

マルテンサイト系非Pb快削ステンレス鋼 QS12E

1. はじめに

ステンレス鋼は、その優れた耐食性により、火力発電等の電力設備や化学プラントをはじめ、半導体設備や家電などの各種産業機械用部品として、多くの分野で使用されている。特に強度が求められる用途に対してはマルテンサイト系ステンレス鋼が用いられており、中でも複雑かつ寸法精度の高い加工を施す必要がある場合は、優れた被削性も求められることから快削ステンレス鋼が用いられることも多い。

このような用途においては従来からPb系快削ステンレス鋼のSUS410F2（当社鋼種名Y2L）が使用されてきた。しかしながら、近年の環境保護意識の高まりにより、環境負荷物質であるPbは、各分野で使用が避けられつつある。例えば、電気電子機器部品に関する有害物質使用削減について定めたRoHS指令¹⁾によると、鋼材中のPbについては、0.35%以下の添加は例外とされているものの、今後、鋼材の非Pb化の要求が益々強まってくると思われる。

この非Pb化の要求に対応し、当社が開発したマルテンサイト系非Pb快削ステンレス鋼のQS12Eを紹介する。

2. 特徴

2.1 化学成分

表1にQS12Eの代表的な化学成分を示す。QS12EはPbの代替となる快削物質としてSを添加しているが、更にMnを低減して耐錆性の低下を抑えている。図1に12Cr鋼におけるMn/S比と硫化物組成の関係を示す。Mn/S比の低下に伴って硫化物中のCr濃度は上昇、Mn濃度は減少し、Mn/S比が4よりも小さくなると硫化物中のCr濃度は20%を超え、耐食性が向上する。QS12Eは、このMn/S比を適正に調整することによってY2Lと同水準以上の材料特性が得られるように成分設計されている。

表1 代表的化学成分

	(mass%)				
	C	Cr	Mn	S	Pb
QS12E	0.14	12.0	≤0.8	0.17	-
Y2L	0.14	12.0	≤1.0	-	0.18

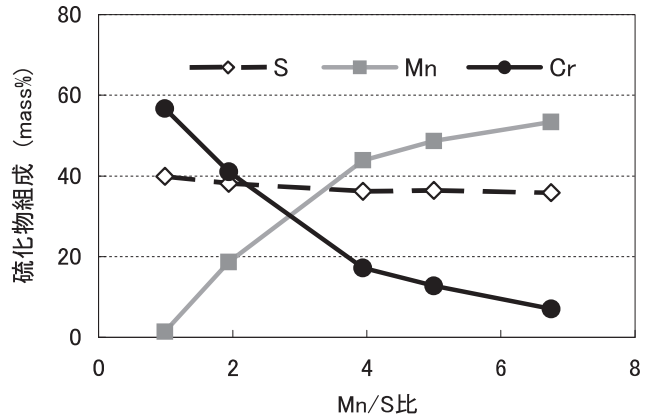


図1 12%Cr鋼における硫化物組成に及ぼすMn/S比の影響

2.2 被削性

図2に、QS12Eのドリル穿孔性の例をPb系快削ステンレス鋼のY2Lおよび一般的なS系快削ステンレス鋼のSUS416と比較して示す。QS12Eの被削性はSUS416とY2Lの中間に位置する。

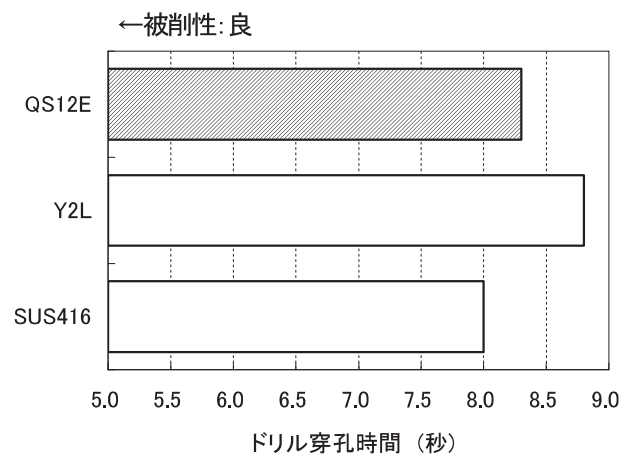


図2 ドリル穿孔性

【試験条件】

ドリル材質:SKH51 ドリル径:φ5 切削油:乾式
 推力:414N 回転数:1190rpm 穿孔深さ:10mm

2.3 耐食性

2.3.1 耐錆性

図3にQS12E、Y2LおよびSUS416の耐錆性を示す。QS12Eは、発錆の起点となる硫化物の組成を制御しているため、耐錆性はSUS416よりも優れており、Y2Lと同等である。

