NEDO水素･燃料電池成果報告会2024

発表No.P1-25

燃料電池等利用の飛躍的拡大に向けた共通課題解決型産学官連携研究開発事業/水素利用等高度化先端技術開発/革新的低コスト燃料電池自動車用高圧水素容器の健全性を保証するための非破壊検査，オンラインモニタリング，損傷許容技術の開発

団体名：東京工業大学，東京都立大学

発表日：2024年7月18日

プロジェクトの背景

燃料電池自動車に搭載している高圧水素容器には高価格の**高強度炭素繊維**が大量に使用されている．燃料電池自動車の高価格化の一因となっており，燃料電池自動車の普及を阻害している．

大量使用の理由

理由１：現状の製造法（フィラメントワインディング法による一体成型）では，強度上必要がない部分にも余分な炭素繊維を配置する必要がある

理由２：高圧水素容器の損傷検査法が未確立である．使用期限に至るまで，無検査で破裂する容器が発生しないようにする必要があり，高い安全率にする必要がある

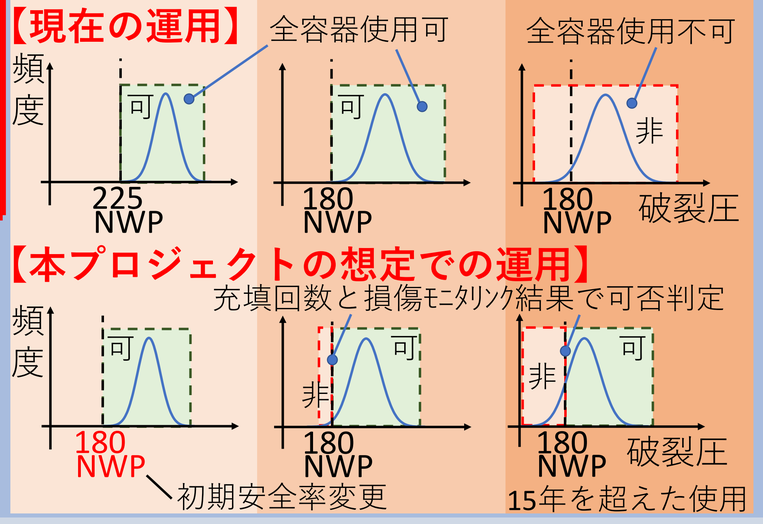
本事業

炭素繊維使用量低減
⇒高圧水素容器（＝燃料電池自動車）の低価格化
⇒**燃料電池自動車の飛躍的普及**

使用量削減のための構想及び戦略

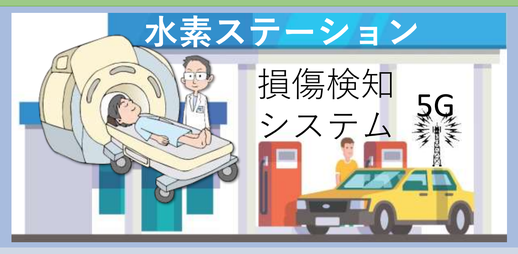
分割型タンクの製造を可能とし，余分な炭素繊維の使用量を削減

検査法を確立し，検査結果に基づいて継続使用可否を決定
・安全率を現状よりも低く設定可能
・寿命の限界まで使い切ることが可能



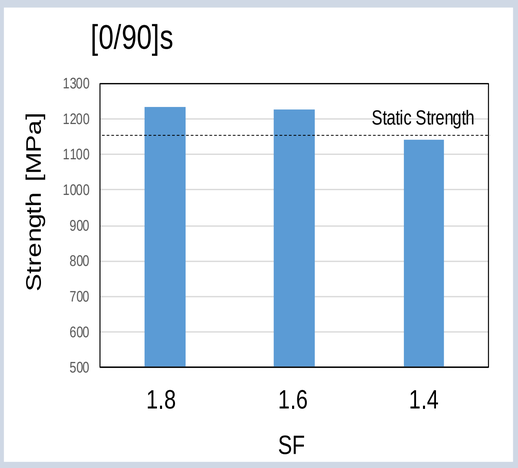
研究の目的

・胴部余寿命予測に必要となる材料データの取得，簡易余寿命予測技術開発
・接合型容器の設計に必要となる材料データの取得
・損傷と強度の関係を明確にした上でのオンラインモニタリングに資する技術の開発
・容器の安全率を下げるための構想および戦略
・オンラインモニタリングにかかわる国内規格のドラフト作成



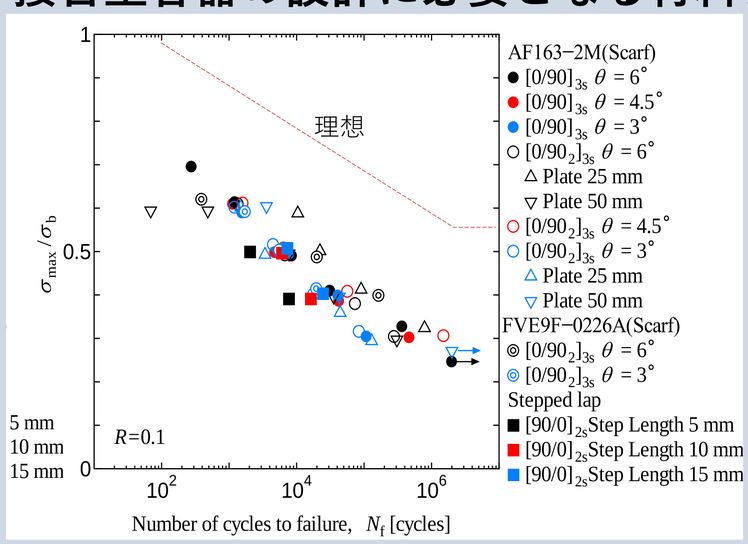
主な成果（材料データ取得）

胴部余寿命予測のための材料データ取得，簡易余寿命予測技術開発に関する主な成果



・クロスプライCFRP板に100,000回繰返し負荷を与えた後の残留強度データを取得
・最大荷重は引張強さを安全率（SF）1.8, 1.6, 1.4で除した荷重
・安全率を1.8, 1.6に設定した場合，疲労試験後の残留強度がバージン材強度（図中点線）を上回り，繰返し荷重による残留強度低下を考慮しなくてよい可能性を見出す

