NEDOエネルギー・地球環境分野成果報告会2026
発表No.：a-23

水素利用拡大に向けた共通基盤強化のための研究開発事業／次世代燃料電池・水電解の要素技術開発

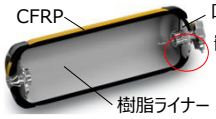
高機能ライナーとCFRPテープによる部分補強を活用した超軽量TYPE4容器開発のための口金／ライナー嵌合セルフシール構造の最適設計手法の開発

団体名：国立大学法人東京大学
発表日：2026年7月23日

【産業界のニーズと研究開発の狙い】

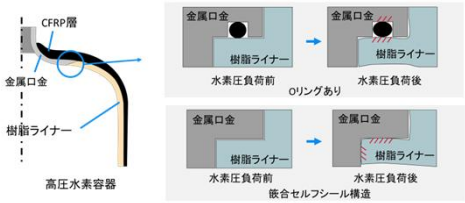
■軽量化TYPE4容器の要求
⇒極薄肉ライナー材料開発（九州大学　～2024年度事業）

■TYPE4容器の設計方法論の確立（手戻り無し＆試作レス）
・破裂強度保証
⇒「最適設計システム」による容器形状とCFRP積層構成の同時最適化　（東京大学　～2024年度事業）
・圧力サイクル信頼性保証　⇒　本事業：口金/ライナー嵌合セルフシール構造による最適設計手法の開発

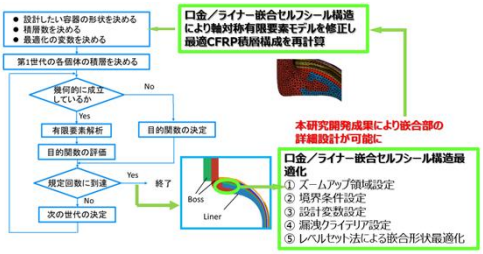


現行TYPE4容器（トヨタMIRAI）
https://global.toyota/jp/download/25343035

極薄肉ライナー＋セルフシール最適構造を含めたTYPE4最適設計容器で2040年ロードマップ目標（水素貯蔵密度15wt%）の達成に貢献



口金/ライナー嵌合部の極薄肉化に有利なセルフシール構造



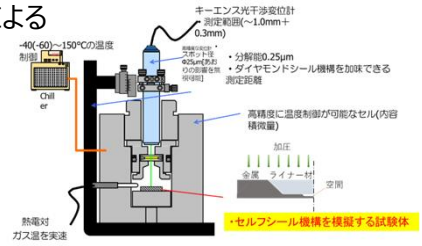
最適容器設計システムへのシール構造最適化の組込み

【開発内容】 試験体の試作・実験は再委託先の九州大学で実施

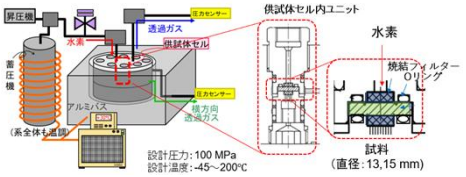
(1) ライナー材料の非線形劣化モデルの同定
・温度と水素圧力の依存性および高圧水素サイクルによる劣化の効果を含む材料モデル
・高圧水素下変形計測装置による実験検証

(2) 嵌合シール構造漏洩クライテリアの導出
・シミュレーションと実験の融合
・高圧水素下漏洩性能検証装置による実験検証

(3) シール構造最適設計法の開発
・レベルセット法による嵌合形状の最適化
・開発済みの最適設計システムへの組込み



高圧水素下変形計測装置（九州大学）

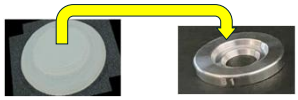


高圧水素下漏洩性能検証装置（九州大学）

【2025年度の主な成果】

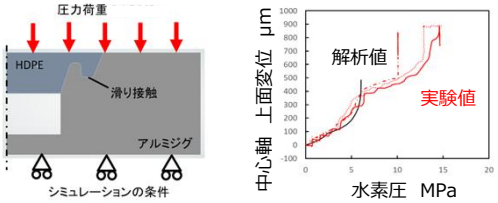
汎用ライナー材料（HDPE）による樹脂片と金属リングとを組み合わせた断面形状違いの試験体を用いて解析・実験を実施

試験体断面形状（一例）



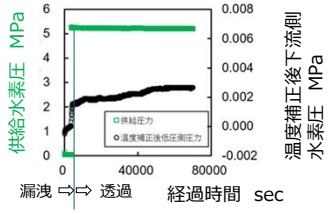
樹脂片　金属リング
試験体

(1) ライナー材料の非線形劣化モデルの同定



熱変形を考慮した弾塑性接触解析と水素下変形試験結果との比較

(2) 嵌合シール構造漏洩クライテリアの導出

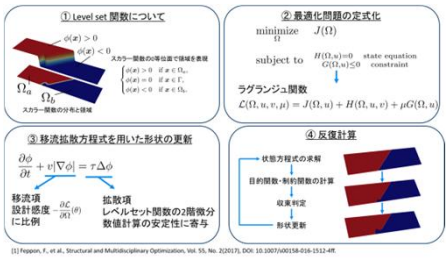


水素漏洩試験結果

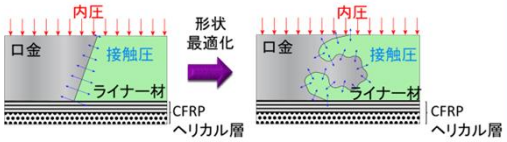
【今後の取組とその課題】

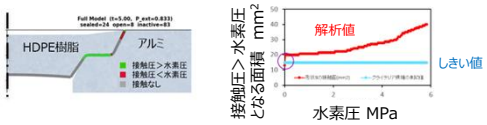
(1)・(2) 極薄肉ライナー開発材（EVOH/m-HDPEブレンド材）によるモデル同定・クライテリア導出と試験体による実験検証
→温度と水素圧力の依存性および高圧水素サイクルによる劣化特性の把握

(3) レベルセット法による嵌合形状最適化計算と試験体による実験検証
→大変形を伴うライナー材料と金属ボス界面の接触問題の解法



レベルセット法による嵌合形状最適化計算

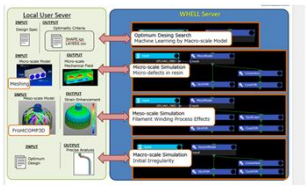




熱変形を考慮した弾塑性接触解析

【社会実装】

・シール構造最適設計システムを含めた容器開発統合プラットフォームの公開に向けて整備



容器開発統合プラットフォーム　プロトタイプ

国立大学法人東京大学　生産技術研究所　基礎系部門　吉川暢宏
連絡先：nobyoshi@iis.u-tokyo.ac.jp