

LEX-ZERO[®]

Low Expansion Material
LEX総合カタログ



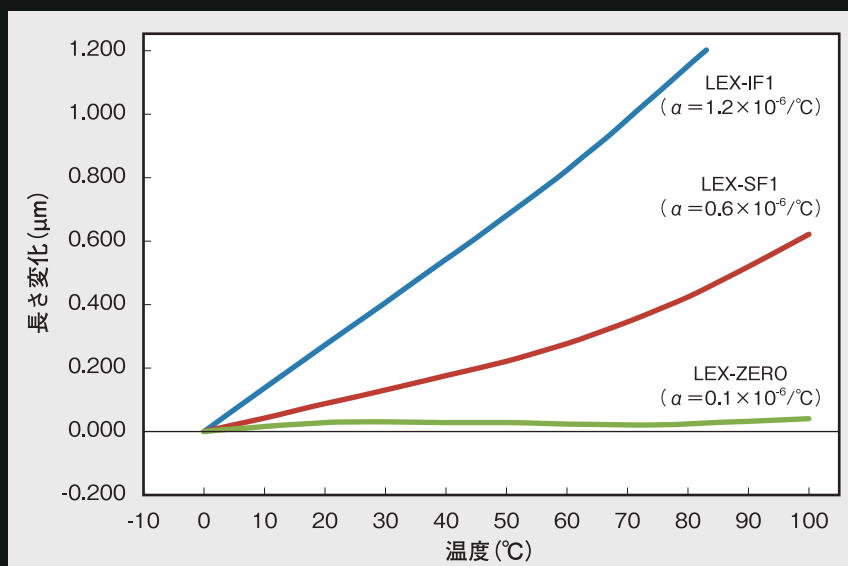
日本鑄造

LEX-ZERO[®]

究極の『熱膨張ゼロの合金材料』

「LEX-ZERO」はその名のとおり事実上「ゼロ膨張」の合金材料で、独自の合金設計と溶解・製錬技術を駆使することによって開発及び工業化に成功しました。実用金属材料では熱膨張係数（ α ）が最も小さいとされるスーパーインバーをしのぐ低熱膨張性を誇っています。高精度化に関する現状の課題はもちろん、今後予想される高度な課題についても解決の決め手となるものと確信します。

■熱膨張特性（LEX シリーズ）



特許取得

第30回 素形材産業技術表彰

「素形材センター会長賞」受賞

財団法人素形材センター主催

「LEX-ZERO」の特徴

■実用金属材料の中では世界最小の熱膨張係数 $0 \pm 0.19 \text{ ppm/K}$ ($20 \sim 25^\circ\text{C}$)

