山陽の特殊鋼

特殊鋼規格集

ご注意
　本資料に記載された技術情報は、製品の代表的な特性や性能を説明する参考値であり、規格として規定されている項目以外は、これを保証するものではありません。本資料に記載されている情報の誤った使用又は、不適切な使用等によって生じた損害については、責任を負いかねますのでご了承ください。特に、食品、飲料水、医薬品、医療機器、化粧品、健康器具関係などの用途の場合は、ご相談ください。
　本資料に記載された情報は、予告なしに変更される場合があります。最新情報については、各担当部署にお問い合わせください。

無断複製・転載はご遠慮ください。　2019© Sanyo Special Steel Co., Ltd.

目次

1会社紹介

1-1　会社概要‥‥‥

5参考

5-1 硬さ換算表・・・

1 会社紹介

1-1 会社概要

（2018年9月30日現在）

・商号	山陽特殊製鋼株式会社　(Sanyo Special Steel Co., Ltd.)
・本社所在地	兵庫県姫路市飾磨区中島3007番地
・創業	1933年11月10日
・設立	1935年1月11日
・資本金	201億8,268万円
・従業員数	連結3,768名、単体1,348名
・事業所	東京支社、大阪支店、名古屋支店、広島支店、九州営業所
・設備能力	棒鋼　87,000t/月
	継目無鋼管　14,000t/月
	素形材　6,200t/月
・ＵＲＬ	http://www.sanyo-steel.co.jp



山陽特殊製鋼 キャラクター
「さんとくん」

1-2 営業品目

特殊鋼鋼材

※：開発鋼

分類	主要鋼種
軸受用鋼	高炭素クロム軸受鋼、肌焼軸受用鋼、高周波焼入軸受用鋼、ステンレス軸受用鋼、高温用軸受用鋼、超高清浄度鋼(SNRP鋼)※、高信頼性長寿命軸受鋼(PremiumJ2)※
機械構造用鋼	炭素鋼、合金鋼(SMn、SMnC、SCr、SCM、SNC、SNCM)、窒化鋼、ボロン鋼、ニオブ鋼、非調質鋼、鉛快削鋼、複合快削鋼、省合金型高強度肌焼鋼(ECOMAXシリーズ)※、高冷鍛高強度肌焼鋼(TMAX)※
ステンレス・耐熱鋼	オーステナイト系、フェライト系、マルテンサイト系、二相系、析出硬化系、快削ステンレス鋼、耐熱鋼(SUH、SICシリーズ※)、ごみ焼却発電ボイラ用鋼(QSX5)※、超々臨界圧石炭火力発電ボイラ用鋼(ASME C.C.2512)
工具鋼	合金工具鋼、炭素工具鋼、高機能工具鋼(HARMOTEXシリーズ)※、高靭性冷間工具鋼(QCM8)※、高強度熱間工具鋼(QDH)※、マトリックスハイス(QHZ)※、高性能ダイカスト金型用鋼(QDN、QDX-HARMOTEX)※
電磁鋼	軟質磁性材料(電磁軟鉄、3%けい素鋼、電磁ステンレス鋼)
インバー合金	高強度インバー合金※
耐熱･耐食合金	NFC(Ni-Cr合金、Ni-Cr-Fe合金、Ni-Cr-Mo-Fe合金など）、Ni-Cu合金
特殊溶解材	高機能軸受鋼･構造用鋼･工具鋼、クリーンチューブなど

SNRP、ECOMAX、TMAX、HARMOTEX、QCM、QDH、QHZ は登録商標です。

素形材

分類	主要品目
鍛造品	鍛造リング、型鍛造品、冷間転造リング 熱間転造リング、旋削リング
鋼管切断品	切断リング、冷間転造リング 旋削リング

金属粉末･粉末成形品

分類	主要品目
金属粉末	ステンレス、耐熱・耐食合金 電子部品用材料、３Ｄプリンター用合金
粉末成形品	粉末ハイス、電子部品用材料、粉末クラッド材(管・棒)、スパッタリングターゲット材

1-3 品質保証認証登録

ＪＩＳ規格(日本工業規格)

G4051　機械構造用炭素鋼鋼材
G4052　焼入性を保証した構造用鋼鋼材(H鋼)
G4053　機械構造用合金鋼鋼材
G4303　ステンレス鋼棒
G3441　機械構造用合金鋼鋼管
G3445　機械構造用炭素鋼鋼管
G3446　機構構造用ステンレス鋼鋼管
G3459　配管用ステンレス鋼鋼管
G3463　ボイラ・熱交換器用ステンレス鋼鋼管
G3467　加熱炉用鋼管
G3478　一般機械構造用炭素鋼鋼管
G4903　配管用継目無ニッケルクロム鉄合金管

認証製品

アメリカ船級協会(ABS)
ロイド船級協会(LR)
日本海事協会(NK)
ＤＮＶ　ＧＬ船級協会(DNV GL)
中国験船中心(CR)
韓国船級協会(KR)
ビューロー・ベリタス(BV)
ドイツ技術検査協会(TÜV)

1-4 主要製造設備

部門	設備名	形式
製鋼	150トン電気炉	FA-700-RF、取鍋精錬設備、RH真空脱ガス設備
	60トン電気炉	FA-580-LF、取鍋精錬設備、RH真空脱ガス設備
	150トン連続鋳造設備	３ストランド完全垂直型
	60トン連続鋳造設備	２ストランド完全垂直型
鍛造	5,000トンプレス	油圧直動２柱式プッシュダウン型、油圧軌条式マニプレーター
	3,000トンプレス	油圧２柱式プルダウン型、油圧軌条式マニプレーター
	1,500トンプレス	油圧２柱式シリンダー移動型、油圧軌条式マニプレーター
圧延	分塊圧延機(大形)	二重可逆式、ホットスカーファー
	分塊圧延機(鋼片)	二重可逆式
	鋼片圧延機(PSW)	３ロール・プラネタリーミル
	鋼片加熱炉	ウォーキングビーム式連続炉
	大形圧延機	粗三重式、２Hiシフティングリバースミル
	第２棒線圧延機	H-V連続二重式、４ロール圧延機、３ロール圧延機

（つづき）

部門	設備名	形式
製管	熱間押出プレス(2,000トン)	横型水圧式
	アッセルミル	油圧駆動式
	コールドピルガーミル	1½、2½、50L、75L、100L、125L
熱処理	連続焼準炉	直火式ウォーキングビーム型
	連続焼鈍炉	直火式ローラーハース型
	無酸化焼鈍炉	ローラーハース型
	焼鈍炉	バッチ型
	溶体化炉	バレル型、バッチ２室型直火式
粉末	真空溶解炉 ガスアトマイザー	2t、300kg、200kg、50kg、30kg、2kg

2 製造範囲と寸法許容差

2-1 棒鋼

熱間仕上棒鋼の製造範囲

圧延棒鋼(丸鋼)

単位(mm)

直径	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
260	(○)									
250	(○)									
240	(○)									
230	(○)									
220	(○)									
210	○									
200	○									
190	○									
180	○									
170	○		○							
160	○			○				○		
150	○			○						
140	○					○				
130	○					○				
120	○					○				
110	○					○				
100	○			○		○				
90	○			○		○				
80	○		○	○		○		○		
70	○		○	○	○	○			○	○
60	○		○	○		○	○	○	○	
50	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
40	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
30	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
20	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
10							○	○	○	○

(○)適用鋼種の制限有り

鍛造棒鋼

直径(㎜)	長さ(m)
160 ～ 880	2 ～ 9

冷間仕上棒鋼の製造範囲

区分	仕上直径(㎜)	長さ(m)	備考
ターニング品	150 ～ 850	1.0 ～ 9.0	単重　13,000kg以下
ピーリング品	10 ～ 220	3.0 ～ 7.0	
引　抜　品	6 ～ 65	3.0 ～ 6.0	
センタレス研磨品	4 ～ 75	2.0 ～ 6.0	

熱間仕上棒鋼の寸法許容差

機械構造用炭素鋼 JIS G 4051 (2009)／機械構造用合金鋼 JIS G 4053 (2008)

項目	形状・寸法の許容差	
径又は対辺距離の許容差	±1.5%。　ただし、許容差の最小値は、±0.4㎜とする。	
偏径差又は偏差	径又は対辺距離の許容差の範囲の70%以下とする。	
長さの許容差	長さ　7ｍ以下	＋40㎜、　－　0㎜
	長さ　7ｍを超えるもの	長さ１ｍ又はその端数を増すごとに上記のプラス側許容差に5㎜を加える。マイナス側許容差は、0㎜とする。
角の丸み(R)	一般に対辺距離の10～20%とする。	
ねじれ	実用の範囲内とする。	
曲がり	１ｍにつき3㎜以下とし、全長に対しては3㎜× $\frac{\text{長さ(m)}}{1\text{m}}$ 以下とする。	

炭素鋼鍛鋼品用鋼片 JIS G 3251 (1988)

項目	形状・寸法の許容差	
径又は対辺距離	呼称寸法の＋3.5%、ただし、最大値35mm －1.5%、ただし、最大値10mm	
長さ	＋60mm 0mm	
曲がり	長さ	曲がり
	2.5m以下 2.5mを超え　7.5m未満 7.5m以上	10mm 長さの0.4% 30mm
たおれ	角鋼の対辺の呼称寸法の3.0%、ただし、最大値20mm	
ねじれ	実用的にまっすぐであること。	

軸受鋼 JIS G 4805 (2008)

単位(mm)

径	許容差	偏径差
15以下	±0.20	0.30以下
15を超え　25以下	±0.25	0.35以下
25を超え　35以下	±0.30	0.45以下
35を超え　50以下	±0.35	0.50以下
50を超え　80以下	±0.50	0.70以下
80を超え 100以下	±0.75	1.00以下
100を超え 125以下	±1.00	1.50以下
125を超え 160以下	±1.50	2.00以下

超精圧材

径(mm)	®材	熱処理材
14以上 60以下	±0.1mm	±0.15mm
60を超え 85以下	±0.17%	±(0.17%＋0.05mm)

冷間仕上棒鋼の寸法許容差

みがき棒鋼 JIS G 3123 (2004)

単位(mm)

径・対辺距離・厚さ及び幅 ＼ 軸hに対する公差等級	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13
3以下	0 −0.006	0 −0.010	0 −0.014	0 −0.025	0 −0.040	0 −0.060	0 −0.10	0 −0.14
3を超え 6以下	0 −0.008	0 −0.012	0 −0.018	0 −0.030	0 −0.048	0 −0.075	0 −0.12	0 −0.18
6を超え 10以下	−	0 −0.015	0 −0.022	0 −0.036	0 −0.058	0 −0.090	0 −0.15	0 −0.22
10を超え 18以下	−	0 −0.018	0 −0.027	0 −0.043	0 −0.070	0 −0.11	0 −0.18	0 −0.27
18を超え 30以下	−	0 −0.021	0 −0.033	0 −0.052	0 −0.084	0 −0.13	0 −0.21	0 −0.33
30を超え 50以下	−	0 −0.025	0 −0.039	0 −0.062	0 −0.100	0 −0.16	0 −0.25	0 −0.39
50を超え 80以下	−	0 −0.030	0 −0.046	0 −0.074	0 −0.12	0 −0.19	0 −0.30	0 −0.46
80を超え 120以下	−	0 −0.035	0 −0.054	0 −0.087	0 −0.14	0 −0.22	0 −0.35	0 −0.54
120を超え 180以下	−	−	−	−	−	−	0 −0.40	0 −0.63

備考 1. 偏径差又は偏差は、許容差の30%以下とする。

軸受鋼 JIS G 4805 (2008)

単位(mm)

径	許容差	偏径差
15以下	±0.05	0.05以下
15を超え 25以下	±0.10	0.10以下
25を超え 35以下	±0.15	0.15以下

ターニング

径	径の許容差(mm)	長さ(m)	単重(t)
150以上 600以下	±1.0	1.0 ～ 9.0	13以下
600を超え 850以下	±1.5	1.0 ～ 6.0	13以下

備考 径の許容差は、ターニング指定の場合を示す。指定のない場合は、±1.5mmとする。

ピーリング・引抜き・センタレス

単位(mm)

加工区分	径	寸法許容差(最小値)
ピーリング	10以上 15以下	幅 0.06
	15を超え 30以下	幅 0.08
	30を超え 50以下	幅 0.10
	50を超え 80以下	幅 0.12
	80を超え 100以下	幅 0.15
	100を超え 140以下	幅 0.18
	140を超え 205以下	幅 0.50
	205を超え 220以下	幅 1.00

加工区分	径	寸法許容差(最小値)
引抜き	6以上 10以下	幅 0.058
	10を超え 18以下	幅 0.070
	18を超え 30以下	幅 0.084
	30を超え 50以下	幅 0.100
	50を超え 75以下	幅 0.120
センタレス	4以上 6以下	幅 0.012
	6を超え 10以下	幅 0.015
	10を超え 18以下	幅 0.018
	18を超え 30以下	幅 0.021
	30を超え 80以下	幅 0.025

きず取り基準及びきずの深さの許容限度　JIS G 4051 (2009)

一般鍛造用棒鋼

きず取りは滑らかに行い、呼称寸法からのきず取り深さの許容限度は、呼称寸法の4%以下(ただし、最大値5㎜)とする。
また、きず取り跡の幅の合計は、同一断面において周の1/4以下とする。
ただし、寸法許容差内にあるきず取り部分は、きず取り跡とはみなさない。
残存きずの深さの許容限度は、受渡当事者間の協定による。

直接切削用丸鋼

呼称寸法からのきずの深さの許容限度は、下表による。

径(㎜)	呼称寸法からのきずの深さの許容限度
16未満	呼称寸法の　4%以下。ただし、最大値0.5㎜
16以上　50未満	呼称寸法の　3%以下。ただし、最大値1.0㎜
50以上 100未満	呼称寸法の　2%以下。ただし、最大値1.5㎜
100以上	呼称寸法の1.5%以下。ただし、最大値3.0㎜

冷間引抜用棒鋼

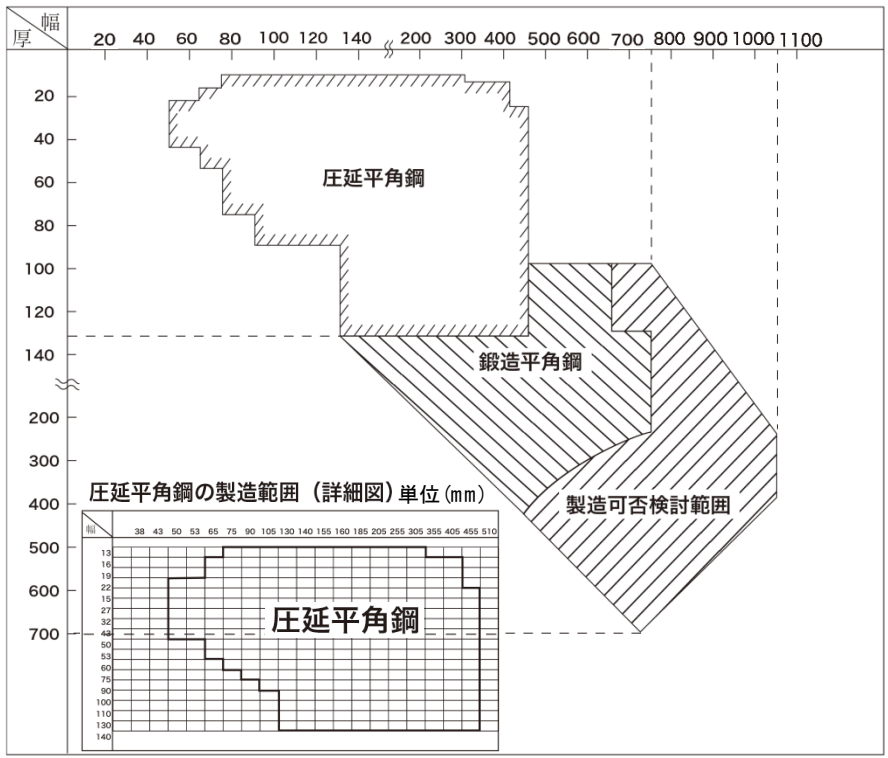
きず取りは滑らかに行い、寸法許容差の下限からのきず取り深さの限度は、下表による。
残存きずの許容限度は、受渡当事者間の協定による。

径又は対辺距離(㎜)	寸法許容差の下限からのきず取り深さの限度
16未満	0.15㎜
16以上　50未満	呼称寸法の　1%以下。ただし、最大値0.35㎜
50以上 100未満	呼称寸法の0.7%以下。ただし、最大値0.50㎜
100以上 130以下	呼称寸法の0.5%以下。

2-2 平角鋼

平角鋼(工具鋼)の製造範囲

単位(mm)



備考 上記範囲以外の寸法については、別途お問い合わせください。

平角鋼の寸法許容差

圧延平角鋼(厚さ90㎜以下)

単位(㎜)

幅 / 許容差 / 厚さ	50以上 70未満		70以上 100未満		100以上 130未満		130以上 155以下		155超え 455以下	
	厚さ	幅	厚さ	幅	厚さ	幅	厚さ	幅	厚さ	幅
13以上 20未満	＋0.5 −0	＋1.5 −0	＋0.5 −0	＋1.5 −0	＋0.8 −0	＋2.0 −0	＋0.8 −0	＋2.0 −0	＋2.0 −0	＋5.0 −0
20以上 25未満	＋0.8 −0	＋1.5 −0	＋1.5 −0	＋2.5 −0	＋1.5 −0	＋2.5 −0	＋1.5 −0	＋2.5 −0	＋2.0 −0	＋5.0 −0
25以上 30未満	＋0.8 −0	＋1.5 −0	＋1.5 −0	＋2.5 −0	＋1.5 −0	＋2.5 −0	＋1.8 −0	＋2.5 −0	＋2.0 −0	＋5.0 −0
30以上 50未満	＋1.0 −0	＋1.5 −0	＋1.5 −0	＋2.5 −0	＋1.5 −0	＋2.5 −0	＋1.8 −0	＋2.5 −0	＋2.0 −0	＋5.0 −0
50以上 75未満	＋1.5 −0	＋2.5 −0	＋1.5 −0	＋2.5 −0	＋1.5 −0	＋2.5 −0	＋2.4 −0	＋2.5 −0	＋2.4 −0	＋5.0 −0
75以上 90以下	— —	— —	＋1.5 −0	＋2.5 −0	＋1.5 −0	＋2.5 −0	＋2.4 −0	＋3.4 −0	＋2.4 −0	＋5.0 −0

圧延平角鋼(厚さ90㎜超え)と鍛造平角鋼

単位(㎜)

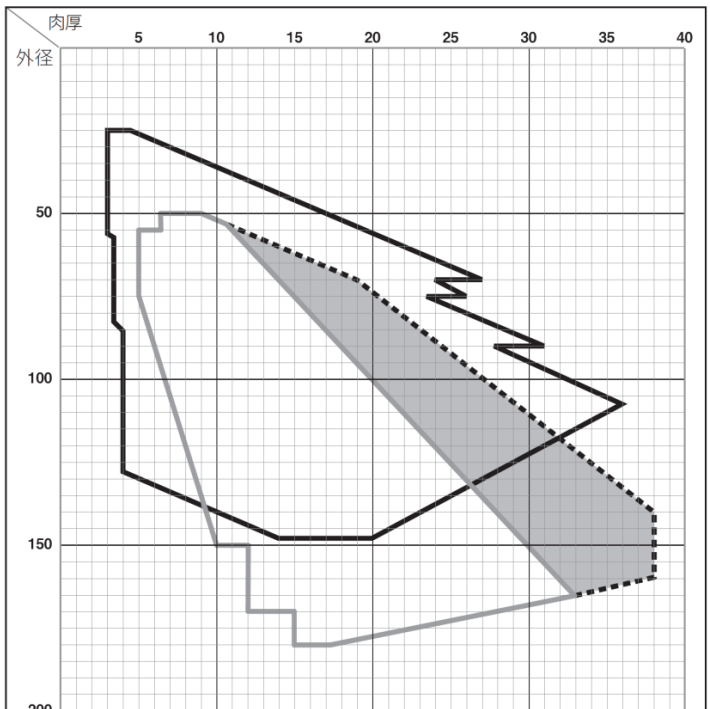
厚さ・幅区分	厚さ	幅
全	＋2.0 −0	＋2.0 −0

備考 プラノミラー仕上げによる。

2-3 鋼管

熱間仕上鋼管の製造範囲

軸受鋼、合金鋼、炭素鋼　　単位(mm)



長さ：3 ～ 6m
(ユージン押出の外径100mm以上、
肉厚20mm以上は2.5～5m)

ユージン押出可能寸法範囲
(軸受鋼、合金鋼、炭素鋼)

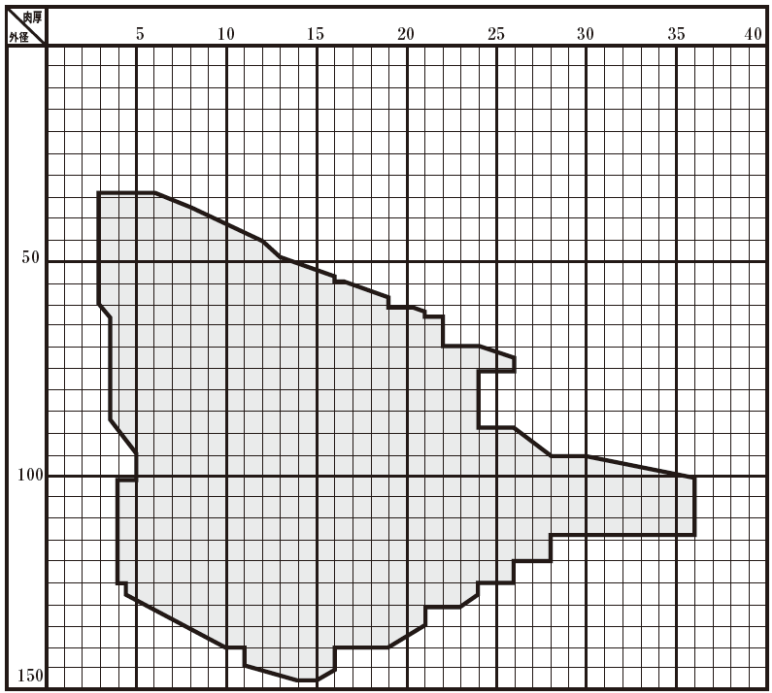
アッセル圧延可能寸法範囲
(軸受鋼)

アッセル圧延可能寸法範囲
(合金鋼、炭素鋼)

備考 上記範囲以外の寸法については、別途お問い合わせください。

ステンレス鋼・耐熱鋼・工具鋼・耐食耐熱合金

単位(mm)



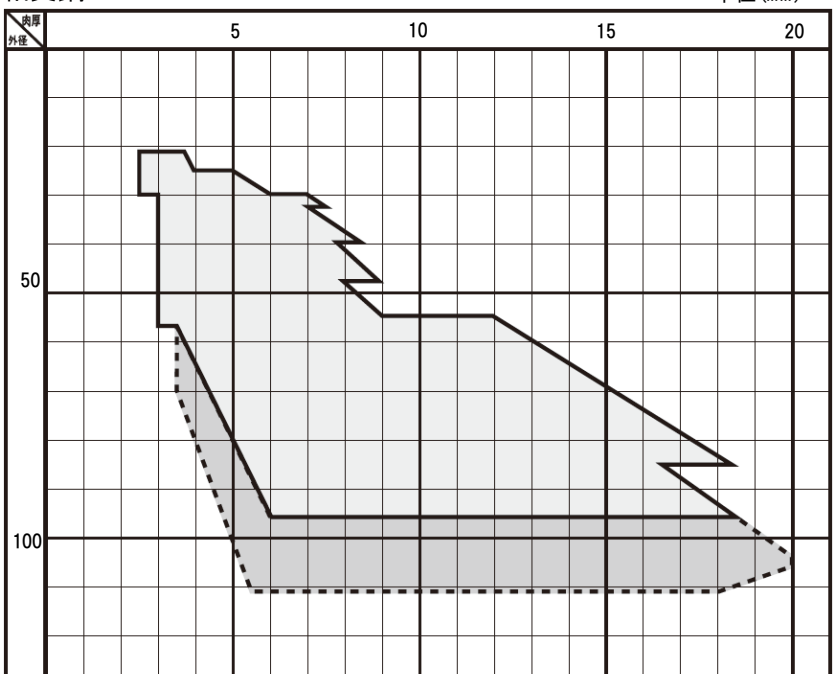
長さ：2 ～ 9.5m

備考 SUS304の製造範囲を示しております。鋼種及び寸法により製造範囲が異なる場合があります。
他の鋼種や上記範囲以外の寸法については、別途お問い合わせください。

冷間仕上鋼管の製造範囲

軸受鋼

単位(mm)

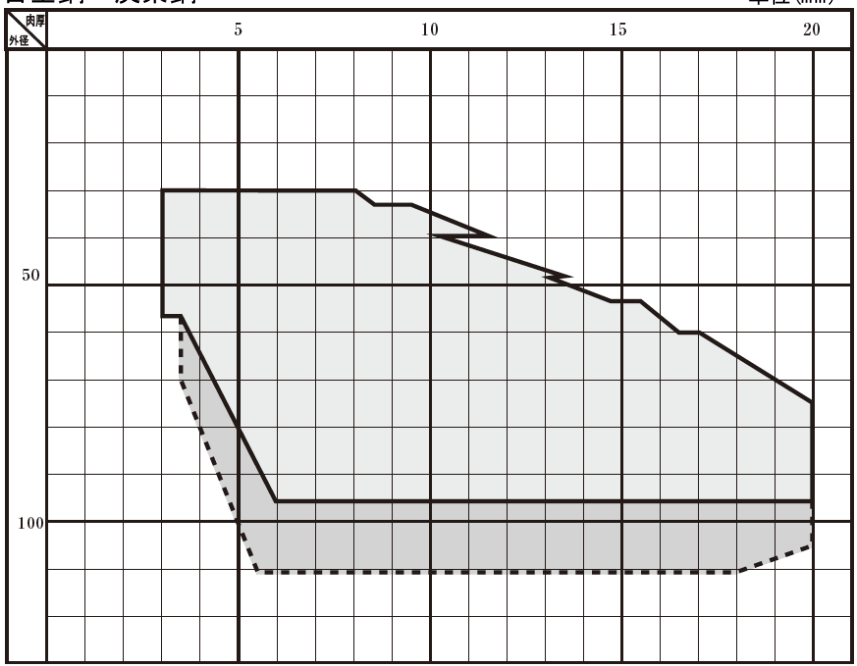


長さ：3 ～ 6m

備考 ▭ の寸法仕様については、別途お問い合わせください。

合金鋼・炭素鋼

単位(mm)

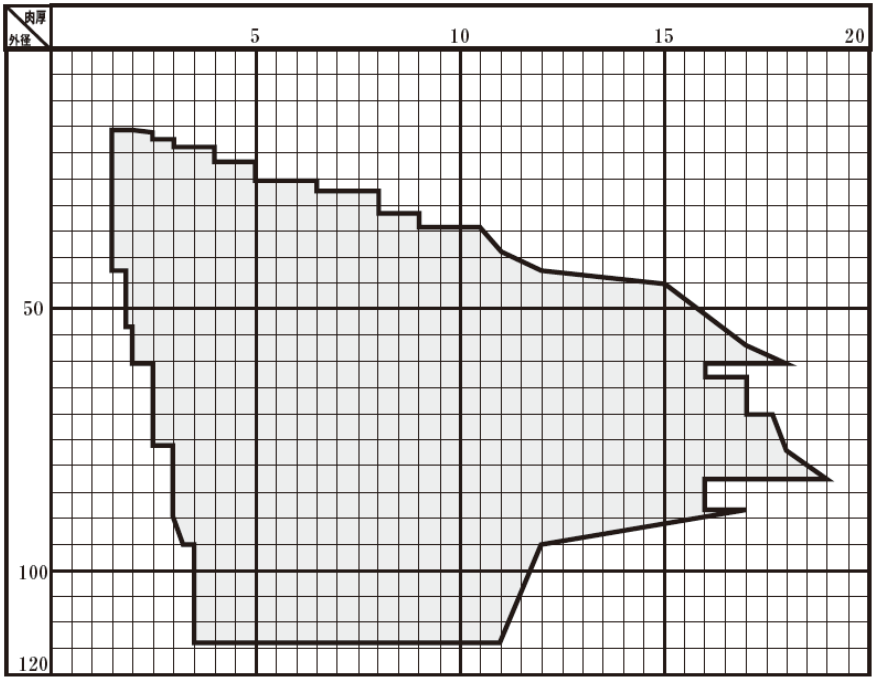


長さ：3 ～ 6m

備考  の寸法仕様については、別途お問い合わせください。

ステンレス鋼

単位(mm)



長さ：2 ～ 15m(外径≦35mm)
2 ～ 13m(外径≦70mm)
2 ～11.5m(外径＞70mm)

備考 SUS304の製造範囲を示しております。鋼種及び寸法により製造範囲が異なる場合があります。
他の鋼種や上記範囲以外の寸法については、別途お問い合わせください。

熱間仕上鋼管の寸法許容差

機械構造用合金鋼鋼管 JIS G 3441 (2015)／一般機械構造用炭素鋼鋼管 JIS G 3478 (2015)
焼入性を保証した機械構造用鋼管 JIS G 3479 (2015)

区分	外径 mm	外径の許容差
1号	50 以上	±1%

区分	厚さ mm	厚さの許容差
1号	4 以上	＋ 15%
		-12.5%

冷間仕上鋼管の寸法許容差

機械構造用合金鋼鋼管 JIS G 3441 (2015)／一般機械構造用炭素鋼鋼管 JIS G 3478 (2015)
焼入性を保証した機械構造用鋼管 JIS G 3479 (2015)

区分	外径 mm	外径の許容差
2号	50 未満	±0.25mm
	50 以上	± 0.5%

区分	厚さ mm	厚さの許容差
2号	3 未満	±0.3mm
	3 以上	±10%

ステンレス鋼鋼管の寸法許容差

配管用ステンレス鋼鋼管 JIS G 3459 (2012)

区分	外径の許容差	厚さの許容差	偏肉の許容差
熱間仕上継目無鋼管	50mm 未満　±0.5mm 50mm 以上　　±1%	4mm 未満　±0.5mm 4mm 以上　±12.5%	20%以下
冷間仕上継目無鋼管	30mm 未満　±0.3mm 30mm 以上　　±1%	2mm 未満　±0.2mm 2mm 以上　　±10%	－

備考　１．手入れ部などの局所的な部分について、厚さがこの表の許容差内であることが確認できる場合には、この表の外径の許容差を適用しない。

２．偏肉は、同一断面における測定厚さの最大と最小との差の注文厚さに対する比率を百分率で表す。ただし、厚さ5.6mm未満の管には適用しない。

(付表)配管用ステンレス鋼鋼管寸法　JIS G 3459 (2012)

呼び径		外径 (mm)	呼び厚さ						
A	B		Sch5S	Sch10S	Sch20S	Sch40	Sch80	Sch120	Sch160
			厚さ(mm)						
6	1/8	10.5	1.0	1.2	1.5	1.7	2.4	—	—
8	1/4	13.8	1.2	1.65	2.0	2.2	3.0	—	—
10	3/8	17.3	1.2	1.65	2.0	2.3	3.2	—	—
15	1/2	21.7	1.65	2.1	2.5	2.8	3.7	—	4.7
20	3/4	27.2	1.65	2.1	2.5	2.9	3.9	—	5.5
25	1	34.0	1.65	2.8	3.0	3.4	4.5	—	6.4
32	1 1/4	42.7	1.65	2.8	3.0	3.6	4.9	—	6.4
40	1 1/2	48.6	1.65	2.8	3.0	3.7	5.1	—	7.1
50	2	60.5	1.65	2.8	3.5	3.9	5.5	—	8.7
65	2 1/2	76.3	2.1	3.0	3.5	5.2	7.0	—	9.5
80	3	89.1	2.1	3.0	4.0	5.5	7.6	—	11.1
90	3 1/2	101.6	2.1	3.0	4.0	5.7	8.1	—	12.7
100	4	114.3	2.1	3.0	4.0	6.0	8.6	11.1	13.5
125	5	139.8	2.8	3.4	5.0	6.6	9.5	12.7	15.9
150	6	165.2	2.8	3.4	5.0	7.1	11.0	14.3	18.2
以　下　省　略									

備考　熱間仕上鋼管の製造可能範囲(SUS304)

冷間仕上鋼管の製造可能範囲(SUS304)

ボイラ・熱交換器用ステンレス鋼鋼管　JIS G 3463 (2012)

単位(mm)

外径	外径の許容差	
	熱間仕上 継目無鋼管	冷間仕上 継目無鋼管
40未満	＋0.4 －0.8	±0.25
40以上　50未満		
50以上　60未満		
60以上　80未満		±0.30
80以上 100未満		±0.40
100以上 120未満	＋0.4 －1.2	＋0.40 －0.60
120以上 160未満		＋0.40 －0.80
160以上 200未満	＋0.4 －1.8	＋0.40 －1.20
200以上	＋0.4 －2.4	＋0.40 －1.60

備考　1．フェライト系の冷間仕上継目無鋼管の外径の許容差は、外径25mm未満のものは±0.10mm、外径25mm以上40mm未満のものは±0.15mm、外径40mm以上50mm未満のものは±0.20mmとする。
　　2．注文者は、外径40mm未満の冷間仕上継目無鋼管の外径の許容差を±0.20mmと指定してもよい。

単位(mm)

許容差 ＼ 製造方法 ＼ 外径(mm) ＼ 厚さ(mm)		熱間仕上継目無鋼管		冷間仕上継目無鋼管	
		100未満	100以上	40未満	40以上
厚さの許容差(%)	2　未満	－	－	＋0.4mm 0	＋22 0
	2　以上 2.4未満	＋40 0	－	＋20 0	
	2.4以上 3.8未満	＋35 0	＋35 0		
	3.8以上 4.6未満	＋33 0	＋33 0		
	4.6以上	＋28 0	＋28 0		
偏肉の許容差(%)	－	厚さの22.8以下		－	

備考　偏肉とは、同一断面における測定厚さの最大値と最小値との差の注文厚さに対する比率を百分率で表し、厚さ5.6mm未満の管には適用しない。

機械構造用ステンレス鋼鋼管　JIS G 3446 (2012)

区分	外径(mm)	外径の許容差
1号	50未満	± 0.5mm
	50以上	± 1 %
2号	50未満	±0.25mm
	50以上	±0.50%
3号	25未満	±0.12mm
	25以上 40未満	±0.15mm
	40以上 50未満	±0.18mm
	50以上 60未満	±0.20mm
	60以上 70未満	±0.23mm
	70以上 80未満	±0.25mm
	80以上 90未満	±0.30mm
	90以上 100未満	±0.40mm
	100以上	±0.50%
4号	13未満	±0.25mm
	13以上 25未満	±0.40mm
	25以上 40未満	±0.60mm
	40以上 65未満	±0.80mm
	65以上 90未満	±1.00mm
	90以上 140未満	±1.20mm
	140以上	受渡当事者間の協定による

区分	厚さ(mm)	厚さの許容差
1号	4 未満	＋ 0.6mm － 0.5mm
	4 以上	＋ 15% －12.5%
2号	3 未満	± 0.3mm
	3 以上	± 10%
3号	2 未満	±0.15mm
	2 以上	± 8%

備考　熱間仕上継目無鋼管の厚さの許容差は、区分の1号を適用する。

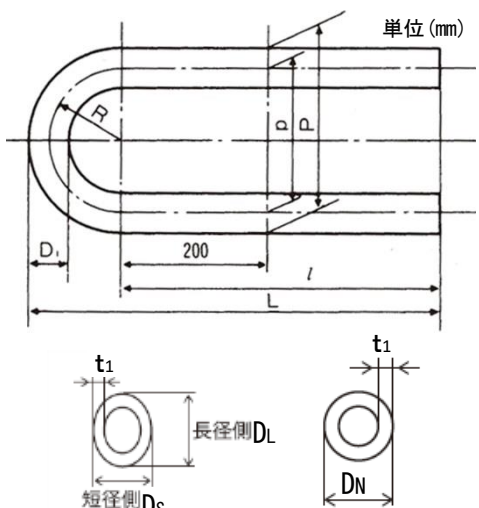
備考　1．手入部などの局部的な部分については、厚さが右上表の許容差内であることが確認できる場合には、この表の外径の許容差を適用しない。
2．熱間仕上継目無鋼管の外径の許容差は、区分の１号を適用する。
3．固溶化熱処理を行った管の外径の許容差は、通常、4号を適用する。

U字曲げ加工管 JIS G 3463 (2012)

U字曲げ加工管は、本体に規定する項目に加えて注文者の指定がある場合に適用し、製造業者が実施する。

製造方法

・U字曲げ加工管は、冷間曲げ加工によって製造し、その曲げ半径は、管の外径の1.5 倍以上とする。
・曲げ部の熱処理は、通常、行わない。ただし、注文者からの要求がある場合は、熱処理について協定してもよい。
・曲げ部には、使用上有害な欠点があってはならない。
・曲げ部の外径変化量、厚さ減少率、及びピッチ（p）又はP（p ＋ Dn）の許容差は表１による。
・曲げ後の長さの許容差は、表２による。



R　：曲げ半径　　L　：l ＋ R ＋ $\frac{Dn}{2}$

D_S　：曲げ部の短径側外径　　D_n　：呼び外径

D_L　：曲げ部の長径側外径　　t_n　：呼び厚さ

t_1　：曲げ部の最小厚さ　　p　：ピッチ

P　：p＋Dn　　l　：直管部の長さ

表１．曲げ加工管の寸法許容差

曲げ部の外径変化量 (mm)		曲げ部の厚さ減少率 $\frac{t_n - t_1}{t_n} \times 100(\%)$	ピッチ（p）又は P の許容差 (mm)
短径側 $D_n - D_s$	長径側 $D_L - D_n$		
$(D_n/4R) \times D_n$ 以下	$(D_n/8R) \times D_n$ 以下	$\frac{D_n}{2.5R} \times 100$ 以下	± 1.5
ただし、外径変化量の計算値による規定値が 0.5mm 未満となった場合は、この規定値は0.5mm 以下とする。			

表２．曲げ加工管の長さの許容差

曲げ後の直管部長さ	長さ（l 又はL）の許容差 (mm)
7ｍ 以下	＋ 7 0
7ｍ 超え	＋ 10 0

曲げ部の寸法測定は、同一時期に曲げ加工を行った同一寸法の管のうち、最小曲げ半径のものから供試製品を１本採取し、曲げ部の90° 位置(Ds寸法部)における円周２方向(短径側及び長径側)の外径を測定し外径変化量を求める。
また、その位置における円周４点の厚さを測定し、その最小値から厚さ減少率を求める。

製造範囲

単位(mm)

外径	肉厚	長さ
15.9 ～ 38.1	1.6 ～ 3.5	直管部7,000以下 R =（外径 × 1.5） ～ 550

備考　鋼種により製造範囲が異なる場合がありますので、別途お問合わせ下さい。

2-5 素形材

当社は、CAE解析技術を金型や工程の設計に反映させ、素材特性を踏まえた加工技術の開発体制を確立し、高清浄度鋼製造技術を駆使して造りあげた高清浄度鋼から、高品質の素形材製品を一貫した工程で製造しています。

お客様での在庫圧縮、デリバリー管理コスト削減を当初の目的として1987年に軸受鋼継目無鋼管の切断事業に進出し、その後、高速熱間鍛造と冷間転造工程でのリング製造技術の確立、加えて精密型鍛造技術による複雑形状のリング素形材の製造や、縦型ローリングによる高歩留りのプロファイル成型品の製造技術も確立し、使用量、製品サイズ、お客様での加工工程などに応じて、最適のリング製造方法を選べる生産体制を確立しました。更に、冷間転造（CRF）による大径薄肉リングの寸法精度向上や、縦型ローリングによりニアネットシェイプ化した素形材を生産し、主に軸受や自動車部品に用いられています。



切断リングと冷間転造リング



鍛造リングと冷間転造リング



ローリング品



型鍛造品

当社の素形材の特長とその製造範囲

継目無鋼管からのリング素形材

継目無鋼管
- 切断リング
- 切断－外径サイジングリング
- 切断－CRFリング
- 切断－(CRF)－旋削リング

種類

切断リング
切断－外径サイジングリング
切断－冷間転造リング

特長

- 山陽特殊製鋼の清浄度が高い鋼管を使用した信頼性の高い素形材を提供
- ステンレス鋼、耐熱鋼、工具鋼など多様な鋼種の製造可能
- 冷間圧延鋼管の使用により0.1mm単位の寸法設定が可能
- サイジング実施により、外径真円度向上
- 鍛造でできない薄肉リング、幅高リングも製造可能

【製造範囲】

■アッセル圧延鋼管からの素形材

製造可能範囲(mm)			寸法精度			
外径	肉厚	リング幅	外径	肉厚	内径	幅
Φ50～180	5～38	5以上	±0.5%以下	±5～±12.5%	※	±0.2～±0.5mm
Φ60～140	5～40	8～50	±0.2mm	±5～±12.5%	※	±0.2～±0.5mm
Φ50～250	5～19	10～80	±0.2mm～0.35mm	※	±1.0mm以下max	±0.2～±0.5mm
Φ50～185	5～38	80以下 max	※	※	※	※

※：別途お問い合わせください

■コールドピルガー鋼管からの素形材

製造可能範囲(mm)			寸法精度		
外径	肉厚	リング幅	外径	内径	幅
Φ25～111	2.5～20	5以上	±0.25mm以下	±5%	±0.15～±0.5mm
Φ60～111	2.5～20	8～40	±0.15mm	±5%	±0.15～±0.5mm
※	※	※	※	※	※
Φ25～111	※	※	※	※	※

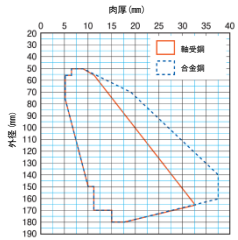
※：別途お問い合わせください

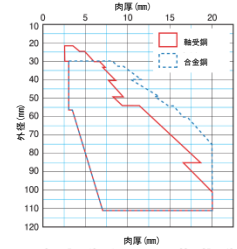
■熱間押出鋼管からの素形材

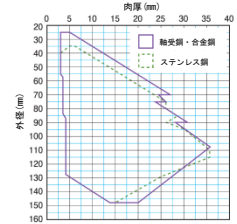
製造可能範囲(mm)			寸法精度		
外径	肉厚	リング幅	外径	内径	幅
Φ25～148	5～36	5以上	±0.9mm以下	±0.9mm以下	±0.2～±0.5mm
Φ60～138	5～36	8～40	±0.2mm	±0.9mm以下	±0.2～±0.5mm
Φ50～200	5～19	10～80	±0.2mm	±0.5mm以下	±0.2～±0.5mm
Φ50～185	5～36	80以下	※	※	※

※：別途お問い合わせください

（素管製造範囲）







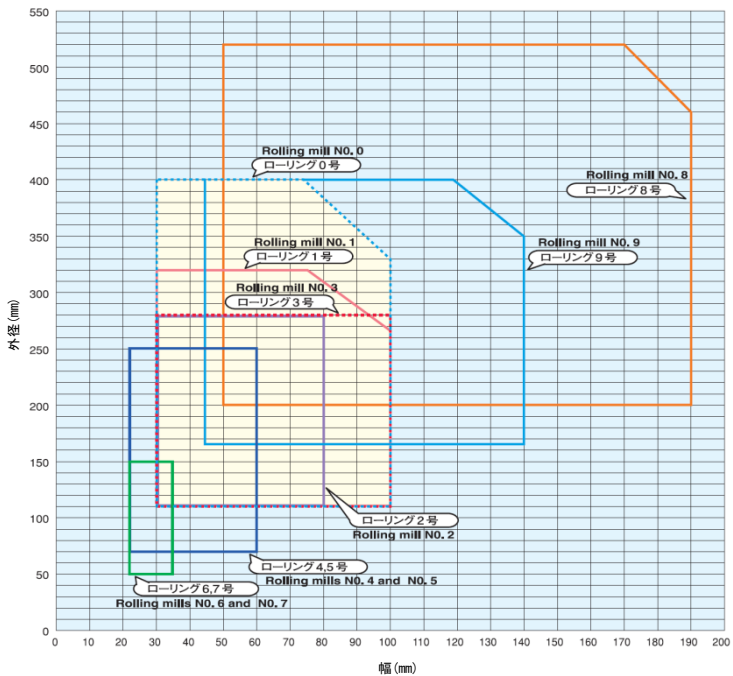
型鍛造品・ローリング素形材

種類
型鍛造品 熱間鍛造ー熱間ローリング品

特長
・自動車・航空機・新幹線などに用いられる高性能ベアリング用素形材の製造を可能とした鍛造技術 ・縦型ローリングによる、歩留りの高いプロファイル成型製品 ・CAE解析による高度な金型設計能力 ・高清浄度の山陽特殊製鋼材使による高信頼性の素形材提供

【製造範囲】

■ローリング品



鍛造リング素形材

種類
横型鍛造品 鍛造－冷間転造リング

特長
・密閉鍛造技術による複雑形状素形材の製造を可能とした鍛造 ・高速鍛造による自動車用途を主体とした高性能ベアリング用素形材の製造 ・冷間ローリングによる、高歩留なプロファイル成形製品 ・無酸化連続焼鈍炉使用による切削性良好な素形材の提供 ・高清浄度の山陽特殊製鋼鋼材使用による高信頼性の素形材提供

【製造範囲】

■鍛造リング

	製造範囲(mm)	
	熱間鍛造	冷間鍛造
外径(mm)	23 ～ 130	55 ～ 105
内径(mm)	7 ～ 95	25 ～ 65
幅 (mm)	7 ～ 70	7 ～ 50
製品単重(kg)	0.03 ～ 2.50	0.14 ～ 0.76

■ＣＲＦリング

	製造範囲(mm)	寸法精度(mm)
外径(mm)	30 ～ 200	±0.15～0.20
内径(mm)	Min. 15	±0.30
幅 (mm)	9 ～ 60	±0.30

3 鋼種の解説

3-1 軸受鋼

当社の軸受鋼の特長

軸受用鋼には、最も一般的な高炭素クロム軸受鋼の他に肌焼軸受鋼や、表面焼入軸受鋼、耐食・耐熱軸受鋼がありますが、単に軸受鋼と言えば通常、高炭素クロム軸受鋼を意味します。

軸受鋼は、その用途からみて、過酷な圧縮荷重が長時間繰り返して作用するため、これに耐えて長時間の転動寿命をもつことが不可欠の要素です。このため当社では、日本の軸受鋼のトップメーカーとして、長年の経験と研究とにより、軸受あるいは各種部品の寿命が最も長くなるような製造工程によって軸受鋼を生産しています。精錬・脱ガス・鋳造・鍛造・圧延・球状化焼なましなど各工程に詳細な吟味を加え、特に製鋼と球状化焼なましに対しては、軸受鋼の材質を決定する工程であるため厳密な管理を行っております。

製品は、“山陽の軸受鋼”として圧鍛棒鋼をはじめとし、鋼管・線材に至るまで一貫して生産しており、新幹線の車軸用をはじめ、国内はもちろん、世界各国で使用され好評を得ております。

その特長は、

- 優れた製鋼・脱ガス技術により、低酸素で地きず、介在物が少ない高清浄度鋼です。
- 連続焼鈍炉で、理想的な安定した球状化熱処理工程で焼なましを行っているため、均一で微細な球状化炭化物組織となっています。
- 当社独特の軸受鋼鋼管は、ベアリング製造において工数が少なく歩留りも良好です。特にコールドピルガー鋼管は冷間加工によりさらに長寿命となり、又、厳しい寸法許容差により、取り代を極力少なくすることができます。
- 航空機用など、厳しい用途のベアリング用材としては、真空再溶解炉やＥＳＲ炉で溶製した介在物、不純物の特に少ない材料を供給します。

軸受鋼の規格 JIS G 4805 (2008)

軸受鋼は、用途が限定され、品質要求も厳しいので、他の鋼種と異なる寸法許容差、地きず、介在物、脱炭などの規格が規定されています。

種類記号	化学成分(%)						
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
SUJ2	0.95～1.10	0.15～0.35	0.50以下	0.025以下	0.025以下	1.30～1.60	－
SUJ3	0.95～1.10	0.40～0.70	0.90～1.15	0.025以下	0.025以下	0.90～1.20	－
SUJ4	0.95～1.10	0.15～0.35	0.50以下	0.025以下	0.025以下	1.30～1.60	0.10～0.25
SUJ5	0.95～1.10	0.40～0.70	0.90～1.15	0.025以下	0.025以下	0.90～1.20	0.10～0.25

備考　１．不純物としてのNi、Cuは、それぞれ0.25%を超えてはならない。ただし、線材のCuは0.20%以下とする。
SUJ2及びSUJ3のMoは、0.08%を超えてはならない。
２．受渡当事者間の協定によって、上表以外の元素を0.25%以下添加してもよい。

標準寸法

単位(mm)

標準径(丸鋼)									
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	(31)	32	33	34
(35)	36	37	38	(39)	40	42	44	46	(48)
49	50	51	(54)	55	60	(64)	65	(66)	70
75	(76)	80	83	(84)	(88)	90	93	99	104
114	(119)	124	130	140	150	160			

備考　括弧付き以外の標準径の適用が望ましい。

曲がりの許容差

冷間引抜丸鋼		切削用熱間圧延丸鋼	
径	許容値	径	許容値
35mm以下	1,000mmにつき1.0mm以下とし、全長に対しては、1.0mm×全長（mm）/1,000mm以下とする。	100mm以下	1,000mmにつき1.5mm以下とし、全長に対しては、1.5mm×全長(mm)/1,000mm以下とする。
		100mmを超え160mm以下	1,000mmにつき2.0mm以下とし、全長に対しては、2.0mm×全長(mm)/1,000mm以下とする。

径の許容差及び偏径差

単位(mm)

熱間圧延丸鋼		
径	許容差	偏径差
15以下	±0.20	0.30以下
15を超え 25以下	±0.25	0.35以下
25を超え 35以下	±0.30	0.45以下
35を超え 50以下	±0.35	0.50以下
50を超え 80以下	±0.50	0.70以下
80を超え 100以下	±0.75	1.00以下
100を超え 125以下	±1.00	1.50以下
125を超え 160以下	±1.50	2.00以下

単位(mm)

冷間引抜鋼材					
冷間引抜線			冷間引抜丸鋼		
径	許容差	偏径差	径	許容差	偏径差
2以下	±0.02	0.02以下	15以下	±0.05	0.05以下
2を超え 7以下	±0.03	0.03以下	15を超え 25以下	±0.10	0.10以下
7を超え 15以下	±0.04	0.04以下	25を超え 35以下	±0.15	0.15以下
15を超え 20以下	±0.05	0.05以下			

備考　冷間引抜線は、断面形状が円形のものをいう。

切削用丸鋼のきずの深さの許容限度

単位(mm)

径	鋼材の表面からのきずの深さ
25以下	0.40以下
25を超え　35以下	0.50以下
35を超え　50以下	0.60以下
50を超え　80以下	0.80以下
80を超え 100以下	1.00以下
100を超え 125以下	1.20以下
125を超え 160以下	1.40以下

備考　鍛造用丸鋼のきず取り深さは、呼称寸法の3%以下(最大5mm)とする。

全脱炭層深さの許容限度

単位(mm)

冷間引抜鋼材			
冷間引抜線		冷間引抜丸鋼	
径	鋼材の表面からの全脱炭層深さ	径	鋼材の表面からの全脱炭層深さ
7以下	0.05以下	15以下	0.20以下
7を超え 15以下	0.08以下	15を超え 25以下	0.25以下
15を超え 20以下	0.10以下	25を超え 35以下	0.30以下

単位(mm)

熱間圧延丸鋼	
切削用丸鋼	
径	鋼材の表面からの全脱炭層深さ
25以下	0.40以下
25を超え　35以下	0.50以下
35を超え　50以下	0.60以下
50を超え　80以下	0.80以下
80を超え 100以下	1.00以下
100を超え 125以下	1.20以下
125を超え 160以下	1.40以下

球状化焼なまし硬さ

種類記号	切削用圧延鋼材の球状化焼なまし硬さ	
	HBW	HRB
SUJ2、SUJ4	201以下	94以下
SUJ3、SUJ5	207以下	95以下

非金属介在物の清浄度

介在物の種類	清浄度
Ａ系	0.15%以下
Ｂ系＋Ｃ系	0.05%以下
Ａ系＋Ｂ系＋Ｃ系	0.18%以下

地きず数

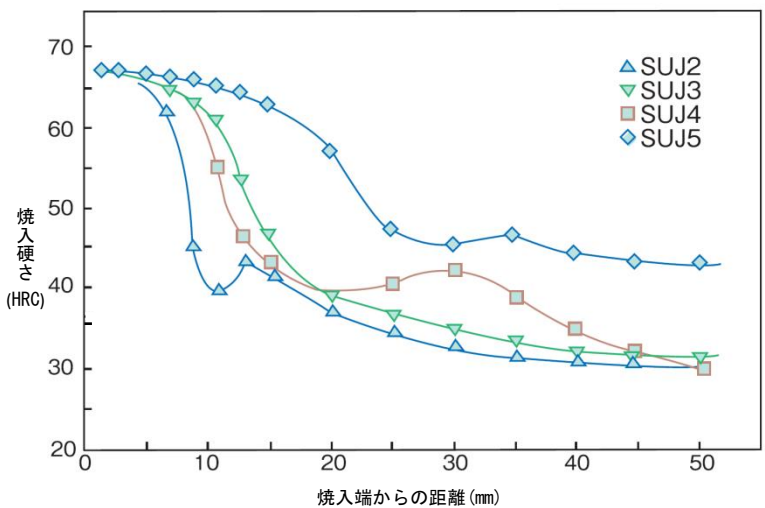
地きずの長さ(㎜)	地きず数(個)(各段について)
0.5を超え 1.0以下	5.0以下
1.0を超え 2.0以下	1.0以下
2.0を超え 4.0以下	0.5以下

軸受鋼の特性と選択

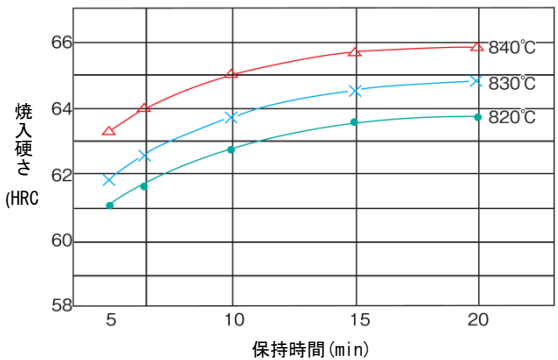
軸受鋼の選択には、次の点を考慮します。

高炭素クロム軸受鋼には、焼入性の異なるSUJ2、SUJ3、SUJ4、SUJ5の４種類の鋼種があります。普通一般にはSUJ2が多く使用されており、肉の厚い部品にはSUJ3が使用されています。又、SUJ4は、SUJ2とSUJ3の中間の肉厚部品に、SUJ5はSUJ3以上の肉厚部品に使用します。

図に軸受鋼のジョミニー曲線の一例を示します。



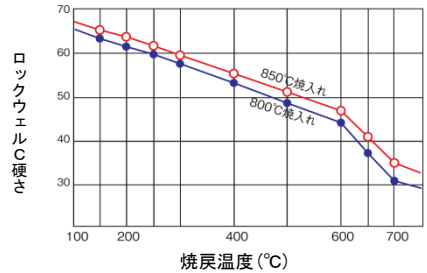
焼入保持時間と硬さ（φ43mm×厚さ10mm）



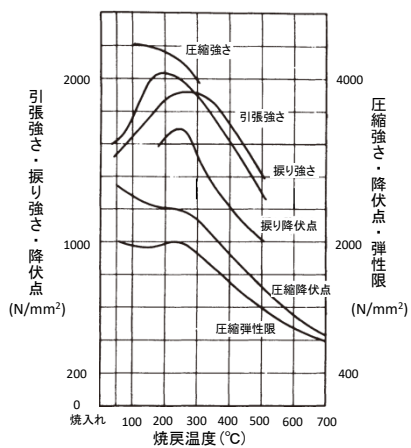
熱処理条件と硬さ

種類記号	熱処理(℃)				焼入焼戻し硬さ(HRC)
	焼ならし	焼なまし	焼入れ	焼戻し	
SUJ2	840～900	760～800	800～840 油冷	150～180	62以上
SUJ3	840～900	760～800	790～830 油冷	150～180	63以上
SUJ4	840～900	760～800	800～840 油冷	150～180	63以上
SUJ5	840～900	760～800	790～830 油冷	150～180	63以上

SUJ2の焼入焼戻硬さ



SUJ2の焼戻性能曲線

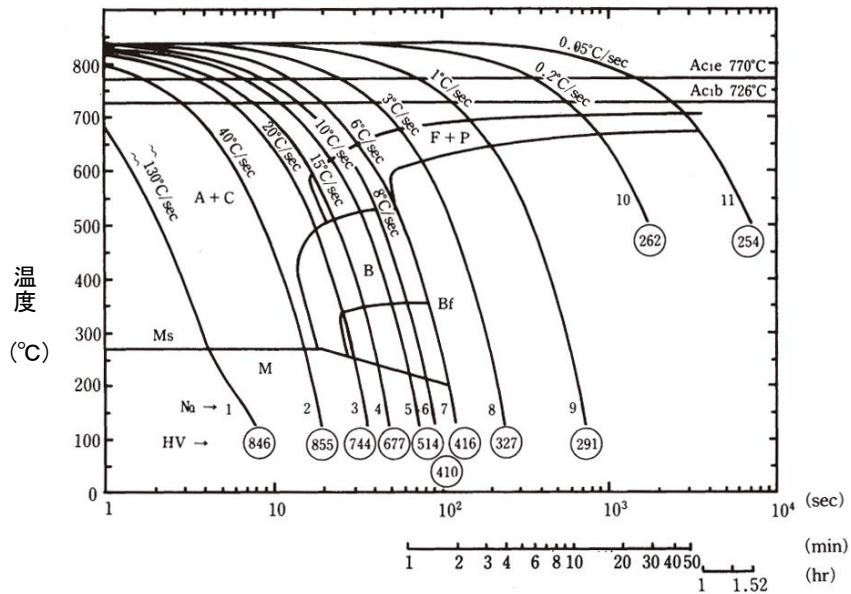


SUJ2 (CCT)

(%)

C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo
1.00	0.25	0.43	0.012	0.009	0.06	0.06	1.42	0.02

前処理	球状化焼なまし
オーステナイト化条件	840℃×15min
オーステナイト粒度番号	9.4

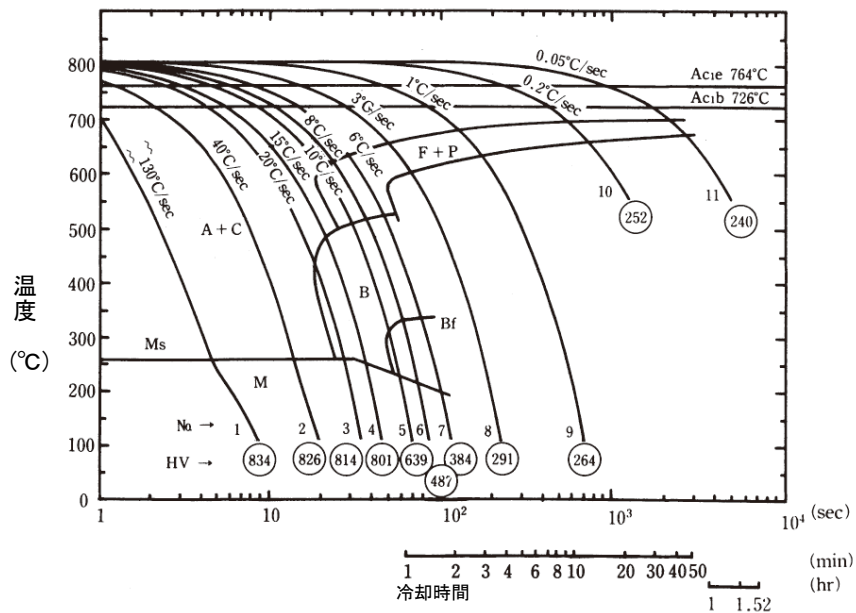


SUJ3 (CCT)

(%)

C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo
1.00	0.56	1.03	0.014	0.009	0.04	0.05	0.99	0.01

前処理	球状化焼なまし
オーステナイト化条件	810℃×15min
オーステナイト粒度番号	9.3

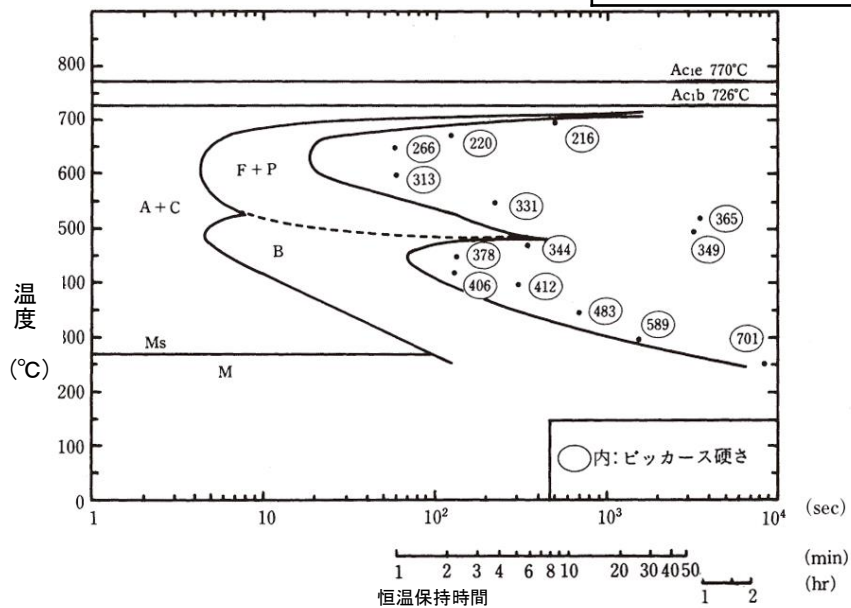


SUJ2 (TTT)

(%)

C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo
1.00	0.25	0.43	0.012	0.009	0.06	0.06	1.42	0.02

前処理	球状化焼なまし
オーステナイト化条件	840℃×15min
オーステナイト粒度番号	9.4

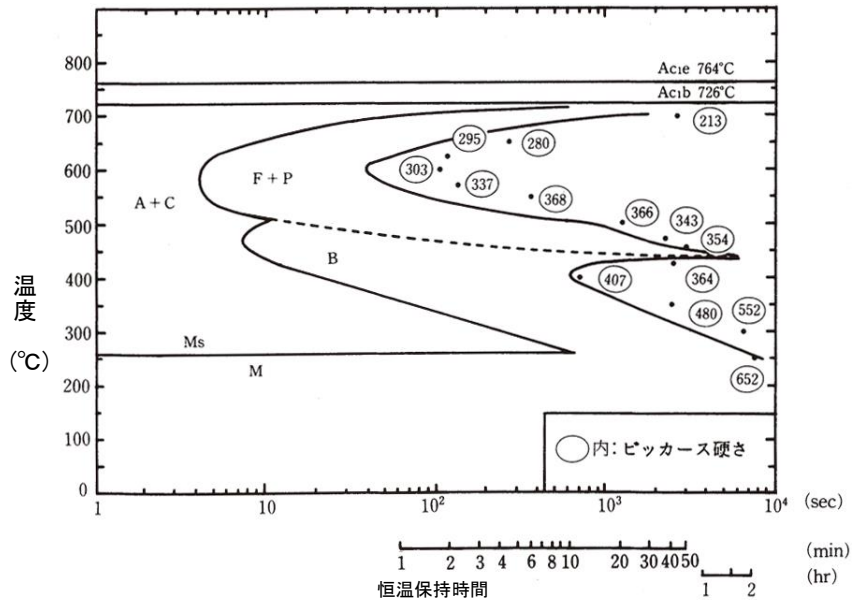


SUJ3 (TTT)

(%)

C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo
1.00	0.56	1.03	0.014	0.009	0.04	0.05	0.99	0.01

前処理	球状化焼なまし
オーステナイト化条件	810℃×15min
オーステナイト粒度番号	9.3



3-2 機械構造用炭素鋼・合金鋼

3-2-1 概要

当社の炭素鋼・合金鋼の特長

機械構造用炭素鋼・合金鋼は、近年、省エネ、省コストのために低グレード化される動きにあり、また使用環境や使用条件がますます過酷になってきており、材料に対する要求も極めて厳しいものになってきています。当社では、これらに対して有害な非金属介在物を極力低減させる製鋼精錬法の採用を行い、また各種用途に適した材料の開発に努めています。

大きな特長は、

・成分狭幅管理技術、完全垂直型大断面ブルームの採用などにより地きず、介在物の著しく少ない高清浄度で高信頼性の鋼を製造しています。
・超精密圧延技術や最新のＮＤＩ技術の採用による、寸法精度と表面状態の良好な鋼を製造しています。
・各種用途に応じた材料として、高清浄度鋼、各種非調質鋼、結晶粒度調整鋼、冷鍛用鋼、迅速浸炭用鋼、低歪鋼など特色ある開発鋼種があります。

鋼種選択の原則

各種部品は、その使用条件に応じて、鋼材に要求される性質が全く異なります。鋼種の選択にあたって考慮しなくてはならない基本的な原則のいくつかを次に例示します。

機械的性質

使用中に受ける最大荷重に十分耐えるだけの強さを持つ鋼種を選ぶことが、最も基本的な原則です。

・重荷重、動荷重を受ける時は→高い粘り強さの得られる強靭鋼
・摩耗に耐えなければならない時は→高い硬さの得られる強靭鋼
・極端な摩耗に耐え、衝撃荷重にも耐えるためには→肌焼鋼
・耐疲れ性を重視しなければならない用途には→非金属介在物の少ない超高清浄度鋼(SNRP鋼)
・特に転動疲れに対しては→超高清浄度鋼(SNRP鋼)が有効です。

強靭性・・・・強さと伸びが共に大きい、つまり粘り強いことを強靭性が高いといいます。機械構造用合金鋼は、いずれも焼入焼戻しを施して使用することを原則とし、一般に焼戻温度が低いほど強さと硬さが高く、焼戻温度を高めるに従って伸びや絞りが増すかわりに強さは低下します。強靭性は、鋼種によって著しく異なりますが、同じ鋼種でもこのように熱処理条件を変えることによってかなりの程度まで調整できます。

耐衝撃性・・・一般に強靭な鋼は、耐衝撃性が高いといえます。ただし鋼種によっては、焼戻しにあたって特定の温度範囲から徐冷すると衝撃値が極端に低くなる、いわゆる焼戻ぜい性が著しくあらわれることがありますので注意が必要です。

耐摩耗性・・・Ｃ％が同等のときには、硬さが高いほど耐摩耗性はよく、同一硬さを持つ鋼材では、Ｃ％の高いものほど耐摩耗性がよくなります。

耐疲れ性・・・非金属介在物は、応力集中源となるため耐疲れ性を著しく劣化させます。また後述の焼入性に関連しますが、焼入れが不完全ですと耐疲れ性は悪くなります。肌焼鋼に浸炭焼入焼戻しや中炭素鋼に高周波焼入焼戻し、あるいは窒化などの表面硬化処理を行うと、表面に圧縮応力が残り、これが耐疲れ性に対して有効に働きます。

焼入性

断面の大きな部品に焼入性の低い鋼種を使用すると、中心まで十分焼きが入らず、所期の強さが得られないばかりか、耐衝撃性や耐疲れ性も低下して思わぬ事故を招くことがあります。使用条件をよく検討して、適切な焼入性を持った鋼種を選ぶ必要があります。

・重荷重のかかる断面寸法の大きい部品には→特に焼入性の高い鋼種

・大量生産でロット間の焼入性のばらつきを小さくしなければならない時→焼入性の保証されたH鋼

焼入性・・・・鋼の化学成分とオーステナイト結晶粒度で、ほぼ決まります。鋼に含まれる合金元素は、ほとんど大部分が焼入性を改善する効果をもっていますが、C、Mn、Cr、Moなどは比較的少量で著しく焼入性を高める重要な元素です。油焼入れより水焼入れの方が、つまり急冷するほど焼きはよく入りますが、焼割れや焼入歪の危険も大きくなりますので、鋼種と使用条件に適した焼入作業を行うことが大切です。なお、熱処理によって鋼材内外の機械的性質に違いのでてくる現象を一般に質量効果といいます。従って焼入性が高く、深部までよく焼きの入る鋼種では、質量効果は小さくなります。

各鋼種の特性

炭素鋼

一般鋼材用としては、シビアな強度を必要としない場合が案外多いものです。

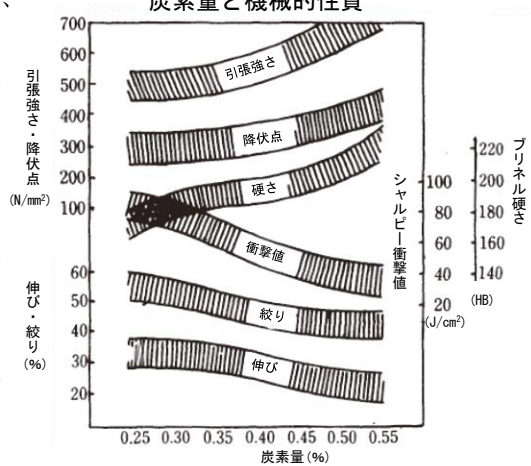
このような目的には、主として炭素含有量によって強度を調整できる炭素鋼が一般に使用されます。

最近、合金鋼のコストダウンを狙って、炭素鋼にボロン(ほう素)を極微量添加し焼入性を向上させたボロン鋼が自動車用などに使用されており、その規格はJASO M106にも規定されています。

炭素鋼のJISには、JIS G 4051（炭素鋼鋼材）、G3251(鍛鋼品用鋼片)、G3201(炭素鋼鍛鋼品)があり、それぞれS10C～S58C及びS09CK～S20CK、SFB1～SFB7、SF340A～SF640Bの種類がありますが、S-C及びS-CのMn%を若干多くした鋼種が基本となっています。

- S10C～S25Cの低炭素鋼は、ボルト、軸類、一般構造用などに、主として圧延ないし鍛造のまま、又は焼ならしを施して使用されます。
- S28C～S40Cの中炭素鋼は、焼ならし又は焼入焼戻しにより使用されますが、焼入れする場合には、質量効果が大きいのでボルト・ナット、シャフト、アームなどの力のかかる小型部品に多く使用されます。焼ならしの場合には、大形部品にも用いられます。
- S40C～S58Cの中～高炭素鋼は、熱処理による材料強度の向上を利用して、力伝達部品であるピン、キー、クランクシャフト、コネクティングロッドなどに、また高周波焼入用材にも適しています。
- S09CK～S20CKは、表面の浸炭熱処理硬化による部品の疲労寿命の向上を意図して比較的小形のピストン、カムシャフトなどに使用されます。

炭素量と機械的性質



炭素鋼鍛鋼品（片）

鍛鋼品（片）は、船舶、機械などの構造部品として材力の要求されるところに用い、完成部品としての機械的性質がJIS に規定されていますが、成分規定は幅が広く、用途により適した材料を選択できる融通性のある反面、選択、熱処理には十分な注意が必要です。

鍛鋼品は熱処理を施しますが、鍛鋼品用鋼片は特に指定のない限り熱処理を施しませんので、鍛鋼品に熱間加工された後は、必ず焼ならし、焼なまし、焼ならし後焼戻し、焼入焼戻しなどの熱処理を施してください。

なお、鍛鋼品の鋼材にはご指定によって、次の船級協会により妥当性を確認された検査証明書を発行しております。

NK	日本海事協会
LR	ロイド船級協会
DNV GL	DNV GL船級協会
ABS	アメリカ船級協会
CR	中国験船中心

強靭鋼

C0.25～0.50%を含む機械構造用合金鋼は、適切な焼入焼戻しを施すと著しい粘り強さを持つようになりますので、一般に強靭鋼と呼ばれています。用途によってさまざまな熱処理条件が選ばれますが、この鋼の特性を活かして使用するためには、いかなる場合にも焼入焼戻しを欠くことはできません。

