

二軸試験用極低温環境槽の開発

航空本部 構造技術研究グループ

熊澤 寿、高戸谷 健

1.背景

JAXAでは太平洋を2時間で横断できるマッハ5クラスの極超音速旅客機の実現を目指した技術の確立を目的として、研究開発を進めている。

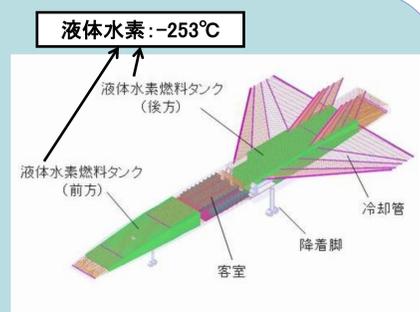


極超音速旅客機

極超音速旅客機の運航コストの削減が課題

→液体水素燃料タンクの複合材料化による軽量化が有望

複合材料タンクの極低温環境
→複合材料の強度低下や燃料漏えいが技術的課題



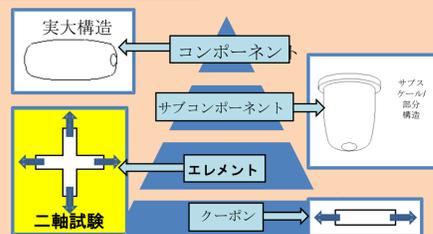
極超音速旅客機の搭載機器配置

2.目的

・複合材料製液体水素燃料タンクの設計では、複合材料の極低温における損傷・強度特性/漏えい特性が重要

・それらの効率的なデータ蓄積のために、二軸試験用極低温環境槽を開発

3.二軸試験



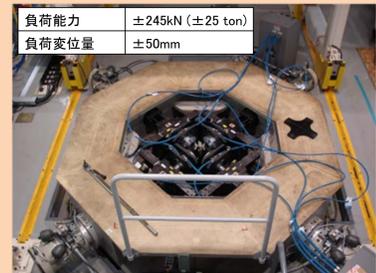
タンク構造におけるビルディングブロックアプローチ概要図

ビルディングブロックアプローチ:
小型のクーポン試験から大型の実大構造試験からなる開発手法

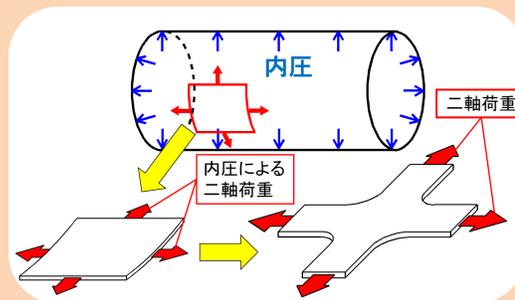
二軸試験:エレメントレベル試験

タンク構造では内圧等によりタンク壁面に二軸荷重が発生
→十字型二軸試験により二軸荷重を模擬

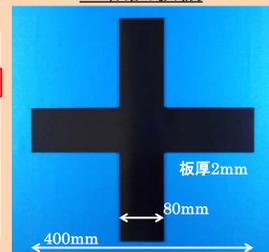
・二軸試験の利点:単軸試験でできない漏えい評価も可能



二軸試験機



十字型二軸試験による内圧荷重の模擬



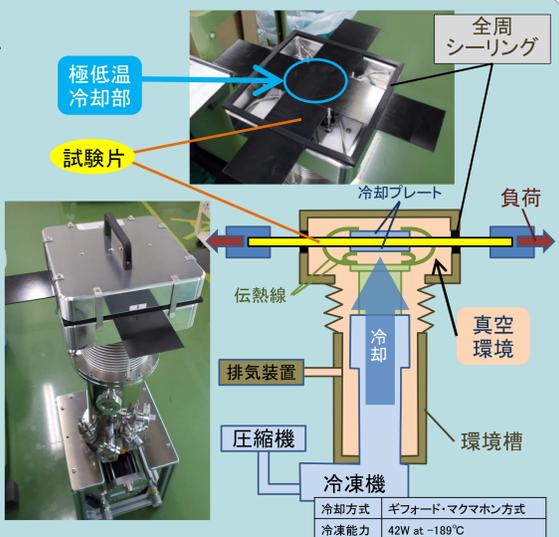
複合材十字型試験片

4.極低温環境槽

従来の極低温材料試験:液体ヘリウム等の冷媒を使用

↓ヘリウムガスを用いた漏えい試験ができない

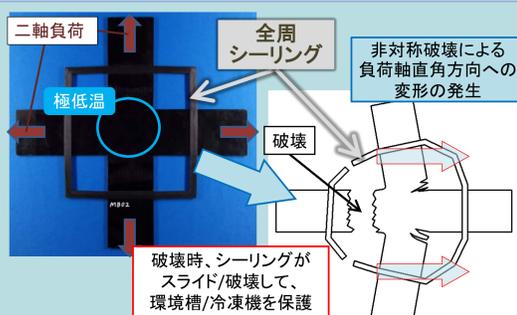
試験片冷却に冷凍機による直接冷却を採用



冷凍機を用いた二軸試験用極低温環境槽

試験片の非対称破壊による環境槽/冷凍機の損傷防止
→全周シーリング方式を考案

極低温二軸負荷できる極低温環境槽を実現

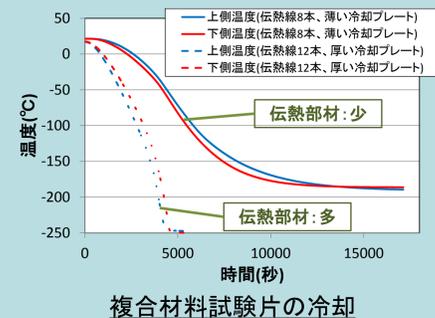


環境槽/冷凍機の保護のための全周シーリング

5.試験例

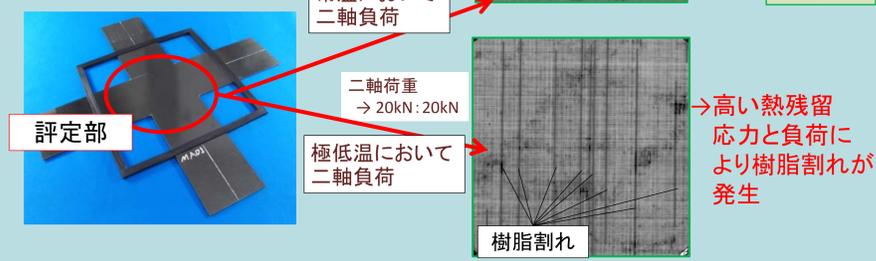
・複合材試験片を -240°C 以下に冷却することが可能

・伝熱部材(伝熱・線冷却プレート)の変更により評定部温度を変えることが可能



・極低温に冷却した状態での負荷を実施

・同じ負荷条件で、常温で発生しない損傷が極低温で発生



常温と極低温における二軸負荷後の評定部の超音波探傷結果

6.おわりに

- ・複合材料の極低温力学的特性を取得するため
→二軸試験用極低温環境槽を開発
- ・冷凍機冷却方式の採用と全周シーリング方式の考案
- ・極低温環境槽による複合材料の極低温二軸試験実施
→極低温における損傷特性評価ができることを確認

7.今後の課題

- ・液体水素温度での複合材を評価を目指す
→ -253°C まで冷却できる性能に改良する
- ・複合材料の極低温漏えい特性が重要
→極低温における漏えい試験方法を開発する