

山陽の高合金管の紹介

1. はじめに

近年のエネルギーや資源の逼迫化、化学工業の高度化に伴い、石油精製、天然ガス、火力発電や海水淡水化設備、化学工業プラント、関連設備の拡大や操業条件の高温高圧化等によりこれ等の設備の腐食環境も厳しさを増しており、材料に対する要求特性も非常に高度なものになっている。これらの設備は過酷な環境下にあるとともに、特に、メンテナンスフリー、多目的プラント化への対応等も求められており、一般的な汎用ステンレス鋼では室温や高温での耐食性、耐酸化性、強度などが不足するため、ステンレス鋼よりも優れた耐食性や強度を有する高Ni系の材料（以下高合金と称する）が使用されている。

当社は特殊鋼専門メーカーでは唯一継目無鋼管製造設備を保有しており、この設備を利用して各種ステンレス鋼、工具鋼および高合金継目無管を製造し、販売を行っている。当社の高纯净度溶製技術と高精度、高品質継目無鋼管製造技術で製造された高合金管は、国内外のユーザーより好評を得ている。今後益々需要の増大が期待される当社の継目無高合金管を以下に紹介する。

2. 高合金の特徴と用途

NiはFeよりも貴な材料であり、単体ではアルカリ、非酸化性の酸などに対して優れた耐食性を示す。また、NiはCr、Mo、Cu、Feなどと合金化して優れた耐食性、耐酸化性、機械的性質を示し、用途に応じて数多くの材料が使われている。

当社で製造している代表的な高合金管の概略化学成分、特徴と主な用途を表1に纏めて示す。

表1の(a)のグループはNiを65%以上含有するもので、純NiであるNi 200、Ni 201、さらにNiに32%Cuを添加したモネルQA 400、NiにCrを添加して高温での耐酸化性や塩化物環境下での耐応力腐食割れ性を改善させたQA 600等である。表1の(b)はNiを60%前後含有するもので、NiにCr、Moを添加し優れた耐食性を示すQA C276、QA C22と高温でのクリープ強度も兼備したQA 625等が含まれる。表1の(c)は高合金の中では、(a)、(b)に比較しNiが30~45%と低く、FeとCr、Mo、Cuを添加したQS 825、QS 20Cb3、同じくNiとFeにCr、Al、Tiを添加したQS 800HT等である。

3. 高合金管の製造工程

高合金管の概略製造工程を冷間加工管を例に取り表2に示す。ステンレス鋼管とはほぼ同様な製造工程であり、各工程での条件を高合金に最適化している。

溶解は60t電気炉の他、小ロット対応のためVIM溶解も併用している。不純物除去および凝固組織改善のため、電気炉又はVIMの溶解の後、ESR溶解を行うものもある。溶製後の鑄塊は種類に応じて、鍛造プレス又は圧延機で管材（押出ピレット用素材）への加工を行う。

管材は2000t押出プレスにて熱間継目無管となり、冷間仕上品については更にコールドビルガーで高い減面率で高効率に冷間圧延したのち、熱処理－矯正－酸洗－検査を行って出荷される。検査では渦流探傷検査、超音波検査、水圧検査の非破壊検査が実施可能で、表面や内部の品質を保証している。なお、光輝焼鈍材指定にも応えられる製造体制を整えている。

4. 高合金管の製造範囲

冷間仕上品は、外径 Φ 16~ Φ 114mm、肉厚1.5~17mm、長さは15mまで製造可能である。スケジュール管はもとより0.1mm単位の任意の寸法への対応も可能である。また、更なる小径・薄肉にも応えられるよう製造体制を整えている。参考として図1にQA400の製造寸法範囲を示す。なお、高合金の種類によって製造範囲が異なるので、ご検討の際には担当者へお問い合わせ頂きたい。