●マンガン鋼及びマンガンクロム鋼（SMn433、438、443、SMnC443）

Mn鋼は、中炭素鋼のMn量を高めたもので、CrやMoを使わずに質量効果を改善していますが、焼割れを起こしやすく、焼戻しぜい性に敏感で、結晶粒が粗大化しやすいなどの傾向があります。
Mn-Cr鋼は、Mn鋼にCrを添加し、これらの欠点をやや緩和したものです。

●クロム鋼（SCr430、435、440、445）

SCr430～445は、すべてCr1%前後でC%だけが異なっています。クロム鋼は、構造用合金鋼のうちでは最も焼入性の低いものですが、それでも炭素鋼と比較すれば格段に改善されていますので、かなり大きな部品にも適用することができます。なお、クロム鋼は、焼戻しぜい性をあらわしやすいので注意する必要があります。

●クロムモリブデン鋼（SCM432、430、435、440、445）

クロムモリブデン鋼は、特殊な用途や非常に大きな部品を除いて広範な分野に使用されています。クロム鋼より一層強靭で焼入性も高く、熱処理の操作によっては、ニッケルクロム鋼にも匹敵しうる性能を発揮します。
SCM432は、一般用強靭鋼、SCM430～445は、他の成分を一定としてC%だけを順次高め、得られる強さに変化を与えたものです。

●ニッケルクロム鋼（SNC236、631、836）

ニッケルは、鋼に強靭性を与える最も効果的な合金元素ですが、さらにAr変態温度を下げて焼入作業を容易にすると同時に焼入性を高める性質も有効に利用されています。

SNC631、836　高Ni鋼ですので変態温度が低く、焼入れにあたって高温度から急激に冷却する必要がありません。従って、焼割れや焼入歪の発生を最小限に抑えられる特長を持っています。ただし焼戻しぜい性が大きく、450℃以上の温度で焼戻しした後に徐冷すると衝撃値が極端に低下しますので、必ず急冷しなくてはなりません。

●ニッケルクロムモリブデン鋼（SNCM431、625、630、240、439、447、616）

ニッケルクロムモリブデン鋼は、ニッケルクロム鋼に少量のモリブデンを加えて焼入性を大幅に改善するとともに、焼戻しぜい性を緩和し焼戻し抵抗性を高めたものであります。

又、同一引張強さのニッケルクロム鋼に比べて靱性が大きく、従って多くの場合、重荷重を受ける断面寸法の大きな部品にとりわけ有効に使用されます。

SNCM625、630　焼入性のよい代表的な鋼種で、空気中で放冷してもよく焼きが入りますから、大形部品や焼入歪を避けなければならない部品に好適です。

SNCM616　SNCM616は、通常肌焼鋼に分類されていますが、強靭鋼としてもしばしば使用されます。これらの鋼種は、普通の焼なまし方法では十分に軟化しませんので、焼ならしの後変態点より低い670℃程度に保持し、その後空冷又は炉冷する焼なましが行われます。

SNCM240　焼入性が比較的低いので大形部品には向きませんが、小物に使用すれば、SNC631やSNC836にも匹敵する機械的性質を示します。合金元素の少ないわりに性能の優れた経済的な鋼種です。

SNCM439、447　SNCM240よりNiが高いので、焼入性も機械的性質も一段と向上しています。中小形の軸類などに用いられて高い性能を発揮します。

JIS参考情報の機械的性質は、直径25㎜の供試材を指定の温度範囲内で適正に焼入焼戻しした時に得られる数値です。実際に使用する鋼材の直径がこれより大きくなりますと、その機械的性質を保証することはできませんが、それぞれの鋼種に応じて機械的性質が規格をほぼ満足する直径の限界が求められており、焼入性あるいは質量効果の簡便な目安として利用されています。

肌焼鋼

肌焼鋼は、表面だけを硬化するため浸炭、焼入焼戻しを施したうえで、耐摩耗性や疲労強度と耐衝撃性が同時に要求される部品に適用されます。表面硬さを下げないために150～260℃の低い焼戻温度が選ばれ、コア部(芯部)の靭性を確保するためにＣ％は低く抑えられています。合金元素を添加する目的は、強靭鋼の場合と同様ですが、そのほか浸炭特性にも影響を及ぼします。又、浸炭にあたって、長時間高温に保持されますので結晶粒の粗大化が生じ易く、これは熱処理歪や焼割れ、コア部の材質の劣化などを招きます。従って肌焼鋼を製造するには、オーステナイト結晶粒度の管理が必要です。

従来、肌焼鋼の焼入れは、二段階に分けて行われており、一次焼入れは、コア部結晶粒の標準化と浸炭層の組織の調整、二次焼入れは、浸炭層の硬化を目的としていました。しかし最近では、浸炭深さや表面炭素濃度の制御技術が発達してきましたので、一次焼入れを省略するようになっています。低合金の肌焼鋼は、熱間加工のままでも比較的容易に切削できますが、浸炭焼入れ時の加熱中に発生する歪を防止するためにはやはり焼ならし又は、焼なましを実施することが望ましいといえます。

ここに示す合金肌焼鋼のほかに炭素肌焼鋼も使用されています。

●マンガン鋼及びマンガンクロム肌焼鋼（SMn420、SMnC420）

SMn420は、S20CKにMn量を増やし、SMnC420は、Cr-Mo肌焼鋼のMoをMnに置き換えたものですが、Cr-Mo肌焼鋼にくらべ質量効果も大きく、靭性もやや劣ります。しかし、Moを添加しないので低廉です。

●クロム肌焼鋼（SCr415、420）

炭素肌焼鋼に比べて強靭で、浸炭部の硬さも高いうえに比較的安価なので、高い耐摩耗性が要求される中小形の歯車、ピン、軸類などに広く使用されています。

SCr420は、SCr415より炭素含有量が多いので焼入性と強さの点でやや勝りますが、いずれにしてもあまり大形の部品には適しません。

●クロムモリブデン肌焼鋼（SCM415、418、420、421、822）

クロム肌焼鋼にモリブデンを添加することによって機械的性質と焼入性を高めたもので、一層大きな部品に使用できるようになります。

クロムモリブデン肌焼鋼は、クロム肌焼鋼と共に浸炭しやすい鋼種で、過剰浸炭のため表面に網目状炭化物を発生することがありますので、浸炭条件によく注意しなくてはなりません。

SCM415、418、420は、炭素含有量が異なるだけで、必要なコアの硬さに応じて使い分けられています。

又、SCM421は、Mnを高め、SCM822は、Moを高めてSCM420より焼入性を改善したものです。

●ニッケルクロム肌焼鋼（SNC415、815）

ニッケルクロム鋼は、強靭で焼入性も比較的良好です。又、浸炭層に炭化物の網目状組織が発達することが少ない鋼種です。

高NiのSNC815は、変態温度が低いため焼入作業が容易であり、ある程度の自硬性を持っていますので歪を嫌う部品に適しています。

SNC415ではNiが低いだけに、この利点はあまり活きてきません。

●ニッケルクロムモリブデン肌焼鋼（SNCM220、415、420、815、616）

ニッケルクロム鋼と同様、浸炭深さなどのコントロールが容易な鋼種です。Mo添加のねらいは、強靭鋼の場合と同様です。

SNCM220、415、420	強靭鋼のSNCM240～447に相当する低合金肌焼鋼です。Cr%が低いので焼入性は、必ずしも良好とはいえませんが、コア部の靭性が重視される中・小形部品に広く用いられています。
SNCM815、616	強い自硬性を持ち、かなり大形の部品でも空気焼入れができますので、精密部品に好適です。この鋼種は、浸炭部の硬さが比較的低いかわりに、この部分の靭性が高いことを特長とします。SNCM616は、強靭鋼としても使用されます。

H鋼(焼入性を保証した構造用鋼鋼材)

H鋼は、機械構造用合金鋼のうち比較的需要の多い鋼種を選び、焼入性を保証したものです。

焼入性を保証するため焼入性がHバンドとして規定され、焼入性のばらつきが少なく、又、熱処理組織が粗大化せぬよう結晶粒度が指定されています。

このH鋼は、化学成分、焼入性、結晶粒度が規定されているだけで、機械的性質は規定されていませんが、焼入性を保証しない基準の鋼種の機械的性質と同等と考えて差し支えありません。

結晶粒度の指定は、次表のとおりです。

オーステナイト結晶粒度(JIS G 4052(2016))

種類記号		オーステナイト結晶粒度
SMn 433H SMn 443H SCr 430H SCr 440H SCM 440H SNC 631H	SMn 438H SMnC 443H SCr 435H SCM 435H SCM 445H	熱処理平均粒度番号 5.0以上
SMn 420H SCr 415H SCM 415H SCM 420H SCM 822H SNC 815H SNCM 420H	SMnC 420H SCr 420H SCM 418H SCM 425H SNC 415H SNCM 220H	浸炭平均粒度番号 6.0以上

3-2-2 規格と鋼種データ

焼入性を保証したマンガン鋼鋼材及びマンガンクロム鋼鋼材(H鋼) JIS G 4052 (2016)

種類記号	化学成分(%)							
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo
SMn 420H	0.16～0.23	0.15～0.35	1.15～1.55	0.030以下	0.030以下	0.25以下	0.35以下	－
SMn 433H	0.29～0.36	0.15～0.35	1.15～1.55	0.030以下	0.030以下	0.25以下	0.35以下	－
SMn 438H	0.34～0.41	0.15～0.35	1.30～1.70	0.030以下	0.030以下	0.25以下	0.35以下	－
SMn 443H	0.39～0.46	0.15～0.35	1.30～1.70	0.030以下	0.030以下	0.25以下	0.35以下	－
SMnC 420H	0.16～0.23	0.15～0.35	1.15～1.55	0.030以下	0.030以下	0.25以下	0.35～0.70	－
SMnC 443H	0.39～0.46	0.15～0.35	1.30～1.70	0.030以下	0.030以下	0.25以下	0.35～0.70	－

備考　1．各種とも不純物としてCu 0.30%を超えてはならない。

焼入性を保証したクロム鋼鋼材(H鋼) JIS G 4052 (2016)

種類記号	化学成分(%)					
	C	Si	Mn	P	S	Cr
SCr 415H	0.12～0.18	0.15～0.35	0.55～0.95	0.030以下	0.030以下	0.85～1.25
SCr 420H	0.17～0.23	0.15～0.35	0.55～0.95	0.030以下	0.030以下	0.85～1.25
SCr 430H	0.27～0.34	0.15～0.35	0.55～0.95	0.030以下	0.030以下	0.85～1.25
SCr 435H	0.32～0.39	0.15～0.35	0.55～0.95	0.030以下	0.030以下	0.85～1.25
SCr 440H	0.37～0.44	0.15～0.35	0.55～0.95	0.030以下	0.030以下	0.85～1.25

備考　１．各種とも不純物としてCu 0.30%を超えてはならない。
　　２．不純物としてNi 0.25%を超えてはならない。

焼入性を保証したクロムモリブデン鋼鋼材(H鋼) JIS G 4052 (2016)

種類記号	化学成分(%)							
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo
SCM 415H	0.12～0.18	0.15～0.35	0.55～0.95	0.030以下	0.030以下	0.25以下	0.85～1.25	0.15～0.30
SCM 418H	0.15～0.21	0.15～0.35	0.55～0.95	0.030以下	0.030以下	0.25以下	0.85～1.25	0.15～0.30
SCM 420H	0.17～0.23	0.15～0.35	0.55～0.95	0.030以下	0.030以下	0.25以下	0.85～1.25	0.15～0.30
SCM 425H	0.23～0.28	0.15～0.35	0.55～0.95	0.030以下	0.030以下	0.25以下	0.85～1.25	0.15～0.30
SCM 435H	0.32～0.39	0.15～0.35	0.55～0.95	0.030以下	0.030以下	0.25以下	0.85～1.25	0.15～0.35
SCM 440H	0.37～0.44	0.15～0.35	0.55～0.95	0.030以下	0.030以下	0.25以下	0.85～1.25	0.15～0.35
SCM 445H	0.42～0.49	0.15～0.35	0.55～0.95	0.030以下	0.030以下	0.25以下	0.85～1.25	0.15～0.35
SCM 822H	0.19～0.25	0.15～0.35	0.55～0.95	0.030以下	0.030以下	0.25以下	0.85～1.25	0.35～0.45

備考　1．各種とも不純物としてCu 0.30%を超えてはならない。

焼入性を保証したニッケルクロム鋼鋼材(H鋼) JIS G 4052 (2016)

種類記号	化学成分(%)						
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr
SNC 415H	0.11～0.18	0.15～0.35	0.30～0.70	0.030以下	0.030以下	1.95～2.50	0.20～0.55
SNC 631H	0.26～0.35	0.15～0.35	0.30～0.70	0.030以下	0.030以下	2.45～3.00	0.55～1.05
SNC 815H	0.11～0.18	0.15～0.35	0.30～0.70	0.030以下	0.030以下	2.95～3.50	0.55～1.05

備考　1．各種とも不純物としてCu 0.30%を超えてはならない。

焼入性を保証したニッケルクロムモリブデン鋼鋼材(H鋼) JIS G 4052 (2016)

種類記号	化学成分(%)							
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo
SNCM 220H	0.17～0.23	0.15～0.35	0.60～0.95	0.030以下	0.030以下	0.35～0.75	0.35～0.65	0.15～0.30
SNCM 420H	0.17～0.23	0.15～0.35	0.40～0.70	0.030以下	0.030以下	1.55～2.00	0.35～0.65	0.15～0.30

備考　1．各種とも不純物としてCu 0.30%を超えてはならない。

焼入性を保証した構造用鋼鋼材(H鋼) JASO 自動車規格 (M106-2008)

No.	種類記号	化学成分(%)									
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	B	その他
34	ASMn 420H	0.17～0.23	0.15～0.35	1.15～1.55	0.030以下	0.030以下	0.25以下	0.35以下	－	－	Cu 0.30以下
35	ASMn 425H	0.22～0.28									
36	ASMn 430H	0.27～0.34									
37	SMn 433H	0.29～0.36									
38	ASMn 435H	0.32～0.39									
39	SMn 438H	0.34～0.41		1.30～1.70							
40	ASMn 440H	0.37～0.44									
41	ASMn 443H	0.40～0.47									
42	ASMn 448H	0.45～0.52									
43	ASMn 453H	0.50～0.57									
44	ASMnB 220H	0.17～0.23	0.15～0.35	1.10～1.40	0.030以下	0.030以下	0.25以下	0.35以下	－	0.0005～0.003	Cu 0.30以下
45	ASMnB 233H	0.29～0.36									
46	ASMnB 422H	0.19～0.25		1.20～1.50							
47	ASMnB 425H	0.22～0.28									
48	ASMnB 433H	0.29～0.36									
49	ASMnB 443H	0.40～0.47									
50	ASMnC 420H	0.17～0.23	0.15～0.35	1.15～1.55	0.030以下	0.030以下	0.25以下	0.35～0.70	－	－	Cu 0.30以下
51	SMnC 443H	0.39～0.46		1.30～1.70							
52	ASMnC 520H	0.17～0.23		1.15～1.55				0.85～1.25			
53	ASMnC 543H	0.39～0.46		1.30～1.70							
54	ASMnCB 440H	0.37～0.44	0.15～0.35	0.80～1.20	0.030以下	0.030以下	0.25以下	0.30～0.70	－	0.0005～0.003	Cu 0.30以下
55	SCr 415H	0.12～0.18	0.15～0.35	0.55～0.95	0.030以下	0.030以下	0.25以下	0.85～1.25	－	－	Cu 0.30以下
56	ASCr 418H	0.15～0.21		0.55～0.90							
57	SCr 420H	0.17～0.23		0.55～0.95							

JASO(つづき)

No.	種類記号	化学成分(%)									
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	B	その他
58	ASCr 423H	0.20～0.26	0.15～0.35	0.55～0.90	0.030以下	0.030以下	0.25以下	0.85～1.25	－	－	Cu 0.30以下
59	ASCr 425H	0.22～0.28									
60	SCr 430H	0.27～0.34		0.55～0.95							
61	SCr 435H	0.32～0.39									
62	SCr 440H	0.37～0.44									
63	ASCr 445H	0.42～0.49		0.55～0.90							
64	ASCB 435H	0.32～0.39	0.15～0.35	0.55～0.90	0.030以下	0.030以下	0.25以下	0.85～1.25	－	0.0005～0.003	Cu 0.30以下
65	ASCB 440H	0.37～0.44									
66	ASCM 115H	0.12～0.18	0.15～0.35	0.60～0.90	0.030以下	0.030以下	0.25以下	0.35～0.65	0.08～0.15	－	Cu 0.30以下
67	ASCM 118H	0.15～0.21									
68	ASCM 120H	0.17～0.23									
69	ASCM 125H	0.22～0.28									
70	ASCM 315H	0.12～0.18		0.65～1.00				0.85～1.25			
71	ASCM 318H	0.15～0.21									
72	ASCM 320H	0.17～0.23									
73	ASCM 325H	0.22～0.28									
74	SCM 415H	0.12～0.18		0.55～0.95				0.85～1.25	0.15～0.30		
75	SCM 418H	0.15～0.21									
76	SCM 420H	0.17～0.23									
77	ASCM 430H	0.27～0.34		0.55～0.95					0.15～0.35		
78	SCM 435H	0.32～0.39									
79	SCM 440H	0.37～0.44									
80	SCM 445H	0.42～0.49									
81	SCM 822H	0.19～0.25							0.35～0.45		
82	SNCM 220H	0.17～0.23		0.60～0.95			0.35～0.75	0.35～0.65	0.15～0.30		Cu 0.30以下
83	SNCM 420H	0.17～0.23		0.40～0.70			1.55～2.00				

H鋼の焼入性規格

JIS

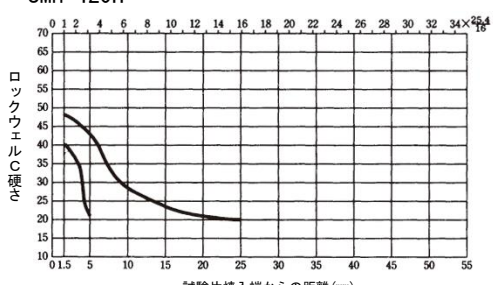
SMn 420H

硬さHRC ＼ mm	焼入端からの距離とその硬さ															熱処理温度(℃)	
	1.5	3	5	7	9	11	13	15	20	25	30	35	40	45	50	焼ならし	焼入れ
上限	48	46	42	36	30	27	25	24	21	—	—	—	—	—	—	925	925
下限	40	36	21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		

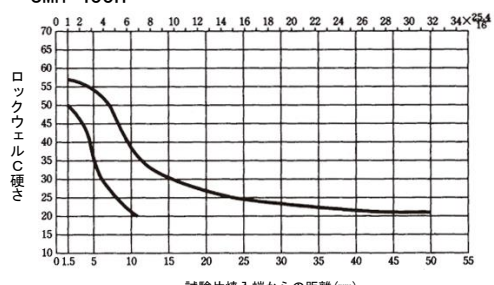
SMn 433H

硬さHRC ＼ mm	焼入端からの距離とその硬さ															熱処理温度(℃)	
	1.5	3	5	7	9	11	13	15	20	25	30	35	40	45	50	焼ならし	焼入れ
上限	57	56	53	49	42	36	33	30	27	25	24	23	22	21	21	900	870
下限	50	46	34	26	23	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—		

SMn 420H



SMn 433H



JIS

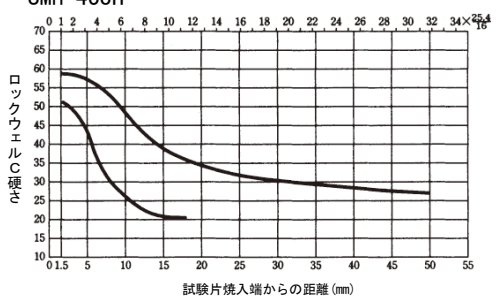
SMn 438H

焼入端からの距離とその硬さ																熱処理温度(℃)	
硬さHRC ＼ mm	1.5	3	5	7	9	11	13	15	20	25	30	35	40	45	50	焼ならし	焼入れ
上限	59	59	57	54	51	46	41	39	35	33	31	30	29	28	27	870	845
下限	52	49	43	34	28	24	22	21	—	—	—	—	—	—	—		

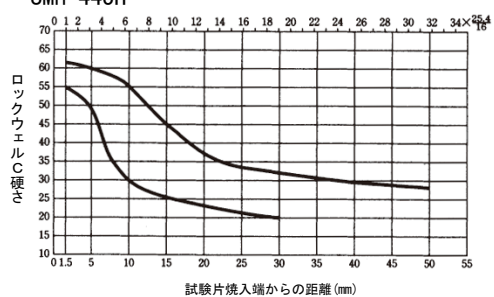
SMn 443H

焼入端からの距離とその硬さ																熱処理温度(℃)	
硬さHRC ＼ mm	1.5	3	5	7	9	11	13	15	20	25	30	35	40	45	50	焼ならし	焼入れ
上限	62	61	60	59	57	54	50	45	37	34	32	31	30	29	28	870	845
下限	55	53	49	39	33	29	27	26	23	22	20	—	—	—	—		

SMn 438H



SMn 443H



JIS

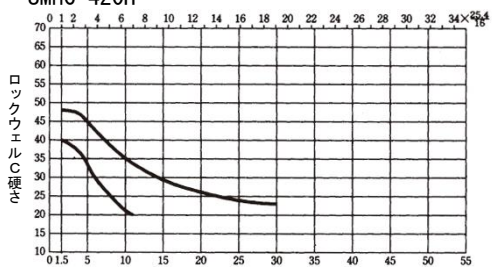
SMnC 420H

焼入端からの距離とその硬さ																熱処理温度(℃)	
硬さHRC ＼ mm	1.5	3	5	7	9	11	13	15	20	25	30	35	40	45	50	焼ならし	焼入れ
上限	48	48	45	41	37	33	31	29	26	24	23	—	—	—	—	925	925
下限	40	39	33	27	23	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—		

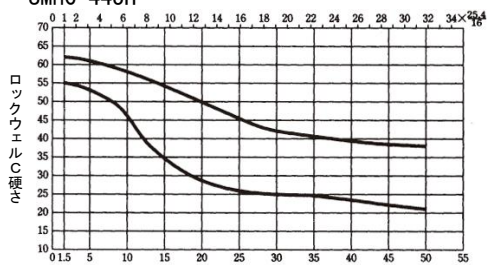
SMnC 443H

焼入端からの距離とその硬さ																熱処理温度(℃)	
硬さHRC ＼ mm	1.5	3	5	7	9	11	13	15	20	25	30	35	40	45	50	焼ならし	焼入れ
上限	62	62	61	60	59	58	56	55	50	46	42	41	40	39	38	870	845
下限	55	54	53	51	48	44	39	35	29	26	25	24	23	22	21		

SMnC 420H



SMnC 443H



JIS

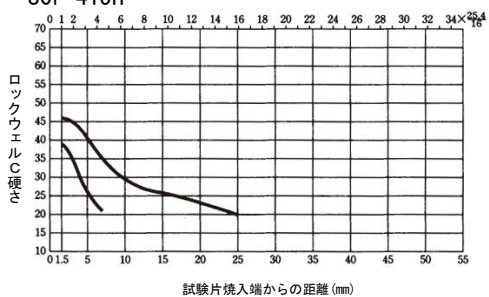
SCr 415H

焼入端からの距離とその硬さ																熱処理温度(℃)	
硬さHRC ＼ mm	1.5	3	5	7	9	11	13	15	20	25	30	35	40	45	50	焼ならし	焼入れ
上限	46	45	41	35	31	28	27	26	23	20	—	—	—	—	—	925	925
下限	39	34	26	21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		

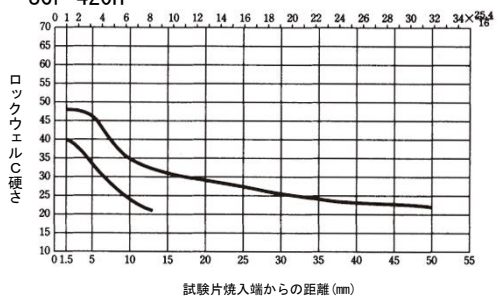
SCr 420H

焼入端からの距離とその硬さ																熱処理温度(℃)	
硬さHRC ＼ mm	1.5	3	5	7	9	11	13	15	20	25	30	35	40	45	50	焼ならし	焼入れ
上限	48	48	46	40	36	34	32	31	29	27	26	24	23	23	22	925	925
下限	40	37	32	28	25	22	21	—	—	—	—	—	—	—	—		

SCr 415H



SCr 420H



JIS

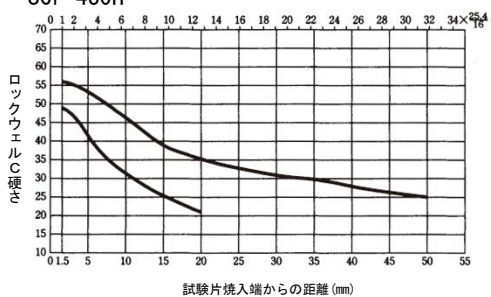
SCr 430H

焼入端からの距離とその硬さ																熱処理温度(℃)	
硬さHRC ＼ mm	1.5	3	5	7	9	11	13	15	20	25	30	35	40	45	50	焼ならし	焼入れ
上限	56	55	53	51	48	45	42	39	35	33	31	30	28	26	25	900	870
下限	49	46	42	37	33	30	28	26	21	—	—	—	—	—	—		

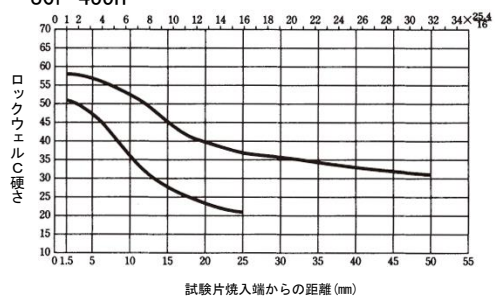
SCr 435H

焼入端からの距離とその硬さ																熱処理温度(℃)	
硬さHRC ＼ mm	1.5	3	5	7	9	11	13	15	20	25	30	35	40	45	50	焼ならし	焼入れ
上限	58	57	56	55	53	51	47	44	39	37	35	34	33	32	31	870	845
下限	51	49	46	42	37	32	29	27	23	21	—	—	—	—	—		

SCr 430H



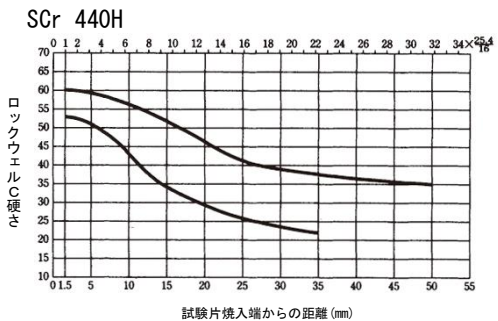
SCr 435H



JIS

SCr 440H

焼入端からの距離とその硬さ																熱処理温度(℃)	
硬さHRC ＼ mm	1.5	3	5	7	9	11	13	15	20	25	30	35	40	45	50	焼ならし	焼入れ
上限	60	60	59	58	57	55	54	52	46	41	39	37	37	36	35	870	845
下限	53	52	50	48	45	41	37	34	29	26	24	22	—	—	—		



JIS

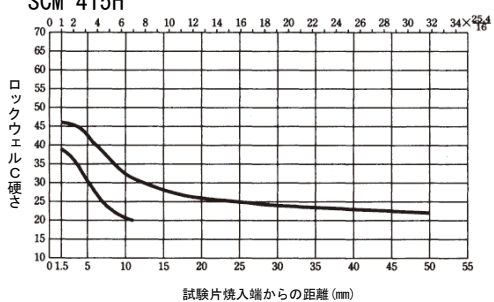
SCM 415H

硬さHRC ＼ mm	焼入端からの距離とその硬さ															熱処理温度(℃)	
	1.5	3	5	7	9	11	13	15	20	25	30	35	40	45	50	焼ならし	焼入れ
上限	46	45	42	38	34	31	29	28	26	25	24	24	23	23	22	925	925
下限	39	36	29	24	21	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—		

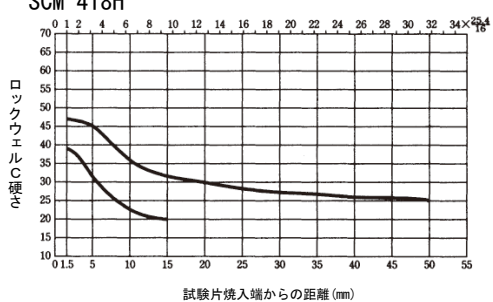
SCM 418H

硬さHRC ＼ mm	焼入端からの距離とその硬さ															熱処理温度(℃)	
	1.5	3	5	7	9	11	13	15	20	25	30	35	40	45	50	焼ならし	焼入れ
上限	47	47	45	41	38	35	33	32	30	28	27	27	26	26	25	925	925
下限	39	37	31	27	24	22	21	20	—	—	—	—	—	—	—		

SCM 415H



SCM 418H



JIS

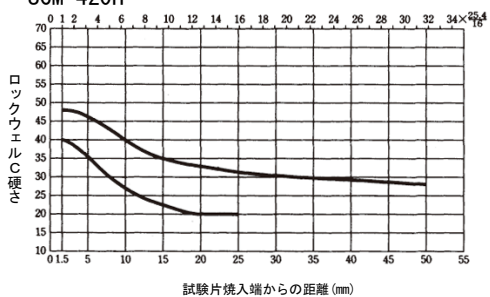
SCM 420H

硬さHRC ＼ mm	焼入端からの距離とその硬さ															熱処理温度(℃)	
	1.5	3	5	7	9	11	13	15	20	25	30	35	40	45	50	焼ならし	焼入れ
上限	48	48	47	44	42	39	37	35	33	31	30	30	29	29	28	925	925
下限	40	39	35	31	28	25	24	23	20	20	—	—	—	—	—		

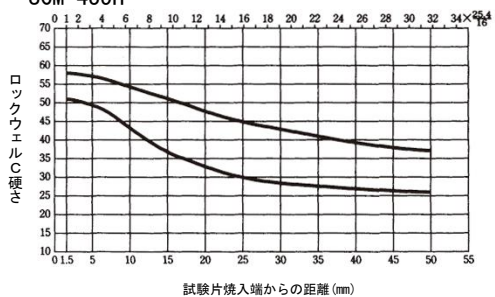
SCM 435H

硬さHRC ＼ mm	焼入端からの距離とその硬さ															熱処理温度(℃)	
	1.5	3	5	7	9	11	13	15	20	25	30	35	40	45	50	焼ならし	焼入れ
上限	58	58	57	56	55	54	53	51	48	45	43	41	39	38	37	870	845
下限	51	50	49	47	45	42	39	37	32	30	28	27	27	26	26		

SCM 420H



SCM 435H



JIS

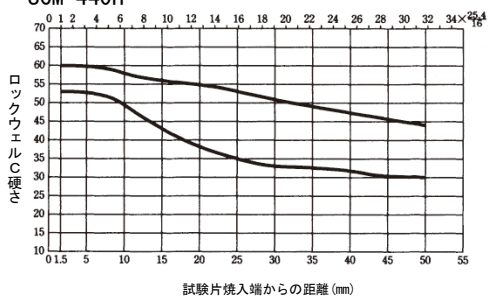
SCM 440H

硬さHRC ＼ mm	焼入端からの距離とその硬さ															熱処理温度(℃)	
	1.5	3	5	7	9	11	13	15	20	25	30	35	40	45	50	焼ならし	焼入れ
上限	60	60	60	59	58	58	57	56	55	53	51	49	47	46	44	870	845
下限	53	53	52	51	50	48	46	43	38	35	33	33	32	31	30		

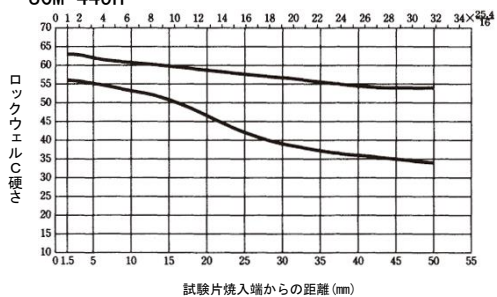
SCM 445H

硬さHRC ＼ mm	焼入端からの距離とその硬さ															熱処理温度(℃)	
	1.5	3	5	7	9	11	13	15	20	25	30	35	40	45	50	焼ならし	焼入れ
上限	63	63	62	62	61	61	61	60	59	58	57	56	55	55	54	870	845
下限	56	55	55	54	53	52	52	51	47	43	39	37	35	35	34		

SCM 440H



SCM 445H

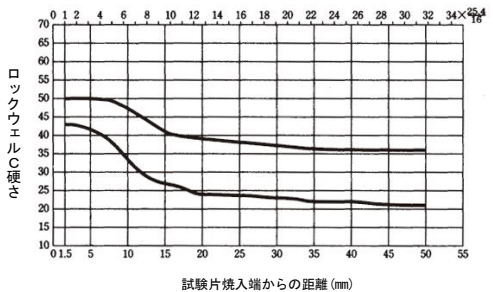


JIS

SCM 822H

焼入端からの距離とその硬さ																熱処理温度(℃)	
硬さHRC ＼ mm	1.5	3	5	7	9	11	13	15	20	25	30	35	40	45	50	焼ならし	焼入れ
上限	50	50	50	49	48	46	43	41	39	38	37	36	36	36	36	925	925
下限	43	42	41	39	36	32	29	27	24	24	23	22	22	21	21		

SCM 822H



JIS

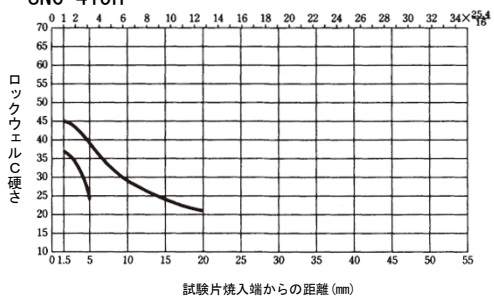
SNC 415H

焼入端からの距離とその硬さ																熱処理温度(℃)	
硬さHRC ＼ mm	1.5	3	5	7	9	11	13	15	20	25	30	35	40	45	50	焼ならし	焼入れ
上限	45	44	39	35	31	28	26	24	21	—	—	—	—	—	—	925	925
下限	37	32	24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		

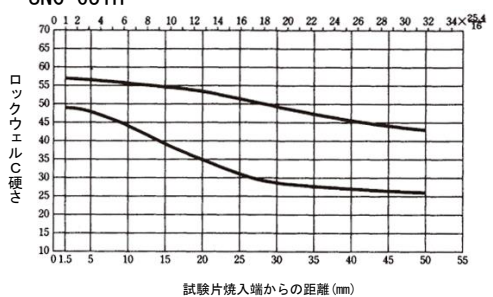
SNC 631H

焼入端からの距離とその硬さ																熱処理温度(℃)	
硬さHRC ＼ mm	1.5	3	5	7	9	11	13	15	20	25	30	35	40	45	50	焼ならし	焼入れ
上限	57	57	56	56	55	55	55	54	53	51	49	47	45	44	43	900	870
下限	49	48	47	46	45	43	41	39	35	31	29	28	27	26	26		

SNC 415H



SNC 631H

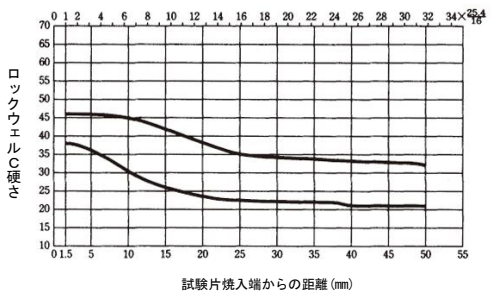


JIS

SNC 815H

焼入端からの距離とその硬さ																熱処理温度(℃)	
硬さHRC ＼ mm	1.5	3	5	7	9	11	13	15	20	25	30	35	40	45	50	焼ならし	焼入れ
上限	46	46	46	46	45	44	43	41	38	35	34	34	33	33	32	925	845
下限	38	37	36	34	31	29	27	26	24	22	22	22	21	21	21		

SNC 815H



JIS

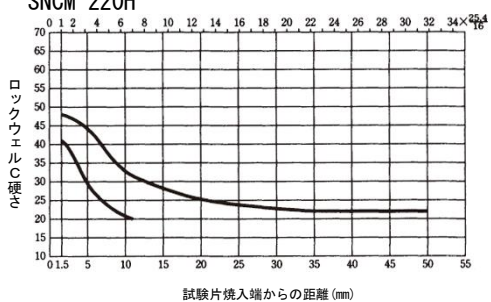
SNCM 220H

焼入端からの距離とその硬さ																熱処理温度(℃)	
硬さHRC ＼ mm	1.5	3	5	7	9	11	13	15	20	25	30	35	40	45	50	焼ならし	焼入れ
上限	48	47	44	40	35	32	30	29	26	24	23	23	23	22	22	925	925
下限	41	37	30	25	22	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—		

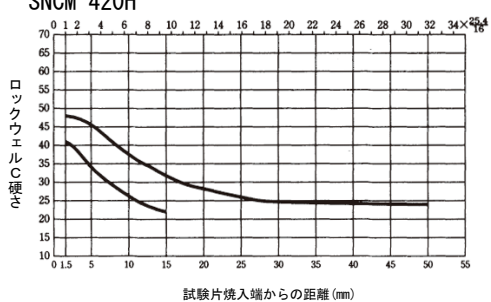
SNCM 420H

焼入端からの距離とその硬さ																熱処理温度(℃)	
硬さHRC ＼ mm	1.5	3	5	7	9	11	13	15	20	25	30	35	40	45	50	焼ならし	焼入れ
上限	48	47	46	42	39	36	34	32	29	26	25	24	24	24	24	925	925
下限	41	38	34	30	27	25	23	22	—	—	—	—	—	—	—		

SNCM 220H

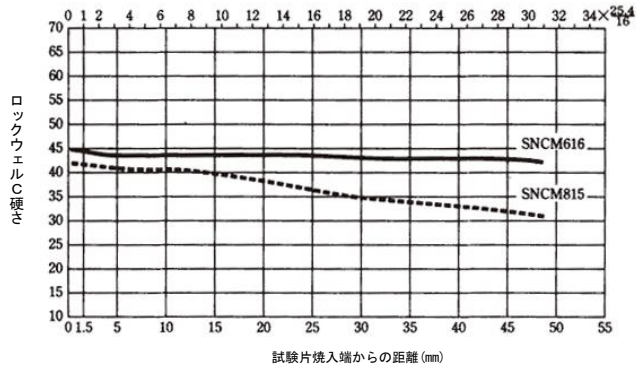


SNCM 420H



（参考）

SNCM 616、SNCM 815



JASO

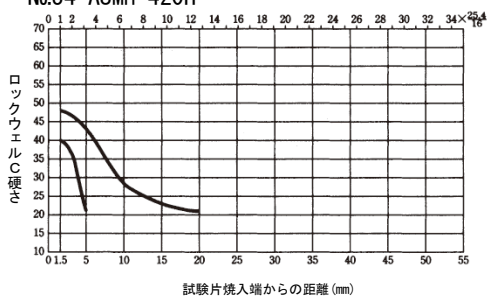
No.34 ASMn 420H

焼入端からの距離とその硬さ															
硬さHRC ＼ mm	1.5	3	5	7	9	11	13	15	20	25	30	35	40	45	50
上限	48	46	42	36	30	27	25	24	21	—	—	—	—	—	—
下限	40	33	21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

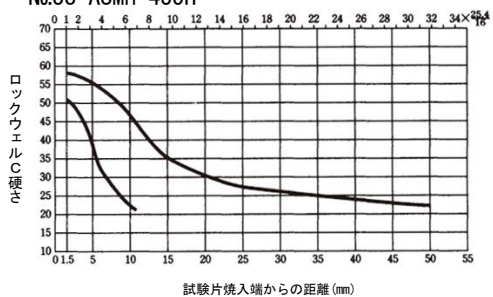
No.38 ASMn 435H

焼入端からの距離とその硬さ															
硬さHRC ＼ mm	1.5	3	5	7	9	11	13	15	20	25	30	35	40	45	50
上限	58	57	55	52	48	43	38	35	30	28	26	25	24	23	22
下限	51	47	37	29	24	21	—	—	—	—	—	—	—	—	—

No.34 ASMn 420H



No.38 ASMn 435H



JASO

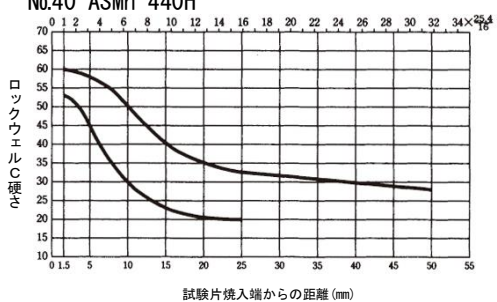
No.40 ASMn 440H

焼入端からの距離とその硬さ															
硬さHRC ＼ mm	1.5	3	5	7	9	11	13	15	20	25	30	35	40	45	50
上限	60	59	58	55	52	48	43	40	35	33	32	31	30	29	28
下限	53	50	45	37	32	28	25	23	21	20	—	—	—	—	—

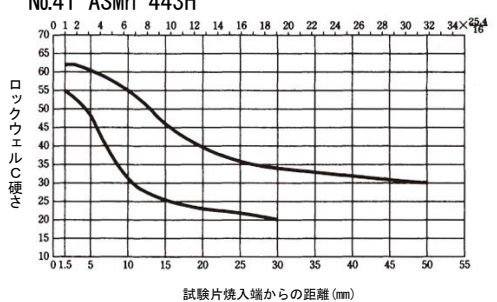
No.41 ASMn 443H

焼入端からの距離とその硬さ															
硬さHRC ＼ mm	1.5	3	5	7	9	11	13	15	20	25	30	35	40	45	50
上限	62	62	61	59	57	54	50	46	39	36	34	33	32	31	30
下限	55	53	49	39	33	29	27	26	23	22	20	—	—	—	—

No.40 ASMn 440H



No.41 ASMn 443H



JASO

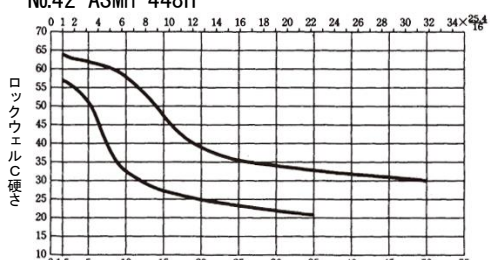
No.42 ASMn 448H

焼入端からの距離とその硬さ															
硬さHRC ＼ mm	1.5	3	5	7	9	11	13	15	20	25	30	35	40	45	50
上限	64	63	62	61	59	56	52	47	39	36	34	33	32	31	30
下限	57	55	51	41	35	31	29	28	25	24	22	21	—	—	—

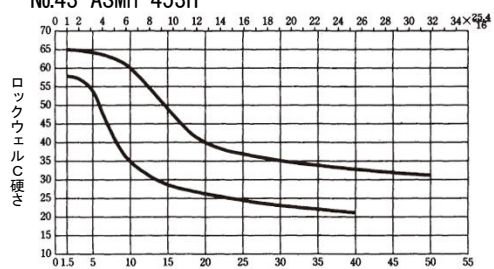
No.43 ASMn 453H

焼入端からの距離とその硬さ															
硬さHRC ＼ mm	1.5	3	5	7	9	11	13	15	20	25	30	35	40	45	50
上限	65	65	64	63	61	58	53	48	40	37	35	34	33	32	31
下限	58	57	53	43	37	33	30	29	26	25	23	22	21	—	—

No.42 ASMn 448H



No.43 ASMn 453H



JASO

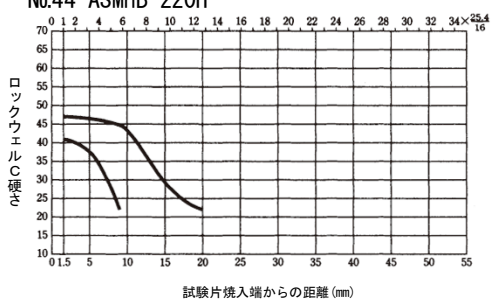
No.44 ASMnB 220H

焼入端からの距離とその硬さ															
硬さHRC ＼ mm	1.5	3	5	7	9	11	13	15	20	25	30	35	40	45	50
上限	47	47	47	46	45	40	34	29	22	—	—	—	—	—	—
下限	41	40	37	30	22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

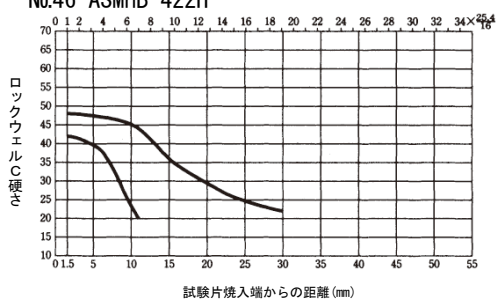
No.46 ASMnB 422H

焼入端からの距離とその硬さ															
硬さHRC ＼ mm	1.5	3	5	7	9	11	13	15	20	25	30	35	40	45	50
上限	48	48	48	47	46	44	40	36	29	25	22	—	—	—	—
下限	42	41	39	35	27	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—

No.44 ASMnB 220H



No.46 ASMnB 422H



JASO

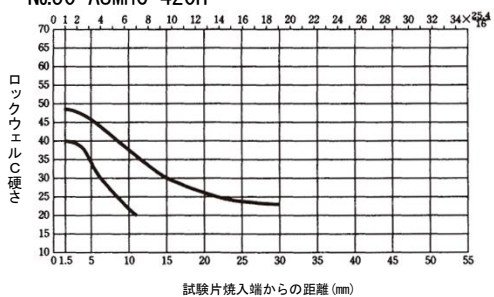
No.50 ASMnC 420H

焼入端からの距離とその硬さ															
硬さHRC ＼ mm	1.5	3	5	7	9	11	13	15	20	25	30	35	40	45	50
上限	48	48	45	41	37	33	31	29	26	24	23	—	—	—	—
下限	40	39	33	27	23	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—

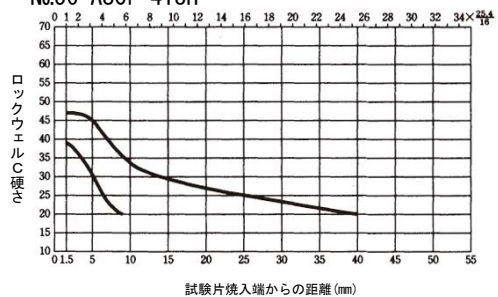
No.56 ASCr 418H

焼入端からの距離とその硬さ															
硬さHRC ＼ mm	1.5	3	5	7	9	11	13	15	20	25	30	35	40	45	50
上限	47	47	44	39	35	32	30	29	27	25	23	21	20	—	—
下限	39	36	29	23	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

No.50 ASMnC 420H



No.56 ASCr 418H



JASO

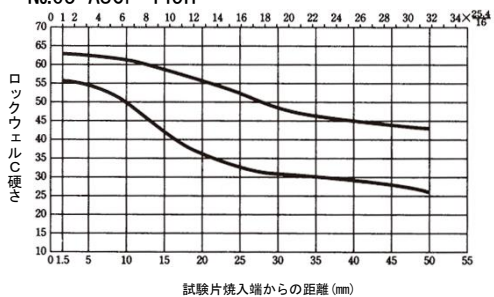
No.63 ASCr 445H

焼入端からの距離とその硬さ															
硬さHRC ＼ mm	1.5	3	5	7	9	11	13	15	20	25	30	35	40	45	50
上限	63	63	62	62	61	60	60	59	56	52	48	47	45	44	43
下限	56	56	55	53	52	49	46	43	37	33	32	30	29	28	26

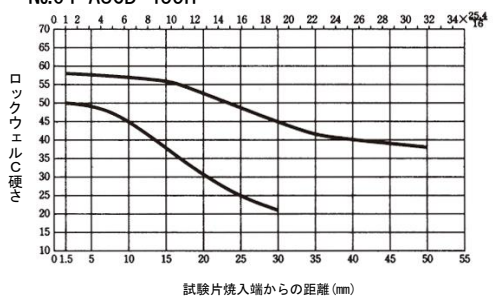
No.64 ASCB 435H

焼入端からの距離とその硬さ															
硬さHRC ＼ mm	1.5	3	5	7	9	11	13	15	20	25	30	35	40	45	50
上限	58	58	58	57	57	57	56	56	53	49	45	42	40	39	38
下限	50	50	49	48	46	43	41	38	31	25	21	—	—	—	—

No.63 ASCr 445H



No.64 ASCB 435H



JASO

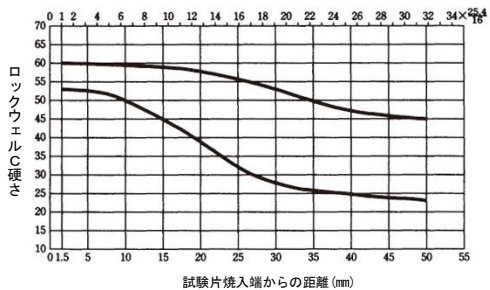
No.65 ASCB 440H

焼入端からの距離とその硬さ															
硬さHRC ＼ mm	1.5	3	5	7	9	11	13	15	20	25	30	35	40	45	50
上限	60	60	60	60	60	60	59	59	58	56	53	50	48	46	45
下限	53	53	53	52	51	49	47	45	39	32	28	26	25	24	23

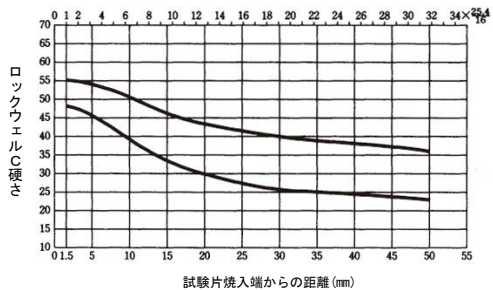
No.77 ASCM 430H

焼入端からの距離とその硬さ															
硬さHRC ＼ mm	1.5	3	5	7	9	11	13	15	20	25	30	35	40	45	50
上限	55	55	54	53	52	50	48	46	43	41	40	39	38	37	36
下限	48	47	45	43	40	38	35	33	30	28	26	25	24	24	23

No.65 ASCB 440H



No.77 ASCM 430H



機械構造用炭素鋼鋼材

(参考)炭素量区分による標準機械的性質と質量効果

区分	記号	主要化学成分(%)					熱処理(℃)			
		C	Si	Mn	P	S	焼ならし (N)	焼なまし (A)	焼入れ (H)	焼戻し (H)
0.05C ～ 0.15C	S10C	0.08～0.13	0.15～0.35	0.30～0.60	0.030以下	0.035以下	900～950 空冷	約900 炉冷	—	—
	S09CK	0.07～0.12	0.10～0.35	0.30～0.60	0.025以下	0.025以下	900～950 空冷	約900 炉冷	1次800～920 油(水)冷 2次750～800 水冷	150～200 空冷
0.10C ～ 0.20C	S12C S15C	0.10～0.15 0.13～0.18	0.15～0.35	0.30～0.60	0.030以下	0.035以下	880～930 空冷	約880 炉冷	—	—
	S15CK	0.13～0.18	0.15～0.35	0.30～0.60	0.025以下	0.025以下	880～930 空冷	約880 炉冷	1次870～920 油(水)冷 2次750～800 水冷	150～200 空冷
0.15C ～ 0.25C	S17C S20C	0.15～0.20 0.18～0.23	0.15～0.35	0.30～0.60	0.030以下	0.035以下	870～920 空冷	約860 炉冷	—	—
	S20CK	0.18～0.23	0.15～0.35	0.30～0.60	0.025以下	0.025以下	870～920 空冷	約860 炉冷	1次870～920 油(水)冷 2次750～800 水冷	150～200 空冷
0.20C ～ 0.30C	S22C S25C	0.20～0.25 0.22～0.28	0.15～0.35	0.30～0.60	0.030以下	0.035以下	860～910 空冷	約850 炉冷	—	—
0.25C ～ 0.35C	S28C S30C	0.25～0.31 0.27～0.33	0.15～0.35	0.60～0.90	0.030以下	0.035以下	850～900 空冷	約840 炉冷	850～900 水冷	550～650 急冷

記号	機械的性質							
	熱処理	降伏点 N/mm²	引張強さ N/mm²	伸び %	絞り %	シャルピー衝撃値 J/cm²	硬さ HB	有効直径 mm
S10C	N	205以上	301以上	33以上	—	—	109～156	—
	A	—	—	—	—	—	109～149	—
S09CK	A	—	—	—	—	—	107～149	—
	H	245以上	390以上	23以上	55以上	137以上	121～179	—
S12C S15C	N	235以上	370以上	30以上	—	—	111～167	—
	A	—	—	—	—	—	111～149	—
S15CK	A	—	—	—	—	—	111～149	—
	H	345以上	490以上	20以上	50以上	118以上	143～235	—
S17C S20C	N	245以上	400以上	28以上	—	—	116～174	—
	A	—	—	—	—	—	114～153	—
S20CK	A	—	—	—	—	—	114～153	—
	H	390以上	540以上	18以上	45以上	98以上	159～241	—
S22C S25C	N	265以上	440以上	27以上	—	—	123～183	—
	A	—	—	—	—	—	121～156	—
S28C S30C	N	285以上	470以上	25以上	—	—	137～197	—
	A	—	—	—	—	—	126～156	—
	H	335以上	540以上	23以上	57以上	108以上	152～212	30

備考　機械的性質の数値は、表に示す熱処理温度範囲内の適当な温度で熱処理を行った場合の各鋼種の標準試験片についてのものである。

機械構造用炭素鋼鋼材

(参考)炭素量区分による機械的性質と質量効果（つづき）

区分	記号	主要化学成分(%)					熱処理(℃)			
		C	Si	Mn	P	S	焼ならし (N)	焼なまし (A)	焼入れ (H)	焼戻し (H)
0.30C ～ 0.40C	S33C S35C	0.30～0.36 0.32～0.38	0.15～0.35	0.60～0.90	0.030以下	0.035以下	840～890 空冷	約830 炉冷	840～890 水冷	550～650 急冷
0.35C ～ 0.45C	S38C S40C	0.35～0.41 0.37～0.43	0.15～0.35	0.60～0.90	0.030以下	0.035以下	830～880 空冷	820 炉冷	830～880 水冷	550～650 急冷
0.40C ～ 0.50C	S43C S45C	0.40～0.46 0.42～0.48	0.15～0.35	0.60～0.90	0.030以下	0.035以下	820～870 空冷	約810 炉冷	820～870 水冷	550～650 急冷
0.45C ～ 0.55C	S48C S50C	0.45～0.51 0.47～0.53	0.15～0.35	0.60～0.90	0.030以下	0.035以下	810～860 空冷	約800 炉冷	810～860 水冷	550～650 急冷
0.50C ～ 0.60C	S53C S55C	0.50～0.56 0.52～0.58	0.15～0.35	0.60～0.90	0.030以下	0.035以下	800～850 空冷	約790 炉冷	800～850 水冷	550～650 急冷
0.55C ～ 0.65C	S58C	0.55～0.61	0.15～0.35	0.60～0.90	0.030以下	0.035以下	800～850 空冷	約790 炉冷	800～850 水冷	550～650 急冷

記号	機械的性質							
	熱処理	降伏点 N/mm²	引張強さ N/mm²	伸び %	絞り %	シャルピー衝撃値 J/cm²	硬さ HB	有効直径 mm
S33C S35C	N	305以上	510以上	23以上	—	—	149～207	—
	A	—	—	—	—	—	126～163	—
	H	390以上	570以上	22以上	55以上	98以上	167～235	32
S38C S40C	N	325以上	540以上	22以上	—	—	156～217	—
	A	—	—	—	—	—	131～163	—
	H	440以上	610以上	20以上	50以上	88以上	179～255	35
S43C S45C	N	345以上	570以上	20以上	—	—	167～229	—
	A	—	—	—	—	—	137～170	—
	H	490以上	690以上	17以上	45以上	78以上	201～269	37
S48C S50C	N	365以上	610以上	18以上	—	—	179～235	—
	A	—	—	—	—	—	143～187	—
	H	540以上	740以上	15以上	40以上	69以上	212～277	40
S53C S55C	N	390以上	650以上	15以上	—	—	183～255	—
	A	—	—	—	—	—	149～192	—
	H	590以上	780以上	14以上	35以上		229～285	42
S58C	N	390以上	650以上	15以上	—	—	183～255	—
	A	—	—	—	—	—	149～192	—
	H	590以上	780以上	14以上	35以上	59以上	229～285	42

備考　機械的性質の数値は、表に示す熱処理温度範囲内の適当な温度で熱処理を行った場合の各鋼種の標準試験片についてのものである。

炭素鋼鍛鋼品　JIS G 3201 (1988)

化学成分(%)				
C	Si	Mn	P	S
0.60以下	0.15～0.50	0.30～1.20	0.030以下	0.035以下

焼なまし焼ならし又は、焼ならし焼戻しの機械的性質

種類記号	引張強さ N/mm²	降伏点 N/mm²	伸び % 14A号試験片		絞り %		硬さ(1)
			軸方向	切線方向	軸方向	切線方向	HB
SF340A	340～440	175 以上	27 以上	23 以上	50 以上	38 以上	90 以上
SF390A	390～490	195 以上	25 以上	21 以上	45 以上	35 以上	105 以上
SF440A	440～540	225 以上	24 以上	19 以上	45 以上	35 以上	121 以上
SF490A	490～590	245 以上	22 以上	17 以上	40 以上	30 以上	134 以上
SF540A	540～640	275 以上	20 以上	16 以上	35 以上	26 以上	152 以上
SF590A	590～690	295 以上	18 以上	14 以上	35 以上	26 以上	167 以上

(注)　(1) 同一ロットの鍛鋼品の硬さのばらつきはHB30以下とし、１個の鍛鋼品の硬さのばらつきはHB30以下とする。

焼入焼戻しの機械的性質

種類 記号	熱処理時の供試部の直径、厚さ又は軸方向の長さ mm	引張強さ(1) N/mm²	降伏点 N/mm²	伸び　% 14A号試験片		絞り %		シャルピー衝撃値 J/cm² 3号試験片		硬さ(2) HB
				軸方向	切線方向	軸方向	切線方向	軸方向	切線方向	
SF540B	100未満	540～690	335以上	21以上	17以上	45以上	36以上	59以上	39以上	152以上
	100以上250未満		315以上	21以上	17以上	43以上	34以上	59以上	39以上	
	250以上400未満		295以上	20以上	16以上	40以上	32以上	49以上	34以上	
SF590B	100未満	590～740	360以上	19以上	15以上	43以上	34以上	49以上	34以上	167以上
	100以上250未満		335以上	19以上	14以上	40以上	32以上	49以上	34以上	
	250以上400未満		325以上	18以上	14以上	38以上	30以上	39以上	29以上	
SF640B	100未満	640～780	390以上	16以上	11以上	40以上	32以上	39以上	29以上	183以上
	100以上250未満		360以上	16以上	11以上	38以上	30以上	39以上	29以上	
	250以上400未満		345以上	15以上	10以上	35以上	28以上	29以上	25以上	

（注）　(1)　１個の鍛鋼品の引張強さのばらつきは100N/mm²以下とする。
　　(2)　同一ロットの鍛鋼品の硬さのばらつきはHB50以下とし、１個の鍛鋼品の硬さのばらつきはHB30以下とする。

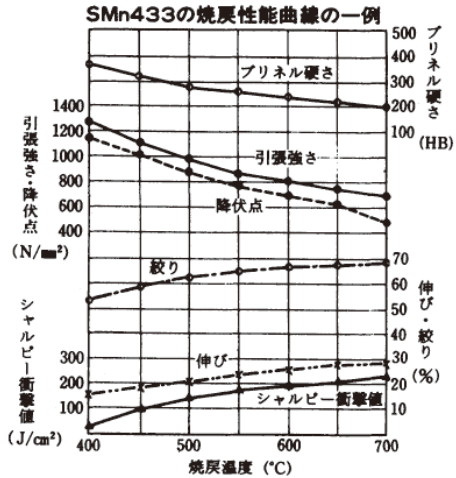
機械構造用マンガン鋼鋼材及び、マンガンクロム鋼鋼材　JIS G 4053 (2016)

種類記号	化学成分(%)					
	C	Si	Mn	P	S	Cr
SMn 420	0.17～0.23	0.15～0.35	1.20～1.50	0.030以下	0.030以下	－
SMn 433	0.30～0.36	0.15～0.35	1.20～1.50	0.030以下	0.030以下	－
SMn 438	0.35～0.41	0.15～0.35	1.35～1.65	0.030以下	0.030以下	－
SMn 443	0.40～0.46	0.15～0.35	1.35～1.65	0.030以下	0.030以下	－
SMnC 420	0.17～0.23	0.15～0.35	1.20～1.50	0.030以下	0.030以下	0.35～0.70
SMnC 443	0.40～0.46	0.15～0.35	1.35～1.65	0.030以下	0.030以下	0.35～0.70

備考　各種とも不純物としてNi0.25%、Cu0.30%を超えてはならない。
　　又、SMn420、SMn433、SMn438及びSMn443は、Cr0.35%を超えてはならない。

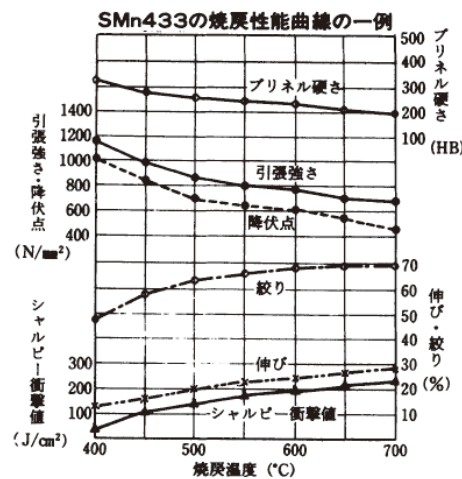
（参考）機械的性質

種類記号	熱処理 ℃		引張試験　(4号試験片)				衝撃試験 (Uノッチ試験片)	硬さ試験
	焼入れ	焼戻し	降伏点 N/mm^2	引張強さ N/mm^2	伸び %	絞り %	衝撃値 (シャルピー) J/cm^2	硬さ HB
SMn 420	1次 850～900油冷 2次 780～830油冷	150～200 空冷	－	690以上	14以上	30以上	49以上	201～311
SMn 433	830～880水冷	550～650 急冷	540以上	690以上	20以上	55以上	98以上	201～277
SMn 438	830～880油冷	550～650 急冷	590以上	740以上	18以上	50以上	78以上	212～285
SMn 443	830～880油冷	550～650 急冷	635以上	780以上	17以上	45以上	78以上	229～302
SMnC 420	1次 850～900油冷 2次 780～830油冷	150～200 空冷	－	830以上	13以上	30以上	49以上	235～321
SMnC 443	830～880油冷	550～650 急冷	785以上	930以上	13以上	40以上	49以上	269～321



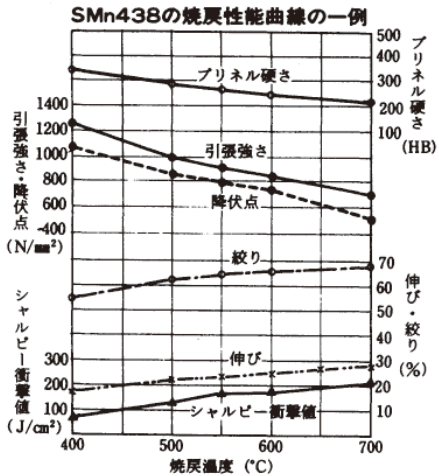
化学成分(%)
C 0.33
Mn 1.50

焼入れ850℃ ×1hr 水冷
焼戻各温度×2hr 油冷



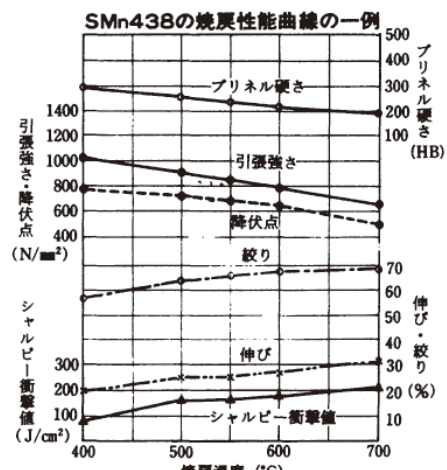
化学成分(%)
C 0.33
Mn 1.50

焼入れ850℃ ×1hr 油冷
焼戻各温度×2hr 油冷



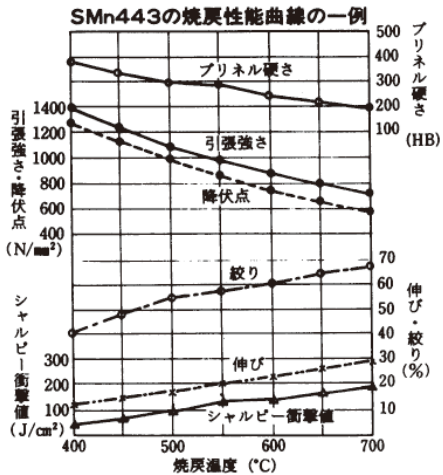
化学成分(%)
C 0.37
Mn 1.49

焼入れ880℃×1hr 水冷
焼戻各温度×2hr 空冷



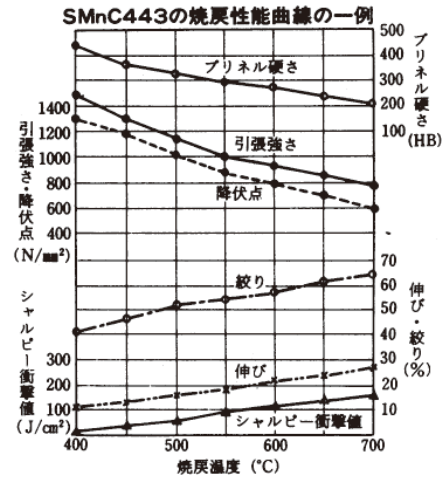
化学成分(%)
C 0.37
Mn 1.49

焼入れ880℃×1hr 油冷
焼戻各温度×2hr 空冷



化学成分(%)
C 0.42
Mn 1.56

焼入れ850℃×1hr 油冷
焼戻各温度×2hr 水冷



化学成分(%)
C 0.40
Mn 1.44

焼入れ850℃×1hr 油冷
焼戻各温度×2hr 油冷

クロム鋼鋼材　JIS G 4053 (2016)

種類記号	化学成分(%)					
	C	Si	Mn	P	S	Cr
SCr 415	0.13～0.18	0.15～0.35	0.60～0.90	0.030以下	0.030以下	0.90～1.20
SCr 420	0.18～0.23	0.15～0.35	0.60～0.90	0.030以下	0.030以下	0.90～1.20
SCr 430	0.28～0.33	0.15～0.35	0.60～0.90	0.030以下	0.030以下	0.90～1.20
SCr 435	0.33～0.38	0.15～0.35	0.60～0.90	0.030以下	0.030以下	0.90～1.20
SCr 440	0.38～0.43	0.15～0.35	0.60～0.90	0.030以下	0.030以下	0.90～1.20
SCr 445	0.43～0.48	0.15～0.35	0.60～0.90	0.030以下	0.030以下	0.90～1.20

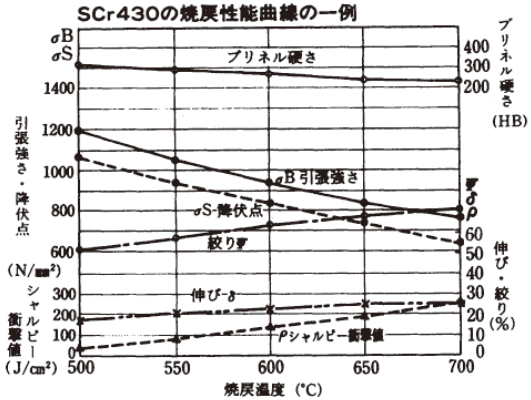
備考　各種とも不純物としてNi0.25%、Cu0.30%を超えてはならない。

（参考）機械的性質

種類記号	*焼なまし		熱処理(℃)		引張試験(4号試験片)				衝撃試験(Uノッチ試験片)	硬さ試験
	温度(℃)	硬さHB	焼入れ	焼戻し	降伏点 N/mm²	引張強さ N/mm²	伸び %	絞り %	衝撃値(シャルピー) J/cm²	硬さHB
SCr 415	約850 炉冷	156～197	1次 850～900 油冷 2次 800～850 油冷(水冷)又は925保持後 850～900 油冷	150～200 空冷	—	780以上	15以上	40以上	59以上	217～302
SCr 420	約850 炉冷	163～207	1次 850～900 油冷 2次 800～850 又は925保持後 850～900 油冷	150～200 空冷	—	830以上	14以上	35以上	49以上	235～321
SCr 430	約830 炉冷	170～207	830～880 油冷	520～620 急冷	635以上	780以上	18以上	55以上	88以上	229～293
SCr 435	約830 炉冷	174～212	830～880 油冷	520～620 急冷	735以上	880以上	15以上	50以上	69以上	255～321
SCr 440	約830 炉冷	179～217	830～880 油冷	520～620 急冷	785以上	930以上	13以上	45以上	59以上	269～331
SCr 445	約830 炉冷	179～217	830～880 油冷	520～620 急冷	835以上	980以上	12以上	40以上	49以上	285～352

(* 参考値)

SCr430の焼戻性能曲線の一例

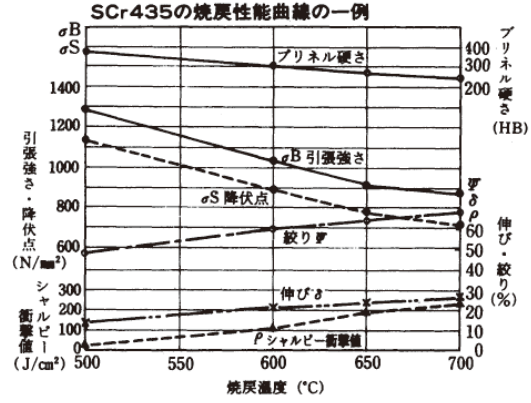


化学成分(%)

C	0.30
Si	0.23
Mn	0.75
Cr	1.03

焼入れ850℃ 油冷
焼戻し　　水冷

SCr435の焼戻性能曲線の一例

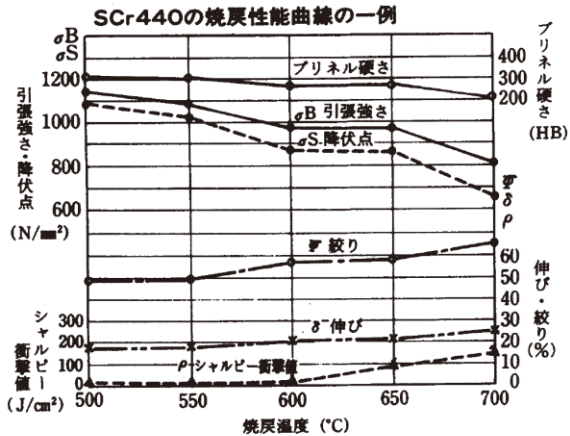


化学成分(%)

C	0.36
Si	0.10
Mn	0.70
Cr	1.02

焼入れ850℃ 油冷
焼戻し　　水冷

SCr440の焼戻性能曲線の一例

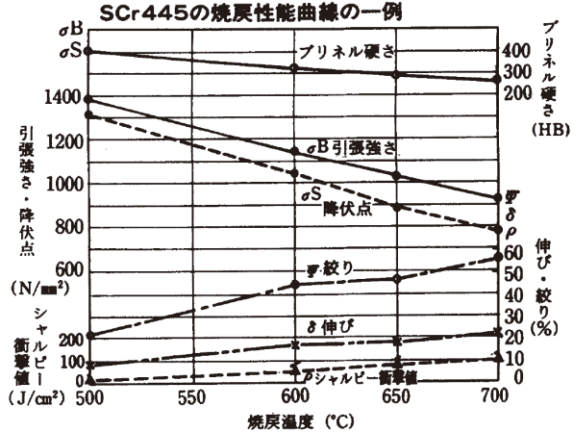


化学成分(%)

C	0.38
Si	0.24
Mn	0.96
Cr	0.97

焼入れ870℃ 油冷
焼戻し　　水冷

SCr445の焼戻性能曲線の一例



化学成分(%)

