

2026年度 JPECフォーラム

『液化水素用設備に対するステンレス鋼鑄鋼品の適用可能性調査』

2026年5月12日

一般財団法人カーボンニュートラル燃料技術センター
水素エネルギー部

— 禁無断転載・複製 ©JPEC 2026 —



液化水素用設備に対するステンレス鋼鋳鋼品の適用可能性調査

【調査期間】 2024年11月5日～2025年3月31日

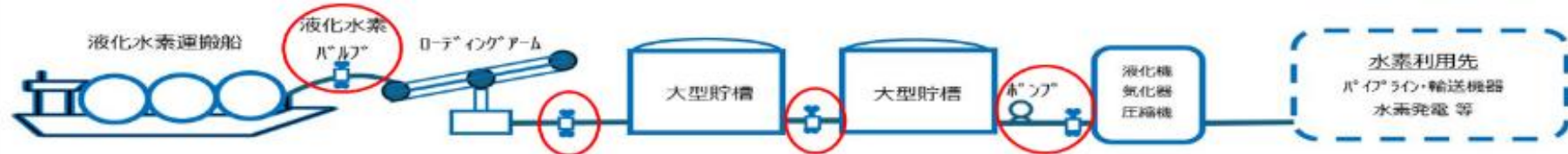
【実施者】 一般社団法人水素バリューチェーン推進協議会（JH2A）、一般財団法人カーボンニュートラル燃料技術センター（JPEC）

【目標】

液化水素温度領域でのステンレス鋼鋳鋼品の一般的な使用を普及させ、適用を拡大するため、規制見直しや標準化に向けて、必要なデータ、基準の把握等、調査を実施して、共通領域の課題の抽出と今後必要とされる研究開発等の取組を提案し報告書にまとめる。

【背景】

- バルブ製造メーカーへのプレヒヤ調査から、水素の利活用推進となる液化水素SCへのステンレス鋼鋳鋼品適用拡大に期待感が有る、と認識。
- ステンレス鋼鋳鋼品の液化水素温度域における許容引張応力の設定がなく、 -253°C での設計・使用には機械的強度等 データ取得と事前評価対応を要し、ステンレス鋼鋳鋼品の適用が容易ではない。



液化水素用設備へのステンレス鋼鋳鋼品適用可能部位のイメージ

【調査内容】

1. ステンレス鋼鋳鋼品の液化水素設備適用への規制・規格の調査、既往文献・WE-NET資料の調査



2. ステンレス鋼鋳鋼品の新材料を液化水素設備に適用する場合の手順の調査・整理



3. 事業者等へのヒアリング調査

ステンレス鋼鋳鋼品への
・適用ニーズ
・開発ニーズ
・使用条件



(事業者・オブザーバー：
22社から協調領域の情報収集)

4. ステンレス鋼鋳鋼品適用によるメリットの整理



5. ステンレス鋼鋳鋼品の液化水素用設備適用・標準化に向けた共通課題・今後必要とされる研究開発等の取組の提案について、有識者委員会からの助言を受け、報告をまとめる。



有識者の助言 → アウトプットのステップ・イメージ案(例)

