

NEDO水素・燃料電池成果報告会2022

発表No.C-3

超高压水素インフラ本格普及技術研究開発事業/
国内規制適正化に関わる技術開発/
中空試験片高压水素中材料試験法規格化のための研究開発

小野 嘉則

(国研) 物質・材料研究機構

委託：(独法) 国立高等専門学校機構

仙台高等専門学校

2022年7月28日

連絡先：

(国研) 物質・材料研究機構

ONO.Yoshinori@nims.go.jp

029-859-2335

事業概要

1. 期間

開始 : 2018年6月

終了（予定） : 2023年3月

2. 最終目標

中空式高圧水素中材料試験法の日本高圧力技術協会（HPI）規格案作成・規格化

I. 低ひずみ速度引張試験 規格化 : 2022年度内

II. 疲労試験 規格原案作成 : 2022年度内

3. 成果・進捗概要

I. 低ひずみ速度引張試験

・日本高圧力技術協会（HPI）臨時専門委員会設置 規格原案提案済み : 2022年度内規格化目標

・ISO/TC164（金属材料の機械的試験）SC1（単軸試験）への提案 WG9の設置
: 2024年度内規格化目標

II. 疲労試験

・室温では高圧水素環境中での 10^7 回疲労強度データを取得 -45°Cでも試験実施中

・規格原案作成に向けたラウンドロビンテスト実施予定

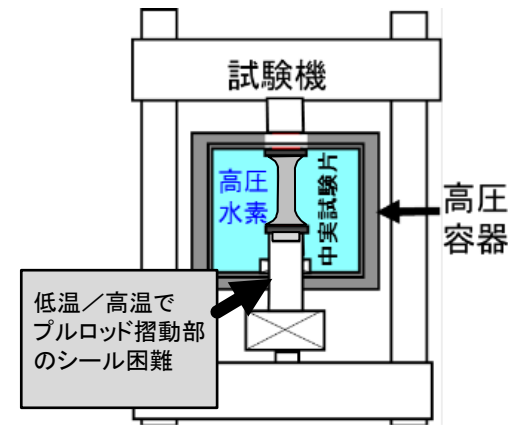
1. 事業の位置付け・必要性

水素ステーション、FCVの本格的普及実現には、使用材料の共通課題を解決していくことが重要です。材料の水素適合性を評価するための従来の試験機では、高圧水素容器を用いることに起因して、試験機ならびにその維持費が高額になるため、低ひずみ速度引張試験法（SSRT）の費用が高くなります。また、試験機の制約上、高サイクル領域のデータ取得に数か月を要するため、疲労試験の費用も高額になります。このような背景から、水素適合性評価について、簡易で低コストの試験方法の確立と規格の制定が超高压水素インフラの普及の関係者から求められています。

本事業では、高圧水素環境中の低ひずみ速度引張試験（SSRT）と疲労試験費用の低減及び試験期間の短縮のために、簡易な標準試験方法として中空試験片を用いた高圧水素中材料試験法を確立することを目的としています。