C	0.44
Si	0.28
Mn	0.74
Cr	1.06

焼入れ880℃ 油冷
焼戻し　　水冷

クロムモリブデン鋼鋼材　JIS G 4053 (2016)

種類記号	化学成分(%)						
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
SCM 415	0.13 ～ 0.18	0.15 ～ 0.35	0.60 ～ 0.90	0.030 以下	0.030 以下	0.90 ～ 1.20	0.15 ～ 0.25
SCM 418	0.16 ～ 0.21	0.15 ～ 0.35	0.60 ～ 0.90	0.030 以下	0.030 以下	0.90 ～ 1.20	0.15 ～ 0.25
SCM 420	0.18 ～ 0.23	0.15 ～ 0.35	0.60 ～ 0.90	0.030 以下	0.030 以下	0.90 ～ 1.20	0.15 ～ 0.25
SCM 421	0.17 ～ 0.23	0.15 ～ 0.35	0.70 ～ 1.00	0.030 以下	0.030 以下	0.90 ～ 1.20	0.15 ～ 0.25
SCM 425	0.23 ～ 0.28	0.15 ～ 0.35	0.60 ～ 0.90	0.030 以下	0.030 以下	0.90 ～ 1.20	0.15 ～ 0.30
SCM 430	0.28 ～ 0.33	0.15 ～ 0.35	0.60 ～ 0.90	0.030 以下	0.030 以下	0.90 ～ 1.20	0.15 ～ 0.30
SCM 432	0.27 ～ 0.37	0.15 ～ 0.35	0.30 ～ 0.60	0.030 以下	0.030 以下	1.00 ～ 1.50	0.15 ～ 0.30
SCM 435	0.33 ～ 0.38	0.15 ～ 0.35	0.60 ～ 0.90	0.030 以下	0.030 以下	0.90 ～ 1.20	0.15 ～ 0.30
SCM 440	0.38 ～ 0.43	0.15 ～ 0.35	0.60 ～ 0.90	0.030 以下	0.030 以下	0.90 ～ 1.20	0.15 ～ 0.30
SCM 445	0.43 ～ 0.48	0.15 ～ 0.35	0.60 ～ 0.90	0.030 以下	0.030 以下	0.90 ～ 1.20	0.15 ～ 0.30
SCM 822	0.20 ～ 0.25	0.15 ～ 0.35	0.60 ～ 0.90	0.030 以下	0.030 以下	0.90 ～ 1.20	0.35 ～ 0.45

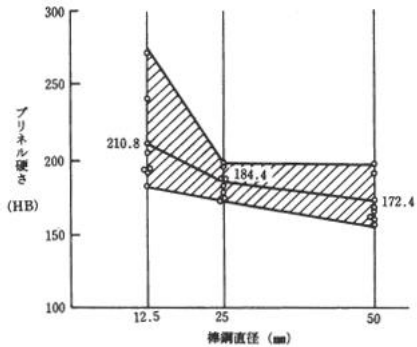
備考　各種とも不純物としてNi0.25%、Cu0.30%を超えてはならない。

（参考）機械的性質

種類記号	*焼なまし		熱処理(℃)		引張試験(4号試験片)				衝撃試験(Uﾉｯﾁ試験片)	硬さ試験
	温度(℃)	硬さ HB	焼入れ	焼戻し	降伏点 N/mm²	引張強さ N/mm²	伸び %	絞り %	衝撃値(シャルピー) J/cm²	硬さ HB
SCM 415	約850 炉冷	163～207	1次 850～900 油冷 2次 800～850 油冷 又は925保持後 850～900 油冷	150～200 空冷	—	830以上	16以上	40以上	69以上	235～321
SCM 418	約850 炉冷	—	1次 850～900 油冷 2次 800～850 油冷 又は925保持後 850～900 油冷	150～200 空冷	—	880以上	15以上	40以上	69以上	248～331
SCM 420	約850 炉冷	170～217	1次 850～900 油冷 2次 800～850 油冷 又は925保持後 850～900 油冷	150～200 空冷	—	930以上	14以上	40以上	59以上	262～352
SCM 421	約850 炉冷	163～212	1次 850～900 油冷 2次 800～850 油冷 又は925保持後 850～900 油冷	150～200 空冷	—	980以上	14以上	35以上	59以上	285～375
SCM 430	約830 炉冷	174～212	830～880 油冷	530～630 急冷	685以上	830以上	18以上	55以上	108以上	241～302
SCM 432	約830 炉冷	174～212	830～880 油冷	530～630 急冷	735以上	880以上	16以上	50以上	88以上	255～321
SCM 435	約830 炉冷	174～212	830～880 油冷	530～630 急冷	785以上	930以上	15以上	50以上	78以上	269～331
SCM 440	約830 炉冷	179～217	830～880 油冷	530～630 急冷	835以上	980以上	12以上	45以上	59以上	285～352
SCM 445	約830 炉冷	179～217	830～880 油冷	530～630 急冷	885以上	1030以上	12以上	40以上	39以上	302～363
SCM 822	約850 炉冷	—	1次 850～900 油冷 2次 800～850 油冷 又は925保持後 850～900 油冷	150～200 空冷	—	1030以上	12以上	30以上	59以上	302～415

(* 参考値)

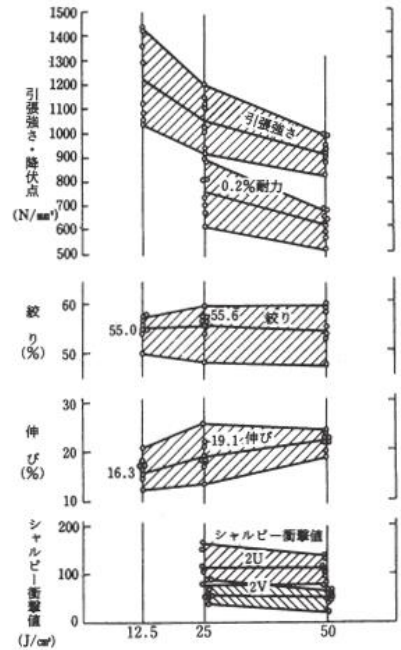
SCM420の焼ならし硬さ



熱処理条件

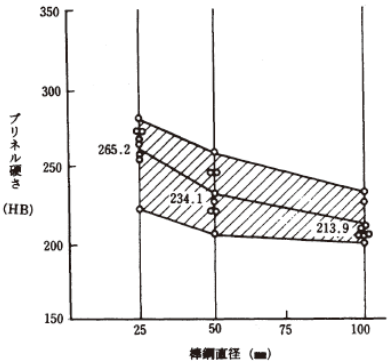
寸法	焼ならし	焼入れ	焼戻し
12.5mm	925℃×15min空冷	炉冷 880℃ 油冷	180℃× 4 hr水冷
25mm	925℃×30min空冷		180℃× 4 hr水冷
50mm	925℃×60min空冷		180℃× 4 hr水冷

SCM420の中心部の機械的性質

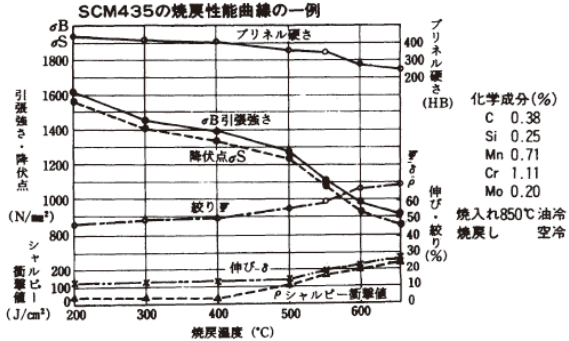


φ12.5は縮小試験片
（＊印はφ8×32、他はφ10×35、φ50はJIS4号）

SCM435の焼ならし硬さ



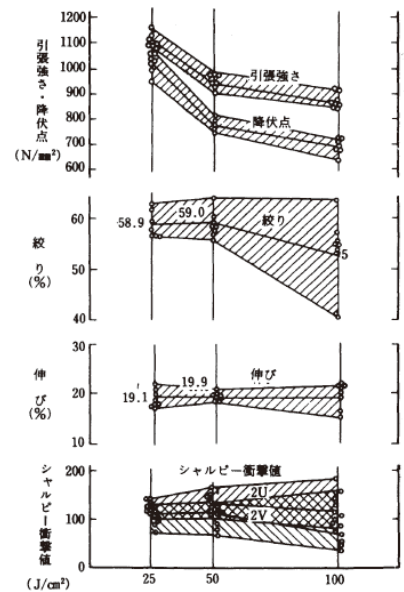
SCM435の焼戻性能曲線の一例

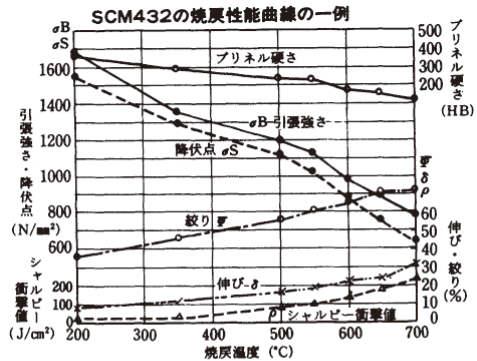


熱処理条件

寸法	焼ならし	焼 入 れ	焼戻し
25㎜	870℃×30min空冷	850℃×30min油冷	550℃×60min水冷
50㎜	870℃×60min空冷	850℃×60min油冷	550℃×120min水冷
100㎜	870℃×120min空冷	850℃×120min油冷	550℃×240min水冷

SCM435の中心部の機械的性質（550℃焼戻し）

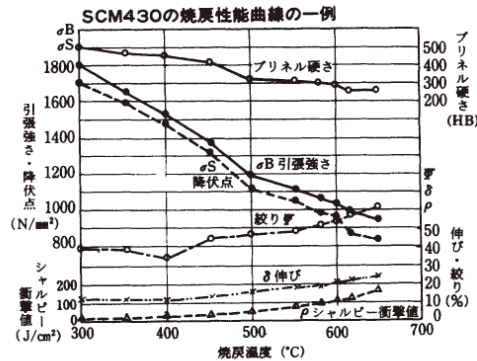




化学成分(%)

C	0.31
Si	0.16
Mn	0.46
Cr	1.02
Mo	0.23

焼入れ850℃ 油冷
焼戻し　　空冷

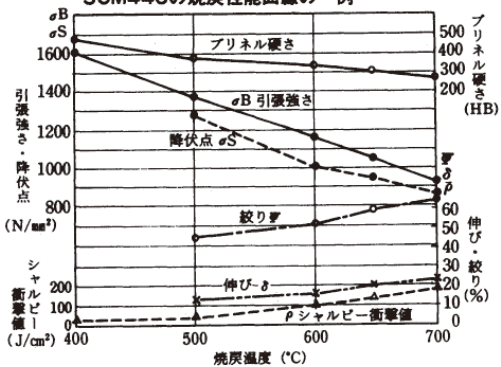


化学成分(%)

C	0.30
Si	0.17
Mn	0.80
Cr	1.11
Mo	0.20

焼入れ850℃ 油冷
焼戻し　　空冷

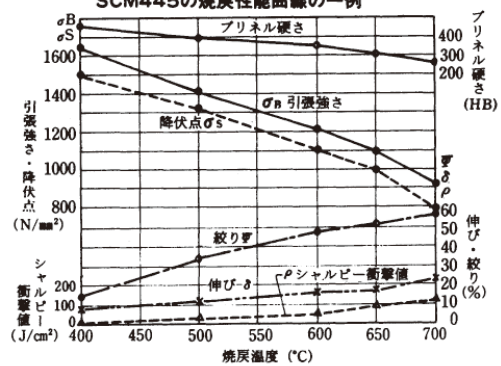
SCM440の焼戻性能曲線の一例



化学成分(%)
C 0.39
Si 0.32
Mn 0.71
Cr 0.99
Mo 0.24

焼入れ850℃ 油冷
焼戻し 空冷

SCM445の焼戻性能曲線の一例



化学成分(%)
C 0.47
Si 0.17
Mn 0.80
Cr 1.24
Mo 0.31

焼入れ850℃ 油冷
焼戻し 空冷

ニッケルクロム鋼鋼材　JIS G 4053 (2016)

種類記号	化学成分(%)						
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr
SNC 236	0.32 ～ 0.40	0.15 ～ 0.35	0.50 ～ 0.80	0.030 以下	0.030 以下	1.00 ～ 1.50	0.50 ～ 0.90
SNC 415	0.12 ～ 0.18	0.15 ～ 0.35	0.35 ～ 0.65	0.030 以下	0.030 以下	2.00 ～ 2.50	0.20 ～ 0.50
SNC 631	0.27 ～ 0.35	0.15 ～ 0.35	0.35 ～ 0.65	0.030 以下	0.030 以下	2.50 ～ 3.00	0.60 ～ 1.00
SNC 815	0.12 ～ 0.18	0.15 ～ 0.35	0.35 ～ 0.65	0.030 以下	0.030 以下	3.00 ～ 3.50	0.60 ～ 1.00
SNC 836	0.32 ～ 0.40	0.15 ～ 0.35	0.35 ～ 0.65	0.030 以下	0.030 以下	3.00 ～ 3.50	0.60 ～ 1.00

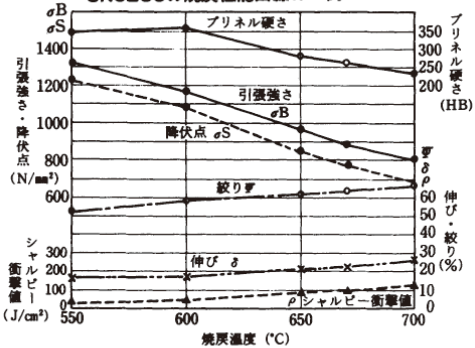
備考　各種とも不純物としてCu0.30%を超えてはならない。

（参考）機械的性質

種類記号	*焼なまし		熱処理(℃)		引張試験(4号試験片)				衝撃試験 (Uノッチ試験片)	硬さ試験
	温度(℃)	硬さ HB	焼入れ	焼戻し	降伏点 N/mm²	引張強さ N/mm²	伸び %	絞り %	衝撃値 (シャルピー) J/cm²	硬さ HB
SNC 236	約820 炉冷	174～212	820～880 油冷	550～650 急冷	590以上	740以上	22以上	50以上	118以上	217～277
SNC 415	約850 炉冷	156～197	1次 850～900 油冷 2次 740～790 水冷 又は(780～830 油冷)	150～200 空冷	—	780以上	17以上	45以上	88以上	235～341
SNC 631	約820 炉冷	183～223	820～880 油冷	550～650 急冷	685以上	830以上	18以上	50以上	118以上	248～302
SNC 815	約850 炉冷	170～217	1次 830～880 油冷 2次 750～800 油冷	150～200 空冷	—	980以上	12以上	45以上	78以上	285～388
SNC 836	約820 炉冷	192～229	820～880 油冷	550～650 急冷	785以上	930以上	15以上	45以上	78以上	269～321

(* 参考値)

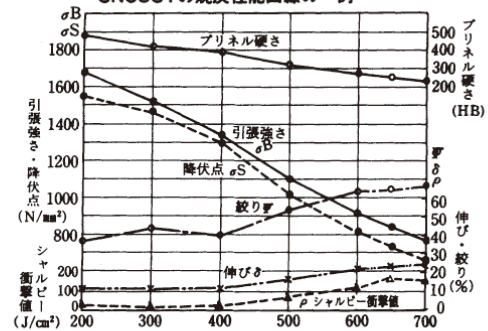
SNC236の焼戻性能曲線の一例



化学成分(%)
C 0.33
Si 0.30
Mn 0.56
Ni 1.04
Cr 0.66

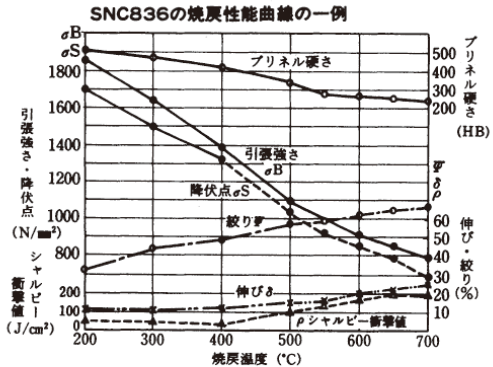
焼入れ850℃ 油冷
焼戻し 水冷

SNC631の焼戻性能曲線の一例



化学成分(%)
C 0.30
Si 0.25
Mn 0.37
Ni 2.76
Cr 0.75

焼入れ850℃ 油冷
焼戻し 水冷



化学成分(%)

C	0.32
Si	0.28
Mn	0.40
Ni	3.42
Cr	1.06

焼入れ850℃ 油冷
焼戻し　　水冷

ニッケルクロムモリブデン鋼鋼材　JIS G 4053 (2016)

種類記号	化学成分(%)							
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo
SNCM 220	0.17 ～ 0.23	0.15 ～ 0.35	0.60 ～ 0.90	0.030 以下	0.030 以下	0.40 ～ 0.70	0.40 ～ 0.60	0.15 ～ 0.25
SNCM 240	0.38 ～ 0.43	0.15 ～ 0.35	0.70 ～ 1.00	0.030 以下	0.030 以下	0.40 ～ 0.70	0.40 ～ 0.60	0.15 ～ 0.30
SNCM 415	0.12 ～ 0.18	0.15 ～ 0.35	0.40 ～ 0.70	0.030 以下	0.030 以下	1.60 ～ 2.00	0.40 ～ 0.60	0.15 ～ 0.30
SNCM 420	0.17 ～ 0.23	0.15 ～ 0.35	0.40 ～ 0.70	0.030 以下	0.030 以下	1.60 ～ 2.00	0.40 ～ 0.60	0.15 ～ 0.30
SNCM 431	0.27 ～ 0.35	0.15 ～ 0.35	0.60 ～ 0.90	0.030 以下	0.030 以下	1.60 ～ 2.00	0.60 ～ 1.00	0.15 ～ 0.30
SNCM 439	0.36 ～ 0.43	0.15 ～ 0.35	0.60 ～ 0.90	0.030 以下	0.030 以下	1.60 ～ 2.00	0.60 ～ 1.00	0.15 ～ 0.30

備考　各種とも不純物としてCu0.30%を超えてはならない。

（参考）機械的性質

種類記号	*焼なまし		熱処理(℃)		引張試験(4号試験片)				衝撃試験 (Uノッチ試験片)	硬さ試験
	温度(℃)	硬さ HB	焼入れ	焼戻し	降伏点 N/mm²	引張強さ N/mm²	伸び %	絞り %	衝撃値 (シャルピー) J/cm²	硬さ HB
SNCM 220	約850 炉冷	156～197	1次850～900油冷 2次800～850油冷	150～200 空冷	—	830以上	17以上	40以上	59以上	248～341
SNCM 240	約820 炉冷	170～207	820～870 油冷	580～680 急冷	785以上	880以上	17以上	50以上	69以上	255～311
SNCM 415	約850 炉冷	163～212	1次850～900油冷 2次780～830油冷	150～200 空冷	—	880以上	16以上	45以上	69以上	255～341
SNCM 420	約850 炉冷	163～212	1次850～900油冷 2次770～820油冷	150～200 空冷	—	980以上	15以上	40以上	69以上	293～375
SNCM 431	約820 炉冷	187～235	820～870 油冷	580～680 急冷	685以上	830以上	20以上	55以上	98以上	248～302
SNCM 439	約820炉冷又は約670空冷(炉冷)	217～269	820～870 油冷	550～680 急冷	885以上	980以上	16以上	45以上	69以上	293～352

(* 参考値)

ニッケルクロムモリブデン鋼鋼材（つづき）

種類記号	化学成分(%)							
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo
SNCM 447	0.44 ～ 0.50	0.15 ～ 0.35	0.60 ～ 0.90	0.030 以下	0.030 以下	1.60 ～ 2.00	0.60 ～ 1.00	0.15 ～ 0.30
SNCM 616	0.13 ～ 0.20	0.15 ～ 0.35	0.80 ～ 1.20	0.030 以下	0.030 以下	2.80 ～ 3.20	1.40 ～ 1.80	0.40 ～ 0.60
SNCM 625	0.20 ～ 0.30	0.15 ～ 0.35	0.35 ～ 0.60	0.030 以下	0.030 以下	3.00 ～ 3.50	1.00 ～ 1.50	0.15 ～ 0.30
SNCM 630	0.25 ～ 0.35	0.15 ～ 0.35	0.35 ～ 0.60	0.030 以下	0.030 以下	2.50 ～ 3.50	2.60 ～ 3.50	0.50 ～ 0.70
SNCM 815	0.12 ～ 0.18	0.15 ～ 0.35	0.30 ～ 0.60	0.030 以下	0.030 以下	4.00 ～ 4.50	0.70 ～ 1.00	0.15 ～ 0.30

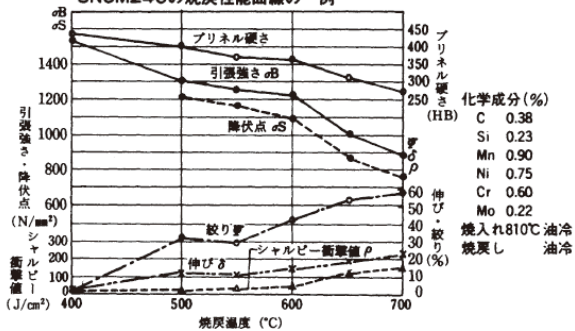
備考　a) SNCM630のMoは、受渡当事者間の協定によって、下限を0.30%としてもよい。

（参考）機械的性質

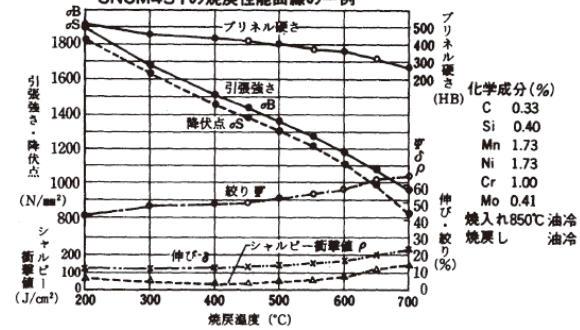
種類記号	*焼なまし		熱処理(℃)		引張試験(4号試験片)				衝撃試験(Uﾉｯﾁ試験片)	硬さ試験
	温度(℃)	硬さ HB	焼入れ	焼戻し	降伏点 N/mm²	引張強さ N/mm²	伸び %	絞り %	衝撃値（シャルピー） J/cm²	硬さ HB
SNCM 447	約820 炉冷又は 約670 空冷(炉冷)	217～269	820～870 油冷	580～680 急冷	930以上	1030以上	14以上	40以上	59以上	302～368
SNCM 616	約670 空冷(炉冷)	235～277	1次850～900空冷（油冷） 2次770～830空冷（油冷）	100～200 空冷	—	1180以上	14以上	40以上	78以上	341～415
SNCM 625	約670 空冷(炉冷)	212～262	820～870 油冷	570～670 急冷	835以上	930以上	18以上	50以上	78以上	269～321
SNCM 630	約670 空冷(炉冷)	212～262	850～950空冷（油冷）	550～650 急冷	885以上	1080以上	15以上	45以上	78以上	302～352
SNCM 815	約650 空冷(炉冷)	222～269	1次830～880油冷 2次750～800油冷	150～200 空冷	—	1080以上	12以上	40以上	69以上	311～375

（* 参考値）

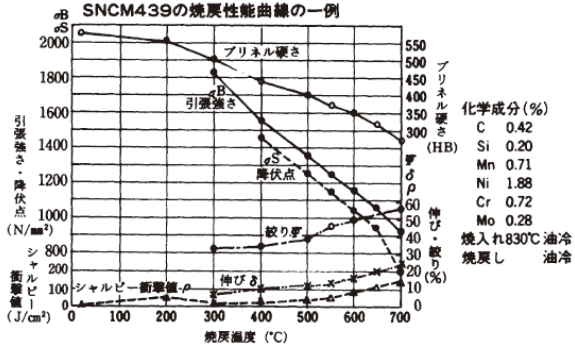
SNCM240の焼戻性能曲線の一例



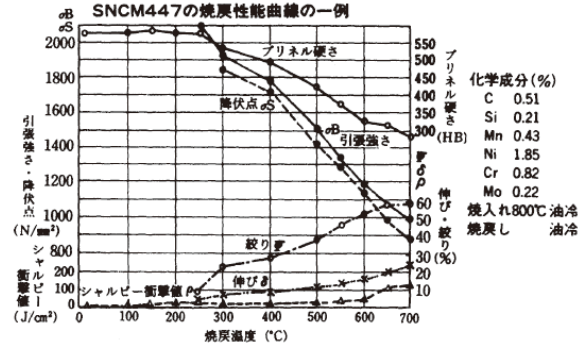
SNCM431の焼戻性能曲線の一例



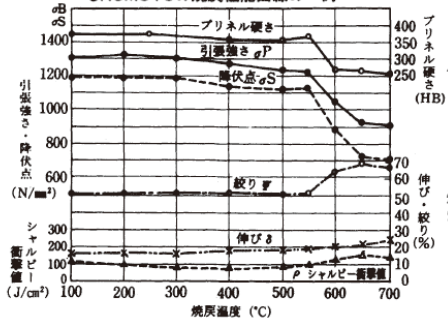
SNCM439の焼戻性能曲線の一例



SNCM447の焼戻性能曲線の一例



SNCM616の焼戻性能曲線の一例

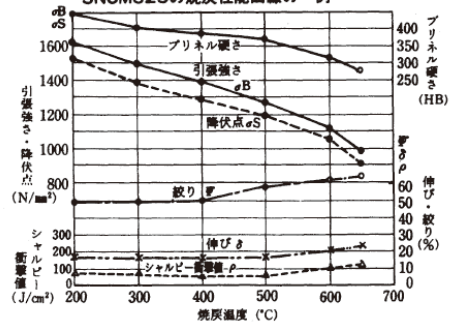


化学成分(%)

C	0.17
Si	0.29
Mn	0.95
Ni	3.04
Cr	1.49
Mo	0.51

焼入れ870℃ 空冷
焼戻し 空冷

SNCM625の焼戻性能曲線の一例

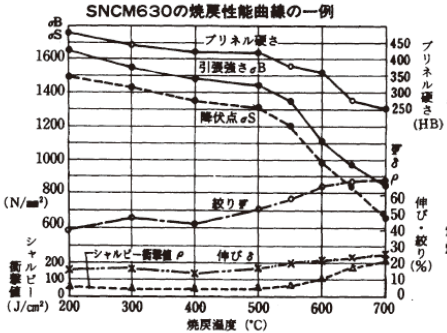


化学成分(%)

C	0.25
Si	0.24
Mn	0.43
Ni	3.29
Cr	1.25
Mo	0.40

焼入れ850℃ 油冷
焼戻し 油冷

SNCM630の焼戻性能曲線の一例



化学成分(%)

C	0.28
Si	0.17
Mn	0.48
Ni	2.90
Cr	2.94
Mo	0.57

焼入れ950℃ 空冷
焼戻し 空冷

機械構造用合金鋼鋼管　JIS G 3441 (2015) 抜粋

種類記号	化学成分(%)						
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
SCr 420TK	0.18～0.23	0.15～0.35	0.60～0.90	0.030以下	0.030以下	0.90～1.20	a)
SCM 415TK	0.13～0.18	0.15～0.35	0.60～0.90	0.030以下	0.030以下	0.90～1.20	0.15～0.25
SCM 418TK	0.16～0.21	0.15～0.35	0.60～0.90	0.030以下	0.030以下	0.90～1.20	0.15～0.25
SCM 420TK	0.18～0.23	0.15～0.35	0.60～0.90	0.030以下	0.030以下	0.90～1.20	0.15～0.25
SCM 430TK	0.28～0.33	0.15～0.35	0.60～0.90	0.030以下	0.030以下	0.90～1.20	0.15～0.30
SCM 435TK	0.33～0.38	0.15～0.35	0.60～0.90	0.030以下	0.030以下	0.90～1.20	0.15～0.30
SCM 440TK	0.38～0.43	0.15～0.35	0.60～0.90	0.030以下	0.030以下	0.90～1.20	0.15～0.30

備考　各鋼種とも不純物としてNi 0.25%、Cu 0.30%を超えてはならない。
a) 必要に応じてMoを添加してよい。ただしMoを添加する場合は、0.15%未満とする。

ボイラ・熱交換器用合金鋼鋼管　JIS G 3462 (2014)

種類記号	化学成分(%)						
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
STBA 12	0.10～0.20	0.10～0.50	0.30～0.80	0.035以下	0.035以下	－	0.45～0.65
STBA 13	0.15～0.25	0.10～0.50	0.30～0.80	0.035以下	0.035以下	－	0.45～0.65
STBA 20	0.10～0.20	0.10～0.50	0.30～0.60	0.035以下	0.035以下	0.50～0.80	0.40～0.65
STBA 22	0.15以下	0.50以下	0.30～0.60	0.035以下	0.035以下	0.80～1.25	0.45～0.65
STBA 23	0.15以下	0.50～1.00	0.30～0.60	0.030以下	0.030以下	1.00～1.50	0.45～0.65
STBA 24	0.15以下	0.50以下	0.30～0.60	0.030以下	0.030以下	1.90～2.60	0.87～1.13
STBA 25	0.15以下	0.50以下	0.30～0.60	0.030以下	0.030以下	4.00～6.00	0.45～0.65
STBA 26	0.15以下	0.25～1.00	0.30～0.60	0.030以下	0.030以下	8.00～10.00	0.90～1.10

（参考）機械的性質　抜粋

種類記号	引張強さ N/mm²	降伏点又は耐力 N/mm²	伸び %		
			外径20mm以上	外径20mm未満 10mm以上	外径10mm未満
			11号試験片 12号試験片	11号試験片	11号試験片
STBA 12	380以上	205以上	30以上	25以上	22以上
STBA 13	410以上	205以上	30以上	25以上	22以上
STBA 20	410以上	205以上	30以上	25以上	22以上
STBA 22	410以上	205以上	30以上	25以上	22以上
STBA 23	410以上	205以上	30以上	25以上	22以上
STBA 24	410以上	205以上	30以上	25以上	22以上
STBA 25	410以上	205以上	30以上	25以上	22以上
STBA 26	410以上	205以上	30以上	25以上	22以上

備考　１．熱交換器用に限り、必要がある場合、注文者は引張強さの上限を指定することができる。この場合の引張強さの上限値は、上表の値に150N/mm²を加えた値とする。
２．厚さ8mm未満の管で、12号試験片を用いて引張試験を行う場合には、伸びの最小値は、厚さ1mm減じるごとに上表の伸びの値から1.5減じたものを、JIS Z 8401(数値の丸め方)により整数値に丸める。
３．1N/mm² ＝ 1MPa

硫黄及び硫黄複合快削鋼鋼材

JIS規格　JIS G 4804 (2008)

種類記号	化学成分(%)				
	C	Mn	P	S	Pb
SUM 21	0.13以下	0.70～1.00	0.07～0.12	0.16～0.23	－
SUM 22	0.13以下	0.70～1.00	0.07～0.12	0.24～0.33	－
SUM 22L	0.13以下	0.70～1.00	0.07～0.12	0.24～0.33	0.10～0.35
SUM 23	0.09以下	0.75～1.05	0.04～0.09	0.26～0.35	－
SUM 23L	0.09以下	0.75～1.05	0.04～0.09	0.26～0.35	0.10～0.35
SUM 24L	0.15以下	0.85～1.15	0.04～0.09	0.26～0.35	0.10～0.35
SUM 25	0.15以下	0.90～1.40	0.07～0.12	0.30～0.40	－
SUM 31	0.14～0.20	1.00～1.30	0.040以下	0.08～0.13	－
SUM 31L	0.14～0.20	1.00～1.30	0.040以下	0.08～0.13	0.10～0.35
SUM 32	0.12～0.20	0.60～1.10	0.040以下	0.10～0.20	－
SUM 41	0.32～0.39	1.35～1.65	0.040以下	0.08～0.13	－
SUM 42	0.37～0.45	1.35～1.65	0.040以下	0.08～0.13	－
SUM 43	0.40～0.48	1.35～1.65	0.040以下	0.24～0.33	－

備考　１．Siについては、規定しない。ただし、受渡当事者間の協定によって、0.10%以下、0.10～0.20%、0.15～0.35%などの限界値又は範囲を決めることができる。

２．この表に規定のない元素は、受渡当事者間の協定がない限り、溶鋼を仕上げる目的以外に意図的に鋼に添加してはならない。

３．SUM22及びSUM22LのMnについては、受渡当事者間の協定によって、その上限値を1.10%とすることができる。

４．注文者の要求によって鉛含有鋼の鉛の製品分析を行う場合、鉛の製品分析値は、0.07～0.35%とする。

JASO規格　(M106-2008)

JASOで規格化された機械構造用鋼に、鉛、硫黄又はカルシウム及びこれらを複合添加した各種の鋼種を供給しており、それぞれの鋼種記号の末尾に-L1、-L2、-S1、-S2、U、L2S1などの記号を付けています。

被削性改善鋼に対する成分の追加又は変更　　**(単位：%)**

付加記号	Mn				P	S	Pb	Ca
	基本鋼のMn規格 下限が0.40未満のもの		基本鋼のMn規格 下限が0.40以上のもの					
	下限	上限	下限	上限				
……L1	－	－	－	－	－	－	0.04～0.09	－
……L2	－	－	－	－	－	－	0.10～0.30	－
……S0	－	－	－	－	－	0.015～0.035	－	－
……S1	＋0.20	＋0.30	＋0.10	＋0.20	－	0.04～0.07	－	－
……S2	＋0.30	＋0.40	＋0.20	＋0.30	0.040以下	0.08～0.12	－	－
……U	－	－	－	－	－	－	－	0.0005～0.008

備考　1．この表は、被削性改善鋼の種類により、もとの化学成分に対し追加又は変更する成分だけを示す。
2．ダッシュ(－)は、該当する成分の追加又は変更がないことを示す。
3．Mnは、基本鋼のMn規格値の下限及び上限をそれぞれ表記の値だけ修正することを示す。
例：S10CS1の場合　　S10C……0.30　～　0.60
↓＋0.20　↓＋0.30
S10CS1……0.50　～　0.90
4．P及びSは、基本鋼の規格値を表記に変更することを示す。
5．複合添加鋼の化学成分は、それぞれ表記の組合わせによる。
6．鉛含有量を報告する場合、L1は0.04～0.09%、L2は0.10～0.30%の範囲で表示してもよい。

窒化鋼(アルミニウム クロムモリブデン鋼鋼材)　JIS G 4053 (2016)

窒化鋼は窒化処理により硬さの高い表層部を得るためにAl、Crを添加し、又窒化層を強靭にし、コア部においては窒化中の脆化を防止するためにMoを添加しています。

窒化鋼を窒化すると、疲れ強さ、耐熱性、耐摩耗性について優れた性能が得られるので、バルブ軸、噴射ノズル、プラスチック射出成型機のシリンダーやライナーに使われます。

窒化鋼はAlを1%含んでいるために地きずが比較的多く発生しますが、当社の窒化鋼は優れた脱ガス技術により地きずの少ないのが特長です。

種類記号	化学成分(%)							
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Al
SACM 645	0.40～0.50	0.15～0.50	0.60以下	0.030以下	0.030以下	1.30～1.70	0.15～0.30	0.70～1.20

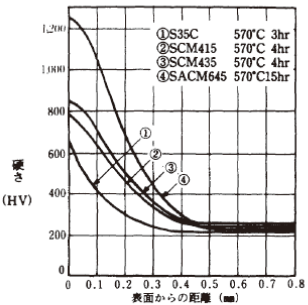
備考　不純物としてNi0.25%、Cu0.30%を超えてはならない。

（参考）機械的性質

種類記号	参考	熱処理(℃)		引張試験(4号試験片)				衝撃試験(Uノッチ試験片)	硬さ試験
	旧記号	焼入れ	焼戻し	降伏点 N/mm²	引張強さ N/mm²	伸び %	絞り %	シャルピー衝撃値 J/cm²	硬さ HB
SACM 645	SACM 1	880～930油冷	680～720急冷	686以上	834以上	15以上	50以上	98以上	241～302

備考　数値は、JIS G 0404(鋼材の一般受渡し条件)の７．に規定するＢ類の標準供試材(直径25mm)を上表に示す温度範囲内の適当な温度を選定して熱処理を施し、試験した値です。

イオン窒化処理した各種材料の硬さ推移曲線

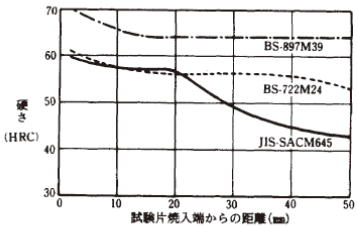


窒化鋼平滑材の回転曲げ疲れ限度

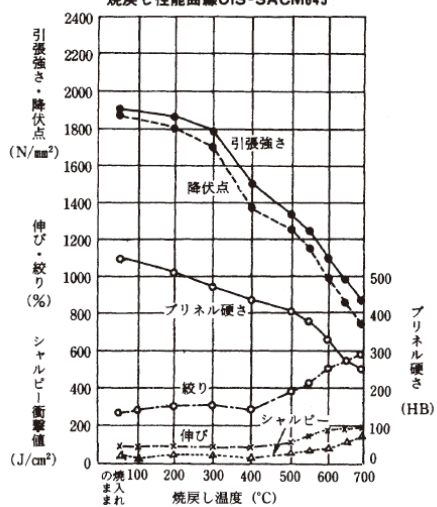
種類記号	芯部硬さ〔HV〕	10^7疲れ限度 N/mm²		窒化による疲れ限度の増加率(%)
		窒化前	窒化後*	
SACM645(JIS)	310	515	745	45
722M24(BS)	330	539	775	44
39CrMoV139(DIN)	400	652	883	35

＊520°C，60hrガス窒化

窒化鋼のジョミニー曲線



焼戻し性能曲線JIS-SACM645



ばね鋼鋼材　JIS G 4801 (2011)

種類記号	化学成分(%)								
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	B
SUP 6	0.56～0.64	1.50～1.80	0.70～1.00	0.030以下	0.030以下	－	－	－	－
SUP 7	0.56～0.64	1.80～2.20	0.70～1.00	0.030以下	0.030以下	－	－	－	－
SUP 9	0.52～0.60	0.15～0.35	0.65～0.95	0.030以下	0.030以下	0.65～0.95	－	－	－
SUP 9A	0.56～0.64	0.15～0.35	0.70～1.00	0.030以下	0.030以下	0.70～1.00	－	－	－
SUP 10	0.47～0.55	0.15～0.35	0.65～0.95	0.030以下	0.030以下	0.80～1.10	－	0.15～0.25	－
SUP 11A	0.56～0.64	0.15～0.35	0.70～1.00	0.030以下	0.030以下	0.70～1.00	－	－	0.0005以上
SUP 12	0.51～0.59	1.20～1.60	0.60～0.90	0.030以下	0.030以下	0.60～0.90	－	－	－
SUP 13	0.56～0.64	0.15～0.35	0.70～1.00	0.030以下	0.030以下	0.70～0.90	0.25～0.35	－	－

備考　１．各鋼種とも不純物として、Cuは0.30%を超えてはならない。
　　２．P及びSの値は、受渡当事者間の協定によって、それぞれ0.035%以下にしてもよい。

（参考）機械的性質

種類記号	熱処理(℃)		機械的性質				
	焼入れ	焼戻し	耐力0.2% N/mm²	引張強さ N/mm²	伸び % 4号試験片又は7号試験片	絞り % 4号試験片	硬さ HB
SUP 6	830～860油冷	480～530	1080以上	1230以上	9以上	20以上	363～429
SUP 7	830～860油冷	490～540	1080以上	1230以上	9以上	20以上	363～429
SUP 9	830～860油冷	460～510	1080以上	1230以上	9以上	20以上	363～429
SUP 9A	830～860油冷	460～520	1080以上	1230以上	9以上	20以上	363～429
SUP 10	840～870油冷	470～540	1080以上	1230以上	10以上	30以上	363～429
SUP 11A	830～860油冷	460～520	1080以上	1230以上	9以上	20以上	363～429
SUP 12	830～860油冷	510～570	1080以上	1230以上	9以上	20以上	363～429
SUP 13	830～860油冷	510～570	1080以上	1230以上	10以上	30以上	363～429

備考　1．機械的性質検査における供試材のとり方は、JISG0404の７．のＢ類による。この場合試験片は、供試材からJISZ2241に規定する4号試験片又は7号試験片に仕上げた後、上記に示す温度範囲内の適当な温度を選定して熱処理を施したものを用います。硬さ試験片は引張試験片の一部を用いる。

2．引張試験における試験片は4号試験片を用いる。ただし厚さ13㎜以下の平鋼には、7号試験片を用いてもよい。

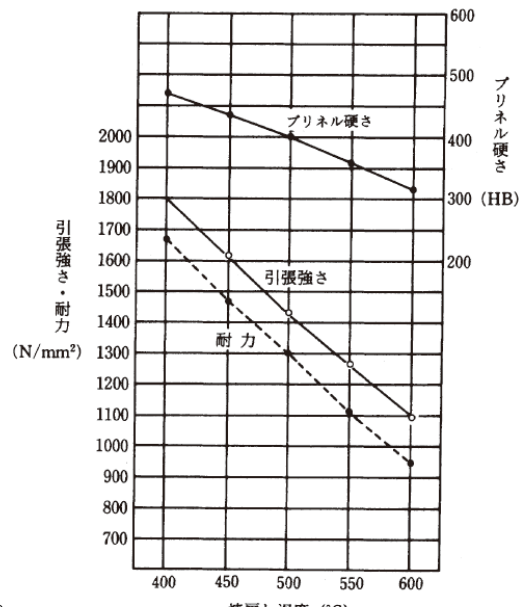
大型のばねでは焼入性の良い、少なくとも鋼材中心で50%マルテンサイトの組織になるような鋼種を選ばなくてはなりません。ばね鋼は、ほとんど焼入性だけを考慮して選択されるといっても過言ではありません。

SUP 6：代表的なSi-Mn低合金ばね鋼で、直径30mm程度まで使用でき、ばね特性も優れています。

SUP 9：Mn-Cr系の低合金ばね鋼で、熱間加工性と焼入性が優れています。

SUP 6の焼戻し性能曲線の一例

成分	C	Si	Mn	P	S	Cu	熱処理	試験片
%	0.59	1.66	0.88	0.022	0.015	0.18	850℃×30min油焼入れ、各温度×1hr空冷	JIS 4号



ボルト用棒鋼

1．特殊用途合金鋼ボルト用棒鋼　JIS G 4108 (2007)

化学成分

種類	記号	化学成分(%)								
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	V
1種1－5号	SNB21－1～5	0.36～0.44	0.20～0.35	0.45～0.70	0.025以下	0.025以下	－	0.80～1.15	0.50～0.65	0.25～0.35
2種1－5号	SNB22－1～5	0.39～0.46	0.20～0.35	0.65～1.10	0.025以下	0.025以下	－	0.75～1.20	0.15～0.25	－
3種1－5号	SNB23－1～5	0.37～0.44	0.20～0.35	0.60～0.95	0.025以下	0.025以下	1.55～2.00	0.65～0.95	0.20～0.30	－
4種1－5号	SNB24－1～5	0.37～0.44	0.20～0.35	0.70～0.90	0.025以下	0.025以下	1.65～2.00	0.70～0.95	0.30～0.40	－

機械的性質

・焼入焼戻し及び応力除去焼なましを行った棒鋼の耐力、引張強さ、伸び、絞り、硬さ及びシャルピー吸収エネルギーは、下表による。

・焼なましを行った棒鋼は、特に指定のない限り硬さ試験だけを行い、その硬さは235HBS以下とする。

種類記号	径 mm	耐力 N/mm^2	引張強さ N/mm^2	伸び %	絞り %	硬さ HBW	シャルピー吸収エネルギー J	
							3個の平均値	個別の値(1)
SNB21－1	100以下	1030以上	1140以上	10以上	35以上	321～429	(2)	
SNB21－2	100以下	960以上	1070以上	11以上	40以上	311～401	(2)	
SNB21－3	75以下 75を超え　150以下	890以上	1000以上	12以上	40以上	293～352 302～375	(2)	
SNB21－4	75以下 75を超え　150以下	825以上	930以上	13以上	45以上	269～331 277～352	(2)	
SNB21－5	50以下 50を超え　150以下 150を超え　200以下	715以上 685以上 685以上	820以上 790以上 790以上	15以上	50以上	241～285 248～302 255～311	(2)	
SNB22－1	38以下	1030以上	1140以上	10以上	35以上	321～401	(2)	

機械的性質（つづき）

種類記号	径 mm	耐力 N/mm²	引張強さ N/mm²	伸び %	絞り %	硬さ HBW	シャルピー吸収エネルギー J	
							3個の平均値	個別の値(1)
SNB22－2	75以下	960以上	1070以上	11以上	40以上	311～401	(2)	
SNB22－3	50以下 50を超え　100以下	890以上	1000以上	12以上	40以上	293～363 302～375	(2)	
SNB22－4	25以下 25を超え　100以下	825以上	930以上	13以上	45以上	269～341 277～363	47以上 (2)	40以上
SNB22－5	50以下 50を超え　100以下	715以上 685以上	820以上 790以上	15以上	50以上	248～293 255～302	47以上 (2)	40以上
SNB23－1	75以下 75を超え　150以下 150を超え　200以下	1030以上	1140以上	10以上	35以上	321～415 331～429 341～444	(2)	
SNB23－2	75以下 75を超え　150以下 150を超え　240以下	960以上	1070以上	11以上	40以上	311～388 311～401 321～415	40以上 (2)	34以上
SNB23－3	75以下 75を超え　150以下 150を超え　240以下	890以上	1000以上	12以上	40以上	293～363 302～375 311～388	40以上 (2)	34以上
SNB23－4	75以下 75を超え　150以下 150を超え　240以下	825以上	930以上	13以上	45以上	269～341 277～352 285～363	47以上 (2)	40以上

機械的性質（つづき）

種類記号	径 mm	耐力 N/mm²	引張強さ N/mm²	伸び %	絞り %	硬さ HBW	シャルピー吸収エネルギー J	
							3個の平均値	個別の値(1)
SNB23－5	150以下 150を超え　200以下 200を超え　240以下	715以上 685以上 685以上	820以上 790以上 790以上	15以上	50以上	248～311 255～321 262～321	47以上	40以上
							(2)	
SNB24－1	150以下 150を超え　200以下	1030以上	1140以上	10以上	35以上	321～415 331～429	34以上	27以上
							(2)	
SNB24－2	175以下 175を超え　240以下	960以上	1070以上	11以上	40以上	311～401 321～415	40以上	34以上
							(2)	
SNB24－3	75以下 75を超え　200以下 200を超え　240以下	890以上	1000以上	12以上	40以上	293～363 302～388 311～388	40以上	34以上
							(2)	
SNB24－4	75以下 75を超え　150以下 150を超え　200以下 200を超え　240以下	825以上	930以上	13以上	45以上	269～341 277～352 285～363 293～363	47以上	40以上
							(2)	
SNB24－5	150以下 150を超え　200以下 200を超え　240以下	715以上 685以上 685以上	820以上 790以上 790以上	15以上	50以上	248～311 255～321 262～321	47以上	40以上
							(2)	

（注）　(1) シャルピー吸収エネルギーは、3個の平均値の規定に満たない値が2個あってはならない。
　　(2) 衝撃試験を行い、シャルピー吸収エネルギーの値を報告しなければならない。

備考　1．シャルピー衝撃試験温度は、－12℃とする。
　　2．シャルピー衝撃試験における延性破面率も、併せて報告をしなければならない。
　　3．1N/mm² ＝ 1MPa

２．高温用合金鋼ボルト材　JIS G 4107 (2007)

化学成分

種類	記号	化学成分(%)							
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V
1種	SNB 5	0.10以上	1.00以下	1.00以下	0.040以下	0.030以下	4.00～6.00	0.40～0.65	－
2種	SNB 7	0.38～0.48	0.20～0.35	0.75～1.00	0.040以下	0.040以下	0.80～1.10	0.15～0.25	－
3種	SNB16	0.36～0.44	0.20～0.35	0.45～0.70	0.040以下	0.040以下	0.80～1.15	0.50～0.65	0.25～0.35

備考　SNB7の炭素含有量は、ボルト材の直径が90mmを超えるときは、その上限を0.50%とすることができる。

熱処理　線材を除くボルト材は、注文者の要求がある場合には、焼ならし焼戻し、又は焼入焼戻しのいずれかの熱処理を行い、その焼戻温度は下表のとおりとする。

焼戻温度

種類	記号	焼戻温度(℃)
1種・2種	SNB5、SNB7	595以上
3種	SNB16	650以上

機械的性質

種類	記号	径 mm	耐力 N/mm^2	引張強さ N/mm^2	伸び %	絞り %
1種	SNB 5	100以下	550以上	690以上	16以上	50以上
2種	SNB 7	63以下	725以上	860以上	16以上	50以上
		63を超え　100以下	655以上	800以上	16以上	50以上
		100を超え　120以下	520以上	690以上	18以上	50以上
3種	SNB16	63以下	725以上	860以上	18以上	50以上
		63を超え　100以下	655以上	760以上	17以上	50以上
		100を超え　180以下	590以上	690以上	16以上	50以上

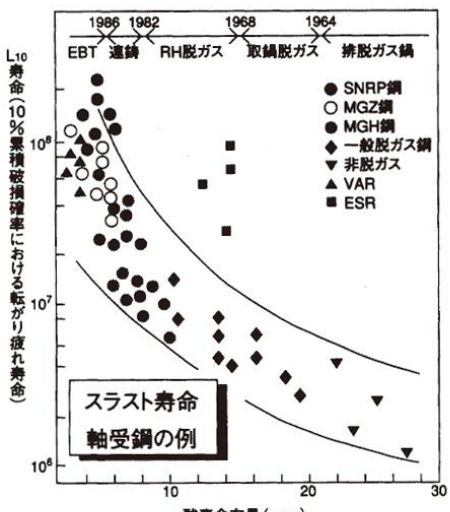
注　1N/mm^2 ＝ 1MPa

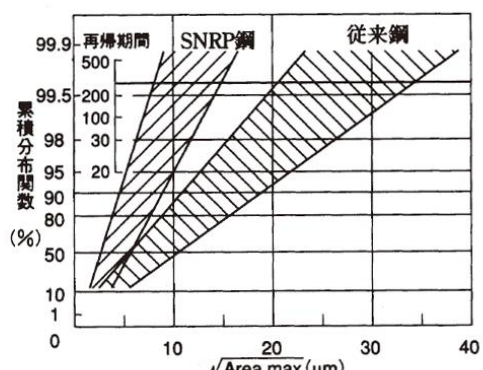
3-2-3 当社の軸受鋼・構造用鋼関係の開発鋼

①超高清浄度軸受鋼（SNRP軸受鋼）

従来の高清浄度軸受鋼よりも操業技術をさらに発展させて、極値統計法による介在物評価*と組合わせて、特に大型の介在物を低減させてより長寿命化、高信頼性化を図っています。

＊一般的な判定法が主に介在物の数(量)を評価するのに対して、極値統計法は「或る広さの領域(危険体積)に存在するであろう最大介在物の大きさ(極値)を統計的に推定する方法」です。

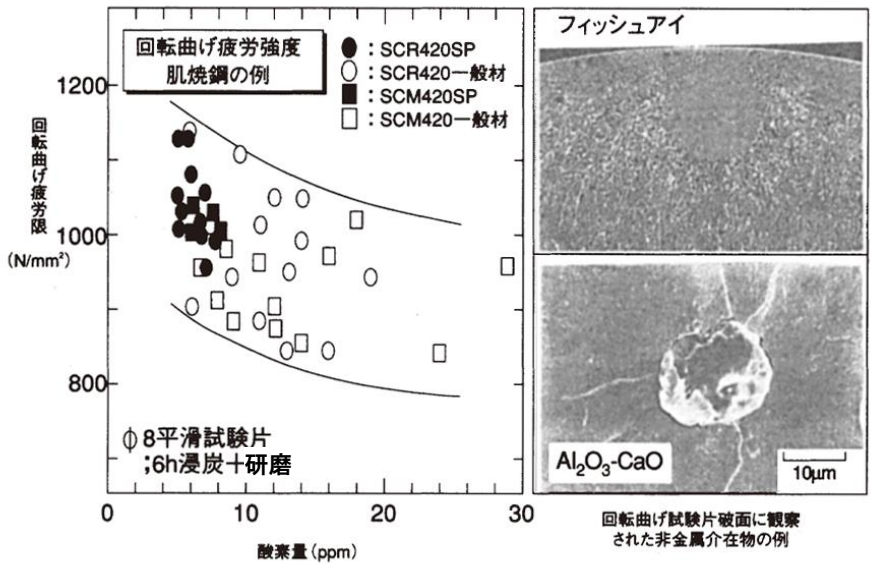




極値統計法による酸化物系介在物分布

②超高清浄度構造用鋼（SNRP肌焼鋼、強靭鋼）

SNRP軸受鋼の操業方法を展開して開発した超高清浄度・高信頼性構造用鋼です。鍛造加工時の割れ発生率が少なく、疲労強度、疲労寿命特性に優れています。



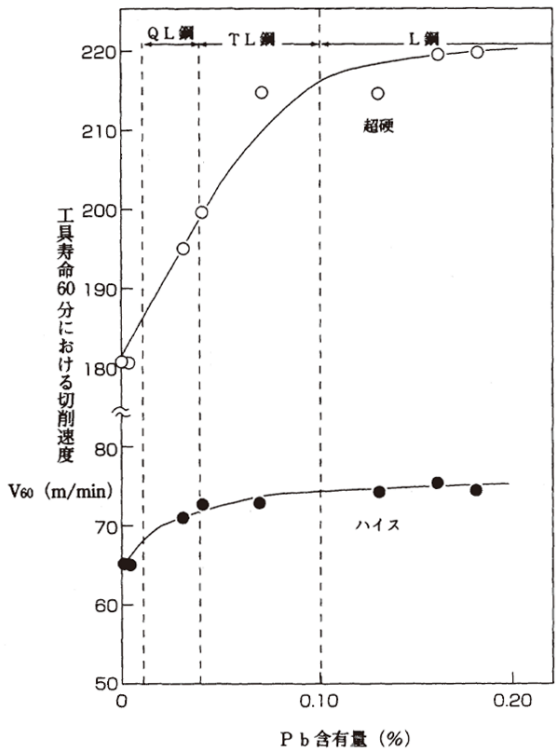
③鉛快削鋼

当社の鉛快削鋼は、切削性の向上による工程合理化材として、自動車部品をはじめ各種機械部品に幅広く使用されています。その特長は、

・独特の添加技術により、鋼中に鉛粒を微細均一に分布させ、かつ、高清浄度操業により非金属介在物を低減させているために、優れた異方性等の材料強度特性、加工性と被削性を有しています。

・特に、低酸素低鉛快削鋼(ＴＬ鋼)や低酸素極低鉛快削鋼(ＱＬ鋼)は、省資源型経済鋼として、ギアやシャフトなどの強度の要求される用途に適しています。

当社規格	JASO規格	Pb量(%)	適用事例
QL	－	0.01～0.03	アウトプットギア、アウトプットシャフト、セカンドギア、サードギア
TL	L1	0.04～0.09	ハブ、クランクシャフト、コンロッド、ナックル、ピニオンギア、デフギア、ピニオン
L	L2	0.10～0.30	ハブ、ナックル、シャフト

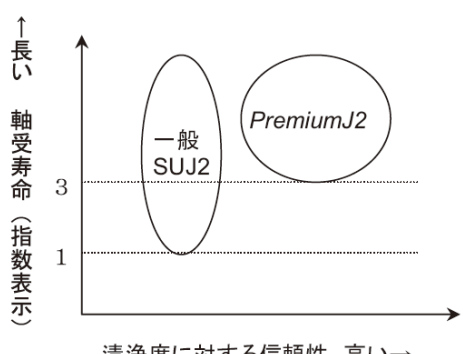


切削性に及ぼすPb含有量の影響
被削材：SCM420系(焼ならし)
工　具：Ｐ１０，ＳＫＨ４
切込み：1.5mm
送　り：0.2mm/rev
切削油：使用せず

④高信頼性長寿命軸受鋼（PremiumJ2）

当社は、鋼中の有害な非金属介在物を極限まで低減する「新しい製鋼技術」を開発するとともに、それらの存在頻度が少ないことを大体積で検査する「清浄度評価技術」を開発しました。　そして、この2 つの技術を組み合わせることにより、高信頼性長寿命鋼「PremiumJ2」が誕生しました。
鋼の清浄度に対する信頼性が大幅に改善されたことで、最終製品である軸受の短期破損が抑えられ、長寿命化が期待できます。
当社の転がり疲れ寿命試験において、一般的な軸受鋼（SUJ2）に比べ、「PremiumJ2」は、軸受の寿命ばらつきの下限値が約3 倍に改善した結果が得られています。

【転がり疲れ寿命のばらつき改善イメージ】



⑤省希少金属型高強度肌焼鋼（ECOMAXシリーズ）

ECOMAX シリーズは、希少元素であるNi やMo を使用しない省希少資源型高強度肌焼鋼です。鋼本来の性能を引き出す当社の高清浄度鋼製造技術をベースに、クロムやシリコン等の合金バランスと素材製造プロセスの最適設計により、歯車やシャフト用鋼に要求される大幅な高強度化を図るとともに、耐結晶粒粗大化特性など部品製造コスト低減に寄与する優れた特性を実現しました。

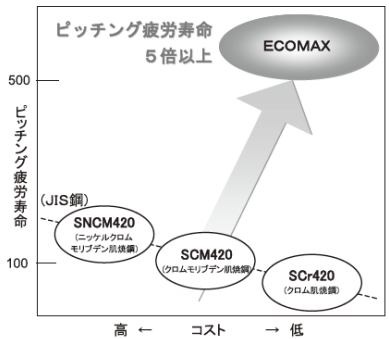
＜シリーズの特長＞

ECOMAX シリーズは、JIS SCr420 やSCM420 と比較して「耐ピッチング特性」を含め、下記の特性が優れます。

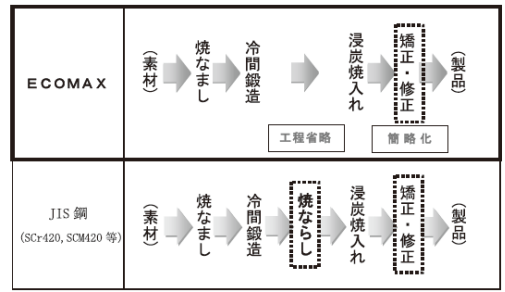
ECOMAX1（衝撃特性重視）　：耐ピッチング、低サイクル曲げ疲労、ねじり疲労、衝撃特性、耐結晶粒粗大化特性

ECOMAX4（低熱処理変形重視）：耐ピッチング、低サイクル曲げ疲労、ねじり疲労、低熱処理変形特性、耐結晶粒粗大化特性

＜歯車に要求されるピッチング寿命を改善＞



＜ ECOMAX による部品製造工程削減の一例＞



3-3 ステンレス鋼

ステンレス鋼とは、耐食性(耐錆性)、耐酸性、耐酸化性、耐熱性を持つ高合金鋼の総称で、一般的には10.5%以上のCrを含有するものをいい、その優れた特性から、化学工業、サニタリーなどの多岐にわたる分野で幅広く使用されております。

当社のステンレス鋼

当社は、優れた高清浄度鋼製造技術を駆使して高品質のステンレス鋼を提供するとともに、より先進的な機能をもつ新しい鋼種の開発を推進することで、ますます多様化・高度化するステンレス鋼のニーズにお応えしています。

当社のステンレス鋼の特長として

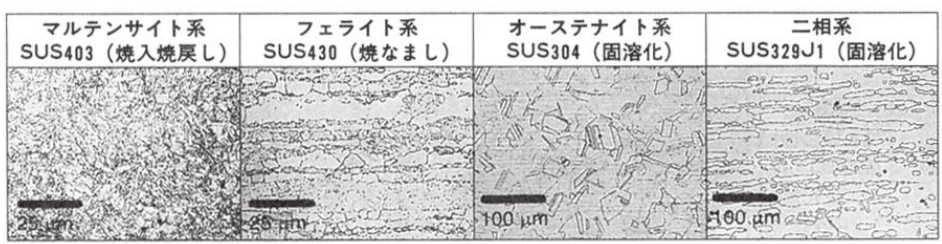
- すべて真空脱ガス処理を行っており、介在物の非常に少ない高清浄度ステンレス鋼ですので、地きず、耐食性など優れた特性を有しています。
- 多種の連続炉による熱処理により、組織、機械的性質は優れた均質性を有しております。
- 各種の特性試験と厳重な非破壊検査により、品質を保証しております。
- 製品の形状は、棒鋼、鋼管の２種類を製造しております。
- 幅広いサイズに対応する棒鋼や、ガラス潤滑による熱間押出法で製造され、緻密な組織、高寸法精度が得られる継目無鋼管がございます。
  又、コールドピルガー圧伸された冷間仕上鋼管は、機械的性質、寸法精度、表面肌が良好です。

3-3-1 ステンレス鋼の種類

ステンレス鋼を大別する場合、13Crステンレス鋼や18(Cr)-8(Ni)ステンレス鋼と呼ぶような“化学成分による分類”と、オーステナイト系ステンレス鋼やフェライト系ステンレス鋼と呼ぶような“金属組織による分類”が一般的です。これらの2つの分類の関係と、それぞれの代表的な鋼種を示すと、以下のようになります。

- Cr系ステンレス鋼
  - マルテンサイト系ステンレス鋼　(例 12%Cr：SUS410)
  - フェライト系ステンレス鋼　(例 18%Cr：SUS430)
- Cr-Ni系ステンレス鋼
  - オーステナイト系ステンレス鋼　(例 18%Cr-8%Ni：SUS304)
  - 二相系ステンレス鋼　(例 25%Cr-5%Ni-2%Mo：SUS329J1)

これ以外に、上記の分類のいずれかに属するが、硬化方法として析出硬化を利用した析出硬化系ステンレス鋼や、特性による分類として快削ステンレス鋼や電磁ステンレス鋼などがあります。ステンレス鋼の基本的な特性は金属組織によって決まるので、ステンレス鋼は、組織により分類されるのが一般的です。それぞれの分類の代表的な鋼種のミクロ組織を示します。



各種ステンレス鋼の代表的ミクロ組織

各系の一般的な特性

代表的な鋼種の一般的な特性を次表に概念的に比較して示します。マルテンサイト系ステンレス鋼の特徴は焼入れによって硬化することです。フェライト系ステンレス鋼の特徴は、マルテンサイト系に比べ成形性や耐食性に優れることであり、又、良好な磁気特性を有しているため、電磁ステンレス鋼としても利用されています。オーステナイト系ステンレス鋼は、一般に耐食性、延性及び靭性に富み、冷間加工性や溶接性も優れています。又、非磁性であることもオーステナイト系の特性です。これら以外に、二相系ステンレス鋼がありますが、この鋼種は、ミクロ写真で分かるようにオーステナイト相とフェライト相がほぼ50%ずつ混合した組織であり、一般的なオーステナイト系より高い強度と、優れた耐海水性を有しています。物理的性質は、フェライト系とオーステナイト系の中間的な特性を有しています。

各種ステンレス鋼の特性比較

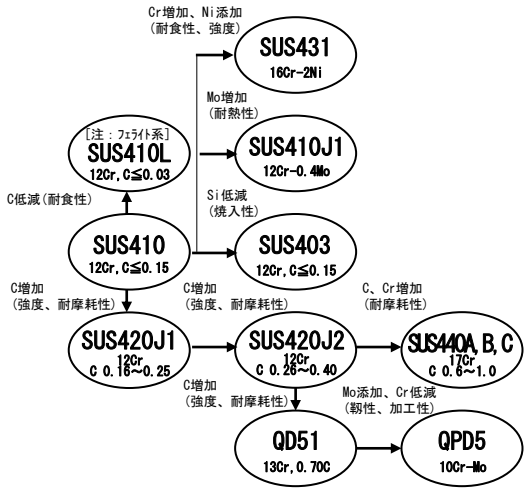
特性	マルテンサイト系 SUS410(焼入焼戻し)	フェライト系 SUS430(焼なまし)	オーステナイト系 SUS304(固溶化)
耐食性	良	良	優
耐酸化性	良	良～優	優
硬さ	大	小	中
引張強さ	高	低	中
延性	小	中	大
靭性	小	小	大
磁性	有	有	無
熱膨張	中	中	大
焼入硬化性	有	わずかに有	無
冷間加工性	難(焼なまし状態は良)	良	優
加工硬化能	小	小	大
溶接性	難	良	優
被削性	難(焼なまし状態は良)	良	難

3-3-2 マルテンサイト系ステンレス鋼

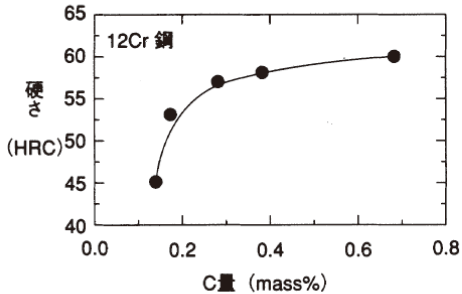
マルテンサイト系ステンレス鋼は、Crを11.5～18%含み、高温のオーステナイト組織から急冷(焼入れ)することによって、マルテンサイト組織が得られ硬化するステンレス鋼で、代表的なものに0.12%C-12%CrのSUS410があります。右図に主なマルテンサイト系ステンレス鋼の鋼種とそれらの関係を系統図で示します。QD51やQPD5は、耐食軸受用として開発した鋼種であり、SUS440Cと同等の焼入硬さと耐食性を有し、冷間加工性にも優れています。この他に、被削性を高めるために快削元素を添加した快削ステンレス鋼があります。

マルテンサイト系ステンレス鋼は、比較的安価であり、通常の環境で良好な耐食性を有し、他のステンレス鋼に比べて強度が高いという特徴があります。そのため、強度が必要なシャフト、ボルト、ノズル、タービンブレードなどに使用されています。身近なところでは、ステンレス刃物(はさみ、ナイフ、包丁等)やＯＡ機器の部品(シャフト、ローラー)などにも使用されています。

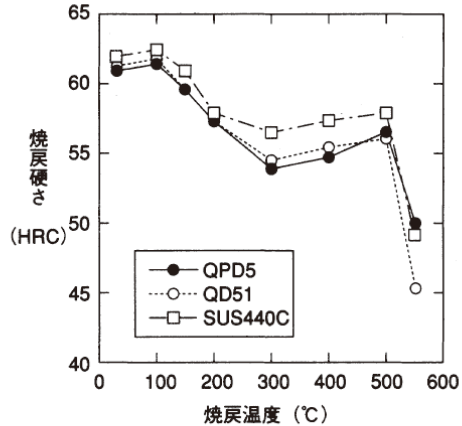
マルテンサイト系ステンレス鋼の系統図



12%Cr系ステンレス鋼の焼入れ
硬さに及ぼす炭素量の影響

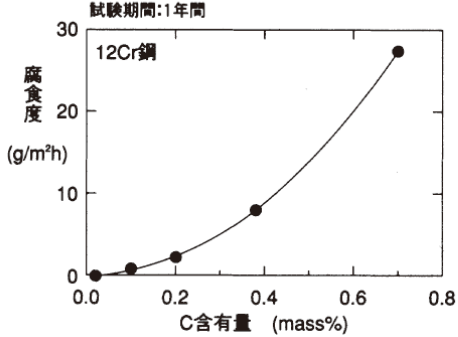


マルテンサイト系開発鋼の焼入焼戻硬さ

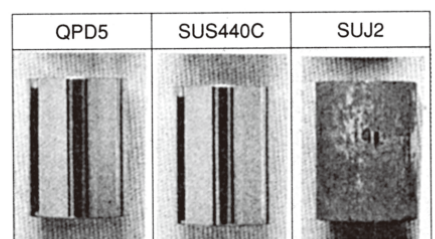


12%Cr系ステンレス鋼の人工海水中での
耐食性

試験温度:室温
試験溶液:人工海水(アメリカ海軍法による)
試験期間:1年間



開発鋼QPD5の湿潤環境での耐錆性



試験片:焼入焼戻し後、鏡面仕上げ (0.3μm Ry)
試験法:MIL-STD-753B, Method 100
35℃,蒸留水浸漬 1h⇔乾燥 1h　12サイクル

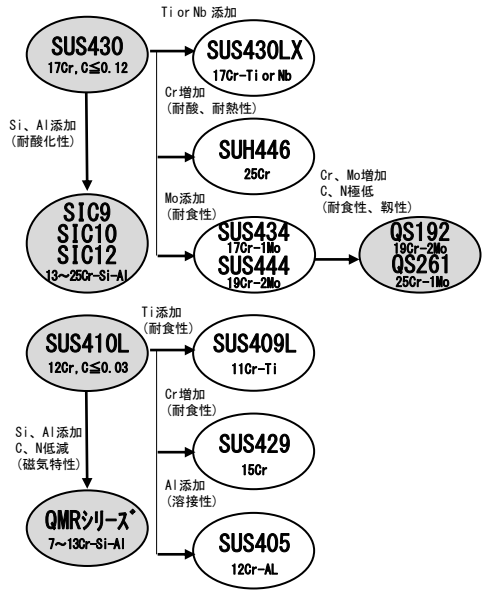
3-3-3 フェライト系ステンレス鋼

17%Cr鋼のSUS430に代表されるフェライト系ステンレス鋼は、焼入硬化性がほとんどなく、マルテンサイト系ステンレス鋼に比べて冷間加工性や溶接性及び耐食性に優れています。右図に主なフェライト系ステンレス鋼の鋼種とそれらの関係を系統図で示します。又、フェライト系ステンレス鋼の特性の１つに磁石に着きやすい性質があり、この磁気特性を更に改良した電磁ステンレス鋼として開発されたQMR鋼も含まれています。

この他に、高温での耐酸化性や耐高温腐食性を改善するためにSiとAlを多く添加したSIC鋼や、靭性及び耐食性の改善のために、C、Nを非常に低く抑え、かつMoを添加した高耐食高純度フェライト系ステンレス鋼QS192、QS261などの開発鋼があります。

フェライト系ステンレス鋼は、オーステナイト系ステンレス鋼に比べて安価であり、耐食性や加工性、溶接性も良好であるため、厨房用部品、電気機器部品、自動車部品、化学プラント装置など、広い分野で使用されています。特にQS192やQS261は、オーステナイト系ステンレス鋼で塩化物応力腐食割れが問題となるような温水器や熱交換器チューブに使われています。SIC鋼は、加熱炉の排ガスの熱回収用レキュペレーター用チューブとして広く使用されています。

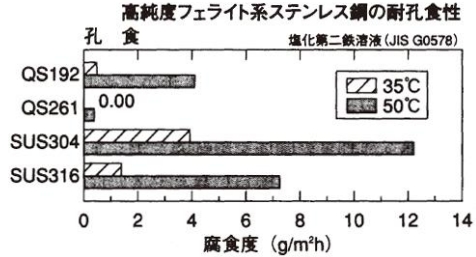
フェライト系ステンレス鋼の系統図

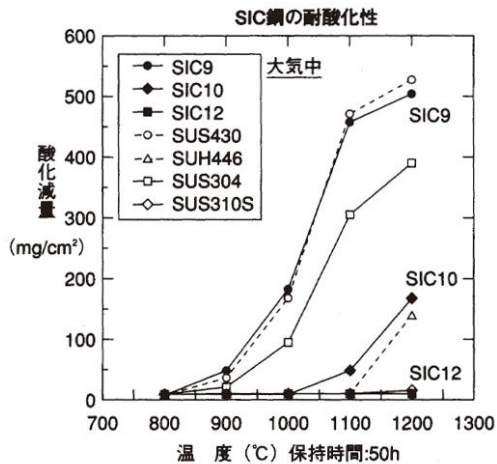


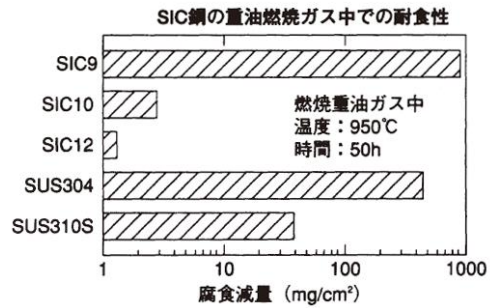
フェライト系ステンレス鋼の耐応力腐食割れ性

鋼　種	42%塩化マグネシウム(沸騰)	
	割れ発生時間(h)	割れ横断時間(h)
SUS430	>336 (割れなし)	·····
SUS434	>336 (割れなし)	·····
QS192	>336 (割れなし)	·····
QS261	>336 (割れなし)	·····
SUS304	2～3	3～5
SUS316	24	55

