

Low-Temperature Mechanical Properties of Stainless Steels

(Noboru Kinoshita)

---

:

Cr  
Cr-Ni

---

Synopsis :

The mechanical properties of stainless steels at low temperatures are outlined. Straight Cr stainless steels are not suitable for cryogenic uses because of their relatively high transition temperatures. Although the Charpy impact values of wrought Cr-Ni stainless steels are decreased by the existence of  $\delta$ -ferrite, grain-boundary carbides or martensite, the steels do not exhibit marked brittleness even below the liquid nitrogen temperature. This, coupled with low thermal conductivities, makes the steels favorable for cryogenic services. The notch-toughness of cast and weld deposits of Cr-Ni stainless steels is inferior to that of wrought steels.

(c)JFE Steel Corporation, 2003



表2 エチレン製造装置の低温プロセスの条件と構成材料<sup>1)</sup>

プロセスまたは機器	運 転 条 件		主な流体成分	機 器 部 品	構 成 材 料
	温度 (°C)	圧力 (kg/cm <sup>2</sup> )			
脱メタン	20~-100	25~45	メタン エチレン 炭化水素	容 器 配管および部品	2.5%Ni鋼 3.5%Ni鋼 Cr-Mo 鋳鋼
脱エタン	80~-30	20~35	エチレン 炭化水素	容 器 配管および部品	軟 鋼 Alキルド鋼 2.5, 3.5%Ni鋼 Cr-Mo鋳鋼
			水 素	容 器	軟 鋼 Alキルド鋼

1

ノッチ・シャルピー衝撃試験値が 15 ft-lb 以上であることが要求されている。一方、オーステナイト系ステンレス鋼については、ASME Code および日本の高圧ガス保安協会の高圧ガス取締法では

であり、Cr 含有量が 15% 以上になると衝撃値が急激に低下することがわかる。また焼鈍状態にある Cr 系ステンレス鋼厚鋼板の衝撃値の温度変化を図 4<sup>6)</sup> に示す。このように高 Cr 鋼では遷移温度

(A-320)では低温用ボルトに用いる AISI-304 と 347 鋼を -252°C で、また AISI-321、303 など

18% Cr 鋼 (SUS-24CP) では 100°C 付近である。したがってこれらの鋼は、使用温度を考慮して適切

び 316 鋼を -196°C で衝撃試験することが推奨されている。

欠の存在下でわずかな衝撃によりフェライト粒に劈開破壊を起しやすいたことがわかる。

Cr 系ステンレス鋼の衝撃値は溶製方法によっ



に試片全体に伝播し、このための加工硬化が続いて低温での伸びが低くなっている。

つぎに焼鈍状態にある数種類のオーステナイト系ステンレス鋼の室温および極低温における

鋼 種	試 験 温 度 (°C)	降 伏 強 さ 0.2%耐力(kg/mm <sup>2</sup> )	引 張 強 さ (kg/mm <sup>2</sup> )	伸 び (%)	R *
201	25	140	158	11	1.07



鋼種	温度	0.1%耐力	0.2%耐力	0.5%耐力	引張強さ	伸び	断面拡張率
----	----	--------	--------	--------	------	----	-------

90	99.9	99.9	94.6	81.0	80	—
----	------	------	------	------	----	---

表 9 ナーステナイト系ステンレス鋼の衝撃値 10)

95

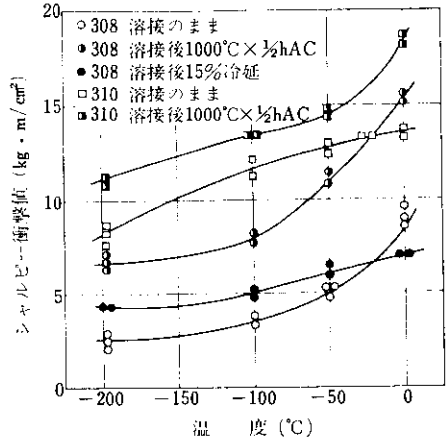
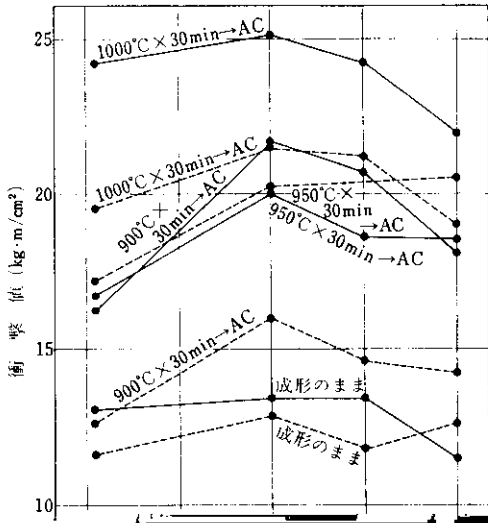


図 11 D-308 および D-310 溶着鋼の低温における衝撃値<sup>6)</sup>

ある。銻鋼の靱性は、その引張性質と

36

表 10 複合溶接継手の疲労強度<sup>1)</sup>

表 11 18-8 ステンレス鋼と Ni 鋼の低温における物理的性質<sup>10)</sup>

	18-8 ステンレス	3.5% Ni 鋼	9% Ni 鋼
(cm/cm°C)	-129~21°C 13.9×10 <sup>-6</sup>		-184~0°C 9.5 10 <sup>-6</sup>
熱伝導度 (kcal/m, hr, °C)	21°C 14.6 -104°C 11.1 -196°C 6.9	20°C 31.4 -101°C 26.4	20°C 23.4 -101°C 21.0 -196°C 11.3
比熱 (cal/g, °C)	27°C 0.120 -101°C 0.088 -196°C 0.037	-101~27°C 0.0878	195~27°C 0.0878

%Vの組成を有するオーステナイト系析出硬化型ステンレス鋼で、極低温でのボルト材に用いられることが多い。この材料は極低温において非常

が、衝撃試験の吸収エネルギーで表わされる靱性は13% Cr 鋼では室温付近、18% Cr 鋼では100°C付近以下で急激に低下する。18-8ステンレス鋼で

ルト材として有用とされている。

に低温脆性を示さないが、同一成分の鋼でも、それ

が鑄造状態か、圧延材か、そしてさらに焼鈍状態

28

53

21