

**事業名：超高压水素インフラ本格普及技術研究開発事業 / 水素ステーションのコスト低減等に
関連する技術開発 / 高強度低合金鋼を用いた新型高压蓄圧器に関する研究開発**

発表者名：一般財団法人金属系材料研究開発センター、日本製鉄株式会社

○事業概要

＜背景/研究内容＞

水素ステーションの2025年以降の本格普及および2030年以降の自立化に向けて、蓄圧器の大幅なコスト低減を実現すべく、現状より高強度を有する低合金鋼を適用した新型高压蓄圧器に関する研究開発を行う。

＜研究目標＞

実施項目	最終成果目標
1. Mo-V添加鋼の高強度化と水素適合性の評価	左記鋼種を中心に 引張強さが1000MPa以上 となる化学成分および熱処理条件を明らかにし、目標強度を満たす材料についてSSRTによる水素適合性評価を行い、 強度と水素適合性が両立する製造条件を明らかにする。
2. 高強度低合金鋼規格材の高強度化と水素適合性の評価	過去に水素適合性が未評価のJIS低合金鋼について、 引張強さが1000MPa以上 となる鋼種および熱処理条件を明らかにし、目標強度を満たす材料についてSSRTによる水素適合性評価を行い、 強度と水素適合性が両立する製造条件を明らかにする。
3. 蓄圧器に関する技術動向調査、新型水素蓄圧器の試設計と製造コスト比較調査	水素ステーション用蓄圧器の 国内外の技術動向およびコスト構造等の調査を行う。 また、 上記特性発現鋼材を用いた蓄圧器の試設計を行うと共に現状とのコスト比較を行ってコスト改善効果を検証する。

＜今期の主要成果＞

1. TSが1000MPa以上のMo-V添加鋼およびJIS規格鋼において常温の水素適合性(SSRT特性)を示す可能性があることが判明。
2. Type I 蓄圧器への高強度低合金鋼適用で大径化による容量増加と使用本数削減により、蓄圧器コストの大幅低減が可能と判明。

＜事業期間＞

2020年度～2022年度

連絡先
(一財)金属系材料研究開発センター 前田
Email : tmaeda@jrcom.jp
TEL : 03-3592-1283

1. Mo-V添加鋼の高強度化と水素適合性の評価(日本製鉄)

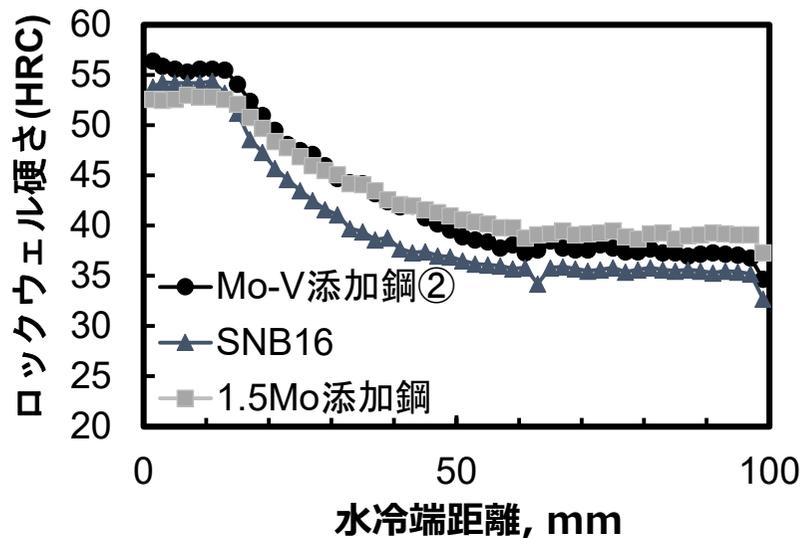
- 供試材例 (mass%) ※ JIS G 4107

	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	Al	V	Nb
Mo-V添加鋼①	0.40	0.19	0.44	1.25	0.73	<0.01	0.030	0.10	0.024
Mo-V添加鋼②	0.40	0.20	0.45	1.27	0.76	<0.01	0.026	0.26	0.025
SNB16※	0.38	0.19	0.61	1.05	0.66	<0.01	0.030	0.26	0.026
1.5Mo添加鋼	0.36	0.20	0.62	1.05	1.55	<0.01	0.030	0.38	0.026