＊JIS G0576 応力腐食割れ試験(U曲げ法)による





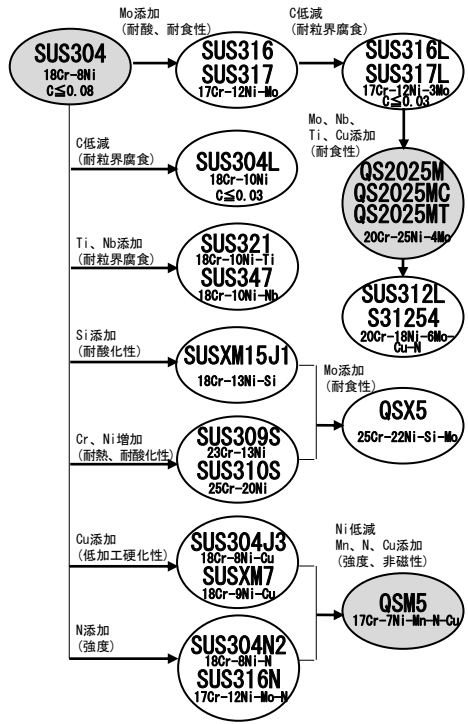


3-3-4 オーステナイト系ステンレス鋼

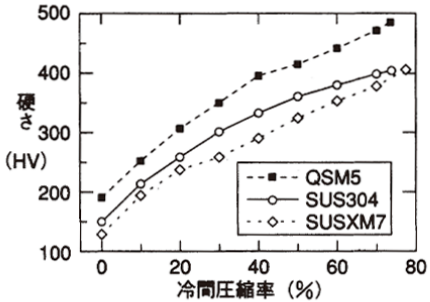
18%Cr-8%NiのSUS304を代表とするオーステナイト系ステンレス鋼は、延性、靭性に富み、冷間加工性が良好で、溶接性も優れています。さらに耐食性、耐酸化性も優れているために、非常に広範囲に使用されている優れた耐食材料です。オーステナイト系ステンレス鋼は、SUS304を基本に、種々の特性を付与することにより発展してきました。それらの関係を右図に系統図で示します。開発鋼のQS2025Mは、種々の腐食環境に対し非常に優れた耐食性を有しています。又、高強度非磁性鋼としてQSM5があります。

SUS304やSUS316などの汎用のオーステナイト系ステンレス鋼は、その優れた性質のため用途は広範囲にわたっており、身近な家庭用品から、建築用、自動車部品、化学工業、食品工業、原子力発電、各種プラントなどの産業用まで広く用いられています。安定化鋼のSUS321やSUS347は、発電用ボイラや石油精製、化学工業の熱交換器に用いられています。又、高耐食ステンレス鋼QS2025Mは、都市ごみ焼却炉の白煙防止装置の熱交換器や、石油精製プラントのコンデンサー、酢酸や硫酸製造プラントのクーラーあるいは、海水を冷却水に用いた熱交換器などSUS304やSUS316では耐食性が不十分な環境に使用されています。この他特殊な用途例として、ボイラや加熱炉などの高温用途には、耐熱耐酸化性に優れたSUS309SやSUS310Sあるいは、SUSXM15J1などが用いられています。厳しい腐食環境になるごみ焼却炉のボイラ管には、耐食耐酸化性に優れたQSX5が採用されています。

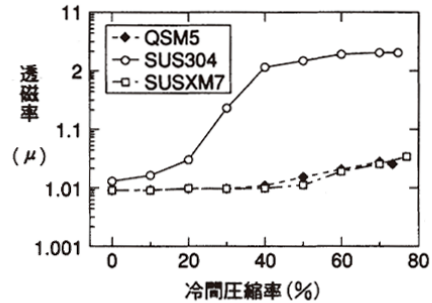
オーステナイト系ステンレス鋼の系統図



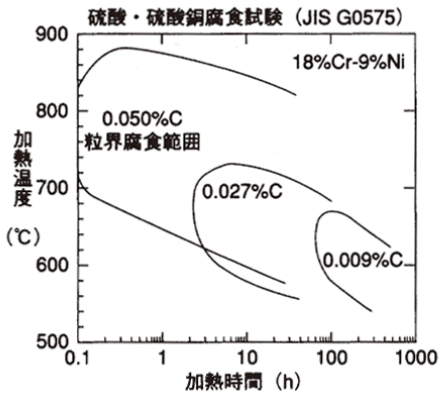
オーステナイト系ステンレス鋼の冷間加工に伴う硬さ変化



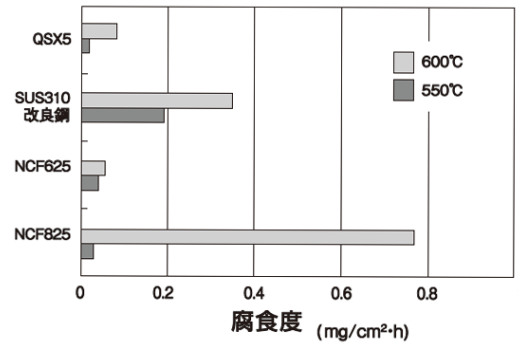
オーステナイト系ステンレス鋼の冷間加工に伴う透磁率変化



SUS304の鋭敏化に及ぼすC量の影響



QSX5 の耐高温腐食性実機灰による塗付法

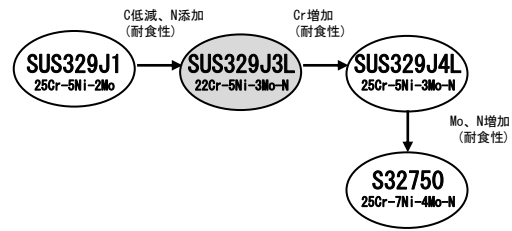


3-3-5 二相系ステンレス鋼

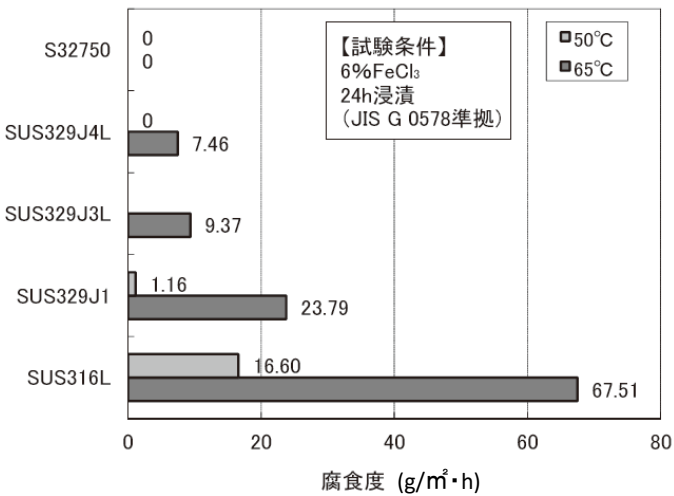
二相系ステンレス鋼は、オーステナイト相とフェライト相がそれぞれおよそ50%の割合で混在する複合組織を持つステンレス鋼であり、優れた耐食性と強度特性を有しています。代表的なものとして、25%Cr-5%Ni-2%MoのSUS329J1があります。二相系ステンレス鋼の特徴は、Mo、Nを含有するために塩化物環境での耐食性に優れ、耐力、引張強さがオーステナイト系及びフェライト系に比べて大きいことです。

二相系ステンレス鋼は、耐食性に優れていることから、海水冷却復水器や排煙脱硫装置及び各種化学プラント用材料に使用されています。又、高い強度を有することから船舶の遠心分離器用材としても使用されています。

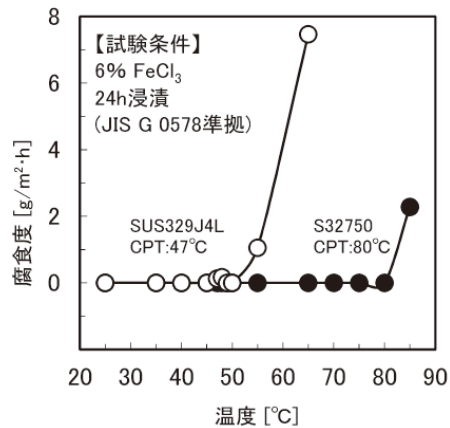
二相系ステンレス鋼の系統図



二相系ステンレス鋼の耐食性



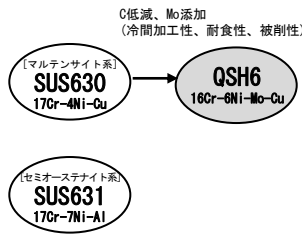
S32750 の耐孔食性



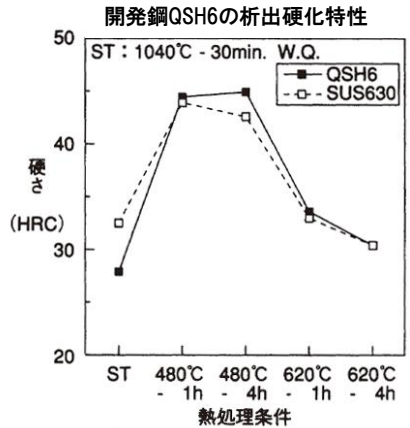
3-3-6 析出硬化系ステンレス鋼

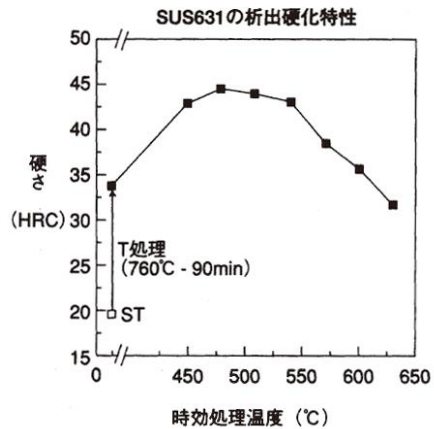
析出硬化系ステンレス鋼は、析出硬化を意味する英語の“Precipitation Hardening”を略してPHステンレス鋼とも呼ばれています。析出硬化系ステンレス鋼は、熱処理によって素地金属中にCu、Al、Nb、Tiなどの析出物を均一微細に析出させ強化するものであり、代表的なものにマルテンサイト系析出硬化型ステンレス鋼のSUS630(17-4PH)と、セミオーステナイト系析出硬化型ステンレス鋼のSUS631(17-7PH)があります。又、系統図に示すようにこれらの鋼種の冷間加工性や耐食性を改善したQSH6 のような開発鋼があります。析出硬化系ステンレス鋼の特徴は、1000N/mm²以上の高い引張強さを持ち、かつ通常のマルテンサイト系ステンレス鋼よりも優れた靭性と耐食性を有することです。

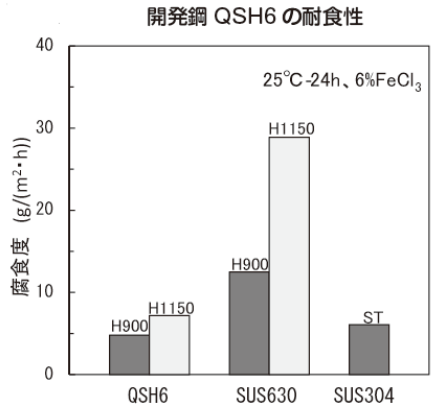
析出硬化系ステンレス鋼の系統図



強度と耐食性が要求される用途として、バルブや船舶用のモーターシャフト、建築用ボルト、航空機用部品、各種スプリング、ダイヤフラムあるいは、ゴルフクラブやアイゼンなどのスポーツ用品にも使用されています。SUS630の被削性と耐食性を改善したQSH6は、船外機のシャフトやプラスチック金型などに使用され、今後その需要はさらに増加していくものと考えられます。


開発鋼QSH6の析出硬化特性
ST：1040℃ - 30min. W.Q.
QSH6
SUS630
硬さ
(HRC)
50
40
30
20
ST
480℃ - 1h
480℃ - 4h
620℃ - 1h
620℃ - 4h
熱処理条件


SUS631の析出硬化特性
硬さ
(HRC)
50
45
40
35
30
25
20
15
T処理
(760℃ - 90min)
ST
0
450
500
550
600
650
時効処理温度（℃）


開発鋼 QSH6 の耐食性
25℃-24h、6%FeCl3
腐食度 (g/(m²·h))
40
30
20
10
0
H900
H1150
H900
H1150
ST
QSH6
SUS630
SUS304

3-3-7 快削ステンレス鋼

ステンレス鋼の被削性を改善するために添加される快削元素の代表的なものとして、硫黄(S)、セレン(Se)、鉛(Pb)、などがあります。S、Seは主にMnと結合してMnS等の介在物として鋼中に分散し、切削時にこれらの介在物が切り屑を破砕しやすくすることによって切削抵抗を低減し、鋼の被削性が向上します。Pbは、鋼中に固溶せず単独で微細に分散しており、切削時にPbが工具に対して潤滑作用をしたり、切り屑を破砕しやすくすることで、被削性が向上するといわれています。

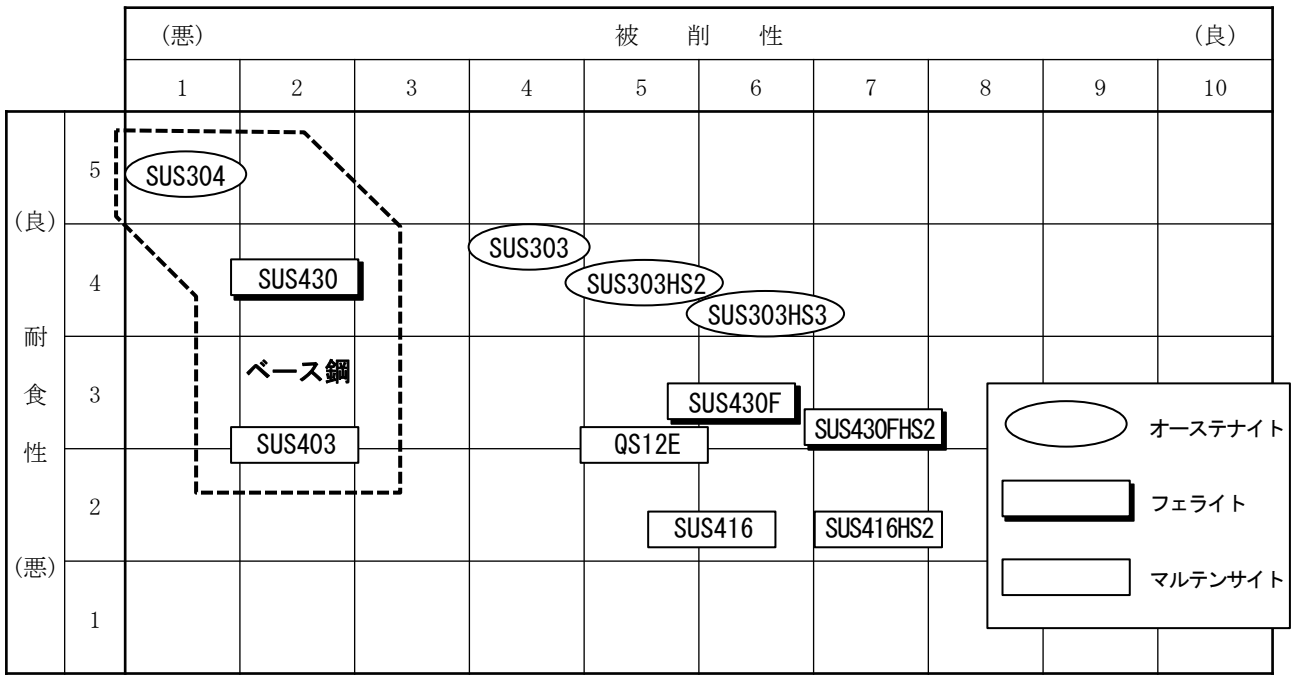
当社では、快削元素として環境への負荷が小さいSを主に使用しており、用途に応じた種々の快削ステンレス鋼を製造しています。次ページの表はそれらの概略成分と被削性及び耐食性による各鋼種の位置付けを示します。

快削ステンレス鋼の成分

単位（%）

分類	種類記号	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	その他
マルテンサイト系	SUS416	0.15以下	1.00以下	1.25以下	0.60以下	12.00～14.00	0.60以下	S:0.15以上
	SUS416HS2	0.15以下	1.00以下	1.25以下	0.60以下	12.00～14.00	0.60以下	S:0.25以上
	QS12E	開　発　鋼						
フェライト系	SUS430F	0.12以下	1.00以下	1.25以下	0.60以下	16.00～18.00	0.60以下	S:0.15以上
	SUS430FHS2	0.12以下	1.00以下	1.25以下	0.60以下	16.00～18.00	0.60以下	S:0.26以上
オーステナイト系	SUS303	0.15以下	1.00以下	2.00以下	8.00～10.00	17.00～19.00	0.60以下	S:0.15以上
	SUS303HS2	0.15以下	1.00以下	2.00以下	8.00～10.00	17.00～19.00	0.60以下	S:0.26以上
	SUS303HS3	0.15以下	1.00以下	2.00以下	8.00～10.00	17.00～19.00	0.60以下	S:0.30以上

被削性及び耐食性による各種快削ステンレス鋼の位置づけ



3-3-8 開発ステンレス鋼の用途分類

用途分類			鋼種名	組織	概略成分	特長
大分類	中分類	部品名事例				
環境分野 エネルギー分野	産業機械用シャフト	圧縮機シャフト 他	QS12E	M	12Cr-S	非Pb快削鋼（硫化物制御）
	電磁弁	鉄心	QMR1E	F	7Cr-Si-S-Ca-低C、N	非Pb 快削鋼
	ごみ焼却炉	発電用ボイラー管	QSX5	A	25Cr-22Ni-Si、Mo、Nb	ごみ燃焼ガス環境で優れた高温耐食性
	加熱炉 熱処理炉	レキュペレーター	S1C9、10、12	F	13 ～ 25Cr-Si-Al	燃焼ガス中での優れた耐高温腐食性
情報通信分野	半導体製造装置	配管、継手、バルブ	S316L	A	16Cr-12Ni-2Mo-低C、N、O	高清浄度、鏡面仕上性と電解研磨性良好
			VAR316L	A	16Cr-13Ni-2Mo-極低C、N、O	超高清浄度、鏡面仕上性と電解研磨仕上性良好
	OA機器装置	各種シャフト類 他	SUS303HS3	A	18Cr-9Ni-S	オーステナイト系で最も優れた被削性
			SUS430FHS2	F	17Cr-S	フェライト系で最も優れた被削性

＊組織　A：オーステナイト系　F：フェライト系　M：マルテンサイト系

（つづき）

用途分類			鋼種名	組織	概略成分	特長
大分類	中分類	部品名事例				
輸送分野	鉄道	締結ボルト	QSM5	A	18Cr-6.5Ni-5.5Mn-Cu、N	冷間加工による高強度化と非磁性、耐食性
			SUS304C1	A	18Cr-8Ni-Cu	良好な冷間加工性
	自動車	ディーゼルエンジン／予燃焼室	QS192	F	18Cr-2Mo-低C、N	高温での耐酸化性と良好な熱疲労特性
		燃料ポンプ	QPD5	M	10Cr-0.5C-0.5Mo	焼入焼戻しによる高硬度と優れた耐錆性
	船舶	プロペラ軸　他	QSH6	M	16Cr-6Ni-3Cu-Nb、Mo	SUS304と同等の耐食性とSUS630の高強度を兼備
	その他	耐食用軸受，直動軸	QD51	M	13Cr-0.7C	焼入焼戻しによる高硬度と優れた耐錆性
			QPD5	M	10Cr-0.5C-0.5Mo	焼入焼戻しによる高硬度と優れた耐錆性
社会インフラ分野	高圧送電線	コア線	インバー合金-Z3	A	Fe-36Ni-その他	高強度と低膨張率を兼備
その他装置	化学装置	熱交換器用管	QS192	F	18Cr-2Mo-低C、N	高温での耐酸化性と良好な熱疲労特性
		紡糸ノズル	QSH6	M	16Cr-6Ni-3Cu-Nb、Mo	SUS304と同等の耐食性とSUS630の高強度を兼備

＊組織　A：オーステナイト系　F：フェライト系　M：マルテンサイト系

3-3-9 ステンレス鋼の性質と用途(JISより抄)

分類	種類記号	概略組成	性質と用途
オーステナイト系	SUS201	17Cr-4.5Ni-6Mn-N	Ni節約鋼種，301 の代替鋼，冷間加工によって磁性をもつ。
	SUS202	18Cr-5Ni-8Mn-N	Ni節約鋼種，302 の代替鋼，料理器具。
	SUS301	17Cr-7Ni	冷間加工によって高強度を得られる。ばね、鉄道車両、ベルトコンベア、ボルト・ナット。
	SUS301L	17Cr-7Ni-低C-N	SUS301の低炭素鋼で，耐粒界腐食性，溶接性に優れる。鉄道車両など。
	SUS301J1	17Cr-7.5Ni-0.1C	304よりストレッチ加工及び曲げ加工性に優れ、加工硬化は、304と301の中間。ばね、ちゅう（厨）房用品、器物、建築、車両など。
	SUS302	18Cr-8Ni-0.1C	冷間加工によって高強度を得られるが、伸びは301よりやや劣る。 建築物外装材。
	SUS302B	18Cr-8Ni-2.5Si-0.1C	302より耐酸化性が優れ、900℃以下では310Sと同等の耐酸化性及び強度をもつ。自動車排ガス浄化装置、工業炉など高温装置材料。
	SUS303	18Cr-8Ni- 高S	被削性、耐焼付性向上。自動盤用として最適。ボルト・ナット。
	SUS303Se	18Cr-8Ni-Se	被削性、耐焼付性向上。自動盤用として最適。リベット・ねじ。
	SUS303Cu	18Cr-8Ni-2.5Cu	被削性、冷間加工性向上。シャフト類。
	SUS304	18Cr-8Ni	ステンレス鋼・耐熱鋼として最も広く使用、食品設備、一般化学設備、建材用。870℃までの繰り返し加熱に耐える。
	SUS304A	18Cr-8Ni	建築構造用ステンレス鋼材として制定された鋼種で、SUS304と同じ組成であるが、0.1%耐力及び降伏比が規程されている。
	SUS304Cu	18Cr-8Ni-1Cu	304に約1%のCuを添加し加工硬化を防ぎ、良好なプレス成形性を付与した。深絞り、へら絞り用途、フラットバー、建材用途等に適し、304と同等の耐食性を持つ。
	SUS304L	18Cr-9Ni-低C	304の極低炭素鋼、耐粒界腐食性に優れ、溶接後熱処理できない部品類。
	SUS304N1	18Cr-8Ni-N	304にNを添加し、延性の低下を抑えながら強度を高め、材料の厚さ減少の効果がある。構造用強度部材。
	SUS304N2	18Cr-8Ni-N-Nb	304にN及びNbを添加し、高強度の特性をもたせた。構造用強度部材。

（つづき）

分類	種類記号	概略組成	性質と用途
オーステナイト系	SUS304N2A	18Cr-8Ni-N-Nb	建築構造用ステンレス鋼材として制定された鋼種で、SUS304N2 と同じ組成であるが、0.1%耐力及び降伏比が規程されている。
	SUS304LN	18Cr-8Ni-N-低C	304LにNを添加し、同上の特性をもたせた。用途は304N1 に準じるが、耐粒界腐食性に優れる。
	SUS304J1	17Cr-7Ni-2Cu	SUS304 のNiを低め、Cuを添加。冷間成形性、特に深絞り性に優れる。シンク、温水タンクなど。
	SUS304J2	17Cr-7Ni-4Mn-2Cu	SUS304より深絞り成形性に優れる。風呂がま、ドアノブなど。
	SUS304J3	18Cr-8Ni-2Cu	304にCuを添加し、冷間加工性と非磁性を改善。SUS304とSUSXM7との中間成分で、冷間加工用ボルト、ナットなど。
	SUS305	18Cr-12Ni-0.1C	304に比べ、加工硬化性が低い。へら絞り、特殊引抜き、冷間圧造用。
	SUS305J1	18Cr-13Ni-0.1C	305の低炭素鋼で、加工硬化性が低い。305と用途は同じ。
	SUS309S	22Cr-12Ni	耐食性が304より優れている。耐熱鋼として使われることが多い。980℃までの繰り返し加熱に耐える。炉材。
	SUS310S	25Cr-20Ni	耐酸化性が309Sより優れており、耐熱鋼として使われることが多い。1035℃まで耐える。炉材、自動車部品用材料。
	SUS312L	20Cr-18Ni-6Mo-0.7Cu-0.2N-低C	海水及び各種酸類に対する腐食抵抗に極めて優れ、海水使用各種機器、塩害地区外装建材、排煙脱硫設備及び食品設備機器などに使用。
	SUS315J1	18Cr-9Ni-1.5Si-2Cu-1Mo	304に対し、高Si とし、Cu、Mo を添加、耐応力腐食割れ性、耐孔食性を向上、温水機器用。
	SUS315J2	18Cr-12Ni-3Si-2Cu-1Mo	304に対し、高Ni、高Siとし、Cu、Moを添加、耐応力腐食割れ性、耐孔食性を向上、温水器用。
	SUS316	18Cr-12Ni-2.5Mo	海水をはじめ各種媒質に304より優れた耐食性がある。耐孔食材料。
	SUS316A	18Cr-12Ni-2.5Mo	建築構造用ステンレス鋼材として制定された鋼種で、SUS316と同じ組成であるが、0.1%耐力及び降伏比が規程されている。
	SUS316L	18Cr-12Ni-2.5Mo-低C	316 の極低炭素鋼、316の性質に耐粒界腐食性をもたせたもの。

（つづき）

分類	種類記号	概略組成	性質と用途
オーステナイト系	SUS316N	18Cr-12Ni-2.5Mo-N	316にN を添加し、延性の低下を抑えながら強度を高め、材料の厚さ減少効果がある。耐食性の優れた強度部材。
	SUS316LN	18Cr-12Ni-2.5Mo-N-低C	316LにN を添加し、同上の特性をもたせた。用途は、316Nに準じるが、耐粒界腐食性に優れる。
	SUS316Ti	18Cr-12Ni-2.5Mo-Ti	SUS316 にTiを添加して耐粒界腐食性を改善。熱交部品。
	SUS316J1	18Cr-12Ni-2Mo-2Cu	耐食性、耐孔食性が316より優れている。耐硫酸用材料。
	SUS316J1L	18Cr-12Ni-2Mo-2Cu-低C	316J1の低炭素鋼、316J1に耐粒界腐食性をもたせたもの。
	SUS316F	18Cr-12Ni-2.5Mo-S	耐食性、被削性。時計用バンドなど。
	SUS317	18Cr-12Ni-3.5Mo	耐孔食性が316より優れている。染色設備材料など。高温において優れたクリープ強度をもつ。熱交換器部品。
	SUS317L	18Cr-12Ni-3.5Mo-低C	317の極低炭素鋼、317に耐粒界腐食性をもたせたもの。
	SUS317LN	18Cr-13Ni-3.5Mo-N-低C	SUS317LにNを添加、高強度かつ高耐食性をもつ。各種タンク、容器など。
	SUS317J1	18Cr-16Ni-5Mo	塩素イオンを含む液を取り扱う熱交換器、酢酸プラント、りん酸プラント、漂白装置など、316L、317Lが耐えられない環境用。
	SUS317J2	25Cr-14Ni-1Mo-0.3N	SUS317に対し、高Cr、低MoとしNを添加。高強度、かつ、耐食性に優れる。
	SUS836L	22Cr-25Ni-6Mo-0.2N-低C	SUS312Lと同様に耐孔食性が優れ、パルプ製紙工業、食品プラント、製塩プラント、海水熱交換器など。
	SUS890L	21Cr-24.5Ni-4.5Mo-1.5Cu-極低C	耐酸性（硫酸、りん酸など）、耐海水性に優れ、化学プラント、各種海水使用機器などに使用。
	SUS321	18Cr-9Ni-Ti	Tiを添加し、耐粒界腐食性を高めたもの。装飾部品には推奨できない。400～900℃の腐食条件で使われる部品、高温用溶接構造品。
	SUS347	18Cr-9Ni-Nb	Nbを添加し、耐粒界腐食性を高めたもの。400 ～ 900℃の腐食条件で使われる部品、高温用溶接構造品。

（つづき）

分類	種類記号	概略組成	性質と用途
オーステナイト系	SUS384	16Cr-18Ni	305より加工硬化度が低く、厳しい冷間圧造、冷間成形品用材。
	SUSXM7	18Cr-9Ni-3.5Cu	304にCuを添加して冷間加工性の向上を図った鋼種、冷間圧造用。
	SUSXM15J1	18Cr-13Ni-4Si	304のNiを増し、Siを添加し、耐応力腐食割れ性を向上。塩素イオンを含む環境用。SUS310Sに匹敵する耐酸化性をもつ。自動車排ガス浄化装置用材料。
オーステナイト・フェライト系	SUS821L1	21Cr-2Ni-3Mn-1Cu-N-低C	304と同等以上の耐孔食性をもつ低Moのリーン二相鋼。備蓄槽、ケミカルタンカーのタンク、土木構造部材など。
	SUS323L	23Cr-4Ni-N-低C	316Lとほぼ同等の耐孔食性をもつ低Mo のリーン二相鋼。水門・樋門、海水淡水化プラントなど。
	SUS329J1	25Cr-4.5Ni-2Mo	二相組織をもち、耐酸性、耐孔食性に優れ、かつ高強度をもつ。排煙脱硫装置など。
	SUS329J3L	22Cr-5Ni-3Mo-N-低C	硫化水素、炭酸ガス、塩化物などを含む環境に抵抗性がある。油井管、ケミカル・タンカー用材、各種化学装置用など。
	SUS329J4L	25Cr-6Ni-3Mo-N-低C	海水など、高濃度塩化物環境において、優れた耐孔食性、耐SCC性がある。海水熱交換器、製塩プラントなど。
	SUS327L1	25Cr-7Ni-4Mo-N-低C	オーステナイト系の6%Mo鋼と同等の耐孔食性・耐すきま腐食性をもつ高強度のスーパー二相鋼。高塩分・高温環境の海水ポンプ、海水淡水化プラント、熱交換器など。
フェライト系	SUS405	13Cr-Al	高温からの冷却で著しい硬化を生じない、タービン材、焼入用部品、クラッド材。
	SUS410L	13Cr-低C	410SよりC を低くし、溶接部曲げ性、加工性、耐高温酸化性に優れる。自動車排ガス処理装置、ボイラ燃焼室、バーナーなど。
	SUS429	16Cr	430の溶接性改良種類。
	SUS430	18Cr	耐食性の優れたはん（汎）用種類。建築内装用、オイルバーナー部品、家庭用器具、家電部品。850℃以下の耐酸化用部品、放熱器、炉部品、オイルバーナー。

（つづき）

分類	種類記号	概略組成	性質と用途
フェライト系	SUS430F	18Cr-高S	430に被削性を与えたもの。自動盤用、ボルト・ナット類。
	SUS430LX	18Cr-Ti又はNb-低C	430にTi又はNbを添加、Cを低下し、加工性、溶接性改良。温水タンク、給湯用、衛生器具、家庭用耐久機器、自転車リムなど。
	SUS430J1L	18Cr-0.5Cu-Nb-極低(C、N)	430にCu、Nbを添加し、極低C、N としたもの。耐食性、成形性、溶接性を改善し、自動車の外装材、放熱器、炉部品などに使用される。
	SUS434	18Cr-1Mo	430の改良鋼の一種。430より塩分に対して強く、自動車外装用として使用。
	SUS436L	18Cr-1Mo-Ti、Nb、Zr-極低(C、N)	434のCとNを低下し、Ti、Nb又はZrを単独又は複合添加し、加工性、溶接性を改良した。建築内外装材、車両部品、ちゅう（厨）房器具、給湯・給水器具。
	SUS436J1L	19Cr-0.5Mo-Nb-極低(C、N)	430にMo、Cu、Nbを添加し、極低C、Nとしたもの。耐食性、成形性、溶接性を改善し、ちゅう房機器、建築内外装材、自動車外装材、家電製品、放熱器、バーナーなど。
	SUS443J1	21Cr-0.5Cu-Ti、 Nb-極低(C、N)	430J1LよりCrを多くし、更に耐食性を高めた。厨房機器、電気製品、輸送用車両、建築用材料などに使用される。
	SUS444	19Cr-2Mo-Ti、Nb、Zr-極低(C、N)	436LよりMoを多くし、更に耐食性を高めた。貯湯槽、貯水槽、太陽熱温水器、熱交換器、食品機器、染色機械など、耐応力腐食割れ用。
	SUS445J1	22Cr-1Mo-極低(C、N)	436LよりCrを増やし、更に耐食性を高めた。自動車モール、電子ジャーポット、屋根材。
	SUS445J2	22Cr-2Mo-極低(C、N)	444よりCrを増やし、更に耐食性、耐候性を高めた。温水機器、屋根材。
	SUS447J1	30Cr-2Mo-極低(C、N)	高Cr-Moで、C、Nを極度に低下し、耐食性に優れる。酢酸、乳酸などの有機酸関係プラント、か性ソーダ製造プラント、ハロゲンイオンによる耐応力腐食割れ性、耐孔食性用途、公害防止機器。
	SUSXM27	26Cr-1Mo-極低(C、N)	耐食性（耐孔食性）に優れ、447J1に類似の性質、用途。

（つづき）

分類	種類記号	概略組成	性質と用途
マルテンサイト系	SUS403	13Cr-低Si	タービンブレード等高温高応力部品として良好なステンレス鋼・耐熱鋼。
	SUS410	13Cr	良好な耐食性、機械加工性をもつ。一般用途用、刃物類。
	SUS410S	13Cr-0.08C	410の耐食性、成形性を向上させた種類。
	SUS410F2	13Cr-0.1C-Pb	410の耐食性を劣化させないPb快削鋼。
	SUS410J1	13Cr-Mo	410の耐食性をより向上させた高力種類。タービンブレード、高温用部品。
	SUS416	13Cr-0.1C-高S	被削性がステンレス鋼中最良の種類。自動盤用。
	SUS420J1	13Cr-0.2C	焼入れ状態での硬さが高く、13Crより耐食性が良好。タービンブレード。
	SUS420J2	13Cr-0.3C	420J1より焼入れ後の硬さが高い種類。刃物、ノズル、弁座、バルブ、直尺など。
	SUS420F	13Cr-0.3C-高S	420J2の被削性改良種類。
	SUS420F2	13Cr-0.2C-Pb	420J1の耐食性を劣化させないPb快削鋼。
	SUS431	16Cr-2Ni	Niを含むCr鋼、熱処理で高い機械的性質をもつ。410、430より耐食性良。 Alの添加で析出硬化性をもたせた種類。スプリング、ワッシャー、計器部品。
	SUS440A	18Cr-0.7C	焼入硬化性に優れ、硬く、440B、440Cよりじん性が大きい。刃物、ゲージ、ベアリング。
	SUS440B	18Cr-0.8C	440Aより硬く、440Cよりじん性が大きい。刃物、弁。
	SUS440C	18Cr-1C	すべてのステンレス鋼・耐熱鋼中最高の硬さをもつ。ノズル、ベアリング。
	SUS440F	18Cr-1C-高S	440Cの被削性を向上。自動盤用。
析出硬化系	SUS630	17Cr-4Ni-4Cu-Nb	Cuの添加で析出硬化性をもたせた種類。シャフト類、タービン部品、積層板の押板、スチールベルト。
	SUS631	17Cr-7Ni-1Al	Alの添加で析出硬化性をもたせた種類。スプリング、ワッシャー、計器部品、高温ばね。
	SUS631J1	17Cr-8Ni-1Al	631の伸線加工性を向上させた種類。線用、スプリングワイヤ。
	SUS632J1	15Cr-7Ni-1.5Si-Cu-Ti	Ni、Si、Ti からなる金属間化合物による析出硬化性をもたせた種類。スプリング、ワッシャー、スチールベルト。

3-3-10 ステンレス鋼の規格

代表としてステンレス鋼棒(G4303)、機械構造用ステンレス鋼管(G3446)、ボイラ・熱交換器用ステンレス鋼管(G3463)、配管用ステンレス鋼管(G3459)及びステンレス鋼線材(G4308)を示します。それ以外は、それぞれの規格を参照してください。

1．マルテンサイト系ステンレス鋼棒 JIS G 4303 (2012)

種類の記号	化学成分(%)								
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Pb
SUS403	0.15 以下	0.50 以下	1.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	— a)	11.50～13.00	—	—
SUS410	0.15 以下	1.00 以下	1.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	— a)	11.50～13.50	—	—
SUS410J1	0.08～0.18	0.60 以下	1.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	— a)	11.50～14.00	0.30～0.60	—
SUS410F2	0.15 以下	1.00 以下	1.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	— a)	11.50～13.50	—	0.05～0.30
SUS416	0.15 以下	1.00 以下	1.25 以下	0.060 以下	0.15 以上	— a)	12.00～14.00	— b)	—
SUS420J1	0.16～0.25	1.00 以下	1.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	— a)	12.00～14.00	—	—
SUS420J2	0.26～0.40	1.00 以下	1.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	— a)	12.00～14.00	—	—
SUS420F	0.26～0.40	1.00 以下	1.25 以下	0.060 以下	0.15 以上	— a)	12.00～14.00	— b)	—
SUS420F2	0.26～0.40	1.00 以下	1.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	— a)	12.00～14.00	—	0.05～0.30
SUS431	0.20 以下	1.00 以下	1.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	1.25～2.50	15.00～17.00	—	—
SUS440A	0.60～0.75	1.00 以下	1.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	— a)	16.00～18.00	— c)	—
SUS440B	0.75～0.95	1.00 以下	1.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	— a)	16.00～18.00	— c)	—
SUS440C	0.95～1.20	1.00 以下	1.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	— a)	16.00～18.00	— c)	—
SUS440F	0.95～1.20	1.00 以下	1.25 以下	0.060 以下	0.15 以上	— a)	16.00～18.00	— c)	—

注ａ）Ni は、0.60%を超えてはならない。
　ｂ）Mo は、0.60%を超えてはならない。
　ｃ）Mo は、0.75%を超えてはならない。

マルテンサイト系の焼入焼戻し状態の機械的性質

種類の記号	耐力 N/mm²	引張強さ N/mm²	伸び %	絞り[a] %	シャルピー衝撃値[b] J/cm²	硬さ[c]				適用寸法（径、対辺距離又は厚さ）
						HBW	HRBS[d]又はHRBW	HRC	HV	
SUS403	390 以上	590 以上	25 以上	55 以上	147 以上	170 以上	87 以上	—	178 以上	75mm以下
SUS410	345 以上	540 以上	25 以上	55 以上	98 以上	159 以上	84 以上	—	166 以上	
SUS410J1	490 以上	690 以上	20 以上	60 以上	98 以上	192 以上	92 以上	—	200 以上	
SUS410F2	345 以上	540 以上	18 以上	50 以上	98 以上	159 以上	84 以上	—	166 以上	
SUS416	345 以上	540 以上	17 以上	45 以上	69 以上	159 以上	84 以上	—	166 以上	
SUS420J1	440 以上	640 以上	20 以上	50 以上	78 以上	192 以上	92 以上	—	200 以上	
SUS420J2	540 以上	740 以上	12 以上	40 以上	29 以上	217 以上	95 以上	—	220 以上	
SUS420F	540 以上	740 以上	8 以上	35 以上	29 以上	217 以上	95 以上	—	220 以上	
SUS420F2	540 以上	740 以上	5 以上	35 以上	29 以上	217 以上	95 以上	—	220 以上	
SUS431	590 以上	780 以上	15 以上	40 以上	39 以上	229 以上	98 以上	—	241 以上	
SUS440A	—	—	—	—	—	—	—	54 以上	577 以上	
SUS440B	—	—	—	—	—	—	—	56 以上	613 以上	
SUS440C	—	—	—	—	—	—	—	58 以上	653 以上	
SUS440F	—	—	—	—	—	—	—	58 以上	653 以上	

注記　1N/㎟＝ 1MPa

注ａ）平鋼には適用しない。ただし、注文者の指定がある場合は、受渡当事者間の協定による。

ｂ）シャルピー衝撃値は、JISZ2242 のノッチ深さ2mmのU ノッチ標準試験片が採取できる寸法の棒に適用する。この試験片が採取できない場合、適用する試験片及び衝撃値については、受渡当事者間の協定による。

ｃ）硬さは、いずれか1 種類を適用する。

ｄ）HRBの測定は、HRBS又はHRBW のいずれかでよいものとし、測定値の表示には、HRBS又はHRBWを明記する。ただし、疑義が生じた場合の判断は、HRBSによることとする。

マルテンサイト系の焼なまし状態の硬さ

種類の記号	硬さ[a]			
	HBW	HRBS[b] 又はHRBW	HRC	HV
SUS403	200 以下	93 以下	—	210 以下
SUS410	200 以下	93 以下	—	210 以下
SUS410J1	200 以下	93 以下	—	210 以下
SUS410F2	200 以下	93 以下	—	210 以下
SUS416	200 以下	93 以下	—	210 以下
SUS420J1	223 以下	97 以下	—	234 以下
SUS420J2	235 以下	99 以下	—	247 以下

種類の記号	硬さ[a]			
	HBW	HRBS[b] 又はHRBW	HRC	HV
SUS420F	235 以下	99 以下	—	247 以下
SUS420F2	235 以下	99 以下	—	247 以下
SUS431	302 以下	—	32 以下	320 以下
SUS440A	255 以下	—	25 以下	269 以下
SUS440B	255 以下	—	25 以下	269 以下
SUS440C	269 以下	—	28 以下	284 以下
SUS440F	269 以下	—	28 以下	284 以下

注a) 硬さは、いずれか1 種類を適用する。
b) HRBの測定は、HRBS又はHRBWのいずれかでよいものとし、測定値の表示には、HRBS又はHRBWを明記する。
ただし、疑義が生じた場合の判断は、HRBSによることとする。

２．フェライト系ステンレス鋼棒　JIS G 4303（2012）

種類の記号	化学成分(%)								
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	N	Al
SUS405[a)]	0.08 以下	1.00 以下	1.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	11.50～14.50	－	－	0.10～0.30
SUS410L[a)]	0.030 以下	1.00 以下	1.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	11.00～13.50	－	－	－
SUS430[a)]	0.12 以下	0.75 以下	1.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	16.00～18.00	－	－	－
SUS430F[a)]	0.12 以下	1.00 以下	1.25 以下	0.060 以下	0.15 以下	16.00～18.00	－ [c)]	－	－
SUS434[a)]	0.12 以下	1.00 以下	1.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	16.00～18.00	0.75～1.25	－	－
SUS447J1[b)]	0.010 以下	0.40 以下	0.40 以下	0.030 以下	0.020 以下	28.50～32.00	1.50～2.50	0.015以下	－
SUSXM27[b)]	0.010 以下	0.40 以下	0.40 以下	0.030 以下	0.020 以下	25.00～27.50	0.75～1.50	0.015以下	－

注ａ）SUS447J1及びSUSXM27の2 種類以外のNiは、0.60%を超えてはならない。
ｂ）SUS447J1及びSUSXM27のNi は、0.50%を超えてはならない。また、CuはO.20%を、（Ni＋Cu）は0.50%を超えてはならない。さらに、この表に規定されていないV、Ti及びNbのうち一つ又は複数の元素を必要によって添加した場合、その含有率を報告しなければならない。
ｃ）Mo は、0.60%を超えてはならない。

フェライト系の焼なまし状態の機械的性質

種類の記号	耐力 N/mm^2	引張強さ N/mm^2	伸び %	絞り[a)] %	硬さ[b)]			適用寸法 (径、対辺距離又は厚さ)
					HBW	HRBS[c)]又はHRBW	HV	
SUS405	175 以上	410 以上	20 以上	60 以上	183 以下	90 以下	200 以下	75mm以下
SUS410L	195 以上	360 以上	22 以上	60 以上	183 以下	90 以下	200 以下	
SUS430	205 以上	450 以上	22 以上	50 以上	183 以下	90 以下	200 以下	
SUS430F	205 以上	450 以上	22 以上	50 以上	183 以下	90 以下	200 以下	
SUS434	205 以上	450 以上	22 以上	60 以上	183 以下	90 以下	200 以下	
SUS447J1	295 以上	450 以上	20 以上	45 以上	228 以下	98 以下	241 以下	
SUSXM27	245 以上	410 以上	20 以上	45 以上	219 以下	96 以下	230 以下	

注記　1N/㎟＝ 1MPa

注ａ）平鋼には適用しない。ただし、注文者の指定がある場合は、受渡当事者間の協定による。

ｂ）硬さは、いずれか1 種類を適用する。

ｃ）HRBの測定は、HRBS又はHRBWのいずれかでよいものとし、測定値の表示には、HRBS又はHRBWを明記する。ただし、疑義が生じた場合の判断は、HRBSによることとする。

３．オーステナイト系ステンレス鋼棒　JIS G 4303（2012）

種類の記号	化学成分(%)										
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	N	その他
SUS201	0.15 以下	1.00 以下	5.50～7.50	0.060 以下	0.030 以下	3.50～5.50	16.00～18.00	－	－	0.25 以下	－
SUS202	0.15 以下	1.00 以下	7.50～10.00	0.060 以下	0.030 以下	4.00～6.00	17.00～19.00	－	－	0.25 以下	－
SUS301	0.15 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.045 以下	0.030 以下	6.00～8.00	16.00～18.00	－	－	－	－
SUS302	0.15 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.045 以下	0.030 以下	8.00～10.00	17.00～19.00	－	－	－	－
SUS303	0.15 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.20 以下	0.15 以下	8.00～10.00	17.00～19.00	－ a)	－	－	－
SUS303Se	0.15 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.20 以下	0.060 以下	8.00～10.00	17.00～19.00	－	－	－	Se0.15以上
SUS303Cu	0.15 以下	1.00 以下	3.00 以下	0.20 以下	0.15 以下	8.00～10.00	17.00～19.00	－ a)	1.50～3.50	－	－
SUS304	0.08 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.045 以下	0.030 以下	8.00～10.50	18.00～20.00	－	－	－	－
SUS304L	0.030 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.045 以下	0.030 以下	9.00～13.00	18.00～20.00	－	－	－	－
SUS304N1	0.08 以下	1.00 以下	2.50 以下	0.045 以下	0.030 以下	7.00～10.50	18.00～20.00	－	－	0.10～0.25	－
SUS304N2	0.08 以下	1.00 以下	2.50 以下	0.045 以下	0.030 以下	7.50～10.50	18.00～20.00	－	－	0.15～0.30	Nb0.15以下
SUS304LN	0.030 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.045 以下	0.030 以下	8.50～11.50	17.00～19.00	－	－	0.12～0.22	－
SUS304J3	0.08 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.045 以下	0.030 以下	8.00～10.50	17.00～19.00	－	1.00～3.00	－	－
SUS305	0.12 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.045 以下	0.030 以下	10.50～13.00	17.00～19.00	－	－	－	－
SUS309S	0.08 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.045 以下	0.030 以下	12.00～15.00	22.00～24.00	－	－	－	－
SUS310S	0.08 以下	1.50 以下	2.00 以下	0.045 以下	0.030 以下	19.00～22.00	24.00～26.00	－	－	－	－

注ａ）Moは0.60%を超えてはならない。

オーステナイト系の固溶化熱処理状態の機械的性質

種類の記号	耐力 N/mm²	引張強さ N/mm²	伸び %	絞り[a] %	硬さ[b]			適用寸法 (径、対辺距離又は厚さ)
					HBW	HRBS[c] 又はHRBW	HV	
SUS201	275 以上	520 以上	40 以上	45 以上	241 以下	100 以下	253 以下	180mm以下
SUS202	275 以上	520 以上	40 以上	45 以上	207 以下	95 以下	218 以下	
SUS301	205 以上	520 以上	40 以上	60 以上	207 以下	95 以下	218 以下	
SUS302	205 以上	520 以上	40 以上	60 以上	187 以下	90 以下	200 以下	
SUS303	205 以上	520 以上	40 以上	50 以上	187 以下	90 以下	200 以下	
SUS303Se	205 以上	520 以上	40 以上	50 以上	187 以下	90 以下	200 以下	
SUS303Cu	205 以上	520 以上	40 以上	50 以上	187 以下	90 以下	200 以下	
SUS304	205 以上	520 以上	40 以上	60 以上	187 以下	90 以下	200 以下	
SUS304L	175 以上	480 以上	40 以上	60 以上	187 以下	90 以下	200 以下	
SUS304N1	275 以上	550 以上	35 以上	50 以上	217 以下	95 以下	220 以下	
SUS304N2	345 以上	690 以上	35 以上	50 以上	250 以下	100 以下	260 以下	
SUS304LN	245 以上	550 以上	40 以上	50 以上	217 以下	95 以下	220 以下	
SUS304J3	175 以上	480 以上	40 以上	60 以上	187 以下	90 以下	200 以下	
SUS305	175 以上	480 以上	40 以上	60 以上	187 以下	90 以下	200 以下	
SUS309S	205 以上	520 以上	40 以上	60 以上	187 以下	90 以下	200 以下	
SUS310S	205 以上	520 以上	40 以上	50 以上	187 以下	90 以下	200 以下	

注記　1N/㎟＝ 1MPa

注ａ）平鋼には適用しない。ただし、注文者の指定がある場合は、受渡当事者間の協定による。

ｂ）硬さは、いずれか1 種類を適用する。

ｃ）HRBの測定は、HRBS又はHRBWのいずれかでよいものとし、測定値の表示には、HRBS又はHRBWを明記する。ただし、疑義が生じた場合の判断は、HRBSによることとする。

オーステナイト系ステンレス鋼棒(つづき)

種類の記号	化学成分(%)										
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	N	その他
SUS312L	0.020 以下	0.80 以下	1.00 以下	0.030 以下	0.015 以下	17.50～19.50	19.00～21.00	6.00～7.00	0.50～1.00	0.16～0.25	－
SUS316	0.08 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.045 以下	0.030 以下	10.00～14.00	16.00～18.00	2.00～3.00	－	－	－
SUS316L	0.030 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.045 以下	0.030 以下	12.00～15.00	16.00～18.00	2.00～3.00	－	－	－
SUS316N	0.08 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.045 以下	0.030 以下	10.00～14.00	16.00～18.00	2.00～3.00	－	0.10～0.22	－
SUS316LN	0.030 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.045 以下	0.030 以下	10.50～14.50	16.50～18.50	2.00～3.00	－	0.12～0.22	－
SUS316Ti	0.08 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.045 以下	0.030 以下	10.00～14.00	16.00～18.00	2.00～3.00	－	－	Ti5×C%以上
SUS316J1	0.08 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.045 以下	0.030 以下	10.00～14.00	17.00～19.00	1.20～2.75	1.00～2.50	－	－
SUS316J1L	0.030 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.045 以下	0.030 以下	12.00～16.00	17.00～19.00	1.20～2.75	1.00～2.50	－	－
SUS316F	0.08 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.045 以下	0.10 以上	10.00～14.00	16.00～18.00	2.00～3.00	－	－	－
SUS317	0.08 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.045 以下	0.030 以下	11.00～15.00	18.00～20.00	3.00～4.00	－	－	－
SUS317L	0.030 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.045 以下	0.030 以下	11.00～15.00	18.00～20.00	3.00～4.00	－	－	－
SUS317LN	0.030 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.045 以下	0.030 以下	11.00～15.00	18.00～20.00	3.00～4.00	－	0.10～0.22	－
SUS317J1	0.040 以下	1.00 以下	2.50 以下	0.045 以下	0.030 以下	15.00～17.00	16.00～19.00	4.00～6.00	－	－	－
SUS836L	0.030 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.045 以下	0.030 以下	24.00～26.00	19.00～24.00	5.00～7.00	－	0.25 以下	－
SUS890L	0.020 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.045 以下	0.030 以下	23.00～28.00	19.00～23.00	4.00～5.00	1.00～2.00	－	－
SUS321	0.08 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.045 以下	0.030 以下	9.00～13.00	17.00～19.00	－	－	－	Ti5×C%以上
SUS347	0.08 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.045 以下	0.030 以下	9.00～13.00	17.00～19.00	－	－	－	Nb10×C%以上
SUSXM7	0.08 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.045 以下	0.030 以下	8.50～10.50	17.00～19.00	－	3.00～4.00	－	－
SUSXM15J1[b)]	0.08 以下	3.00～5.00	2.00 以下	0.045 以下	0.030 以下	11.50～15.00	15.00～20.00	－	－	－	－

注ａ）Mo は、0.60%を超えてはならない。

ｂ）SUSXM15J1 は、この表に規定されていないCu、Mo、Nb、Ti、及びNのうち一つ又は複数の元素を必要によって添加した場合、その含率を報告しなければならない。

オーステナイト系の固溶化熱処理状態の機械的性質(つづき)

種類の記号	耐力 N/mm²	引張強さ N/mm²	伸び %	絞り[a] %	硬さ[b]			適用寸法 (径、対辺距離又は厚さ)
					HBW	HRBS[c]又はHRBW	HV	
SUS312L	300 以上	650 以上	35 以上	40 以上	223 以下	96 以下	230 以下	
SUS316	205 以上	520 以上	40 以上	60 以上	187 以下	90 以下	200 以下	
SUS316L	175 以上	480 以上	40 以上	60 以上	187 以下	90 以下	200 以下	
SUS316N	275 以上	550 以上	35 以上	50 以上	217 以下	95 以下	220 以下	
SUS316LN	245 以上	550 以上	40 以上	50 以上	217 以下	95 以下	220 以下	
SUS316Ti	205 以上	520 以上	40 以上	50 以上	187 以下	90 以下	200 以下	
SUS316J1	205 以上	520 以上	40 以上	60 以上	187 以下	90 以下	200 以下	
SUS316J1L	175 以上	480 以上	40 以上	60 以上	187 以下	90 以下	200 以下	
SUS316F	205 以上	520 以上	40 以上	50 以上	187 以下	90 以下	200 以下	
SUS317	205 以上	520 以上	40 以上	60 以上	187 以下	90 以下	200 以下	180mm以下
SUS317L	175 以上	480 以上	40 以上	60 以上	187 以下	90 以下	200 以下	
SUS317LN	245 以上	550 以上	40 以上	50 以上	217 以下	95 以下	220 以下	
SUS317J1	175 以上	480 以上	40 以上	45 以上	187 以下	90 以下	200 以下	
SUS836L	205 以上	520 以上	35 以上	40 以上	217 以下	96 以下	230 以下	
SUS890L	215 以上	490 以上	35 以上	40 以上	187 以下	90 以下	200 以下	
SUS321	205 以上	520 以上	40 以上	50 以上	187 以下	90 以下	200 以下	
SUS347	205 以上	520 以上	40 以上	50 以上	187 以下	90 以下	200 以下	
SUSXM7	175 以上	480 以上	40 以上	60 以上	187 以下	90 以下	200 以下	
SUSXM15J1	205 以上	520 以上	40 以上	60 以上	207 以下	95 以下	218 以下	

注記　1N/㎟＝ 1MPa

注ａ）平鋼には適用しない。ただし、注文者の指定がある場合は、受渡当事者間の協定による。

ｂ）硬さは、いずれか1 種類を適用する。

ｃ）HRBの測定は、HRBS又はHRBWのいずれかでよいものとし、測定値の表示には、HRBS又はHRBWを明記する。ただし、疑義が生じた場合の判断は、HRBSによることとする。

４．析出硬化系ステンレス鋼棒　JIS G 4303（2012）

種類の記号	化学成分(%)								
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Cu	その他
SUS630	0.07 以下	1.00 以下	1.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	3.00～5.00	15.00～17.50	3.00～5.00	Nb 0.15～0.45
SUS631	0.09 以下	1.00 以下	1.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	6.50～7.75	16.00～18.00	－	Al 0.75～1.50

５．オーステナイト・フェライト系ステンレス鋼棒　JIS G 4303（2012）

種類の記号	化学成分(%)								
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	N
SUS329J1[a)]	0.08 以下	1.00 以下	1.50 以下	0.040 以下	0.030 以下	3.00～6.00	23.00～28.00	1.00～3.00	－
SUS329J3L[b)]	0.030 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	4.50～6.50	21.00～24.00	2.50～3.50	0.08～0.20
SUS329J4L[b)]	0.030 以下	1.00 以下	1.50 以下	0.040 以下	0.030 以下	5.50～7.50	24.00～26.00	2.50～3.50	0.08～0.30

注ａ）SUS329J1は、この表に規定されていないCu、W及びNのうち一つ又は複数の元素を必要によって添加した場合、その含有率を報告しなければならない。
ｂ）SUS329J3L及びSUS329J4Lは、この表に規定されていないCu及びWのうち一つ又は両方の元素を必要によって添加した場合、その含有率を報告しなければならない。

析出硬化系の固溶化熱処理状態及び固溶化熱処理後析出硬化処理状態の機械的性質

種類の記号	熱処理記号[d]	耐力 N/mm²	引張強さ N/mm²	伸び %	絞り[a] %	硬さ[b]				適用寸法 (径、対辺距離又は厚さ)
						HBW	HRBS[c] 又はHRBW	HRC	HV	
SUS630	S	—	—	—	—	363 以下	—	38 以下	383 以下	75mm以下
	H900	1175 以上	1310 以上	10 以上	40 以上	375 以上	—	40 以上	396 以上	
	H1025	1000 以上	1070 以上	12 以上	45 以上	331 以上	—	35 以上	350 以上	
	H1075	860 以上	1000 以上	13 以上	45 以上	302 以上	—	31 以上	320 以上	
	H1150	725 以上	930 以上	16 以上	50 以上	277 以上	—	28 以上	292 以上	
SUS631	S	380 以下	1030 以下	20 以上	—	229 以下	98 以下	—	241 以下	
	RH950	1030 以上	1230 以上	4 以上	10 以上	388 以上	—	41 以上	410 以上	
	TH1050	960 以上	1140 以上	5 以上	25 以上	363 以上	—	38 以上	383 以上	

注記　1N/㎟= 1MPa

注ａ）平鋼には適用しない。ただし、注文者の指定がある場合は、受渡当事者間の協定による。

ｂ）硬さは、いずれか1 種類を適用する。

ｃ）HRBの測定は、HRBS又はHRBWのいずれかでよいものとし、測定値の表示には、HRBS又はHRBWを明記する。ただし、疑義が生じた場合の判断は、HRBSによることとする。

ｄ）S：固溶化熱処理　　H900、H1025、H1075、H1150、RH950、TH1050：析出硬化処理

オーステナイト・フェライト系の固溶化熱処理状態の機械的性質

種類の記号	耐力 N/mm²	引張強さ N/mm²	伸び %	絞り[a] %	硬さ[b]			適用寸法 (径、対辺距離又は厚さ)
					HBW	HRC	HV	
SUS329J1	390 以上	590 以上	18 以上	40 以上	277 以下	29 以下	292 以下	75mm以下
SUS329J3L	450 以上	620 以上	18 以上	40 以上	302 以下	32 以下	320 以下	
SUS329J4L	450 以上	620 以上	18 以上	40 以上	302 以下	32 以下	320 以下	

注記　1N/㎟= 1MPa

注ａ）平鋼には適用しない。ただし、注文者の指定がある場合は、受渡当事者間の協定による。

ｂ）硬さは、いずれか1種類を適用する。

６．機械構造用ステンレス鋼管　JIS G 3446（2012）

単位（%）

種類の記号	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Ti	Nb
SUS304TKA	0.08 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.045 以下	0.030 以下	8.00～10.50	18.00～20.00	— a)	— a)	— a)
SUS304TKC										
SUS316TKA						10.00～14.00	16.00～18.00	2.00～3.00		
SUS316TKC										
SUS321TKA						9.00～13.00	17.00～19.00	— a)	5×C% 以上	
SUS347TKA									— a)	10×C% 以上
SUS430TKA	0.12 以下	0.75 以下	1.00 以下	0.040 以下			16.00～18.00			— a)
SUS430TKC										
SUS410TKA	0.15 以下	1.00 以下				0.60 以下	11.50～13.50			
SUS410TKC										
SUS420J1TKA	0.16～0.25						12.00～14.00			
SUS420J2TKA	0.26～0.40									

必要に応じて、この表以外の合金元素を添加してもよい。

注ａ）必要に応じてMo、Ti又はNbを添加する場合、当該種類が他の種類の規定値を満たして種類の区別ができなくなるほど添加してはならない。

熱処理及び機械的性質

種類の記号	熱処理の種類	熱処理条件 ℃	引張強さ N/mm²	耐力 N/mm²	伸び[a] %			へん平性[b]
					11号試験片 12号試験片	4号試験片		平板間の距離(H) (Dは管の外径)
						管軸方向	管軸直角方向	
SUS304TKA[c]	固溶化熱処理	1010以上、急冷	520 以上	205 以上	35 以上	30 以上	22 以上	$\frac{1}{3}$ D
SUS316TKA[c]		1010以上、急冷						
SUS321TKA[c]		920以上、急冷						
SUS347TKA[c]		980以上、急冷						
SUS304TKC	製造のまま							$\frac{2}{3}$ D
SUS316TKC								
SUS430TKA[c]	焼なまし	700以上、空冷又は徐冷	410 以上	245 以上	20 以上	17 以上	13 以上	
SUS430TKC	製造のまま							$\frac{3}{4}$ D
SUS410TKA	焼なまし	700以上、空冷又は徐冷		205 以上				$\frac{2}{3}$ D
SUS420J1TKA			470 以上	215 以上	19 以上	16 以上	12 以上	$\frac{3}{4}$ D
SUS420J2TKA			540 以上	225 以上	18 以上	15 以上	11 以上	
SUS410TKC	製造のまま		410 以上	205 以上	20 以上	17 以上	13 以上	

注記　1N/mm²＝ 1MPa

注a)　外径10mm以下及び／又は厚さ1mm以下の管については、この表の伸びの規定は適用しないが、試験の結果は記録する。ただし、受渡当事者間の協定によって、伸びを規定してもよい。

b)　厚さが外径の10%以上の管では、へん平試験における平板間の距離（H）は、受渡当事者間の協定による。

c)　SUS304TKA、SUS316TKA、SUS321TKA、SUS347TKA及びSUS430TKAは、必要な場合、注文者は、引張強さの上限を指定してもよい。この場合、引張強さの上限値は、この表の値に200N/mm²を加えた値とする。

7．ボイラ・熱交換器用ステンレス鋼管　JIS G 3463（2012）

単位（%）

種類の記号	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	その他[b]
SUS304TB	0.08 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	8.00～11.00	18.00～20.00	—[b]	—
SUS304HTB	0.04～0.10	0.75 以下	2.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	8.00～11.00	18.00～20.00	—[b]	—
SUS304LTB[a]	0.030 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	9.00～13.00	18.00～20.00	—[b]	—
SUS309TB	0.15 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	12.00～15.00	22.00～24.00	—[b]	—
SUS309STB	0.08 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	12.00～15.00	22.00～24.00	—[b]	—
SUS310TB	0.15 以下	1.50 以下	2.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	19.00～22.00	24.00～26.00	—[b]	—
SUS310STB	0.08 以下	1.50 以下	2.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	19.00～22.00	24.00～26.00	—[b]	—
SUS312LTB[a]	0.020 以下	0.80 以下	1.00 以下	0.030 以下	0.015 以下	17.50～19.50	19.00～21.00	6.00～7.00	Cu：0.50～1.00 N ：0.16～0.25
SUS315J1TB	0.08 以下	0.50～2.50	2.00 以下	0.045 以下	0.030 以下	8.50～11.50	17.00～20.50	0.50～1.50	Cu：0.50～3.50
SUS315J2TB	0.08 以下	2.50～4.00	2.00 以下	0.045 以下	0.030 以下	11.00～14.00	17.00～20.50	0.50～1.50	Cu：0.50～3.50
SUS316TB	0.08 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	10.00～14.00	16.00～18.00	2.00～3.00	—
SUS316HTB	0.04～0.10	0.75 以下	2.00 以下	0.030 以下	0.030 以下	11.00～14.00	16.00～18.00	2.00～3.00	—
SUS316LTB[a]	0.030 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	12.00～16.00	16.00～18.00	2.00～3.00	—
SUS316TiTB	0.08 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	10.00～14.00	16.00～18.00	2.00～3.00	Ti：5×C% 以上
SUS317TB	0.08 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	11.00～15.00	18.00～20.00	3.00～4.00	—
SUS317LTB[a]	0.030 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	11.00～15.00	18.00～20.00	3.00～4.00	—
SUS321TB	0.08 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	9.00～13.00	17.00～19.00	—[b]	Ti：5×C% 以上
SUS321HTB	0.04～0.10	0.75 以下	2.00 以下	0.030 以下	0.030 以下	9.00～13.00	17.00～20.00	—[b]	Ti：4×C%～0.60
SUS347TB	0.08 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	9.00～13.00	17.00～19.00	—[b]	Nb：10×C% 以上
SUS347HTB	0.04～0.10	1.00 以下	2.00 以下	0.030 以下	0.030 以下	9.00～13.00	17.00～20.00	—[b]	Nb：8×C%～1.00
SUS836LTB[a]	0.030 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	24.00～26.00	19.00～24.00	5.00～7.00	N ：0.25 以下
SUS890LTB[a]	0.020 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	23.00～28.00	19.00～23.00	4.00～5.00	Cu：1.00～2.00
SUSXM15J1TB	0.08 以下	3.00～5.00	2.00 以下	0.045 以下	0.030 以下	11.50～15.00	15.00～20.00	—	—

熱処理及び機械的性質

種類の記号	固溶化熱処理条件 ℃	引張強さ a) N/mm²	耐力 N/mm²	伸び　% 外径 10mm 未満 11号試験片	伸び　% 外径 10mm以上20mm未満 11号試験片	伸び　% 外径 20mm以上 11号試験片 12号試験片
SUS304TB	1010 以上　急冷	520 以上	205 以上	27 以上	30 以上	35 以上
SUS304HTB	1040 以上　急冷					
SUS304LTB	1010 以上 急冷	480 以上	175 以上			
SUS309TB	1030 以上 急冷	520 以上	205 以上			
SUS309STB						
SUS310TB						
SUS310STB						
SUS312LTB		650 以上	300 以上			
SUS315J1TB	1010 以上 急冷	520 以上	205 以上			
SUS315J2TB	1010 以上 急冷					
SUS316TB	1010 以上 急冷					
SUS316HTB	1040 以上 急冷					
SUS316LTB	1010 以上 急冷	480 以上	175 以上			
SUS316TiTB	920 以上 急冷	520 以上	205 以上			
SUS317TB	1010 以上 急冷					
SUS317LTB		480 以上	175 以上			
SUS321TB	920 以上 急冷	520 以上	205 以上			
SUS321HTB	冷間仕上げ 1095 以上 急冷					
	熱間仕上げ 1050 以上 急冷					
SUS347TB	980 以上 急冷					
SUS347HTB	冷間仕上げ 1095 以上 急冷					
	熱間仕上げ 1050 以上 急冷					
SUS836LTB	1030 以上 急冷					
SUS890LTB		490 以上	215 以上			
SUSXM15J1TB	1010 以上 急冷	520 以上	205 以上			

ボイラ・熱交換器用ステンレス鋼管　JIS G 3463（2012）（つづき）

単位（%）

種類の記号	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	その他[b]
SUS329J1TB	0.08 以下	1.00 以下	1.50 以下	0.040 以下	0.030 以下	3.00～6.00	23.00～28.00	1.00～3.00	—
SUS329J3LTB[a]	0.030 以下	1.00 以下	1.50 以下	0.040 以下	0.030 以下	4.50～6.50	21.00～24.00	2.50～3.50	N：0.08～0.20
SUS329J4LTB[a]	0.030 以下	1.00 以下	1.50 以下	0.040 以下	0.030 以下	5.50～7.50	24.00～26.00	2.50～3.50	N：0.08～0.30

種類の記号	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	その他[b]
SUS405TB	0.08 以下	1.00 以下	1.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	0.60 以下	11.50～14.50	—[b]	Al：0.10～0.30
SUS409TB	0.08 以下	1.00 以下	1.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	0.60 以下	10.50～11.75	—[b]	Ti：6×C%～0.75
SUS409LTB[a]	0.030 以下	1.00 以下	1.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	0.60 以下	10.50～11.75	—[b]	Ti：6×C%～0.75
SUS410TB	0.15 以下	1.00 以下	1.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	0.60 以下	11.50～13.50	—[b]	—
SUS410TiTB	0.08 以下	1.00 以下	1.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	0.60 以下	11.50～13.50	—[b]	Ti：6×C%～0.75
SUS430TB	0.12 以下	0.75 以下	1.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	0.60 以下	16.00～18.00	—[b]	—
SUS430LXTB[a]	0.030 以下	0.75 以下	1.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	0.60 以下	16.00～19.00	—[b]	Ti又はNb：0.10～1.00
SUS430J1LTB[a]	0.025 以下	1.00 以下	1.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	0.60 以下	16.00～20.00	—[b]	N ：0.025以下 Nb：8×(C%+N%)～0.80 Cu：0.30～0.80
SUS436LTB[a]	0.025 以下	1.00 以下	1.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	0.60 以下	16.00～19.00	0.75～1.25	N ：0.025以下 Ti、Nb、Zr又はそれらの組合わせ：8×(C%+N%)～0.80
SUS444TB[a]	0.025 以下	1.00 以下	1.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	0.60 以下	17.00～20.00	1.75～2.50	N ：0.025以下 Ti、Nb、Zr又はそれらの組合わせ：8×(C%+N%)～0.80
SUSXM8TB	0.08 以下	1.00 以下	1.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	0.60 以下	17.00～19.00	—[b]	Ti：12×C%～1.10
SUSXM27TB[a]	0.010 以下	0.40 以下	0.40 以下	0.030 以下	0.020 以下	0.50 以下	25.00～27.50	0.75～1.50	N ：0.015 以下 Cu：0.20 以下 Cu+Ni：0.50 以下

必要に応じて、この表以外の合金元素を添加してもよい。

注ａ）注文者が製品分析を要求した場合、SUS304LTB、SUS316LTB、SUS317LTB、SUS836LTB、SUS329J3LTB、SUS329J4LTB、SUS409LTB及びSUS430LXTBのC含有率は、0.035%以下、SUS430J1LTB、SUS436LTB及びSUS444TBのC含有率は、0.030%以下、SUS312LTB及びSUS890LTBのC含有率は、0.025%以下、SUSXM27TB のC含有率は、0.015%以下とする。

ｂ　必要に応じて合金元素を添加する場合、当該種類が他の種類の規定値を満たして種類の区別ができなくなるほど添加してはならない。

熱処理及び機械的性質(つづき)

種類の記号	固溶化熱処理条件 ℃	引張強さ a) N/mm²	耐力 N/mm²	伸び　% 外径 10mm 未満 11号試験片	伸び　% 外径 10mm以上20mm未満 11号試験片	伸び　% 外径 20mm以上 11号試験片 12号試験片
SUS329J1TB	950 以上　急冷	590 以上	390 以上	10 以上	13 以上	18 以上
SUS329J3LTB		620 以上	450 以上			
SUS329J4LTB						

種類の記号	焼なまし熱処理条件 ℃	引張強さ a) N/mm²	耐力 N/mm²	伸び　% 外径 10mm 未満 11号試験片	伸び　% 外径 10mm以上20mm未満 11号試験片	伸び　% 外径 20mm以上 11号試験片 12号試験片
SUS405TB	700 以上 空冷又は徐冷	410 以上	205 以上	12 以上	15 以上	20 以上
SUS409TB						
SUS409LTB		360 以上	175 以上			
SUS410TB		410 以上	205 以上			
SUS410TiTB						
SUS430TB			245 以上			
SUS430LXTB		360 以上	175 以上			
SUS430J1LTB	720 以上 空冷又は徐冷	390 以上	205 以上			
SUS436LTB		410 以上	245 以上			
SUS444TB	700 以上 空冷又は徐冷					
SUSXM8TB			205 以上			
SUSXM27TB			245 以上			

