

# 耐高温腐食用ステンレス鋼管 SIC

## 1. はじめに

SIC鋼は耐酸化性の優れた高クロム系ステンレス鋼にSiおよびAlを添加することにより、更に高温での耐酸化性を改善した鋼である。特に、通常のステンレス鋼では耐食性が不十分な重油燃焼ガス雰囲気中でのサルファアタックやバナジウムアタックなどの高温腐食に対し、きわめて優れた耐食性を有している。また、オーステナイト系ステンレス鋼に比べ熱伝導性が良好なことから、加熱炉の排ガスの熱回収装置であるレキュペレーター用熱交換チューブ材として国内はもとより海外でも広く使用されている。更にSIC鋼管は従来の同系の規格鋼に対し低温靱性や延性を改善することにより、従来材ではしばしば問題となっていた溶接割れの発生を著しく減少することが可能となった。そこで、開発以来好評を頂いているSIC鋼管について以下にその特徴を紹介する。

## 2. 特徴

### 2・1 化学成分

SIC鋼には化学成分の異なる3種類の鋼種があり、それらの化学成分を表1に示す。SIC9、SIC10およびSIC12はそれぞれ13%、18%、24%のCrを含有し、耐酸化性を改善するためにおよそ1%のSiとAlを添加している。

SIC9、10、12の耐酸化性の限界温度はそれぞれ900℃、1000℃および1200℃が目安となる。

表1 化学成分

鋼種	(mass%)				
	C	Si	Mn	Cr	Al
SIC9	0.05	1.10	0.60	13.0	1.0
SIC10	0.05	1.00	0.60	18.0	1.0
SIC12	0.03	1.30	0.60	24.0	1.4

### 2・2 ミクロ組織

図1にSIC12のミクロ組織を示す。多くのCr、Si、Alを含有するために完全なフェライト組織を呈している。SIC10も同様にフェライト相の組織であり、SIC9は熱間加工時に多少オーステナイト相が生成するがその後の焼鈍でフェライト相の組織になる。

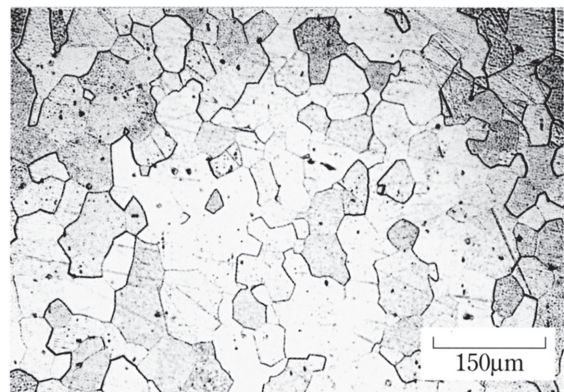


図1 SIC12のミクロ組織

### 2・3 機械的性質および物理的性質

SIC鋼の機械的性質と物理的性質について、代表的なオーステナイト系耐酸化鋼であるSUS310Sと比較してそれらの特性値を表2に示す。SIC鋼はSUS310Sに比べ常温での耐力は高いが伸びが低い（ただし、600℃以上の温度ではSIC鋼のほうが延性は良好である）。熱伝導性はSIC鋼の方が高く、熱膨張係数はSIC鋼の方がかなり低いので熱交換チューブとしての特性はSIC鋼の方が優れている。

図2にSIC12と同系の従来鋼の衝撃試験結果を示す。従来鋼の遷移温度が150℃付近にあるのに対し、SIC鋼はそれより50℃ほど低くなっており、低温靱性が改善されていることがわかる。ただし、常温付近での靱性は低いので、溶接時は150℃以上の予熱を行っておく方がよい。

表2 SIC鋼の機械的性質と物理的性質

鋼種	引張強さ 0.2%耐力		伸 び %	熱伝導度 W/m・°C (100°C)	平均熱膨張係数 x10 <sup>-6</sup> /°C (0-650°C)
	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>			
SIC9	470	335	28	20.5	12.0
SIC10	500	405	25	18.8	12.0
SIC12	570	450	25	16.7	12.0
SUS310S	588	295	45	13.8	17.5

