

時効性アルミニウム合金溶接部の析出物の挙動 (I) — 7N01材電子ビーム溶接部の析出物の挙動 —

大阪大学溶接工学研究所

岡城敏男 ○黒田敏雄
富江通雄 荒田右明

1. 緒言

溶接構造用材料 Al-Zn-Mg 系 7N01 材は溶接後の常温時効で HAZ の硬さが母材の硬さ近くに回復すると言われている。しかし応力腐食割れや耐食性を考慮する場合、溶接部の時効析出現象を把握することが不可欠である。本研究は電子ビーム溶接による厚板で冷却速度が異なる場合の溶接部の析出物の挙動を検討した。

2. 実験方法

供試材は 7N01-T4 材で板厚 36 mm である。溶接前の材料の析出状態と変える意味で T4 処理と T6 処理を行なった。電子ビーム溶接条件はビードオンプレートとし、250 kV 40 mA 加速電圧 1.1, 溶接速度 500 mm/min である。母材および溶接部の析出物の挙動は硬さ測定、示差熱分析、電気抵抗測定、X線回折および電顕観察により検討した。溶接部の欠陥の有無は X線透過試験で、溶接部の元素分析は EPMA で行なった。

3. 実験結果

図 1 は 7N01 材の溶体化処理温度と冷却速度が析出過程に及ぼす影響を示差熱分析により検討した結果を示す。溶体化処理温度はその後の析出過程にあまり影響しない。溶体化処理温度からの冷却過程では冷却速度が速いほど析出が早く、2°C/min の場合には冷却中ほとんど析出が完了している。図 2 は GP zone の量がその後の加熱過程における析出状態に及ぼす影響を調べたものである。A から E になるに従って GP zone が多い状態である。115°C 14 hr ではじめて GP zone が加熱過程の析出状態に影響を及ぼす。150°C 付近の山は GP zone の固溶、200°C 付近は析出による。この析出する 240°C 付近では加熱前の GP zone が多い程この析出が大きいものと思われる。図 3 は恒時焼鈍による硬さ変化を示す。100°C 付近の山は GP zone の析出、210°C~230°C の山は析出と関連している。溶体化処理温度が 540°C に比べて 380°C の方が常に Hv10 程度高いが、540°C~560°C で両曲線は一致する。このことは溶体化時に生じた E 相