- 焼もどし温度と引張強度の関係

- **Mo-V添加鋼とSNB16のTSは同等程度**
- 1.5Mo添加材の600℃焼もどし材のみ
他鋼種より+100MPaほど高強度

- ジョミニ試験(焼入れ性評価)結果



焼入れ性に大きな違いは見られない。

- 水素適合性評価

試験方法: 常温大気中 / 85MPa高圧水素ガス中
低ひずみ速度引張試験
(Slow Strain Rate Test, SSRT)

水素適合性判定方法:

低合金技術文書(JPEC-TD 0003)記載の方法
大気中と水素中の応力-変位曲線を比較

- 水素中では極大値を示さない→不適合
- 水素中と大気中が同傾向であり
水素中でも極大値を示す→適合

試験結果

	焼もどし温度(℃)	TS, MPa	水素適合性
Mo-V 添加鋼 ①	660	1187	○
	680	1066	○
	700	987	○
	720	898	○

TS:1200MPa近くでも水素適合性を示した。

→ 今後、SNB16や1.5Mo添加鋼の
水素適合性を評価予定

2. 高強度JIS低合金鋼の高強度化と水素適合性の評価(JRCM)

- 供試材例 (mass%) JIS G 4053

	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	Al	V	Nb
SCM435	0.37	0.20	0.61	0.92	0.30	<0.01	0.026	<0.001	<0.002
SCM445	0.47	0.20	0.62	0.92	0.30	<0.01	0.025	<0.001	<0.002
SNCM439	0.37	0.20	0.62	0.92	0.30	2.01	0.028	0.011	<0.002
SNCM447	0.48	0.20	0.60	0.92	0.30	2.02	0.030	0.004	<0.002

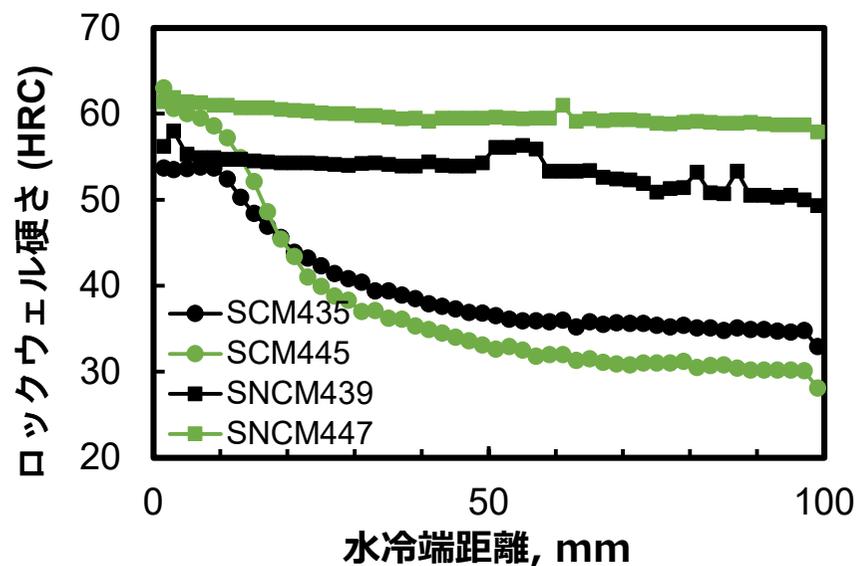
- 焼もどし温度と引張強度の関係

同じ焼もどし温度でも高炭素の方が高強度

- 水素適合性評価

試験方法、水素適合性判定方法は前ページと同様

- ジョミニ試験(焼入れ性評価)結果



2.0Ni添加で焼入れ性が大きく改善

試験結果

	焼もどし温度(°C)	TS, MPa	水素適合性
SCM435	450	1331	×
	500	1210	×
	550	1075	×
	600	942	○
SNCM439	500	1264	×
	550	1132	○
	600	985	○
	650	943	○

