

# 異材接合界面形状の高精度化に関する検討

## Investigation on accuracy of Interface shape in bonded dissimilar materials

山口傑士<sup>1)</sup>，高橋伸弥<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，界面端不整合

### 1. 緒言

近年，導電性セラミックスが開発され，放電加工によりセラミックスの界面端を適切な形状に加工することが可能になっている。ワイヤ放電加工(W-EDM)を用い，加工経路をNC制御などであらかじめ指定できるため任意形状に加工可能である。しかしながら，異材接合材を製作する過程での熱膨張量の違いなどが生じた場合の界面端部の不整合に関する検討を行う必要があると考えられる。<sup>(1)-(3)</sup>

本研究では，窒化珪素/ニッケル接合体を対象として，接合界面形状の高精度化に関する検討を試みた。室温において両材料が同一の界面幅を有する試験片を切り出した後，接合処理を行い，接合処理後に形成される界面端部に形成される材料間端部の不一致に関する現状を明確にすることを試みた。その後，接合界面構成材料間で形成される端部の不一致の形成過程についての考察を加え，材料を切り出す際の補正量を算出することを試みたので報告する。

### 2. 実験方法

本実験ではセラミックスには日本タングステン社製導電性窒化ケイ素，金属には市販の純ニッケルを用いた。

試験片は板材からワイヤカット放電加工機ROBOCUT  $\alpha$ -0C (FANUC社製)を用いて図1に示すよ

うな形状になるよう厚さが均一な平板材から両試験片を切り出した。

表1 Niと $\text{Si}_3\text{N}_4$ の物性値

	Ni	$\text{Si}_3\text{N}_4$
ヤング率[GPa]	219	310
ポアソン比[-]	0.3	0.28
熱膨張係数[ $\times 10^{-6}/\text{K}$ ]	13.4	3.4

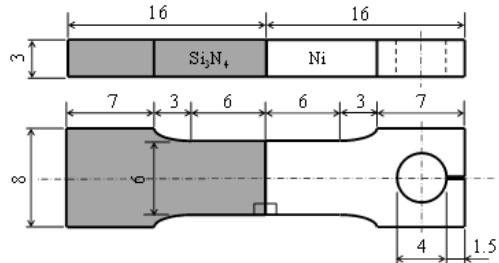


図1 試験片形状

その後，試験片を洗浄し，試験片の接合処理は，ろう材 (63.0% Ag, 35.25% Cu, and 1.75% Ti 合金) を用いて所定の接合温度 ( $780^\circ\text{C} \leq T \leq 980^\circ\text{C}$ ) で図2に示した接合処理を行い，その後十分な時間を掛けて常温になるまで徐冷した。その際，接合構成材料を設定値通りに加工した材料の界面を手作業で慎重に重ね合わせ，材料の片側を固定するための専用治具を用いて界面端部を一致させた。接合処理後，EDX-WETSEM (日本電子社製) 及びマイク

ロスコープ VHX-100 (KEYENCE 社製) を用いて接合処理後の試験片を観察した。観察後は引張試験機 LITTLE SENSTAR (JT トーシ社製) を用いて引張試験を行い、接合体強度を測定した後、再びマイクロスコープ VHX-100 (KEYENCE 社製) を用いて破断面観察を行った。

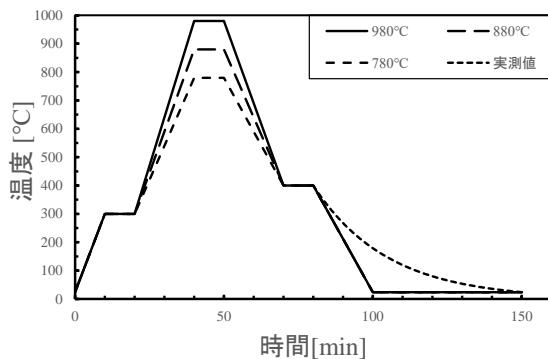


図 2 接合処理温度の変化

### 3. 結果と考察

ワイヤカット放電加工により試験片は設定寸法通りに切り出すことができた(図3参照)。接合処理後の界面の画像を図4に示す。

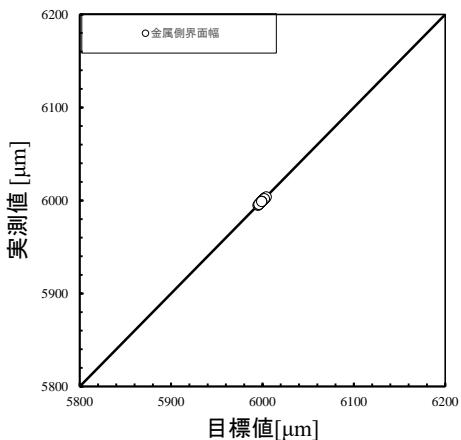


図 3 金属側界面幅



図 4 接合処理後の代表例

接合処理後に接合炉から取り出した接合試験片の界面端部を観察した結果、生じる界面端の不整合は片側のみ金属側の界面幅が増大し、マイクロメータオーダーで生じていることが確認できた。この不整合の大きさは、接合処理温度に依存している。

さらに、接合体強度評価結果から、接合体強度は界面端部の残留応力に支配され、接合処理温度に依存していることが推察される。

本実験によるセラミックスと金属の接合処理はろう材を用いた接合処理であり、ろう材が十分に溶融する温度域に設定しているため、金属がセラミックスよりも膨張し、冷却時に縮小するが、接合界面の結合力が確保された部分は縮小できないため、金属側に不整合が形成されると考えられる。

この結果から、あらかじめ接合温度毎に異なる膨張量に関するデータを取得し、接合処理後の界面端形状が一致するため必要な補正量を推定した。この補正量を切り出し加工する際の金属材料に適用し、接合処理を施すことを試みた。補正前後の形状を接合処理後の結果については、当日発表する予定である。

### 4. 結言

本研究では、窒化ケイ素/ニッケル接合体を対象として、接合界面形状の高精度化を試みた。窒化ケイ素の熱膨張量と界面端不整合を実験的に明らかにすることで最適な界面幅を算出できる。

### 5. 参考文献

- (1) 田中一博, 牛尾誠夫, “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.171, No.6, (2002), pp. 418-421
- (2) 岡部永年, 高橋学, 朱霞, 賀川賢一郎, 丸山美保, “セラミックス/金属接合材の残留応力と疲労強度特性”, 材料, Vol.48, No.12, (1999), pp. 1416-1422
- (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, (1999), pp. 365-375