

事業の目的

- 水素の大規模利用時にパイプラインが必要とされるが、1 MPaを超える高圧水素下で埋設パイプラインを安全に使用する技術基準が国内になく、海外の材料仕様には耐震設計が考慮されていない。
- 高圧水素パイプラインの普及に向けて、耐震性を考慮した材料適合性の評価および水素中破壊機構の解明とデータベース化、海外研究機関との連携により、国内基準化を目指す。

事業期間

2024年度～2027年度

事業イメージ

新設パイプライン(埋設)を対象

液水貯槽 ガス化 & 昇圧装置 バルブ 高圧パイプライン(埋設) バルブ 発電所・工場

水素受入基地 公道等 溶接接合部 事業所内敷地

操作圧力：高圧（～8MPa）、設計圧力：10MPa

適用鋼管 API L450M(UOE) API L450Q(SMLS)
API L450M(ERW)

鋼管外径(mm) ～600A ～400A

事業内容概略

- 埋設パイプライン用のラインパイプの母材と溶接部を対象とし、水素脆化が生じる高圧水素下で、耐震設計を考慮した安全性を検証する。
- 供試鋼管3種：API L450M(UOE), API L450Q(SMLS:シームレス) API L450M(ERW：電縫鋼管)

項目	必要な評価
海外規格準拠(破壊安全性) ASME B31.12	①水素中破壊靱性試験 ②水素中疲労き裂進展試験
耐震設計 高圧ガス導管耐震設計指針	③低サイクル疲労特性 ④加工硬化特性(応力歪曲線)

- 海外連携として、ASME PVP等での情報収集と成果発表、欧米のプロジェクト(HyLINE, HyBlend)との連携、国際シンポの開催を計画

主な実施内容

供試鋼管（JFEスチール/日本製鉄）

※UOE, ERW：周方向、SMLS：管軸方向

種類	グレード	外径 (mm)	管厚 (mm)	引張特性 API矩形・全厚 (Ave.)			
				YS (MPa)	TS (MPa)	YR (%)	EL (%)
UOE	API L450M	610	21.7	550	619	89	48
SMLS	API L450Q	406	14.5	559	636	88	38
ERW	API L450M	610	18.2	491	585	84	64

供試材のミクロ組織

UOE

SMLS

ERW

フェライト・ベイナイト

ベイナイト

フェライト・ベイナイト

フェライト

ベイナイト

フェライト・ベイナイト

20μm

20μm

20μm

破壊安全性評価のための水素中データ取得（九州大学）

$P = 10 \text{ MPa H}_2$
 $\phi 4, \text{GL} = 24\text{mm}$
Strain rate : $5 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$

破壊靱性値 KQ (MPa√m)

- 水素中絞り率は圧力依存性がやや生じるが、設計圧力10 MPaまでは水素影響小さい
- 水素中破壊靱性：負荷速度1 MPa√m以下で一定となり、海外規格基準値を上回る

破壊安全性評価手法による導管材料の水素適合性評価（JFEスチール/日本製鉄）

Input parameters

	Case A ^{*1}	Case B ^{*2}
a (mm)	3	4.3
2c (mm)	18	26
R	0.5 (10-5MPa)	
Cycles/y	3000	

Case B (4.3 mm x 26 mm)

Case A (3 mm x 18mm)

10

20

30年

10⁴ × Cycles

事業スケジュール

実施項目	24年度	25年度	26年度	27年度
パイプ製造・材料基礎特性	UOE/SMLS製造、周溶接、特性評価	ERW製造、周溶接、特性評価		
水素中破壊安全性評価	UOE/SMLS高圧水素試験	ERW高圧水素試験		
水素適合性評価		Engineering Critical Assessment (ECA解析)		
水素中耐震性評価	UOE/SMLS水素下低サイクル試験	ERW水素下低サイクル試験		
水素拡散破壊機構解明	UOE/SMLS水素量・負荷速度依存性評価	ERW水素量・負荷速度依存性評価	水素拡散破壊モデルによる機構解明	
水素PL耐震CAE		モデル作製	水素中評価	
国際連携				
適合性検討委員会			パイプライン材料水素適合性検討会	

- 液状化耐震設計指針に対応した安全性の議論を'26年度開始
- 技術基準・ガイドライン反映:PL材料安全基準体系検討TF 発足

連絡先：水素バリューチェーン推進協議会 和田孝一（koichi_wada@jh2a.jp）
九州大学 松永 久生（matsunaga.hisao.964@m.kyushu-u.ac.jp）
JFEスチール 石川 信行（nob-ishikawa@jfe-steel.co.jp）
日本製鉄 大村 朋彦（ohmura.en4.tomohiko@jp.nipponsteel.com）