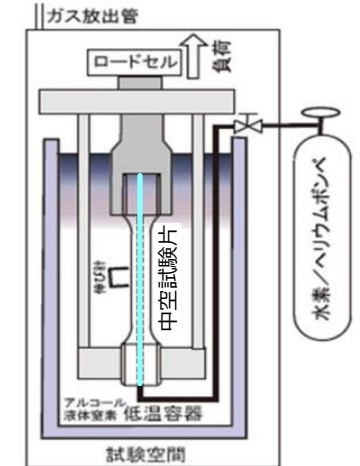
中実試験片方式



試験機が特殊で高価
試験片は高圧容器内

疲労試験 1 Hz

中空試験片方式



試験片は特殊だが通常の試験機
試験片内に高圧水素環境

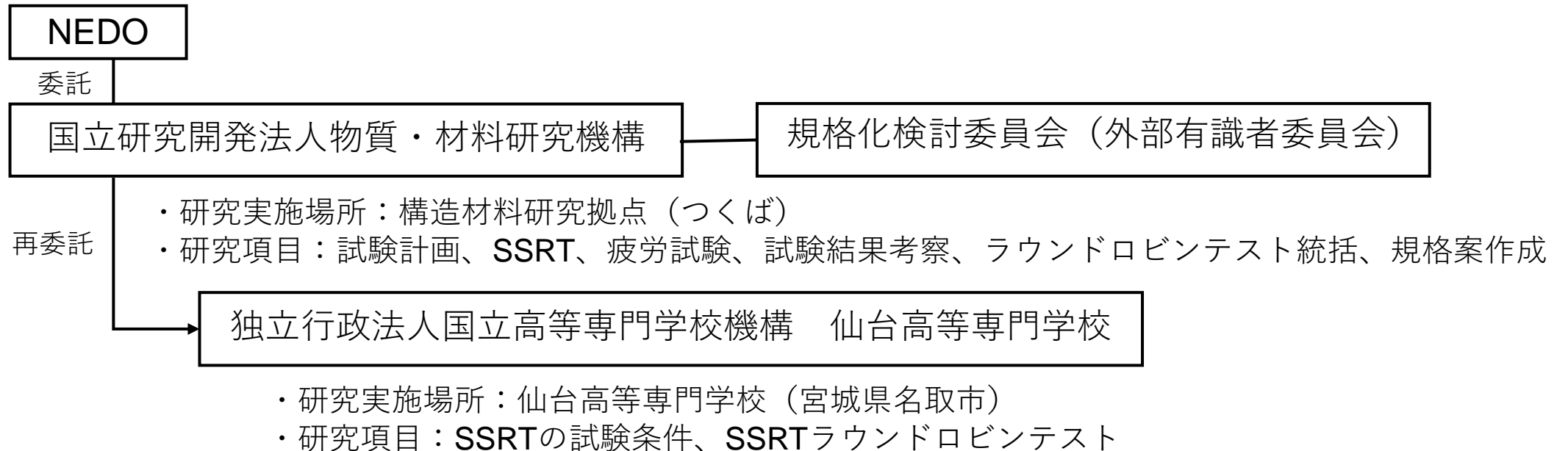
疲労試験 加速可能

2. 研究開発マネジメントについて

- 研究開発の目標と目標設定の考え方（根拠）

研究開発項目	最終目標	根拠
(I) 中空SSRT	<ul style="list-style-type: none"> 規格制定 (日本高圧力技術協会規格 (HPIS)) 	HPI内に設置された臨時専門委員会にて規格案を検討中 (2022年7月13日 第一回開催済)
(II) 中空疲労	<ul style="list-style-type: none"> 規格原案の作成 (HPISを想定) 	本事業で設置した規格化検討委員会で、ラウンドロビンテスト実施に向けた検討を開始

- 研究開発の実施体制



2. 研究開発マネジメントについて

- 研究開発のスケジュール（2021年度末～2022年度）

試験	事業項目	2021年度	2022年度												
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	
(I) SSRT	ガス分析機器類と中空試験片用治具改造と最適化（試験簡素化含む）		分析装置設置および治具加工		分析実施ならびに治具最適化										
	水素適合性非承認鋼材の評価	→													
	タスクフォースの設置	→													
	中空SSRT規格案作成	SSRT規格案検討	規格案HPI提出	HPIでの規格案審議に対応									HPIS発行		
	（HPIでの規格案審議にあわせて）中空SSRT解説書案・附属書案の作成	SSRT解説書案作成・検討			SSRT附属書案作成・検討										

3. 研究開発成果について

- 研究開発の目標及び進捗状況、目標達成に向けたアプローチ

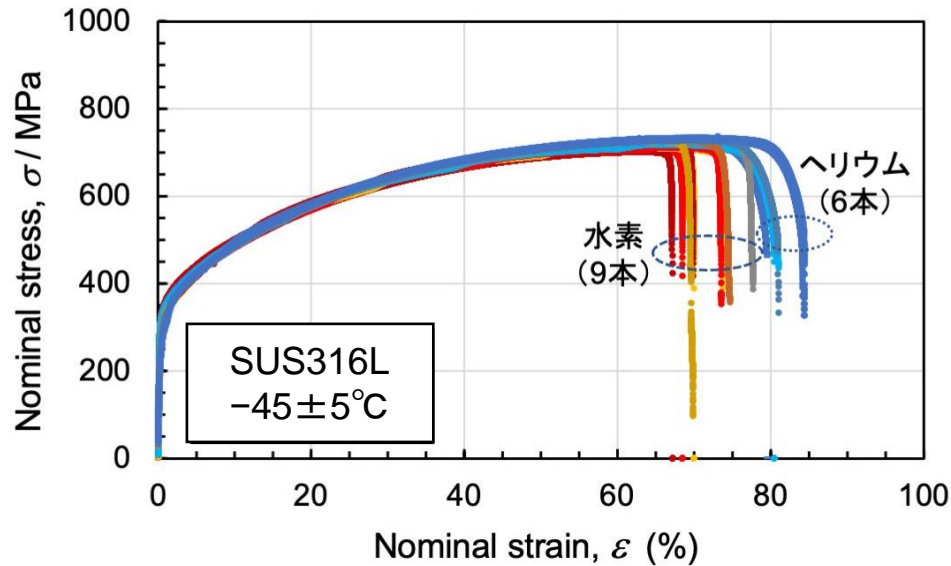
研究開発項目		目標	成果	達成度	目標達成に向けたアプローチ
(I) 中空SSRT	試験片形状及び試験条件の標準化に関する研究開発	<ul style="list-style-type: none"> 試験条件の最適化 ラウンドロビンテスト (RRT) (FY2020) 試験の簡素化 (FY2022) 	内面仕上げ条件を確定し、内径／外径寸法の許容範囲、ならびに試験条件を確認	○	-
	中実試験片高圧水素中材料試験との相関に関する研究開発	中空と中実試験片間のデータの相関関係 (FY2020)	中空と中実間のデータの相関明確化	○	-
	規格化に向けた調査研究	<ul style="list-style-type: none"> 規格案を作成 (FY2020) 簡素化附属書案を作成 (FY2022) 	中空試験片高圧水素中SSRT法の規格原案をHPIに提案	○	HPI臨時専門委員会にて規格案を検討中 (2022年7月13日 第一回開催済)
(II) 中空疲労	試験片形状及び試験条件の標準化に関する研究開発	保持時間や繰り返し速度等の影響評価を行い、疲労試験条件を確定 (FY2022)	疲労試験法の試験条件を確認	○	-
	中実試験片高圧水素中疲労試験との相関に関する研究開発	中空と中実試験片間のデータの相関関係 (FY2021)	中空と中実間のデータの相関明確化	○	-
	規格化に向けた調査研究	規格原案を作成 (FY2022)	中空試験片高圧水素中疲労試験法の規格原案作成に向け準備中	△	ラウンドロビンテストを実施