接合型容器の設計に必要となる材料データの取得

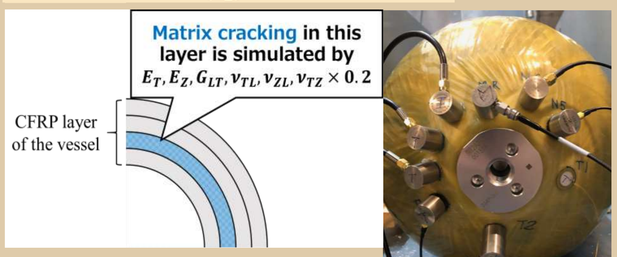


・各種継手方式の接合試験片の疲労試験を実施
・S-N線図の縦軸を引張強さで除して基準化
・現状では継手方式にかかわらずほぼ一つの線図になっていることが判明。この線図に載らないような新しい接合方式が必要

主な成果（オンラインモニタリング技術，規格）

損傷と強度の関係を明確にした上でのオンラインモニタリングに資する技術の開発

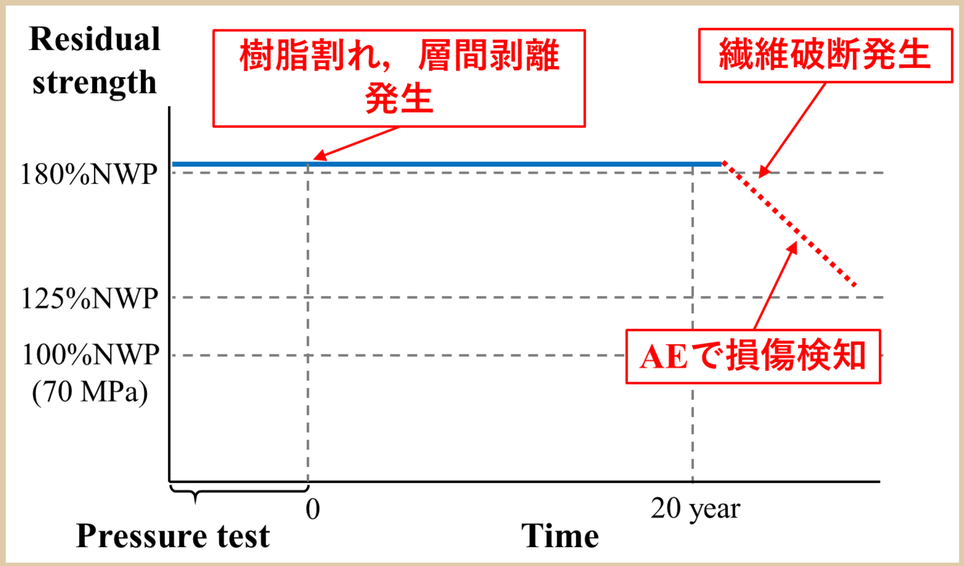
破裂圧 $BP = \frac{X_L \times S}{\max\{\sigma_L\}} \times 100$ [%NWP]



樹脂割れの模擬方法

・オンラインモニタリングで検出対象とする損傷モードを決定
・損傷を検知するための，AEセンサ種別とセンサ配置/個数の候補を決定
・圧力サイクル試験を実施し，破裂する十分前に破裂を予見するAE信号を取得
・AEセンサを流用したガイド波の送受信法を開発

容器の安全率を下げるための構想および戦略



・充填時に損傷のオンラインモニタリングを実施することを前提とした複合圧力容器の損傷許容設計の導入の提案と，その具体的な構想の立案

オンラインモニタリングにかかわる国内規格のドラフト作成

・水素ステーションの畜圧器に対するAE試験規格を詳細に調査

実用化を見据えた今後の主な課題

胴部余寿命予測に必要となる材料データの取得，簡易余寿命予測技術開発
・最大充填回数を考慮した疲労試験の繰返し回数の設定と，疲労試験後の残留強度データの取得およびデータ整理。整理結果を踏まえた簡易余寿命予測法の確立

接合型容器の設計に必要となる材料データの取得
・他プロジェクトから提供された接合試験片の材料データ取得と，試験結果のデータ整理および他プロジェクトへのデータ提供
・胴部と同様の疲労試験後の残留強度データの取得とそれを踏まえた炭素繊維削減可能量の試算

損傷と強度の関係を明確にした上でのオンラインモニタリングに資する技術の開発
・モニタリング法の確定（センサ種類，個数，設置個所等）
・センサ校正方法と合否判定基準の策定
・実タンクを用いた実証試験

容器の安全率を下げるための構想および戦略
・構想/戦略（案）に対するLOI企業からの意見聴取と調整

オンラインモニタリングにかかわる国内規格のドラフト作成
・国際規格化を見据えた研究成果の規格への落とし込み

連絡先：国立大学法人　東京工業大学　工学院　水谷　義弘
http://www.ffs.mech.e..titech.ac.jp/