表1 代表的な高合金の概略化学成分、特徴と主な用途

(a) Ni含有量が65%以上のグループ

合金名	Ni 200, Ni 201		QA 400	QA 600
概略成分	99.0以上Ni		66Ni-32Cu-1Fe	76Ni-16Cr-8Fe
特徴	・カセイソーダを中心としたアルカリ類及びハロゲンガス、非酸化性酸に優れた耐食性		・純Niに比べ強度がある ・海水・アルカリ・酸(塩酸、ふっ酸)などに対する耐食性に優れる	・高温で良好な耐酸化性 ・塩化物環境で優れた耐応力腐食割れ性 ・カセイソーダ、ハロゲンガス中において純Niに近い耐食性
主な用途	カセイソーダ・食品・薬品製造設備、電気・電子部品		海水淡水化装置、給水加熱器、石油精製装置	化学・食品工業の製造装置、熱交換器、原子炉蒸気発生管
適用規格	JIS	H4552	H4552	G4903, G4904
	ASTM	B161, B163	B163, B165	B163, B167
	ASME	SB161, SB163	SB163, SB165	SB163, SB167

(b) Ni含有量が約60%のグループ

合金名	QA C276		QA C22	QA 625
概略成分	57Ni-15.5Cr-16Mo-3.5W-5Fe		57Ni-21Cr-13.5Mo-3W-3Fe	61Ni-21.5Cr-9Mo-3.5(Nb+Ta)-2.5Fe
特徴	・酸化性、還元性の両環境で優れた耐食性 ・塩化物環境での耐孔食性、耐応力腐食割れ性に優れる ・溶接性が良い		・C276と比較して、酸化性環境での耐食性に優れる ・溶接性が良い	・C276と比較して、酸化性環境での耐食性に優れる ・Nb添加により、引張強さ、クリープ強さが高い
主な用途	化学工業製造設備、公害防止・排煙脱硫装置		化学工業製造設備、公害防止・排煙脱硫装置	化学工業製造設備、原子炉部品、海水処理設備
適用規格	JIS	H4552	H4552	G4903, G4904
	ASTM	B622	B622	B444
	ASME	SB622	SB622	SB444

(c) Ni含有量が30~45%のグループ

合金名	QS 825		QS 20Cb3	QS 800HT
概略成分	42Ni-21.5Cr-3.0Mo-2Cu-0.9Ti-30Fe		35Ni-20Cr-2.5Mo-3.5Cu-0.6(Nb+Ta)-37Fe	32.5Ni-21Cr-1(AI+Ti)-45Fe
特徴	・ステンレス鋼に比べ、還元性および酸化性の酸に対する耐食性に優れる ・耐孔食性、耐応力腐食割れ性に優れる		・ステンレス鋼に比べ、還元性および酸化性の酸に対する耐食性に優れる ・耐孔食性、耐応力腐食割れ性に優れる	・高温雰囲気において強度と耐浸炭性に優れる
主な用途	化学・石油化学工業の熱交換器・配管、海洋・海浜プラント部材		化学・石油化学工業の熱交換器・配管	化学・石油化学工業の熱交換器・配管、工業加熱炉、熱処理炉
適用規格	JIS	G4903, G4904	-	G4903, G4904
	ASTM	B163, B423	B729	B163, B407
	ASME	SB163, SB423	SB729	SB163, SB407

表2 高合金管の概略製造工程（冷間仕上品）

工程	溶解	管材圧鍛	押出	冷間加工	熱処理	検査
設備	60t電気炉 VIM ESR	3000tプレス 1500tプレス 分塊・大形圧延機	2000t押出プレス	コールドピルガー	固溶化熱処理炉	渦流探傷機 水浸超音波探傷機 水圧試験機

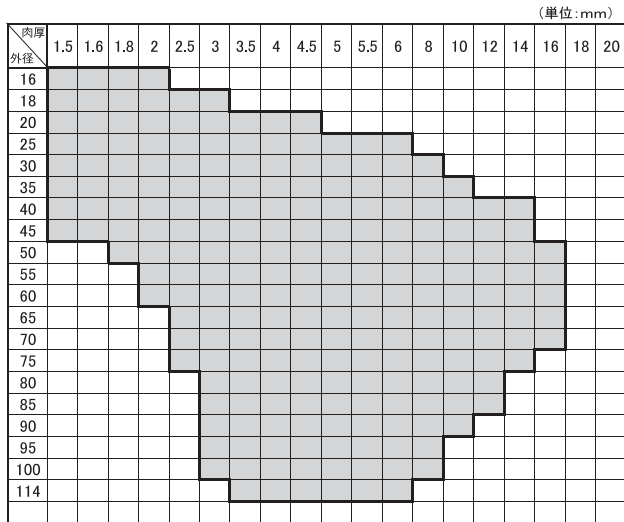


図1 QA400合金管の製造寸法範囲 (冷間仕上)