注記　1N/㎟＝ 1MPa

注a)　熱交換器用に限り、必要がある場合、注文者は引張強さの上限を指定してもよい。
この場合の引張強さの上限値は、この表の値に200N/㎟を加えた値とする。

8．配管用ステンレス鋼管　JIS G 3459（2012）

種類の記号	化学成分(%)								
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	その他の元素[b]
SUS304TP	0.08 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.045 以下	0.030 以下	8.00～11.00	18.00～20.00	—[b]	—
SUS304HTP	0.04～0.10	0.75 以下	2.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	8.00～11.00	18.00～20.00	—[b]	—
SUS304LTP[a]	0.030 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.045 以下	0.030 以下	9.00～13.00	18.00～20.00	—[b]	—
SUS309TP	0.15 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	12.00～15.00	22.00～24.00	—[b]	—
SUS309STP	0.08 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.045 以下	0.030 以下	12.00～15.00	22.00～24.00	—[b]	—
SUS310TP	0.15 以下	1.50 以下	2.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	19.00～22.00	24.00～26.00	—[b]	—
SUS310STP	0.08 以下	1.50 以下	2.00 以下	0.045 以下	0.030 以下	19.00～22.00	24.00～26.00	—[b]	—
SUS315J1TP	0.08 以下	0.50～2.50	2.00 以下	0.045 以下	0.030 以下	8.50～11.50	17.00～20.50	0.50～1.50	Cu：0.50～3.50
SUS315J2TP	0.08 以下	2.50～4.00	2.00 以下	0.045 以下	0.030 以下	11.00～14.00	17.00～20.50	0.50～1.50	Cu：0.50～3.50
SUS316TP	0.08 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.045 以下	0.030 以下	10.00～14.00	16.00～18.00	2.00～3.00	—
SUS316HTP	0.04～0.10	0.75 以下	2.00 以下	0.030 以下	0.030 以下	11.00～14.00	16.00～18.00	2.00～3.00	—
SUS316LTP[a]	0.030 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.045 以下	0.030 以下	12.00～16.00	16.00～18.00	2.00～3.00	—
SUS316TiTP	0.08 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.045 以下	0.030 以下	10.00～14.00	16.00～18.00	2.00～3.00	Ti：5×C% 以上
SUS317TP	0.08 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.045 以下	0.030 以下	11.00～15.00	18.00～20.00	3.00～4.00	—
SUS317LTP[a]	0.030 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.045 以下	0.030 以下	11.00～15.00	18.00～20.00	3.00～4.00	—
SUS836LTP[a]	0.030 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.045 以下	0.030 以下	24.00～26.00	19.00～24.00	5.00～7.00	N ：0.25 以下
SUS890LTP[a]	0.020 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.045 以下	0.030 以下	23.00～28.00	19.00～23.00	4.00～5.00	Cu：1.00～2.00
SUS321TP	0.08 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.045 以下	0.030 以下	9.00～13.00	17.00～19.00	—[b]	Ti：5×C% 以上
SUS321HTP	0.04～0.10	0.75 以下	2.00 以下	0.030 以下	0.030 以下	9.00～13.00	17.00～20.00	—[b]	Ti：4×C%～0.60
SUS347TP	0.08 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.045 以下	0.030 以下	9.00～13.00	17.00～19.00	—[b]	Nb：10×C% 以上
SUS347HTP	0.04～0.10	1.00 以下	2.00 以下	0.030 以下	0.030 以下	9.00～13.00	17.00～20.00	—[b]	Nb：8×C%～1.00
SUS329J1TP	0.08 以下	1.00 以下	1.50 以下	0.040 以下	0.030 以下	3.00～6.00	23.00～28.00	1.00～3.00	—
SUS329J3LTP[a]	0.030 以下	1.00 以下	1.50 以下	0.040 以下	0.030 以下	4.50～6.50	21.00～24.00	2.50～3.50	N ：0.08～0.20
SUS329J4LTP[a]	0.030 以下	1.00 以下	1.50 以下	0.040 以下	0.030 以下	5.50～7.50	24.00～26.00	2.50～3.50	N ：0.08～0.30

配管用ステンレス鋼管　JIS G 3459（つづき）

種類の記号	化学成分(%)								
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	その他の元素[b]
SUS405TP	0.08 以下	1.00 以下	1.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	0.60 以下	11.50～14.50	—[b]	Al：0.10～0.30
SUS409LTP[a]	0.030 以下	1.00 以下	1.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	0.60 以下	10.50～11.75	—[b]	Ti：6×C%～0.75
SUS430TP	0.12 以下	0.75 以下	1.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	0.60 以下	16.00～18.00	—[b]	—
SUS430LXTP[a]	0.030 以下	0.75 以下	1.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	0.60 以下	16.00～19.00	—[b]	Ti又はNb：0.10～1.00
SUS430J1LTP[a]	0.025 以下	1.00 以下	1.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	0.60 以下	16.00～20.00	—[b]	N ：0.025以下 Nb：8×(C%+N%)～0.80 Cu：0.30～0.80
SUS436LTP[a]	0.025 以下	1.00 以下	1.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	0.60 以下	16.00～19.00	0.75～1.25	N ：0.025以下 Ti、Nb、Zr又はそれらの組合わせ：8×(C%+N%)～0.80
SUS444TP[a]	0.025 以下	1.00 以下	1.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	0.60 以下	17.00～20.00	1.75～2.50	N ：0.025以下 Ti、Nb、Zr又はそれらの組合わせ：8×(C%+N%)～0.80

必要に応じて、この表以外の合金元素を添加してもよい。

注a）注文者が製品分析を要求した場合、SUS304LTP、SUS316LTP、SUS317LTP、SUS836LTP、SUS329J3LTP、SUS329J4LP、SUS409LTP及びSUS430LXTPのC含有量は、0.035%以下、SUS430J1LTP、SUS436LTP及びSUS444TPのC含有量は、0.030%以下、SUS890LTPのC含有量は、0.025%以下とする。

b）必要に応じて合金元素を添加する場合、当該種類が他の種類の規定値を満たして種類の区別ができなくなるほど添加してはならない。

固溶化熱処理状態の機械的性質

種類の記号	固溶化熱処理 ℃	引張強さ N/mm²	耐力 N/mm²	伸び　%			
				11号試験片又は12号試験片	5号試験片	4号試験片	
				管軸方向	管軸直角方向	管軸方向	管軸直角方向
SUS304TP	1010 以上、急冷	520 以上	205 以上	35 以上	25 以上	30 以上	22 以上
SUS304HTP	1040 以上、急冷	520 以上	205 以上	35 以上	25 以上	30 以上	22 以上
SUS304LTP	1010 以上、急冷	480 以上	175 以上	35 以上	25 以上	30 以上	22 以上
SUS309TP	1030 以上、急冷	520 以上	205 以上	35 以上	25 以上	30 以上	22 以上
SUS309STP	1030 以上、急冷	520 以上	205 以上	35 以上	25 以上	30 以上	22 以上
SUS310TP	1030 以上、急冷	520 以上	205 以上	35 以上	25 以上	30 以上	22 以上
SUS310STP	1030 以上、急冷	520 以上	205 以上	35 以上	25 以上	30 以上	22 以上
SUS315J1TP	1010 以上、急冷	520 以上	205 以上	35 以上	25 以上	30 以上	22 以上
SUS315J2TP	1010 以上、急冷	520 以上	205 以上	35 以上	25 以上	30 以上	22 以上
SUS316TP	1010 以上、急冷	520 以上	205 以上	35 以上	25 以上	30 以上	22 以上
SUS316HTP	1040 以上、急冷	520 以上	205 以上	35 以上	25 以上	30 以上	22 以上
SUS316LTP	1010 以上、急冷	480 以上	175 以上	35 以上	25 以上	30 以上	22 以上
SUS316TiTP	920 以上、急冷	520 以上	205 以上	35 以上	25 以上	30 以上	22 以上
SUS317TP	1010 以上、急冷	520 以上	205 以上	35 以上	25 以上	30 以上	22 以上
SUS317LTP	1010 以上、急冷	480 以上	175 以上	35 以上	25 以上	30 以上	22 以上
SUS836LTP	1030 以上、急冷	520 以上	205 以上	35 以上	25 以上	30 以上	22 以上
SUS890LTP	1030 以上、急冷	490 以上	215 以上	35 以上	25 以上	30 以上	22 以上
SUS321TP[a)]	920 以上、急冷	520 以上	205 以上	35 以上	25 以上	30 以上	22 以上
SUS321HTP[a)]	冷間仕上げ 1095 以上、急冷 熱間仕上げ 1050 以上、急冷	520 以上	205 以上	35 以上	25 以上	30 以上	22 以上

固溶化熱処理状態の機械的性質（つづき）

種類の記号	固溶化熱処理 ℃	引張強さ N/mm²	耐力 N/mm²	伸び　%			
				11号試験片又は12号試験片	5号試験片	4号試験片	
				管軸方向	管軸直角方向	管軸方向	管軸直角方向
SUS347TP	980 以上、急冷	520 以上	205 以上	35 以上	25 以上	30 以上	22 以上
SUS347HTP	冷間仕上げ 1095 以上、急冷 熱間仕上げ 1050 以上、急冷	520 以上	205 以上	35 以上	25 以上	30 以上	22 以上
SUS329J1TP	950 以上、急冷	590 以上	390 以上	18 以上	13 以上	14 以上	10 以上
SUS329J3LTP	950 以上、急冷	620 以上	450 以上	18 以上	13 以上	14 以上	10 以上
SUS329J4LTP	950 以上、急冷	620 以上	450 以上	18 以上	13 以上	14 以上	10 以上
SUS405TP	焼なまし 700 以上 空冷又は徐冷	410 以上	205 以上	20 以上	14 以上	16 以上	11 以上
SUS409LTP	焼なまし 700 以上 空冷又は徐冷	360 以上	175 以上	20 以上	14 以上	16 以上	11 以上
SUS430TP	焼なまし 700 以上 空冷又は徐冷	410 以上	245 以上	20 以上	14 以上	16 以上	11 以上
SUS430LXTP	焼なまし 700 以上 空冷又は徐冷	360 以上	175 以上	20 以上	14 以上	16 以上	11 以上
SUS430J1LTP	焼なまし 720 以上 空冷又は徐冷	390 以上	205 以上	20 以上	14 以上	16 以上	11 以上
SUS436LTP	焼なまし 720 以上 空冷又は徐冷	410 以上	245 以上	20 以上	14 以上	16 以上	11 以上
SUS444TP	焼なまし 700 以上 空冷又は徐冷	410 以上	245 以上	20 以上	14 以上	16 以上	11 以上

注記　1N/㎟＝ 1MPa

注a）　SUS321TP及びSUS321HTPの熱間仕上げをしたものについては、引張強さ460N/㎟以上、耐力180N/㎟以上を適用してもよい。

3-4 耐熱鋼

耐熱鋼は、高温度の空気、ガス、液体などの中で長時間さらされても酸化が少なく、強度も比較的減少しないことが必要です。一般に耐熱性、耐酸化性を得るためには、Cr、Si、Alなどを添加します。さらに耐熱性を増すためには、Niを加え、又、高温度における強度及び硬さを高めるためには、W、Mo、Coなどを添加します。

耐熱鋼は、用途が広いので、要求される性質は使用目的に応じて広範囲に変化します。これらの耐熱鋼は、オーステナイト系耐熱鋼、フェライト系耐熱鋼、マルテンサイト系耐熱鋼に分類できます。

当社の耐熱鋼

当社の耐熱鋼の特徴は、

- すべて当社独自の精錬技術を駆使した真空脱ガス処理を行っており、介在物の少ない高清浄度耐熱鋼ですので、地きず、耐熱性、その他優れた特性を有しています。
- 各種の特性試験と厳重な非破壊検査により、品質を保証しています。
- 製品の形状は、棒鋼、鋼管の２種類です。
- 幅広いサイズに対応できる棒鋼や、ガラス潤滑による熱間押出法で製造され、緻密な組織、高寸法精度が得られる継目無鋼管がございます。

3-4-1 耐熱鋼の性質と用途(JISより抄)

分類	鋼種	組成	性質と用途
オーステナイト系	SUH31	15Cr-14Ni-2Si-2.5W-0.4C	1150℃以下の耐酸化用、ガソリン及びディーゼルエンジン用排気弁。
	SUH35	21Cr-4Ni-9Mn-N-0.5C	高温強度を主としたガソリン及びディーゼルエンジン用排気弁。
	SUH36	21Cr-4Ni-9Mn-N-高S-0.5C	高温強度を主としたガソリン及びディーゼルエンジン用排気弁。
	SUH37	21Cr-11Ni-N-0.2C	耐酸化性を主としたガソリン及びディーゼルエンジン用排気弁。
	SUH38	20Cr-11Ni-2Mo-高P-B-0.3C	ガソリン及びディーゼルエンジン用排気弁、耐熱ボルト。
	SUH309	22Cr-12Ni-0.2C	980℃までの繰り返し加熱に耐える耐酸化鋼。加熱炉部品、重油バーナー。
	SUH310	25Cr-20Ni-0.2C	1035℃までの繰り返し加熱に耐える耐酸化鋼。炉部品、ノズル、燃焼室。
	SUH330	15Cr-35Ni-0.1C	耐浸炭窒化性が大きく、1035℃までの繰り返し加熱に耐える。炉材、石油分解装置。
	SUH660	15Cr-25Ni-1.5Mo-V-2Ti-Al-B-0.06C	700℃までのタービンローター、ボルト、ブレード、シャフト。
	SUH661	22Cr-20Ni-20Co-3Mo-2.5W-1Nb-N-0.1C	750℃までのタービンローター、ボルト、ブレード、シャフト。
フェライト系	SUH21	19Cr-3Al-0.08C	耐酸化性が優れた発熱材料、自動車排ガス浄化装置用材料に使用。
	SUH409	11Cr-Ti-0.06C	自動車排ガス浄化装置用材料、マフラーなど。
	SUH409L	11Cr-Ti-0.03C	SUH409より溶接性良、自動車排ガス浄化装置用材料。
	SUH446	25Cr-N-0.2C	高温腐食に強く1082℃まではく離しやすいスケールの発生が少ない。燃焼室。
マルテンサイト系	SUH1	9Cr-3Si-0.4C	750℃までの耐酸化用、ガソリン及びディーゼルエンジン吸気弁。
	SUH3	11Cr-2Si-1Mo-0.4C	高級吸気弁、低級排気弁、魚雷、ロケット部品、予燃焼室。
	SUH4	20Cr-1.5Ni-2Si-0.8C	耐摩耗性を主とした吸気・排気弁座。
	SUH11	9Cr-1.5Si-0.5C	750℃までの耐酸化用、ガソリン及びディーゼルエンジン吸気弁、バーナーノズル。
	SUH600	12Cr-Mo-V-Nb-N-0.15C	蒸気タービンブレード、ディスク、ローターシャフト、ボルト。
	SUH616	12Cr-Ni-1Mo-1W-V-0.25C	高温構造部品、蒸気タービンブレード、ディスク、ローターシャフト、ボルト。

3-4-2 耐熱鋼の規格

１．オーステナイト系耐熱鋼　JIS G 4311（2011）

種類記号	化学成分(%)												
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	W	Co	V	N	その他
SUH31	0.35～0.45	1.50～2.50	0.60以下	0.040以下	0.030以下	13.00～15.00	14.00～16.00	—	2.00～3.00	—	—	—	—
SUH35	0.48～0.58	0.35以下	8.00～10.00	0.040以下	0.030以下	3.25～4.50	20.00～22.00	—	—	—	—	0.35～0.50	—
SUH36	0.48～0.58	0.35以下	8.00～10.00	0.040以下	0.040～0.090	3.25～4.50	20.00～22.00	—	—	—	—	0.35～0.50	—
SUH37	0.15～0.25	1.00以下	1.00～1.60	0.040以下	0.030以下	10.00～12.00	20.50～22.50	—	—	—	—	0.15～0.30	—
SUH38	0.25～0.35	1.00以下	1.20以下	0.18～0.25	0.030以下	10.00～12.00	19.00～21.00	1.80～2.50	—	—	—	—	B 0.001～0.010
SUH309	0.20以下	1.00以下	2.00以下	0.040以下	0.030以下	12.00～15.00	22.00～24.00	—	—	—	—	—	—
SUH310	0.25以下	1.50以下	2.00以下	0.040以下	0.030以下	19.00～22.00	24.00～26.00	—	—	—	—	—	—
SUH330	0.15以下	1.50以下	2.00以下	0.040以下	0.030以下	33.00～37.00	14.00～17.00	—	—	—	—	—	—
SUH660	0.08以下	1.00以下	2.00以下	0.040以下	0.030以下	24.00～27.00	13.50～16.00	1.00～1.50	—	—	0.10～0.50	—	Ti 1.90～2.35 Al 0.35 以下 B 0.001～0.010
SUH661	0.08～0.16	1.00以下	1.00～2.00	0.040以下	0.030以下	19.00～21.00	20.00～22.50	2.50～3.50	2.00～3.00	18.50～21.00	—	0.10～0.20	Nb 0.75～1.25

熱処理及び機械的性質（オーステナイト系）

種類記号	熱処理(℃)				引張試験				硬さ試験	適用寸法(㎜)
	種類	記号	固溶化熱処理	時効処理	耐力 N/㎟	引張強さ N/㎟	伸び %	絞り %	HBW	径、対辺距離又は厚さ
SUH31	固溶化熱処理	S	950～1050 急冷	－	315 以上	740 以上	30 以上	40 以上	248 以下	25 以下
					315 以上	690 以上	25 以上	35 以上	248 以下	25を超え180以下
SUH35	固溶化熱処理後時効処理	H	1100～1200 急冷	730～780 空冷	560 以上	880 以上	8 以上	－	302 以上	25 以下
SUH36			1100～1200 急冷	730～780 空冷	560 以上	880 以上	8 以上	－	302 以上	25 以下
SUH37			1050～1150 急冷	750～800 空冷	390 以上	780 以上	35 以上	35 以上	248 以下	25 以下
SUH38			1120～1150 急冷	730～760 空冷	490 以上	880 以上	20 以上	25 以上	269 以上	25 以下
SUH309	固溶化熱処理	S	1030～1150 急冷	－	205 以上	560 以上	45 以上	50 以上	201 以下	180 以下
SUH310			1030～1180 急冷	－	205 以上	590 以上	40 以上	50 以上	201 以下	180 以下
SUH330			1030～1180 急冷	－	205 以上	560 以上	40 以上	50 以上	201 以下	180 以下
SUH660	固溶化熱処理後時効処理	H	885～915 急冷又は 965～995 急冷	700～760×16h 空冷又は徐冷	590 以上	900 以上	15 以上	18 以上	248 以上	180 以下
SUH661	固溶化熱処理	S	1130～1200 急冷	－	315 以上	690 以上	35 以上	35 以上	248 以下	180 以下
	固溶化熱処理後時効処理	H	1130～1200 急冷	780～830×4h 空冷又は徐冷	345 以上	760 以上	30 以上	30 以上	192 以上	75 以下

注記　1 N/㎟＝1 MPa

２．フェライト系耐熱鋼　JIS G 4311（2011）

種類記号	化学成分(%)											
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	W	V	N	その他
SUH446	0.20 以下	1.00 以下	1.50 以下	0.040 以下	0.030 以下	(1)	23.00～ 27.00	－	－	－	0.25 以下	－

注　Cuは、0.30%以下を含有してもよい。
　　(1)Niは、0.30%以下を含有してもよい。

３．マルテンサイト系耐熱鋼　JIS G 4311（2011）

種類記号	化学成分(%)											
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	W	V	N	その他
SUH1	0.40～ 0.50	3.00～ 3.50	0.60 以下	0.030 以下	0.030 以下	(1)	7.50～ 9.50	－	－	－	－	－
SUH3	0.35～ 0.45	1.80～ 2.50	0.60 以下	0.030 以下	0.030 以下	(1)	10.00～ 12.00	0.70～ 1.30	－	－	－	－
SUH4	0.75～ 0.85	1.75～ 2.25	0.20～ 0.60	0.030 以下	0.030 以下	1.15～ 1.65	19.00～ 20.50	－	－	－	－	－
SUH11	0.45～ 0.55	1.00～ 2.00	0.60 以下	0.030 以下	0.030 以下	(1)	7.50～ 9.50	－	－	－	－	－
SUH600	0.15～ 0.20	0.50 以下	0.50～ 1.00	0.040 以下	0.030 以下	(1)	10.00～ 13.00	0.30～ 0.90	－	0.10～ 0.40	0.05～ 0.10	Nb 0.20～0.60
SUH616	0.20～ 0.25	0.50 以下	0.50～ 1.00	0.040 以下	0.030 以下	0.50～ 1.00	11.00～ 13.00	0.75～ 1.25	0.75～ 1.25	0.20～ 0.30	－	－

注　Cuは、0.60%以下を含有してもよい。
　　(1)Niは、0.60%以下を含有してもよい。

熱処理及び機械的性質（フェライト系）

種類記号	熱処理(℃)			引張試験				衝撃試験	硬さ試験	適用寸法(㎜)
	焼なまし	焼入れ	焼戻し	耐力 N/mm²	引張強さ N/mm²	伸び %	絞り %	シャルピー衝撃値 J/cm²	HBW	径、対辺距離又は厚さ
SUH446	780～880 急冷	－	－	275 以上	510 以上	20 以上	40 以上	－	201 以下	75以下

注記　1N/㎟＝1MPa

熱処理及び機械的性質（マルテンサイト系）

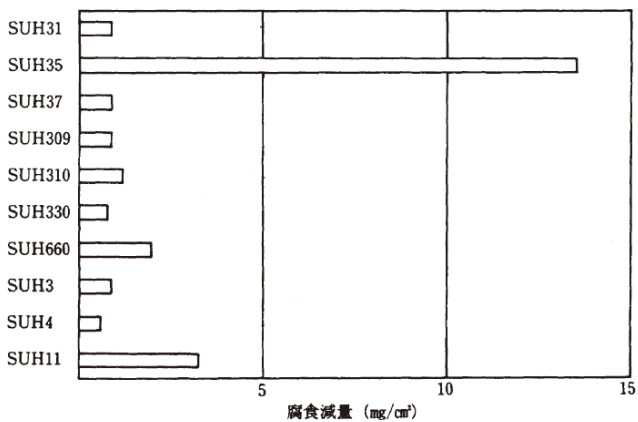
種類記号	熱処理(℃)			引張試験				衝撃試験	硬さ試験	適用寸法(㎜)
	焼なまし	焼入れ	焼戻し	耐力 N/mm²	引張強さ N/mm²	伸び %	絞り %	シャルピー衝撃値 J/cm²	HBW	径、対辺距離又は厚さ
SUH 1	800～900 徐冷	980～1080 油冷	700～850 急冷	685 以上	930 以上	15 以上	35 以上	－	269 以上	75 以下
SUH 3	800～900 徐冷	980～1080 油冷	700～800 急冷	685 以上	930 以上	15 以上	35 以上	20 以上	269 以上	25 以下
				635 以上	880 以上	15 以上	35 以上	20 以上	262 以上	25を超え75以下
SUH 4	800～900 徐冷 又は約720空冷	1030～1080 油冷	700～800 急冷	685 以上	880 以上	10 以上	15 以上	10 以上	262 以上	75 以下
SUH11	750～850 徐冷	1000～1050 油冷	650～750 急冷	685 以上	880 以上	15 以上	35 以上	20 以上	262 以上	25 以下
SUH600	850～950 徐冷	1100～1170 油冷又は空冷	600 以上、空冷	685 以上	830 以上	15 以上	30 以上	－	321 以下	75 以下
SUH616	830～900 徐冷	1020～1070 油冷又は空冷	600 以上、空冷	735 以上	880 以上	10 以上	25 以上	－	341 以下	75 以下

注記　1N/㎟＝1MPa

3-4-3 材料特性データ

大気中連続酸化試験結果

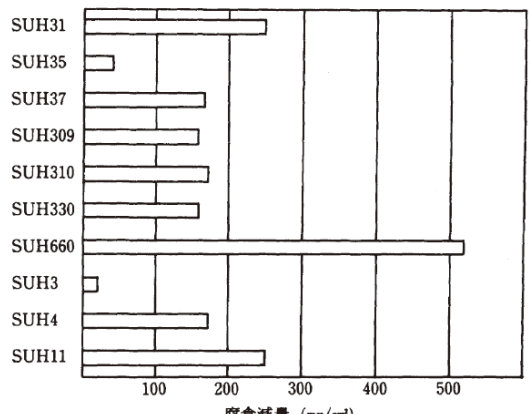
試験温度：900℃
試験時間：100hr



バナジウム・アタック試験結果

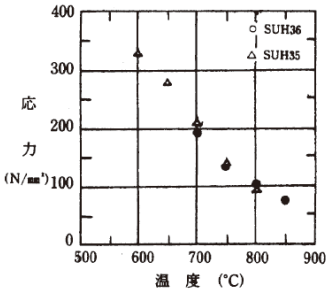
（85%V_2O_5＋15%Na_2SO_4）

試験温度：800℃
試験時間：20hr

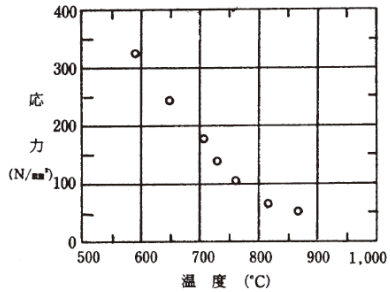


クリープ破断強さ(100hr)

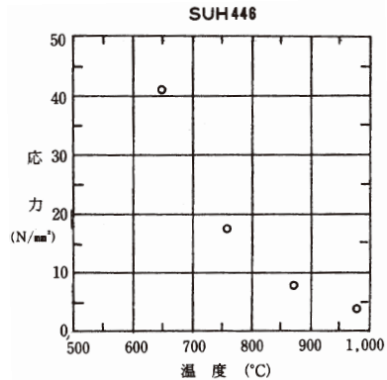
SUH35、SUH36



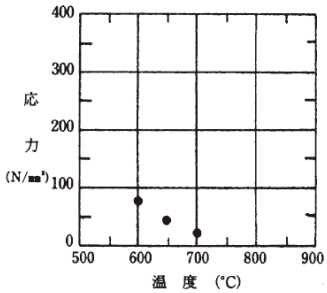
SUH37



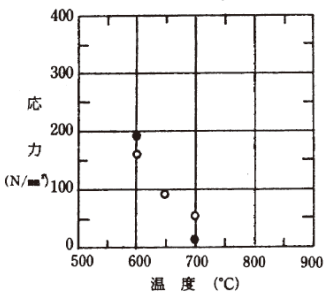
SUH446



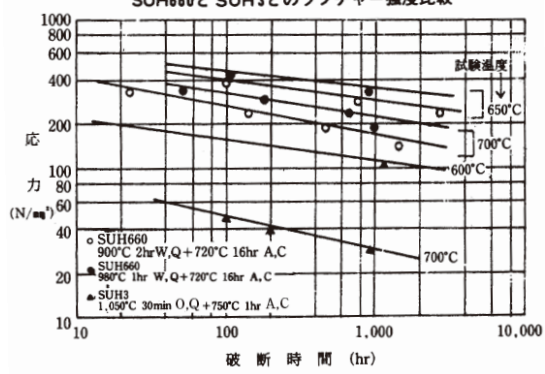
SUH1



SUH3



SUH660とSUH3とのラプチャー強度比較



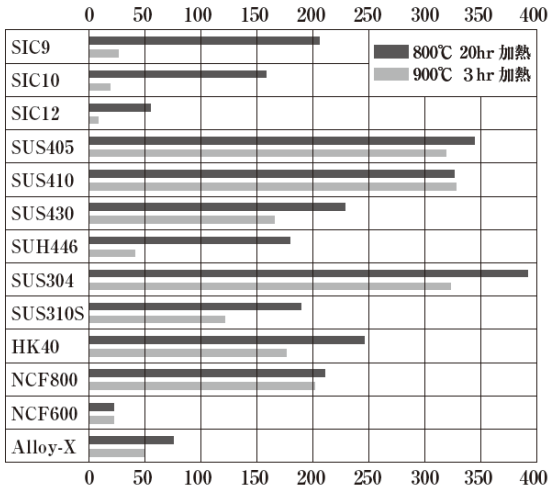
3-4-4 開発鋼（改良型シクロマル）

当社の改良型シクロマル(以後SICという)耐熱鋼管には、13クロム系のSIC9、18クロム系のSIC10及び25クロム系のSIC12があり、いずれも電気炉で溶製後入念なRH真空脱ガス処理を行い、造塊に際しては、アルゴン雰囲気を用いた清浄度の優れた偏析の少ない鋼塊から出発しています。結晶粒粗大化を阻止する特殊元素を添加しており、ビレットは熱間押出の際も極めて短時間の電気誘導加熱のため、SIC特有のしわきずは軽減され、熱間仕上精度、表面状態が良好です。又、特殊元素の添加により機械的性質の向上がはかられており、特にSIC特有のぜい性は改善され、衝撃遷移温度も低温側にずれています。耐酸化性、耐バナジウム・アタック性に優れ、溶接性についても特殊元素による炭素の固定により熱影響部に炭化物の析出が少なく溶接割れの心配がないので、需要家各位に好評を博しています。

種類記号	化学成分(%)							
	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	Al	その他
SIC 8	≦0.12	0.50～1.00	≦1.00	－	6.00～7.00	－	0.50～1.00	－
SIC 9	≦0.12	0.90～1.40	≦1.00	－	12.00～14.00	－	0.70～1.20	－
SIC10	≦0.12	0.70～1.20	≦1.00	－	17.00～19.00	－	0.70～1.20	Ti 0.15～0.50
SIC12	≦0.12	1.20～1.50	≦1.00	－	23.00～25.00	－	1.20～1.70	Ti 0.15～0.50

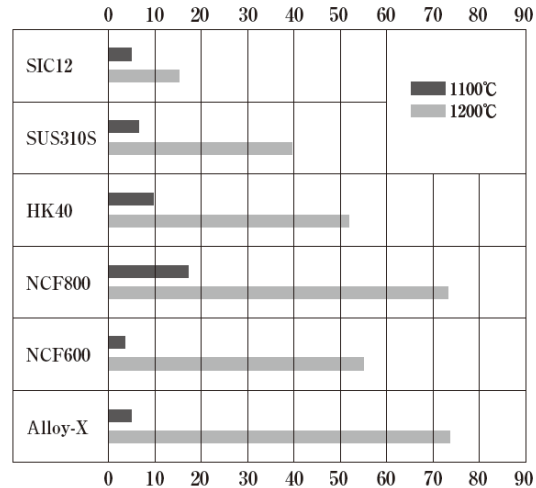
鋼種データ

バナジウム・アタック試験結果



腐食減量（mg ／ cm²）
（85％V_2O_5＋15％Na_2SO_4 合成灰塗布）

酸化試験結果

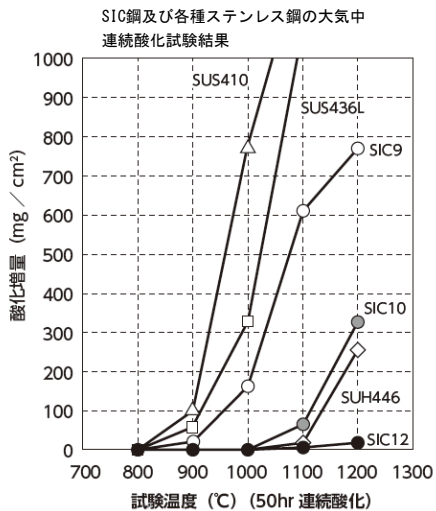


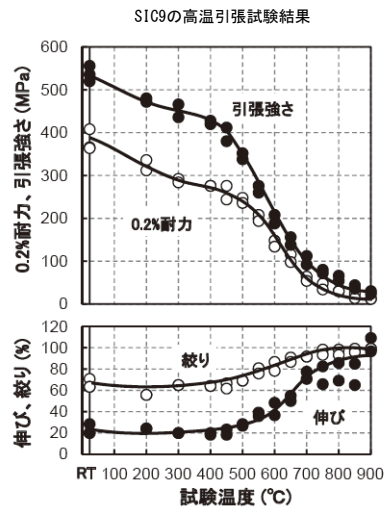
酸化増量（mg ／ cm²）
1000℃、1200℃での大気中繰り返し
（30min 加熱、10min 空冷を 200 回繰り返し）

SIC鋼管の常温での機械的性質及びへん平試験結果

種類記号	焼なまし温度 ℃	引張強さ N/mm²	0.2%耐力 N/mm²	伸び %	硬さ HRB	*へん平率 (e)
SIC 9	800～850	～471	～333	～28	～80	～0.30
SIC10	800～850	～490	～353	～28	～82	～0.10
SIC12	800～850	～588	～402	～23	～88	～0.03

$$* e = \frac{t(D-H)}{D(H-t)^2}$$　　D:外径　　t:肉厚　　H:へん平割れ発生高さ

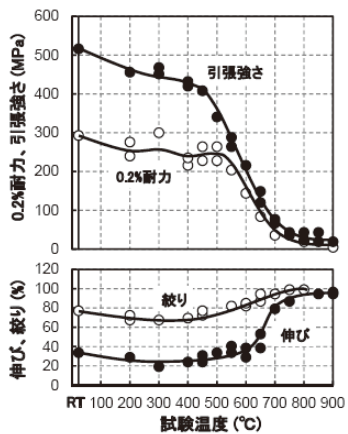




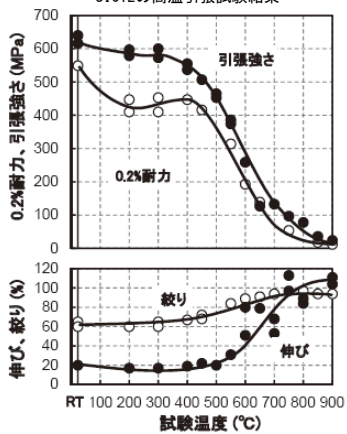
重油燃焼ガス中における酸化腐食試験結果

種類記号 TP No.	酸化腐食減量(mg/cm²)				断面積変化(%)	S% (スケール中)
	1	2	3	平均減量		
SIC 12	1.21	1.23	1.54	1.33	0 ～ +1.1	試料採取不可
SIC 10	2.10	2.93	3.64	2.89	0 ～ +1.2	試料採取不可
SUH 310	42.50	33.61	40.53	38.88	-1.1 ～ -0.5	1.76
SUH 309	52.33	43.69	68.35	54.79	-1.2 ～ -0.8	1.31
SUS 202	377.17	322.36	355.49	351.67	-15.3 ～ -12.1	0.37
SUS 304	325.93	458.58	566.11	450.21	-15.8～ -11.6	0.47
SIC 9	984.85	1073.39	1123.05	1060.43	-33.4 ～ -27.8	0.21

SIC10の高温引張試験結果



SIC12の高温引張試験結果



3-5 工具鋼

工具鋼は、C、Si、Mnの他、用途に応じ、Ni、Cr、Mo、V、W、Coなどの合金元素を適量添加することにより、各種工具に必要とされる靭性、耐摩耗性、耐軟化抵抗性、耐熱処理変形性、その他の諸特性を向上させています。

3-5-1 当社の工具鋼の特徴

長年にわたって培ってきた高清浄度鋼製造技術を駆使し、清浄度が高く、機械的性質、熱処理特性などが安定した高品質の工具鋼を製造するとともに、丸棒、平角に加え、鋼管形状の工具鋼を製造することで、金型の寿命向上や製造コスト削減など、お客様から求められる様々なニーズにお応えしています。

3-5-2 工具鋼の種類・特長と用途

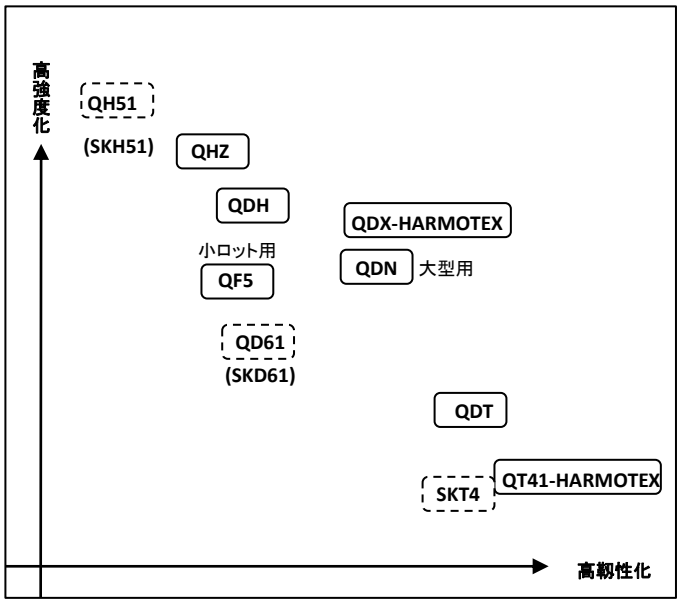
工具鋼に要求される特性は、各用途により異なるため、最適な鋼種の選定が非常に重要であり、その用途は温・熱間金型用、冷間金型用、プラスチック金型用などに大きく分類できます。

１．温・熱間金型用工具鋼

温・熱間金型用工具鋼は、
- ・高温使用時における摩耗、だれ、へたりが少ないこと。
- ・熱衝撃割れが発生しにくいこと。
- ・ヒートチェックの発生が少ないこと。

などに優れていることが必要です。
すなわち諸要求特性のうち、特に、高温軟化抵抗性と靭性に優れていることが要求されます。
しかし、両特性は相反する傾向にあるため、使用条件での要求度合に合わせた鋼種選択が必要となります。

各種熱間・温間金型用工具鋼の特性比較



工具寿命の改善方法

現使用鋼種	寿命要因と改善方法	
	へたり・摩耗	割れ・欠け
SKD61相当	・QD61を使用し硬さUP ・QDX-HARMOTEXを使用 ・QDHを使用 ・QHZを使用	・QDX-HARMOTEXを使用 ・QDNを使用 ・QDTを使用 ・QT41-HARMOTEXを使用

当社の開発熱間金型用工具鋼の特長

種類記号	特長
QT41-HARMOTEX	○高靭性鍛造型用鋼 SKT4 と比較し、靭性と高温軟化抵抗性（高温強度）を両方改善。
QDT	○高強度高靭性鍛造型用鋼 SKT4 と比較し、特に高温軟化抵抗性（高温強度）を大幅に改善。
QDN	○高靭性熱間ダイス鋼 特に靭性に優れており、大型ダイカスト金型用や大型アルミ押出用に適しています。
QDX-HARMOTEX	○高靭性高強度熱間ダイス鋼 SKD61 と比較し、靭性と高温軟化抵抗性（高温強度）を両方改善。 強度と靭性に優れたダイカスト金型用鋼です。
QDH	○高強度高靭性熱間ダイス鋼 特に軟化抵抗性と靭性をバランスさせています。 （SKD61 と同等の靭性と約3 倍の軟化抵抗性）
QHZ	○高靭性マトリックスハイス 特に軟化抵抗性に優れており、高硬度域（55HRC 以上）でも優れた靭性を有しています。
QF5	○小ロット生産用金型鋼 多品種小ロット生産に適した廉価な金型用鋼。

当社の熱間金型用工具鋼の推奨用途

用途			使用硬さ (HRC)	推奨鋼種 一般鋼	耐摩耗(高温強度)	耐衝撃
押出用	ダイス	Steel用	48～52	QDA61、QD61、QF5	QDH、QHZ	QDT、QDN
		Al用	45～52	QDA61、QD62、QD61、QF5	QDH、QHZ	QDT、QDN
		Cu用	45～52	QD62	QDH、QHZ	QDX-HARMOTEX
	マンドレル	Steel用	47～52	QDA61, QD62, QD61, QF5	QDH, QHZ	QDT, QDN
		Al用	45～52	QDA61、QD62、QD61、QF5	QDH、QHZ	QDT、QDN
		Cu用	45～52	QD62	QDH、QHZ	QDX-HARMOTEX
	ダミーブロック	Steel用	45～52	QDA61、QD62、QD61、QF5	QDH、QHZ	QDT、QDN
		Al用	45～52	QDA61、QD62、QD61、QF5	QDH、QHZ	QDT、QDN
		Cu用	43～52	QDA61、QD61、QF5	QDH、QHZ	QDT、QDN
	ステム		46～50	QDA61、QD62、QD61、QF5	QHZ、QM300、QDH	QM300、QDX-HARMOTEX
	ライナー(インナースリーブ)		43～50	QDA61、QD62、QD61、QF5	QDH、QHZ	QDT、QDN
	アウタースリーブ		42～48	QDA61、QD61、Qf5	QDH	QDT、QDN、QT41-HARMOTEX
	ダイホルダー		43～50	QDA61、QD62、QD61、QF5	QDH	QDT、QDN
	プレッシングデスク		43～50	QDA61、QD62、QD61、QF5	QDH	QDT、QDN
	フローガイド		43～50	QDA61、QD62、QD61、QF5	QDH、QHZ	QDT、QDN
	バッカー		43～52	QDA61、QD62、QD61、QF5	QDH	QT41-HARMOTEX
	ボルスター		40～45	QDA61、QD62、QD61、QF5	QDH	QT41-HARMOTEX
ダイカスト用	スリーブ		45～50	QDA61、QD62、QD61、QD61-R	QDX-HARMOTEX、QDH、QHZ、QM300	QDN、QDN1-R、QDX-HARMOTEX
	ダイス	Al、Mg用	42～48	QDA61、QD61、QD61-R	QDX-HARMOTEX、QDH、QHZ、QM300	QDN、QDN1-R、QDX-HARMOTEX
		Cu用	42～48	QDA61、QD61、QD61-R	QHZ	QDX-HARMOTEX
		Zn用	42～48	QDA61、QD61、QD61-R	QDX-HARMOTEX、QDH、QHZ、QM300	QDN、QDN1-R、QDX-HARMOTEX
	ピン		40～58	QDA61、QD61、QD61-R	QDX-HARMOTEX、QDH、QHZ	QDN、QDN1-R、QDX-HARMOTEX
	ダイホルダー		25～35	PCM30		QT41-HARMOTEX
プレス型	小型用		43～50	QDA61、QD62、QD61	QDH、QHZ、QDX-HARMOTEX	QDT、QDN、QDX-HARMOTEX
	中型用		42～48	QDA61、QD62、QD61	QDH、QDX-HARMOTEX	QDT、QDN、QDX-HARMOTEX
	大型用		40～48	QDA61、QD61	QDX-HARMOTEX	QDT、QDN、QDX-HARMOTEX
ハンマー型	小～中型用		40～45	－	QT41-HARMOTEX	QT41-HARMOTEX
	大型用		39～44	－	QT41-HARMOTEX	QT41-HARMOTEX

温・熱間金型用合金工具鋼

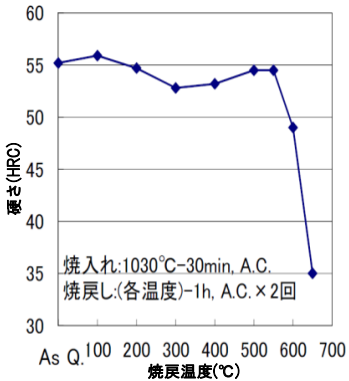
種類記号	JIS互換記号	化学成分 (%)									
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	W	V
QD 61	SKD61	0.37	1.00	0.40	≦0.030	≦0.010	—	5.00	1.20	—	0.85
QDA 61	—	0.37	1.00	0.40	≦0.030	≦0.010	—	5.00	1.20	—	0.50
QD 62	SKD62	0.38	1.00	0.40	≦0.030	≦0.010	—	5.00	1.25	1.25	0.40
QHZ	(セミハイス)	開発鋼									
QDH	—	開発鋼									
QDX-HARMOTEX	—	開発鋼									
QDN	—	開発鋼									
QF 5	—	開発鋼									
QDT	—	開発鋼									
QT41-HARMOTEX	SKT4改良型	開発鋼									

熱間金型用工具鋼の熱処理と諸特性

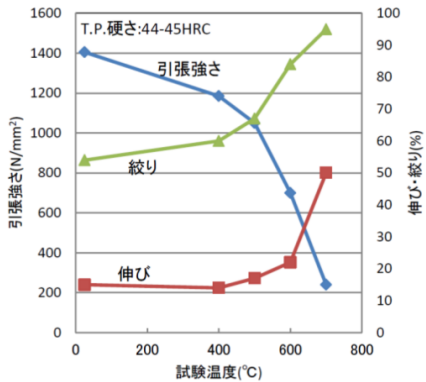
QD61　代表的熱間ダイス鋼

焼なまし	820～870℃ 徐冷
焼 入 れ	1000～1050℃ 空(油)冷
焼 戻 し	550～650℃ 空冷×2回

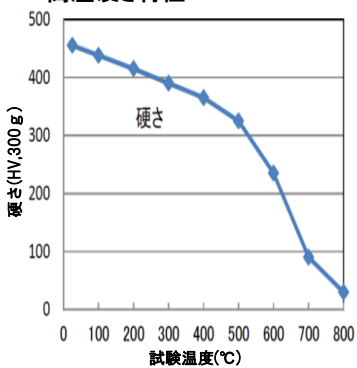
焼入焼戻し硬さ特性



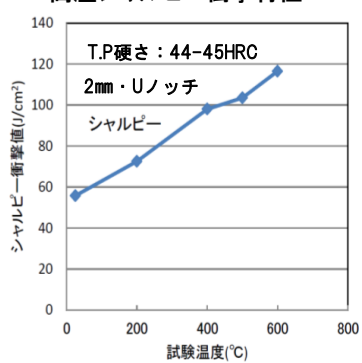
引張強度



高温硬さ特性



高温シャルピー衝撃特性



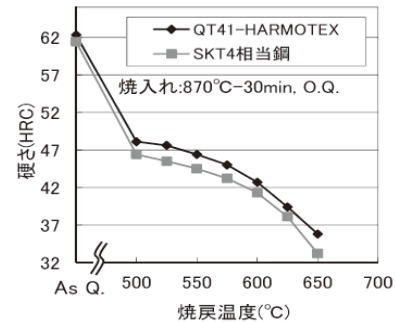
QT41-HARMOTEX

ハンマー型に適した高靭性鍛造用鋼

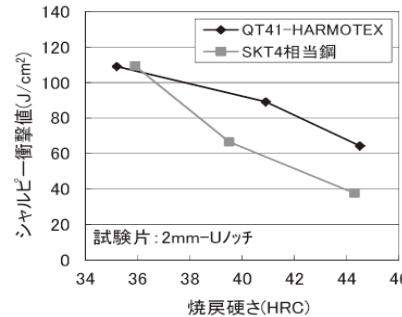
焼なまし	740～800℃　徐冷
焼 入 れ	820～880℃　油冷
焼 戻 し	500～650℃　空冷×2回

（プリハードンで納入）

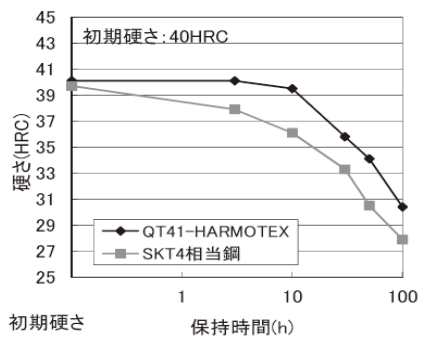
焼入焼戻硬さ特性



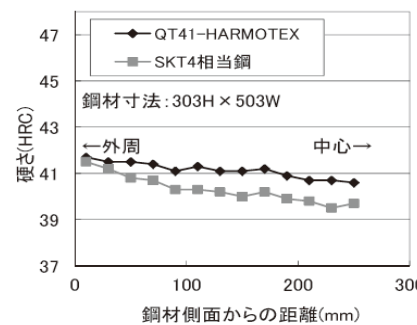
シャルピー衝撃特性



軟化抵抗性

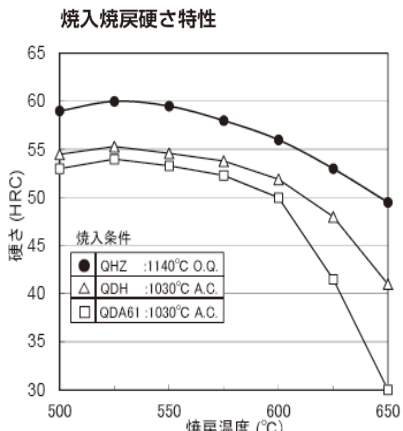


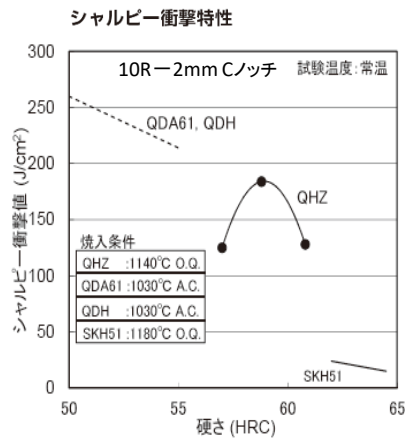
断面硬さ分布



QHZ 靭性に優れた
マトリックスハイス鋼

焼なまし	830～880℃ 徐冷
焼 入 れ	1130～1150℃ 油冷
焼 戻 し	530～620℃ 空冷×2回以上





QDT(QD-Tough)の諸特性

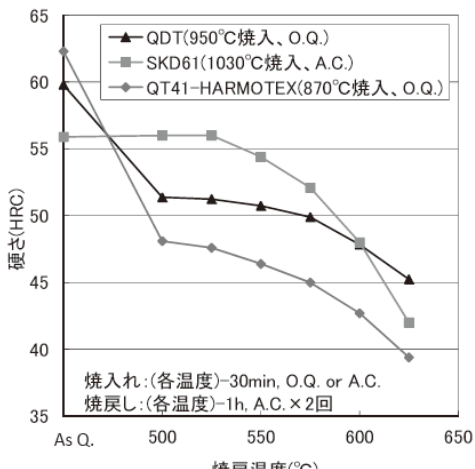
QDTは、従来のSKD61クラスの優れた高温強度特性に加え、SKT4クラスに匹敵する靭性を兼備した高性能熱間ダイス鋼です。SKD61クラスで割れ、欠けが発生する大物プレス型に適しています。

特長

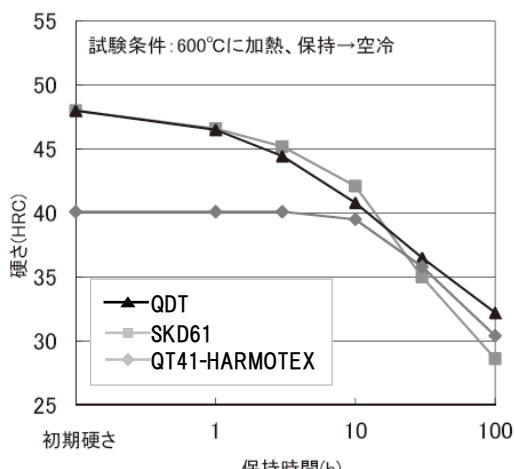
・SKD61並の高温強度を有しています。
・SKT4に匹敵する高い靭性を示します。
・軟化抵抗性はSKD61並に優れます。

焼なまし	740～800℃ 徐冷
焼 入 れ	930～980℃ 油冷
焼 戻 し	550～650℃ 空冷×2回以上

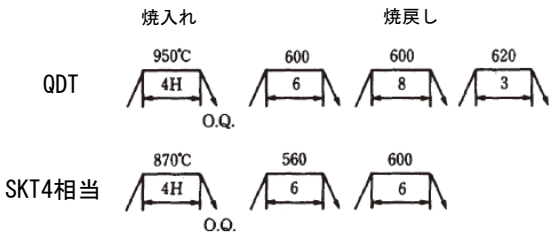
焼戻硬さ曲線

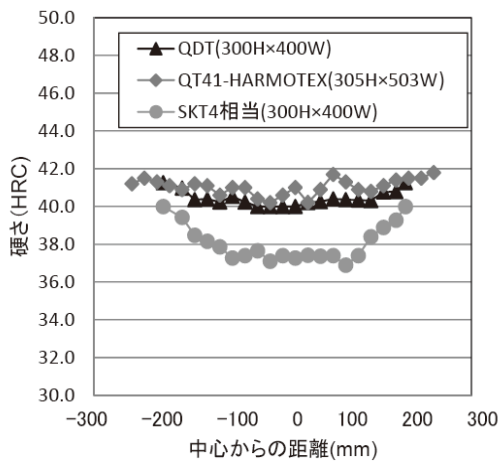


軟化抵抗性

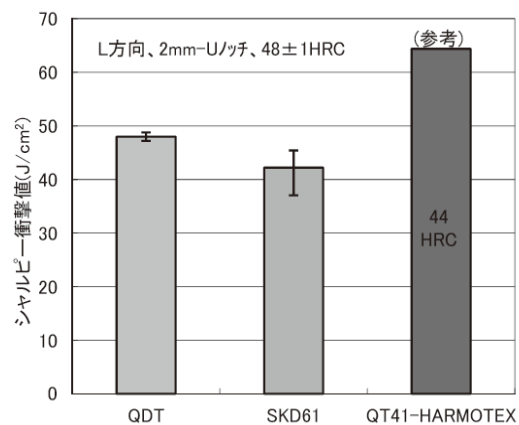


実体焼入材の断面硬さ分布





シャルピー衝撃値

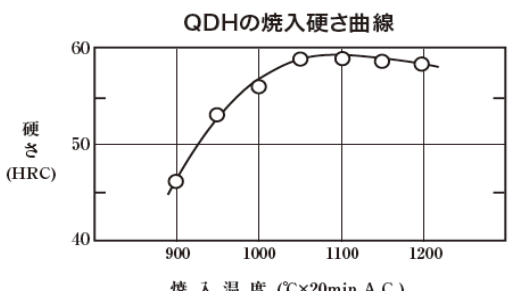


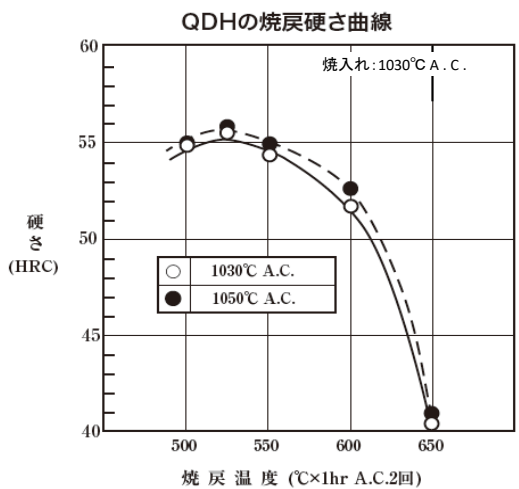
QDH（QD-Hot）の諸特性

QDHは、従来のSKD61クラスの優れた焼入性と靭性に加え、3Cr-3Moクラス並の高強度と優れた耐軟化抵抗性を兼備した高性能熱間ダイス鋼です。加工中に非常に過酷な応力が働く温・熱間金型用途やアルミ押出工具などに適しています。

特長

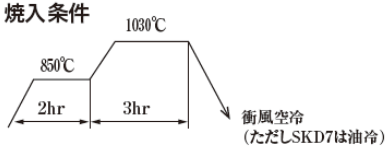
- SKD61並の焼入性があり、高い靭性を有しています。
- 3Cr-3Mo鋼に匹敵する優れた軟化抵抗性があります。
- 熱処理歪が少なくSKD61のおよそ1/2程度です。

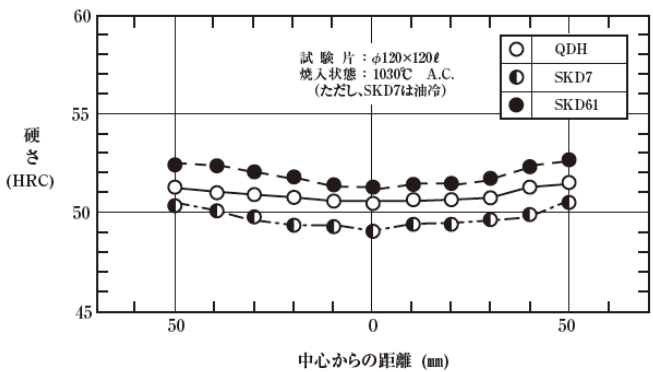




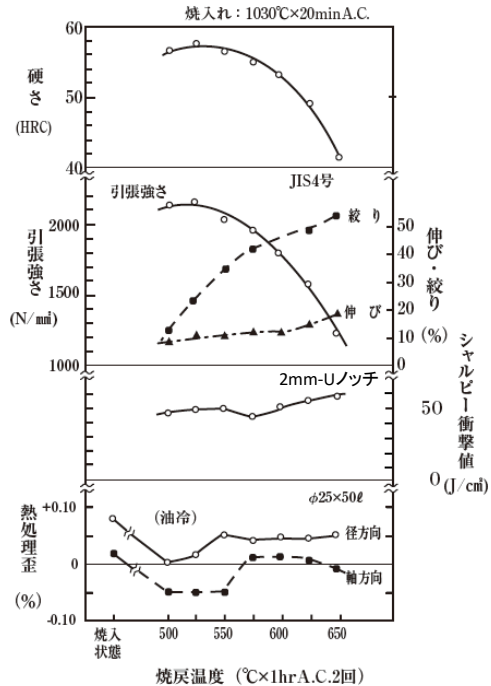
焼入性

焼入条件





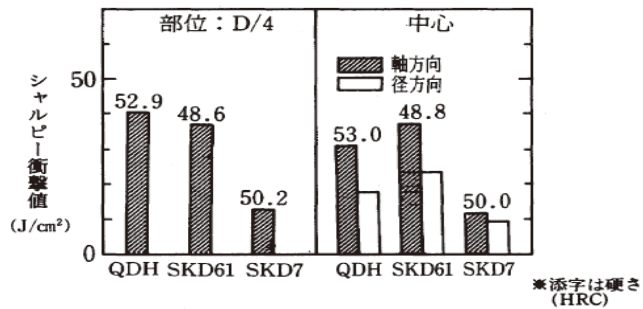
QDHの機械的特性（常温）



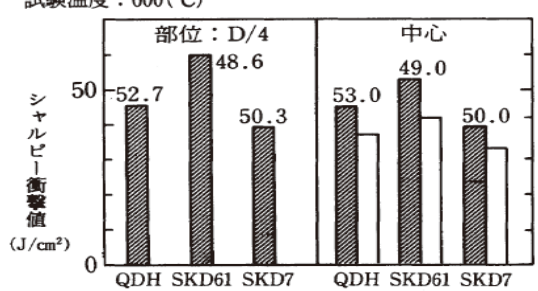
シャルピー衝撃値（φ60割出し材）

試験片：φ60焼入焼戻材から割出し、2mmUノッチ

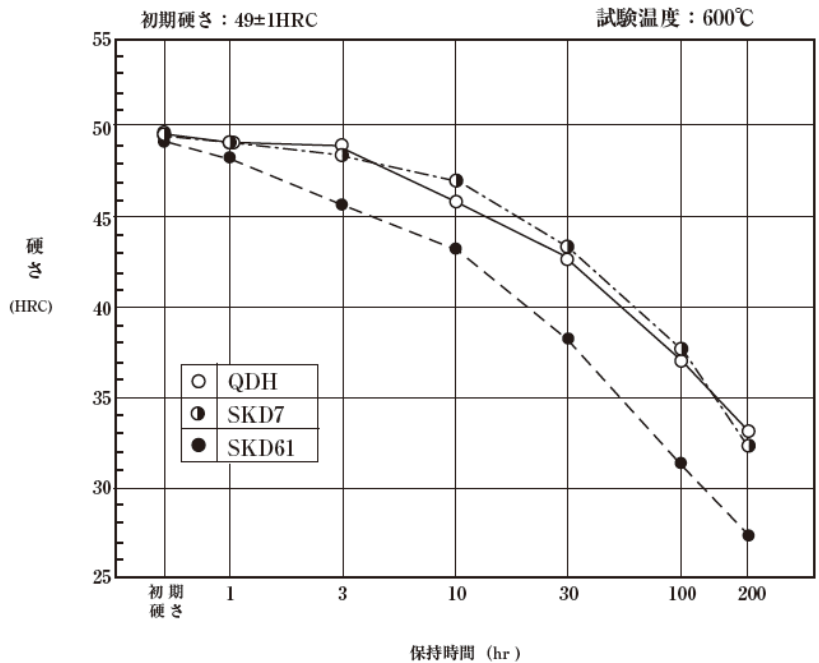
試験温度：R.T.



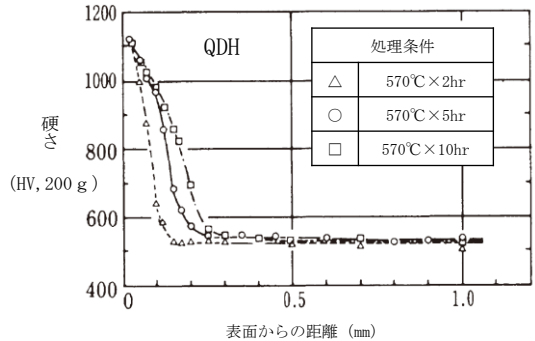
試験温度：600(℃)

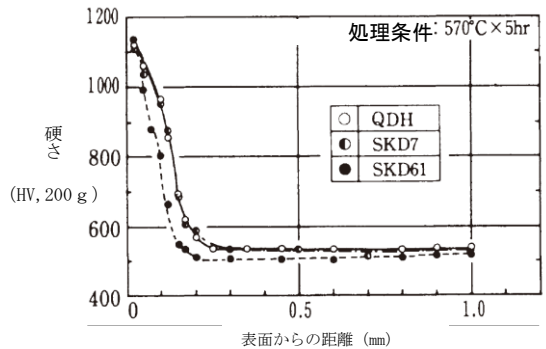


軟化抵抗性


初期硬さ：49±1HRC
試験温度：600℃
硬さ
(HRC)
55
50
45
40
35
30
25
QDH
SKD7
SKD61
初期硬さ
1
3
10
30
100
200
保持時間（hr）

窒化特性‥塩浴軟窒化処理後の断面硬さ



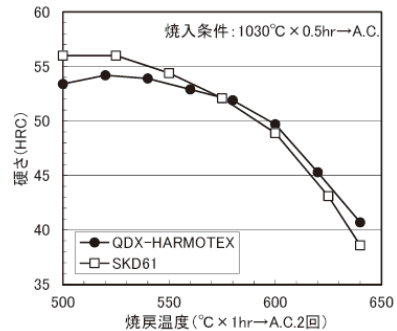


QDX-HARMOTEX

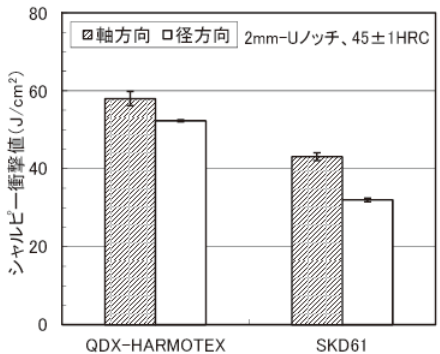
ダイカスト金型に好適な高靭性高強度熱間ダイス鋼

焼なまし	820～870℃　徐冷
焼 入 れ	1000～1050℃　空（油）冷
焼 戻 し	550～650℃　空冷×2回

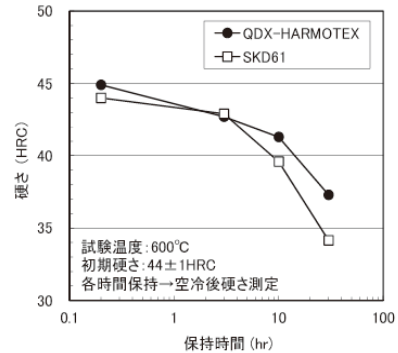
焼戻硬さ



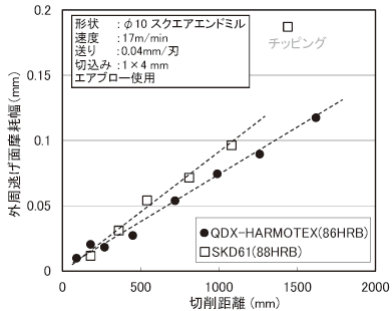
靭性



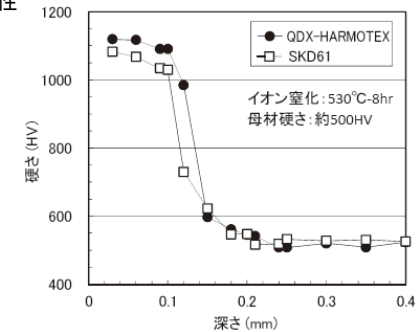
軟化抵抗性



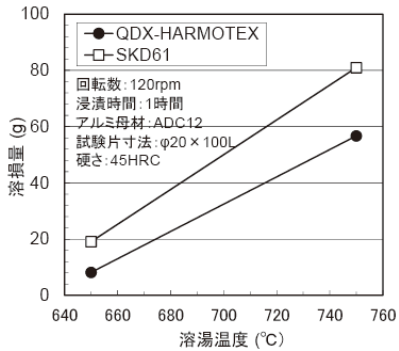
被削性



窒化特性

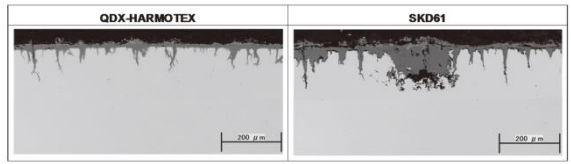


アルミ溶損性



ヒートチェック性

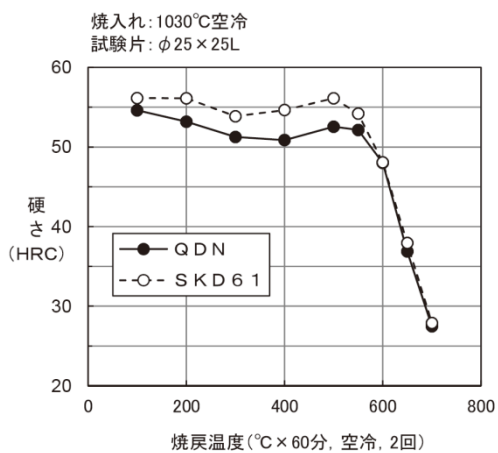
・高周波加熱：室温⇔600℃　・サイクル数：1000回　・初期硬さ：45HRC



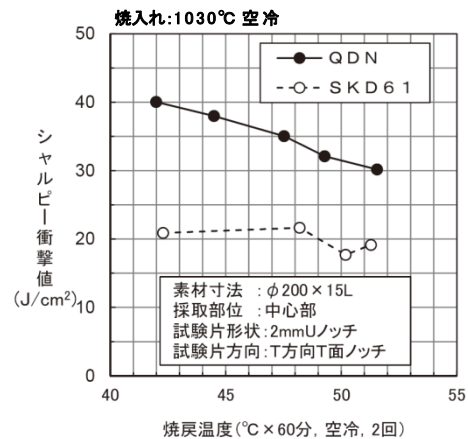
ＱＤＮ
ダイカスト金型など大型金型に適した高靭性熱間ダイス鋼

焼なまし	820～870℃　徐冷
焼 入 れ	1000～1050℃　空（油）冷
焼 戻 し	550～650℃　空冷×2回

焼戻硬さ

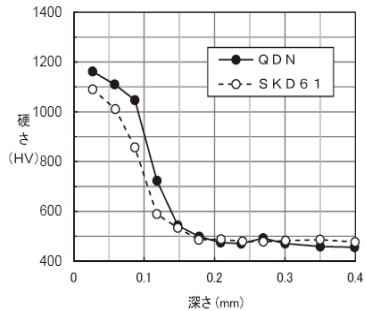


靭性

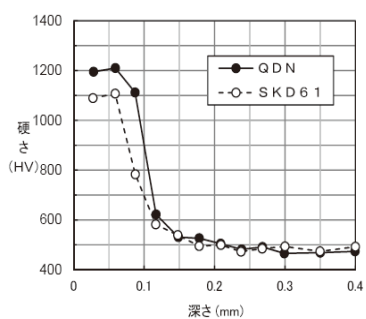


窒化特性

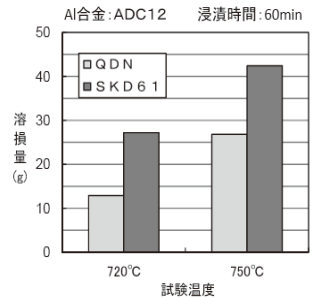
塩浴軟窒化(570℃×3hr)



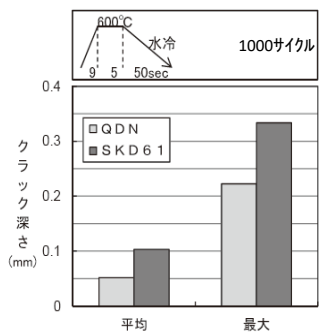
イオン窒化(530℃×8hr)



耐アルミ溶損性



耐ヒートチェック性



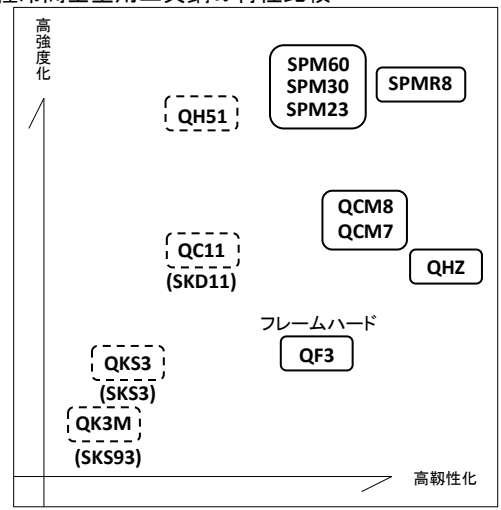
2.冷間金型用工具鋼

冷間金型用工具鋼は、

・金型使用時の摩耗・へたりが少ないこと。
・割れ・欠け・折損・剥離が発生しにくいこと。
・繰り返し疲労に強いこと。
などに優れていることが必要です。

すなわち諸要求特性のうち、特に、耐摩耗性と靭性に優れていることが要求されます。しかし、両特性は相反する傾向にあるため、使用条件における要求度合に合わせた鋼種選択が必要となります。

各種冷間金型用工具鋼の特性比較



工具寿命の改善方法

現使用鋼種	寿命要因と改善方法	
	割れ・欠け・折損	摩耗
SKS3相当 (QKS3)	・QF3を使用	・QCM8を使用 ・QCM7を使用
SKD11相当 (QC11)	・QCM8を使用 ・QHZを使用 ・QCM7を使用	・QCM8を使用 ・QCM7を使用 （特にﾏｲｸﾛﾁｯﾋﾟﾝｸﾞ） ・QCD2を使用 ・SPM23，30を使用 ・SPMR8を使用
SKH51相当 (QH51)	・QCM8を使用 ・QCM7を使用 ・SPMR8を使用	・SPM30を使用 ・SPM60を使用 ・SPMR8を使用

当社の開発冷間金型用工具鋼の特長

種類記号	特　　長
QF3	○高靭性フレームハード用工具鋼 特に焼入温度範囲広く、硬さのばらつきが小さく、かつ、靭性を向上させています。
QHZ	○高靭性マトリックスハイス 特に高硬度（約HRC58）において最高の靭性を示します。
QCM8	○高硬度高靭性冷間ダイス鋼 特にSKD11と比較し、高温戻しにおいて同等以上の耐摩耗性と3倍以上の靭性を保有しています。
QCM7	○快削冷間ダイス鋼 SKD11と比較し、高強度高靭性であり被削性と放電加工性が良好です。
SPM23 SPM30 SPM60	○高強度高靭性粉末ハイス 特に炭化物が微細に均一分布しており、抗折強度・靭性に優れています。
SPMR8	○高耐食高靭性粉末ハイス 粉末ハイスの中でも特に高い靭性を有しつつ、各種酸に対して耐食性が優れています。