- ・データ取得・ベース化
- ・技術指針・文書・ガイドライン化
- ・規格化・規程化・例示標準化の提案
- ・水素適合性評価の提案

調査報告書はNEDO成果報告書データベースで公開

TOPページ > 成果報告書DB検索／一覧 > 成果報告書概要

戻る

| | |
|----------|---|
| 報告書管理番号 | 20250000000755 |
| タイトル | 2024年度調査報告書 競争的な水素サプライチェーン構築に向けた技術開発事業/総合調査研究/液化水素用設備に対するステンレス鋼鋳鋼品の適用可能性調査 |
| 公開日 | 2025年12月04日 |
| 報告書年度 | 2024年度～2024年度 |
| 委託先 | 一般社団法人水素バリューチェーン推進協議会 一般財団法人カーボンニュートラル燃料技術センター |
| プロジェクト番号 | P23004 |
| 和文要約 | <p>液化水素の大型貯蔵設備におけるバルブ類やポンプ類については、液化天然ガスと同様にステンレス鋼鋳鋼品の使用が見込まれ、これまで蓄積した経験や技術を最大限活用して国内水素サプライチェーンの構築、大規模な水素利活用の推進に繋げることが期待される。</p> <p>本調査は、ステンレス鋼鋳鋼品の液化水素温度領域での使用を可能とし、今後の水素の社会実装や利活用の推進・拡大に資する取組提案につなげることを目的とした。具体的には、ステンレス鋼鋳鋼品の液化水素用設備への適用に関する規制・規程の現状と適用によるメリットの想定、液化水素温度域でのステンレス鋼鋳鋼品の適用拡大に関わる民間事業者のニーズ、鋳鋼品の開発状況や課題認識に関する民間事業者へのヒアリング並びに有識者の助言・評価の共有を中心とした調査を実施した。その上で、ステンレス鋼鋳鋼品の液化水素用設備適用・標準化に向けて今後必要とされる取組を検討した。</p> <p>その結果、鋳鋼品の有する製品形状への自由度の高さや加工工数の優位性等から派生する比較的大型のバルブ製品等の大量生産時にコスト・工数メリットを有するとの見解が、ヒアリング対象の事業者の情報から確認できた。液化水素の社会実装が今後進展する想定においては、過去のLNG導入での鋳鋼品適用拡大の経緯と同様なメリットの享受が期待されていることがわかった。</p> <p>しかしながら、液化水素環境での鋳鋼品の適用については、鋳鋼材特有の技術課題および、極低温水素環境の技術課題、さらに鋳鋼材等に係る各種試験・評価方法の課題の有無の確認、といった学究的な議論から分別して着手し諸課題に取組むべき状況にあることがわかった。</p> <p>また、ステンレス鋼鋳鋼品の液化水素用設備適用・標準化に向けた今後の取組については、前述の技術課題に留意しながら、あらかじめ評価指標を設定し、その指標に基づいて鋼種ごとの成分および組織範囲を定めることが重要であり、その上で、まず、共通的な技術課題に関わるデータの取得、その後技術指針や技術文書の整備化に着手するステップを経ることが現実的であることがわかった。さらに、規格・規程等の整備においては、先行する事業の障害とならない、コスト追加とならない施策の配慮が必要となる。また、試験評価法の工夫を要する点、規格を利用する事業者等プレーヤーや規格化に係る官庁・専門機関並びに大学・試験評価機関等も参画した、将来の技術継承や人材育成も加味したオールジャパン体制での取組が必要と認識された。</p> <p>このような将来の例示基準化整備迄のロードマップ検討が重要であり、ヒアリング対象の事業者からも将来の例示基準化による液化水素設備への鋳鋼品の適用拡大と事業参入の機会拡大への期待があることがわかった。2030年の水素サプライチェーン社会実装に向けた先行的な複数の国家プロジェクトが進行しており、施設整備や共通的な知見といった事業成果の普及・活用が期待される。さらに、液化水素設備への鋳鋼品の適用拡大に繋がり得る中長期的な公的な事業支援や事業連携となる対応への期待も大きいことがわかった。</p> |