SCM435よりもSNCM439の方が
高強度で水素適合性を示した。

→ 今後、焼入れ性と水素適合性の関係調査
SCM445、SNCM447の水素適合性評価を行う

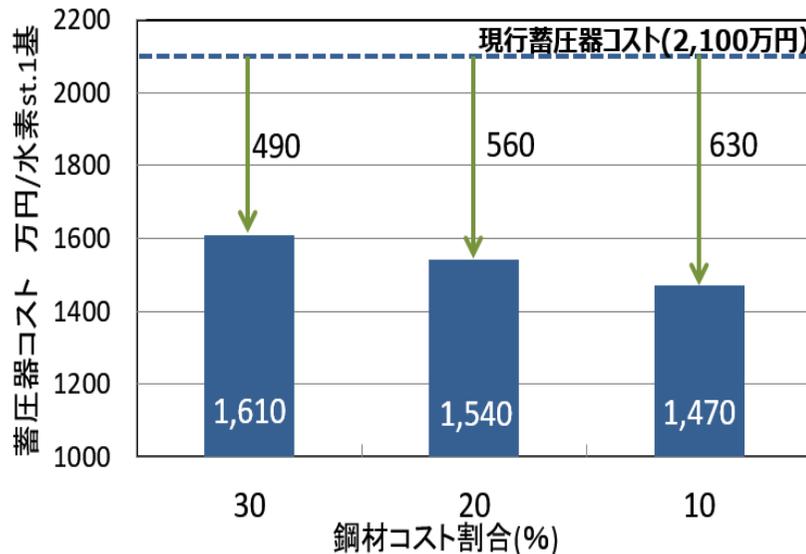
3. 蓄圧器に関する技術情報調査とコスト低減効果の検討(JRCM)

●蓄圧器のコスト構造

- ・蓄圧器（高圧型、300ℓ）のコスト：700万円/本程度（富士経済レポート 2020）
- ・蓄圧器コスト=鋼材コスト+製造（加工）コスト
- ・製造（加工）コスト：口径が少々大きくなっても（既存設備で扱える範囲内であれば）製造コストはあまり変わらない。
- ・鋼材使用量は概ね 容量×圧力／鋼材強度 に比例し、一本当たりの容量を変えても鋼材使用量は大差なし。
⇒**単なる薄肉化による鋼材使用量低減よりも、大容量化による合計本数削減の方が効果大きい。**

●コスト試算

現状の典型的な蓄圧器**300ℓ×3本/ST**を
450ℓ×2本に構成変更した場合のコスト試算
(鋼材コスト割合は10、20、30%の場合を想定)



大容量化コスト低減効果
490～630万円(23～30%低減)
／水素st.1箇所(蓄圧器本体のみ)

●高強度鋼の必要性

- ・蓄圧器一本当たりの容量増加には、長尺化あるいは大口径化が考えられるが、**長尺化はステーション敷地や機器配置の制限を受ける可能性が高いので大口径化が望ましい。**
- ・現状の鋼材で大口径化すると肉厚も大きくなり、絞り加工や熱処理が困難になる。**高強度鋼の適用により厚肉化を抑えながら大口径化することが望ましい。**

●量産化の必要性

- ・鋼材の特注品扱いによるコスト増回避のため、**鑄込最低ロットの在庫(200～300トン程度)が1年間で消費可能な需要が必要**
- ・製造(加工)で常設ラインによる量産体制を取るには年間数百～千本の需要が必要
- ・2025～2030年の需要はロードマップから推定すると300本、即ち300トン/年程度の見込み
→鋼材の量産は可能だが、製造(加工)は特注品扱いのまま
⇒需要拡大のためには海外市場への進出が必要