当社の冷間金型用工具鋼の推奨用途

用途		使用硬さ	一般用	耐摩用	耐衝撃用
ロール	フォーミングロール	58～63	QC11,QCD2	QH51,QCD2	QCM8,QCM7
	ゼンジミアロール	60～67	QC11	QH51,QCD2,粉末ハイス	QCM8,QCM7
	ネジ転造ロール	60～64	QC11	QH51,QCD2,粉末ハイス	QCM8,QCM7
	矯正ロール	57～64	QC11	QH51,QCD2	QCM8,QCM7
	一般冷間ロール	58～64	QC11	QH51,QCD2	QCM8,QCM7
冷間プレス	ダイス	55～62	QC11,QF3	QH51,粉末ハイス,QCM8,QCM7	QCM8,QCM7
	パンチ	55～62	QC11	粉末ハイス,QCM8,QCM7,SPMR8	QCM8,SPMR8
	抜型	58～62	QK3M,QKS3,QF3	QC11,QCM8,QCM7	QCM8,QCM7
	粉末成形型	58～62	QC11	粉末ハイス,SPMR8	QCM8,SPMR8
	レンガ成形型	60～65	QC11	QH51	
引抜圧伸	ダイス	60～65	QC11	QH51,粉末ハイス,SPMR8	QCM8,QCM7
	プラグ	55～65	QC11	粉末ハイス,SPMR8	QCM8,QCM7
	マンドレル	55～60	QC11	QCM8,粉末ハイス,SPMR8	QCM8,粉末ハイス,SPMR8
刃物	シャーブレード	55～63	QC11,QKS3,QK3M	QH51	QCM8,QCM7,QHZ
	スリッターナイフ	55～63	QC11	QH51,粉末ハイス,SPMR8	QCM8,QCM7
	破砕刃	50～61	QC11,QD61	QH51,QCM8,QCM7	QCM8,QCM7,QDN
測定工具	ゲージ	60～65	QKS3,QK3M	QC11	QCM8,QCM7
加工工具	やすり	62～65	QK1		
	たがね	55～60	QK3,QK3M		QF1
	タップダイス	58～63	QH51	粉末ハイス	QCM8,QCM7
	ねじ切りダイス	58～63	QKS3	粉末ハイス	QCM8,QCM7
	スナップ	55～60	QK5～7		

粉末ハイス：SPM23, SPM30, SPM60, SPMV6, SPMX4N

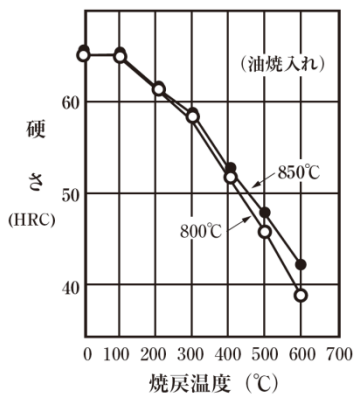
冷間金型用合金工具鋼

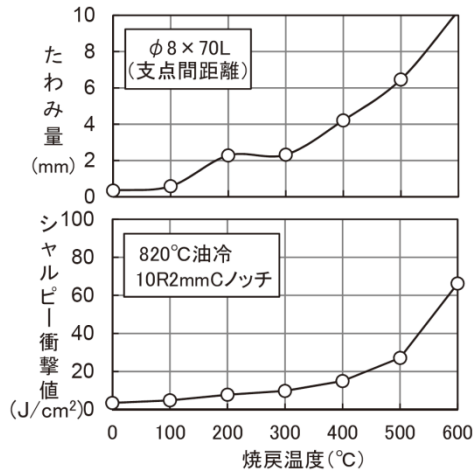
種類記号	JIS互換記号	化学成分 (%)										
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	W	V	Co
QK3M	SKS93	1.05	0.50	0.95	≦0.030	≦0.020	－	0.40	－	－	－	－
QKS3	SKS3	0.95	0.25	1.05	≦0.030	≦0.020	－	0.75	－	0.75	－	－
QC1	SKD1	2.10	0.25	0.40	≦0.030	≦0.010	－	13.50	－	－	－	－
QC11	SKD11	1.50	0.25	0.40	≦0.030	≦0.010	－	12.00	1.00	－	0.35	－
QCD2	(AISI-D2)	1.50	0.30	0.40	≦0.030	≦0.010	－	12.50	1.00	－	0.70	－
QCM8	－	開発鋼										
QCM7	－	開発鋼										
QHZ	(セミハイス)	開発鋼										
QF3	(フレームハード)	開発鋼										
QH51	SKH51	0.85	≦0.40	≦0.40	≦0.030	≦0.010	－	4.15	5.0	6.1	1.9	－
SPM23	－	1.3	－	－	－	－	－	4.2	5.0	6.0	3.0	－
SPM30	SKH40	1.3	－	－	－	－	－	4.0	5.0	6.0	3.0	8.0
SPM60	－	2.3	－	－	－	－	－	4.0	7.0	6.5	6.5	10.0
SPMR8	－	開発鋼										

冷間金型工具鋼の熱処理と諸特性

QKS3　被削性良好な汎用冷間金型用鋼

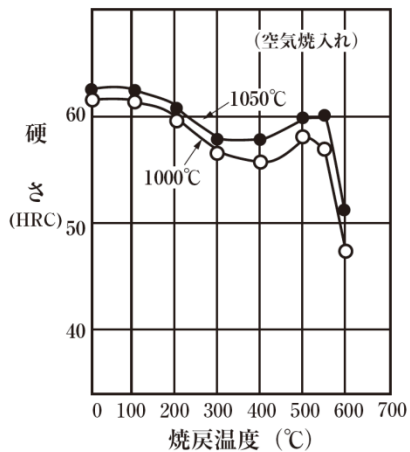
焼なまし	750～800℃　徐冷
焼 入 れ	800～850℃　油冷
焼 戻 し	150～200℃　空冷

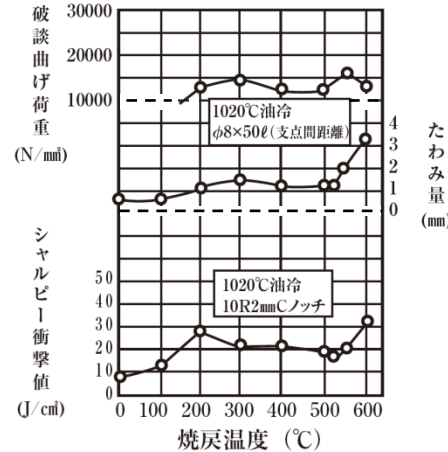




QC11　代表的冷間ダイス鋼

焼なまし	830～880℃　徐冷
焼 入 れ	1000～1050℃　空冷
焼 戻 し	150～250℃　空冷×2回 500～530℃　空冷×2回





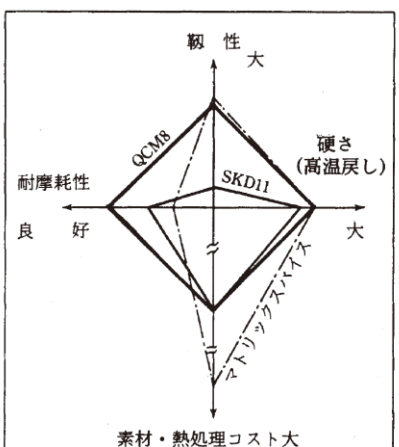
ＱＣM8の諸特性

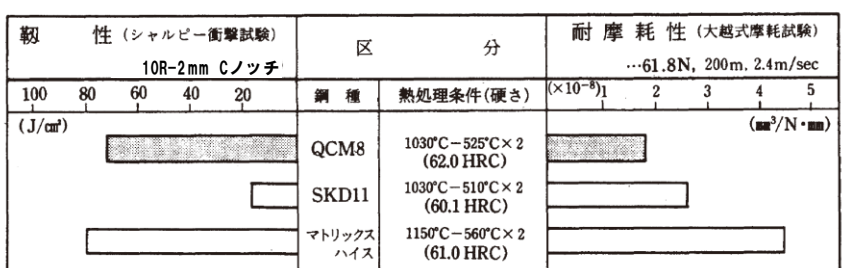
ＱＣM8は、従来のＳＫＤ11やマトリックスハイスを改善し高温焼戻しにより、高硬度・高靭性が得られる画期的な冷間工具鋼です。

ＱＣM8は、ＳＫＤ11と比較して靭性を大幅に改善し、かつ耐摩耗性も良好です。又、マトリックスハイス鋼と比較し、素材・熱処理コストを低減でき、かつ良好な耐摩耗を有しています。

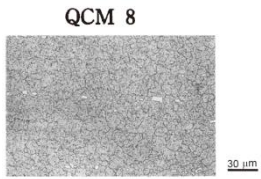
高温焼戻しが可能なため、放電加工が高精度で行えます。

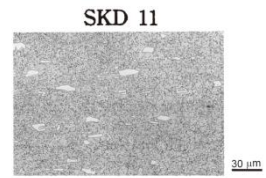
なお、炭化物被覆処理温度にて高硬度高靭性が得られることにより、ＶＣ、ＴｉＣ、ＴｉＣＮなどの炭化物被覆用工具鋼としても良好な特性を有しています。

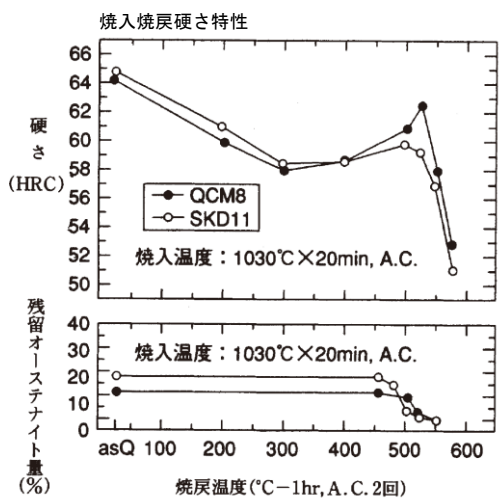


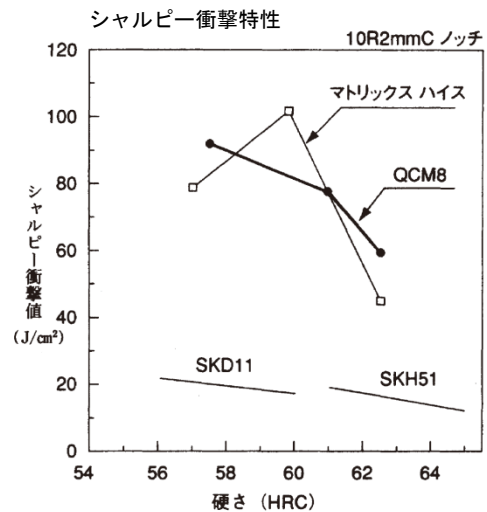


焼入焼戻ミクロ組織

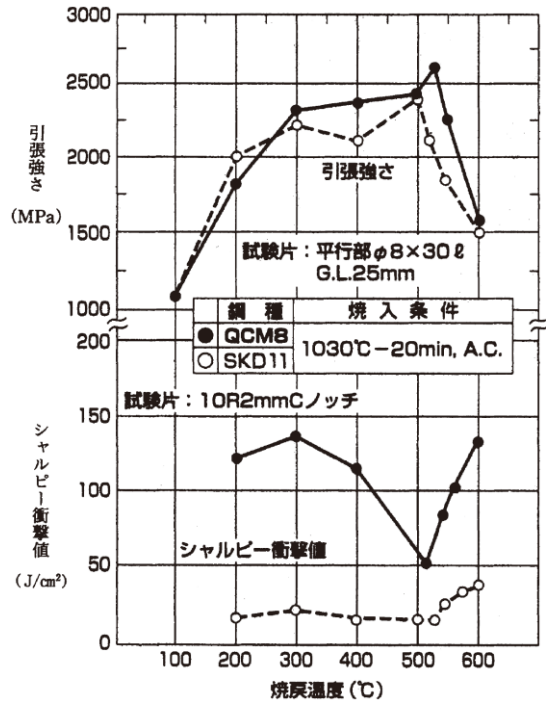

QCM 8
30 μm


SKD 11
30 μm

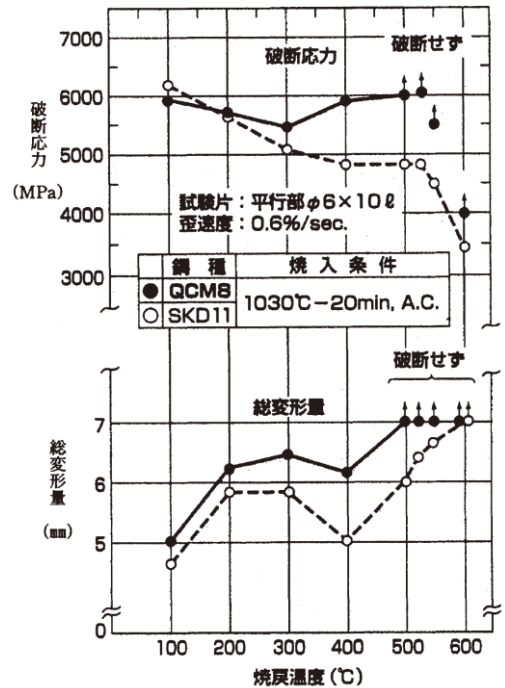

焼入焼戻硬さ特性
硬さ
(HRC)
66
64
62
60
58
56
54
52
50
QCM8
SKD11
焼入温度：1030℃×20min, A.C.
残留オーステナイト量
(%)
40
30
20
10
0
焼入温度：1030℃×20min, A.C.
asQ 100 200 300 400 500 600
焼戻温度(℃−1hr, A.C. 2回)


シャルピー衝撃特性
10R2mmC ノッチ
120
100
80
60
40
20
0
シャルピー衝撃値
(J/cm²)
マトリックス ハイス
QCM8
SKD11
SKH51
54 56 58 60 62 64
硬さ (HRC)

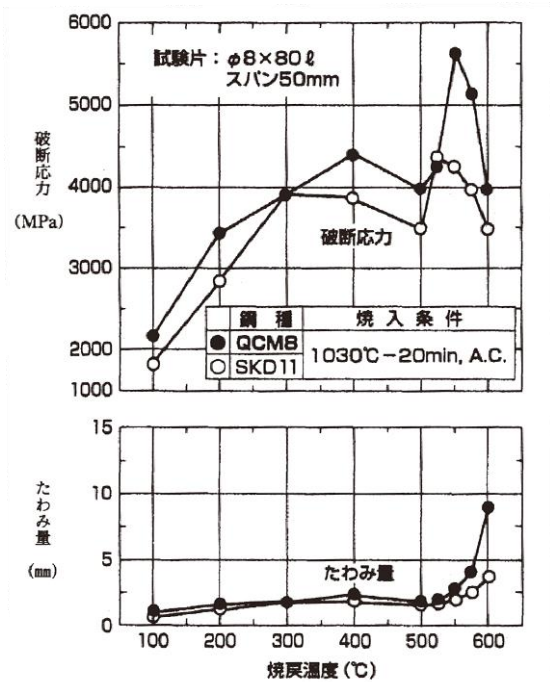
引張特性及びシャルピー衝撃特性



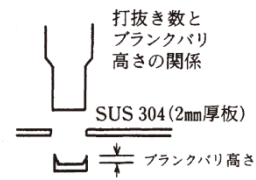
圧縮特性

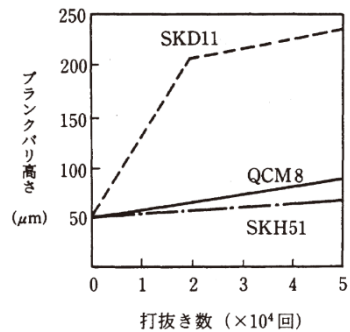


静的曲げ特性

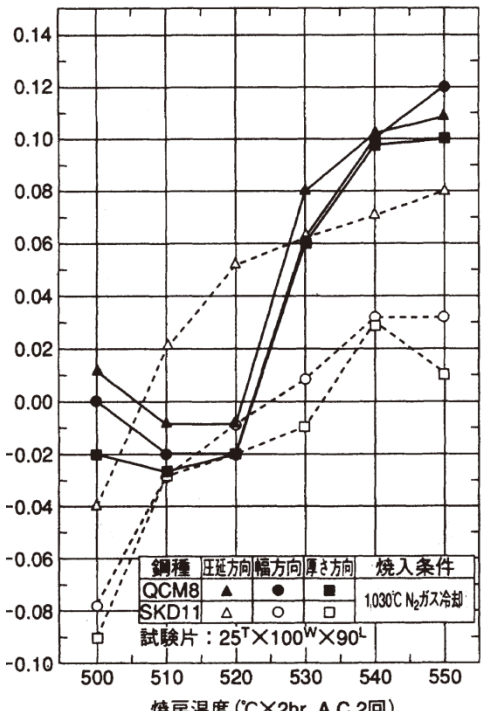

試験片：φ8×80ℓ
スパン50mm
破断応力
(MPa)
6000
5000
4000
3000
2000
1000
鋼種
焼入条件
QCM8
SKD11
1030℃−20min, A.C.
たわみ量
(mm)
15
10
5
0
100
200
300
400
500
600
焼戻温度(℃)

耐摩耗性

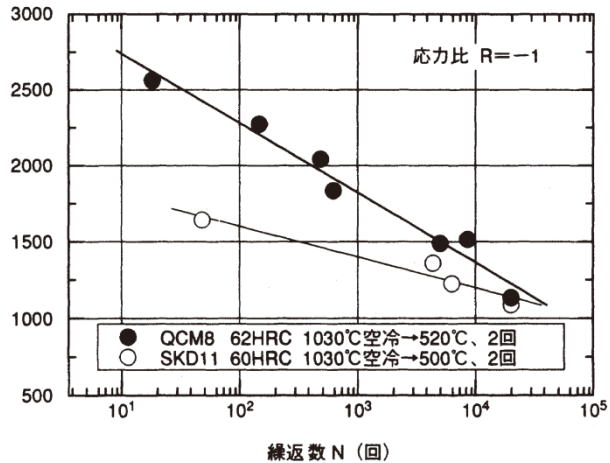

打抜き数と
ブランクバリ
高さの関係
SUS 304(2㎜厚板)
ブランクバリ高さ


ブランクバリ高さ
(μm)
250
200
150
100
50
SKD11
QCM8
SKH51
0
1
2
3
4
5
打抜き数（×10⁴回）

熱処理変寸率

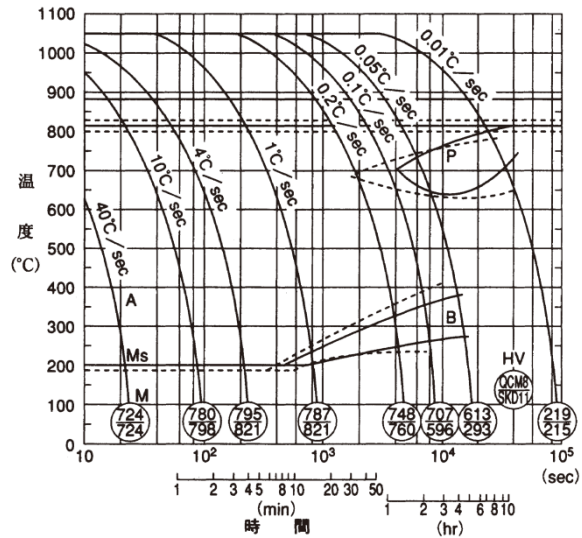


引張圧縮疲労特性



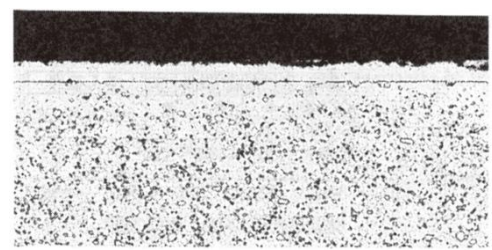
連続冷却変態曲線

	鋼 種	オーステナイト化温度	Ac1b	Ac1e	Ms
――	QCM8	1030℃	825℃	885℃	200℃
- - -	SKD11	1030℃	800℃	830℃	190℃

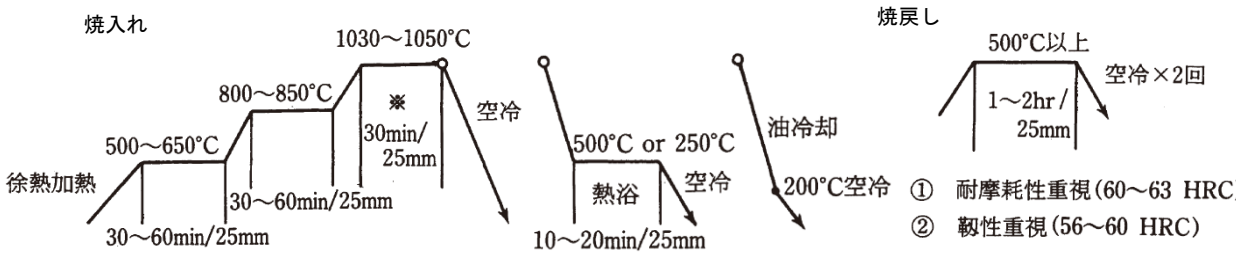


表面処理特性

ＶＣコーティング（×400）



標準熱処理



※ 加熱保持時間

雰囲気炉 …… 30min/25mm

塩 浴 炉 …… 30min/25mm(ただし、浸漬時間とする)

真 空 炉 …… 40～60min/25mm

3. プラスチック金型用工具鋼

近年のプラスチック業界の発達に伴い、その用途ごとの最適な金型材の選択が必要不可欠となってきており、プラスチック金型用鋼も専用化する傾向にあります。

プラスチック金型用工具鋼は、一般的に

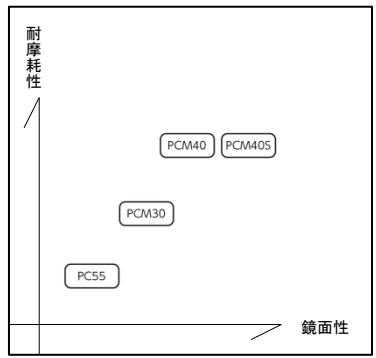
・加工性（切削性・放電加工性）が良好であること。
・鏡面仕上性が良好であること。
・シボ加工性が良好なこと。
・耐摩耗性がよいこと。
・加工歪が少ないこと。

などに優れていることが必要です。

さらに最新のプラスチック製品の多様化により、例えば用途ごとに次の特性が必要となります。

・エンプラ・各種強化剤添加樹脂……耐摩耗性
・難燃性樹脂　……耐食性
・プラレンズ・光ディスク　……超鏡面仕上性
・プラマグ用　……非磁性

各種プラスチック金型用鋼の特性



当社のプラスチック金型用工具鋼の特長と用途

タイプ	用　途	種類記号	使用硬さ (HRC)	特　長
プリハードン鋼	一般汎用	PC 55	8～13	シボ加工性良好、加工歪僅少
	一般汎用	PCM 30	25～33	被削性、靭性、鏡面性、シボ加工性良好
	一般量産用	PCM 40	35～45	被削性、鏡面性、シボ加工性特に良好
	一般量産用 (特に鏡面性が必要な用途)	PCM 40S	35～45	PCM 40より鏡面性良好

プラスチック金型用工具鋼

種類記号	JIS互換記号	化学成分 (%)									
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	V	その他
PC55	S55C改良型	0.45	0.35	0.90	≦0.030	0.03	—	—	—	—	—
PCM30	—	開発鋼									
PCM40	—	開発鋼									
PCM40S	—	開発鋼									

工具鋼の焼なまし硬さ　JIS G 4404 (2015)

区　分	種類記号	焼なまし温度 ℃	焼なまし硬さ HBW
切削工具用	SKS 11	780～850　徐冷	241　以下
	SKS 2	750～800　徐冷	217　以下
	SKS 21	750～800　徐冷	217　以下
	SKS 5	750～800　徐冷	207　以下
	SKS 51	750～800　徐冷	207　以下
	SKS 7	750～800　徐冷	217　以下
	SKS 81	750～800　徐冷	212　以下
	SKS 8	750～800　徐冷	217　以下
耐衝撃工具用	SKS 4	740～780　徐冷	201　以下
	SKS 41	760～820　徐冷	217　以下
	SKS 43	750～800　徐冷	212　以下
	SKS 44	730～780　徐冷	207　以下
冷間金型用	SKS 3	750～800　徐冷	217　以下
	SKS 31	750～800　徐冷	217　以下
	SKS 93	750～780　徐冷	217　以下
	SKS 94	740～760　徐冷	212　以下
	SKS 95	730～760　徐冷	212　以下
	SKD 1	830～880　徐冷	248　以下
	SKD 2	830～880　徐冷	255　以下
	SKD 10	830～880　徐冷	255　以下
	SKD 11	830～880　徐冷	255　以下
	SKD 12	830～880　徐冷	241　以下
熱間金型用	SKD 4	800～850　徐冷	235　以下
	SKD 5	800～850　徐冷	241　以下
	SKD 6	820～870　徐冷	229　以下
	SKD 61	820～870　徐冷	229　以下
	SKD 62	820～870　徐冷	229　以下
	SKD 7	820～870　徐冷	229　以下
	SKD 8	820～870　徐冷	262　以下
	SKT 3	760～810　徐冷	235　以下
	SKT 4	740～800　徐冷	248　以下
	SKT 6	720～780　徐冷	285　以下

3-5-3 炭素工具鋼

炭素工具鋼は、Cの含有量により性質及び用途がほぼ決まるので、適材適所で使い分ける必要があります。C%は0.55～1.50%の範囲内で、一般的に靭性を必要とする金型、打抜型、刻印などは1.0%以下の鋼種が、耐摩耗性を必要とするバイト、やすりなどは1.0%以上の鋼種が用いられます。

当社の炭素工具鋼は、当社独自の真空脱ガス処理を実施し、工具破損の原因となる酸化物系介在物を極限に減少させると共に、均一な組織調整を行い靭性を大幅に向上させています。

なお、炭素工具鋼は、成分上焼入性が低く水焼入を行う必要がありますが、肉の厚い金型や形の複雑な工具で割れたり変形が問題になる場合は、Mn、Cr%を調整した油焼入合金工具鋼が適しています。

炭素工具鋼の化学成分・熱処理条件

区分	種類		代表化学成分(%)			熱処理(℃)			硬さ		用途
	記号	種類	C	Si	Mn	焼きなまし	焼入れ	焼戻し	焼なまし(HB)	焼入焼戻し(HRC)	
水焼入用	QK1	SK140 (SK 1)	1.40	0.20	0.40	750～780徐冷	760～820水冷	150～200空冷	217以下	63以上	硬質バイト やすり
	QK2	SK120 (SK 2)	1.20	0.20	0.40	750～780徐冷	760～820水冷	150～200空冷	212以下	63以上	小形ポンチ やすり
	QK3	SK105 (SK 3)	1.05	0.20	0.40	750～780徐冷	760～820水冷	150～200空冷	212以下	63以上	ハクソー たがね抜型
	QK4	SK95 (SK 4)	0.95	0.20	0.40	740～760徐冷	760～820水冷	150～200空冷	207以下	61以上	たがね、抜型
	QK5	SK85 (SK 5)	0.85	0.20	0.40	730～760徐冷	760～820水冷	150～200空冷	207以下	59以上	刻印、プレス型
	QK6	SK75 (SK 6)	0.75	0.20	0.40	730～760徐冷	760～820水冷	150～200空冷	201以下	57以上	刻印 スナッププレス型
	QK7	SK65 (SK 7)	0.65	0.20	0.40	730～760徐冷	760～820水冷	150～200空冷	201以下	56以上	ナイフ プレス型

3-6 軟質磁性材料

軟質磁性材料は、磁気応答性に優れ透磁率が高いことからモーターや電磁弁などに幅広く用いられています。
当社では電磁軟鉄をベースにSiを添加して、渦電流損失を軽減したけい素鋼、Crを添加して耐食性を改善した電磁ステンレス鋼を商品化しています。

3-6-1 電磁軟鉄及びけい素鋼

電磁軟鉄とけい素鋼は、軟質磁性材料の中で透磁率と飽和磁束密度が高く、比較的安価であることから広く利用されています。
当社では、現在、電磁軟鉄（QM１）と3%けい素鋼（QMS3）を商品化しています。
電磁軟鉄は軟質磁性材料としては理想的な特性を備えており、通信機器、コンピューターをはじめ、エレクトロニクスのあらゆる分野に使用されています。
しかし、電磁軟鉄は固有抵抗が小さく、そのため交流用途には適していません。
交流用途には、電磁軟鉄にSiを含有させたけい素鋼が適しています。Si量を増すと固有抵抗が高くなり、渦電流損失が少なくなるため、交流用途としての特性が改善されます。
3%けい素鋼（QMS3）は、モーターの鉄芯、ヨーク、コンピュータ部品、車両用電装品などとして使用されています。

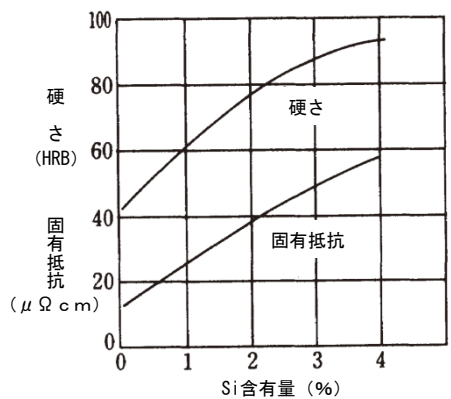
化学成分（一例）

鋼　　種	化学成分（%）					
	C	Si	Mn	P	S	N
QM1(電磁軟鉄)	0.003	0.01	0.18	0.015	0.009	0.003
QMS3(3%けい素鋼)	0.005	2.92	0.22	0.010	0.009	0.004

電磁気特性（一例）

鋼　　種	磁束密度（T）					保磁力	固有抵抗
	B_1	B_2	B_3	B_5	B_{25}	(A/m)	($\mu\Omega$・m)
QM1(電磁軟鉄)	1.35	1.49	1.53	1.58	1.69	25.5	0.11
QMS3(3%けい素鋼)	1.11	1.36	1.44	1.49	1.62	23.9	0.46

備考　B_1、B_2、B_3、B_5及びB_{25}は、それぞれ磁界の強さ　79.6A/m、159.2A/m、238.8A/m、398A/m及び1990A/mにおける磁束密度を示す記号である。
（1A/m=4π/10 ^{3}Oe、1T=10 ^{4}G）



電磁軟鉄のSi含有量と
固有抵抗及び硬さの関係

3-6-2 電磁ステンレス鋼

油圧、空気圧機器の分野では、電磁弁を利用したメカトロニクス化が進められています。

電磁弁の鉄芯材料として電磁軟鉄やけい素鋼は、優れた特性を備えているが、使用される環境によって錆を生じ易く、耐食性の良い材料が必要です。又、これらは削りにくいため、切削加工性の良いものが求められています。

当社の開発した電磁ステンレス鋼QMR 1E、QMR 4は、このようなニーズに応えるもので、優れた耐食性を備えた軟質磁性材料です。

3-6-3　当社の電磁材料（軟質磁性材料）の特徴と用途

種類記号	主　成　分	※硬さ HRB	※固有抵抗 μΩ・m	特　　徴	用　　途
QM1	Fe	42	0.11	○高透磁率、高磁束密度、低保磁力で、理想的な軟質磁性を示す。 ○固有抵抗が低いので主として直流用途に使用される。	○通信機器 ○コンピューター部品 ○各種エレクトロニクス関連機器
QMS3	Fe－3%Si	86	0.46	○高透磁率、高飽和磁束密度、低保磁力で直流特性に優れると共に、固有抵抗が高く、交流特性も優れている。	○コンピュータープリンター部品 ○制御モーター部品 ○継電器
QMR 1E	7Cr－3Si	89	0.84	○湿潤環境での耐錆性良好。 ○被削性良好。 ○固有抵抗が高く、交流用途に適している。	○電磁弁鉄芯 ○交流ソレノイド（油圧電磁弁）
QMR4	13Cr－1Si－1Al	88	0.88	○電磁ステンレス鋼 耐食性良好。 耐摩耗性も良好。	○電磁弁鉄芯

※硬さ、固有抵抗は参考値。

電磁気特性（一例）　　（850℃―4ｈ真空焼なまし後）

種類記号	B_2 (T)	B_5 (T)	B_{10} (T)	B_{25} (T)	Hc (A/m)
QM 1	1.49	1.58	1.63	1.69	25.5
QMS 3	1.36	1.49	1.54	1.62	23.9
QMR 1E	1.08	1.27	1.34	1.43	33.0
QMR 4	0.27	0.89	1.12	1.27	175.1

備考　B_2、B_5、B_{10}、B_{25}はそれぞれ磁界の強さ159.2A/m、398A/m、796A/m、1990A/mにおける磁束密度を示す記号。（1A/m=$4\pi/10^3$ Oe、1T=10^4 G）

3-7　耐食･耐熱合金

当社では、高温における強度や耐酸化性、耐応力腐食割れ性、耐孔食性、耐粒界腐食性などの耐食、耐熱特性に優れる耐熱･耐食合金の継目無管、棒を製造し、化学工業をはじめ、原子力工業、航空機工業、石油化学工業などの分野で、一般のステンレス鋼や耐熱鋼では使用に耐えない厳しい環境下で使用されています。

3-7-1　耐食･耐熱合金の特徴と用途

NiはFeよりも貴な素材であり、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します。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い分けられています。

当社で製造している代表的な耐食･耐熱合金の概略化学成分、特徴と主な用途を表に纏めて示します。

表の(a)のグループはNiを65%以上含有するもので、純NiであるNi200、Ni201、さらにNiに32%Cuを添加したモネルUNS N04400、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UNS N06600等です。表の(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N10276、UNS 06022と高温でのクリープ強度も兼備したUNS N06625等が含まれます。表の(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UNS N08825、UNS N08020、同じくNiとFeにCr、Al、Tiを添加したUNS N08811等です。

(a)Ni含有量が65%以上のグループ

合金名		Ni200、NI201	UNS N04400	UNS N06600
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		UNS N10276	UNS N06022	UNS N06625
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ている ・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		UNS N08825	UNS N08020	UNS N08811
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(Al+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

3-7-2 耐食･耐熱合金の規格　JIS G 4901 (1999)

種類記号	化学成分 (%)													
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Fe	Mo	Cu	Al	Ti	Nb+Ta	B
NCF 600	0.15 以下	0.50 以下	1.00 以下	0.030 以下	0.015 以下	72.00 以下	14.00～ 17.00	6.00～ 10.00	—	0.50 以下	—	—	—	—
NCF 601	0.10 以下	0.50 以下	1.00 以下	0.030 以下	0.015 以下	58.00～ 63.00	21.00～ 25.00	残部	—	1.00 以下	1.00～ 1.70	—	—	—
NCF 625	0.10 以下	0.50 以下	0.50 以下	0.015 以下	0.015 以下	58.00 以上	20.00～ 23.00	5.00 以下	8.00～ 10.00	—	0.40 以下	0.40 以下	3.15～ 4.15	—
NCF 690	0.05 以下	0.50 以下	0.50 以下	0.030 以下	0.015 以下	58.00 以上	27.00～ 31.00	7.00～ 11.00	—	0.50 以下	—	—	—	—
NCF 718	0.08 以下	0.35 以下	0.35 以下	0.015 以下	0.015 以下	50.00～ 55.00	17.00～ 21.00	残部	2.80～ 3.30	0.30 以下	0.20～ 0.80	0.65～ 1.15	4.75～ 5.50	0.006 以下
NCF 750	0.08 以下	0.50 以下	1.00 以下	0.030 以下	0.015 以下	70.00 以上	14.00～ 17.00	5.00～ 9.00	—	0.50 以下	0.40～ 1.00	2.25～ 2.75	0.70～ 1.20	—
NCF 751	0.10 以下	0.50 以下	1.00 以下	0.0030 以下	0.015 以下	70.00 以上	14.00～ 17.00	5.00～ 9.00	—	0.50 以下	0.90～ 1.50	2.00～ 2.60	0.70～ 1.20	—
NCF 800	0.10 以下	1.00 以下	1.50 以下	0.030 以下	0.015 以下	30.00～ 35.00	19.00～ 23.00	残部	—	0.75 以下	0.15～ 0.60	0.15～ 0.60	—	—
NCF 800H	0.05～ 0.10	1.00 以下	1.50 以下	0.030 以下	0.015 以下	30.00～ 35.00	19.00～ 23.00	残部	—	0.75 以下	0.15～ 0.60	0.15～ 0.60	—	—
NCF 825	0.05 以下	0.50 以下	1.00 以下	0.030 以下	0.015 以下	38.00～ 46.00	19.50～ 23.50	残部	2.50～ 3.50	1.50～ 3.00	0.20 以下	0.60～ 1.20	—	—
NCF 80A	0.04～ 0.10	1.00 以下	1.00 以下	0.030 以下	0.015 以下	残部	18.00～ 21.00	1.50 以下	—	0.20 以下	1.00～ 1.80	1.80～ 2.70	—	—

備考　1.Ni分析値には、Coを含むことができる。ただし、NCF80AのCo分析値は、2.00%以下とする。
2.NCF80Aは、必要によってBなどを添加することができる。

その他の代表的耐食･耐熱合金

種類記号	化学成分 (%)											
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Fe	その他		
ASTM B462 UNS N08020	≦0.07	≦1.00	≦2.00	≦0.045	≦0.035	32.00～ 38.00	19.00～ 21.00	2.00～ 3.00	残部	Cu 3.00～4.00	Nb+Ta 8×C　1.00	
ASTM B581 Alloy N06985	≦0.015	≦1.0	≦1.0	≦0.04	≦0.03	残部	21.0～ 23.5	6.0～ 8.0	18.0～ 21.0	Cu 1.5～2.5	Co ≦5.0	W ≦1.5	Nb+Ta ≦0.50
ASTM B574 UNS N10276	≦0.010	≦0.08	≦1.0	≦0.04	≦0.03	残部	14.5～ 16.5	15.0～ 17.0	4.0～ 7.0	Co ≦2.5	W 3.0～4.5	V ≦0.35	

耐食･耐熱合金鋼の機械的性質

種類記号	熱処理 (記号)	耐力 N/mm^2	引張強さ N/mm^2	伸び %	硬さ	適用寸法　mm
					HBS又はHBW	径,辺,対辺距離 又は厚さ
NCF 600	焼なまし(A)	245以上	550以上	30以上	179以下	－
NCF 601	焼なまし(A)	195以上	550以上	30以上	－	－
NCF 625	焼なまし(A)	415以上	830以上	30以上	－	100以下
		345以上	760以上	30以上	－	100を超え250以下
	固溶化熱処理(S)	275以上	690以上	30以上	－	－
NCF 690	焼なまし(A)	240以上	590以上	30以上	－	100以下
NCF 718	固溶化熱処理後 時効処理(H)	1035以上	1280以上	12以上	331以上	100以下
NCF 750	固溶化熱処理 (S1,S2)	－	－	－	320以下	100以下
	固溶化熱処理後 時効処理(H1)	615以上	960以上	8以上	262以上	100以下
	固溶化熱処理後 時効処理(H2)	795以上	1170以上	18以上	302～363	60以下
		795以上	1170以上	15以上	302～363	60を超え100以下
NCF 751	固溶化熱処理(S)	－	－	－	375以下	100以下
	固溶化熱処理後 時効処理(H)	615以上	960以上	8以上	－	100以下
NCF 800	焼なまし(A)	205以上	520以上	30以上	179以下	－
NCF 800H	固溶化熱処理(S)	175以上	450以上	30以上	167以下	－
NCF 825	焼なまし(A)	235以上	580以上	30以上	－	－
NCF 80A	固溶化熱処理(S)	－	－	－	269以下	100以下
	固溶化熱処理後 時効処理(H)	600以上	1000以上	20以上	－	100以下

備考　1. 径,辺,対辺距離又は厚さが2.5mm未満の棒には、上の表の伸びは適用しない。ただし、記録しておかなければならない。
2. NCF690,NCF750,NCF751,及びNCF80Aの径,辺,対辺距離又は厚さが100mmを超える棒の機械的性質は、受渡当事者間の協定による。
3. NCF718,NCF751及びNCF80Aの附属書表1に示した熱処理以外の熱処理を行った棒の機能的性質は、受渡当事者間の協定による。

配管用継目無ニッケルクロム鉄合金管　JIS G 4903 (2008)

種類記号	化学成分 (%)												
	C	Si	Mn	P	S	Ni[a)]	Cr	Fe	Mo	Cu	Al	Ti	Nb+Ta
NCF 600TP	0.15 以下	0.50 以下	1.00 以下	0.030 以下	0.015 以下	72.00 以上	14.00～17.00	6.00～10.00	－	0.50 以下	－	－	－
NCF 625TP	0.10 以下	0.50 以下	0.50 以下	0.015 以下	0.015 以下	58.00 以上	20.00～23.00	5.00 以下	8.00～10.00	－	0.40 以下	0.40 以下	3.15～4.15
NCF 690TP	0.05 以下	0.50 以下	0.50 以下	0.030 以下	0.015 以下	58.00 以上	27.00～31.00	7.00～11.00	－	0.50 以下	－	－	－
NCF 800TP	0.10 以下	1.00 以下	1.50 以下	0.030 以下	0.015 以下	30.00～35.00	19.00～23.00	残部	－	0.75 以下	0.15～0.60	0.15～0.60	－
NCF 800HTP	0.05～0.10	1.00 以下	1.50 以下	0.030 以下	0.015 以下	30.00～35.00	19.00～23.00	残部	－	0.75 以下	0.15～0.60	0.15～0.60	－
NCF 825TP	0.05 以下	0.50 以下	1.00 以下	0.030 以下	0.015 以下	38.00～46.00	19.50～23.50	残部	2.50～3.50	1.50～3.00	0.20 以下	0.60～1.20	－

注 a)　Ni分析値には,Coを含んでもよい。

機械的性質

種類の記号	仕上げ方法及び熱処理方法	外径 mm	引張強さ N/mm^2	耐力 N/mm^2	伸び[a)] %	
					11号試験片 12号試験片	4号試験片
NCF 600TP	熱間仕上後焼なまし	127以下	550以上	205以上	35以上	30以上
		127超え	520以上	175以上		
	冷間仕上後焼なまし	127以下	550以上	245以上	30以上	25以上
		127超え		205以上		
NCF 625TP	冷間仕上後焼なまし	－	820以上	410以上		
	冷間仕上後固溶化熱処理	－	690以上	275以上		
NCF 690TP	熱間仕上後焼なまし	127以下	590以上	205以上	35以上	30以上
		127超え	520以上	175以上		
	冷間仕上後焼なまし	127以下	590以上	245以上	30以上	25以上
		127超え		205以上		

種類の記号	仕上げ方法 及び熱処理方法	外径 mm	引張強さ N/mm^2	耐力 N/mm^2	伸び[a] %	
					11号試験片 12号試験片	4号試験片
NCF 800TP	熱間仕上後焼なまし	−	450以上	175以上	30以上	25以上
	冷間仕上後焼なまし	−	520以上	205以上		
NCF 800HTP	熱間仕上後又は冷間仕上後 固溶化熱処理	−	450以上	175以上		
NCF 825TP	熱間仕上後焼なまし	−	520以上			
	冷間仕上後焼なまし	−	580以上	235以上		

注記　1N/mm^2 ＝1MPa

注 a) 外径20mm未満の管については、この表の伸びの規定は適用しないが、試験の結果は、記録する。ただし、受渡当事者間の協定によって、伸びの値を規定してもよい。

厚さ8mm未満の管の12号試験片の場合の伸び　　**単位　%**

種類の記号	仕上げ方法 及び熱処理方法	厚さの区分ごとの伸び						
		1mmを超え 2mm以下	2mmを超え 3mm以下	3mmを超え 4mm以下	4mmを超え 5mm以下	5mmを超え 6mm以下	6mmを超え 7m以下	7mmを超え 8mm未満
NCF 600TP	熱間仕上後焼なまし	26以上	28以上	29以上	30以上	32以上	34以上	35以上
	冷間仕上後焼なまし	21以上	22以上	24以上	26以上	27以上	28以上	30以上
NCF 625TP	冷間仕上後焼なまし及び 冷間仕上後固溶化熱処理							
NCF 690TP	熱間仕上後焼なまし	26以上	28以上	29以上	30以上	32以上	34以上	35以上
	冷間仕上後焼なまし	21以上	22以上	24以上	26以上	27以上	28以上	30以上
NCF 800TP	熱間仕上後焼なまし及び 冷間仕上後焼なまし							
NCF 800HTP	熱間仕上後又は冷間仕上後 固溶化熱処理							
NCF 825TP	熱間仕上後焼なまし及び 冷間仕上後焼なまし							

注記　この表の値は、管の厚さが1mm減るごとに表4の伸びの値から1.5を減じたものを、JIS Z 8401の規則Aによって整数値に丸めたものである。

熱交換器用継目無ニッケルクロム鉄合金管　JIS G 4904 (2008)

種類記号	化学成分 (%)												
	C	Si	Mn	P	S	Ni[a)]	Cr	Fe	Mo	Cu	Al	Ti	Nb+Ta
NCF 600TB	0.15 以下	0.50 以下	1.00 以下	0.030 以下	0.015 以下	72.00 以上	14.00～17.00	6.00～10.00	—	0.50 以下	—	—	—
NCF 625TB	0.10 以下	0.50 以下	0.50 以下	0.015 以下	0.015 以下	58.00 以上	20.00～23.00	5.00 以下	8.00～10.00	—	0.40 以下	0.40 以下	3.15～4.15
NCF 690TB	0.05 以下	0.50 以下	0.50 以下	0.030 以下	0.015 以下	58.00 以上	27.00～31.00	7.00～11.00	—	0.50 以下	—	—	—
NCF 800TB	0.10 以下	1.00 以下	1.50 以下	0.030 以下	0.015 以下	30.00～35.00	19.00～23.00	残部	—	0.75 以下	0.15～0.60	0.15～0.60	—
NCF 800HTB	0.05～0.10	1.00 以下	1.50 以下	0.030 以下	0.015 以下	30.00～35.00	19.00～23.00	残部	—	0.75 以下	0.15～0.60	0.15～0.60	—
NCF 825TB	0.05 以下	0.50 以下	1.00 以下	0.030 以下	0.015 以下	38.00～46.00	19.50～23.50	残部	2.50～3.50	1.50～3.00	0.20 以下	0.60～1.20	—

注 a) Ni分析値には、Coを含んでもよい。

機械的性質

種類の記号	仕上げ方法 及び熱処理方法	引張強さ N/mm^2	耐力 N/mm^2	伸び a)%	
				11号試験片 12号試験片	4号試験片
NCF 600TB	焼なまし	550以上	245以上	30以上	25以上
NCF 625TB	焼なまし	820以上	410以上		
	固溶化熱処理	690以上	275以上		
NCF 690TB	焼なまし	590以上	245以上		
NCF 800TP	焼なまし	520以上	205以上		
NCF 800HTB	固溶化熱処理	450以上	170以上		
NCF 825TB	焼なまし	580以上	235以上		

注記　1N/mm^2 ＝1MPa

注a)　外径20mm未満の管については、この表の伸びの規定は適用しないが、試験の結果は、記録する。
ただし、受渡当事者間の協定によって、伸びの値を規定してもよい。

厚さ8mm未満の管の12号試験片の場合の伸び　　**単位　%**

種類の記号	熱処理方法	厚さの区分ごとの伸び						
		1mmを超え 2mm以下	2mmを超え 3mm以下	3mmを超え 4mm以下	4mmを超え 5mm以下	5mmを超え 6mm以下	6mmを超え 7m以下	7mmを超え 8mm未満
NCF 600TB	焼なまし	21以上	22以上	24以上	26以上	27以上	28以上	30以上
NCF 625TB	焼なまし							
	固溶化熱処理							
NCF 690TB	焼なまし							
NCF 800TB	固溶化熱処理							
NCF 800HTB	焼なまし							

注記　この表の値は、管の厚さが1mm減るごとに表4の伸びの値から1.5を減じたものを、JIS Z 8401の規則Aによって整数値に丸めたものである。

４　外国規格

4 外国規格

外国規格の略号と名称

外国規格		参考ホームページ
ISO	ISOはスイス ジュネーブに本部を置くInternational Organization for Standardization（国際標準化機構）の発行する国際規格。	https://www.iso.org/
EN	European Standardsの略でCEN（欧州標準化委員会）の発行する地域規格。BS/EN、DIN/EN、NF/EN等として採用されている。	https://www.cen.en/
BS	British Standards Institution（英国規格協会）より発行されているイギリス国家規格で、British Standardとよばれている。	https://www.bsigroup.com/
DIN	Deutsches Institüt für Normung（ドイツ規格委員会）より発行されているドイツ国家規格で、Deutsche Industrie Normenの頭文字をとってDINと名づけられている。	https://www.din.de/
NF	Association Francaise de Normalisation − AFNOR（フランス規格協会）より発行されているフランス国家規格で、Normes Francaises（フランス国家規格）の頭文字をとってNFと名づけられている。	https://www.afnor.org/
ANSI	ANSIはAmerican National Standards Institute(アメリカ規格協会）の略。アメリカの各種専門団体で制定した規格のうち、ANSIの専門委員会でアメリカ全体に重要性があると考えられる規格をANSIとして制定している。	https://www.ansi.org/
GB	中国国家規格で、Guojia Biaozhun（中国国家標準）の頭文字をとってGBと名づけられている。	https://www.sac.gov.cn/
IS	Indian Standards Institution（インド規格協会）が制定したインド国家規格。	https://www.bis.org.in/
ASTM	American Society for Testing and Material（アメリカ材料試験協会）より発行している団体規格で、主として工業材料規格とこれらの試験方法規格とによって成り立っている。	https://www.astm.org/

外国規格		参考ホームページ
SAE	Society of Automotive Engineers(自動車技術者協会、アメリカ）が制定している団体規格で、自動車関係の各種材料、部品などについて規定している。	https://www.sae.org/
AISI	American Iron and Steel Institute（アメリカ鉄鋼協会）が制定しSteel Products Manual として発行されている。	https://www.steel.org/
ASME	American Society of Mechanical Engineers（アメリカ機械学会）より発行している団体規格で、ボイラ部品、エレベーター、圧力配管、工業機械など多岐にわたり基準と規格を策定している。	https://www.asme.org/
VDEh	Verein Deutscher Eisenhüttenleute（ドイツ鉄鋼協会）が制定する鉄鋼鋼材に関する規格で、鋼材材料、受渡条件および試験などに分類されている。	https://www.vdeh.de/

主なISO規格一覧

●機械構造用鋼・軸受鋼

ISO 規格		日本工業規格
規格番号	規格名	規格番号
ISO 683-1	Heat-treatable steels, alloy steels and free-cutting steels—Part 1: Non-alloy steels for quenching and tempering	JIS G 4051 JIS G 4053
ISO 683-2	Heat-treatable steels, alloy steels and free-cutting steels—Part 2: Alloy steels for quenching and tempering	JIS G 4052 JIS G 4053
ISO 683-3	Heat-treatable steels, alloy steels and free-cutting steels—Part 3: Case-hardening steels	JIS G 4051 JIS G 4052 JIS G 4053
ISO 683-5	Heat-treatable steels, alloy steels and free-cutting steels—Part 5: Nitriding steels	JIS G 4053
ISO 683-14	Heat-treatable steels, alloy steels and free-cutting steels—Part 14: Hot-rolled steels for quenched and tempered springs	JIS G 4801
ISO 683-17	Heat-treated steels, alloy steels and free-cutting steels—Part 17: Ball and roller bearing steels	JIS G 4805
ISO 683-18	Heat-treatable steels, alloy steels and free-cutting steels—Part 18: Bright steel products	JIS G 3123

●ステンレス鋼・耐熱鋼・工具鋼

ISO 規格		日本工業規格
規格番号	規格名	規格番号
ISO 683-15	Heat-treatable steels, alloy steels and free-cutting steels—Part 15: Valve steels for internal combustion engines	JIS G 4311
ISO 4954	Steels for cold heading and cold extruding	JIS G 4315

ISO 4955	Heat-resistant steels	JIS G 4901 JIS G 4902 JIS G 4311 JIS G 4312
ISO 4957	Tool steels	JIS G 4401 JIS G 4403 JIS G 4404
ISO 6931-1	Stainless steels for springs—Part 1:Wire	JIS G 4314
ISO 9329-4	Seamless steel tubes for pressure purposes—Technical delivery conditions—Part4: Austenitic stainless steels	JIS G 3459 JIS G 3463
ISO 9330-6	Welded steel tubes for pressure purposes—Technical delivery conditions—Part6: Longitudinally welded austenitic stainless steel tubes	JIS G 3459 JIS G 3463
ISO 16143-2	Stainless steels for general purposes—Part2: Corrosion-resistant semi-finished products, bars, rods, and sections	JIS G 4303 JIS G 4308 JIS G 4317
ISO 16143-3	Stainless steels for general purposes—Part3: Wire	JIS G 4309

主な ASTM 規格一覧

● Steel Bars（鋼材）

規格No.	規格名
A29/A29M	Standard Specification for General Requirements for Steel Bars, Carbon and Alloy, Hot-Wrought
A108	Standard Specification for Steel Bar, Carbon and Alloy, Cold-Finished
A276/A276M	Standard Specification for Stainless Steel Bars and Shapes
A304	Standard Specification for Carbon and Alloy Steel Bars Subject to End-Quench Hardenability Requirements
A311/A311M	Standard Specification for Cold-Drawn, Stress-Relieved Carbon Steel Bars Subject to Mechanical Property Requirements
A314	Standard Specification for Stainless Steel Billets and Bars for Forging
A322	Standard Specification for Steel Bars, Alloy, Standard Grades
A434	Standard Specification for Steel Bars, Alloy, Hot-Wrought or Cold-Finished, Quenched and Tempered
A479/A479M	Standard Specification for Stainless Steel Bars and Shapes for Use in Boilers and Other Pressure Vessels
A484/A484M	Standard Specification for General Requirements for Stainless Steel Bars, Billets, and Forgings
A564/A564M	Standard Specification for Hot-Rolled and Cold-Finished Age-Hardening Stainless Steel Bars and Shapes
A565/A565M	Standard Specification for Martensitic Stainless Steel Bars for High-Temperature Service
A575	Standard Specification for Steel Bars, Carbon, Merchant Quality, M-Grades
A576	Standard Specification for Steel Bars, Carbon, Hot-Wrought, Special Quality
A582/A582M	Standard Specification for Free-Machining Stainless Steel Bars
A600	Standard Specification for Tool Steel High Speed
A663/A663M	Standard Specification for Steel Bars, Carbon, Merchant Quality, Mechanical Properties

A675/A675M	Standard Specification for Steel Bars, Carbon, Hot-Wrought, Special Quality, Mechanical Properties
A681	Standard Specification for Tool Steels Alloy
A686	Standard Specification for Tool Steel, Carbon
A696	Standard Specification for Steel Bars, Carbon, Hot-Wrought or Cold-Finished, Special Quality, for Pressure Piping Components
A739	Standard Specification for Steel Bars, Alloy, Hot-Wrought, for Elevated Temperature or Pressure-Containing Parts, or Both

● Bolting Materials（ボルト材）

A193/A193M	Standard Specification for Alloy-Steel and Stainless Steel Bolting for High Temperature or High Pressure Service and Other Special Purpose Applications
A194/A194M	Standard Specification for Carbon Steel, Alloy Steel, and Stainless Steel Nuts for Bolts for High Pressure or High Temperature Service, or Both
A320/A320M	Standard Specification for Alloy-Steel and Stainless Steel Bolting for Low-Temperature Service
A540/A540M	Standard Specification for Alloy-Steel Bolting for Special Applications

● Bearing Steel（ベアリング用鋼）

A295/A295M	Standard Specification for High-Carbon Anti-Friction Bearing Steel
A485	Standard Specification for High Hardenability Antifriction Bearing Steel
A534	Standard Specification for Carburizing Steels for Anti-Friction Bearings

● Steel Pipe（鋼管）

A106/A106M	Standard Specification for Seamless Carbon Steel Pipe for High-Temperature Service
A182/A182M	Standard Specification for Forged or Rolled Alloy and Stainless Steel Pipe Flanges, Forged Fittings, and Valves and Parts for High-Temperature Service
A312/A312M	Standard Specification for Seamless, Welded, and Heavily Cold Worked Austenitic Stainless Steel Pipes
A333/A333M	Standard Specification for Seamless and Welded Steel Pipe for Low-Temperature Service and Other Applications with Required Notch Toughness
A335/A335M	Standard Specification for Seamless Ferritic Alloy-Steel Pipe for High-Temperature Service
A376/A376M	Standard Specification for Seamless Austenitic Steel Pipe for High-Temperature Service
A524	Standard Specification for Seamless Carbon Steel Pipe for Atmospheric and Lower Temperatures
A530/A530M	Standard Specification for General Requirements for Specialized Carbon and Alloy Steel Pipe
A589/A589M	Standard Specification for Seamless and Welded Carbon Steel Water-Well Pipe
A999/A999M	Standard Specification for General Requirements for Alloy and Stainless Steel Pipe

● Steel tubes（鋼管）

A192/A192M	Standard Specification for Seamless Carbon Steel Boiler Tubes for High-Pressure Service
A209/A209M	Standard Specification for Seamless Carbon-Molybdenum Alloy-Steel Boiler and Superheater Tubes
A210/A210M	Standard Specification for Seamless Medium-Carbon Steel Boiler and Superheater Tubes
A268/A268M	Standard Specification for Seamless and Welded Ferritic and Martensitic Stainless Steel Tubing for General Service
A269/A269M	Standard Specification for Seamless and Welded Austenitic Stainless Steel Tubing for General Service

A270/A270M	Standard Specification for Seamless and Welded Austenitic and Ferritic/Austenitic Stainless Steel Sanitary Tubing
A334/A334M	Standard Specification for Seamless and Welded Carbon and Alloy-Steel Tubes for Low-Temperature Service
A423/A423M	Standard Specification for Seamless and Electric-Welded Low-Alloy Steel Tubes
A450/A450M	Standard Specification for General Requirements for Carbon and Low Alloy Steel Tubes
A556/A556M	Standard Specification for Seamless Cold-Drawn Carbon Steel Feedwater Heater Tubes
A632	Standard Specification for Seamless and Welded Austenitic Stainless Steel Tubing (Small-Diameter) for General Service
A789/A789M	Standard Specification for Seamless and Welded Ferritic/Austenitic Stainless Steel Tubing for General Service
A1016/A1016M	Standard Specification for General Requirements for Ferritic Alloy Steel, Austenitic Alloy Steel, and Stainless Steel Tubes

● Heat-Exchanger and Condenser Tubes（熱交換器管）

A179/A179M	Standard Specification for Seamless Cold-Drawn Low-Carbon Steel Heat-Exchanger and Condenser Tubes
A213/A213M	Standard Specification for Seamless Ferritic and Austenitic Alloy-Steel Boiler, Superheater, and Heat-Exchanger Tubes

● Mechanical Tubing（機械構造用鋼管）

A511/A511M	Standard Specification for Seamless Stainless Steel Mechanical Tubing and Hollow Bar
A519	Standard Specification for Seamless Carbon and Alloy Steel Mechanical Tubing

● High Alloy Steel（高合金鋼）

B161	Standard Specification for Nickel Seamless Pipe and Tube
B163	Standard Specification for Seamless Nickel and Nickel Alloy Condenser and Heat-Exchanger Tubes
B164	Standard Specification for Nickel-Copper Alloy Rod, Bar, and Wire
B165	Standard Specification for Nickel-Copper Alloy (UNS N04400) Seamless Pipe and Tube
B166	Standard Specification for Nickel-Chromium-Iron Alloys (UNS N06600, N06601, N06603, N06690, N06693, N06025, N06045, and N06696), Nickel-Chromium-Cobalt-Molybdenum Alloy (UNS N06617), and Nickel-Iron-Chromium-Tungsten Alloy (UNS N06674) Rod, Bar, and Wire
B167	Standard Specification for Nickel-Chromium-Iron Alloys (UNS N06600, N06601, N06603, N06690, N06693, N06025, N06045, and N06696), Nickel-Chromium-Cobalt-Molybdenum Alloy (UNS N06617), and Nickel-Iron-Chromium-Tungsten Alloy (UNS N06674) Seamless Pipe and Tube
B407	Standard Specification for Nickel-Iron-Chromium Alloy Seamless Pipe and Tube
B408	Standard Specification for Nickel-Iron-Chromium Alloy Rod and Bar
B423	Standard Specification for Nickel-Iron-Chromium-Molybdenum-Copper Alloy (UNS N08825, N08221, and N06845) Seamless Pipe and Tube
B425	Standard Specification for Ni-Fe-Cr-Mo-Cu Alloy (UNS N08825, UNS N08221, and UNS N06845) Rod and Bar
B444	Standard Specification for Nickel-Chromium-Molybdenum-Columbium Alloys (UNS N06625 and UNS N06852) and Nickel-Chromium-Molybdenum-Silicon Alloy (UNS N06219) Pipe and Tube
B446	Standard Specification for Nickel-Chromium-Molybdenum-Columbium Alloy (UNS N06625), Nickel-Chromium-Molybdenum-Silicon Alloy (UNS N06219), and Nickel-Chromium-Molybdenum-Tungsten Alloy (UNS N06650) Rod and Bar

B473	Standard Specification for UNS N08020, UNS N08024, and UNS N08026 Nickel Alloy Bar and Wire
B564	Standard Specification for Nickel Alloy Forgings
B622	Standard Specification for Seamless Nickel and Nickel-Cobalt Alloy Pipe and Tube
B729	Standard Specification for Seamless UNS N08020, UNS N08026, and UNS N08024 Nickel-Alloy Pipe and Tube
B829	Standard Specification for General Requirements for Nickel and Nickel Alloys Seamless Pipe and Tube
B880	Standard Specification for General Requirements for Chemical Check Analysis Limits for Nickel, Nickel Alloys and Cobalt Alloys

5 参考

参考

5-1　硬さ換算表

●鋼のブリネル硬さに対する近似的換算値　　(SAE J417-1983)

ブリネルくぼみ径 mm	ブリネル硬さ 10mm球・荷重3000kgf		ビッカース硬さ	ロックウェル硬さ (1)			ショア硬さ	ブリネルくぼみ径 mm
	標準球	タングステンカーバイド球		Aスケール 荷重60kgf ダイヤモンド円錐圧子	Bスケール 荷重100kgf 径1.6mm (1/16in.)球	Cスケール 荷重150kgf ダイヤモンド円錐圧子		
—	—	—	940	85.6	—	68.0	97	—
—	—	—	920	85.3	—	67.5	96	—
—	—	—	900	85.0	—	67.0	95	—
—	—	(767)	880	84.7	—	66.4	93	—
—	—	(757)	860	84.4	—	65.9	92	—
2.25	—	(745)	840	84.1	—	65.3	91	2.25
—	—	(733)	820	83.8	—	64.7	90	—
—	—	(722)	800	83.4	—	64.0	88	—
2.30	—	(712)	—	—	—	—	—	2.30
—	—	(710)	780	83.0	—	63.3	87	—
—	—	(698)	760	82.6	—	62.5	86	—
—	—	(684)	740	82.2	—	61.8	—	—
2.35	—	(682)	**737**	**82.2**	—	**61.7**	84	**2.35**
—	—	(670)	720	81.8	—	61.0	83	—
—	—	(656)	700	81.3	—	60.1	—	—
2.40	—	(653)	**697**	**81.2**	—	**60.0**	81	**2.40**
—	—	(647)	690	81.1	—	59.7	—	—
—	—	(638)	680	80.8	—	59.2	80	—
—	—	630	670	80.6	—	58.8	—	—

（つづき）

ブリネルくぼみ径 mm	ブリネル硬さ 10mm 球・荷重3000kgf		ビッカース硬さ	ロックウェル硬さ (1)			ショア硬さ	ブリネルくぼみ径 mm
	標準球	タングステンカーバイド球		Aスケール 荷重60kgf ダイヤモンド円錐圧子	Bスケール 荷重100kgf 径1.6mm (1/16in.)球	Cスケール 荷重150kgf ダイヤモンド円錐圧子		
2.45	—	627	667	80.5	—	58.7	79	2.45
2.50	—	—	677	80.7	—	59.1	—	2.50
	—	601	640	79.8	—	57.3	77	
2.55	—	—	640	79.8	—	57.3	—	2.55
	—	578	615	79.1	—	56.0	75	
2.60	—	—	607	78.8	—	55.6	—	2.60
	—	555	591	78.4	—	54.7	73	
2.65	—	—	579	78.0	—	54.0	—	2.65
	—	534	569	77.8	—	53.5	71	
2.70	—	—	553	77.1	—	52.5	—	2.70
	—	514	547	76.9	—	52.1	70	
2.75	(495)	—	539	76.7	—	51.6	—	2.75
	—	—	530	76.4	—	51.1	—	
	—	495	528	76.3	—	51.0	68	
2.80	(477)	—	516	75.9	—	50.3	—	2.80
	—	—	508	75.6	—	49.6	—	
	—	477	508	75.6	—	49.6	66	

(つづき)

ブリネルくぼみ径 mm	ブリネル硬さ 10mm球・荷重3000kgf		ビッカース硬さ	ロックウェル硬さ (1)			ショア硬さ	ブリネルくぼみ径 mm
	標準球	タングステンカーバイド球		Aスケール 荷重60kgf ダイヤモンド円錐圧子	Bスケール 荷重100kgf 径1.6mm (1/16in.)球	Cスケール 荷重150kgf ダイヤモンド円錐圧子		
2.85	(461)	—	495	75.1	—	48.8	—	2.85
	—	—	491	74.9	—	48.5	—	
	—	461	491	74.9	—	48.5	65	
2.90	444	—	474	74.3	—	47.2	—	2.90
	—	—	472	74.2	—	47.1	—	
	—	444	472	74.2	—	47.1	63	
2.95	429	429	455	73.4	—	45.7	61	2.95
3.00	415	415	440	72.8	—	44.5	59	3.00
3.05	401	401	425	72.0	—	43.1	58	3.05
3.10	388	388	410	71.4	—	41.8	56	3.10
3.15	375	375	396	70.6	—	40.4	54	3.15
3.20	363	363	383	70.0	—	39.1	52	3.20
3.25	352	352	372	69.3	(110.0)	37.9	51	3.25
3.30	341	341	360	68.7	(109.0)	36.6	50	3.30
3.35	331	331	350	68.1	(108.5)	35.5	48	3.35
3.40	321	321	339	67.5	(108.0)	34.3	47	3.40
3.45	311	311	328	66.9	(107.5)	33.1	46	3.45
3.50	302	302	319	66.3	(107.0)	32.1	45	3.50
3.55	293	293	309	65.7	(106.0)	30.9	43	3.55
3.60	285	285	301	65.3	(105.5)	29.9	—	3.60
3.65	277	277	292	64.6	(104.5)	28.8	41	3.65

(つづき)

ブリネルくぼみ径 mm	ブリネル硬さ 10mm 球・荷重3000kgf		ビッカース硬さ	ロックウェル硬さ (1)			ショア硬さ	ブリネルくぼみ径 mm
	標準球	タングステンカーバイド球		A スケール 荷重60kgf ダイヤモンド円錐圧子	B スケール 荷重100kgf 径1.6mm (1/16in.)球	C スケール 荷重150kgf ダイヤモンド円錐圧子		
3.70	269	269	284	64.1	(104.0)	27.6	40	3.70
3.75	262	262	276	63.6	(103.0)	26.6	39	3.75
3.80	255	255	269	63.0	(102.0)	25.4	38	3.80
3.85	248	248	261	62.5	(101.0)	24.2	37	3.85
3.90	241	241	253	61.8	100.0	22.8	36	3.90
3.95	235	235	247	61.4	99.0	21.7	35	3.95
4.00	229	229	241	60.8	98.2	20.5	34	4.00
4.05	223	223	234	—	97.3	(18.8)	—	4.05
4.10	217	217	228	—	96.4	(17.5)	33	4.10
4.15	212	212	222	—	95.5	(16.0)	—	4.15
4.20	207	207	218	—	94.6	(15.2)	32	4.20
4.25	201	201	212	—	93.8	(13.8)	31	4.25
4.30	197	197	207	—	92.8	(12.7)	30	4.30
4.35	192	192	202	—	91.9	(11.5)	29	4.35
4.40	187	187	196	—	90.7	(10.0)	—	4.40
4.45	183	183	192	—	90.0	(9.0)	28	4.45
4.50	179	179	188	—	89.0	(8.0)	27	4.50
4.55	174	174	182	—	87.8	(6.4)	—	4.55
4.60	170	170	178	—	86.8	(5.4)	26	4.60
4.65	167	167	175	—	86.0	(4.4)	—	4.65
4.70	163	163	171	—	85.0	(3.3)	25	4.70
4.80	156	156	163	—	82.9	(0.9)	—	4.80

（つづき）

ブリネルくぼみ径 mm	ブリネル硬さ 10mm球・荷重3000kgf		ビッカース硬さ	ロックウェル硬さ (1)			ショア硬さ	ブリネルくぼみ径 mm
	標準球	タングステンカーバイド球		Aスケール 荷重60kgf ダイヤモンド円錐圧子	Bスケール 荷重100kgf 径1.6mm (1/16in.)球	Cスケール 荷重150kgf ダイヤモンド円錐圧子		
4.90	149	149	156	—	80.8	—	23	4.90
5.00	143	143	150	—	78.7	—	22	5.00
5.10	137	137	143	—	76.4	—	21	5.10
5.20	131	131	137	—	74.0	—	—	5.20
5.30	126	126	132	—	72.0	—	20	5.30
5.40	121	121	127	—	69.8	—	19	5.40
5.50	116	116	122	—	67.6	—	18	5.50
5.60	111	111	117	—	65.7	—	15	5.60

備考1．(1)表中括弧（ ）内の数値は、あまり用いられない範囲のものであり参考として示したものである。

●オーステナイト・ステンレス鋼板の近似的換算値（Ⓐ）

（ASTM E140-12b）

ロックウェルB硬さ HRB	ブリネル硬さ HB 10㎜鋼球 3000kgf	ロックウェルB硬さ HRB	ブリネル硬さ HB 10㎜鋼球 3000kgf
100	256	80	153
99	248	79	150
98	240	78	147
97	233	77	144
96	226	76	142
95	219	75	139
94	213	74	137
93	207	73	135
92	202	72	132
91	197	71	130
90	192	70	128
89	187	69	126
88	183	68	124
87	178	67	122
86	174	66	120
85	170	65	118
84	167	64	116
83	163	63	114
82	160	62	113
81	156	61	111

5-2 鋼材重量表 (kg/m)　　(比重7.85)　　(kg/m)

形状 / 寸法 D(mm)	丸	角	三角	六角	八角
	0.7854D²	D²	0.4330D²	0.8660D²	0.8284D²
1	0.006	0.008	0.003	0.007	0.007
2	0.025	0.031	0.014	0.027	0.026
3	0.055	0.071	0.031	0.061	0.059
4	0.099	0.126	0.054	0.109	0.104
5	0.154	0.196	0.085	0.170	0.163
6	0.222	0.283	0.122	0.245	0.234
7	0.302	0.385	0.167	0.333	0.319
8	0.395	0.502	0.218	0.435	0.416
9	0.499	0.636	0.275	0.551	0.527
10	0.617	0.785	0.340	0.680	0.650
11	0.746	0.950	0.411	0.823	0.787
12	0.888	1.130	0.489	0.979	0.936
13	1.042	1.327	0.574	1.149	1.099
14	1.208	1.539	0.666	1.332	1.275
15	1.387	1.766	0.765	1.530	1.463
16	1.578	2.010	0.870	1.740	1.665
17	1.782	2.269	0.982	1.965	1.879
18	1.998	2.543	1.101	2.203	2.107
19	2.226	2.834	1.227	2.454	2.348
20	2.466	3.140	1.360	2.719	2.601

形状 / 寸法 D(mm)	丸	角	三角	六角	八角
21	2.719	3.462	1.499	2.998	2.868
22	2.984	3.799	1.645	3.290	3.147
23	3.261	4.153	1.798	3.596	3.440
24	3.551	4.522	1.958	3.916	3.746
25	3.853	4.906	2.124	4.249	4.064
26	4.168	5.307	2.298	4.596	4.396
27	4.495	5.723	2.478	4.956	4.741
28	4.834	6.154	2.665	5.330	5.098
29	5.185	6.602	2.859	5.717	5.469
30	5.549	7.065	3.059	6.118	5.853
32	6.313	8.038	3.481	6.961	6.659
34	7.127	9.075	3.929	7.859	7.517
35	7.553	9.616	4.164	8.328	7.966
36	7.990	10.174	4.405	8.810	8.428
38	8.903	11.335	4.908	9.816	9.390
40	9.865	12.560	5.438	10.877	10.405
42	10.876	13.847	5.996	11.992	11.471
44	11.936	15.198	6.581	13.161	12.590
45	12.485	15.896	6.883	13.766	13.168
46	13.046	16.611	7.192	14.385	13.760
48	14.205	18.086	7.831	15.663	14.983