※材料本来の性能を発揮させるために、 0°C 以上の環境でのお取り扱いをお願いいたします。

■小型から超大型品まで対応可能 ※10グラムから15トンまで製造可能です。

■高いニアネットシェイプ性 砂型およびロストワックス鋳造品

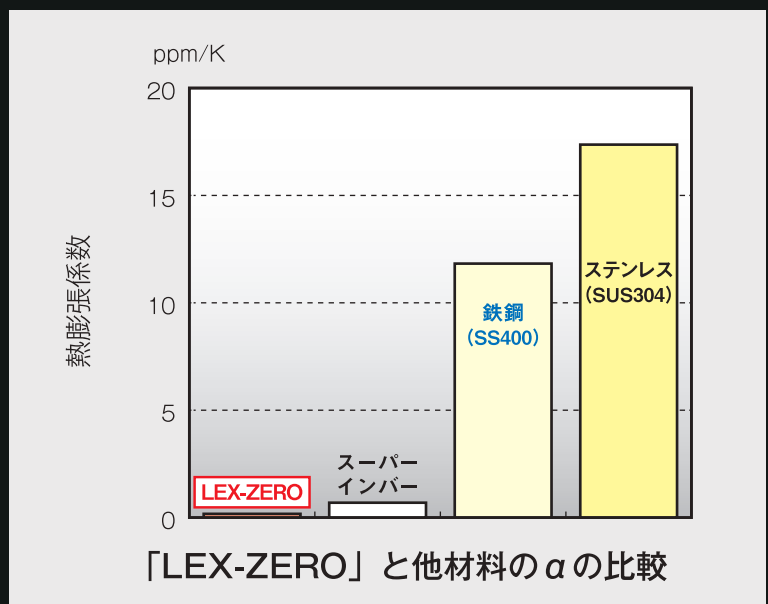
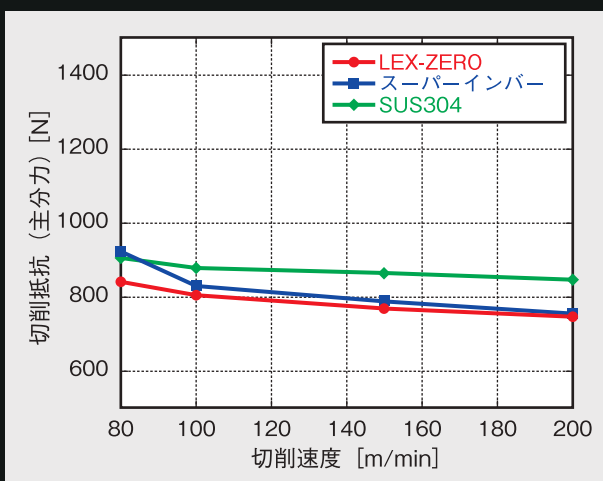
■高い健全性 無欠陥品質が要求される用途には鍛造加工で対応

■ブロック材在庫 ($400 \times 400 \times 150 \text{ mm}$) で迅速対応

■スーパーインバー鋼材との総合比較

材 料	項 目	LEX-ZERO	スーパーインバー
特 性	低熱膨張性	◎	◎
	機械加工性	△	×
	ニアネットシェイプ性	◎	×
製造対応	製品サイズ	◎	×～△
	製品ロット	◎	×～△

■被削性比較



「LEX-ZERO」と他材料の α の比較

時代が求める高精度化の実現をLEXがお手伝いします。

近年、各種先端技術分野において高精度化要求が高まっており、装置部材の熱変形による精度低下が大きな問題となって来ています。

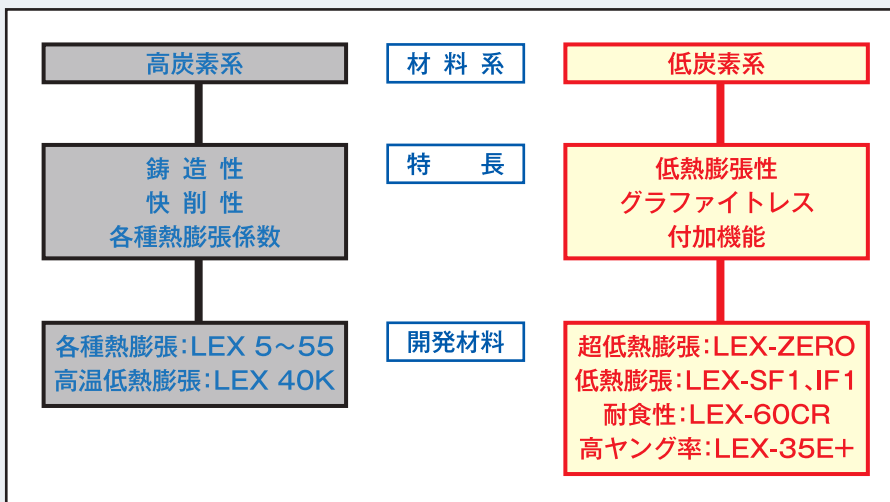
弊社では長年にわたって低熱膨張合金の研究開発を行い、多くの低熱膨張合金材料を開発し、その商品「LEX」の製造・販売を行っています。「LEX」は熱膨張による寸法変化が非常に小さいため、効果的に熱変形による精度低下を抑える事が可能となります。また「LEX」の多くは機械加工性にも優れており、低熱膨張性と快削性を兼ね備えています。

