

第3回先端工業材料の設計、プロセッシングおよび特性 に関する国際会議

茨城大学工学部超塑性工学研究センター

教授（センター長併任） 本橋嘉信

（平成15年度国際会議等参加助成 AF-2003028）

キーワード：接合、超塑性、セラミックス

1. 開催日時：2003年11月5日～8日

2. 開催場所：大韓民国 済州島

3. 国際会議報告

（1）国際会議の概要：

本国際会議は日本学術振興会先端材料技術第156委員会と大韓民国の Materials Research Society が合同で開催したもので、先端工業材料の設計、プロセッシングおよび特性に関する3回目の国際会議である（The 3rd International Symposium on Designing, Processing and Properties of Advanced Engineering Materials, ISAEM-2003）。第1回ISAEMは1997年に日本（豊橋）で、第2回は2000年に中国で開催されている。

今回の会議では次の4つのトピックス：Ⅰ. 先端工業材料の設計、Ⅱ. 先端工業材料のプロセッシング、Ⅲ. 先端工業材料の特性、Ⅳ. 機能材料の開発、および、表面改質、スマート材料、および生体材料に関するオーガナイズドセッションが設定された。発表件数はプリナリー講演2件、基調講演12件、招待講演24件、口頭発表88件、ポスター発表462件である。本会議総会后、4つの部屋に分かれ、講演や研究発表、そして活発な討論が行われた。今回の会議の特徴の1つはポスター発表件数が非常に多いことである。それらの発表のかなりの部分は開催国韓国の研究者のものであり、韓国において材料研究が活発に進んでいることを実感した。

（2）報告した研究成果の概要：

招待講演を次の題目で行った：Sinter-Bonding of

Polycrystalline Silicon-Nitride Using Source Powder of Superplastic Ceramics as Insert Material.

セラミックス部品の加工技術のひとつとして複雑形状や大型部材の製作に接合技術が有効であると考えられるが、例えば金属系中間材を用いたセラミックスの接合では接合部で耐熱性を失う。また、直接接合は有効な接合法であるが高圧力が必要となり、大型部品の接合が困難であること、被接合材の変形を引き起こす等の問題がある。

本研究では、窒化珪素(Si₃N₄)同士の接合に、中間材として超塑性セラミック 3Y-TZP(3mol%Y₂O₃含有正方晶 ZrO₂多結晶体)及び3Y-TZP/Al₂O₃複合材料の原料粉末を用い、中間材中のAl₂O₃含有量を変数として接合し、その有用性を調べたものである。

図1に中間材中のAl₂O₃含有量と曲げ強度との関係を示す。図から高温で接合した場合は中間材中のAl₂O₃含有量が多い側に曲げ強度のピークがあり、低温で接合するに従って中間材中のAl₂O₃含有量が少ない側に曲げ強度のピークが移動していることが分かる。中間材にAl₂O₃原料粉末を用いた場合は接合温度によらず、低い曲げ強度を示した。また、中間材中にAlが存在しない3Y-TZPを使用した場合には接合不可能であった。低温(1623~1673K)で接合した場合、比較的低温でも超塑性流動が発現する3Y-20A, 3Y-40Aを中間材に用いた場合は中間材の超塑性流動により凹凸のある接合面がよく埋まり、有効な接合面積が増大し、高い曲げ強度を示したと考えられる。一方、高温(1773K)で接合した場合は3Y-60A, 3Y-80Aにおいても超塑性が発現し接合界面が十分に埋まり、有効な接合面積が増大し、高い曲げ強度を示したと考えられる。中間材にAl₂O₃原料粉末を用いた場合は、Al₂O₃は超塑性を発現しないた

め、接合温度によらず接合面が十分に埋まらず、接合界面で剥離し、低い曲げ強度を示したと推定される。また、中間材中に 3Y-TZP を使用した場合には接合不可能であったが、これは中間材中の Al が Si_3N_4 側に拡散し SiAlON 層を形成しなかったためであると考えられる。