（つづき）　　（kg/m）

形状 / 寸法 D(mm)	丸	角	六角	八角
50	15.413	19.625	16.995	16.257
52	16.671	21.226	18.382	17.584
54	17.978	22.891	19.823	18.963
55	18.650	23.746	20.564	19.671
56	19.335	24.618	21.319	20.393
58	20.740	26.407	22.869	21.876
60	22.195	28.260	24.473	23.411
62	23.700	30.175	26.132	24.997
64	25.253	32.154	27.845	26.636
65	26.049	33.166	28.722	27.475
66	26.856	34.195	29.613	28.327
68	28.509	36.298	31.434	30.070
70	30.210	38.465	33.311	31.864
72	31.961	40.694	35.241	33.711
74	33.762	42.987	37.226	35.610
75	34.680	44.156	38.239	36.579
76	35.611	45.342	39.266	37.561
78	37.510	47.759	41.360	39.564
80	39.458	50.240	43.508	41.619
82	41.456	52.783	45.710	43.726
84	43.503	55.390	47.967	45.885

（kg/m）

形状 / 寸法 D(mm)	丸	角	六角	八角
85	44.545	56.716	49.116	46.984
86	45.599	58.059	50.279	48.096
88	47.745	60.790	52.644	50.359
90	49.940	63.585	55.065	52.674
92	52.184	66.442	57.539	55.041
94	54.477	69.363	60.068	57.460
95	55.643	70.846	61.353	58.689
96	56.820	72.346	62.651	59.931
98	59.212	75.391	65.289	62.454
100	61.654	78.500	67.981	65.029
105	67.973	86.546	74.949	71.695
110	74.601	94.985	82.257	78.686
115	81.537	103.816	89.905	86.001
120	88.782	113.040	97.893	93.642
125	96.334	122.656	106.220	101.608
130	104.195	132.665	114.888	109.900
135	112.364	143.066	123.895	118.516
140	120.842	153.860	133.243	127.458
145	129.627	165.046	142.930	136.724
150	138.721	176.625	152.957	146.316
155	148.123	188.596	163.324	156.233

（つづき）　　(kg/m)

寸法 D(mm) ＼ 形状	丸 	角 	六角 	八角 
160	157.834	200.960	174.031	166.475
165	167.853	213.716	185.078	177.043
170	178.180	226.865	196.465	187.935
175	188.815	240.406	208.192	199.153
180	199.759	254.340	220.258	210.695
185	211.010	268.666	232.665	222.563
190	222.571	283.385	245.411	234.756
195	234.439	298.496	258.498	247.274
200	246.616	314.000	271.924	260.118
205	259.101	329.896	285.690	273.286
210	271.894	346.185	299.796	286.780
215	284.995	362.866	314.242	300.598
220	298.405	379.940	329.028	314.742
225	312.123	397.406	344.154	329.211
230	326.149	415.265	359.619	344.006
235	340.484	433.516	375.425	359.125
240	355.126	452.160	391.571	374.569
245	370.078	471.196	408.056	390.339
250	385.337	490.625	424.881	406.434
255	400.904	510.446	442.046	422.854
260	416.780	530.660	459.552	439.599

(kg/m)

寸法 D(mm) ＼ 形状	丸 	角 	六角 
265	432.965	551.266	477.397
270	449.457	572.265	495.581
275	466.258	593.656	514.106
280	483.367	615.440	532.971
285	500.784	637.616	552.176
290	518.509	660.185	571.720
295	536.543	683.146	591.605
300	554.885	706.500	611.829
305	573.535	730.246	632.393
310	592.494	754.385	653.297
315	611.761	778.916	674.541
320	631.336	803.840	696.125
325	651.219	829.156	718.049
330	671.411	854.865	740.313
335	691.911	880.966	762.917
340	712.719	907.460	785.860
345	733.836	934.346	809.144
350	755.260	961.625	832.767
355	776.993	989.296	856.731
360	799.035	1,017.360	881.034
365	821.384	1,045.816	905.677

（つづき）

(kg/m)

形状 / 寸法 D(mm)	丸 ←D→	角 ←D→	六角 ←D→
370	844.042	1,074.665	930.660
375	867.008	1,103.906	955.983
380	890.282	1,133.540	981.646
385	913.865	1,163.566	1,007.648
390	937.756	1,193.985	1,033.991
395	961.955	1,224.796	1,060.674
400	986.462	1,256.000	1,087.696
405	1,011.278	1,287.596	1,115.058
410	1,036.402	1,319.585	1,142.761
415	1,061.834	1,351.966	1,170.803
420	1,087.575	1,384.740	1,199.185
425	1,113.624	1,417.906	1,227.907
430	1,139.981	1,451.465	1,256.969
435	1,166.646	1,485.416	1,286.370
440	1,193.620	1,519.760	1,316.112
445	1,220.901	1,554.496	1,346.194
450	1,248.491	1,589.625	1,376.615
455	1,276.390	1,625.146	1,407.377
460	1,304.597	1,661.060	1,438.478
465	1,333.111	1,697.366	1,469.919
470	1,361.935	1,734.065	1,501.700

(kg/m)

形状 / 寸法 D(mm)	丸 ←D→	角 ←D→	六角 ←D→
475	1,391.066	1,771.156	1,533.821
480	1,420.506	1,808.640	1,566.282
485	1,450.254	1,846.516	1,599.083
490	1,480.310	1,884.785	1,632.224
495	1,510.775	1,923.446	1,665.704
500	1,541.348	1.962.500	1,699.525
510	1,510.675	2,041.785	1,768.185
520	1,667.121	2,122.640	1,838.206
530	1,731.858	2,205.065	1,909.586
540	1,797.828	2,289.060	1,982.326
550	1,865.030	2,374.625	2,056.425
560	1,933.466	2,461.760	2,131.884
570	2,003.135	2,550.465	2,208.703
580	2,074.037	2,640.740	2,286.881
590	2.146.172	2,732.585	2,366.419
600	2,219.540	2,826.000	2,447.316
610	2,294.142	2,920.985	2,529.573
620	2,369.976	3,017.540	2,613.190
630	2,447.043	3,115.665	2,698.166
640	2,525.344	3,215.360	2,784.502
650	2,604.877	3,316.625	2,872.197

5-3 各種ワイヤゲージ比較表

1 in. = 25.4 mm

No.	(1) Standard Wire Gauge S. W. G.		(1) US Steel Wire Gauge U. S. S. W. G.		(2) Birmingham Gauge B. G.		(3) Paris Gauge J de P		(1) Birmingham Wire Gauge B. W. G.		No.
	in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm	
15/0	—	—	—	—	1.000	25.4	—	—	—	—	15/0
14/0	—	—	—	—	0.958 3	24.34	—	—	—	—	14/0
13/0	—	—	—	—	0.916 7	23.28	—	—	—	—	13/0
12/0	—	—	—	—	0.875 0	22.22	—	—	—	—	12/0
11/0	—	—	—	—	0.833 3	21.17	—	—	—	—	11/0
10/0	—	—	—	—	0.791 7	20.11	—	—	—	—	10/0
9/0	—	—	—	—	0.750	19.05	—	—	—	—	9/0
8/0	—	—	—	—	0.708 3	17.99	—	—	—	—	8/0
7/0	0.500	12.70	0.490 0	12.45	0.666 6	16.93	—	—	—	—	7/0
6/0	0.464	11.79	0.461 5	11.72	0.625	15.88	—	—	—	—	6/0
5/0	0.432	10.97	0.430 5	10.94	0.588 3	14.94	0.012 $2_{(5P)}$	—	—	—	5/0
4/0	0.400	10.16	0.393 8	10.00	0.541 6	13.76	0.013 $3_{(4P)}$	—	0.454	11.53	4/0
3/0	0.372	9.45	0.362 5	9.21	0.500	12.70	0.015 $0_{(3P)}$	—	0.425	10.80	3/0
2/0	0.348	8.84	0.331 0	8.41	0.445 2	11.31	0.016 $5_{(2P)}$	0.400	0.380	9.65	2/0
1/0	0.324	8.23	0.306 5	7.78	0.396 4	10.07	0.019 $6_{(1P)}$	0.500	0.340	8.64	1/0
1	0.300	7.62	0.283 0	7.19	0.353 2	8.971	0.023 6	0.600	0.300	7.62	1
2	0.276	7.01	0.262 5	6.67	0.314 7	7.993	0.027 5	0.700	0.284	7.21	2
3	0.252	6.40	0.243 7	6.19	0.280 4	7.122	0.031 4	0.800	0.259	6.58	3
4	0.232	5.89	0.225 3	5.72	0.250	6.350	0.035 4	0.900	0.238	6.05	4

(つづき)

No.	(1) Standard Wire Gauge S. W. G.		(1) US Steel Wire Gauge U. S. S. W. G.		(2) Birmingham Gauge B. G.		(3) Paris Gauge J de P		(1) Birmingham Wire Gauge B. W. G.		No.
	in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm	
5	0.212	5.39	0.207 0	5.26	0.222 5	5.652	0.039 3	1.000	0.220	5.59	5
6	0.192	4.88	0.192 0	4.88	0.198 1	5.032	0.043 3	1.100	0.203	5.16	6
7	0.176	4.47	0.177 0	4.49	0.176 4	4.481	0.047 2	1.200	0.180	4.57	7
8	0.160	4.06	0.162 0	4.11	0.157 0	3.988	0.051 2	1.300	0.165	4.19	8
9	0.144	3.66	0.148 3	3.77	0.139 8	3.551	0.055 1	1.400	0.148	3.76	9
10	0.128	3.25	0.135 0	3.43	0.125 0	3.175	0.059 0	1.500	0.134	3.40	10
11	0.116	2.95	0.120 5	3.06	0.111 3	2.827	0.063 0	1.600	0.120	3.05	11
12	0.104	2.64	0.105 5	2.68	0.099 1	2.517	0.070 8	1.800	0.109	2.77	12
13	0.092	2.34	0.091 5	2.32	0.088 2	2.240	0.078 7	2.000	0.095	2.41	13
14	0.080	2.03	0.080 0	2.03	0.078 5	1.994	0.086 6	2.200	0.083	2.11	14
15	0.072	1.83	0.072 0	1.83	0.069 9	1.775	0.094 4	2.400	0.072	1.83	15
16	0.064	1.63	0.062 5	1.59	0.062 5	1.588	0.106 2	2.700	0.065	1.65	16
17	0.056	1.42	0.054 0	1.37	0.055 6	1.412	0.118 1	3.000	0.058	1.47	17
18	0.048	1.22	0.047 5	1.21	0.049 5	1.257	0.133 8	3.400	0.049	1.24	18
19	0.040	1.02	0.041 0	1.04	0.044 0	1.118	0.153 5	3.900	0.042	1.07	19
20	0.036	0.914	0.034 8	0.884	0.039 2	0.995 7	0.173 2	4.400	0.035	0.889	20
21	0.032	0.813	0.031 7	0.805	0.034 9	0.886 5	0.192 9	4.900	0.032	0.813	21
22	0.028	0.711	0.028 6	0.726	0.031 25	0.793 8	0.212 6	5.400	0.028	0.711	22
23	0.024	0.610	0.025 8	0.655	0.027 82	0.706 6	0.232 2	5.900	0.025	0.635	23
24	0.022	0.559	0.023 0	0.584	0.024 76	0.628 9	0.252 0	6.400	0.022	0.559	24

(つづき)

No.	(1) Standard Wire Gauge S. W. G.		(1) US Steel Wire Gauge U. S. S. W. G.		(2) Birmingham Gauge B. G.		(3) Paris Gauge J de P		(1) Birmingham Wire Gauge B. W. G.		No.
	in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm	
25	0.020	0.508	0.020 4	0.518	0.022 04	0.559 8	0.275 6	7.000	0.020	0.508	25
26	0.018	0.457	0.018 1	0.460	0.019 61	0.498 1	0.299 2	7.600	0.018	0.457	26
27	0.016 4	0.417	0.017 3	0.439	0.017 45	0.443 2	0.322 8	8.200	0.016	0.406	27
28	0.014 8	0.376	0.016 2	0.412	0.015 625	0.396 9	0.346 4	8.800	0.014	0.357	28
29	0.013 6	0.345	0.015 0	0.381	0.013 9	0.353 1	0.370 0	9.400	0.013	0.330	29
30	0.012 4	0.315	0.014 0	0.357	0.012 3	0.312 4	0.393 7	10.000	0.012	0.305	30
31	0.011 6	0.295	0.013 2	0.338	0.011 0	0.279 4	—	—	0.010	0.254	31
32	0.010 8	0.274	0.012 8	0.325	0.009 8	0.248 9	—	—	0.009	0.229	32
33	0.010 0	0.254	0.011 8	0.300	0.008 7	0.221 0	—	—	0.008	0.203	33
34	0.009 2	0.234	0.010 4	0.264	0.007 7	0.195 6	—	—	0.007	0.178	34
35	0.008 4	0.213	0.009 5	0.241	0.006 9	0.175 3	—	—	0.005	0.127	35
36	0.007 6	0.193	0.009 0	0.229	0.006 1	0.154 9	—	—	0.004	0.102	36
37	0.006 8	0.173	0.008 5	0.216	0.005 4	0.137 2	—	—	—	—	37
38	0.006 0	0.152	0.008 0	0.203	0.004 8	0.121 9	—	—	—	—	38
39	0.005 2	0.132	0.007 5	0.191	0.004 3	0.109 2	—	—	—	—	39
40	0.004 8	0.122	0.007 0	0.178	0.003 86	0.098 04	—	—	—	—	40
41	0.004 4	0.112	0.006 6	0.168	0.003 43	0.087 12	—	—	—	—	41

（つづき）

No.	(1) Standard Wire Gauge S. W. G.		(1) US Steel Wire Gauge U. S. S. W. G.		(2) Birmingham Gauge B. G.		(3) Paris Gauge J de P		(1) Birmingham Wire Gauge B. W. G.		No.
	in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm	
42	0.004	0.102	0.006 2	0.157	0.003 06	0.077 72	—	—	—	—	42
43	0.003 6	0.091	0.006 0	0.152	0.002 72	0.069 09	—	—	—	—	43
44	0.003 2	0.081	0.005 8	0.147	0.002 42	0.061 47	—	—	—	—	44
45	0.002 8	0.071	0.005 5	0.140	0.002 15	0.054 61	—	—	—	—	45
46	0.002 4	0.061	0.005 2	0.132	0.001 92	0.048 77	—	—	—	—	46
47	0.002	0.051	0.005 0	0.127	0.001 70	0.043 18	—	—	—	—	47
48	0.001 6	0.041	0.004 8	0.122	0.001 52	0.038 61	—	—	—	—	48
49	0.001 2	0.031	0.004 6	0.117	0.001 35	0.034 29	—	—	—	—	49
50	0.001	0.025	0.004 4	0.112	0.001 20	0.030 48	—	—	—	—	50
51	—	—	—	—	0.001 07	0.027 18	—	—	—	—	51
52	—	—	—	—	0.000 95	0.024 13	—	—	—	—	52

(1) "Wire Industry Yearbook 1994" から転載。
(2)Birmingham Gauge B.G.……BS Handbook No.10(1949)から転載。ただし、No.10(1949)は現在では廃版になっている。
(3)Paris Gauge J de P……「線材とその製品」(1964, Vol.2, No.10, 線材製品協会、日本線材製品輸出組合) から転載。
ただしin.の値は［The Wire Industry Yearbook, 1971］から転載。

5-4　インチ（フィート）→mm（m）換算表

●分数インチ（in）→ mm

（インチ＝25.4mm）

分数インチ	小数インチ	mm	分数インチ	小数インチ	mm	分数インチ	小数インチ	mm
1/64	0.015625	0.396875	11/32	0.343750	8.731250	43/64	0.671875	17.065625
1/32	0.031250	0.793750	23/64	0.359375	9.128125	11/16	0.687500	17.462500
3/64	0.046875	1.190625	3/8	0.375000	9.525000	45/64	0.703125	17.859375
1/16	0.062500	1.587500	25/64	0.390625	9.921875	23/32	0.718750	18.256250
5/64	0.078125	1.984375	13/32	0.406250	10.318750	47/64	0.734375	18.653125
3/32	0.093750	2.381250	27/64	0.421875	10.715625	3/4	0.750000	19.050000
7/64	0.109375	2.778125	7/16	0.437500	11.112500	49/64	0.765625	19.446875
1/8	0.125000	3.175000	29/64	0.453125	11.509375	25/32	0.781250	19.843750
9/64	0.140625	3.571875	15/32	0.468750	11.906250	51/64	0.796875	20.240625
5/32	0.156250	3.968750	31/64	0.484375	12.303125	13/16	0.812500	20.637500
11/64	0.171875	4.365625	1/2	0.500000	12.700000	53/64	0.828125	21.034375
3/16	0.187500	4.762500	33/64	0.515625	13.096875	27/32	0.843750	21.431250
13/64	0.203125	5.159375	17/32	0.531250	13.493750	55/64	0.859375	21.828125
7/32	0.218750	5.556250	35/64	0.546875	13.890625	7/8	0.875000	22.225000
15/64	0.234375	5.953125	9/16	0.562500	14.287500	57/64	0.890625	22.621875
1/4	0.250000	6.350000	37/64	0.578125	14.684375	29/32	0.906250	23.018750
17/64	0.265625	6.746875	19/32	0.593750	15.081250	59/64	0.921875	23.415625
9/32	0.281250	7.143750	39/64	0.609375	15.478125	15/16	0.937500	23.812500
19/64	0.296875	7.540625	5/8	0.625000	15.875000	61/64	0.953125	24.209375
5/16	0.312500	7.937500	41/64	0.640625	16.271875	31/32	0.968750	24.606250
21/64	0.328125	8.334375	21/32	0.656250	16.668750	63/64	0.984375	25.003125

●小数インチ（in）→ mm

in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm
0.001	0.0254	0.006	0.1524	0.01	0.254	0.06	1.524	0.1	2.54	0.6	15.24
0.002	0.0508	0.007	0.1778	0.02	0.508	0.07	1.778	0.2	5.08	0.7	17.78
0.003	0.0762	0.008	0.2032	0.03	0.762	0.08	2.032	0.3	7.62	0.8	20.32
0.004	0.1016	0.009	0.2286	0.04	1.016	0.09	2.286	0.4	10.16	0.9	22.86
0.005	0.1270	0.010	0.2540	0.05	1.270	0.10	2.540	0.5	12.70	1.0	25.40

●整数インチ（in）→ mm

in	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	in
	mm										
0	—	25.4	50.8	76.2	101.6	127.0	152.4	177.8	203.2	228.6	0
10	254.0	279.4	304.8	330.2	355.6	381.0	406.4	431.8	457.2	482.6	10
20	508.0	533.4	558.8	584.2	609.6	635.0	660.4	685.8	711.2	736.6	20
30	762.0	787.4	812.8	838.2	863.6	889.0	914.4	939.8	965.2	990.6	30
40	1,016.0	1,041.4	1,066.8	1,092.2	1,117.6	1,143.0	1,168.4	1,193.8	1,219.2	1,244.6	40
50	1,270.0	1,295.4	1,320.8	1,346.2	1,371.6	1,397.0	1,422.4	1,447.8	1,473.2	1,498.6	50
60	1,524.0	1,549.4	1,574.8	1,600.2	1,625.6	1,651.0	1,676.4	1,701.8	1,727.2	1,752.6	60
70	1,778.0	1,803.4	1,828.8	1,854.2	1,879.6	1,905.0	1,930.4	1,955.8	1,981.2	2,006.6	70
80	2,032.0	2,057.4	2,082.8	2,108.2	2,133.6	2,159.0	2,184.4	2,209.8	2,235.2	2,260.6	80
90	2,286.0	2,311.4	2,336.8	2,362.2	2,387.6	2,413.0	2,438.4	2,463.8	2,489.2	2,514.6	90
100	2,540.0	2,565.4	2,590.8	2,616.2	2,641.6	2,667.0	2,692.4	2,717.8	2,743.2	2,768.6	100

●フィート（ft）→m

（1 ft＝0.304800m）

ft	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ft
	m										
0	—	0.3048	0.6096	0.9144	1.2192	1.5240	1.8288	2.1336	2.4384	2.7432	0
10	3.0480	3.3528	3.6576	3.9624	4.2672	4.5720	4.8768	5.1816	5.4864	5.7912	10
20	6.0960	6.4008	6.7056	7.0104	7.3152	7.6200	7.9248	8.2296	8.5344	8.8392	20
30	9.1440	9.4488	9.7536	10.058	10.363	10.668	10.973	11.278	11.582	11.887	30
40	12.192	12.497	12.802	13.106	13.411	13.716	14.021	14.326	14.630	14.935	40
50	15.240	15.545	15.850	16.154	16.459	16.764	17.069	17.374	17.678	17.983	50
60	18.288	18.593	18.898	19.202	19.507	19.812	20.117	20.422	20.726	21.031	60
70	21.336	21.641	21.946	22.250	22.555	22.860	23.165	23.470	23.774	24.079	70
80	24.384	24.689	24.994	25.298	25.603	25.908	26.213	26.518	26.822	27.127	80
90	27.432	27.737	28.042	28.346	28.651	28.956	29.261	29.566	29.870	30.175	90
100	30.480	30.785	31.090	31.394	31.699	32.004	32.309	32.614	32.918	33.223	100
110	33.528	33.833	34.138	34.442	34.747	35.052	35.357	35.662	35.966	36.271	110
120	36.576	36.881	37.186	37.490	37.795	38.100	38.405	38.710	39.014	39.319	120
130	39.624	39.929	40.234	40.538	40.843	41.148	41.453	41.758	42.062	42.367	130
140	42.672	42.977	43.282	43.586	43.891	44.196	44.501	44.806	45.110	45.415	140
150	45.720	46.025	46.330	46.634	46.939	47.244	47.549	47.854	48.158	48.463	150
160	48.768	49.073	49.378	49.682	49.987	50.292	50.597	50.902	51.206	51.511	160
170	51.816	52.121	52.426	52.730	53.035	53.340	53.645	53.950	54.254	54.559	170
180	54.864	55.169	55.474	55.778	56.083	56.388	56.693	56.998	57.302	57.607	180
190	57.912	58.217	58.522	58.826	59.131	59.436	59.741	60.046	60.350	60.655	190
200	60.960	61.265	61.570	61.874	62.179	62.484	62.789	63.094	63.398	63.703	200

5-5 ポンド（lb）→kg換算表

（1 lb＝0.45359237kg）

lb	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	lb
	kg										
0	—	0.45359	0.90718	1.36078	1.81437	2.26796	2.72155	3.17515	3.62874	4.08233	0
10	4.53592	4.98952	5.44311	5.89670	6.35029	6.80389	7.25748	7.71107	8.16466	8.61826	10
20	9.07185	9.52544	9.97903	10.4326	10.8862	11.3398	11.7934	12.2470	12.7006	13.1542	20
30	13.6078	14.0614	14.5150	14.9685	15.4221	15.8757	16.3293	16.7829	17.2365	17.6901	30
40	18.1437	18.5973	19.0509	19.5045	19.9581	20.4117	20.8652	21.3188	21.7724	22.2260	40
50	22.6796	23.1332	23.5868	24.0404	24.4940	24.9476	25.4012	25.8548	26.3084	26.7619	50
60	27.2155	27.6691	28.1227	28.5763	29.0299	29.4835	29.9371	30.3907	30.8443	31.2979	60
70	31.7515	32.2051	32.6587	33.1122	33.5658	34.0194	34.4730	34.9266	35.3802	35.8338	70
80	36.2874	36.7410	37.1946	37.6482	38.1018	38.5554	39.0089	39.4625	39.9161	40.3697	80
90	40.8233	41.2769	41.7305	42.1841	42.6377	43.0913	43.5449	43.9985	44.4521	44.9056	90
100	45.3592	45.8128	46.2664	46.7200	47.1736	47.6272	48.0808	48.5344	48.9880	49.4416	100
110	49.8952	50.3488	50.8023	51.2559	51.7095	52.1631	52.6167	53.0703	53.5239	53.9775	110
120	54.4311	54.8847	55.3383	55.7919	56.2455	56.6990	57.1526	57.6062	58.0598	58.5134	120
130	58.9670	59.4206	59.8742	60.3278	60.7814	61.2350	61.6886	62.1422	62.5957	63.0493	130
140	63.5029	63.9565	64.4101	64.8637	65.3173	65.7709	66.2245	66.6781	67.1317	67.5853	140
150	68.0389	68.4924	68.9460	69.3996	69.8532	70.3068	70.7604	71.2140	71.6676	72.1212	150
160	72.5748	73.0284	73.4820	73.9356	74.3891	74.8427	75.2963	75.7499	76.2035	76.6571	160
170	77.1107	77.5643	78.0179	78.4715	78.9251	79.3787	79.8323	80.2858	80.7394	81.1930	170
180	81.6466	82.1002	82.5538	83.0074	83.4610	83.9146	84.3682	84.8218	85.2754	85.7290	180
190	86.1826	86.6361	87.0897	87.5433	87.9969	88.4505	88.9041	89.3577	89.8113	90.2649	190
200	90.7185	91.1721	91.6257	92.0793	92.5328	92.9864	93.4400	93.8936	94.3472	94.8008	200
210	95.2544	95.7080	96.1616	96.6152	97.0688	97.5224	97.9760	98.4295	98.8831	99.3367	210
220	99.7903	100.244	100.698	101.151	101.605	102.058	102.512	102.965	103.419	103.873	220
230	104.326	104.780	105.233	105.687	106.141	106.594	107.048	107.501	107.955	108.409	230
240	108.862	109.316	109.769	110.223	110.677	111.130	111.584	112.037	112.491	112.945	240

lb→kg（つづき）

lb	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	lb
	kg										
250	113.398	113.852	114.305	114.759	115.212	115.666	116.120	116.573	117.027	117.480	250
260	117.934	118.388	118.841	119.295	119.748	120.202	120.656	121.109	121.563	122.016	260
270	122.470	122.924	123.377	123.831	124.284	124.738	125.191	125.645	126.099	126.552	270
280	127.006	127.459	127.913	128.367	128.820	129.274	129.727	130.181	130.635	131.088	280
290	131.542	131.995	132.449	132.903	133.356	133.810	134.263	134.717	135.171	135.624	290
300	136.078	136.531	136.985	137.438	137.892	138.346	138.799	139.253	139.706	140.160	300
310	140.614	141.067	141.521	141.974	142.428	147.882	143.335	143.789	144.242	144.696	310
320	145.150	145.603	146.057	146.510	146.964	142.418	147.871	148.325	148.778	149.232	320
330	149.685	150.139	150.593	151.046	151.500	151.953	152.407	152.861	153.314	153.768	330
340	154.221	154.635	155.129	155.582	156.036	156.489	156.943	157.397	157.850	158.304	340
350	158.757	159.211	159.665	160.118	160.572	161.025	161.479	161.932	162.386	162.840	350
360	163.293	163.747	164.200	164.654	165.108	165.561	166.015	166.468	166.922	167.376	360
370	167.829	168.283	168.736	169.190	169.644	170.097	170.551	171.004	171.458	171.912	370
380	172.365	172.819	173.272	173.726	174.179	174.633	175.087	175.540	175.994	176.447	380
390	176.901	177.355	177.808	178.262	178.715	179.169	179.623	180.076	180.530	180.983	390
400	181.437	181.891	182.344	182.798	183.251	183.705	184.159	184.612	185.066	185.519	400
410	185.973	186.426	186.880	187.334	187.787	188.241	188.694	189.148	189.602	190.055	410
420	190.509	190.962	191.416	191.870	192.323	192.777	193.230	193.684	194.138	194.591	420
430	195.045	195.498	195.952	196.405	196.859	197.313	197.766	198.220	198.673	199.127	430
440	199.581	200.034	200.488	200.941	201.395	201.849	202.302	202.756	203.209	203.663	440
450	204.117	204.570	205.024	205.477	205.931	206.385	206.838	207.292	207.745	208.199	450
460	208.652	209.106	209.560	210.013	210.467	210.920	211.374	211.828	212.281	212.735	460
470	213.188	213.642	214.096	214.549	215.003	215.456	215.910	216.364	216.817	217.271	470
480	217.724	218.178	218.632	219.085	219.539	219.992	220.446	220.899	221.353	221.807	480
490	222.260	222.714	223.167	223.621	224.075	224.528	224.982	225.435	225.889	226.343	490

lb→kg（つづき）

lb	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	lb
	kg										
500	226.796	227.250	227.703	228.157	228.611	229.064	229.518	229.971	230.425	230.879	500
510	231.332	231.786	232.239	232.693	233.146	233.600	234.054	234.507	234.961	235.414	510
520	235.868	236.322	236.775	237.229	237.682	238.136	238.590	239.043	239.497	239.950	520
530	240.404	240.858	241.311	241.765	242.218	242.672	243.126	243.579	244.033	244.486	530
540	244.940	245.393	245.847	246.301	246.754	247.208	247.661	248.115	248.569	249.022	540
550	249.476	249.929	250.383	250.837	251.290	251.744	252.197	252.651	253.105	253.558	550
560	254.012	254.465	254.919	255.373	255.826	256.280	256.733	257.187	257.640	258.094	560
570	258.548	259.001	259.455	259.908	260.362	260.816	261.269	261.723	262.176	262.630	570
580	263.084	263.537	263.991	264.444	264.898	265.352	265.805	266.259	266.712	267.166	580
590	267.619	268.073	268.527	268.980	269.434	269.887	270.341	270.795	271.248	271.702	590
600	272.155	272.609	273.063	273.516	273.970	274.423	274.877	275.331	275.784	276.238	600
610	276.691	277.145	277.599	278.052	278.506	278.959	279.413	279.866	280.320	280.774	610
620	281.227	281.681	282.134	282.588	283.042	283.495	283.949	284.402	284.856	285.310	620
630	285.763	286.217	286.670	287.124	287.578	288.031	288.485	288.938	289.392	289.846	630
640	290.299	290.753	291.206	291.660	292.113	292.567	293.021	293.474	293.928	294.381	640
650	294.835	295.289	295.742	296.196	296.649	297.103	297.557	298.010	298.464	298.917	650
660	299.371	299.825	300.278	300.732	301.185	301.639	302.093	302.546	303.000	303.453	660
670	303.907	304.360	304.814	305.268	305.721	306.175	306.628	307.082	307.536	307.989	670
680	308.443	308.896	309.350	309.804	310.257	310.711	311.164	311.618	312.072	312.525	680
690	312.979	313.432	313.886	314.340	314.793	315.247	315.700	316.154	316.607	317.061	690
700	317.515	317.968	318.422	318.875	319.329	319.783	320.236	320.690	321.143	321.597	700
710	322.051	322.504	322.958	323.411	323.865	324.319	324.772	325.226	325.679	326.133	710
720	326.587	327.040	327.494	327.947	328.401	328.854	329.308	329.762	330.215	330.669	720
730	331.122	331.576	332.030	332.483	332.937	333.390	333.844	334.298	334.751	335.205	730
740	335.658	336.112	336.566	337.019	337.473	337.926	338.380	338.834	339.287	339.741	740

lb→kg（つづき）

lb	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	lb
	kg										
750	340.194	340.648	341.101	341.555	342.009	342.462	342.916	343.369	343.823	344.277	750
760	344.730	345.184	345.637	346.091	346.545	346.998	347.452	347.905	348.359	348.813	760
770	349.266	349.720	350.173	350.627	351.080	351.534	351.988	352.441	352.895	353.348	770
780	353.802	354.256	354.709	355.163	355.616	356.070	356.524	356.977	357.431	357.884	780
790	358.338	358.792	359.245	359.699	360.152	360.606	361.060	361.513	361.967	362.420	790
800	362.874	363.327	363.781	364.235	364.688	365.142	365.595	366.049	366.503	366.956	800
810	367.410	367.863	368.317	368.771	369.224	369.678	370.131	370.585	371.039	371.492	810
820	371.946	372.399	372.853	373.307	373.760	374.214	374.667	375.121	375.574	376.028	820
830	376.482	376.935	377.389	377.842	378.296	378.750	379.203	379.657	380.110	380.564	830
840	381.018	381.471	381.925	382.378	382.832	383.286	383.739	384.193	384.646	385.100	840
850	385.554	386.007	386.461	386.914	387.368	387.821	388.275	388.729	389.182	389.636	850
860	390.089	390.543	390.997	391.450	391.904	392.357	392.811	393.265	393.718	394.172	860
870	394.625	395.079	395.533	395.986	396.440	396.893	397.347	397.801	398.254	398.708	870
880	399.161	399.615	400.068	400.522	400.976	401.429	401.883	402.336	402.790	403.244	880
890	403.697	404.151	404.604	405.058	405.512	405.965	406.419	406.872	407.326	407.780	890
900	408.233	408.687	409.140	409.594	410.048	410.501	410.955	411.408	411.862	412.315	900
910	412.769	413.223	413.676	414.130	414.583	415.037	415.491	415.944	416.398	416.851	910
920	417.305	417.759	418.212	418.666	419.119	419.573	420.027	420.480	420.934	421.387	920
930	421.841	422.294	422.748	423.202	423.655	424.109	424.562	425.016	425.470	425.923	930
940	426.377	426.830	427.284	427.738	428.191	428.645	429.098	429.552	430.006	430.459	940
950	430.913	431.366	431.820	432.274	432.727	433.181	433.634	434.088	434.541	434.995	950
960	435.449	435.902	436.356	436.809	437.263	437.717	438.170	438.624	439.077	439.531	960
970	439.985	440.438	440.892	441.345	441.799	442.253	442.706	443.160	443.613	444.067	970
980	444.521	444.974	445.428	445.881	446.335	446.788	447.242	447.696	448.149	448.603	980
990	449.056	449.510	449.964	450.417	450.871	451.324	451.778	452.232	452.685	453.139	990
1000	453.592	454.046	454.500	454.953	455.407	455.860	456.314	456.768	457.221	457.675	1000

5-6 応力換算表

●lbf/in² (psi) → kgf/mm²　　(10,000lbf/in²=7.03070kgf/mm²)

lbf/in²	0,000	1,000	2,000	3,000	4,000	5,000	6,000	7,000	8,000	9,000	lbf/in²
	kgf/mm²										
0,000	—	0.703	1.406	2.109	2.812	3.515	4.218	4.921	5.625	6.328	0,000
10,000	7.031	7.734	8.437	9.140	9.843	10.546	11.249	11.952	12.655	13.359	10,000
20,000	14.061	14.764	15.468	16.171	16.874	17.577	18.280	18.983	19.686	20.389	20,000
30,000	21.092	21.795	22.498	23.201	23.904	24.607	25.311	26.014	26.717	27.420	30,000
40,000	28.123	28.826	29.529	30.232	30.935	31.638	32.341	33.044	33.747	34.450	40,000
50,000	35.154	35.857	36.560	37.263	37.966	38.669	39.372	40.075	40.778	41.481	50,000
60,000	42.184	42.887	43.590	44.293	44.996	45.700	46.403	47.106	47.809	48.512	60,000
70,000	49.215	49.918	50.621	51.324	52.027	52.730	53.433	54.136	54.839	55.543	70,000
80,000	56.246	56.949	57.652	58.355	59.058	59.761	60.464	61.167	61.870	62.573	80,000
90,000	63.276	63.979	64.682	65.386	66.089	66.792	67.495	68.198	68.901	69.604	90,000
100,000	70.307	71.010	71.713	72.416	73.119	73.822	74.525	75.228	75.932	76.635	100,000
110,000	77.338	78.041	78.744	79.447	80.150	80.853	81.556	82.259	82.962	83.665	110,000
120,000	84.368	85.071	85.775	86.478	87.181	87.884	88.587	89.290	89.993	90.696	120,000
130,000	91.399	92.102	92.805	93.508	94.211	94.914	95.618	96.321	97.024	97.727	130,000
140,000	98.430	99.133	99.836	100.539	101.242	101.945	102.648	103.351	104.054	104.757	140,000
150,000	105.461	106.164	106.867	107.570	108.273	108.976	109.679	110.382	111.085	111.788	150,000
160,000	112.491	113.194	113.897	114.600	115.303	116.007	116.710	117.413	118.116	118.819	160,000
170,000	119.522	120.225	120.928	121.631	122.334	123.037	123.740	124.443	125.146	125.850	170,000
180,000	126.553	127.256	127.959	128.662	129.365	130.068	130.771	131.474	132.177	132.880	180,000
190,000	133.583	134.286	134.989	135.693	136.396	137.099	137.802	138.505	139.208	139.911	190,000
200,000	140.614	141.317	142.020	142.723	143.426	144.129	144.832	145.535	146.239	146.942	200,000
210,000	147.645	148.348	149.051	149.754	150.457	151.160	151.863	152.566	153.269	153.972	210,000
220,000	154.675	155.378	156.082	156.785	157.488	158.191	158.894	159.597	160.300	161.003	220,000
230,000	161.706	162.409	163.112	163.815	164.518	165.221	165.925	166.628	167.331	168.034	230,000
240,000	168.737	169.440	170.143	170.846	171.549	172.252	172.955	173.658	174.361	175.064	240,000

lbf/in² (psi) →kgf/mm² (つづき)

lbf/in²	0,000	1,000	2,000	3,000	4,000	5,000	6,000	7,000	8,000	9,000	lbf/in²
	kgf/mm²										
250,000	175.768	176.471	177.174	177.877	178.580	179.283	179.986	180.689	181.392	182.095	250,000
260,000	182.798	183.501	184.204	184.907	185.610	186.314	187.017	187.720	188.423	189.126	260,000
270,000	189.829	190.532	191.235	191.938	192.641	193.344	194.047	194.750	195.453	196.157	270,000
280,000	196.860	197.563	198.266	198.969	199.672	200.375	201.078	201.781	202.484	203.187	280,000
290,000	203.890	204.593	205.296	206.000	206.703	207.406	208.109	208.812	209.515	210.218	290,000
300,000	210.921	211.624	212.327	213.030	213.733	214.436	215.139	215.842	216.546	217.249	300,000
310,000	217.952	218.655	219.358	220.061	220.764	221.467	222.170	222.873	223.576	224.279	310,000
320,000	224.982	225.685	226.389	227.092	227.795	228.498	229.201	229.904	230.607	231.310	320,000
330,000	232.013	232.716	233.419	234.122	234.825	235.528	236.232	236.935	237.638	238.341	330,000
340,000	239.044	239.747	240.450	241.153	241.856	242.559	243.262	243.965	244.668	245.371	340,000
350,000	246.075	246.778	247.481	248.184	248.887	249.590	250.293	250.996	251.699	252.402	350,000
360,000	253.105	253.808	254.511	255.214	255.917	256.621	257.324	258.027	258.730	259.433	360,000
370,000	260.136	260.839	261.542	262.245	262.948	263.651	264.354	265.057	265.760	266.464	370,000

lbf/in²	100	200	300	400	500	600	700	800	900
kgf/mm²	0.0703	0.1406	0.2109	0.2812	0.3515	0.4218	0.4921	0.5625	0.6328

(注)　ksiの換算に対しては、見出しの数字を $\frac{1}{1,000}$ する (ksi＝1,000lbf/in²)。

●kgf/mm²→MPa (N/mm²)

(1 kgf/mm²=9.80665MPa)

kgf/mm²	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	kgf/mm²
	MPa (またはN/mm²)										
0	—	9.807	19.61	29.42	39.23	49.03	58.84	68.65	78.45	88.26	0
10	98.07	107.9	117.7	127.5	137.3	147.1	156.9	166.7	176.5	186.3	10
20	196.1	205.9	215.7	225.6	235.4	245.2	255.0	264.8	274.6	284.4	20
30	294.2	304.0	313.8	323.6	333.4	343.2	353.0	362.8	372.7	382.5	30
40	392.3	402.1	411.9	421.7	431.5	441.3	451.1	460.9	470.7	480.5	40
50	490.3	500.1	509.9	519.8	529.6	539.4	549.2	559.0	568.8	578.6	50
60	588.4	598.2	608.0	617.8	627.6	637.4	647.2	657.0	666.9	676.7	60
70	686.5	696.3	706.1	715.9	725.7	735.5	745.3	755.1	764.9	774.7	70
80	784.5	794.3	804.1	814.0	823.8	833.6	843.4	853.2	863.0	872.8	80
90	882.6	892.4	902.2	912.0	921.8	931.6	941.4	951.2	961.1	970.9	90
100	980.7	990.5	1,000	1,010	1,020	1,030	1,040	1,049	1,059	1,069	100
110	1,079	1,089	1,098	1,108	1,118	1,128	1,138	1,147	1,157	1,167	110
120	1,177	1,187	1,196	1,206	1,216	1,226	1,236	1,245	1,255	1,265	120
130	1,275	1,285	1,294	1,304	1,314	1,324	1,334	1,344	1,353	1,363	130
140	1,373	1,383	1,393	1,402	1,412	1,422	1,432	1,442	1,451	1,461	140
150	1,471	1,481	1,491	1,500	1,510	1,520	1,530	1,540	1,549	1,559	150
160	1,569	1,579	1,589	1,598	1,608	1,618	1,628	1,638	1,648	1,657	160
170	1,667	1,677	1,687	1,697	1,706	1,716	1,726	1,736	1,746	1,755	170
180	1,765	1,775	1,785	1,795	1,804	1,814	1,824	1,834	1,844	1,853	180
190	1,863	1,873	1,883	1,893	1,902	1,912	1,922	1,932	1,942	1,952	190
200	1,961	1,971	1,981	1,991	2,001	2,010	2,020	2,030	2,040	2,050	200

(注) 詳細な数字は、kgf・m→J(N・m)の表の数字を参照。
210以上の換算の場合もkgf・m→J(N・m)表が使用できる。その際は、kgf・mをkgf/mm²に、J (又はN・m) をMPa (又はN/mm²) に読み換える。

●MPa (N/mm²)→kgf/mm²

1MPa=0.101972kgf/mm²

MPa (またはN/mm²)	00	10	20	30	40	50	60	70	80	90	MPa (またはN/mm²)
	kgf/mm²										
0	—	1.020	2.039	3.059	4.079	5.099	6.118	7.138	8.158	9.177	0
100	10.20	11.22	12.24	13.26	14.28	15.30	16.32	17.34	18.35	19.37	100
200	20.39	21.41	22.43	23.45	24.47	25.49	26.51	27.53	28.55	29.57	200
300	30.59	31.61	32.63	33.65	34.67	35.69	36.71	37.73	38.75	39.77	300
400	40.79	41.81	42.83	43.85	44.87	45.89	46.91	47.93	48.95	49.97	400
500	50.99	52.01	53.03	54.04	55.06	56.08	57.10	58.12	59.14	60.16	500
600	61.18	62.20	63.22	64.24	65.26	66.28	67.30	68.32	69.34	70.36	600
700	71.38	72.40	73.42	74.44	75.46	76.48	77.50	78.52	79.54	80.56	700
800	81.58	82.60	83.62	84.64	85.66	86.68	87.70	88.72	89.74	90.75	800
900	91.77	92.79	93.81	94.83	95.85	96.87	97.89	98.91	99.93	101.0	900
1,000	102.0	103.0	104.0	105.0	106.1	107.1	108.1	109.1	110.1	111.1	1,000
1,100	112.2	113.2	114.2	115.2	116.2	117.3	118.3	119.3	120.3	121.3	1,100
1,200	122.4	123.4	124.4	125.4	126.4	127.5	128.5	129.5	130.5	131.5	1,200
1,300	132.6	133.6	134.6	135.6	136.6	137.7	138.7	139.7	140.7	141.7	1,300
1,400	142.8	143.8	144.8	145.8	146.8	147.9	148.9	149.9	150.9	151.9	1,400
1,500	153.0	154.0	155.0	156.0	157.0	158.1	159.1	160.1	161.1	162.1	1,500
1,600	163.2	164.2	165.2	166.2	167.2	168.3	169.3	170.3	171.3	172.3	1,600
1,700	173.4	174.4	175.4	176.4	177.4	178.5	179.5	180.5	181.5	182.5	1,700
1,800	183.5	184.6	185.6	186.6	187.6	188.6	189.7	190.7	191.7	192.7	1,800
1,900	193.7	194.8	195.8	196.8	197.8	198.8	199.9	200.9	201.9	202.9	1,900
2,000	203.9	205.0	206.0	207.0	208.0	209.0	210.1	211.1	212.1	213.1	2,000
2,100	214.1	215.2	216.2	217.2	218.2	219.2	220.3	221.3	222.3	223.3	2,100
2,200	224.3	225.4	226.4	227.4	228.4	229.4	230.5	231.5	232.5	233.5	2,200
2,300	234.5	235.6	236.6	237.6	238.6	239.6	240.7	241.7	242.7	243.7	2,300
2,400	244.7	245.8	246.8	247.8	248.8	249.8	250.9	251.9	252.9	253.9	2,400

MPa (N/mm²)→ kgf/mm² (つづき)

MPa (またはN/mm²)	00	10	20	30	40	50	60	70	80	90	MPa (またはN/mm²)
	kgf/mm²										
2,500	254.9	255.9	257.0	258.0	259.0	260.0	261.0	262.1	263.1	264.1	2,500
2,600	265.1	266.1	267.2	268.2	269.2	270.2	271.2	272.3	273.3	274.3	2,600
2,700	275.3	276.3	277.4	278.4	279.4	280.4	281.4	282.5	283.5	284.5	2,700
2,800	285.5	286.5	287.6	288.6	289.6	290.6	291.6	292.7	293.7	294.7	2,800
2,900	295.7	296.7	297.8	298.8	299.8	300.8	301.8	302.9	303.9	304.9	2,900
3,000	305.9	306.9	308.0	309.0	310.0	311.0	312.0	313.1	314.1	315.1	3,000
3,100	316.1	317.1	318.2	319.2	320.2	321.2	322.2	323.3	324.3	325.3	3,100
3,200	326.3	327.3	328.3	329.4	330.4	331.4	332.4	333.4	334.5	335.5	3,200
3,300	336.5	337.5	338.5	339.6	340.6	341.6	342.6	343.6	344.7	345.7	3,300
3,400	346.7	347.7	348.7	349.8	350.8	351.8	352.8	353.8	354.9	355.9	3,400
3,500	356.9	357.9	358.9	360.0	361.0	362.0	363.0	364.0	365.1	366.1	3,500
3,600	367.1	368.1	369.1	370.2	371.2	372.2	373.2	374.2	375.3	376.3	3,600
3,700	377.3	378.3	379.3	380.4	381.4	382.4	383.4	384.4	385.5	386.5	3,700
3,800	387.5	388.5	389.5	390.6	391.6	392.6	393.6	394.6	395.6	396.7	3,800
3,900	397.7	398.7	399.7	400.7	401.8	402.8	403.8	404.8	405.8	406.9	3,900
4,000	407.9	408.9	409.9	410.9	412.0	413.0	414.0	415.0	416.0	417.1	4,000
4,100	418.1	419.1	420.1	421.1	422.2	423.2	424.2	425.2	426.2	427.3	4,100
4,200	428.3	429.3	430.3	431.3	432.4	433.4	434.4	435.4	436.4	437.5	4,200
4,300	438.5	439.5	440.5	441.5	442.6	443.6	444.6	445.6	446.6	447.7	4,300
4,400	448.7	449.7	450.7	451.7	452.8	453.8	454.8	455.8	456.8	457.9	4,400
4,500	458.9	459.9	460.9	461.9	463.0	464.0	465.0	466.0	467.0	468.0	4,500
4,600	469.1	470.1	471.1	472.1	473.1	474.2	475.2	476.2	477.2	478.2	4,600
4,700	479.3	480.3	481.3	482.3	483.3	484.4	485.4	486.4	487.4	488.4	4,700
4,800	489.5	490.5	491.5	492.5	493.5	494.6	495.6	496.6	497.6	498.6	4,800
4,900	499.7	500.7	501.7	502.7	503.7	504.8	505.8	506.8	507.8	508.8	4,900

MPa (N/mm²) →kgf/mm² (つづき)

MPa (またはN/mm²)	00	10	20	30	40	50	60	70	80	90	MPa (またはN/mm²)
	kgf/mm²										
5,000	509.9	510.9	511.9	512.9	513.9	515.0	516.0	517.0	518.0	519.0	5,000
5,100	520.1	521.1	522.1	523.1	524.1	525.2	526.2	527.2	528.2	529.2	5,100
5,200	530.3	531.3	532.3	533.3	534.3	535.4	536.4	537.4	538.4	539.4	5,200
5,300	540.4	541.5	542.5	543.5	544.5	545.5	546.6	547.6	548.6	549.6	5,300
5,400	550.6	551.7	552.7	553.7	554.7	555.7	556.8	557.8	558.8	559.8	5,400
5,500	560.8	561.9	562.9	563.9	564.9	565.9	567.0	568.0	569.0	570.0	5,500
5,600	571.0	572.1	573.1	574.1	575.1	576.1	577.2	578.2	579.2	580.2	5,600
5,700	581.2	582.3	583.3	584.3	585.3	586.3	587.4	588.4	589.4	590.4	5,700
5,800	591.4	592.5	593.5	594.5	595.5	596.5	597.6	598.6	599.6	600.6	5,800
5,900	601.6	602.7	603.7	604.7	605.7	606.7	607.8	608.8	609.8	610.8	5,900
6,000	611.8	612.8	613.9	614.9	615.9	616.9	617.9	619.0	620.0	621.0	6,000
6,100	622.0	623.0	624.1	625.1	626.1	627.1	628.1	629.2	630.2	631.2	6,100
6,200	632.2	633.2	634.3	635.3	636.3	637.3	638.3	639.4	640.4	641.4	6,200
6,300	642.4	643.4	644.5	645.5	646.5	647.5	648.5	649.6	650.6	651.6	6,300
6,400	652.6	653.6	654.7	655.7	656.7	657.7	658.7	659.8	660.8	661.8	6,400
6,500	662.8	663.8	664.9	665.9	666.9	667.9	668.9	670.0	671.0	672.0	6,500
6,600	673.0	674.0	675.1	676.1	677.1	678.1	679.1	680.2	681.2	682.2	6,600
6,700	683.2	684.2	685.2	686.3	687.3	688.3	689.3	690.3	691.4	692.4	6,700
6,800	693.4	694.4	695.4	696.5	697.5	698.5	699.5	700.5	701.6	702.6	6,800
6,900	703.6	704.6	705.6	706.7	707.7	708.7	709.7	710.7	711.8	712.8	6,900
7,000	713.8	714.8	715.8	716.9	717.9	718.9	719.9	720.9	722.0	723.0	7,000
7,100	724.0	725.0	726.0	727.1	728.1	729.1	730.1	731.1	732.2	733.2	7,100
7,200	734.2	735.2	736.2	737.3	738.3	739.3	740.3	741.3	742.4	743.4	7,200
7,300	744.4	745.4	746.4	747.5	748.5	749.5	750.5	751.5	752.6	753.6	7,300
7,400	754.6	755.6	756.6	757.6	758.7	759.7	760.7	761.7	762.7	763.8	7,400

MPa (N/mm²) →kgf/mm² (つづき)

MPa (またはN/mm²)	00	10	20	30	40	50	60	70	80	90	MPa (またはN/mm²)
	kgf/mm²										
7,500	764.8	765.8	766.8	767.8	768.9	769.9	770.9	771.9	772.9	774.0	7,500
7,600	775.0	776.0	777.0	778.0	779.1	780.1	781.1	782.1	783.1	784.2	7,600
7,700	785.2	786.2	787.2	788.2	789.3	790.3	791.3	792.3	793.3	794.4	7,700
7,800	795.4	796.4	797.4	798.4	799.5	800.5	801.5	802.5	803.5	804.6	7,800
7,900	805.6	806.6	807.6	808.6	809.7	810.7	811.7	812.7	813.7	814.8	7,900
8,000	815.8	816.8	817.8	818.8	819.9	820.9	821.9	822.9	823.9	825.0	8,000
8,100	826.0	827.0	828.0	829.0	830.0	831.1	832.1	833.1	834.1	835.1	8,100
8,200	836.2	837.2	838.2	839.2	840.2	841.3	842.3	843.3	844.3	845.3	8,200
8,300	846.4	847.4	848.4	849.4	850.4	851.5	852.5	853.5	854.5	855.5	8,300
8,400	856.6	857.6	858.6	859.6	860.6	861.7	862.7	863.7	864.7	865.7	8,400
8,500	866.8	867.8	868.8	869.8	870.8	871.9	872.9	873.9	874.9	875.9	8,500
8,600	877.0	878.0	879.0	880.0	881.0	882.1	883.1	884.1	885.1	886.1	8,600
8,700	887.2	888.2	889.2	890.2	891.2	892.3	893.3	894.3	895.3	896.3	8,700
8,800	897.4	898.4	899.4	900.4	901.4	902.4	903.5	904.5	905.5	906.5	8,800
8,900	907.5	908.6	909.6	910.6	911.6	912.6	913.7	914.7	915.7	916.7	8,900
9,000	917.7	918.8	919.8	920.8	921.8	922.8	923.9	924.9	925.9	926.9	9,000
9,100	927.9	929.0	930.0	931.0	932.0	933.0	934.1	935.1	936.1	937.1	9,100
9,200	938.1	939.2	940.2	941.2	942.2	943.2	944.3	945.3	946.3	947.3	9,200
9,300	948.3	949.4	950.4	951.4	952.4	953.4	954.5	955.5	956.5	957.5	9,300
9,400	958.5	959.6	960.6	961.6	962.6	963.6	964.7	965.7	966.7	967.7	9,400
9,500	968.7	969.8	970.8	971.8	972.8	973.8	974.8	975.9	976.9	977.9	9,500
9,600	978.9	979.9	981.0	982.0	983.0	984.0	985.0	986.1	987.1	988.1	9,600
9,700	989.1	990.1	991.2	992.2	993.2	994.2	995.2	996.3	997.3	998.3	9,700
9,800	999.3	1,000	1,001	1,002	1,003	1,004	1,005	1,006	1,007	1,008	9,800
9,900	1,010	1,011	1,012	1,013	1,014	1,015	1,016	1,017	1,018	1,019	9,900
10,000	1,020										10,000

MPa(またはN/mm²)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
kgf/mm²	0.102	0.204	0.306	0.408	0.510	0.612	0.714	0.816	0.918

5-7　衝撃エネルギー換算表

●ft・lbf→kgf・m　　(1ft・lbf=0.138255kgf・m)

ft-lbf	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ft-lbf
	kgf・m										
0	−	0.1383	0.2765	0.4148	0.5530	0.6913	0.8295	0.9678	1.1060	1.2443	0
10	1.383	1.521	1.659	1.797	1.936	2.074	2.212	2.350	2.489	2.627	10
20	2.765	2.903	3.042	3.180	3.318	3.456	3.595	3.733	3.871	4.009	20
30	4.148	4.286	4.424	4.562	4.701	4.839	4.977	5.115	5.254	5.392	30
40	5.530	5.668	5.807	5.945	6.083	6.221	6.360	6.498	6.636	6.774	40
50	6.913	7.051	7.189	7.328	7.466	7.604	7.742	7.881	8.019	8.157	50
60	8.295	8.434	8.572	8.710	8.848	8.987	9.125	9.263	9.401	9.540	60
70	9.678	9.816	9.954	10.093	10.231	10.369	10.508	10.646	10.784	10.922	70
80	11.060	11.199	11.337	11.475	11.613	11.752	11.890	12.028	12.166	12.305	80
90	12.443	12.581	12.719	12.858	12.996	13.134	13.273	13.272	13.549	13.687	90
100	13.826	13.964	14.102	14.240	14.379	14.517	14.655	14.793	14.932	15.070	100
110	15.208	15.346	15.485	15.623	15.761	15.899	16.038	16.176	16.314	16.452	110
120	16.591	16.729	16.867	17.005	17.144	17.282	17.420	17.558	17.697	17.835	120

●kgf・m→J(N・m)

(1 kgf・m=9.80665J)

kgf・m	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	kgf・m
	J (またはN・m)										
0	—	0.9807	1.9613	2.9420	3.9227	4.9033	5.8840	6.8647	7.8453	8.8260	0
1	9.8067	10.787	11.768	12.749	13.729	14.710	15.691	16.671	17.652	18.633	1
2	19.613	20.594	21.575	22.555	23.536	24.517	25.497	26.478	27.459	28.439	2
3	29.420	30.401	31.381	32.362	33.343	34.323	35.304	36.285	37.265	38.246	3
4	39.227	40.207	41.188	42.169	43.149	44.130	45.111	46.091	47.072	48.053	4
5	49.033	50.014	50.995	51.975	52.956	53.937	54.917	55.898	56.879	57.859	5
6	58.840	59.821	60.801	61.782	62.763	63.743	64.724	65.705	66.685	67.666	6
7	68.647	69.627	70.608	71.589	72.569	73.550	74.531	75.511	76.492	77.473	7
8	78.453	79.434	80.415	81.395	82.376	83.357	84.337	85.318	86.299	87.279	8
9	88.260	89.241	90.221	91.202	92.183	93.163	94.144	95.125	96.105	97.086	9
10	98.067	99.047	100.03	101.01	101.99	102.97	103.95	104.93	105.91	106.89	10
11	107.87	108.85	109.83	110.82	111.80	112.78	113.76	114.74	115.72	116.70	11
12	117.68	118.66	119.64	120.62	121.60	122.58	123.56	124.54	125.53	126.51	12
13	127.49	128.47	129.45	130.43	131.41	132.39	133.37	134.35	135.33	136.31	13
14	137.29	138.27	139.25	140.24	141.22	142.20	143.18	144.16	145.14	146.12	14
15	147.10	148.08	149.06	150.04	151.02	152.00	152.98	153.96	154.95	155.93	15
16	156.91	157.89	158.87	159.85	160.83	161.81	162.79	163.77	164.75	165.73	16
17	166.71	167.69	168.67	169.66	170.64	171.62	172.60	173.58	174.56	175.54	17
18	176.52	177.50	178.48	179.46	180.44	181.42	182.40	183.38	184.37	185.35	18
19	186.33	187.31	188.29	189.27	190.25	191.23	192.21	193.19	194.17	195.15	19
20	196.13	197.11	198.09	199.07	200.06	201.04	202.02	203.00	203.98	204.96	20
21	205.94	206.92	207.90	208.88	209.86	210.84	211.82	212.80	213.78	214.77	21
22	215.75	216.73	217.71	218.69	219.67	220.65	221.63	222.61	223.59	224.57	22
23	225.55	226.53	227.51	228.49	229.48	230.46	231.44	232.42	233.40	234.38	23
24	235.36	236.34	237.32	238.30	239.28	240.26	241.24	242.22	243.20	244.19	24

kgf・m→J(N・m)（つづき）

kgf・m	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	kgf・m
	J（またはN・m）										
25	245.17	246.15	247.13	248.11	249.09	250.07	251.05	252.03	253.01	253.99	25
26	254.97	255.95	256.93	257.91	258.90	259.88	260.86	261.84	262.82	263.80	26
27	264.78	265.76	266.74	267.72	268.70	269.68	270.66	271.64	272.62	273.61	27
28	274.59	275.57	276.55	277.53	278.51	279.49	280.47	281.45	282.43	283.41	28
29	284.39	285.37	286.35	287.33	288.32	289.30	290.28	291.26	292.24	293.22	29
30	294.20	295.18	296.16	297.14	298.12	299.10	300.08	301.06	302.04	303.03	30
31	304.01	304.99	305.97	306.95	307.93	308.91	309.89	310.87	311.85	312.83	31
32	313.81	314.79	315.77	316.75	317.74	318.72	319.70	320.68	321.66	322.64	32
33	323.62	324.60	325.58	326.56	327.54	328.52	329.50	330.48	331.46	332.45	33
34	333.43	334.41	335.39	336.37	337.35	338.33	339.31	340.29	341.27	342.25	34
35	343.23	344.21	345.19	346.17	347.16	348.14	349.12	350.10	351.08	352.06	35
36	353.04	354.02	355.00	355.98	356.96	357.94	358.92	359.90	360.88	361.87	36
37	362.85	363.83	364.81	365.79	366.77	367.75	368.73	369.71	370.69	371.67	37
38	372.65	373.63	374.61	375.59	376.58	377.56	378.54	379.52	380.50	381.48	38
39	382.46	383.44	384.42	385.40	386.38	387.36	388.34	389.32	390.30	391.29	39
40	392.27	393.25	394.23	395.21	396.19	397.17	398.15	399.13	400.11	401.09	40
41	402.07	403.05	404.03	405.01	406.00	406.98	407.96	408.94	409.92	410.90	41
42	411.88	412.86	413.84	414.82	415.80	416.78	417.76	418.74	419.72	420.71	42
43	421.69	422.67	423.65	424.63	425.61	426.59	427.57	428.55	429.53	430.51	43
44	431.49	432.47	433.45	434.43	435.42	436.40	437.38	438.36	439.34	440.32	44
45	441.30	442.28	443.26	444.24	445.22	446.20	447.18	448.16	449.14	450.13	45
46	451.11	452.09	453.07	454.05	455.03	456.01	456.99	457.97	458.95	459.93	46
47	460.91	461.89	462.87	463.85	464.84	465.82	466.80	467.78	468.76	469.74	47
48	470.72	471.70	472.68	473.66	474.64	475.62	476.60	477.58	478.56	479.55	48
49	480.53	481.51	482.49	483.47	484.45	485.43	486.41	487.39	488.37	489.35	49

kgf・m→J(N・m)（つづき）

kgf・m	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	kgf・m
	J（またはN・m）										
50	490.33	491.31	492.29	493.27	494.26	495.24	496.22	497.20	498.18	499.16	50
51	500.14	501.12	502.10	503.08	504.06	505.04	506.02	507.00	507.98	508.97	51
52	509.95	510.93	511.91	512.89	513.87	514.85	515.83	516.81	517.79	518.77	52
53	519.75	520.73	521.71	522.69	523.68	524.66	525.64	526.62	527.60	528.58	53
54	529.56	530.54	531.52	532.50	533.48	534.46	535.44	536.42	537.40	538.39	54
55	539.37	540.35	541.33	542.31	543.29	544.27	545.25	546.23	547.21	548.19	55
56	549.17	550.15	551.13	552.11	553.10	554.08	555.06	556.04	557.02	558.00	56
57	558.98	559.96	560.94	561.92	562.90	563.88	564.86	565.84	566.82	567.81	57
58	568.79	569.77	570.75	571.73	572.71	573.69	574.67	575.65	576.63	577.61	58
59	578.59	579.57	580.55	581.53	582.52	583.50	584.48	585.46	586.44	587.42	59
60	588.40	589.38	590.36	591.34	592.32	593.30	594.28	595.26	596.24	597.22	60
61	598.21	599.19	600.17	601.15	602.13	603.11	604.09	605.07	606.05	607.03	61
62	608.01	608.99	609.97	610.95	611.93	612.92	613.90	614.88	615.86	616.84	62
63	617.82	618.80	619.78	620.76	621.74	622.72	623.70	624.68	625.66	626.64	63
64	627.63	628.61	629.59	630.57	631.55	632.53	633.51	634.49	635.47	636.45	64
65	637.43	638.41	639.39	640.37	641.35	642.34	643.32	644.30	645.28	646.26	65
66	647.24	648.22	649.20	650.18	651.16	652.14	653.12	654.10	655.08	656.06	66
67	657.05	658.03	659.01	659.99	660.97	661.95	662.93	663.91	664.89	665.87	67
68	666.85	667.83	668.81	669.79	670.77	671.76	672.74	673.72	674.70	675.68	68
69	676.66	677.64	678.62	679.60	680.58	681.56	682.54	683.52	684.50	685.48	69
70	686.47	687.45	688.43	689.41	690.39	691.37	692.35	693.33	694.31	695.29	70
71	696.27	697.25	698.23	699.21	700.19	701.18	702.16	703.14	704.12	705.10	71
72	706.08	707.06	708.04	709.02	710.00	710.98	711.96	712.94	713.92	714.90	72
73	715.89	716.87	717.85	718.83	719.81	720.79	721.77	722.75	723.73	724.71	73
74	725.69	726.67	727.65	728.63	729.61	730.60	731.58	732.56	733.54	734.52	74

kgf・m→J (N・m) (つづき)

kgf・m	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	kgf・m
	J (又はN・m)										
75	735.50	736.48	737.46	738.44	739.42	740.40	741.38	742.36	743.34	744.32	75
76	745.31	746.29	747.27	748.25	749.23	750.21	751.19	752.17	753.15	754.13	76
77	755.11	756.09	757.07	758.05	759.03	760.02	761.00	761.98	762.96	763.94	77
78	764.92	765.90	766.88	767.86	768.84	769.82	770.80	771.78	772.76	773.74	78
79	774.73	775.71	776.69	777.67	778.65	779.63	780.61	781.59	782.57	783.55	79
80	784.53	785.51	786.49	787.47	788.45	789.44	790.42	791.40	792.38	793.36	80
81	794.34	795.32	796.30	797.28	798.26	799.24	800.22	801.20	802.18	803.16	81
82	804.15	805.13	806.11	807.09	808.07	809.05	810.03	811.01	811.99	812.97	82
83	813.95	814.93	815.91	816.89	817.87	818.86	819.84	820.82	821.80	822.78	83
84	823.76	824.74	825.72	826.70	827.68	828.66	829.64	830.62	831.60	832.58	84
85	833.57	834.55	835.53	836.51	837.49	838.47	839.45	840.43	841.41	842.39	85
86	843.37	844.35	845.33	846.31	847.29	848.28	849.26	850.24	851.22	852.20	86
87	853.18	854.16	855.14	856.12	857.10	858.08	859.06	860.04	861.02	862.00	87
88	862.99	863.97	864.95	865.93	866.91	867.89	868.87	869.85	870.83	871.81	88
89	872.79	873.77	874.75	875.73	876.71	877.70	878.68	879.66	880.64	881.62	89
90	882.60	883.58	884.56	885.54	886.52	887.50	888.48	889.46	890.44	891.42	90
91	892.41	893.39	894.37	895.35	896.33	897.31	898.29	899.27	900.25	901.23	91
92	902.21	903.19	904.17	905.15	906.13	907.12	908.10	909.08	910.06	911.04	92
93	912.02	913.00	913.98	914.96	915.94	916.92	917.90	918.88	919.86	920.84	93
94	921.83	922.81	923.79	924.77	925.75	926.73	927.71	928.69	929.67	930.65	94
95	931.63	932.61	933.59	934.57	935.55	936.54	937.52	938.50	939.48	940.46	95
96	941.44	942.42	943.40	944.38	945.36	946.34	947.32	948.30	949.28	950.26	96
97	951.25	952.23	953.21	954.19	955.17	956.15	957.13	958.11	959.09	960.07	97
98	961.05	962.03	963.01	963.99	964.97	965.96	966.94	967.92	968.90	969.88	98
99	970.86	971.84	972.82	973.80	974.78	975.76	976.74	977.72	978.70	979.68	99
100	980.66										100

●J（又はN・m）→kgf・m

1J=0.101972kgf・m

J(またはN・m)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	J(又はN・m)
	kgf・m										
0	—	0.1020	0.2039	0.3059	0.4079	0.5099	0.6118	0.7138	0.8158	0.9177	0
10	1.0197	1.1217	1.2237	1.3256	1.4276	1.5296	1.6315	1.7335	1.8355	1.9376	10
20	2.0394	2.1414	2.2434	2.3453	2.4473	2.5493	2.6513	2.7532	2.8552	2.9572	20
30	3.0591	3.1611	3.2631	3.3651	3.4670	3.5690	3.6710	3.7729	3.8749	3.9769	30
40	4.0789	4.1808	4.2828	4.3848	4.4868	4.5887	4.6907	4.7927	4.8946	4.9966	40
50	5.0986	5.2006	5.3025	5.4045	5.5065	5.6084	5.7104	5.8124	5.9144	6.0163	50
60	6.1183	6.2203	6.3222	6.4242	6.5262	6.6282	6.7301	6.8321	6.9341	7.0360	60
70	7.1380	7.2400	7.3420	7.4439	7.5459	7.6479	7.7498	7.8518	7.9538	8.0558	70
80	8.1577	8.2597	8.3617	8.4636	8.5656	8.6676	8.7696	8.8715	8.9735	9.0755	80
90	9.1774	9.2794	9.3814	9.4834	9.5853	9.6873	9.7893	9.8912	9.9932	10.095	90
100	10.197	10.299	10.401	10.503	10.605	10.707	10.809	10.911	11.013	11.115	100
110	11.217	11.319	11.421	11.523	11.625	11.727	11.829	11.931	12.033	12.135	110
120	12.237	12.339	12.441	12.543	12.644	12.746	12.848	12.950	13.052	13.154	120
130	13.256	13.358	13.460	13.562	13.664	13.766	13.868	13.970	14.072	14.174	130
140	14.276	14.378	14.480	14.582	14.684	14.786	14.888	14.990	15.092	15.194	140
150	15.296	15.398	15.500	15.602	15.704	15.806	15.908	16.010	16.112	16.213	150
160	16.315	16.417	16.510	16.621	16.723	16.825	16.927	17.029	17.131	17.233	160
170	17.335	17.437	17.539	17.641	17.743	17.845	17.947	18.049	18.151	18.253	170
180	18.355	18.457	18.559	18.661	18.763	18.865	18.967	19.069	19.171	19.273	180
190	19.375	19.477	19.579	19.681	19.782	19.884	19.986	20.088	20.190	20.292	190
200	20.394	20.496	20.598	20.700	20.802	20.904	20.006	21.108	21.210	21.312	200
210	21.414	21.516	21.618	21.720	21.822	21.924	21.026	22.128	22.230	22.332	210
220	22.434	22.536	22.638	22.740	22.842	22.944	22.046	23.148	23.250	23.352	220
230	23.453	23.555	23.657	23.759	23.861	23.963	23.065	24.167	24.269	24.371	230
240	24.473	24.575	24.677	24.779	24.881	24.983	24.085	25.187	25.289	25.391	240

（注）250以上の換算の場合は、MPa（N/mm²）→kgf/mm²表が使用できる。
その際は、MPa（又はN/mm²）をJ（又はN・m）に、kgf/mmをkgf・mに読み換える。

5-8 単位の換算表

●長　さ

	mm	in	ft	yd	m	chain	mile	Int. nautical mile(海里)	Brit. nautical mile
1 mm	1	0.039370	—	—	—	—	—	—	—
1 inch(1000mil)	25.400	1	0.08333	0.02778	0.02540	1/792	—	—	—
1 foot(ft)	304.800	12	1	0.3333	0.304800	0.01515	$1.894_{x}10^{-4}$	$1.646_{x}10^{-4}$	$1.645_{x}10^{-4}$
1 yard(yd)	914.400	36	3	1	0.914400	0.04545	$5.682_{x}10^{-4}$	$4.937_{x}10^{-4}$	$4.934_{x}10^{-4}$
1 metre(m)	1000	39.370	3.2808	1.09367	1	0.04971	$6.21371_{x}10^{-4}$	$5.39957_{x}10^{-4}$	$5.396_{x}10^{-4}$
1 chain	—	792	66	22	20.117	1	0.01250	0.01086	0.01086
1 mile(M)	—	—	5280	1760	1609.344	80	1	0.8689	0.8684
1 Int. nautical mile	—	—	6076.1	2025.3	1852.0	92.063	1.1508	1	0.9994
1 Brit. nautical mile	—	—	6080	2026.7	1853.2	92.121	1.1515	1.0060	1

1 British Imperial standard yard=0.91439841m; 1 U.S.yard=0.91440183m; 1 Scientific yard=0.9144m

●面積

	cm^2	in^2	ft^2	yd^2	m^2	are(アール)	acre(エーカ)	km^2	$mile^2$
1 cm^2	1	0.155000	—	—	—	—	—	—	—
1 in^2	6.4516	1	$6.944_{x}10^{-3}$	$7.716_{x}10^{-4}$	$6.4516_{x}10^{-4}$	—	—	—	—
1 ft^2	929.030	144	1	0.1111	0.0929030	$9.2903_{x}10^{-4}$	$2.296_{x}10^{-5}$	—	—
1 yd^2	8361.27	1296	9	1	0.836127	$8.36127_{x}10^{-3}$	$2.066_{x}10^{-4}$	$8.36127_{x}10^{-7}$	—
1 m^2	10^4	1550	10.7639	1.19599	1	0.01	$2.471_{x}10^{-4}$	10^{-6}	—
1 are	10^6	—	1076.39	119.599	100.0	1	0.02471	10^{-4}	$3.861_{x}10^{-5}$
1 acre	—	—	43560	4840	4046.8	40.468	1	$4.0468_{x}10^{-3}$	$1.563_{x}10^{-3}$
1 km^2	—	—	$1.07639_{x}10^{7}$	$1.19599_{x}10^{6}$	10^6	10^4	247.10	1	0.38610
1 $mile^2$	—	—	$2.788_{x}10^{7}$	$3.098_{x}10^{6}$	$2.59_{x}10^{6}$	25900	640	2.59	1

