

405 Al4032 と Al 青銅とのパルス通電焼結接合

新潟大学大学院(学生)

○萱沼安昭

新潟大学大学院

吉岡隆幸、大橋 彦

(株)ユニシアジェックス

細野直人、山田美廣

Bonding of Al4032 to Aluminum Bronze using Pulsed Electric Current Sintering Technique

By Y. Kayanuma, T. Yoshioka, O. Chashi, N. Hosono and Y. Yamada

1. はじめに

近年、パルス通電焼結法による各種新素材の作製に関する研究が数多く報告されている。パルス通電焼結とは、カーボン製のダイスに充填された粉末をパンチで加圧しながら、パルス通電して焼結を行う方法である。この方法では従来法より短時間に低温で焼結できる。しかし、この方法での異種金属の接合例は少ない。

そこで、本実験ではパルス通電焼結法を用いて 4032Al 合金と Al 青銅の接合を行った。接合に際しては、接合温度、接合圧力、インサート金属厚さを変化させて継手を作製し、接合部のせん断試験、硬さ試験、SEM 観察、X 線回折などを用いて、強い接合部を得る条件の選定指針を明らかにすることを目的とした。

2. 供試材および実験方法

実験装置は、放電プラズマ焼結機：SPS-1050(住友石炭鉱業(株)製)である。

Table.1 Chemical compositions of materials used (mass%)

	Al	Si	Fe	Mg	Cu	Ni	Mn	Zn
AlBronze Disk	10.11	—	3.90	—	82.82	1.96	1.07	—
4032Al Disk	84.1	11.5	0.2	1.1	0.90	0.88	—	0.01
4032Al Powder	87.35	12.34	0.20	0.10	0.01	—	—	—

供試材および供試粉末の組成を Table1 に示す。試験片の形状は 4032Al 円盤φ19.9mm×7.5mm, Al 青銅円盤φ19.9mm×5.0mm である。この試験片を脱脂処理した後、カーボン製の焼結型(内径φ20mm)に試験片を Fig. 1 のように詰め、装置の電極間に挟んで加圧し、排気を行った。雰囲気圧力が 1.0Pa になった時点でパルス通電を開始した。1200A の昇温電流で接合温度まで加熱した後、電流を下げて接合温度に 5 分間保持し、通電を停止して冷却した。

3. 結果および考察

まず、インサート金属を用いない円盤同士の直接接合を行ったが、全く接合しなかった。そこで、円盤の間にインサート金属を厚さ 1mm(相対密度 100%) 挿入した試料についてせん断試験を行った。接合温度とせん断強さの関係を Fig. 2 に示す。粉末を挿入すると温度、圧力の上昇とともに強さが大きくなるが、強さには変動が見られる。

せん断強さの変動原因を調べるため、インサート金属厚さを変化させて、その影響を調べた。その結果、インサート金属厚さが 0.5mm 以上で接合した。しかし、インサート金属厚さによらず強さの変動が見られた。

次に、表面処理の影響を調べるため、エメリー研磨及びワイヤブラシ研磨を施して接合を行ったが、やはり強さの変動が見られ、脱脂のみの場合と大きな差は見られ

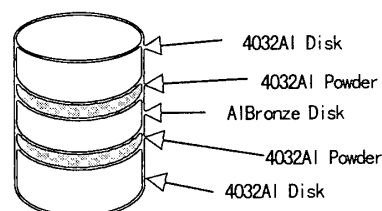


Fig.1 Model of joint

なかった。そこで、同種金属の接合を行い変動が見られるか検討した。まず、4032Al 粉のみを焼結したところ、500℃の焼結では相対密度は95%以上、せん断強さ 100MPa 以上となり、強さの変動は見られなかった。次に、4032Al 円盤にインサート金属を1mm挿入して接合を行った結果、せん断強さは475℃以上で100MPa 以上あり、同種金属の接合時には強さの変動は見られなかった。よって、せん断強さ変動の原因は異種材の接合界面にあると考えられる。