表3 高合金管の常温引張試験結果 (冷間仕上品)

規格・材料	引張強さ (MPa)	0.2%耐力 (MPa)	伸び (%)	硬さ (HRB)
ASTM B161 N02201	≥ 345	≥ 80	≥ 35	—
Ni 201	398	240	49	68
ASTM B165 N04400	≥ 480	≥ 195	≥ 35	—
QA 400	527	220	53	70
ASTM B167 N06600	≥ 550	≥ 240	≥ 30	—
QA 600	593	268	51	75
ASTM B622 N10276	≥ 690	≥ 283	≥ 40	—
QA C276	783	411	67	93
ASTM B622 N06022	≥ 690	≥ 310	≥ 45	—
QA C22	767	356	66	90
ASTM B444 N06625	≥ 827	≥ 414	≥ 30	—
QA 625	1044	724	40	24(HRC)
ASTM B423 N08825	≥ 586	≥ 241	≥ 30	—
QS 825	716	356	34	88
ASTM B729 N08020	≥ 550	≥ 240	≥ 30	—
QS 20Cb3	658	363	44	85
ASTM B407 N08810	≥ 450	≥ 170	≥ 30	—
QS 800HT	568	285	44	73

5. 当社高合金管の特性

5.1 機械的性質

表3に各高合金管の常温機械的性質例を相当するASTM規格とともに示す。

5.2 耐食性

図2に代表的高合金管の孔食試験結果およびすきま腐食試験結果を、図3に全面腐食試験結果をSUS316L、SUS310Sステンレス鋼と比較して示す。Cr、Mo量の増加に伴い、耐孔食性、耐すきま腐食性が向上し、Ni、Mo量の増加に伴い、非酸化性酸に対する耐食性が向上している。

このように高合金管は汎用ステンレス鋼に比べ優れた耐食性を有している。

6. おわりに

以上、当社の高合金管について簡単に紹介させていただきました。上記以外の高合金についても、また、小ロット品についても対応可能であり、ご要望があれば担当者まで問合せいただければ幸いです。

今後も高合金管の必要とされる用途は益々拡がりを見せしていくものと思われます。引き続き、高合金管の製造技術・品質・生産性のより一層の向上に全社を挙げて取組み、需要家各位のご要望に応じていく所存です。

(お問合せ先)

特殊材料事業部 技術・開発グループ 堀 信弘
Tel : 03-6800-4711

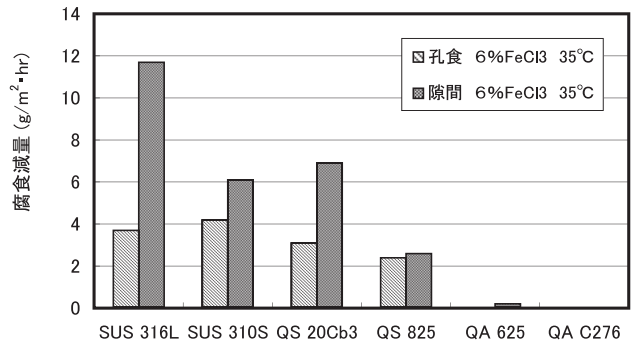


図2 耐孔食性および耐すきま腐食性

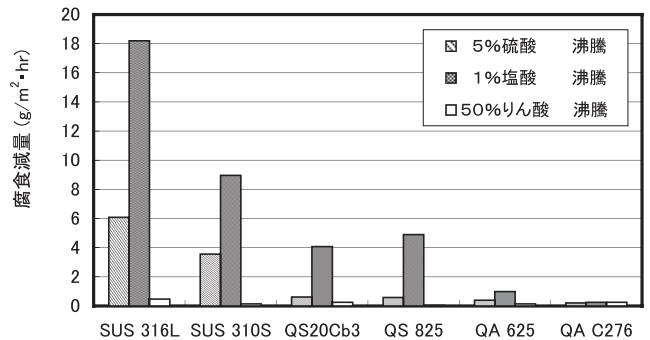


図3 耐全面腐食性