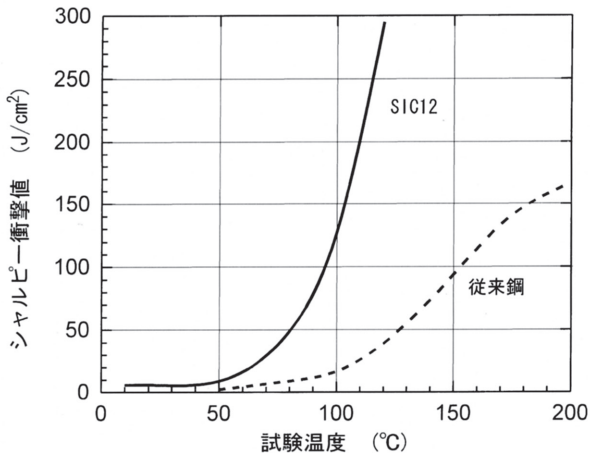


図2 SIC12の衝撃試験結果

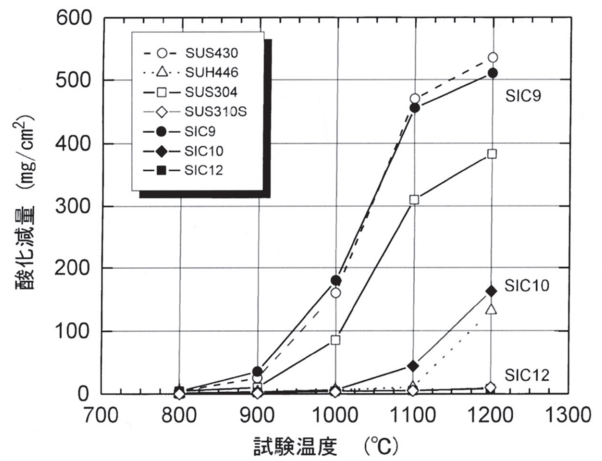


図3 SIC鋼の耐酸化性（各温度で50時間保持）

### 2・4 耐酸性

SIC鋼を800～1200℃の大気中で50時間連続加熱した場合の酸化減量を各種ステンレス鋼と比較して図3に示す。SIC9は17%CrのSUS430とほぼ同等の耐酸化性を有し、SIC10はSUS304より良好であり、25%CrのSUH446に匹敵する。SIC12はSUS310Sと同等であり1200℃まで安定した耐酸化性を示す。

重油燃焼ガス雰囲気中でのバナジウムアタックに対する耐食性を評価するために、 $V_2O_5+Na_2SO_4$ 合成灰塗布試験（学振法）で行ったSIC鋼と各種耐酸化鋼の試験結果を図4に示す。SUS304やSUS310Sなどのオーステナイト系耐酸化鋼に比べSIC鋼の腐食量は著しく少なく、非常に優れた耐バナジウムアタック性を有していることがわかる。図5および図6に、およそ950℃の重油燃焼ガス中で50時間連続加熱試験した時の腐食減量と試験後の試験片の外観写真を示す。この試験で明らかのようにSIC10、SIC12はSUS304や310Sに比べ重油燃焼ガス中で優れた耐食性を有している。

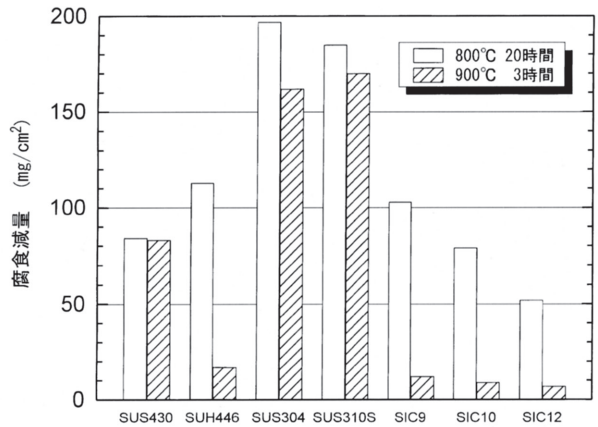


図4 SIC鋼のバナジウムアタック試験結果（85% $V_2O_5$ +15% $Na_2SO_4$ 学振法による）

### 3. 用途例

はじめに述べたように、SIC鋼は加熱炉の排ガスの熱回収用レキュペレーター用鋼管として広く使用されており、その代表的なものを図7に示す。SIC鋼はフェライト系耐酸化鋼であるので高温強度はオーステナイト系より低いが、その優れた耐酸化性、高温腐食性および熱伝導性を活かし、今後、環境関連装置材料への適用が考えられる。