主なLEX材の室温付近の熱膨張係数 (α)

材 料	α 、ppm/K	特 徴
LEX-ZERO	0±0.19	究極のゼロ膨張材
LEX-SF1	0.8以下	Super Invarの被削性・低温安定性改良材
LEX-IF1	1.5以下	Invarの被削性改良材・低温安定性改良材
LEX 5	1.0以下	Super Invarと同等の α の快削材
LEX 15	1.0 ~ 2.0	Invarと同等の α の快削材
LEX 25	2.0 ~ 3.0	Coなしで α 3.0 以下の快削材

主要「LEX」材の概要

「LEX」シリーズは炭素含有によって大きく低炭素系と高炭素系の2つに分類され、それぞれ材料体系図に示すような特徴を持っています。お客様のニーズに最も適したLEXをお選びいただくことができます。



LEXシリーズの材料体系図

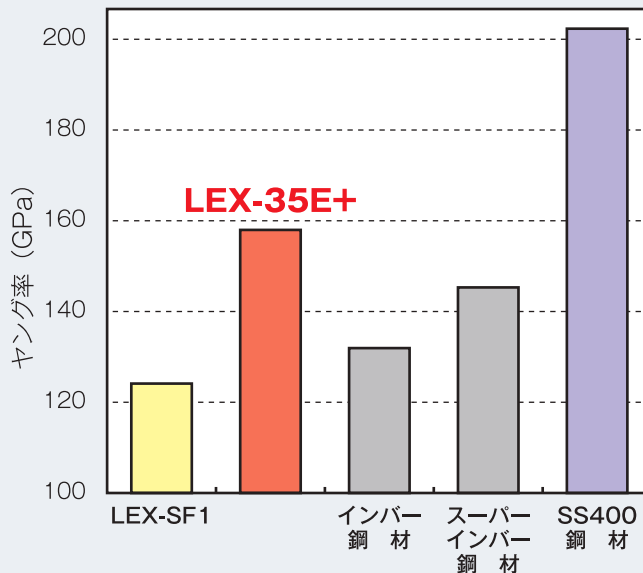
低炭素系「LEX」

■ LEX-SF1・LEX-IF1

スーパーインバー組成の低熱膨張合金はサブゼロ温度では組織が不安定となり、本来の低熱膨張性が得られなくなるため適用環境が制限されますが、LEX-SF1は-30℃(御要望により適用温度を-50℃まで拡張可能)、また、LEX-IF1は-196℃(液体窒素温度)まで安定した α を示します。いずれもインバーやスーパーインバーより被削性が良好です。

■ LEX-35E+

インバー系低熱膨張材料はヤング率が一般鋼材の60%~70%程度と低いために弾性変形が大きくなり、精度低下の要因となることがあります。LEX-35E+は、弊社材比約30%ヤング率を向上させた高ヤング率低熱膨張合金。無欠陥品質を要求される用途には鍛造品のご提供も可能です。