調査報告書の構成

要約

第1章：概要

- ・液化水素に係る周辺動向背景・事業概要・調査方法等・有識者委員会・工程・体制

第2章：ステンレス鋼鋳鋼品の液化水素用設備適用に関する規制の現状、国内外の液化水素温度領域でのステンレス鋼鋳鋼品の規格整備状況の調査

- ・既往文献・WE-NET報告・国内外規格状況等・LNG事例の調査結果

第3章：ステンレス鋼鋳鋼品の新材料の適用評価手順の調査

- ・高圧ガス保安法上の材料規制・詳細基準事前評価制度

第4章：民間各社の液化水素用ステンレス鋼鋳鋼品適用へのニーズ、開発状況、使用機器と条件等の調査

- ・事業者ヒアリング結果

第5章：ステンレス鋼鋳鋼品の適用による液化水素用設備の製作等に係る時間的、経済的効果

- ・鋳鋼品適用の効果の鍛造品との比較

第6章：ステンレス鋼鋳鋼品の液化水素用設備適用・標準化に向けた課題と今後必要とされる研究開発等の取組提案

- ・適用/標準化に向けた課題・今後の取組提案・データ取得案

結言

別添資料（オーステナイト系ステンレス鋳鋼の特性と水素適合性評価、高圧ガス保安法等抜粋）

本日は、2章、4章、5章、6章の概要をご報告します

1. 文献・規程・規格状況調査
2. 事業者ヒアリング
3. 鋳鋼品適用の効果
4. 今後の取組提案・データ取得案

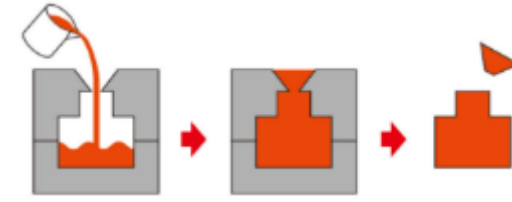
【参考】 鋳造とは



出典:中央工業株式会社HP



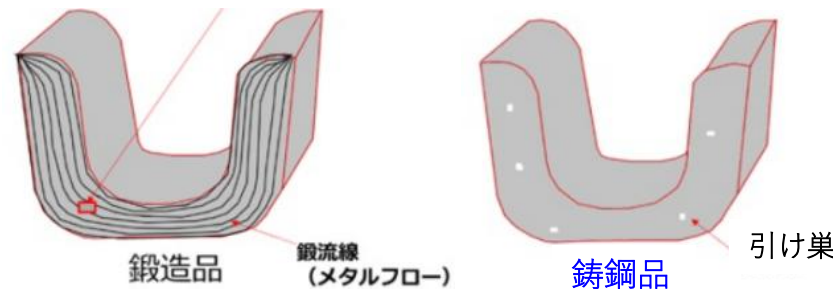
出典:丹後機械工業協同組合HP



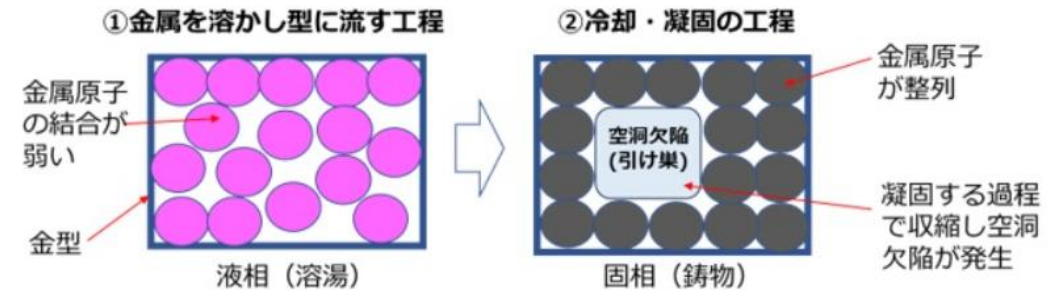
出展:大洋産業株式会社HP

出典:アイール技術者教育研究所HPを一部加筆

| | 鍛造 | 鋳造 |
|-----------|---|--|
| 強度 | 金属に力を加えることで、メタルフローの形成と結晶粒微細化などにより 強度向上 | 溶かした金属を流し込むため、 内部に気泡や引け巣 ができることがあり、 鍛造に比べると強度が低い |
| 形状の自由度 | 単純な形状が中心で、 複雑な形状には向かない | 複雑な形状でも作ることが可能 |
| 生産コスト | 設備投資が必要で コストは高くなりやすい | 量産向きで低コスト のため、大量生産に適している |
| 耐衝撃性・耐摩耗性 | 衝突や摩擦に強く、 長寿命 | 衝突や摩擦に対する耐性は鍛造に比べて低い |



鋳鋼品と鍛造品の断面比較



引け巣の発生原理

○WE-NET (World Energy Network) 「水素利用国際クリーンエネルギーシステム技術研究開発」研究開発成果である極低温での各種試験法や試験結果は、ステンレス鋼鋳鋼においても役に立つ情報が多い。

ただし、液化水素用バルブの検討においては、ステンレス鋼鋳鋼の使用が考えられるとの記載あるだけで、具体的な研究開発等を行っていない。

液化水素バルブの使用に当たっての検査、試験等の留意事項が記載されている。

+ WE-NETは平成14年度（2002年度）に終了。
その後、液化水素用バルブの研究はなされていない

○**鋳鋼品の報告書や文献**からは、ステンレス鋼鋳鋼の水素適合性等に関するデータはほとんど無く、水素普及向けの技術知見の更なる収集は必要である。

WE-NET第I期研究開発（平成5年度～平成10年度）

| | |
|--------|--------------------|
| サブタスク1 | 総合評価と開発計画のための調査・研究 |
| サブタスク2 | 国際協力推進のための調査・検討 |
| サブタスク3 | 全体システム概念設計 |
| サブタスク4 | 水素製造技術の開発 |
| サブタスク5 | 水素輸送・貯蔵技術の開発 |
| サブタスク6 | 低温材料技術の開発 |
| サブタスク7 | 水素利用技術に関する調査・検討 |
| サブタスク8 | 水素燃焼タービンの開発 |