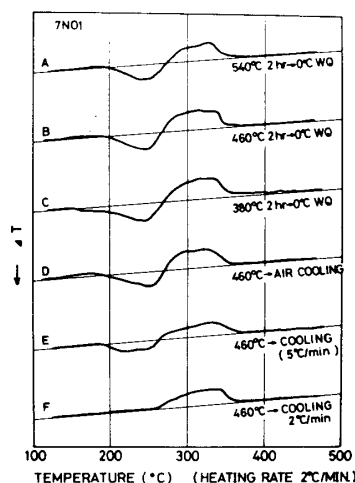


図1 溶体化処理温度および冷却速度と示差熱変化。

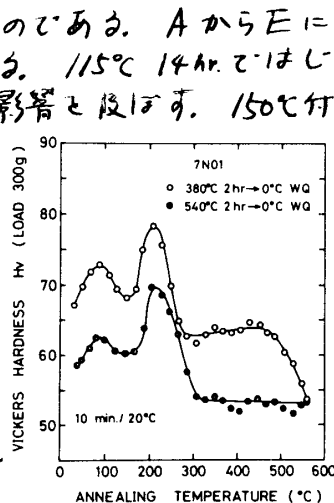


図3 恒時焼鈍による硬さ変化

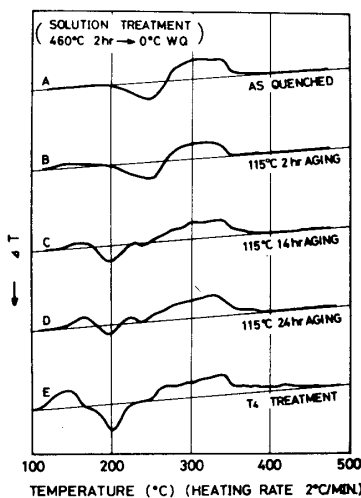


図2 GP zone と示差熱変化

の存在が硬さを増加に寄与しているものと思われる。540℃付近で同一の硬さになるのはE相の粗大化と固溶によるものであろう。図4はT₄処理(受入)材の電子ビーム溶接後の常温時効にともなう硬さ変化を示す。4日時効の場合 GP zoneの析出が少なく、むしろそれぞれの加熱冷却過程で生じた析出物の分布状態が硬さに寄与している。その場合の電顕写真と写真1に示す。溶接金属からHAZ 5mmまでの領域は完全溶体化域でE相以外の析出物はほとんど固溶するので、この硬さ変化は主にE相の粗大化、固溶による(写真1-B,C)と考えられる。5mm~10mm間は部分的溶体化域で γ 相が一部固溶し δ 相が生じる(写真1-D)。10mm~20mmの領域はGP zoneの固溶量で主に硬さ変化がある。常温時効が進むと、GP zoneの析出が生じ硬さは増大していく。60日時効ではHAZの硬さはどの領域もほぼ一定で、わずかにE相の固溶したポイント近傍で硬さが増大している。電子ビーム溶接で急熱急冷のため析出物が冷却過程であまり生じない。特に溶接金属の硬さは母材に比して低い。これはE相等の不溶性化合物がほとんど固溶され(写真1-A)、Fe, Zn, Mgの濃度がわずかに低下する(図5)ことによる時効現象の抑制によると思われる。E相をほとんど固溶させたT₆処理材の電子ビーム溶接後の時効特性(図6)では、時効時間の増加とともにHAZ全体がほぼ一定の硬さに昇を示している。

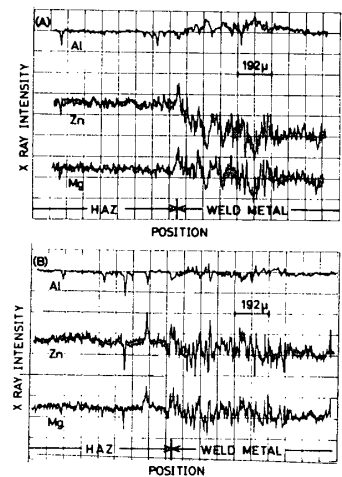


図5 電子ビーム溶接部のEPMA結果 (A): ヒート表面下2mmの位置 (B): ヒート中心部

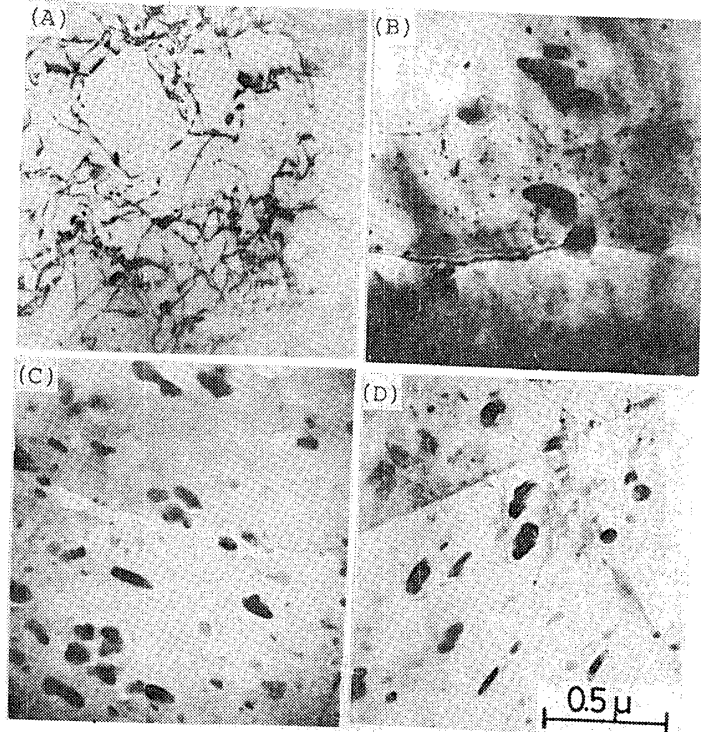


写真1 T₄処理材電子ビーム溶接部の電顕写真

- (A): 溶接金属(析出物、不溶性化合物ほとんど存在しない)
 (B): ポイント部(E相の粗大化、固溶)
 (C): HAZ 4mm(E相のみ一部 γ 相みられる)
 (D): HAZ 9mm(E相上 δ 相析出、 γ 相のみ)

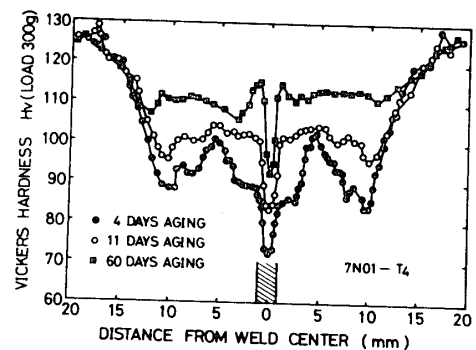


図4 T₄処理材電子ビーム溶接部の硬さ変化

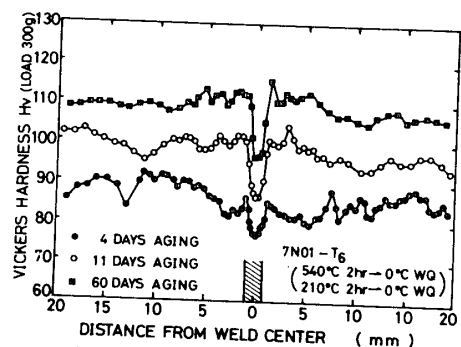


図6 T₆処理材電子ビーム溶接部の硬さ変化