

CMT 溶接による Al/SPCC の溶接と溶接部の特性

愛知産業株式会社 古川一敏

九州工業大学 加藤光昭, 西尾一政, 山口富子, ○松本貴史, 西本雄亮

Welding of Al/SPCC by CMT Process and its Characteristics

by FURUKAWA Kazutoshi, KATOH Mitsuaki, NISHIO Kazumasa,

YAMAGUCHI Tomiko, MATSUMOTO Takafumi, NISHIMOTO Yusuke

キーワード：CMT 溶接、アルミニウム合金、亜鉛めっき鋼板、金属間化合物

Keyword: CMT process, aluminum alloy, galvanized steel sheet, intermetallic compound

1. 緒言 オーストリアのフロニアス社で開発された CMT 溶接を適用すると、これまで不可能とされてきたアルミニウムと鋼の接合が可能となってきた^{1,2,3)}。本研究では、本方法を亜鉛めっき層の厚さを変化させた鋼材とアルミニウムの異材溶接に適用し、めっき層の挙動及び金属間化合物層の形成状況及び界面近傍の亜鉛の分布状態を検討するとともに、TEM 観察及び引張せん断試験を行って溶接部の特性について検討した。

2. 使用材料及び実験方法

厚さ 1mm、幅 100mm そして長さ 200mm のアルミニウム合金 5052 板と亜鉛めっき処理を行った冷間圧延鋼板 (SPCC; めっき層の厚さは、17~22 μ m

であった)を重ね合わせ (重ね代：約 10mm)、CMT 溶接法によって溶接を行った (溶加材は Al-Si 系の 4043 を用いた： ϕ 1.2mm)。溶接条件を Table 1 に示す。その後、マクロ組織及びミクロ組織観察を行った。次に、SPCC 側の止端部から母材方向に亜鉛めっき層の厚さの変化を測定した。

また、EPMA を用いて界面付近の亜鉛の挙動を調べるとともに、TEM を用いて微細組織の観察を行った。さらに、溶接継手の引張せん断試験を行った (試験片の幅：20mm)。これは、400 $^{\circ}$ C で 30min, 1h 及び 2h 保持後に空冷した試料に対しても行った。

3. 実験結果及び考察

3.1 マクロ及びミクロ組織観察

試料 A の溶接部のマクロ組織を Fig.1 に示す。5052 側は接熱によって母材が溶融しているが、SPCC 側ではほとんど溶込みがない状態で溶接金属が認められる。界面付近のミクロ組織を Fig.2 に示す。上部は、溶接金属であり、デンドライトが認められる。また、界面付近に厚さ 1~2 μ m 程度の層状組織が認められ、これは金属間化合物層と考えられる。

3.2 亜鉛めっき層の挙動

Fig.3 に亜鉛めっき層の厚さの測定結果を示す。母材で 17

Table 1 Welding conditions

Sample	A	B	C	D
Welding speed (mm/min)	600			
Welding heat input (J/cm)	414	428	446	470