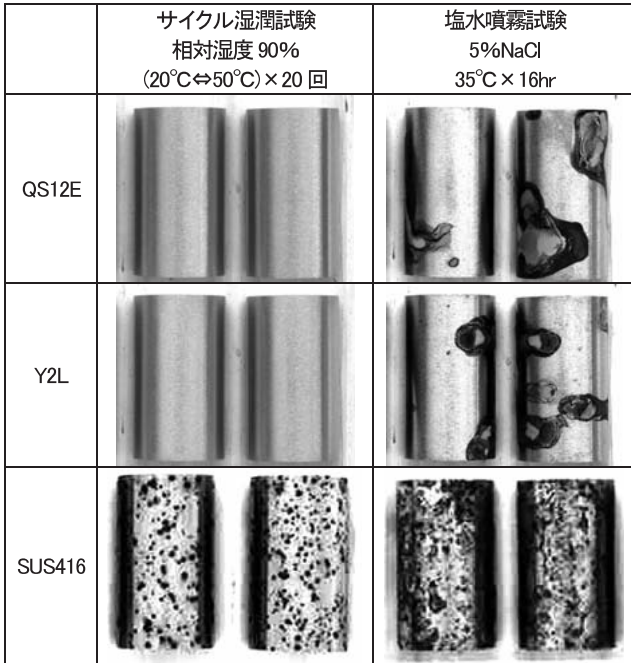


図3 耐錆性

2.3.2 孔食電位、再不動態化電位

図4にQS12EとY2Lの孔食電位および再不動態化電位測定値の一例を示す。QS12Eの孔食電位、再不動態化電位はともにY2Lよりも貴であり、耐食性に優れている。

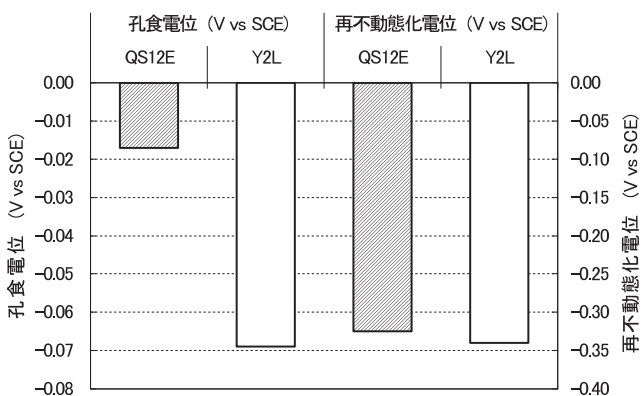


図4 孔食電位、再不動態化電位

【試験条件】

孔食電位測定: JIS G0577

再不動態化電位測定: JIS G 0592

2.4 常温機械的性質

表2に、QS12Eの機械的性質の例を示す。QS12Eの機械的性質はY2Lと同等である。

表2 機械的性質の例 (980℃焼入れ→720℃焼戻し)

鋼種名	引張特性				硬さ [HRB]	シャルピー衝撃値 [J/cm ²]
	0.2%耐力 [MPa]	引張強さ [MPa]	伸び [%]	絞り [%]		
QS12E	546	731	24	62	96	139
Y2L	562	725	24	65	97	136

※引張試験片: JIS14号

シャルピー衝撃試験片: 2mm-U ノッチ

2.5 高温機械的性質

表3にQS12Eの高温における機械的性質 (引張特性) の例を示す。QS12Eの高温引張特性は、試験温度によらずY2Lと同等の特性を有する。

表3 高温引張特性の例 (950℃焼入れ→800℃焼戻し)

試験温度 (°C)	鋼種名	0.2%耐力 [MPa]	引張強さ [MPa]	伸び [%]	絞り [%]
100	QS12E	425	542	28	68
	Y2L	373	573	28	70
300	QS12E	304	478	23	68
	Y2L	334	518	22	62

2.6 高温疲労特性

図5にQS12Eの高温回転曲げ疲労特性の例を示す。QS12Eの高温回転曲げ疲労特性は、試験温度によらずY2L以上の疲労特性を有する。

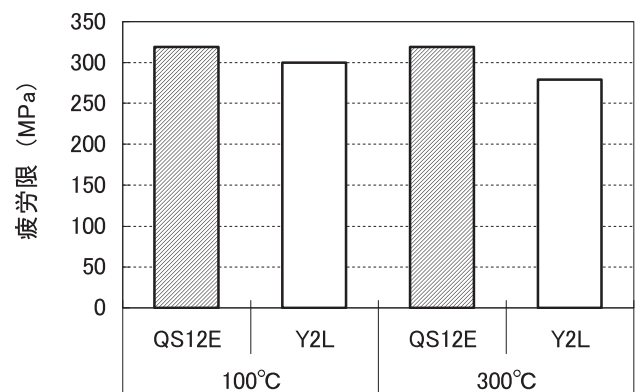


図5 高温回転曲げ疲労特性 (950℃焼入れ→800℃焼戻し)

【試験条件】

小野式回転曲げ疲労試験機

TP形状: 平滑試験片、平行部φ8

3. 用途例

QS12Eは、Pb系快削ステンレス鋼以上の被削性を有し、耐食性にも優れ、一般のマルテンサイト系ステンレス鋼のように焼入焼戻しにより硬化することから、一般大気環境下における発錆を嫌う高強度部材に好適であり、特に重切削加工を受ける部品用途に適している。さらに今後、非Pb鋼であるため、グリーン調達化や有害物質全廃を進める種々分野のユーザーに対して貢献できる材料であると考えられる。

参考文献

- 1) DIRECTIVE 2002/95/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 27 January 2003 on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment.