

セラミックス/金属接合体強度に及ぼす界面端不整合の影響

Effect of Interface Edge Mismatch on Ceramic/Metal Joint Strength

加藤悠大¹⁾, 犬飼瞬弥²⁾
指導教員 立野昌義¹⁾

- 1) 工学院大学 工学部 機械工学科
2) 工学院大学大学院 工学研究科 機械工学専攻

近年技術や製品の高度化に伴い,異なる材料を適材適所に活用できる異種材料接合が注目されているが,高温で接合を行う際に熱膨張係数の違いから金属側が膨張し接合面の端に界面端不整合と呼称する微小なずれが生じることが分かっている.本研究では不整合を抑制による接合体強度への影響を明らかにする.

キーワード: 異材接合体, 残留応力, 界面端不整合

1. 緒言

近年技術や製品の高度化に伴い,様々な特性を同時に満たす材料が要求されているが,そのような単一材料は存在していない¹⁾.そこで異なる材料を適材適所に配置することで互いの特性を活用できる異種材料の接合が注目されている.具体例としてはセラミックス/金属接合体が挙げられる.

しかし異種材料接合では高温で接合した際,熱膨張係数の違いからセラミックス側接合界面端近傍に残留応力が発生し接合体強度に影響を与えていると考えられる²⁾.理論弾性解析に基づく,界面端近傍において応力は無限大に広がり³⁾,その大きさは界面端形状に依存するということが分かっている⁴⁾.すなわち界面端形状を適切に設定すれば残留応力を低減できると考えられる.

だがここで接合処理後の界面端精度が問題となる.高温で接合を行った際に膨張した金属材料が界面で接合される.この結果収縮できずに拘束された金属がはみ出し界面端に微小なずれが生じることが分かっている.これを界面端不整合と呼称し,界面端形状を変更する上でこの不整合により意図した界面端形状が得られないことに加え,接合体強度に及ぼす影響は明らかにされていない.

よって本研究では異種材料接合体における界面端不整合を抑制したときの接合体強度への影響を明らかにした.また事前検討として界面端不整合と接合体強度の温度依存性を明らかにした.

2. 実験方法

本研究では,セラミックス/金属接合体における引張試験片を製作し,セラミックス側に窒化珪素,金属側に純ニッケルを使用した.窒化珪素は日本タングステン株式会社製,純ニッケルは株式会社ニラコ社製を用い,ワイヤーカット放電加工機 ROBOCUT α -0C (FANUC 社製)を使用して以下のように切り出した.

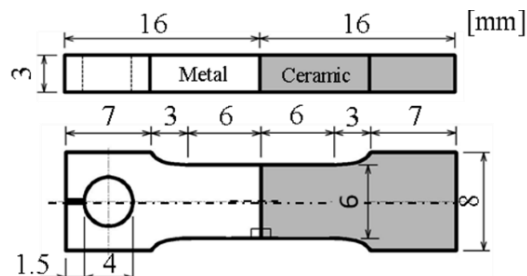


図 1: 試験片寸法

接合処理では,セラミックスの高温特性の有効活用及び金属との結合力確保の観点から活性金属ろう付け法を用い,ろう材には WESGO 社製の Cusil-ABA (63Ag-35.25Cu-1.75Ti)を使用した.

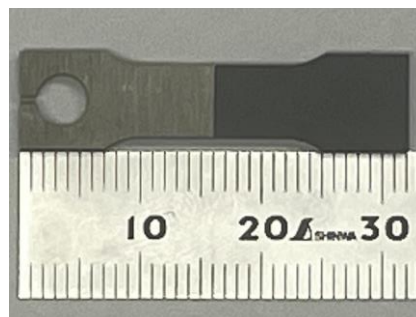


図 2: 接合前の試験片

接合時には赤外線ゴールドイメージ炉(アルバック理工株式会社)を使用した。接合後は KEYENC 製 CCD マイクロスコープ (VHX-1000) と EDS-Wet SEM(JSM-6380LA, JEOL) を用いて、接合界面端部の観察を行った後引張試験機(JT トーン株式会社製 LITTLE SENSTER) でクロスヘッド速度 1mm/min の条件下にて引張試験を行い、破断荷重を測定した。そこで得られた荷重を試験片の接合界面断面積で除算した値を接合体強度とした。その後、再度 KEYENC 製 CCD マイクロスコープ(VHX-1000)を用いて、破壊様式の確認を行った。