図 2 中間材に 3Y-40A を使用し 1773K で接合した接合体の接合界面付近の SEM 写真を示す。図から、1773K で接合した場合は 3Y-TZP が接合界面に沿って集合していることが分かる。一方、1673K で接合した場合は 3Y-TZP が接合界面に集合しておらず、また、中間材が設定した厚さよりも薄くなっている。これらの結果は接合温度の違いにより接合界面付近の Al_2O_3 中の Al の Si_3N_4 側への拡散と、3Y-TZP の超塑性変形の進行に違いが生じたためと考えられる。

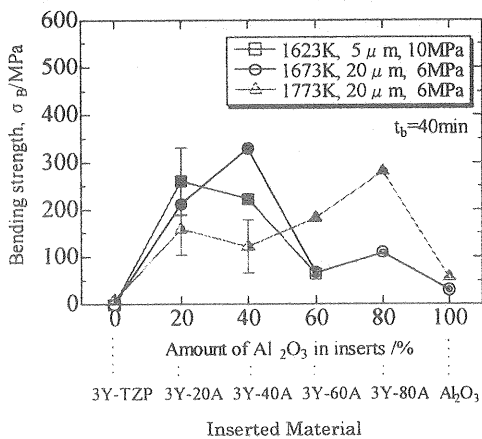


図 1 中間材種類と曲げ強度の関係

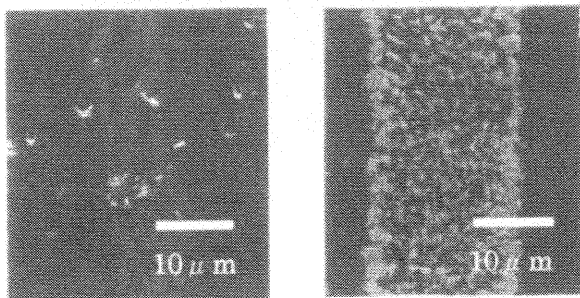


図 2 接合部付近の SEM 写真 (中間材: 3Y-40A, 中間材厚さ: 20 μm, 接合応力: 6MPa, 接合時間: 40min)

図 3 に FEM により解析した接合体の残留応力状態を示す。1673K で接合した場合の接合状態の方が被接合材と中間材の熱膨張係数差に起因する残留熱応力がより小さい値を示すことが分かる。

(3) 謝辞:

以上のように、財団法人天田金属加工機械技術振興財団の国際会議等参加助成により、先端工業材料の設計、プロセスおよび特性に関する国際会議に出席し、窒化珪素の焼結接合に関する招待講演並びに座長を行い、大変有意義な経験や情報交換等ができた。ここに記し心より感謝する次第です。

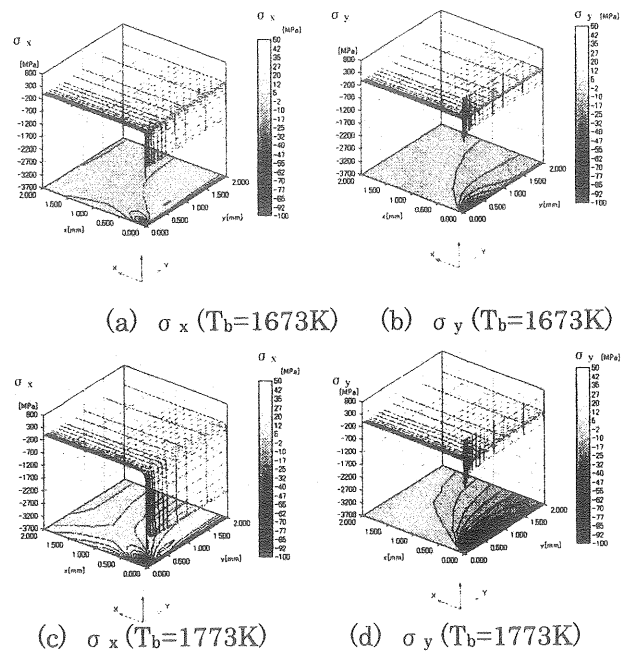


図 3 FEM 解析による接合体に発生する残留応力分布結果