

界を進行しているように推察される。

平均せん断強度にろう材組成によつてばらつきが生じた原因としては、セラミックス材料であるh-BNの強度ばらつきに起因すると考えられる。Ti1.68%含有ろう材を用いた場合の平均せん断強度は6.5MPa、Ti1.25%含有ろう材の場合9.0MPaであるが、それぞれの組成におけるせん断強度の最大値と最小値の差は4～5 MPaである。また、せん断強度の各測定値は図16に示されるようにワイヤプロットにおいてほぼ直線上に分布している。このことから、破壊は一つのモードで発生していると考えられる。加えて、ワイヤプロットがどちらの場合も4程度とある程度変動幅を示す値となっていることや、破壊がh-BN部分で発生していることを考慮に入れると、平均強度のばらつきはh-BNの強度ばらつきに起因すると推察される。

5 おわりに

h-BNとWC-Coの異材レーザーブレイジングを行い、接合界面の評価ならびにせん断強度試験を行ったところ、以下のことが明らかになった。

- (1) Ag-Cu-Tiろう／h-BNの接触角は鋭角を示し、それぞれのぬれ性は良好であった。
- (2) Ag-Cu-Tiろう／h-BN接合界面の濡れ性は良好であり、Ag-28.06%Cu-1.68%Ti、Ag-27.68%Cu-1.25%Tiのいずれのろう材を用いた場合においても、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み様子が観察された。
- (3) Ag-28.06%Cu-1.68%Ti、Ag-27.68%Cu-1.25%Tiのいずれのろう材を用いた場合においても、Ag-Cu-Tiろう／h-BN接合界面には、同領域にTiとNが多く分布しており、1～2 μmの厚みをもったTiNまたはTiN_xを主成分とする反応相が生成していると推察される。
- (4) 超音波顕微鏡を用いた接合界面の非破壊観察から、Ag-28.06%Cu-1.68%Ti、Ag-27.68%Cu-1.25%Tiいずれのろう材を用いた場合においても内部に大きな空隙が見られず、密着性は良好であることが明らかとなった。

(5) 作製した試料のせん断試験を実施したところ、Ag-28.06%Cu-1.68%Tiをろう材に用いた場合、せん断強度は平均6.5MPaであり、Ag-27.68%Cu-1.25%Tiをろう材に用いた場合、せん断強度は平均9.0MPaであった。これらは、セラミックス材料であるh-BNの強度ばらつきを範囲内であると考えると考えられる。また、Ag-28.06%Cu-1.68%Ti、Ag-27.68%Cu-1.25%Tiのいずれのろう材を用いた場合においても、これらの破壊発生部位が接合界面からではなく、h-BN側であったことから、接合界面が健全であることが示唆される。

参考文献

- 1) Nakao Y, Nishimoto K, Saida K. Reaction layer formation in nitride ceramics to metal joints bonded with active filler metals. ISIJ Int 1990; 30(12): 1142-50.
- 2) Watanabe J, Ohtake N, Yoshikawa M. Fabrication and performance of a thin CVD diamond bonding tool. J Japan Soc for Prec. Eng 1992; 58(6): 797-802.
- 3) Wisniewski W. Interfaces in dissimilar materials joints. Prog Ceram. Int. Met 1985; 22-36.
- 4) Blüdhoff RH. Boride and carbide ceramics - the systems. Proceedings of the 1st European Symposium on Engineering Ceramics; 1985. p. 45-61.
- 5) Feilka J, Priedel KP, Krüll P, Pohel IL, Wobahnert H. Electron beam activated brazing of cubic boron nitride to tungsten carbide cutting tools. Vac 2001; 62: 171-80.
- 6) Witherell CE, Ramos TJ. Laser brazing. The feasibility of brazing thin sections with minimal distortion and heat input is demonstrated, and rapid solidification rates produce nearly twofold hardness increases for some filler metals. Weld J 1980; 59(10): 267-S-277-S.
- 7) Saida K, Song W, Nishimoto K. Laser brazing phenomena of heat-resistant alloys with precious brazing filler metals. Mater Sci For 2007; 539/543: 4053-8.
- 8) Stanley P, Fessler K, Stoll AD. An engineer's approach to the prediction of failure probability in brittle components. Proc Brit Ceram Soc 1973; 22(3): 483-87.
- 9) Nicholas MG, Mortimer DA, Jones LM, Craigin RM. Some observations on the wetting and bonding of nitride ceramics. J Mat Sci 1990; 25(6): 2679-88.
- 10) Lengauer W, Emsmayer P. The crystal structure of a new phase in the titanium-nitrogen system. J Less-Common Met 1966; 120: 153-9.
- 11) Elliott JF, Glaeser M. Thermochemistry for Steelmaking. Vol. 1. Manufactures. Addison-Wesley; 1960.
- 12) 日本セラミックス協会編纂 多層セラミックスセラミックスの機械的性質 日本セラミックス協会; 1978