そこで、各温度の接合部の硬さ分布を調べた。その結果をFig. 3に示す。500℃での接合部では4032Al と Al 青銅の界面に非常に硬い層が検出された。次にFig. 2 の500℃でせん断強さが強い試料と弱い試料の破面をSEM観察及びEDS分析を行った。Fig. 4はその一例である。弱い試料にはAのような平坦な相が多く観察され、この部分にはAl と銅が多く検出された。一方、強い試料にはBのような凹凸のある相が多く観察され、Al と Si が多く検出された。さらに、X線回折を行った結果をFig. 5に示す。どちらの試料にも化合物 Cu_3Al_4 と CuAl_2 が存在し、弱い試料にはこれらの金属間化合物が多量に検出された。また接合時間の増加とともに金属間化合物相が厚くなった。このように4032Al と Al 青銅を接合すると接合部に脆い金属間化合物が形成される。この化合物の形成は状態図からも説明された。今回の実験では接合部の温度を直接測定することが出来ず、接合部の正確な温度制御が困難で、金属間化合物の厚さが変動したと考えられる。

4. まとめ

4032Al と Al 青銅のパルス通電焼結接合は、円盤の間に粉末を挿入し、接合温度 450℃以上で接合する。しかし、接合部に脆い金属間化合物が形成され、その厚さの変動によりせん断強さが大きく変化した。よって、カーボンダイスではなく接合部の温度測定による温度制御が重要であると考えられる。

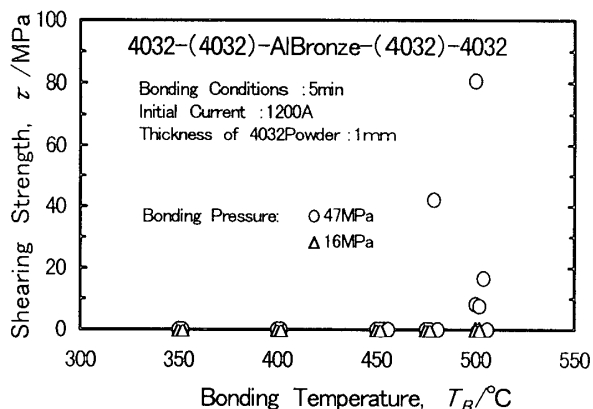


Fig. 2 Relationship between bonding temperature and shear strength

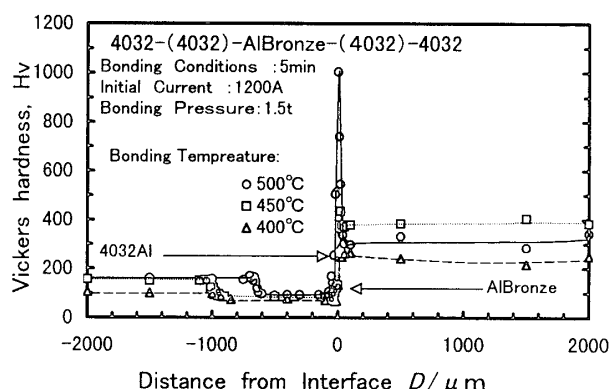


Fig. 3 Hardness distribution at joint

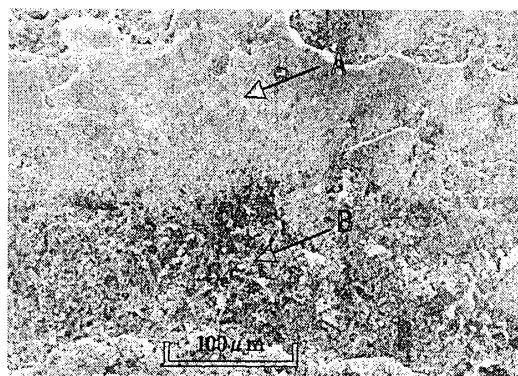


Fig4 SEM image at fracture of Al side

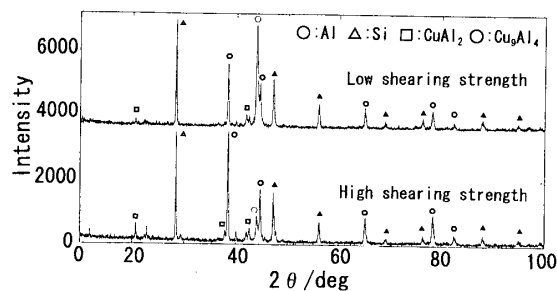


Fig5 XRD patterns of Al side