WE-NET第II期研究開発（平成11年度～14年度）

| | |
|-------|---------------------|
| タスク1 | システム評価に関する調査・開発 |
| タスク2 | 安全対策に関する調査・研究 |
| タスク3 | 国際協力に関する調査・研究 |
| タスク4 | 動力発生技術の開発 |
| タスク5 | 水素燃料タンクシステムの開発 |
| タスク6 | 純水素供給固体高分子型燃料電池の開発 |
| タスク7 | 水素供給ステーションの開発 |
| タスク8 | 水素製造技術の開発 |
| タスク9 | 水素輸送・貯蔵技術の開発 |
| タスク10 | 低温材料の開発 |
| タスク11 | 水素分散輸送・貯蔵用水素吸蔵合金の開発 |
| タスク12 | 革新的・先導的技術に関する調査・研究 |

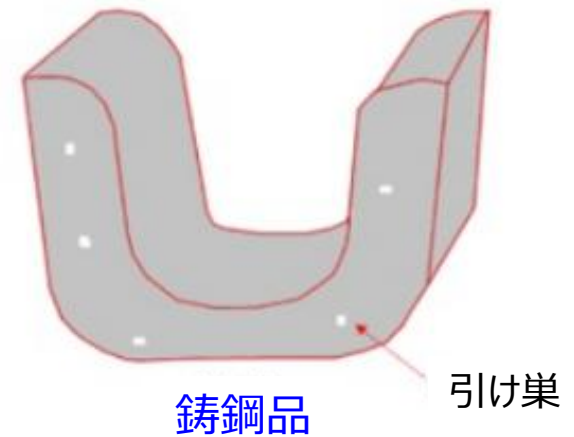
ヒアリング全般からの所感として

バルブメーカー、ポンプメーカー、材料メーカーおよびエンジニアリングメーカー 計19社にヒアリング実施

- ・バルブ・ポンプメーカーにおいて、鋳鋼材は外部調達が多い。
- ・材料評価に関する自社及び他社依頼情報については、ノウハウ・秘匿情報が多いため、収集・公開に制約が有る。
- ・2030年の先行的な液化水素サプライチェーン構築プロジェクトに関する液化水素用バルブについては、技術的・納期的に供給対応可能な比較的小口径の鍛造品にて実装準備が先行している状況と見られる。
- ・鋳鋼品の導入については、水素の社会実装の拡大を伴って期待・ニーズがあるが、適用拡大には諸課題の整理と対応等を要する状況と思われる。
- ・バルブ、ポンプの鋳造/鍛造の選定、材質選定等の仕様については、エンジニアリングメーカーの設計による指定をベースにして、流量・バルブ漏洩量、納期等の条件を勘案して、供給事業者との協議で設定されると思われる。
- ・液化水素サプライチェーン設備における液化水素バルブ、ポンプは、 -253°C 、1~2又は数MPaの液化水素環境下での使用を想定している、と見える。

事業者ニーズ

- ・データ整備を経て鋳鋼の規格材で、 -253°C の材料として、将来的には例示基準化してほしい。
- ・JIS規格材料が使用可能になるようにしてほしい。JIS規格材からはずれると素材費用も高む。
- ・欠陥に関する要望・コメント
 - 欠陥密度のようなものを規定できないか。
 - 欠陥への水素の影響に関する閾値は、共通課題にできる。
 - 検査（許容欠陥の大きさ・数）の規格も作ってほしい。
 - 鋳造材の規格化、許容欠陥サイズなど共通課題を解決してほしい。
 - 粗悪品の防止となる条項は設けるべきである。
- ・試験に関するコメント
 - 液体水素環境下で試験ができる機関数が少なく、費用もかかる。
 - 液体水素温度/液化水素を利用した評価法に対する簡易試験法、代替試験法の要望
 - 極低温と水素の影響は、分けて考えなければならない。



出典:アイアール技術者教育研究所HP

鋳鋼品のメリット

- ・複雑な形状への対応可能
- ・設計自由度および加工効率が高い。
- ・大口径になるほど、また多量に製作するならばコスト・工数メリット有り、との認識
(・鋼材の調達リードタイムが、鋳造/鍛造いずれの工数制約に影響する。)

