

# セラミックス/金属接合強度の接合処理温度依存性

## Dependence of Bonding Strength on bonding Temperature Condition of Ceramics to Metal Joint

高橋 健<sup>1)</sup>, 橋本 隆斗<sup>1)</sup>, 村岡俊輔<sup>2)</sup>  
指導教員 立野昌義<sup>3)</sup>

- 1) 工学院大学 工学部機械工学科 材料力学研究室
- 2) 工学院大学大学院 工学研究科機械工学専攻
- 3) 工学院大学 工学部機械工学科

キーワード：異材接合体，接合界面，残留応力

### 1. 緒言

製品の高度化に伴い、様々な性能を同時に満たす異材接合体が注目されている。異材接合体には様々な材料の組み合わせが報告される中で、耐熱性・耐摩耗性などが要求される部分にセラミックスの適用されるようになり、セラミックスを部分的に適用するセラミックス/金属接合体が開発されている。広範囲に優れた特性を有するセラミックスは、広い分野での機能用、構造用材料としての活用が今後も期待され、一部半導体基板などに実用化された接合構造体も存在する<sup>(1)-(3)</sup>。セラミックスの利点を最大限に活かし、欠点を補える異材接合体の開発の重要性は今後も継続するものと考えられる。セラミックス/金属接合体材料の中には、中間材として軟質材料である銅が用いられるものもあり、これらを用いた実験および数値解析などを扱った研究例などが多数報告<sup>(1)-(3)</sup>されている。しかしながら、接合体強度を支配する要因の一つである接合界面端部の残留応力に関しては技術的に問題が多いように見受けられる。特に、銅を用いた際のセラミックスの接合性や銅との接合体強度や界面端の残留応力に及ぼす接合温度の影響についての詳細については未だ明らかにされていない。

い部分もあると考えられる。特に、銅を中間材としたセラミックス/金属接合体は実績もあることから、様々な場面での使用が期待される。本研究では、窒化ケイ素/銅接合体試験片を対象として、接合体強度と接合処理温度との関係を明らかにすることを試みる。

### 2. 実験方法

$\text{Si}_3\text{N}_4/\text{Cu}$  接合体試験片を対象とした異種材料接合を行う。セラミックスは窒化ケイ素（日本タンクステン社製）、金属材料は市販の銅を用いた。試験片切り出しはワイヤーカット放電加工機 ROBOCUTα-0C (FANUC 社製) を用いた。接合体

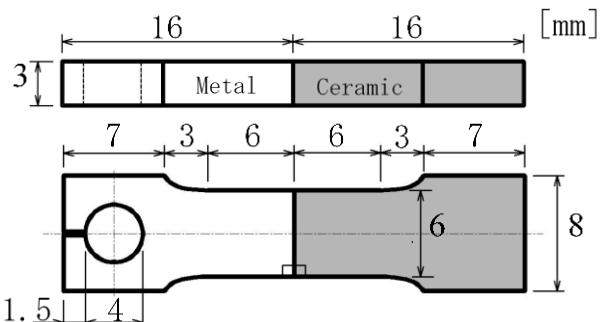
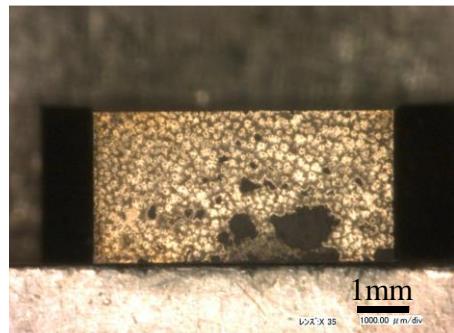