3. 研究開発成果について

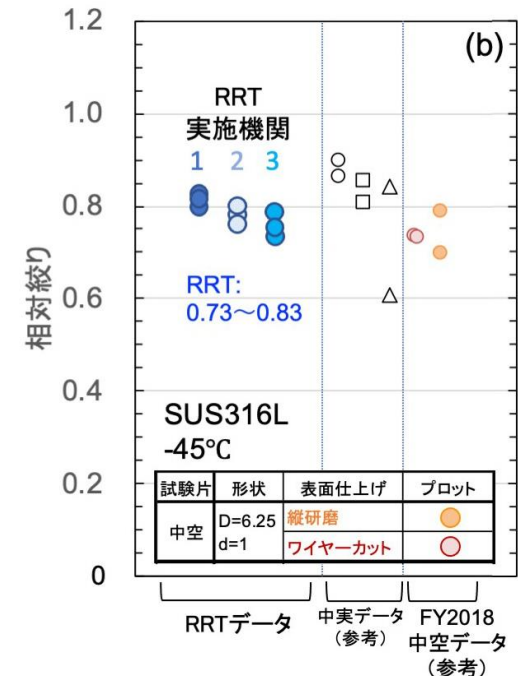
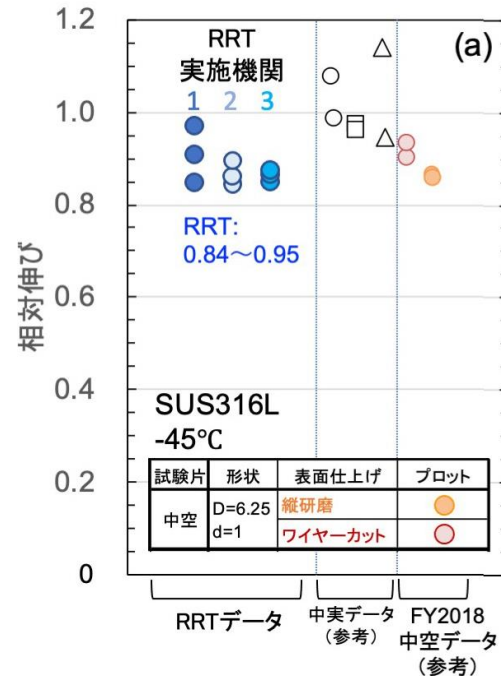
- 研究開発の成果と意義

1. 中空SSRTは、三機関でのラウンドロビンテスト（RRT）を実施し、その結果をふまえて規格原案を作成。現在、日本高圧力技術協会規格（HPIS）に設置された臨時専門委員会に提出し、内容を検討中。2022年度内のHPIS化を目指す。

ISOにも提案済みだが、制定までに時間を要する。HPIでの検討・議論の過程で得られる知見は、ISOでの検討にも反映させることが可能であり、意義あるものとなる。



RRTの全試験片の公称応力-公称ひずみ線図
(以下、応力-ひずみ線図)