鋳鋼品の懸念点

- ・鋳鋼品は強度が落ちる方向であり、極低温による脆性破壊もある。
- ・ステンレス鋼鋳鋼品は内部欠陥を起点に破壊するケースがある。
- ・真空ジャケットの真空度確保にどう影響するのか。
 - － 鋳鋼品から発生するガスや巣などの欠陥による真空性の阻害がないか。
 - － 鋳鋼品は透過漏れもする。
- ・温度サイクルに対する耐久性も必要になるかもしれない。

3. 鋳鋼品適用の効果 ～製作コスト・期間の比較～

鋳造材を用いることにより、部品重量を低減できる

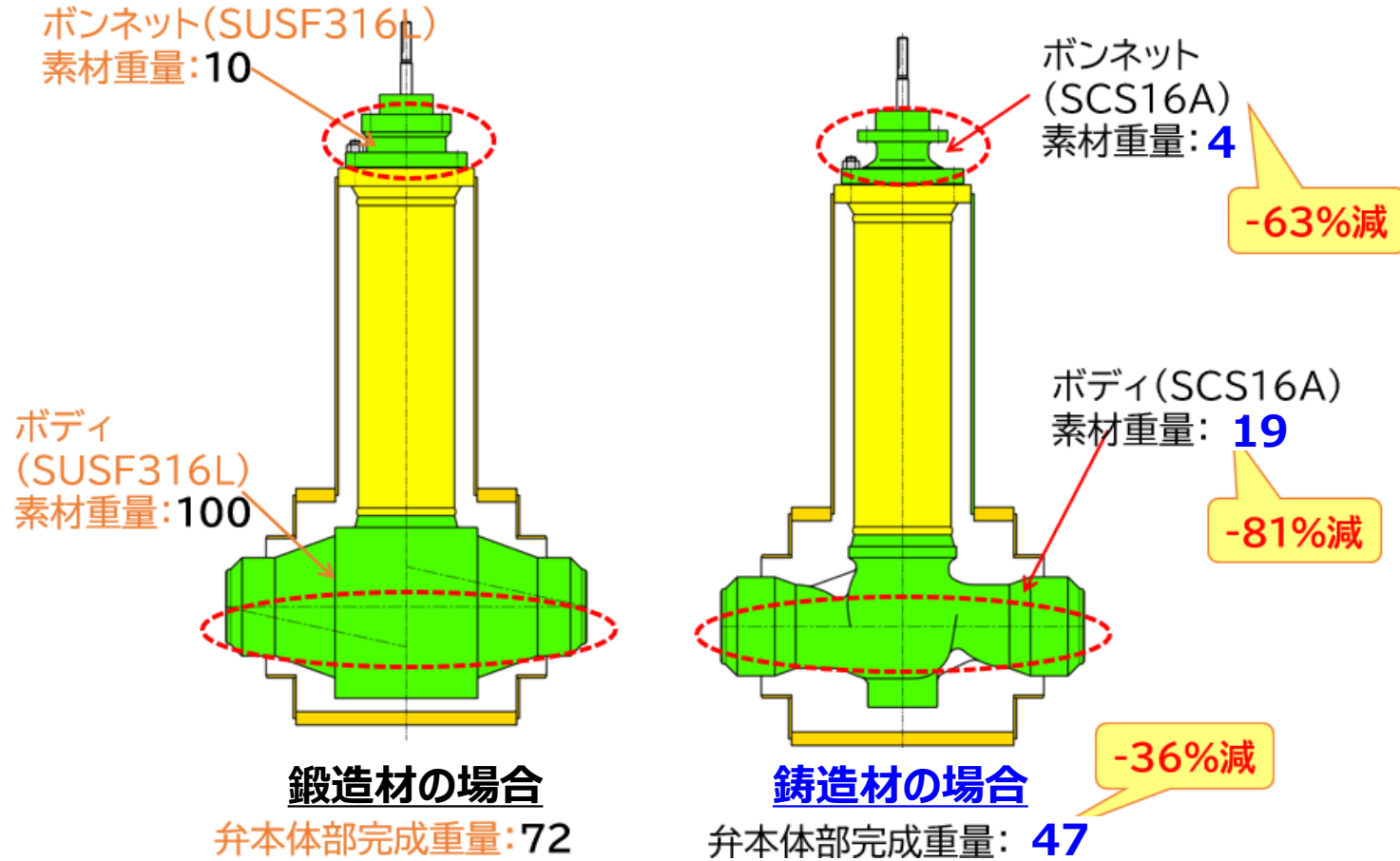


図 ステンレス鋼鋳鋼品及び鍛造品の材料重量の比較 (バルブメーカーヒアリング結果より)

