

新潟大学大学院 ○大平健介

新潟大学工学部 渡辺健彦

宇宙開発事業団 雀部 謙

宇宙開発事業団 白井 誠

Development of nickel-based filler metal containing a small amount of silicon

By OOHIRA Kensuke, WATANABE Takehiko, SASABE Ken and SHIRAI Makoto

キーワード：ニッケル基ろう，低シリコン，SUS304，引張強さ

Keywords : nickel-based filler metal, low content of silicon, SUS304, tensile strength

1. 緒言

ニッケル基ろうは高温強度や耐熱・耐食性に優れているためエンジン等の高温部材のろう付等に用いられている。しかし、現在一般に使われているニッケル基ろうは融点降下元素としてB, Si, Pを含んでいるために、これらの元素とニッケルとの間で硬くて脆い金属間化合物が生成されて接合部の機械的性質が低下することが知られている。

本研究では上記の問題点を解決するために融点降下元素をなるべく含有しない新しい組成のニッケル基ろうを開発することを目的とした。開発ろう材の特性を調べるために、SUS304丸棒をろう付して、その継手の機械的性質を調べ接合部の組織観察等を行った。

2. ろう材の作製およびろう付実験 Table 1 Chemical composition of filler metals

Ni-Cr-Mn-Si を基本成分とした新しいろう材を開発することにし、まず、液相線が約1000℃となるNi基ろうの組成を統合型熱力学計算ソフト (Thermo-Calc)

で予測した。計算結果に基づき、数種類の候補成分のろう材を溶製した。ろう材の溶製は、予測組成に基づき高純度Ni, Cr, Mn, Si を量り取った後、石英坩堝を用い、アルゴン雰囲気で高周波誘導加熱により溶解した。液相線と固相線をDTAにより測定し、最終的にTable 1に示すような3種類のろう材を選定した。

接合実験には接合母材として、長さ45mm、直径6mmのSUS304丸棒を用いた。接合面をエメリー紙で#800まで湿式研

Chemical Composition (mass%)						
	Ni	Cr	Mn	Si	Solidus(°C)	Liquidus(°C)
6SiA	bal.	16	20	6	1050	1060
6SiB	bal.	20	14	6	1070	1080
8Si	bal.	10	20	8	1070	1080

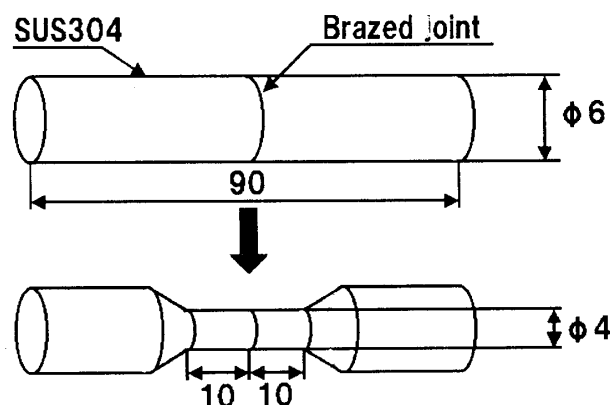


Fig.1 Schematic of tensile test specimen

磨後アセトンで超音波洗浄し、接合面に粉末状のろう材を塗布後、突き合わせろう付した。ろう付雰囲気は、 1×10^{-2} Pa の真空である。クリアランスは引張強さ用試験片を作製する場合は $50 \mu\text{m}$ 、組織観察用は $200 \mu\text{m}$ とし、タングステンワイヤーをスペーサーとして用いた。ろう付温度は各ろう材の液相線 $+50^\circ\text{C}$ とし、加熱・冷却速度は $3.6^\circ\text{C}/\text{秒}$ 、ろう付温度での保持時間は 600 秒とした。引張試験はろう付後 Fig. 1 に示す形状に加工して行った。組織の観察は光学顕微鏡と SEM によって行い、また、ろう付部の元素マッピングを EDS によって行った。

3. 実験結果

Fig. 2 に作製したろう材のビッカース硬さを示す。6%Si 含有のろう材は 8%Si 含有のろう材より軟らかく、特に、6SiB ろうには延性がみられた。

Fig. 3 にろう付継手の引張強さを示す。母材にろう付熱履歴を与えた後に引張試験をした母材の引張強さは約 600 MPa であった。6SiB ろうによる継手の引張強さが最も大きく優れていた。

クリアランス $50 \mu\text{m}$ のろう層部を観察すると、6SiB および 8Si ろうの場合は、ろう層中央部に化合物相が存在していたが、6SiB ろうのろう層部には、化合物相はほとんどみられなかった。EDS による化合物相の定量分析の結果、MnSi 金属間

化合物と推定された。6SiA および 8Si ろうでは Mn が 20mass% 含有されていることから、この両ろうにおいては MnSi 金属間化合物が形成されやすいために、6SiA および 8Si ろうによる継手の引張強さが低下したと考えられる。

4. 結言

融点降下元素をなるべく含有しない新しい組成のニッケル基ろうを開発することを目的に、Thermo-Calc を用いて融点予測と成分予測をして 3 種類の Ni 基ろうを試作した。

その結果、6%Si、14%Mn を含有した 6SiB Ni 基ろうが優れた性能を示した。

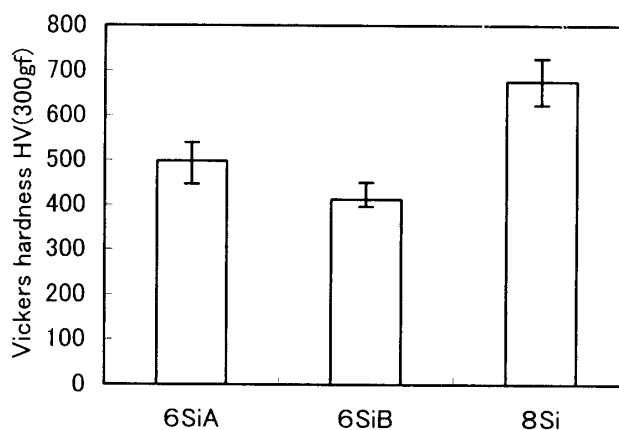


Fig.2 Vickers hardness of filler metals

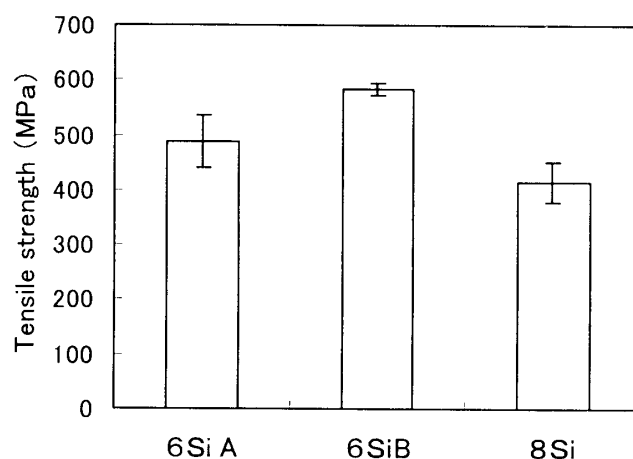


Fig.3 Tensile strength