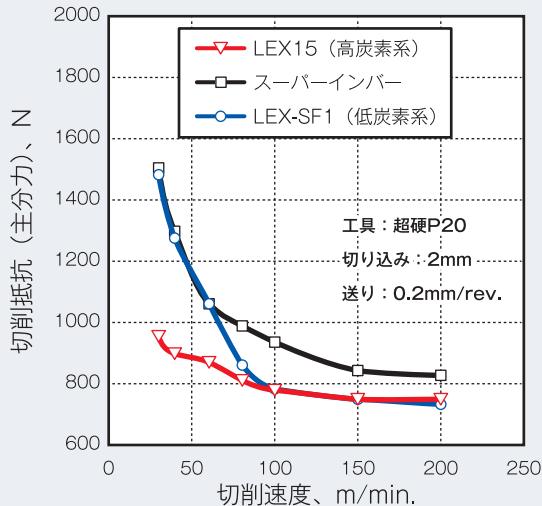
LEX-35E+と他材料のヤング率の比較

高炭素系「LEX」

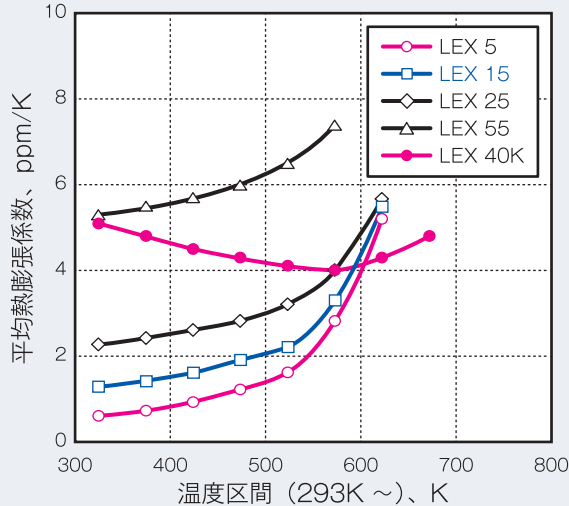
快削性の各種低熱膨張合金材料

一定量以上の炭素を添加すると組織中に黒鉛を分布させることができ、それによって低熱膨張合金特有の難削性が解消し、機械加工能率を改善できます。また、合金元素や炭素量のコントロールにより、スーパーインバーと同等の低熱膨張性をもつ LEX5 から鉄鋼材料の 1/2 程度の LEX55 までの各種 α の材料が得られ、使用目的に最も適した材料を選択できます。

LEX15と他材料の被削性の比較



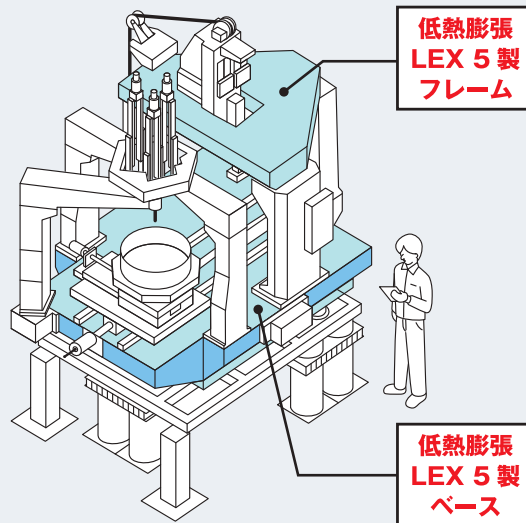
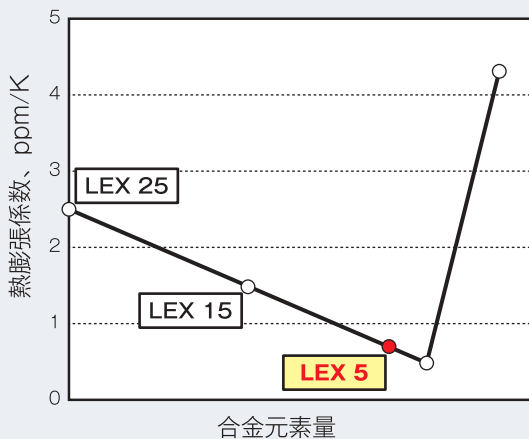
高炭素系各種LEXの熱膨張係数



LEX5

合金元素量と α の間の関係を利用して開発した LEX5 は、高炭素系材料としては画期的な 1ppm/K 以下のスーパーインバーに匹敵する α を持つ快削性低熱膨張合金材料です。

高炭素系LEXの熱膨張係数と合金元素量の関係



LEX 5 の適用例 (超平滑研磨装置)

