転抑制のためのフェールセーフ設計技術の向上		翼の破壊過程を定性的にシミュレート可能となったが、時間スケールに課題	△
鳥吸い込み	運用を念頭に、鳥吸い込み時の翼変形予測技術向上		後続の翼の残留変形量の予測精度が向上 (吸込後のアンバランスについてはロータダイナミクスの中で実施)	○
ロータダイナミクス	ファンブレードアウト等の過大アンバランス発生時のロータ挙動の予測技術向上		基礎試験によるロータ・ケースの接触のモデル化、空力的な剛性の取込み等により、解析精度を向上。不安定振動についても解析可能に	○
寿命予測 温度予測 疲労寿命	離着陸の繰り返しに耐える低サイクル寿命設定の高度化		・シール流量試験結果やキャビティ内渦流れの流動特性を反映して温度予測精度を向上、寿命予測技術向上に寄与 ・ダブテール部の基礎試験から応力評価手法を考案し、疲労寿命の予測精度を向上	○

◎ 大幅達成、○達成、△達成見込み、×未達

	基本計画	成果	成果の意義
耐空性適合化技術	型式承認取得においてクリティカルな部位の機能について、モデル試験等により構造解析手法等耐空性適合化に関わる技術を構築する	ケブラー材料のコンテイメント性について解析・予測技術を向上	・試験データにより裏付けられた手法の構築、予測精度の確認により、型式承認に向けた解析技術の整備に貢献 ・設計の独自化で国際共同開発の場での役割拡大、発言力の強化に繋がるもので、その意義は大きい
		タングリングの翼破壊過程を定性的にシミュレート可能に	・構造健全性評価に貢献 ・軽量化の1つとしてエンジン適用へ貢献 ・複合材の解析技術として、他の複合材へ技術適用可能
		鳥衝突時の変形予測精度を向上	定性的ではあるが、フェールセーフ設計を支える破壊解析技術の向上に貢献
		ロータダイナミクス解析精度を向上	・構造健全性評価に貢献 ・変形予測精度向上で、鳥衝突時の推カロス予測に貢献
		・温度予測精度を向上、寿命予測技術向上に寄与 ・ダブテール部の疲労寿命の予測精度を向上	ファンブレードアウト等の過大アンバランス時の触れ回り予測精度向上で、構造健全性評価に貢献 ・寿命予測精度向上で構造健全性評価に貢献 ・ダブテールの疲労寿命予測では独自の手法を考案