図 1 セラミックス/金属接合体試験片外観図

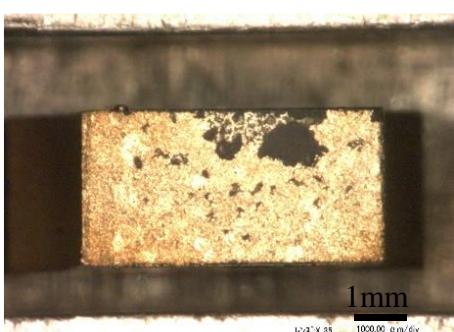
界面と自由表面のなす角を界面端角度と定義し、セラミックス側を  $\varphi_1$ 、銅側を  $\varphi_2$  として界面端角度操作をいずれも直角に設定した。試験片形状を図 1 に示す。試験片接合には赤外線ゴールドイメージ炉（アルパック理工社製）を使用し、活性金属ろう付法により接合を行った。ろう材は 52%Ag-12.5%In-27.25%Cu-1.25%Ti 合金（WESGO 製 Incusil:  $T_{sol}=715^{\circ}\text{C}$ 、厚さ 0.05mm）を用いた。接合温度は  $650^{\circ}\text{C} \leq T \leq 850^{\circ}\text{C}$  で行った。製作した接合体は引張試験機 LITTLE SENSTER（JT トーシ社製）を用いて、クロスヘッドスピード 1mm/min の条件にて引張試験を行った。

### 3. 実験結果と考察

接合処理後の試験片を引張り試験により破断させた破断面の代表例を図 2 に示す。この図は、接合処理温度 720°C で製作した接合体の破断様式を示した。この図から、セラミックス側および銅側にはともにろう材が確認できることから、破壊はセラミックス/銅間に配置されるろう材界面から破



(a) セラミックス側



(b) 銅側

図 2 破断面 代表例  
(接合処理温度  $T=720^{\circ}\text{C}$ )

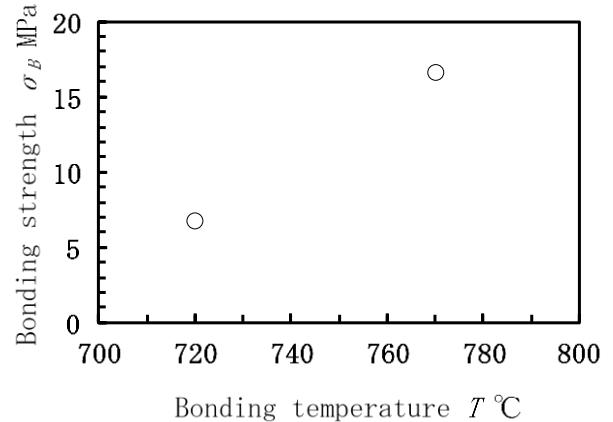


図 3 接合体強度に及ぼす接合処理温度の影響

断し、剥離したものと考えられる。接合温度と接合体強度の関係を図 3 に示す。720°C から 770°C へ接合処理温度を上昇させることにより、接合体強度が上昇する傾向が確認できた。これにより、接合処理温度を確保することで接合体強度が上昇する可能性が考えられる。

### 4. まとめ

実験結果から推察される強度支配因子に基づく考察結果から、最大強度が出現する界面端形状では、界面の結合力が関与する可能性があることが確認できた。さらに、接合体強度の温度依存性についても明確にした。

### 参考文献

- (1)川崎 亮, 渡辺龍三, 島田平八, 鈴木英夫, レーザースペックル法による金属一セラミックス接合界面におけるひずみ分布の測定, 日本金属学会誌第 50 卷第 12 号 (1986) 1056-1060
- (2)川崎 守, 渡辺龍三, 傾斜組成制御した多層中間層をもつ金属／セラミックス接合体における熱応力の有限要素解析, 日本金属学会誌第 51 卷第 6 号 (1987) 525-529.
- (3)高橋 学, 岡部永年, 平田英之, 白木尚人, 小林英男, セラミックス/金属接合部材の破壊強度データベースと強度解析, 材料 51(1), 61-67, 2002-01-15, 社団法人日本材料学会