3. 実験結果

まず界面端不整合と接合体強度における温度依存性を確認した。本実験では 750℃ から 980℃ の領域で接合を行った。接合後の試験片における界面端不整合の代表例を図 3 に示す。

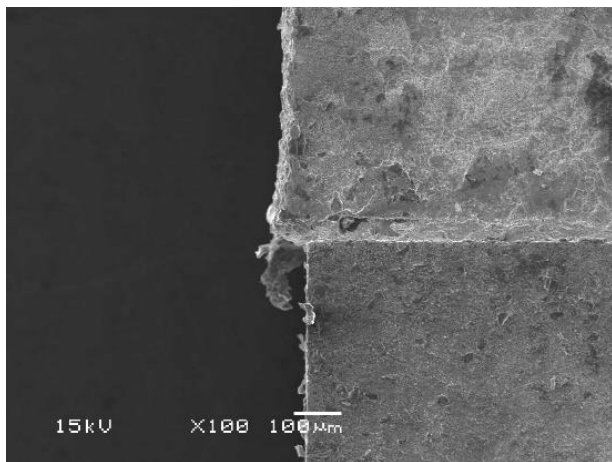


図 3: 界面端不整合の様子

本試験ではいずれの温度においても上記のような界面端不整合が確認できた。サイズとしては数十マイクロレベルの微小な値であったが、接合温度に依存し変化していた。

また温度変化により接合体強度の大きさに加え破壊様式にも違いが生じた。図 4 に試験で見られた 2 つの破壊様式を示す。

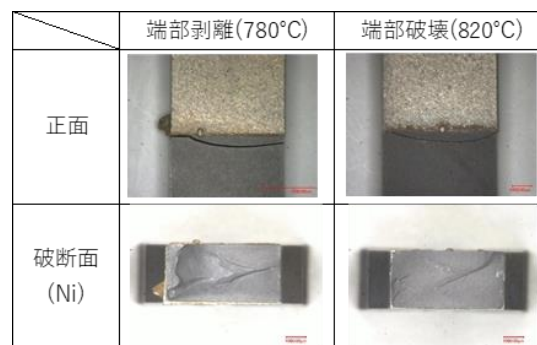


図 4: 破壊様式の異なる試験片例

この結果から、温度が変化することにより接合体の強度が変化したことに加えて破壊様式にも違いが生じた。よって接合体強度は接合温度に依存していると考えられる。

4. 結言

本研究で界面端不整合を抑制したときの影響を明らかにするため、初めに界面端不整合と接合体強度における接合温度依存性を明らかにした。今後は得られた結果を用いて同様の温度帯における不整合の抑制を行い、接合体強度へどのような影響を及ぼすか明らかにし当日発表にて報告する。

5. 参考文献

- 1) 田中一博ほか, 異材溶接・接合のニーズと今後の技術開発の動向, 溶接学会誌, Vol.71, No.6, p.418-421(2002)
- 2) 木村光彦ほか, 導電性セラミックス/金属接合体の残留応力, 溶接学会論文集, Vol.21, No.3, p.448-459(2003)
- 3) 井上忠信, 久保司郎, 異材界面端の熱応力場材料, Vol.48, No.4, pp.365-375(1999)
- 4) 井上忠信, 古口日出男, 異材接合端部における熱応力分布の特性(log r 型⇔rp-l 型の特異性の変化に対する熱応力分布の変化), 日本機械学会論文集 A 編, Vol.61, No.591, p.133-140(1995)