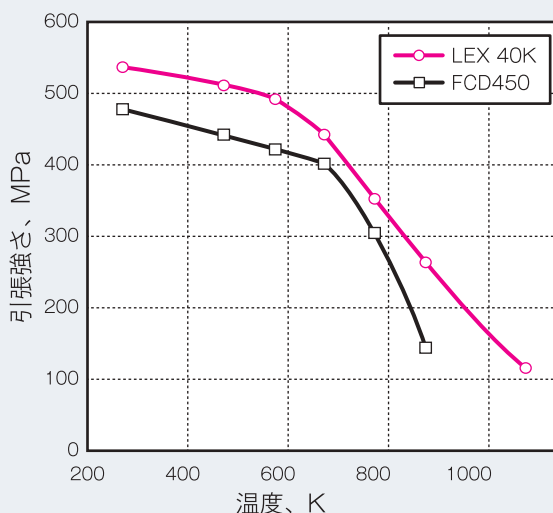
LEX40K

LEX40K は他の LEX と異なり低熱膨張性が高温まで持続するため、573K (300°C) 以上で使用される場合、寸法変化が最も小さくなります。また、汎用の球状黒鉛鋳鉄と同等以上の高温強度をもち、耐酸化性にも優れています。

LEX 40Kの耐酸化性

材 料	酸化増量 (mg/cm ²)	
	500°C×100hr.	650°C×100hr.
LEX 40K	≒0	1.2
SCPH23	2.7	5.5
SCS13	≒0	≒0
INCOLOY alloy 909	—	2.7

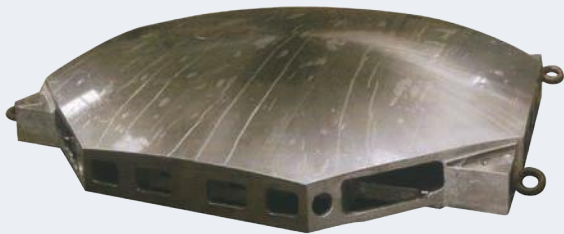
LEX 40KとFCD450の高温引張強さの比較



■ 多彩な製造プロセスによる製品例

1920年の創業以来、およそ100年間にわたって培われた製造技術・技能により、どのようなご要望にもチャレンジし、難易度の高い製品をご提供いたします。

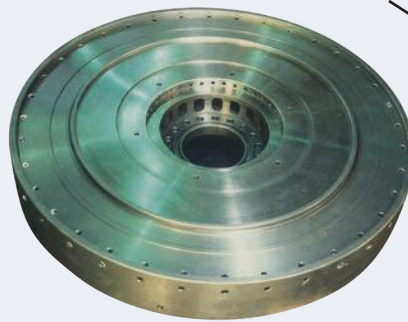
■ 砂型鑄造品



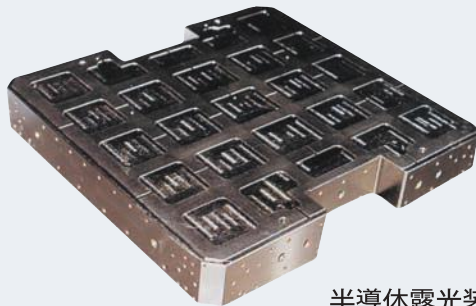
CFRP 成型金型 (φ3000mm)
(パラボナアンテナ金型)



レーザー測定器取付治具



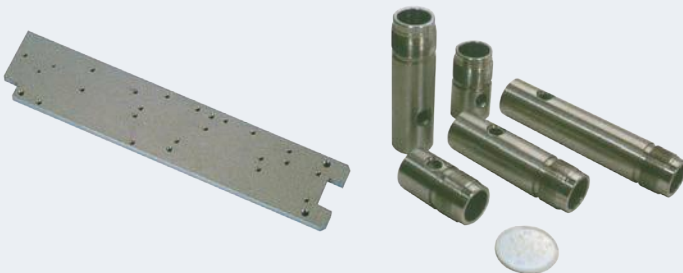
精密研磨装置定盤



半導体露光装置定盤



精密測定治具
(JAXA殿納入品)