溶 アルミめっき を用いたアルミニウム合金材とのミグブレイズ溶接

神戸製鋼所 アルミ・銅 部門 技術部 笹部 誠二・岩瀬 哲・松本 剛
日新製鋼技術研究所 表面処理研究部 服部 保徳 三尾野 忠昭

1 はじめに

各種材料には固有の特徴があり、設計面からはそれらの最大効果を発揮するべく材料の選材適所化が強く望まれている。しかし、アルミニウム合金との組合せの場合には、通常の溶接方法では脆弱な金属間化合物(IMC)が生成してしまい、その継手強度の低下や不安定さゆえに、機械的締結や接着接合といった方法などに頼らざるをえないのが現状である。

筆者らはアルミニウム合金との接合用に開発した溶融アルミめっき鋼板を用い、かつ、接合条件を最適化することで紙筋スポット接合、ミグブレイズ溶接、レーザーブレイズ溶接などにおいて汎用的な溶接性を有しても良好な継手性能が得られることを見出した。本報ではごく一般的なミグ溶接機を用いて、アルミニウム合金と新開発の溶融アルミめっき鋼板とをミグブレイズ溶接した継手性能とその接合界面について解説する。

2 供試材

アルミニウム合金との接合用のアルミめっき板は、連続式溶融アルミめっきラインで製造した高純度含有低炭素鋼を母材とした溶融アルミめっき鋼板(以下開発材と称す)であり、それと比較のために低炭素鋼を母材とした通常の溶融アルミめっき鋼板(以下通常材と称す)も使用した。いずれも冷延母材を還元ガス雰囲気中で焼

焼した後、Siを9.2mass%含むアルミめっき浴に溶漬し、ガスワイピングで片面当りのめっき付着量が約60g/m²となるようにした。また、アルミニウム合金側には、近年自動車用アルミパネル材として使用量が増加している6022材(Al-0.6mass%Mg-1.0mass%Si)を採用した。なお、いずれの供試材とも板厚は1.0mmとした。

供試材に用いたアルミめっき鋼板の断面組織を写しに示す。Al-9.2mass%Siめっき層と 異相との界面には、めっき時に形成された厚さ約2 μmのFe-Al-Si三元系の合金層(金属間化合物)が存在する。なお、低炭素鋼ベースの通常のアルミめっき板も同様の断面組織を示す。

3 溶接試 方法ならびに試 結果

開発材の上にアルミニウム合金板を50mmのラップ間で重ね合わせて、図1に示す ねすみ肉継手を4種類の

交差シグ:50A,7V,50cpm
溶加材:4047

8K21-T4

(鋼材)1.0t

図1 ねすみ肉継手におけるミグブレイズ溶接要領

ね代50mm

90° 曲げ

試験片幅:25mm



※

継手寸法:接合長1mmあたりの強度 N/mm
図2 引張せん断試験ならびにビード試験の試験要領

写真1 開発材のめっき 部の断面組織

写真1 開発材のめっき 部の断面組織