

異種材料接合における界面評価

素材開発部 ○瀬知啓久, 吉村幸雄

1. はじめに

ここ数年, 材料分野において強く求められている項目の一つとして, 特性向上による高機能化が挙げられる。異種材料のろう付接合は, 材料特性向上に有利な方法である一方, 界面の状態が接合部の機械的特性を大きく左右するといった問題がある。そこで本研究では, 異種材料接合の中から金属/セラミックスのろう付接合を取り上げ, 接合界面の評価を実施することにより, 接合強度などの機械的特性ならびに信頼性の向上に関する検討を行った。

2. 実験方法

供試材料には, 超硬合金としてISO使用分類K10相当材(93~95mass%WC-4~5mass%Co)を, 窒化ホウ素として高純度h-BN(相対密度 82.5%, 純度99mass%以上, 5mm×5mm×3.5mm t)を使用した。ろう材には, 活性金属ろう材(70.2mass%Ag-28.1mass%Cu-1.7mass%Ti; 以下ろう材A)(71.07mass%Ag-27.68mass%Cu-1.25mass%Ti; 以下ろう材B)を用いた。ベース材と窒化ホウ素の間にろう材を挟み, Ar雰囲気中にて表1の条件にてろう付を行い, 試料を作製した。

表1 ろう付条件

Pulsed YAG Output (kW)	1.7
CW LD Output (kW)	0.02
Pulse frequency (Hz)	100
Scanning speed (mm/s)	0.1 ~ 1.6

作製した試料断面について, 電子プローブマイクロアナライザ(以下EPMA)による組織観察や元素分析, 超音波顕微鏡による接合界面の密着性評価, セン断強度測定を行った。

3. 結果

ろう材Aを用いた試料の接合界面の走査電子顕微鏡(以下SEM)写真を図1に示す。WC-Co合金 / ろう材界面は平滑であり, かつ密着していることが分かる。一方, h-BN / ろう材界面は細かく入り組んでいる様子がわかる。これは, h-BNの表面の微細な開気孔部分に溶融したろう材が入り込んだことによると考えられ, ろう材とh-BNの濡れ性は良好であると推定される。図2に, ろう材Aを用いた試料におけるh-BN / ろう材界面のEPMAによる面分析結果を示す。図2 a)は, 図1左上部のh-BN / ろう材界面を拡大したものである。図2 b) ~ d)は, それぞれ図2 a)の領域におけるAg, N, Tiの面分析結果である。図2 a)に見られるように, 界面付近に白色相が存在する。

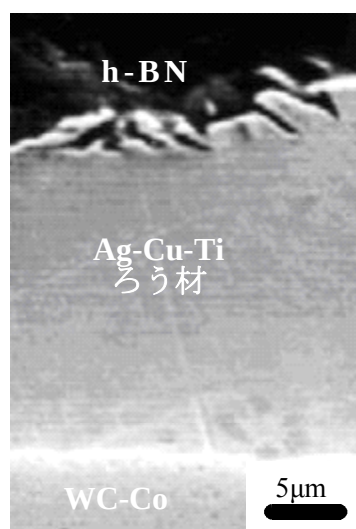


図1 接合界面の断面観察結果(ろう材Aを使用)

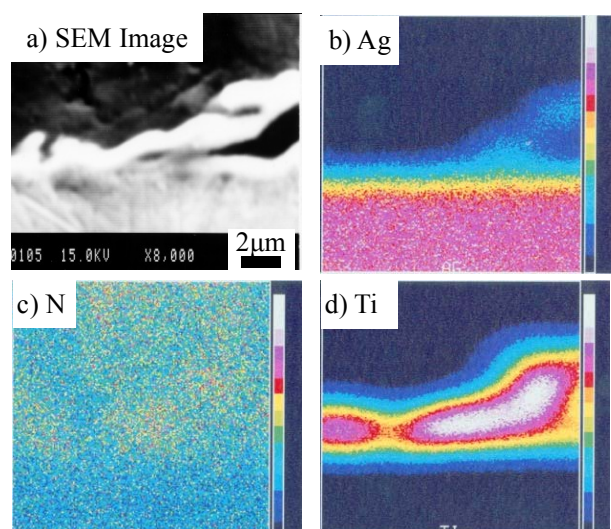


図2 h-BN / Ag-Cu-Ti ろう材接合界面の面分析結果(ろう材Aを使用)

図2 b) ~d)からは、同領域にTiとNが多く分布していることがわかる。これらの結果から、h-BN / ろう材界面での1~2 μm 程度の厚さをもつTiNを主成分とする反応相の生成が推察される^{1), 2)}。