注1) 弁サイズ：150Aでの試算

注2) 素材重量は鍛造のボディ素材重量を100とした場合の比

鋳鋼品の方が製作コストは抑えられ、製作期間も短くできる

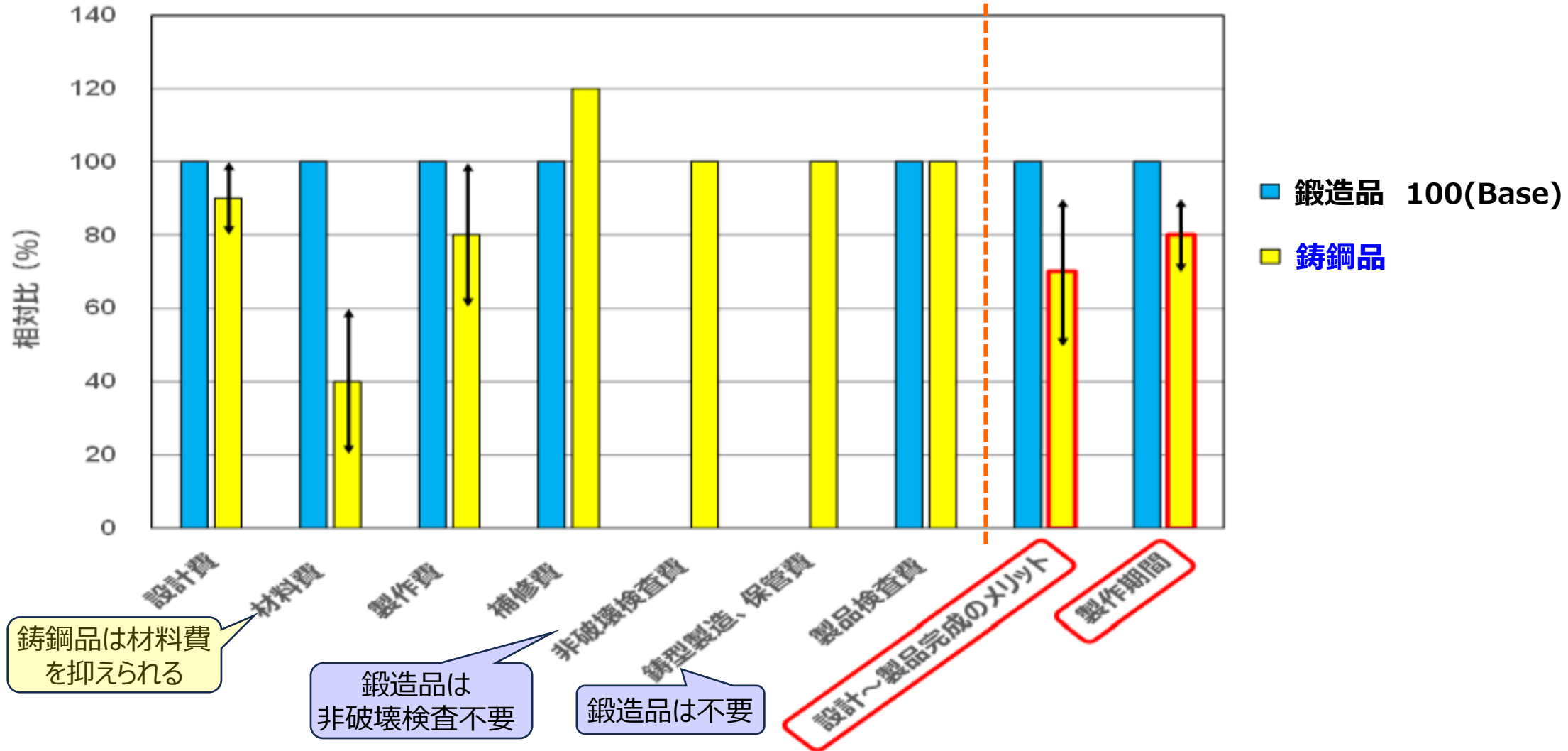


図 ステンレス鋼鋳鋼品及び鍛造品のコスト・工期の比較 (バルブメーカーヒアリング結果より)

