

アルミニウム合金の溶接強度に及ぼす 溶加材の影響

石井 友之*

実験目的

アルミニウムはその比重が2.70と鉄の7.87に比べて小さいことから、軽量化、省エネルギー化を担う金属として用いられており、強度についても塑性加工硬化、析出硬化、固溶強化などを利用することにより強化がはかられており、航空機、自動車、オートバイなどの機械部品として使われ続けている。高性能化、高機能化が求められる時、軽いアルミニウム材料は多くの魅力を持っている。しかし、それらのアルミニウム合金を機械部品として使用する際、複雑な形状の部品の製作、組み付け、修理など接合が必要となる。実際にはT I G溶接法（Tungsten Inert Gas Welding）や、スポット溶接法が実用に供されており、技術の進歩によりアルミニウムの酸化等に伴う溶接不良などの問題はかなり解決されてきている。^{1) 2) 3) 4) 5) 6)}しかし、それらの外観上欠陥の見えない溶接部においても、溶け込み部、熱影響部などで析出効果の減少や塑性加工効果の減少などがあり強度低下が十分に補なわれているかどうかは、疑問が残るところである。特に母材に高強度材を使えば使うほど母材と溶接部の間には強度差が生じ、特に溶接欠陥が見られなくても結果的には溶接により強度が低下したことになる。そこで本研究ではA5052材を用いて、種々の溶加材によるT I G溶接を施し、溶接部がどのような強度を有するものかを測定し、アルミニウム部材を溶接して使用する場合の安全強度の指針となるデータを提供しようとするものである。

実験方法

溶接の手順としては厚さ2mmの供試材を長さ100mm、幅50mmの大きさに切断し、両者を突き合わせ溶接部にV溝を加工しその溝に沿って各種の溶加材を用いて溶接した。供試材A5052の規格成分を表1に示す。

溶加材はAl-Si系（Al-5%Si、Al-10%Si、Al-15%Si）、Al-Zn系（Al-1%Zn、Al-3%Zn、Al-5%Zn）、Al-Si-Zn系（Al-10%Si-5%Zn）の7種の合金を電気炉を用いて溶製し、直

表1 供試材A5052の化学成分(規格値)

AA 記号	化 学 成 分 (%)						
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn
5052	<0.45(Si+Fe)		<0.10	<0.10	2.2~ 2.8	0.15~ 0.35	<0.10

*理工学部機械工学科 機械材料学

径2mm程度の棒状に铸造し、長さは300mm程度とし、TIG溶接の際に用いた。溶接機は大阪変圧機製のAE300TYPEを用い、溶接電流100A、Arガス流量6リットル/minとし、各種の溶加材について、3枚ないし4枚の試験片を作製し、Al-Zn系、Al-Si-Zn系の溶加材については溶接後、5、20、40日（それぞれ 4.3×10^5 、 17×10^5 、 34×10^5 秒）後の時効硬化の影響を観察するため、各3種、合計48枚の試料を作製した。引張り試験の治具を図1に示す。引張り試験は30トン万能試験機で行った。

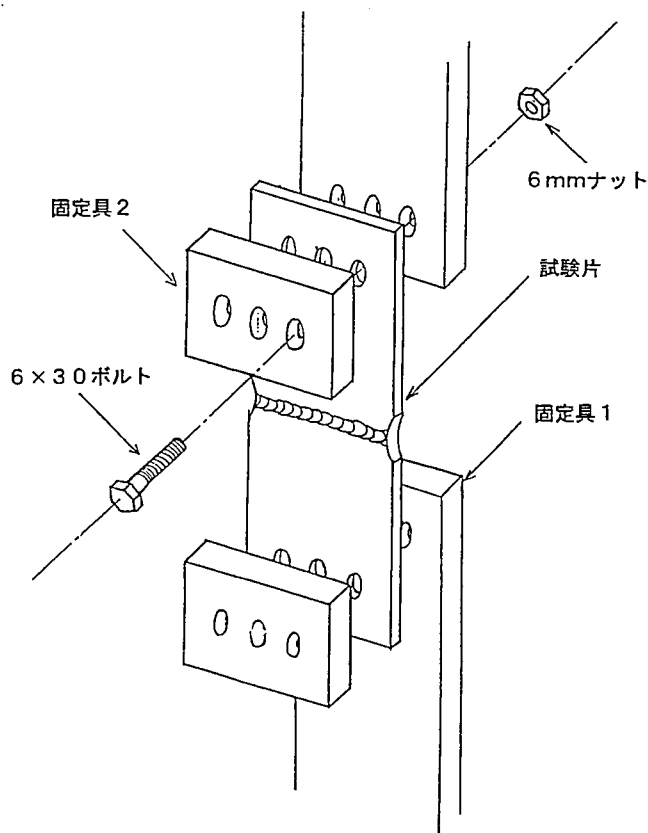


図1 試験片および引張り試験用治具

実験結果および考察

供試材A5052の板を同種の溶加材(共金)を用いて溶接した場合の引張り試験結果を図2に示す。3本の線は試験片ごとのものである。この中で高強度のものは引張り強度が124.4MPaであり、これはほぼ母材の65%の強度である。ただ溶接材によるバラツキはかなり観察される。ここで変位伸びは通常の引張り試験と違って平行部が存在しないので相対的な評価の基準とすることにする。

