

Al基合金ろうによるアルミナの接合(第1報) —— Al, Al-Cu合金による Al_2O_3 のぬれおよび接合 ——

大阪大学溶接工学研究所

奈賀正明

岡本郁男

1. 緒言

セラミックスの優れた性質を利用するには金属との接合は不可欠である。さらにセラミックス/金属継手は電子部品関係、気密端子関係等各種分野に用いられている。セラミックスと金属との接合には固相接合法、耐熱金属法、活性金属法⁽¹⁾、酸化物法⁽²⁾等が用いられているが、最近、アルミニウム製真空システムが開発されており、それへの応用としてのアルミニウム/セラミックス接合が要望されている。本研究ではそれらの基礎となる溶融アルミニウム、アルミニウム-銅合金によるアルミナのぬれおよび接合について報告する。

2. 実験方法

用いた試料は99.99% Al, および4, 10, 30, 60, 100 wt% Cu-Al合金であり、アルミナの純度は99.6wt% Al_2O_3 (0.1wt% SiO_2 , その他)である。接触角の測定は0.2gのAl合金を、エメリー紙でNo.1000まで研磨した15mmφ、厚さ3mmのアルミナ板上に乗せ、 2×10^{-5} torr下、加熱速度85°C/minで加熱、所定温度に到達後、液滴の形状を写真撮影により行った。接合は直径15mmφ、厚さ3mmおよび直径6mmφ、厚さ3mmの試験片の間をろうを挿入し真空下900~1200°C、3~60min加熱して行った。接合強さはインストロン型引張試験機にて、せん断変形速度1mm/minにおけるせん断強度より求めた。接合部の解析は光学顕微鏡および走査電顕による組織観察およびX線マイクロアナライザーによった。図1には液滴および接触角の模式図を、図2にはSessile drop装置の概略を示す。

3. 実験結果および考察

溶融Alと Al_2O_3 との間の接触角の時間変化を900~1250°Cの範囲で測定した。接触角は900°Cでは時間に対し不変であり、1000°Cでは緩やかに減少し、1100°C以上では急激に減少する。60分後にはほぼ平衡に達しており、この平衡接触角の温度変化を図3に示す。平衡接触角は温度上昇とともに減少する。図中に示した他の研究者との差は用いたアルミナの純度によると考えられる。1250°Cの値は低温からの外挿値よりやや小さい、これは測定後の試料の外観より接触角測定中に合金の蒸発に伴う後退が生じたためである。図4には溶融Al-Cu合金の1100°Cにおける接触角の

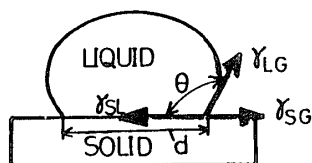
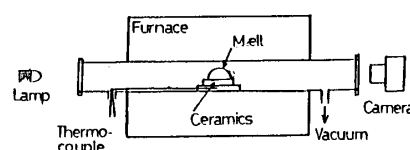
図1. Al_2O_3 上の液滴

図2. Sessile drop装置

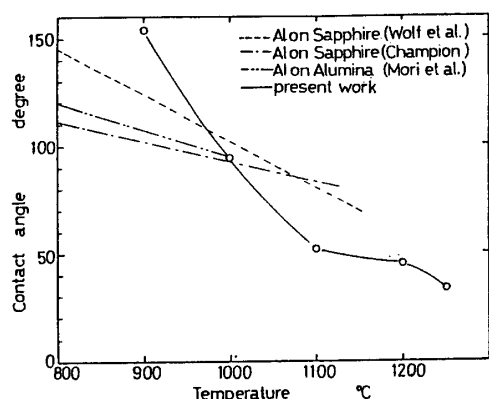


図3. Al_2O_3 上における溶融アルミニウムの平衡接触角の温度依存性。

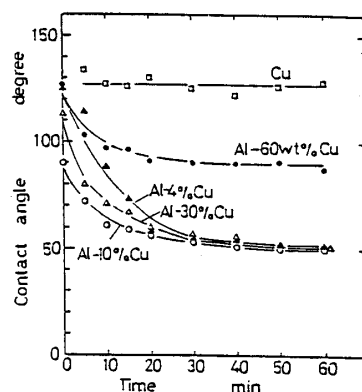


図4. Al_2O_3 上における溶融Al-Cu合金の接触角の1100°Cにおける時間依存性

時間依存性を示す。純Cuの場合は時間依存性が認められないが他のAl-Cu合金は時間とともに減少し60分後には平衡値に達する。

平衡接触角は30wt% Cuまではやや減少しその後Cu量の増加とともに急激に大きくなる。

接触角の時間変化はNewmanの式をしばしば表わされるが、本研究でも図1に示す拡がり(d) に対してもNewmanの式を用いて解析を試みた。

$$d_t = d_{\infty} \{1 - a \exp(-bt)\} \quad (1)$$

その結果を図5に与える。平衡接触角 θ よりYoung-Duprèにより定義されている溶融合金の付着仕事 W_{ad} を求めた結果30wt% Cuまでやや増加し、その後Cu量とともに急激に減少する。

ろう厚さ20 μm の純Alをアルミナの間にろう接した継手の接合時間30minの際のせん断強度の接合温度依存性を図6に与える。

せん断強さは接合温度1100°Cでやや増加が認められる。Al-4wt% Cuろうを用いた場合、純Alの8kg/mm²に比べ14kg/mm²と室温強度の改善が認められた。

文 献

1. M.Naka, K.Asami, I.Okamoto and Y.Arata: Trans. JWRI, Osaka Univ., 12(1983), No.1, 145.
2. M.Naka, K.Sampath, I.Okamoto and Y.Arata: Proc. Int. Conf. Joining of Metals, Denmark, 1984.
3. M.Naka and I.Okamoto: Proc. 4th Int. Sym. Japan Welding Soc., Japan Weld. Soc., 1982, 613.

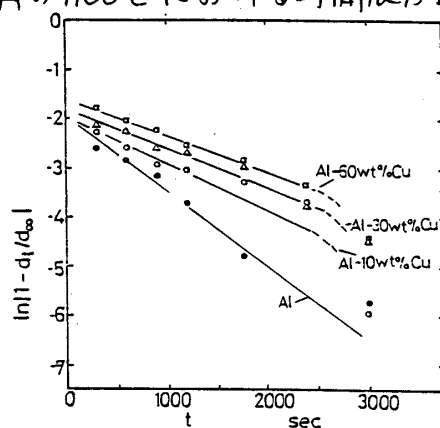


図5. 1100°CにおけるAl-Cu合金の液滴基底直径dの時間依存性

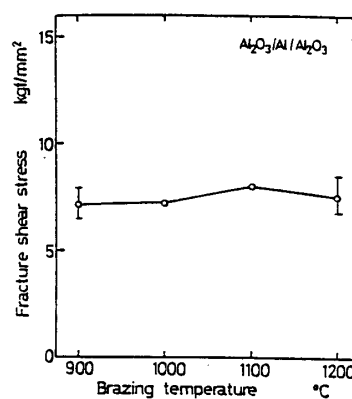


図6. $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Al}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 継手のせん断強さの接合温度依存性(接合時間30min)