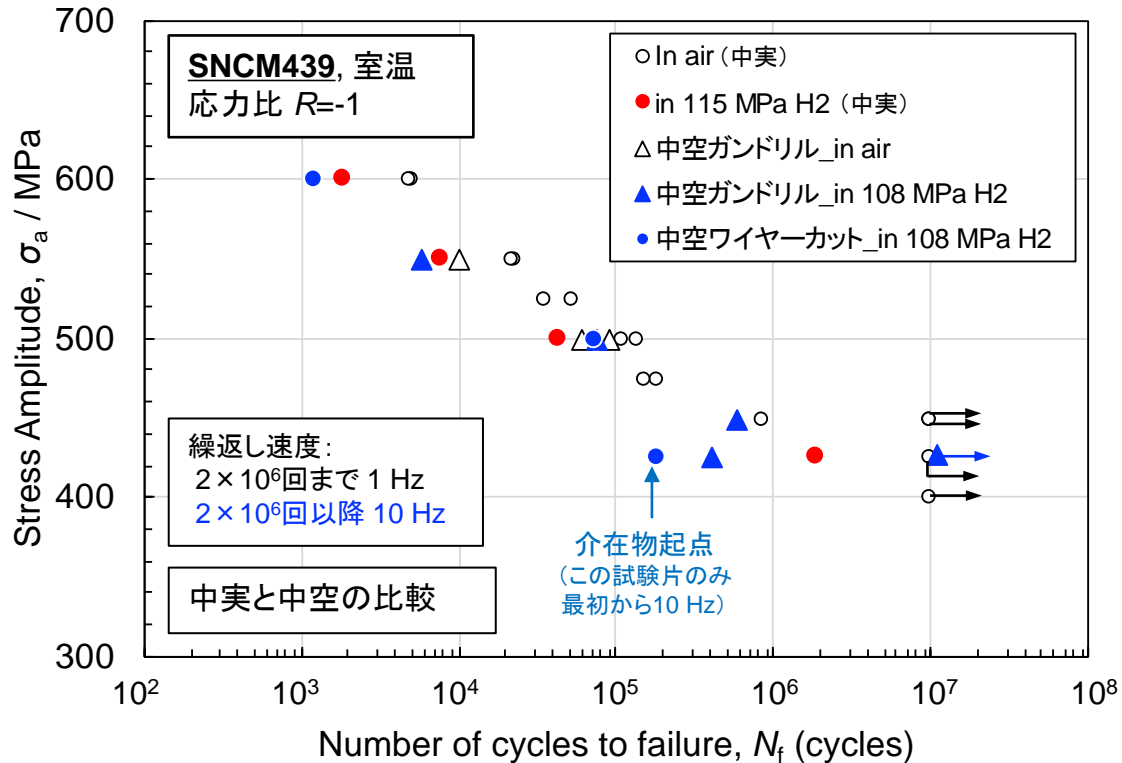


「新たな水素特性判断基準の導入に関する研究開発」の事業で、同じ材料について中実試験片で取得したデータを示す。

3. 研究開発成果について

- 研究開発の成果と意義

2. 中空疲労試験法は、試験費用の低減及び試験期間の短縮に最も貢献するものと位置づけられるため、その規格化の意義は大きい。協力者とともに重要な試験データの取得、評価、規格案作成について引き続き注力する。



- 中空部について、ガンドリル加工、ワイヤー加工を検討。
- 中空部について、電析ダイヤモンドによる縦研磨と流体研磨とで疲労特性に違いが無いことを確認。
- 中実試験片と同等のデータが取得できている。
今後、中空内面の応力状態を考慮した疲労解析を行った上で中実との比較を行う。
- SNCM439とSUS316Lで、水素ガス環境で10⁷回まで未破断データ取得。SNCM439では高サイクル側で複数の水素ガス環境のデータ取得済み。SUS316Lでは、10⁷回疲労強度が水素により低下しないことを確認。
- 繰返し速度の影響を評価中。

平成25～29年度に「水素ステーション用金属材料の鋼種拡大に関する研究開発」事業で評価された同じ材料について中実試験片で取得したデータを示す。

4. 今後の見通しについて

- 実用化・事業化のイメージ（成果がどのように使われるか）
 - 中空試験法に関する民間企業からの問い合わせは多い。
中空試験法の規格化は民間企業における受託試験の事業化を促すものと考えられる。
 - 水素適合性評価ならびに耐水素材料開発に関する研究の加速
- 実用化・事業化に対する今後の課題と対応方針
 - 中空SSRT規格の適用温度範囲は現状-80°Cから室温に設定している。
今後、水素の利活用の促進を考えると、適用温度範囲をより低温から高温まで拡大していくことが重要と考える。低温／高温での試験環境を具現化することが課題。
低温側は冷凍機利用と温調を組み合わせることで対応を検討している。
- その他、顕著な経済・技術・社会的な効果、人材育成の取り組み等
 - 外部との共同研究を通じて中空試験法による水素適合性評価に関する人材育成に取り組んでいる。