【調査結果・成果】

- ・事業者ヒアリング結果から、ステンレス鋼鋳鋼品の大量生産時にコスト・工数の削減メリットが想定され、過去のLNG導入時の鋳鋼品適用拡大事例と同様な期待がある、と判明
- ・オーステナイト系ステンレス鋼鋳鋼の液体水素温度における機械的性質等に関する既報論文は、ほとんど無い。また、WE-NET研究成果（Ⅰ及びⅡ期）では、液化水素用バルブ、ポンプに関するステンレス鋼鋳鋼の具体的な研究開発等が行われていない。



- 液体水素環境での鋳鋼品の適用には、鋳鋼品特性、液体水素環境の技術課題、鋳鋼材の試験・評価方法の課題の有無等、学究的な議論から分別して取組む状況にある。
 - ・共通的な技術課題に関するルール化・規格化は、先行事案の障害やコスト追加とならない工夫・配慮を要す。
- 将来の例示基準化等に向けて、段階的ステップを含めロードマップの検討が重要
 - ・鋳鋼材のポテンシャル把握・共通的な技術課題に関わるデータ取得・技術指針や文書の整備化

【今後の取組への提案】

【中期的】

- ・優先対象として選定するステンレス鋼鋳鋼材に関するポテンシャルを把握の上、事前評価による運用を想定した、ステンレス鋼鋳鋼品の液体水素環境における公共的な技術的情報の拡充が効果的と考えられる。
- ・一案として、下記ステップで検討を進めていき、液体水素環境におけるステンレス鋼鋳鋼の材料特性に関するデータベース化に取組んで行くことが公共的利益に資するものと考えられる。