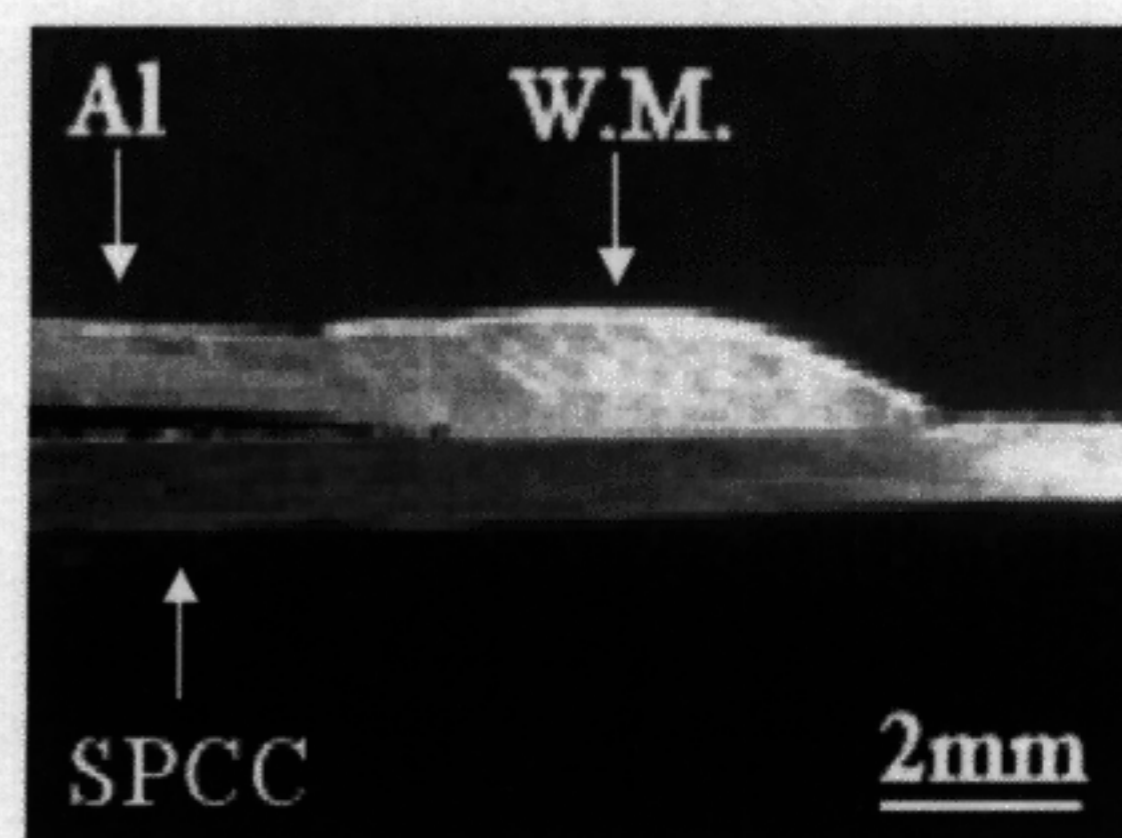


Fig.1 Macrostructure of a specimen

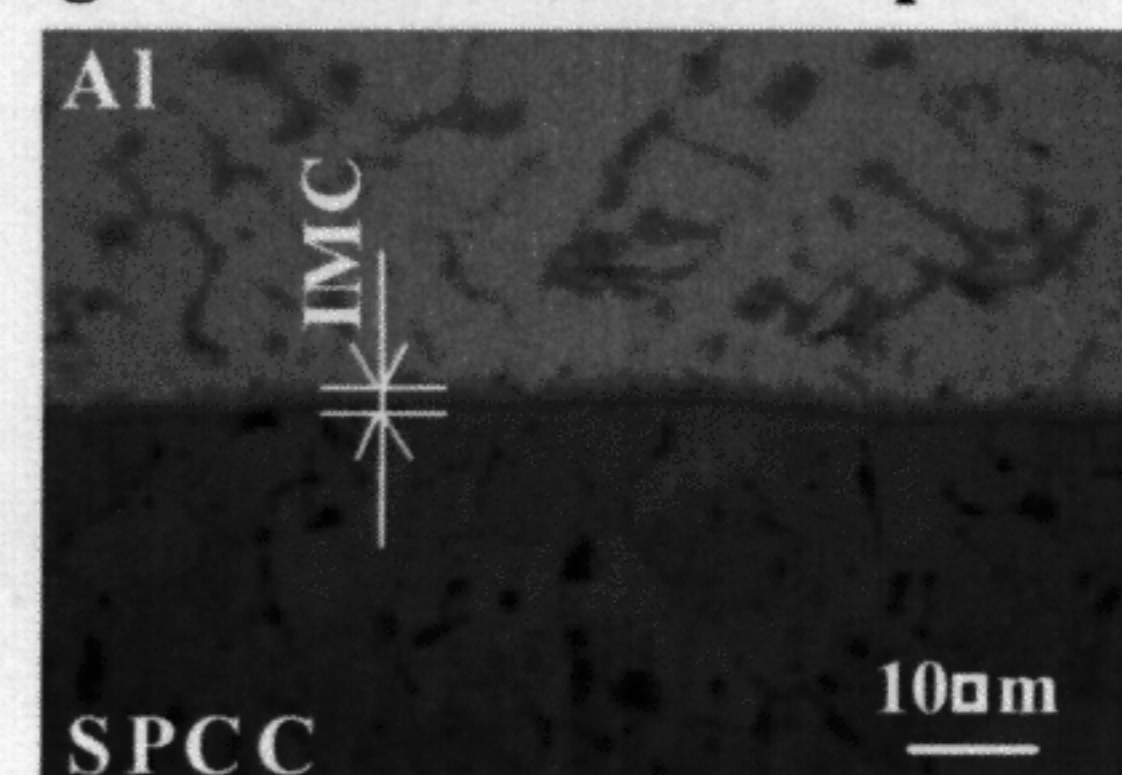


Fig.2 Microstructure of a weld metal

~22 μ m あった亜鉛めっき層の厚さは、止端部付近で急激に減少する傾向が認められる。しかし、止端部付近でも亜鉛は存在しており、溶接による温度上昇は高くない。また、EPMA を用いて亜鉛の分布を調べたところ、溶接金属側に亜鉛が濃化している領域が認められた。ここで用いた溶接ワイヤには亜鉛はほとんど含有されていないことから、めっき層の亜鉛が溶接金属側に移行したと考えられる。

3.3 TEM 観察

Fig.4(a)に、試料 B の接合界面付近の TEM 組織を示す。界面付近には約 1 μ m の幅の層が認められる。この領域には数百 nm の大きさの粒子が多数観察された。これらの粒子から得られた電子回折像を解析した結果、 $Al_{13}Fe_4$ (Fig.4(b)) 及び Fe_2Al_5 (Fig.4(c)) が同定できた。また、Fig.4(c)にはハローパターンも認められたことから、この領域は一部アモルファス化していると考えられる。

3.4 引張せん断試験