機械加工部品

■ 鑄造品・鍛造品



ブロック材



鍛造品製造状況

■ 表面処理



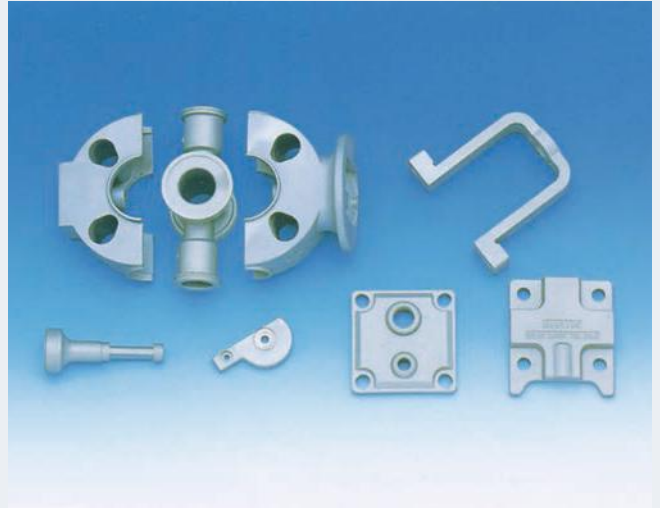
左から無電解Niめっき、黒色無電解Niめっき、黒色クロムめっき

※ブロック材の標準サイズは400mm×400mm×150mmです。
ご希望のサイズにカットすることも可能です。

■ LEX-ZERO ボルト



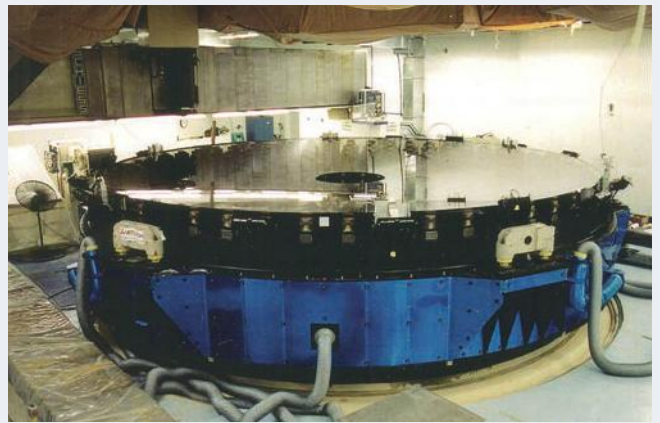
■ ロストワックス（精密鑄造品）



■ その他事例



国立天文台ハワイ観測所 © 国立天文台

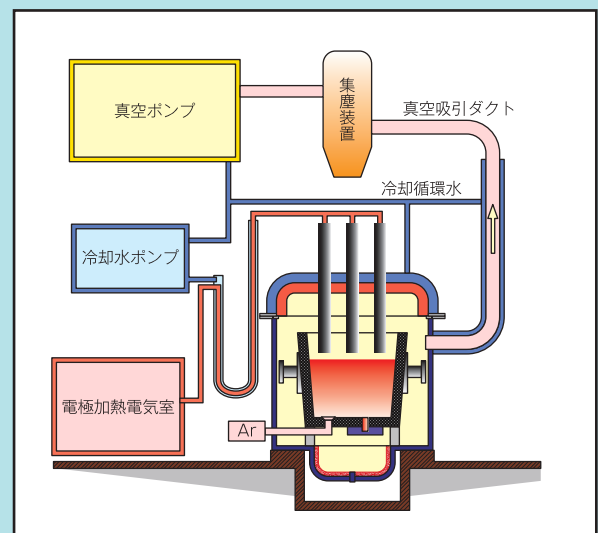


「すばる望遠鏡」の台座 © 国立天文台

真空脱ガス・真空鑄造（条件による）を行います。

低熱膨張合金は非常に狭い範囲で成分管理しなければ所定の特性が得られません。弊社では、独自に開発した取鍋精錬・真空脱ガス炉を用いた還元精錬によって、安定した状態で成分の微調整を行うことが可能です。また、真空脱ガス処理によって高ニッケル合金に発生しやすい水素欠陥を防止し、健全な鑄造品が製造できます。