ろう材Bを用いた試料の接合界面のSEM写真及びEPMAによる面分析結果を図3及び図4に示す。これらの結果から、h-BN / ろう材界面での2 μm 程度の厚さをもつTiNを主成分とする反応相の生成が推察される^{1), 2)}。また、

図1と比較すると白色相は明確でない。これらの結果から、ろう材中のTi含有率低下により、界面での反応相の生成量が減少したものと推察される。

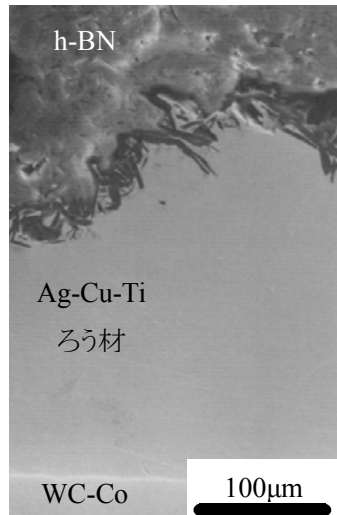


図3 接合界面の断面観察結果(ろう材Bを使用)

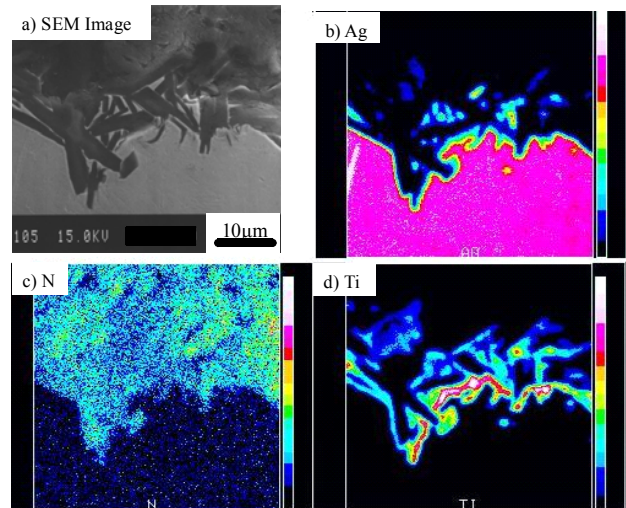


図4 h-BN / Ag-Cu-Ti ろう材接合界面の面分析結果(ろう材Bを使用)

図5a)及びb)、図6a)及びb)にそれぞれろう材A及びBを用いた試料の外観及び界面の超音波顕微鏡像を示す。図5、図6の双方において、内部に大きな空隙が見られないこ

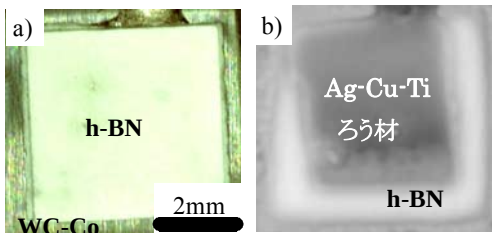


図5 ろう材Aを用いた試料の観察結果
a) 試料外観 b) 超音波顕微鏡による界面

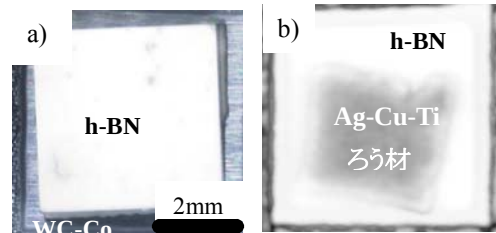


図6 ろう材Bを用いた試料の観察結果
a) 試料外観 b) 超音波顕微鏡による界面

とから、h-BNとWC-Coに挟まれたろう材の密着性が良好なことが分かる。

このようにして作製した異材継手のせん断試験では、破断はろう付部近傍のh-BN側より生じ、せん断強度は、ろう材Aの場合で平均6.5MPa、ろう材Bの場合で平均8.7MPaであった。

4. おわりに

h-BNとWC-Co合金の異材接合を行い、接合界面の評価並びにせん断強度試験を行った。Ag-Cu-Ti ろう/h-BN接合界面にはTiNを主成分とする反応相が生成していると推察され、密着性は良好であった。反応相の生成状況には、ろう材中のTi含有率が影響していると考えられる。また、せん断強度は平均6.5MPa(ろう材A使用時)ならびに8.7MPa(ろう材B使用時)であった。

なお、本研究は、大阪大学接合科学研究所の共同研究員制度を利用して行った。

参考文献

- 1) M. G. Nicholas, et. al., J. Mater. Sci., 25 (1990) 2679-2689
- 2) S. D. Peteves, Ceramics International, 22(1996) 527-533