Fig.5 に引張せん断試験結果を示す。溶接ままの場合には、140~150MPa の強さが得られた。破断位置は、一部 5052 の母材で破断したものも認められたが、多くは溶接金属で破断した。一方、熱処理をすることによって金属間化合物層の厚さは 2~3 μ m 程度にまで増大し、強さは 100~120MPa 程度と溶接ままの場合よりも少し低下をするだけであった。この際の破断位置は、すべての溶接金属であった。破断位置が溶接金属であっても強さに差異が認められたのは、溶接ままの場合と熱処理をした場合とでは、界面付近に存在する金属間化合物層が受け持つ荷重に差異があったためと考えられる。

4. 結言

- 1) CMT 溶接した 5052 と亜鉛めっき鋼板の異材継手のめっき層の厚さは、止端部のごく近くで急激に薄くなったが、止端部でも数 μ m 程度残留していた。
- 2) 溶接界面付近の溶接金属中には、亜鉛めっき層から移行した亜鉛の濃化が認められた。
- 3) 溶接界面には 1 μ m 程度の金属間化合物層が形成され、これは、大きさが数百 nm の $Al_{13}Fe_4$ 及び Fe_2Al_5 と同定できた。
- 4) 引張せん断試験を行った結果、破断箇所は 5052 の母材又は溶接金属中であり、金属間化合物層からの破断は認められず、良好な継手を得ることができた。

参考文献

- 1) 古川一敏：溶接技術、Vol.53、No.8(2005)、94
- 2) 前田興一、田中晃二、泰山正則：溶接学会全国大会講演概要、第 77 集(2005-9)、112
- 3) K.Himmelbauer, J.Bruckner:IIW Doc.XII-1846-05