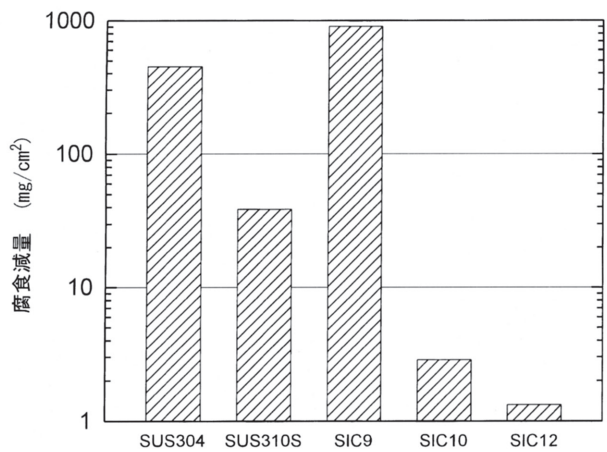


図5 重油燃焼ガス中での耐食性（950℃ 50時間保持）



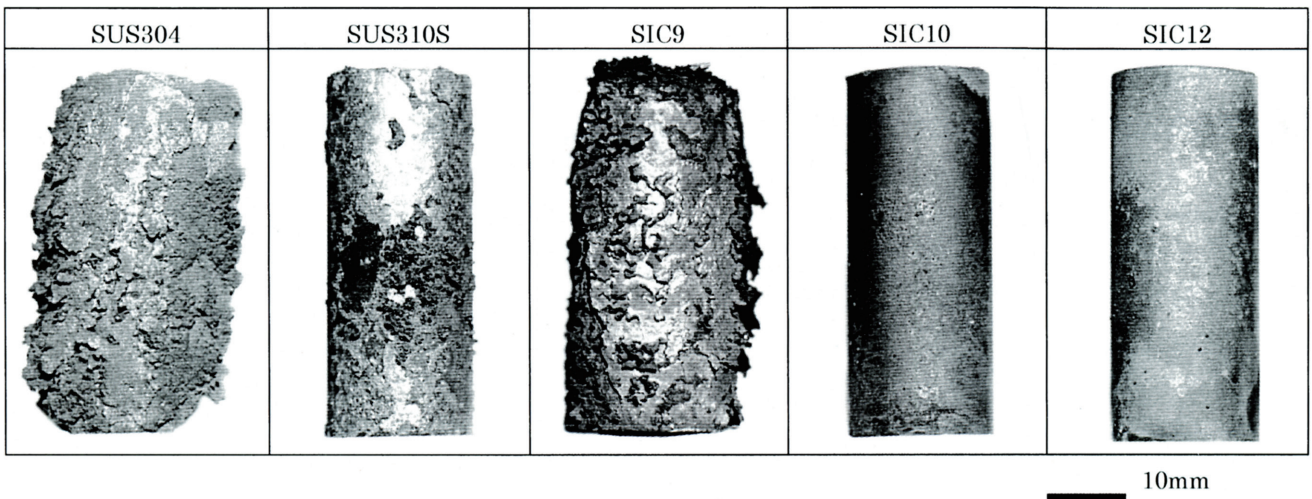


図6 重油燃烧ガス腐食試験後の外観

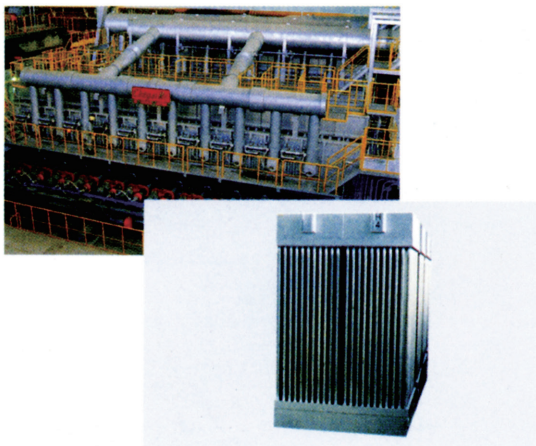


図7 レキュペレータ外観