[1] 鋳鋼が極低温下で使用可能であることの見極め

極低温での「破壊靱性試験」を行い、ステンレス鋼鋳鋼の使用可能性を見極める

[2] 水素による脆性への影響があるかどうかの見極め

「SSRT (slow strain rate tensile) 試験」を極低温から室温付近まで行い、水素による影響を見極める

[3] 鋳鋼材特有の欠陥が脆性、水素脆性に影響するかどうかの評価

[1]、[2]の試験を行い、ステンレス鋼鋳鋼の極低温用鋼種としてのポテンシャルを見極めてから鋳鋼材特有の欠陥の影響評価へ進む

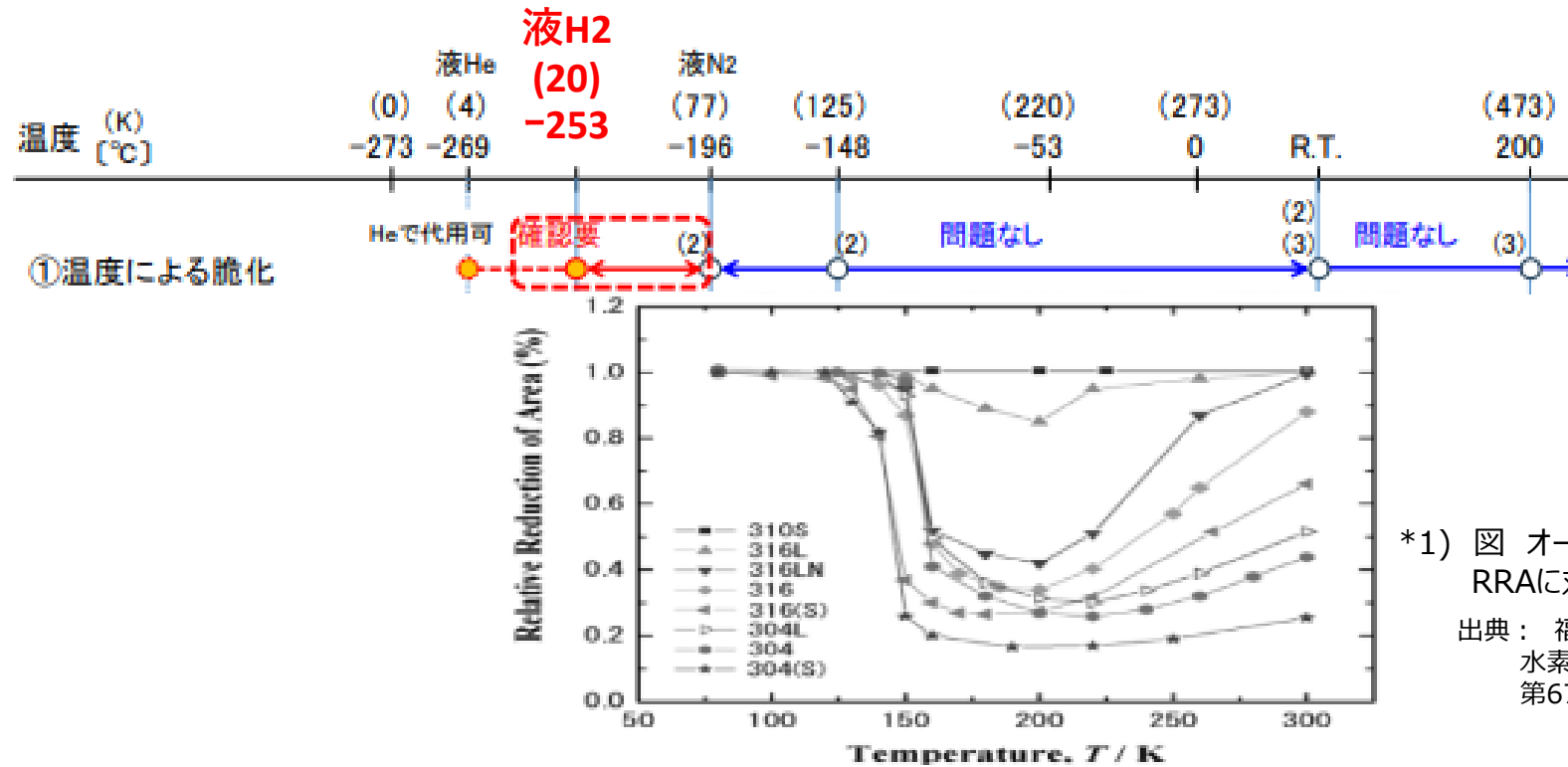
データの取得は、①温度による脆化と②水素による脆化に分ける

①温度による脆化： -253℃での評価

- ・ 鋳鋼材の許容引張応力は-196℃まで設定されている

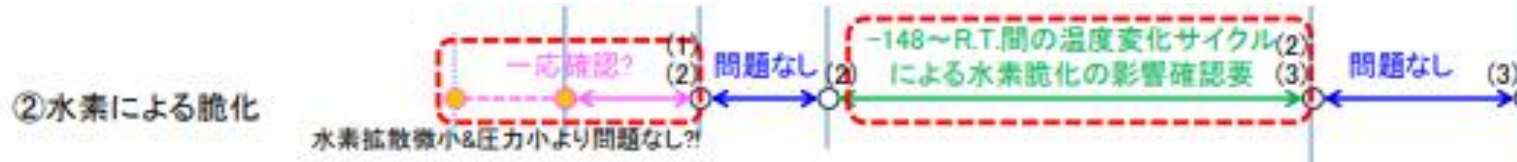
②水素による脆化： 最も優先度が高いのは-148℃～室温の範囲の評価

- ・ これより低温側では水素による影響は認められないとの報告有り *1)



*1) 図 オーステナイト系ステンレス鋼<鍛造材>の RRAに対する温度の影響

出典： 福山誠司ほか, SUS316 型ステンレス鋼における水素環境脆化に及ぼす温度の影響, 日本金属学会誌, 第67巻,第9号, pp456-459,(2003)



【長期的】

・液化水素用途におけるステンレス鋳鋼品の本格普及・大量使用を見据えた長期的な取組として、以下のステップが想定される。

④設計に必要なデータの取得

⑤ルール化、規格化

○ステンレス鋼鋳鋼品の液化水素用設備適用・標準化に向けた今後の取組については、技術課題に留意しながら、あらかじめ評価指標を設定し、その指標に基づいて鋼種ごとの成分および組織範囲を定めることが重要であり、その上で、まず、共通的な技術課題に関わるデータの取得、その後に技術指針や技術文書の整備化に着手するステップを経ることが現実的である

○上記のステップの実施においては、規格を利用する事業者等プレーヤーや規格化に係る官庁・大学・専門機関等も参画して、将来の技術継承や人材育成も加味したオールジャパン体制での取組の必要性を認識した。

ご清聴ありがとうございました

謝辞

以上の発表に関する技術開発は、国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO*）からの委託事業「競争的な水素サプライチェーン構築に向けた技術開発事業」（プロジェクトコード：P23004）によるものです。

* New Energy and Industrial Technology Development Organization