

研究背景：CFRP製高圧水素容器

*SHM: Structural Health Monitoring

・水素利用拡大には、高圧水素タンクの安全性・低コスト化・資源循環利用が重要

必要 ー損傷検出、余寿命評価、安全率合理的設定の技術！
ー製造/使用履歴・SHM*結果と余寿命評価結果を記録・蓄積する仕組み！



長⇒ モビリティ用(高圧で使用)⇒
中⇒ モビリティ用(低圧で使用)⇒
中⇒ 地上用(中圧で使用)⇒
中⇒ 地中用(高圧で使用)⇒
低⇒ 地中用(低圧で使用)/材料資源

事業の目的・目標

目的

高圧水素タンクの安全率（破裂圧力比）の最適化と、資源循環型水素タンクの実現に向けた基盤技術の確立

資源循環型水素タンク：各種SHMを通して供用中タンクの余寿命を評価・タンクパスポートに記録・蓄積し、その記録結果に応じて再使用・転用・部材再利用を可能にするトレーサビリティを備えたタンクの実現

目標

- ・SHMの実施を前提とした確率論的安全率適正化手法の確立
- ・余寿命予測技術の構築
- ・余寿命予測に必要なSHM技術の開発
- ・タンクパスポート／簡易デジタルツインへ入力するデータ種別の整理

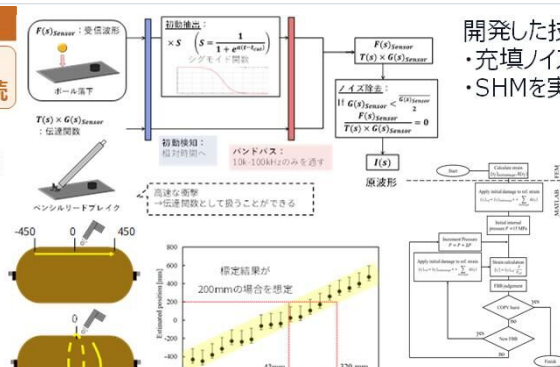
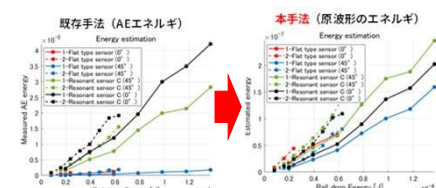


2025年の主な成果

1. 寿命末期到達を検知するためのSHM (AE) 高度化と容器健全性評価への接続

開発した技術（1）

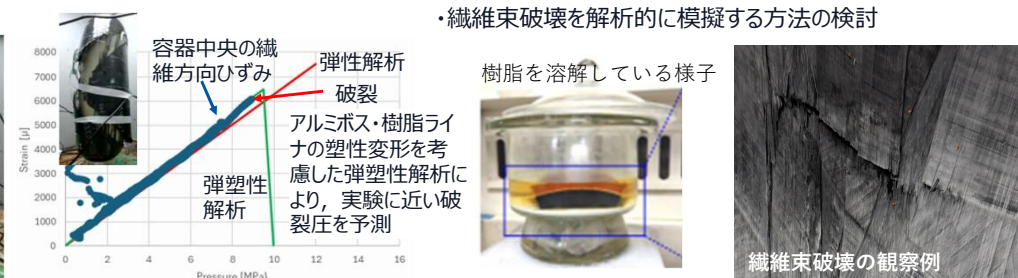
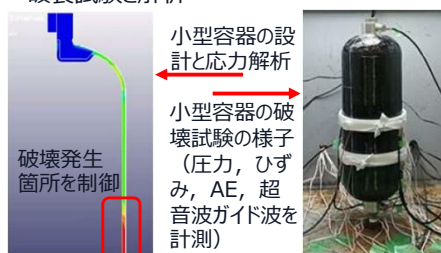
- ・AE波形の原波形復元によるセンサ特性補正法
- ・距離減衰を考慮した破壊エネルギー推定法



2. SHM結果から余寿命を予測可能にするための基礎データ取得と疲労モデル検討

検討・実施内容（1）

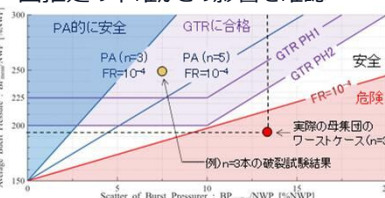
- ・SHM結果と余寿命（残存破裂圧）を結び付けるための解析的検討
- ・基礎検討用小型容器（タンク中央で破壊するように設計した容器）の設計・製作および破裂試験と解析



3. PA（確率論的アプローチ）とGTR/UNとの比較

- ・独国G.W.Mair博士(BAM)のSample Performance Chart (SPC) の考え方をベースにして、現行GTR/UNの要求水準とPAによる安全性評価の関係を整理

・試験本数、破裂圧ばらつき、母集団推定の不確かさの影響を確認



4. 余寿命評価のためのSHM技術の開発

- ・超音波ガイド波のA0モード速度の応力依存性を定式化
- ・超音波ガイド波により損傷発生により応力が上昇した箇所を検出できる可能性あり

Mode	0 MPa	1000 MPa	Increase rate (%)
A0	1444 m/s	1732 m/s	20
S0	6618 m/s	7132 m/s	7.8

課題と今後の取組

- ・SHMデモンストラータの開発
- ・損傷規模、AE/ガイド波信号、PoD、破裂圧低下の定量関係の確立
- ・実容器条件での測定条件最適化
- ・FEM解析と実験結果を照合した残存破裂圧予測モデルの検証
- ・タンクパスポートに保存すべき少数パラメータの選定
- ・規格/標準化に向けた技術的論点整理

実用化・事業化の見通し

- ・SHM、非検査、規格・基準の世界動向を調査
- ・LOI企業（2025年度：4社）と定期的にミーティングを実施し、実用化・事業化に向けたディスカッションを実施中
- ・産学官の有識者との定期的な意見交換を実施
- ・他のNEDO事業とも積極的に情報交換破壊