高度な溶解・精錬技術で高品質な製品をご提供します。



真空脱ガス設備の概念図

低炭素系 LEX

特性項目	LEX-ZERO	LEX-SF1	LEX-IF1	LEX-35E+	LEX-60CR	
特長	ゼロ膨張	極低熱膨張	低熱膨張	高ヤング率	耐食性	
熱膨張係数 ppm/K (20~25℃)	0±0.19	≤0.8	≤1.5	3.0~4.0	5.5~6.5	
曝露下限温度 ℃	-30	-30	-196	-50	0	
0.2%耐力 MPa	264	227	212	373	129	
引張強さ MPa	378	372	357	445	337	
伸び %	28	30	32	17	33	
硬さ HB	137	133	—	—	—	
ヤング率 GPa (曲げ共振法)	133	128	125	157	—	
ポアソン比	0.29	0.29	0.29	—	—	
密度 Mg/m ³	8.1	8.1	8.0	—	—	
比熱 J/(g・K)	0.48	0.47	—	—	—	
熱伝導率 W/(m・K)	13.8	13.1	13.5	—	—	
磁気特性	磁束密度	70e	0.69	0.72	—	—
		350e	1.17	1.06	—	—
	残留磁束密度 T	0.27	0.28	—	—	—
	保磁力 A/m	73.5	53.4	—	—	—
最大透磁率	1672	2218	—	—	—	

高炭素系 LEX

特性項目	LEX 5	LEX 15	LEX 25	LEX 35	LEX 45	LEX 55	LEX 50G	LEX 40K
特長	1 以下~6ppm/K の範囲から最適な低熱膨張係数を選択可能						高振動減衰性	高温低膨張
熱膨張係数 ppm/K (20~25℃)	≤1.0	1.0~2.0	2.0~3.0	3.0~4.0	4.0~5.0	5.0~6.0	4.5~5.5	3.5~4.5 ¹⁾
曝露下限温度 ℃	0	-196	-250	-250	-250	-250	-250	0
0.2%耐力 MPa	300	260	250	250	240	240	—	260
引張強さ MPa	470	440	430	430	420	420	120	440
伸び %	15	15	15	15	10	10	1	15
硬さ HB	145	135	135	135	125	125	110	135
ヤング率 GPa (超音波パルス法)	130	130	130	130	125	125	—	135
密度 Mg/m ³	7.9	7.9	7.8	7.8	7.7	7.6	7.6	8.0
比熱 J/(g・K)	0.46	0.47	0.48	0.48	0.50	0.50	0.50	0.45
熱伝導率 W/(m・K)	13.5	14.0	14.5	14.5	15.0	15.0	40.0	13.0

¹⁾ 20~350℃



日本鑄造株式会社

<http://www.nipponchuzo.co.jp>

本社・川崎工場・技術研究所



製造拠点 本社・川崎工場・技術研究所

創 立 1920年(大正9年)9月1日

資 本 金 26億3,000万円

株 式 東証2部上場

事業内容 鑄鋼品・鑄鉄品の研究開発・製造販売

■お問い合わせ先

本社・素形材事業部 川崎市川崎区白石町2番1号 〒210-9567

TEL 044 (322) 3756 FAX 044 (355) 0870

大 阪 支 社 大阪市西区西本町1丁目8番2号 三見ビル502号 〒550-0005

TEL 06 (6543) 0166 FAX 06 (6541) 0784

福 山 営 業 所 福山市鋼管町1番地 JFEスチール西日本製鉄所 福山地区内 〒721-0931

TEL 084 (941) 9765 FAX 084 (941) 9976