●体積

	cm^3	in^3	ℓ	U.S.liq. gallon	Brit.liq. gallon	ft^3	U.S. bushel	Brit. bushel	yd^3	m^3
1 cm^3	1	0.0610236	0.001	—	—	—	—	—	—	—
1 in^3	16.3871	1	0.0163871	4.329_x10^{-3}	3.605_x10^{-3}	5.787_x10^{-4}	4.65_x10^{-4}	4.506_x10^{-4}	—	—
1 ℓ	(1000.028)	61.0236	1	0.264172	0.219969	0.0353147	0.02838	0.02750	1.308_x10^{-3}	10^{-3}
1 U.S.liq. gallon	3785.41	231	3.78541	1	0.8327	0.1337	0.1074	0.1041	5.224_x10^{-3}	3.78541_x10^{-3}
1 British liq. gallon	4546.09	277.42	4.54609	1.2009	1	0.1605	0.1290	0.1250	6.274_x10^{-3}	4.54609_x10^{-3}
1 ft^3	28316.8	1728	28.3168	7.4805	6.2290	1	0.8036	0.7786	0.03704	0.0283168
1 U.S. bushel	35238	2150.4	35.239	9.2995	7.7602	1.2444	1	0.9689	0.04863	0.03524
1 British bushel	36368	2219.2	36.368	9.6079	8	1.2843	1.0320	1	0.05019	0.03637
1 yd^3	76455	4665.6	764.55	201.98	168.18	27	21.697	21.023	1	0.7646
1 m^3	10^6	61023.6	(999.97)	264.172	219.969	35.3147	28.378	27.497	1.3080	1

1 British Imperial liquid gallon＝62°Fの水10ポンドの体積；1 ℓ ＝比重最大の時の水1 kgの体積＝1000.028cm^3；
1 Barrel(US)＝158.987 ℓ、1 kℓ＝6.28982barrel（バレル）。

●質量及び力

	grain	carat (c)	gram (gr)	ounce (oz)	pound (lb)		pound (lb)	kg	short ton (U.S.)	ton (metric)	long ton (Brit.)
1 grain	1	0.3243	0.0648	2.286_x10^{-3}	—	1 pound	1	0.453592	5_x10^{-4}	4.53592_x10^{-4}	4.464_x10^{-4}
1 carat	3.0864	1	0.200	7.055_x10^{-3}	—	1 kg	2.20462	1	1.102_x10^{-3}	0.001	9.842_x10^{-4}
1 gram	15.432	5	1	0.0352740	—	1 short ton（米）	2000	907.18	1	0.907185	0.8929
1 ounce	437.50	141.75	28.3495	1	0.0625	1 metric ton	2204.62	1000	1.1023	1	0.984204
1 pound	7000	2268	453.592	16	1	1 long ton（英）	2240	1016.0	1.1200	1.01605	1

1 British lb＝0.453592338kg；1 U.S.lb＝0.4535924277kg；1 Int.lb＝0.45359237kg；1 kgf＝9.80665N（ニュートン），1 N＝0.10197kgf
(注)→力を表わす場合は、kgf, lbf, tf（又はtonf）のように“f”を付ける。

●圧　力

	bar	kgf/ cm²	lbf/in² (psi)	long tf/ft³	standard atm.	m-Hg	in-Hg	m-Water	ft-Water	MPa
1 bar	1	1.0197	14.50	0.9324	0.9869	0.750064	29.53	10.197	33.46	0.1
1 kgf/cm²	0.980665	1	14.2233	0.9144	0.9678	0.7536	28.96	10.000	32.81	0.0980665
1 lbf/in²	0.06895	0.0703070	1	0.06429	0.06805	0.05171	2.036	0.703070	2.307	0.006895
1 Brit.tf/t²	1.0725	1.0937	15.56	1	1.0585	0.8045	31.67	10.94	35.88	0.10725
1 standard atm.	1.01325	1.0332	14.70	0.9447	1	0.760	29.92	10.33	33.90	0.101325
1 m-Hg	1.33322	1.3595	19.34	1.2431	1.31579	1	39.37	13.60	44.60	0.133322
1 in-Hg	0.03386	0.03453	0.4912	0.03157	0.03342	0.02540	1	0.3453	1.133	0.003386
1 m-Water	0.0980665	0.10000	1.42233	0.09143	0.09678	0.07355	2.896	1	3.281	0.00980665
1 ft-Water	0.02989	0.03048	0.4835	0.02787	0.02950	0.02242	0.8827	0.3048	1	0.002989

1 bar＝1 pa x 10^5＝0.1Mpa＝0.1N/mm²；1 torr＝1 mm･Hg；1 ton f（英）／in²＝1.57488kgf/mm²
1 kgf/mm²＝0.634969tonf/in²；1 kgf/mm²＝9.80665MPa，1 MPa＝0.10197kgf/mm²

●エネルギー（仕事）

	J(N-m)	ft-lbf	kgf-m	BTU (mean)	HP-h (metric)	HP-h (British)	kW-h	kcal
1 J(N-m)	1	0.7376	0.10197	$9.471_{x}10^{-4}$	$3.777_{x}10^{-7}$	$3,724_{x}10^{-7}$	$2.778_{x}10^{-7}$	$2.389_{x}10^{-4}$
1 ft-lbf	1.356	1	0.138255	$1.284_{x}10^{-3}$	$5.121_{x}10^{-7}$	$5.049_{x}10^{-7}$	$3.766_{x}10^{-7}$	$3.237_{x}10^{-4}$
1 kgf-m	9.80665	7.23301	1	$9.288_{x}10^{-3}$	$3.704_{x}10^{-6}$	$3.652_{x}10^{-6}$	$2.724_{x}10^{-6}$	$2.341_{x}10^{-3}$
1 BTU(mean)英熱量	1055.9	778.9	107.7	1	$3.984_{x}10^{-4}$	$3.933_{x}10^{-4}$	$2.933_{x}10^{-4}$	0.2521
1 HP-h(metric)	$2.648_{x}10^{6}$	$1.953_{x}10^{6}$	$2.701_{x}10^{5}$	2508	1	0.986322	0.7355	632.1
1 HP-h(Brit.)	$2.686_{x}10^{6}$	$1.981_{x}10^{6}$	$2.740_{x}10^{5}$	2544	1.01387	1	0.7457	641.1
1 kW-h	$3.600_{x}10^{6}$	$2.655_{x}10^{6}$	$3.672_{x}10^{5}$	3410	1.35962	1.34102	1	860.001
1 kcal	4186.05	3091	427.4	3.96825	$1.5826_{x}10^{-3}$	$1.560_{x}10^{-3}$	$1.16279_{x}10^{-3}$	1

5-9 温度換算表

C←□→F　　F＝32+9/5C，C＝5/9（F－32）

C		F	C		F	C		F	C		F	C		F
			−151	−240	−400	−17.2	1	33.8	− 3.3	26	78.8	10.6	51	123.8
			−146	−230	−382	−16.7	2	35.6	− 2.8	27	80.6	11.1	52	125.6
			−140	−220	−364	−16.1	3	37.4	− 2.2	28	82.4	11.7	53	127.4
−273	−459.4		−134	−210	−346	−15.6	4	39.2	− 1.7	29	84.2	12.2	54	129.2
−268	−450		−129	−200	−328	−15.0	5	41.0	− 1.1	30	86.0	12.8	55	131.0
−262	−440		−123	−190	−310	−14.4	6	42.8	− 0.6	31	87.8	13.3	56	132.8
−257	−430		−118	−180	−292	−13.9	7	44.6	0.0	32	89.6	13.9	57	134.6
−251	−420		−112	−170	−274	−13.3	8	46.4	0.6	33	91.4	14.4	58	136.4
−246	−410		−107	−160	−256	−12.8	9	48.2	1.1	34	93.2	15.0	59	138.2
−240	−400		−101	−150	−238	−12.2	10	50.0	1.7	35	95.0	15.6	60	140.0
−234	−390		− 96	−140	−220	−11.7	11	51.8	2.2	36	96.8	16.1	61	141.8
−229	−380		− 90	−130	−202	−11.1	12	53.6	2.8	37	98.6	16.7	62	143.6
−223	−370		− 84	−120	−184	−10.6	13	55.4	3.3	38	100.4	17.2	63	145.4
−218	−360		− 79	−110	−166	−10.0	14	57.2	3.9	39	102.2	17.8	64	147.2
−212	−350		− 73	−100	−148	− 9.4	15	59.0	4.4	40	104.0	18.3	65	149.0
−207	−340		− 68	− 90	−130	− 8.9	16	60.8	5.0	41	105.8	18.9	66	150.8
−201	−330		− 62	− 80	−112	− 8.3	17	62.6	5.6	42	107.6	19.4	67	152.6
−196	−320		− 57	− 70	− 94	− 7.8	18	64.4	6.1	43	109.4	20.0	68	154.4
−190	−310		− 51	− 60	− 76	− 7.2	19	66.2	6.7	44	111.2	20.6	69	156.2
−184	−300		− 46	− 50	− 58	− 6.7	20	68.0	7.2	45	113.0	21.1	70	158.0
−179	−290		− 40	− 40	− 40	− 6.1	21	69.8	7.8	46	114.8	21.7	71	159.8
−173	−280		− 34	− 30	− 22	− 5.6	22	71.6	8.3	47	116.6	22.2	72	161.6
−169	−273	−459.4	− 29	− 20	− 4	− 5.0	23	73.4	8.9	48	118.4	22.8	73	163.4
−168	−270	−454												
−162	−260	−436	− 23	− 10	14	− 4.4	24	75.2	9.4	49	120.2	23.3	74	165.2
−157	−250	−418	− 17.8	0	32.0	− 3.9	25	77.0	10.0	50	122.0	23.9	75	167.0

C←□→F（つづき）

C		F	C		F	C		F	C		F	C		F
24.4	76	168.8	43	110	230	182	360	680	321	610	1,130	460	860	1,580
25.0	77	170.6	49	120	248	188	370	698	327	620	1,148	466	870	1,598
25.6	78	172.4	54	130	266	193	380	716	332	630	1,166	471	880	1,616
26.1	79	174.2	60	140	284	199	390	734	338	640	1,184	477	890	1,634
26.7	80	176.0	66	150	302	204	400	752	343	650	1,202	482	900	1,652
27.2	81	177.8	71	160	320	210	410	770	349	660	1,220	488	910	1,670
27.8	82	179.6	77	170	338	216	420	788	354	670	1,238	493	920	1,688
28.3	83	181.4	82	180	356	221	430	806	360	680	1,256	499	930	1,706
28.9	84	183.2	88	190	374	227	440	824	366	690	1,274	504	940	1,724
29.4	85	185.0	93	200	392	232	450	842	371	700	1,292	510	950	1,742
30.0	86	186.8	99	210	410	238	460	860	377	710	1,310	516	960	1,760
30.6	87	188.6	104	220	428	243	470	878	382	720	1,328	521	970	1,778
31.1	88	190.4	110	230	446	249	480	896	388	730	1,346	527	980	1,796
31.7	89	192.2	116	240	464	254	490	914	393	740	1,364	532	990	1,814
32.2	90	194.0	121	250	482	260	500	932	399	750	1,382	538	1,000	1,832
32.8	91	195.8	127	260	500	266	510	950	404	760	1,400	543	1,010	1,850
33.3	92	197.6	132	270	518	271	520	968	410	770	1,418	549	1,020	1,868
33.9	93	199.4	138	280	536	277	530	986	416	770	1,436	554	1,030	1,886
34.4	94	201.2	143	290	554	282	540	1,004	421	790	1,454	560	1,040	1,904
35.0	95	203.0	149	300	572	288	550	1,022	427	800	1,472	566	1,050	1,922
35.6	96	204.8	154	310	590	293	560	1,040	432	810	1,490	571	1,060	1,940
36.1	97	206.6	160	320	608	299	570	1,058	438	820	1,508	577	1,070	1,958
36.7	98	208.4	166	330	626	304	580	1,076	443	830	1,526	582	1,080	1,976
37.2	99	210.2	171	340	644	310	590	1,094	449	840	1,544	588	1,090	1,994
38	100	212	177	350	662	316	600	1,112	454	850	1,562	593	1,000	2,012

C←□→F（つづき）

C		F	C		F	C		F	C		F	C		F
599	1,110	2,030	738	1,360	2,480	877	1,610	2,930	1,016	1,860	3,380	1,154	2,110	3,830
604	1,120	2,048	743	1,370	2,498	882	1,620	2,948	1,021	1,870	3,398	1,160	2,120	3,848
610	1,130	2,066	749	1,380	2,516	888	1,630	2,966	1,027	1,880	3,416	1,166	2,130	3,866
616	1,140	2,084	754	1,390	2,534	893	1,640	2,984	1,032	1,890	3,434	1,171	2,140	3,884
621	1,150	2,102	760	1,400	2,552	899	1,650	3,002	1,038	1,900	3,452	1,177	2,150	3,902
627	1,160	2,120	766	1,410	2,570	904	1,660	3,020	1,043	1,910	3,470	1,182	2,160	3,920
632	1,170	2,138	771	1,420	2,588	910	1,670	3,038	1,049	1,920	3,488	1,188	2,170	3,938
638	1,180	2,156	777	1,430	2,606	916	1,680	3,056	1,054	1,930	3,506	1,193	2,180	3,956
643	1,190	2,174	782	1,440	2,624	921	1,690	3,074	1,060	1,940	3,524	1,199	2,190	3,974
649	1,200	2,192	788	1,450	2,642	927	1,700	3,092	1,066	1,950	3,542	1,204	2,200	3,992
654	1,210	2,210	793	1,460	2,660	932	1,710	3,110	1,071	1,960	3,560	1,210	2,210	4,010
660	1,220	2,228	799	1,470	2,678	938	1,720	3,128	1,077	1,970	3,578	1,216	2,220	4,028
666	1,230	2,246	804	1,480	2,696	943	1,730	3,146	1,082	1,980	3,596	1,221	2,230	4,046
671	1,240	2,264	810	1,490	2,714	949	1,740	3,164	1,088	1,990	3,614	1,227	2,240	4,064
677	1,250	2,282	816	1,500	2,732	954	1,750	3,182	1,093	2,000	3,632	1,232	2,250	4,082
682	1,260	2,300	821	1,510	2,750	960	1,760	3,200	1,099	2,010	3,650	1,238	2,260	4,100
688	1,270	2,318	827	1,520	2,768	966	1,770	3,218	1,104	2,020	3,668	1,243	2,270	4,118
693	1,280	2,336	832	1,530	2,786	971	1,780	3,236	1,110	2,030	3,686	1,249	2,280	4,136
699	1,290	2,354	838	1,540	2,804	977	1,790	3,254	1,116	2,040	3,704	1,254	2,290	4,154
704	1,300	2,372	843	1,550	2,822	982	1,800	3,272	1,121	2,050	3,722	1,260	2,300	4,172
710	1,310	2,390	849	1,560	2,840	988	1,810	3,290	1,127	2,060	3,740	1,266	2,310	4,190
716	1,320	2,408	854	1,570	2,858	993	1,820	3,308	1,132	2,070	3,758	1,271	2,320	4,208
721	1,330	2,426	860	1,580	2,876	999	1,830	3,326	1,138	2,080	3,776	1,277	2,330	4,226
727	1,340	2,444	866	1,590	2,894	1,004	1,840	3,344	1,143	2,090	3,794	1,282	2,340	4,244
732	1,350	2,462	871	1,600	2,912	1,010	1,850	3,362	1,149	2,100	3,812	1,288	2,350	4,262

C←□→F（つづき）

C		F	C		F	C		F	C	比例部分	F
1,293	2,360	4,280	1,432	2,610	4,730	1,571	2,860	5,180	0.56	1	1.8
1,299	2,370	4,298	1,438	2,620	4,748	1,577	2,870	5,198	1.11	2	3.6
1,304	2,380	4,316	1,443	2,630	4,766	1,582	2,880	5,216	1.67	3	5.4
1,310	2,390	4,334	1,449	2,640	4,784	1,588	2,890	5,234	2.22	4	7.2
1,316	2,400	4,352	1,454	2,650	4,802	1,593	2,900	5,252	2.78	5	9.0
1,321	2,410	4,370	1,460	2,660	4,820	1,599	2,910	5,270	3.33	6	10.8
1,327	2,420	4,388	1,466	2,670	4,838	1,604	2,920	5,288	3.89	7	12.6
1,332	2,430	4,406	1,471	2,680	4,856	1,610	2,930	5,306	4.44	8	14.4
1,338	2,440	4,424	1,477	2,690	4,874	1,616	2,940	5,324	5.00	9	16.2
1,343	2,450	4,442	1,482	2,700	4,892	1,621	2,950	5,342	5.56	10	18.0
1,349	2,460	4,460	1,488	2,710	4,910	1,627	2,960	5,360	1'単位で補間計算するとき は、上表の値を加える。		
1,354	2,470	4,478	1,493	2,720	4,928	1,632	2,970	5,378			
1,360	2,480	4,496	1,499	2,730	4,946	1,638	2,980	5,396			
1,366	2,490	4,514	1,504	2,740	4,964	1,643	2,990	5,414			
1,371	2,500	4,532	1,510	2,750	4,982	1,649	3,000	5,432			
1,377	2,510	4,550	1,516	2,760	5,000	1,654	3,010	5,450			
1,382	2,520	4,568	1,521	2,770	5,018	1,660	3,020	5,468			
1,388	2,530	4,586	1,527	2,780	5,036	1,666	3,030	5,486			
1,393	2,540	4,604	1,532	2,790	5,054	1,671	3,040	5,504			
1,399	2,550	4,622	1,538	2,800	5,072	1,677	3,050	5,522			
1,404	2,560	4,640	1,543	2,810	5,090	1,682	3,060	5,540			
1,410	2,570	4,658	1,549	2,820	5,108	1,688	3,070	5,558			
1,416	2,580	4,676	1,554	2,830	5,126	1,693	3,080	5,576			
1,421	2,590	4,694	1,560	2,840	5,144	1,699	3,090	5,594			
1,427	2,600	4,712	1,566	2,850	5,162	1,704	3,100	5,612			

5-10　元素周期表

日本名
原子番号 記号
原子量

原子量は、^{12}C標準として計算したもの。

水　素
1 H
1.008

	1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	8A			1B	2B	半金属・半導体 3B	4B	非金属 5B	6B	7B	ヘリウム
1																		2 He 4.003
2	リチウム 3 Li 6.941	ベリリウム 4 Be 9.012											ほう素 5 B 10.81	炭　素 6 C 12.01	窒　素 7 N 14.01	酸　素 8 O 16.00	ふっ素 9 F 19.00	ネオン 10 Ne 20.18
3	ナトリウム 11 Na 22.99	マグネシウム 12 Mg 24.31											アルミニウム 13 Al 26.98	けい素 14 Si 28.09	りん 15 P 30.97	硫　黄 16 S 32.07	塩　素 17 Cl 35.45	アルゴン 18 Ar 39.95
4	カリウム 19 K 39.10	カルシウム 20 Ca 40.08	スカンジウム 21 Sc 44.96	チタン 22 Ti 47.87	バナジウム 23 V 50.94	クロム 24 Cr 52.00	マンガン 25 Mn 54.94	鉄 26 Fe 55.85	コバルト 27 Co 58.93	ニッケル 28 Ni 58.69	銅 29 Cu 63.55	亜　鉛 30 Zn 65.38	ガリウム 31 Ga 69.72	ゲルマニウム 32 Ge 72.63	ひ　素 33 As 74.92	セレン 34 Se 78.97	臭　素 35 Br 79.90	クリプトン 36 Kr 83.80
5	ルビジウム 37 Rb 85.47	ストロンチウム 38 Sr 87.62	イットリウム 39 Y 88.91	ジルコニウム 40 Zr 91.22	ニオブ 41 Nb 92.91	モリブデン 42 Mo 95.95	テクネチウム 43 Tc (99)	ルテニウム 44 Ru 101.1	ロジウム 45 Rh 102.9	パラジウム 46 Pd 106.4	銀 47 Ag 107.9	カドミウム 48 Cd 112.4	インジウム 49 In 114.8	すず 50 Sn 118.7	アンチモン 51 Sb 121.8	テルル 52 Te 127.6	よう素 53 I 126.9	キセノン 54 Xe 131.3
6	セシウム 55 Cs 132.9	バリウム 56 Ba 137.3	57～71 ランタノイド	ハフニウム 72 Hf 178.5	タンタル 73 Ta 180.9	タングステン 74 W 183.8	レニウム 75 Re 186.2	オスミウム 76 Os 190.2	イリジウム 77 Ir 192.2	白　金 78 Pt 195.1	金 79 Au 197.0	水　銀 80 Hg 200.6	タリウム 81 Tℓ 204.4	鉛 82 Pb 207.2	ビスマス 83 Bi 209.0	ポロニウム 84 Po (210)	アスタチン 85 At (210)	ラドン 86 Rn (222)
7	フランシウム 87 Fr (223)	ラジウム 88 Ra (226)	89～103 アクチノイド															

57～71 ランタノイド（希土類）	ランタン 57 La 138.9	セリウム 58 Ce 140.1	プラセオジム 59 Pr 140.9	ネオジム 60 Nd 144.2	プロメチウム 61 Pm (145)	サマリウム 62 Sm 150.4	ユウロピウム 63 Eu 152.0	ガドリニウム 64 Gd 157.3	テルビウム 65 Tb 158.9	ジスプロシウム 66 Dy 162.5	ホルミウム 67 Ho 164.9	エルビウム 68 Er 167.3	ツリウム 69 Tm 168.9	イッテルビウム 70 Yb 173.1	ルテチウム 71 Lu 175.0
89～103 アクチノイド	アクチニウム 89 Ac (227)	トリウム 90 Th 232.0	プロトアクチニウム 91 Pa 231.0	ウラン 92 U 238.0	ネプツニウム 93 Np (237)	プルトニウム 94 Pu (239)	アメリシウム 95 Am (243)	キュリウム 96 Cm (247)	バークリウム 97 Bk (247)	カリホルニウム 98 Cf (252)	アインスタイニウム 99 Es (252)	フェルミウム 100 Fm (257)	メンデレビウム 101 Md (258)	ノーベリウム 102 No (259)	ローレンシウム 103 Lr (262)

（原子量は、日本化学会原子量専門委員会「原子量表(2015)」による）

5-11　ＳＩ単位

●SI単位換算率表

	N	dyn	kgf
力	1	1×10^{5}	$1.019\ 72\times10^{-1}$
	1×10^{-5}	1	$1.019\ 72\times10^{-6}$
	9.806 65	$9.806\ 65\times10^{5}$	1

	Pa	kPa	MPa	bar	kgf/cm^2	atm	mmH_2O	mmHg 又は Torr
	1	1×10^{-3}	1×10^{-6}	1×10^{-5}	$1.019\ 72\times10^{-5}$	$9.869\ 23\times10^{-6}$	$1.019\ 72\times10^{-1}$	$7.500\ 62\times10^{-3}$
	1×10^{3}	1	1×10^{-3}	1×10^{-2}	$1.019\ 72\times10^{-2}$	$9.869\ 23\times10^{-3}$	$1.019\ 72\times10^{2}$	7.500 62
圧	1×10^{6}	1×10^{3}	1	1×10	$1.019\ 72\times10$	9.869 23	$1.019\ 72\times10^{5}$	$7.500\ 62\times10^{3}$
	1×10^{5}	1×10^{2}	1×10^{-1}	1	1.019 72	$9.869\ 23\times10^{-1}$	$1.019\ 72\times10^{4}$	$7.500\ 62\times10^{2}$
力	$9.806\ 65\times10^{4}$	$9.806\ 65\times10$	$9.806\ 65\times10^{-2}$	$9.806\ 65\times10^{-1}$	1	$9.678\ 41\times10^{-1}$	1×10^{4}	$7.355\ 59\times10^{2}$
	$1.013\ 25\times10^{5}$	$1.013\ 25\times10^{2}$	$1.013\ 25\times10^{-1}$	1.013 25	1.033 23	1	$1.033\ 23\times10^{4}$	$7.600\ 00\times10^{2}$
	9.806 65	$9.806\ 65\times10^{-3}$	$9.806\ 65\times10^{-6}$	$9.806\ 65\times10^{-5}$	1×10^{-4}	$9.678\ 41\times10^{-5}$	1	$7.355\ 59\times10^{-2}$
	$1.333\ 22\times10^{2}$	$1.333\ 22\times10^{-1}$	$1.333\ 22\times10^{-4}$	$1.333\ 22\times10^{-3}$	$1.359\ 51\times10^{-3}$	$1.315\ 79\times10^{-3}$	$1.359\ 51\times10$	1

（注）　$1Pa=1N/m^2$

	Pa 又は N/m^2	MPa 又は N/mm^2	kgf/mm^2	kgf/cm^2
応	1	1×10^{-6}	$1.019\ 72\times10^{-7}$	$1.019\ 72\times10^{-5}$
	1×10^{6}	1	$1.019\ 72\times10^{-1}$	$1.019\ 72\times10$
力	$9.806\ 65\times10^{6}$	9.806 65	1	1×10^{2}
	$9.806\ 65\times10^{4}$	$9.806\ 65\times10^{-2}$	1×10^{-2}	1

（注）　$1Pa=1N/m^2$　$1MPa=1N/mm^2$

	Pa•s	cP	P
粘	1	1×10^{3}	1×10
	1×10^{-3}	1	1×10^{-2}
度	1×10^{-1}	1×10^{2}	1

（注）　$1P=1dyn\cdot s/cm^2=1g/cm\cdot s$
$1Pa\cdot s=1N\cdot s/m^2$，$1cP=1mPa\cdot s$

動粘度	m^2/s	cSt	St
	1	1×10^{6}	1×10^{4}
	1×10^{-6}	1	1×10^{-2}
	1×10^{-4}	1×10^{2}	1

(注) $1St=1cm^2/s$, $1cSt=1mm^2/s$

仕事・エネルギー・熱量	J	kW・h	kgf・m	kcal
	1	$2.777\ 78\times10^{-7}$	$1.019\ 72\times10^{-1}$	$2.388\ 89\times10^{-4}$
	$3.600\ \times10^{6}$	1	$3.670\ 98\times10^{5}$	$8.600\ 0\ \times10^{2}$
	$9.806\ 65$	$2.724\ 07\times10^{-6}$	1	$2.342\ 70\times10^{-3}$
	$4.186\ 05\times10^{3}$	$1.162\ 79\times10^{-3}$	$4.268\ 58\times10^{2}$	1

(注) 1J=1W・s 1J=1N・m

仕事率(工率・動力)・熱流	W	kgf・m/s	PS	kcal/h
	1	$1.019\ 72\times10^{-1}$	$1.359\ 62\times10^{-3}$	$8.600\ 0\ \times10^{-1}$
	$9.806\ 65$	1	$1.333\ 33\times10^{-2}$	$8.433\ 71$
	$7.355\ \times10^{2}$	$7.5\ \times10$	1	$6.325\ 29\times10^{2}$
	$1.162\ 79$	$1.185\ 72\times10^{-1}$	$1.580\ 95\times10^{-3}$	1

(注) 1W=1J/s PS：仏馬力

熱伝導率	W/(m・K)	kcal/(h・m・℃)
	1	$8.600\ 0\times10^{-1}$
	$1.162\ 79$	1

熱伝達係数	W/(m²・K)	kcal/(h・m²・℃)
	1	$8.600\ 0\times10^{-1}$
	$1.162\ 79$	1

比熱	J/(kg・K)	kcal/(kg・℃) cal/(g・℃)
	1	$2.388\ 89\times10^{-4}$
	$4.186\ 05\times10^{3}$	1

5-12　各種推定式

●DIの計算（ASTM　A255-10）

焼入性指数　in.

% Alloy	Carbon-Grain Size 7	Mn	Si	Ni	Cr	Mo	Cu	V	Zr
0.01	0.005	1.033	1.007	1.004	1.022	1.03	1.00	1.02	1.02
0.02	0.011	1.067	1.014	1.007	1.043	1.06	1.01	1.03	1.05
0.03	0.016	1.100	1.021	1.011	1.065	1.09	1.01	1.05	1.07
0.04	0.022	1.133	1.028	1.015	1.086	1.12	1.01	1.07	1.10
0.05	0.027	1.167	1.035	1.018	1.108	1.15	1.02	1.09	1.12
0.06	0.032	1.200	1.042	1.022	1.130	1.18	1.02	1.10	1.15
0.07	0.038	1.233	1.049	1.025	1.151	1.21	1.03	1.12	1.17
0.08	0.043	1.267	1.056	1.029	1.173	1.24	1.03	1.14	1.20
0.09	0.049	1.300	1.063	1.033	1.194	1.27	1.03	1.16	1.22
0.10	0.054	1.333	1.070	1.036	1.216	1.30	1.04	1.17	1.25
0.11	0.059	1.367	1.077	1.040	1.238	1.33	1.04	1.19	1.27
0.12	0.065	1.400	1.084	1.044	1.259	1.36	1.05	1.21	1.30
0.13	0.070	1.433	1.091	1.047	1.281	1.39	1.05	1.22	1.32
0.14	0.076	1.467	1.098	1.051	1.302	1.42	1.05	1.24	1.35
0.15	0.081	1.500	1.105	1.054	1.324	1.45	1.05	1.26	1.37
0.16	0.086	1.533	1.112	1.058	1.346	1.48	1.06	1.28	1.40
0.17	0.092	1.567	1.119	1.062	1.367	1.51	1.06	1.29	1.42
0.18	0.097	1.600	1.126	1.065	1.389	1.54	1.07	1.31	1.45
0.19	0.103	1.633	1.133	1.069	1.410	1.57	1.07	1.33	1.47
0.20	0.108	1.667	1.140	1.073	1.432	1.60	1.07	1.35	1.50
0.21	0.113	1.700	1.147	1.076	1.454	1.63	1.08	…	1.52
0.22	0.119	1.733	1.154	1.080	1.475	1.66	1.08	…	1.55
0.23	0.124	1.767	1.161	1.083	1.497	1.69	1.08	…	1.57
0.24	0.130	1.800	1.168	1.087	1.518	1.72	1.09	…	1.60
0.25	0.135	1.833	1.175	1.091	1.540	1.75	1.09	…	1.62
0.26	0.140	1.867	1.182	1.094	1.562	1.78	1.09	…	…
0.27	0.146	1.900	1.189	1.098	1.583	1.81	1.10	…	…
0.28	0.151	1.933	1.196	1.102	1.605	1.84	1.10	…	…
0.29	0.157	1.967	1.203	1.105	1.626	1.87	1.11	…	…
0.30	0.162	2.000	1.210	1.109	1.648	1.90	1.11	…	…

（つづき）

% Alloy	Carbon-Grain Size 7	Mn	Si	Ni	Cr	Mo	Cu	V	Zr
0.31	0.167	2.033	1.217	1.113	1.670	1.93	1.11	…	…
0.32	0.173	2.067	1.224	1.117	1.691	1.96	1.12	…	…
0.33	0.178	2.100	1.231	1.120	1.713	1.99	1.12	…	…
0.34	0.184	2.133	1.238	1.123	1.734	2.02	1.12	…	…
0.35	0.189	2.167	1.245	1.127	1.756	2.05	1.13	…	…
0.36	0.194	2.200	1.252	1.131	1.778	2.08	1.13	…	…
0.37	0.200	2.233	1.259	1.134	1.799	2.11	1.14	…	…
0.38	0.205	2.267	1.266	1.138	1.821	2.14	1.14	…	…
0.39	0.211	2.300	1.273	1.142	1.842	2.17	1.14	…	…
0.40	0.214	2.333	1.280	1.145	1.864	2.20	1.15	…	…
0.41	0.216	2.367	1.287	1.149	1.886	2.23	1.15	…	…
0.42	0.218	2.400	1.294	1.152	1.907	2.26	1.15	…	…
0.43	0.220	2.433	1.301	1.156	1.929	2.29	1.16	…	…
0.44	0.223	2.467	1.308	1.160	1.950	2.32	1.16	…	…
0.45	0.225	2.500	1.315	1.163	1.972	2.35	1.16	…	…
0.46	0.228	2.533	1.322	1.167	1.994	2.38	1.17	…	…
0.47	0.230	2.567	1.329	1.171	2.015	2.41	1.17	…	…
0.48	0.233	2.600	1.336	1.174	2.037	2.44	1.18	…	…
0.49	0.235	2.633	1.343	1.178	2.058	2.47	1.18	…	…
0.50	0.238	2.667	1.350	1.182	2.080	2.50	1.18	…	…
0.51	0.240	2.700	1.357	1.185	2.102	2.53	1.19	…	…
0.52	0.243	2.733	1.364	1.189	2.123	2.56	1.19	…	…
0.53	0.246	2.767	1.371	1.192	2.145	2.59	1.19	…	…
0.54	0.249	2.800	1.378	1.196	2.166	2.62	1.20	…	…
0.55	0.252	2.833	1.385	1.200	2.188	2.65	1.20	…	…
0.56	0.253	2.867	1.392	1.203	2.210	…	…	…	…
0.57	0.255	2.900	1.399	1.207	2.231	…	…	…	…
0.58	0.258	2.933	1.406	1.211	2.253	…	…	…	…
0.59	0.260	2.967	1.413	1.214	2.274	…	…	…	…
0.60	0.262	3.000	1.420	1.218	2.296	…	…	…	…

（つづき）

% Alloy	Carbon-Grain Size 7	Mn	Si	Ni	Cr	Mo	Cu	V	Zr
0.61	0.264	3.033	1.427	1.222	2.318	···	···	···	···
0.62	0.267	3.067	1.434	1.225	2.339	···	···	···	···
0.63	0.269	3.100	1.441	1.229	2.361	···	···	···	···
0.64	0.271	3.133	1.448	1.232	2.382	···	···	···	···
0.65	0.273	3.167	1.455	1.236	2.404	···	···	···	···
0.66	0.275	3.200	1.462	1.240	2.426	···	···	···	···
0.67	0.277	3.233	1.469	1.243	2.447	···	···	···	···
0.68	0.279	3.267	1.476	1.247	2.469	···	···	···	···
0.69	0.281	3.300	1.483	1.250	2.490	···	···	···	···
0.70	0.283	3.333	1.490	1.254	2.512	···	···	···	···
0.71	0.285	3.367	1.497	1.258	2.534	···	···	···	···
0.72	0.287	3.400	1.504	1.261	2.555	···	···	···	···
0.73	0.289	3.433	1.511	1.265	2.577	···	···	···	···
0.74	0.291	3.467	1.518	1.269	2.598	···	···	···	···
0.75	0.293	3.500	1.525	1.272	2.620	···	···	···	···
0.76	0.295	3.533	1.532	1.276	2.642	···	···	···	···
0.77	0.297	3.567	1.539	1.280	2.663	···	···	···	···
0.78	0.299	3.600	1.546	1.283	2.685	···	···	···	···
0.79	0.301	3.633	1.553	1.287	2.706	···	···	···	···
0.80	0.303	3.667	1.560	1.290	2.728	···	···	···	···
0.81	0.305	3.700	1.567	1.294	2.750	···	···	···	···
0.82	0.307	3.733	1.574	1.298	2.771	···	···	···	···
0.83	0.308	3.767	1.581	1.301	2.793	···	···	···	···
0.84	0.310	3.800	1.588	1.305	2.814	···	···	···	···
0.85	0.312	3.833	1.595	1.309	2.836	···	···	···	···
0.86	0.314	3.867	1.602	1.312	2.858	···	···	···	···
0.87	0.316	3.900	1.609	1.316	2.879	···	···	···	···
0.88	0.318	3.933	1.616	1.319	2.901	···	···	···	···
0.89	0.319	3.967	1.623	1.323	2.922	···	···	···	···
0.90	0.321	4.000	1.630	1.327	2.944	···	···	···	···

（つづき）

% Alloy	Carbon-Grain Size 7	Mn	Si	Ni	Cr	Mo	Cu	V	Zr
0.91	···	4.033	1.637	1.330	2.966	···	···	···	···
0.92	···	4.067	1.644	1.334	2.987	···	···	···	···
0.93	···	4.100	1.651	1.338	3.009	···	···	···	···
0.94	···	4.133	1.658	1.341	3.030	···	···	···	···
0.95	···	4.167	1.665	1.345	3.052	···	···	···	···
0.96	···	4.200	1.672	1.348	3.074	···	···	···	···
0.97	···	4.233	1.679	1.352	3.095	···	···	···	···
0.98	···	4.267	1.686	1.356	3.117	···	···	···	···
0.99	···	4.300	1.693	1.359	3.138	···	···	···	···
1.00	···	4.333	1.700	1.363	3.160	···	···	···	···
1.01	···	4.367	1.707	1.367	3.182	···	···	···	···
1.02	···	4.400	1.714	1.370	3.203	···	···	···	···
1.03	···	4.433	1.721	1.374	3.225	···	···	···	···
1.04	···	4.467	1.728	1.378	3.246	···	···	···	···
1.05	···	4.500	1.735	1.381	3.268	···	···	···	···
1.06	···	4.533	1.742	1.385	3.290	···	···	···	···
1.07	···	4.567	1.749	1.388	3.311	···	···	···	···
1.08	···	4.600	1.756	1.392	3.333	···	···	···	···
1.09	···	4.633	1.763	1.396	3.354	···	···	···	···
1.10	···	4.667	1.770	1.399	3.376	···	···	···	···
1.11	···	4.700	1.777	1.403	3.398	···	···	···	···
1.12	···	4.733	1.784	1.407	3.419	···	···	···	···
1.13	···	4.767	1.791	1.410	3.441	···	···	···	···
1.14	···	4.800	1.798	1.414	3.462	···	···	···	···
1.15	···	4.833	1.805	1.417	3.484	···	···	···	···
1.16	···	4.867	1.812	1.421	3.506	···	···	···	···
1.17	···	4.900	1.819	1.425	3.527	···	···	···	···
1.18	···	4.933	1.826	1.428	3.549	···	···	···	···
1.19	···	4.967	1.833	1.432	3.570	···	···	···	···
1.20	···	5.000	1.840	1.436	3.592	···	···	···	···

（つづき）

% Alloy	Carbon-Grain Size 7	Mn	Si	Ni	Cr	Mo	Cu	V	Zr
1.21	···	5.051	1.847	1.439	3.614	···	···	···	···
1.22	···	5.102	1.854	1.443	3.635	···	···	···	···
1.23	···	5.153	1.861	1.446	3.657	···	···	···	···
1.24	···	5.204	1.868	1.450	3.678	···	···	···	···
1.25	···	5.255	1.875	1.454	3.700	···	···	···	···
1.26	···	5.306	1.882	1.457	3.722	···	···	···	···
1.27	···	5.357	1.889	1.461	3.743	···	···	···	···
1.28	···	5.408	1.896	1.465	3.765	···	···	···	···
1.29	···	5.459	1.903	1.468	3.786	···	···	···	···
1.30	···	5.510	1.910	1.472	3.808	···	···	···	···
1.31	···	5.561	1.917	1.476	3.830	···	···	···	···
1.32	···	5.612	1.924	1.479	3.851	···	···	···	···
1.33	···	5.663	1.931	1.483	3.873	···	···	···	···
1.34	···	5.714	1.938	1.486	3.894	···	···	···	···
1.35	···	5.765	1.945	1.490	3.916	···	···	···	···
1.36	···	5.816	1.952	1.494	3.938	···	···	···	···
1.37	···	5.867	1.959	1.497	3.959	···	···	···	···
1.38	···	5.918	1.966	1.501	3.981	···	···	···	···
1.39	···	5.969	1.973	1.505	4.002	···	···	···	···
1.40	···	6.020	1.980	1.508	4.024	···	···	···	···
1.41	···	6.071	1.987	1.512	4.046	···	···	···	···
1.42	···	6.122	1.994	1.515	4.067	···	···	···	···
1.43	···	6.173	2.001	1.519	4.089	···	···	···	···
1.44	···	6.224	2.008	1.523	4.110	···	···	···	···
1.45	···	6.275	2.015	1.526	4.132	···	···	···	···
1.46	···	6.326	2.022	1.530	4.154	···	···	···	···
1.47	···	6.377	2.029	1.534	4.175	···	···	···	···
1.48	···	6.428	2.036	1.537	4.197	···	···	···	···
1.49	···	6.479	2.043	1.541	4.218	···	···	···	···
1.50	···	6.530	2.050	1.545	4.240	···	···	···	···

（つづき）

% Alloy	Carbon-Grain Size 7	Mn	Si	Ni	Cr	Mo	Cu	V	Zr
1.51	···	6.581	2.057	1.547	4.262	···	···	···	···
1.52	···	6.632	2.064	1.552	4.283	···	···	···	···
1.53	···	6.683	2.071	1.556	4.305	···	···	···	···
1.54	···	6.734	2.078	1.561	4.326	···	···	···	···
1.55	···	6.785	2.085	1.565	4.348	···	···	···	···
1.56	···	6.836	2.092	1.570	4.370	···	···	···	···
1.57	···	6.887	2.099	1.574	4.391	···	···	···	···
1.58	···	6.938	2.106	1.579	4.413	···	···	···	···
1.59	···	6.989	2.113	1.583	4.434	···	···	···	···
1.60	···	7.040	2.120	1.588	4.456	···	···	···	···
1.61	···	7.091	2.127	1.593	4.478	···	···	···	···
1.62	···	7.142	2.134	1.597	4.499	···	···	···	···
1.63	···	7.193	2.141	1.602	4.521	···	···	···	···
1.64	···	7.244	2.148	1.606	4.542	···	···	···	···
1.65	···	7.295	2.155	1.611	4.564	···	···	···	···
1.66	···	7.346	2.162	1.615	4.586	···	···	···	···
1.67	···	7.397	2.169	1.620	4.607	···	···	···	···
1.68	···	7.448	2.176	1.624	4.629	···	···	···	···
1.69	···	7.499	2.183	1.629	4.650	···	···	···	···
1.70	···	7.550	2.190	1.633	4.672	···	···	···	···
1.71	···	7.601	2.197	1.638	4.694	···	···	···	···
1.72	···	7.652	2.204	1.643	4.715	···	···	···	···
1.73	···	7.703	2.211	1.647	4.737	···	···	···	···
1.74	···	7.754	2.218	1.652	4.759	···	···	···	···
1.75	···	7.805	2.225	1.656	4.780	···	···	···	···
1.76	···	7.856	2.232	1.661	4.802	···	···	···	···
1.77	···	7.907	2.239	1.666	4.823	···	···	···	···
1.78	···	7.958	2.246	1.670	4.845	···	···	···	···
1.79	···	8.009	2.253	1.675	4.866	···	···	···	···
1.80	···	8.060	2.260	1.679	4.888	···	···	···	···

（つづき）

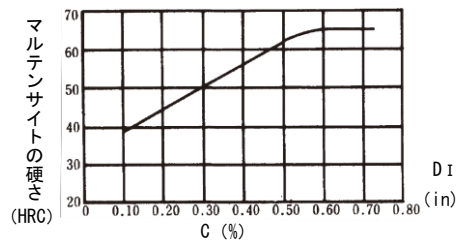
% Alloy	Carbon-Grain Size 7	Mn	Si	Ni	Cr	Mo	Cu	V	Zr
1.81	···	8.111	2.267	1.684	4.910	···	···	···	···
1.82	···	8.162	2.274	1.689	4.931	···	···	···	···
1.83	···	8.213	2.281	1.693	4.953	···	···	···	···
1.84	···	8.264	2.288	1.698	4.974	···	···	···	···
1.85	···	8.315	2.295	1.703	4.990	···	···	···	···
1.86	···	8.366	2.302	1.708	5.018	···	···	···	···
1.87	···	8.417	2.309	1.712	5.039	···	···	···	···
1.88	···	8.468	2.316	1.717	5.061	···	···	···	···
1.89	···	8.519	2.323	1.722	5.082	···	···	···	···
1.90	···	8.570	2.330	1.727	5.104	···	···	···	···
1.91	···	8.621	2.337	1.732	5.126	···	···	···	···
1.92	···	8.672	2.344	1.736	5.147	···	···	···	···
1.93	···	8.723	2.351	1.741	5.169	···	···	···	···
1.94	···	8.774	2.358	1.746	5.190	···	···	···	···
1.95	···	8.825	2.365	1.751	5.212	···	···	···	···
1.96	···	···	2.372	1.756	5.234	···	···	···	···
1.97	···	···	2.379	1.761	5.255	···	···	···	···
1.98	···	···	2.386	1.766	5.277	···	···	···	···
1.99	···	···	2.393	1.771	5.298	···	···	···	···
2.00	···	···	2.400	1.776	5.320	···	···	···	···

計算例

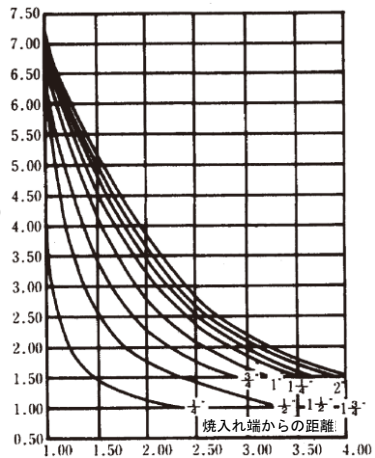
DI の計算（ASTM A255 – 10）

元素	%	焼入性指数
Carbon	0.22	0.119
Manganese	0.80	3.667
Silicon	0.18	1.126
Nickel	0.10	1.036
Chromium	0.43	1.929
Molybdenum	0.25	1.75
Copper	0.10	1.04
Vanadium	0.05	1.09

●焼入硬さの推定方法



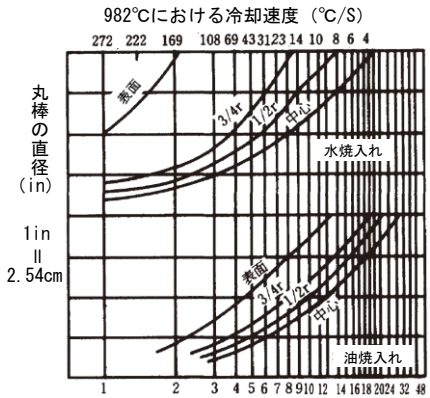
1/16in硬さ(IH)とC含有量との関係



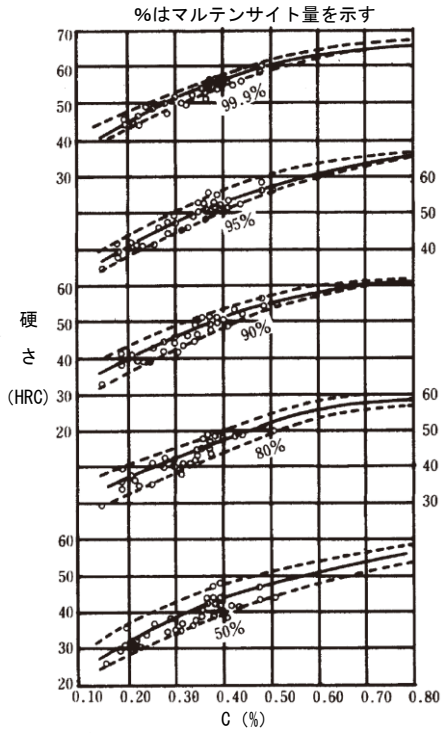
$\frac{IH}{DH}$の比

DIとIH DHとの関係（1in＝2.54cm）

（金属データブック、1984、丸善）



(Society of Automotive Engineers Handbook(1952),114.)



硬さと炭素量によりマルテンサイト量を求める方法

●熱処理計算式

A_{C1}(℃)＝723－14×%Mn＋22×%Si－14.4×%Ni＋23.3×%C r

A_{C3}(℃)＝854－180×%C－14×%Mn＋44×%Si－17.8×%Ni－1.7×%Cr

〔C＝0.3～0.6%、Mn＝0～2%、Si＝0～1%、Ni＝0～3.5%、Cr＝0～1.5%、Mo＝0～0.5%〕

Ms(℃)＝550-350×%C－40×%Mn－35×%V－20×%Cr－17×%Ni－10×%Cu－10×%Mo－5×%W

＋15×%Co＋30×%Al

Mf(100%M、℃)＝Ms－(215±15)

Mf(90%M、℃)＝Ms－(103±12)

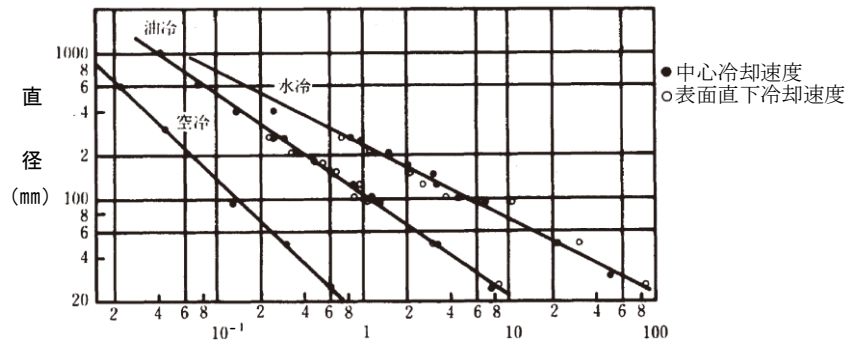
Mf(50%M、℃)＝Ms－(47±9)

C当量（溶接用、JIS G 3106）＝ $C+\frac{Mn}{6}+\frac{Si}{24}+\frac{Ni}{40}+\frac{Cr}{5}+\frac{Mo}{4}+\frac{V}{14}$　(C～Vは、それぞれの%)

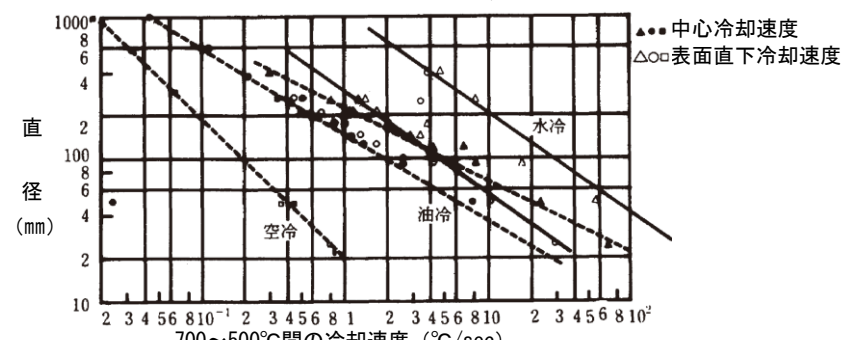
C当量（非調質鋼用）＝ $C+\frac{1}{7}Si+\frac{1}{5}Mn+\frac{1}{9}Cr+\frac{1}{2}V$

Ni当量＝ $Ni+0.5Mn+30(C+N-0.04)-\frac{1}{12}(Cr+1.8Mo+2.5Si-16)^2-12$

●冷却速度



600～300℃間の冷却速度（℃/sec）



700～500℃間の冷却速度（℃/sec）

（鉄と鋼、54（1968）P.416）

●焼入性を規定する方法とジョミニーカーブ活用法

(1)焼入性を規定する方法。

以下の2つの方法があります。

①ある一定の水冷端からの距離（一点又は複数点）での硬さを規定する。

例　A点（4.5㎜）　J4.5㎜＝44/54HRCとする。

②指定する最高硬さ、最低硬さに対する距離を規定する。

例　A点　J44/54HRC＝4.5㎜とする。

または指定する硬さに対する距離の範囲を規定する。

例　B点　J38HRC＝7.5/15㎜とする。

(2)ジョミニーカーブの活用法

ジョミニーカーブは、上記のように焼入性を規定する一つの方法でありますが、同時に焼入熱処理に関する実用的な情報を読みとることができます。

①ジョミニー試験における焼入端からの各距離は、一定の冷却速度を示すものなので、ある質量の鋼を水冷又は油冷した時の冷却速度に対応させることができます。この関係が右図の表に示されております。

例：J9㎜は、油冷の場合φ25丸棒の中心、φ60丸棒の表面、水冷の場合φ40丸棒の中心、φ70丸棒の3/4半径位置などの冷却速度に対応していることを示します。

②今、φ30棒に相当する質量の部品で中心部でも35HRC以上にしたいという場合を考えます。

●φ30棒の中心の油冷時の冷却は、J12㎜に相当する。

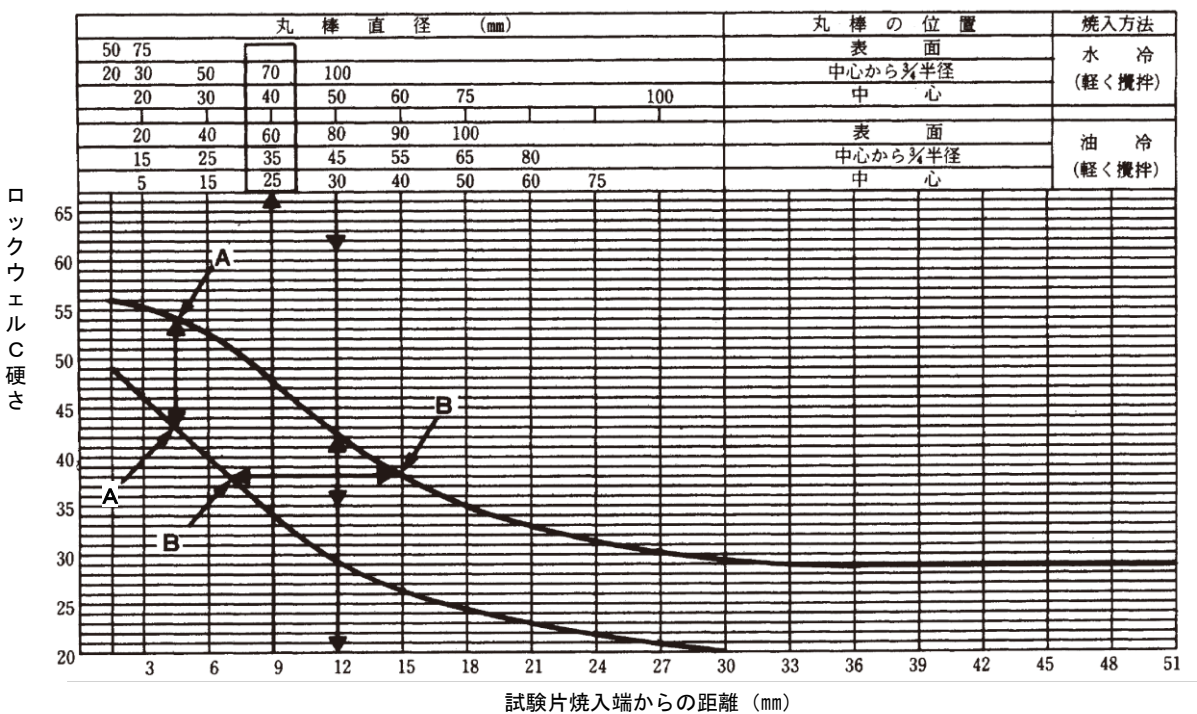
●（P322)次項のジョミニーバンドでは、J12㎜＝30/43HRC

ですから、このままでは確実にHRC35以上は得られません。

J12㎜＝35/43HRCに規定を厳しくするか、J12㎜＝35HRC以上となる別の鋼種を選定する必要があります。

このようにして、部品の質量と鋼材のジョミニーカーブがわかっていると、熱処理の結果を概略推定することが可能となります。

●ジョミニーカーブの見方



●H値、ジョミニー相当距離

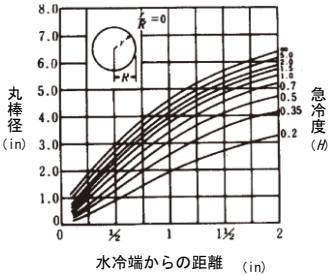
かきまぜによるH値の変化〔cm^{-1}〕

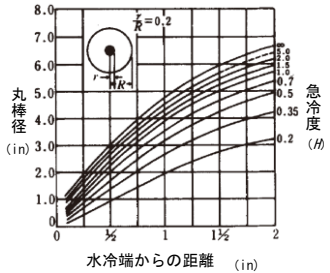
かきまぜの程度	空気	油	水	食塩水	塩浴（205℃）
静止	0.008	0.098～0.118	0.354～0.394	0.79	0.197～0.315
わずか	—	0.118～0.138	0.394～0.433	079～0.87	—
ゆるやか	—	0.138～0.157	0.472～0.512	—	—
中程度	—	0.157～0.197	0.551～0.591	—	—
強い	0.05	0.197～0.315	0.630～0.787	—	—
強烈	—	0.315～0.433	1.58	1.97	—
ジョミニーの噴水	—	—	2.165	—	0.886

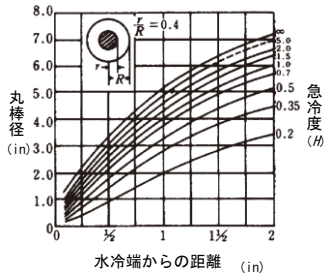
焼入れされた丸棒の中心部硬さに相当するジョミニーテスト結果の焼入れ端からの距離

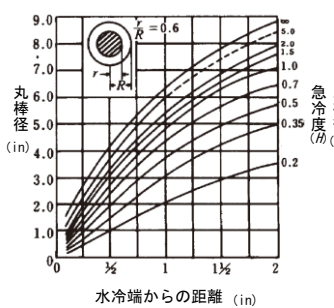
丸棒の直径〔in〕	丸棒が焼入れされた時のジョミニーテスト焼入端からの距離〔1/16in〕	
	水焼入れの場合	油焼入れの場合
0.5	1	3
1.0	3	6
1.5	5	9
2.0	8	12
2.5	10	14
3.0	13	17
3.5	15	21
4.0	18	26

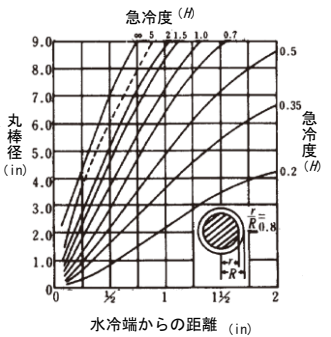
例　油焼入れされた直径1.5inの試験片の中心硬度が、同一溶解（チャージ）の試片のジョミニーテスト結果の焼入端から9/16inの位置の硬さより低くてはならない。水焼入れの場合ならば5/16inの位置の硬さより低くてはならない。
（鋼の熱処理、1969、丸善）

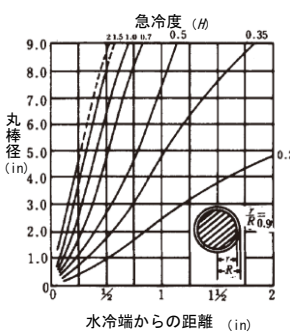

r/R=0
丸棒径 (in)
急冷度 (H)
水冷端からの距離 (in)

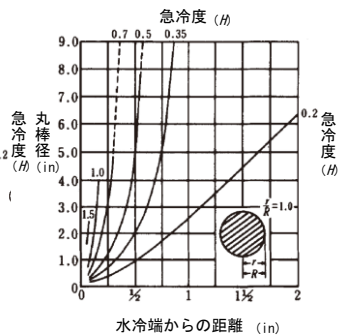

r/R=0.2
丸棒径 (in)
急冷度 (H)
水冷端からの距離 (in)


r/R=0.4
丸棒径 (in)
急冷度 (H)
水冷端からの距離 (in)


r/R=0.6
丸棒径 (in)
急冷度 (H)
水冷端からの距離 (in)


急冷度 (H)
r/R=0.8
丸棒径 (in)
急冷度 (H)
水冷端からの距離 (in)

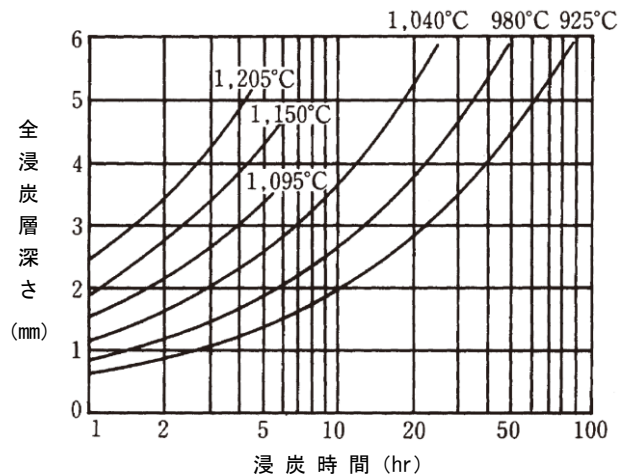

急冷度 (H)
r/R=0.9
丸棒径 (in)
急冷度 (H)
水冷端からの距離 (in)


急冷度 (H)
r/R=1.0
丸棒径 (in)
急冷度 (H)
水冷端からの距離 (in)

●浸炭深さの計算

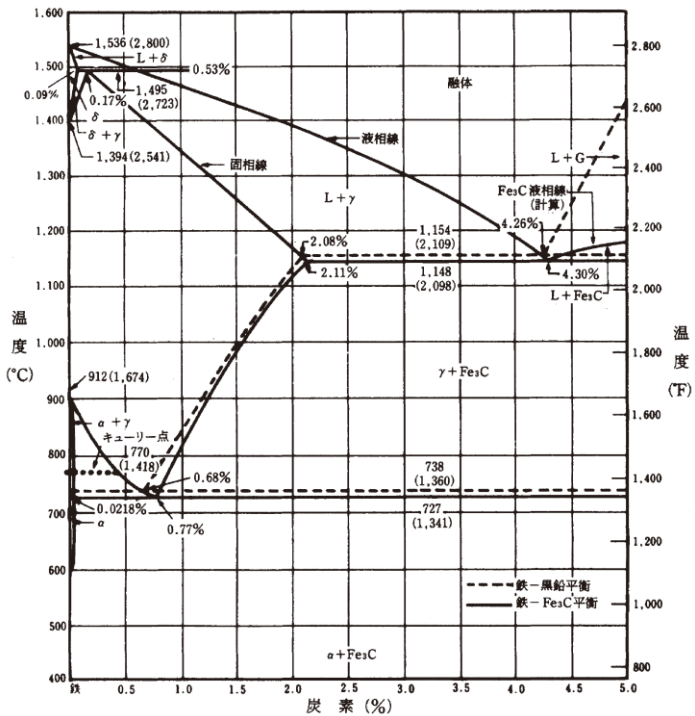
D（mm）＝K・$\sqrt{t}$　　D：全浸炭深さ（mm）、K：定数、t：時間（hr）

浸炭温度	K
871℃	0.457
899℃	0.535
927℃	0.635



ガス高温浸炭における浸炭時間と浸炭層深さとの関係

5-13　鉄 - 炭素系2元平衡状態図



5-14　製品分析の許容変動値

製品分析を指定された場合の分析値の変動は、材料規格の上限値、下限値から以下の規格で決められた範囲まで許容される。ただし、この許容値は、製品の取鍋分析値からの許容値ではない。

ＪＩＳ　Ｇ　0321（2017）

表1　炭素鋼鋼材の製品分析の許容変動値

成分	化学成分規定値の最大値（%）	許容変動値（%）		成分	化学成分規定値の最大値（%）	許容変動値（%）	
		下限	上限			下限	上限
C	0.15以下	0.02	0.03	Mn	0.60以下	0.03	0.03
	0.15を超え0.40以下	0.03	0.04		0.60を超え1.15以下	0.04	0.04
	0.40を超え0.80以下	0.03	0.05		1.15を超え1.65以下	0.05	0.05
	0.80を超えるもの	0.03	0.06	P	0.060以下	—	0.010
Si	0.30以下	0.02	0.03	S	0.060以下	—	0.010
	0.30を超え0.60以下	0.05	0.05	Cu	最小値規定の場合	0.02	—

表2　炭素鋼鋼材の製品分析の許容変動値

成分	化学成分規定値の最大値（%）	製品断面積に対する許容変動値（%）							
		65000㎟以下		65000㎟を超え130000㎟以下		130000㎟を超え260000㎟以下		260000㎟を超え520000㎟以下	
		下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限
C	0.25以下	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05
	0.25を超え0.55以下	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06	0.06
	0.55を超えるもの	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06	0.06	0.07	0.07
Si	0.35以下	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04
	0.35を超え0.60以下	0.05	0.05	—	—	—	—	—	—
Mn	0.90以下	0.03	0.03	0.04	0.04	0.06	0.06	0.07	0.07
	0.90を超え1.65以下	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.08	0.08
P	0.050以下	—	0.008	—	0.010	—	0.010	—	0.015
S	0.060以下	—	0.008	—	0.010	—	0.010	—	0.015
Cu	最小値規定の場合	0.02	—	0.03	—	—	—	—	—

表3　合金鋼鋼材の製品分析の許容変動値

成 分	化学成分規定値の最大値（%）	製品断面積に対する許容変動値（%）							
		65000㎟以下		65000㎟を超え130000㎟以下		130000㎟を超え260000㎟以下		260000㎟を超え520000㎟以下	
		下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限
C	0.30以下	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04
	0.30を超え0.75以下	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05
	0.75を超えるもの	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06	0.06
Si	0.35以下	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04
	0.35を超え2.20以下	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07
Mn	0.90以下	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06	0.06
	0.90を超え2.10以下	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06	0.06	0.07	0.07
P	0.050以下	—	0.005	—	0.010	—	0.010	—	0.010
S	0.060以下	—	0.005	—	0.010	—	0.010	—	0.010
Cu	1.00以下	0.03	0.03	—	—	—	—	—	—
	1.00を超え2.00以下	0.05	0.05	—	—	—	—	—	—
Ni	1.00以下	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
	1.00を超え2.00以下	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	2.00を超え5.30以下	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
	5.30を超え10.00以下	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Cr	0.90以下	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05
	0.90を超え2.10以下	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07
	2.10を超え10.00以下	0.10	0.10	0.10	0.10	0.12	0.12	0.14	0.14
Mo	0.20以下	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03
	0.20を超え0.40以下	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04
	0.40を超え1.15以下	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06	0.06

表3　合金鋼鋼材の製品分析の許容変動値（つづき）

成 分	化学成分規定値の最大値（%）	製品断面積に対する許容変動値（%）							
		65000㎟以下		65000㎟を超え130000㎟以下		130000㎟を超え260000㎟以下		260000㎟を超え520000㎟以下	
		下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限
V	0.10以下	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	0.10を超え0.25以下	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	0.25を超え0.50以下	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
	最小偏規定値の場合	0.01	—	0.01	—	0.01	—	0.01	—
W	1.00以下	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06
	1.00を超え4.00以下	0.08	0.08	0.09	0.09	0.10	0.10	0.12	0.12
Al	1.50以下	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

表4　ステンレス鋼及び耐熱鋼鋼材の製品分析の許容変動値

成 分	化学成分規定値の最大値（%）	許容変動値（%）	
		下 限	上 限
C	0.030以下	—	0.005
	0.030を超え　0.20以下	0.01	0.01
	0.20 を超え　0.60以下	0.02	0.02
	0.60 を超え　1.20以下	0.03	0.03
Si	1.00以下	—	0.05
	1.00 を超え　4.50以下	0.10	0.10
	4.50 を超え　7.00以下	0.15	0.15
Mn	1.00以下	0.03	0.03
	1.00 を超え　3.00以下	0.04	0.04
	3.00 を超え　6.00以下	0.05	0.05
	6.00 を超え 10.00以下	0.06	0.06
P	0.045以下	—	0.005
	0.045 を超え 0.20以下	0.010	0.010
S	0.040以下	—	0.005
	0.040 を超え 0.20以下	0.010	0.010
Ni	1.00以下	—	0.03
	1.00 を超え　5.00以下	0.07	0.07
	5.00 を超え 10.00以下	0.10	0.10
	10.00を超え 20.00以下	0.15	0.15
	20.00を超え 27.00以下	0.20	0.20
	27.00を超え 30.00以下	0.25	0.25
	30.00を超え 40.00以下	0.30	0.30

表4　ステンレス鋼及び耐熱鋼鋼材の製品分析の許容変動値（つづき）

成 分	化学成分規定値の最大値（%）	許容変動値（%）		成 分	化学成分規定値の最大値（%）	許容変動値（%）	
		下 限	上 限			下 限	上 限
Cr	4.00を超え　10.00以下	0.10	0.10	Nb+Ta	1.50以下	0.05	0.05
	10.00を超え 15.00以下	0.15	0.15	Al	0.15以下	0.005	0.01
	15.00を超え 20.00以下	0.20	0.20		0.15 を超え　0.50以下	0.05	0.05
	20.00を超え 35.00以下	0.25	0.25		0.50 を超え　2.00以下	0.10	0.10
Mo	0.20を超え　0.60以下	0.03	0.03		2.00 を超え　5.00以下	0.20	0.20
	0.60を超え　2.00以下	0.05	0.05	N	0.02以下	0.005	0.005
	2.00を超え　8.00以下	0.10	0.10		0.02 を超え　0.19以下	0.01	0.01
Cu	0.50以下	—	0.03		0.19 を超え　0.25以下	0.02	0.02
	0.50を超え　1.00以下	0.05	0.05		0.25 を超え　0.35以下	0.03	0.03
	1.00を超え　3.00以下	0.10	0.10		0.35 を超え　0.45以下	0.04	0.04
	3.00を超え　5.00以下	0.15	0.15		0.45 を超え　0.55以下	0.05	0.05
W	1.00以下	0.03	0.03	Co	15.00を超え 22.00以下	0.20	0.20
	1.00を超え　2.00以下	0.05	0.05	V	0.50以下	0.03	0.03
	2.00を超え　5.00以下	0.07	0.07	Se	全て	0.03	0.03
Ti	1.00以下	0.05	0.05	B	0.001以上　0.010以下	0.0004	0.001
	1.00を超え　3.00以下	0.07	0.07	Zr	0.10を超え　0.80以下	0.05	0.05
Nb	1.50以下	0.05	0.05				

特殊鋼棒鋼

機械構造用炭素鋼・合金鋼(JIS鋼種)

機械構造用炭素鋼鋼材	ニッケルクロム鋼鋼材
45 SXXC	631 SNC
ニッケルクロムモリブデン鋼鋼材	**クロム鋼鋼材**
220 SNCM	435 SCr
クロムモリブデン鋼鋼材	**機械構造用マンガン鋼鋼材**
415 SCM	443 SMn
機械構造用マンガンクロム鋼鋼材	**アルミニウムクロムモリブデン鋼鋼材**
443 SMnC	645 SACM

特 殊 用 途

ステンレス棒鋼・耐熱鋼

SUS304　SUS316　SUS316L

SUS403　SUS420J2

その他ステンレス鋼棒・耐熱鋼棒

SUH446　SUS303

SUS, SUH　SUS, SUH

（フェライト系、マルテンサイト系）　（オーステナイト系、析出硬化系 オーステナイト・フェライト系）

1995年4月25日改正

（注）種類の記号の数字番号及び付加記号は一例である。

の色別表示

鋼（JIS鋼種）

炭素工具鋼鋼材			
7	SK		
高速度工具鋼鋼材			
2	SKH（タングステン系）	51	SKH（モリブデン系）
合金工具鋼鋼材			
5	SKS	4	SKT
11	SKD（冷間金型用）	6	SKD（熱間金型用）
ばね鋼鋼材		**硫黄及び硫黄複合快削鋼鋼材**	
6	SUP	41	SUM
高炭素クロム軸受鋼鋼材			
3	SUJ		

付加記号付き鋼種（JIS鋼種）

機械構造用炭素鋼(はだ(肌)焼用)		焼入性を保証した構造用鋼鋼材(H鋼)	
15K	(S15CK)	435H	(SCM435H)
鉛添加鋼鋼材		硫黄添加鋼鋼材	
38L	(S38CL)	10S	(S10CS)
カルシウム添加鋼鋼材		複合添加鋼鋼材	
40U	(S40CU)	12LS	(S12CLS)

付加記号付き鋼種（自動車規格鋼種）

ボロン鋼鋼材		焼入性を保証した構造用鋼鋼材(H鋼)	
AB35	(ASB35)	A320H	(ASCM320H)
鉛添加鋼鋼材		硫黄添加鋼鋼材	
48L1	(S48CL1)	48S2	(S48CS2)
複合添加鋼鋼材			
48L1S1	(S48CL1S1)		