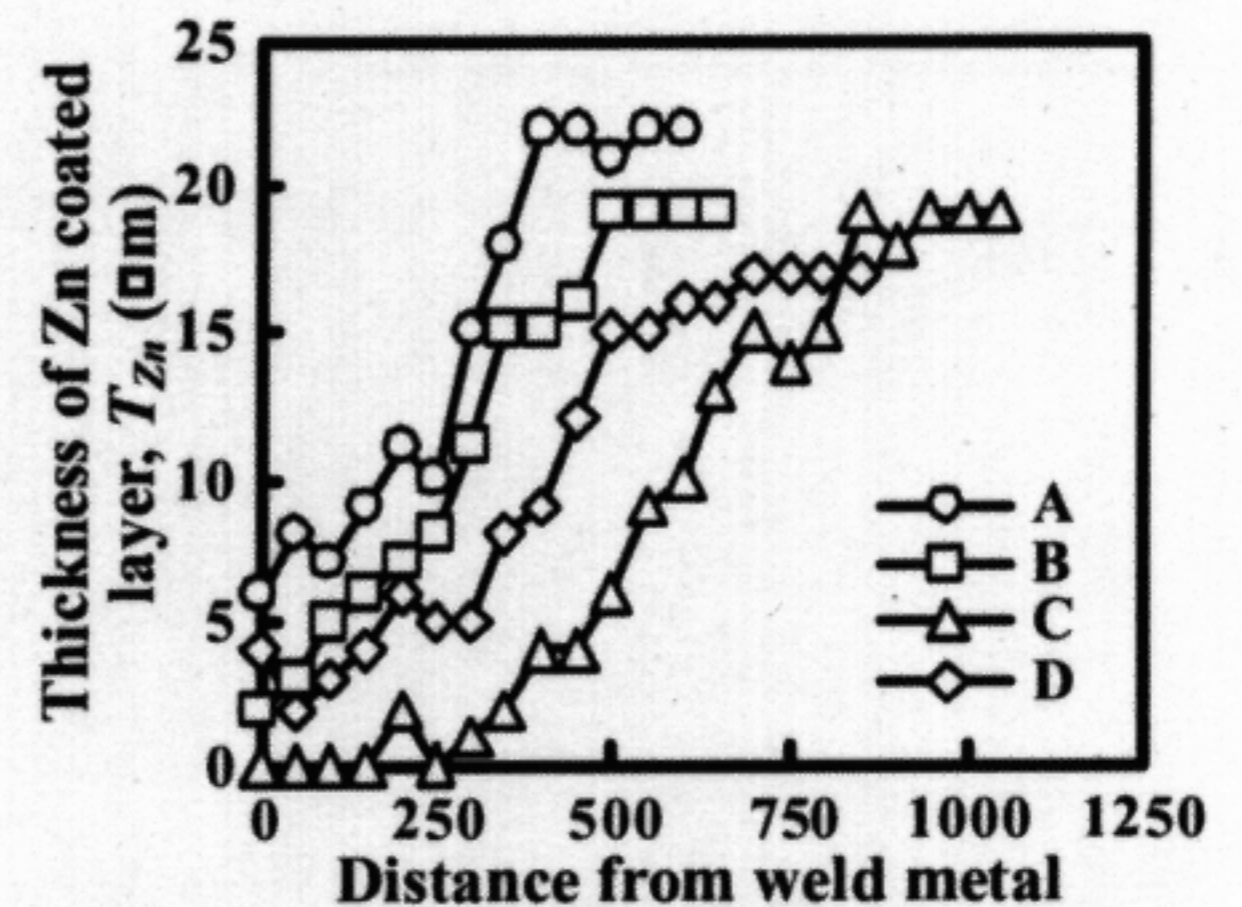


Fig.3 Distribution of the thickness of Zn coated layer

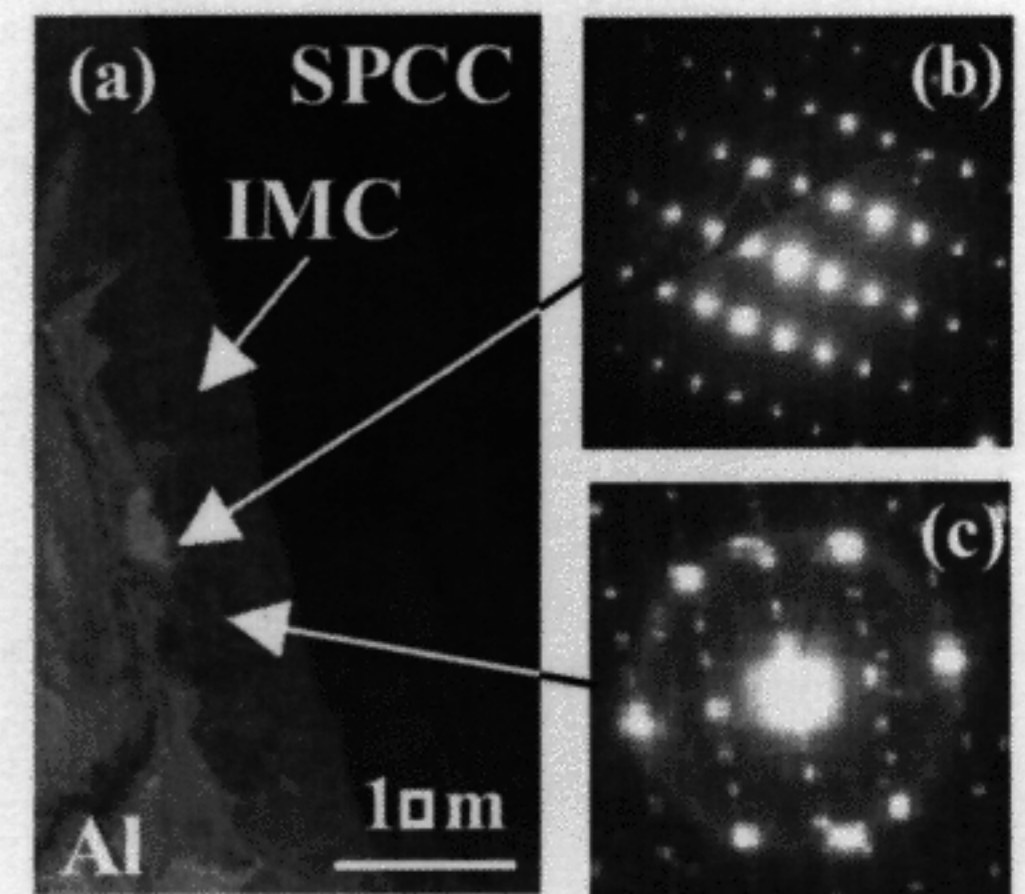


Fig.4 TEM image near the bonded zone

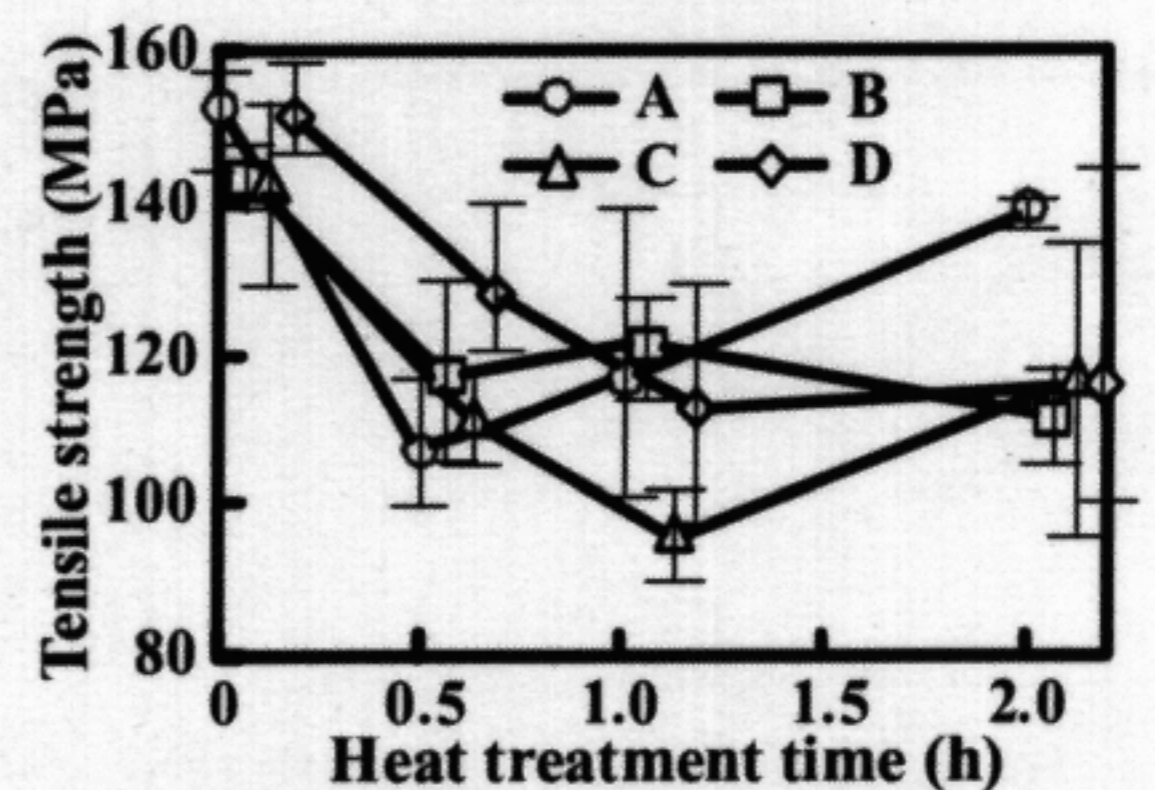


Fig.5 Result of tensile shear test