図3にAl-15%Si溶加材を用いた溶接材の引張り試験の結果を示す。いずれの場合も最高値を示した後急激に破断に到っている。この事はAl-Si合金が強度はあるが脆い材料である事を示している。図4にAl-Si合金溶加材を用いた溶接部の強度をSi量に対して表わしたグラフを示す。ただし、ここでは溶接材中最も強度の高かったものを代表値とした。

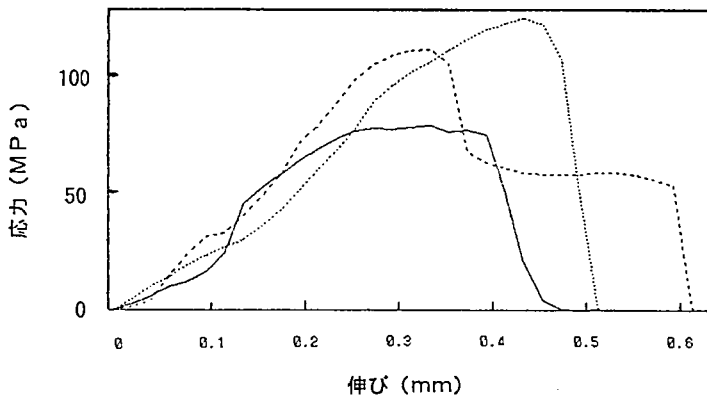


図2 共金溶接材の引張り試験結果

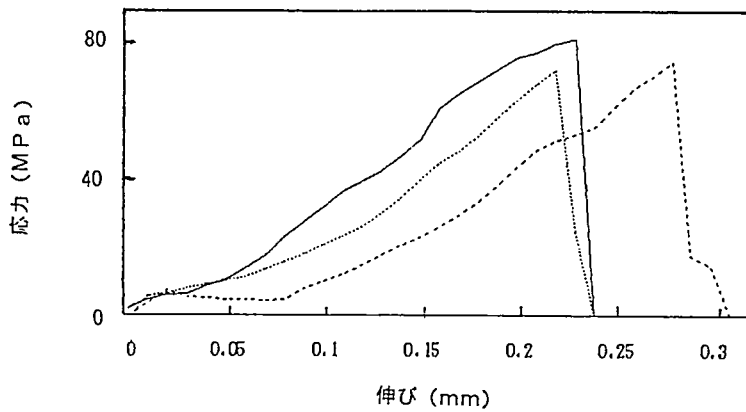


図3 溶加材Al-15%Siを用いた溶接材の引張り試験結果

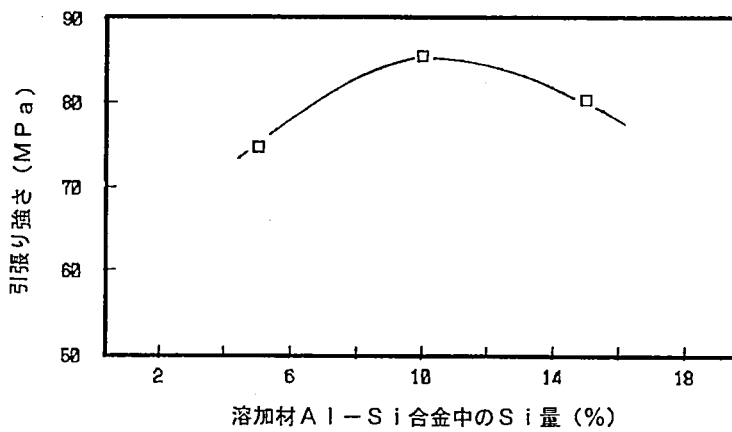


図4 溶接強度におよぼす溶加材Al-Si系中のSi量の影響

Si量が10%程度の所でピークが見られそれ以上の添加は却って強度を低下させるようである。このことはAl-Si合金には約11.6%の所に共晶があり、今回の実験結果もその事と関連があるのかも知れない。従って、この合金系では溶加材として延性の不足が問題になると思われる。図5にAl-5%Zn溶加材による溶接部の引張り試験結果を示す。変形がかなり不均一であるが、最高値に達した後もすぐ破断には到らずかなり高い延性が示されている。次に図6に溶接強度に及ぼす時効の影響を溶加材中のZn量をパラメータにしてプロットした結果を示す。20日後にやや強度低下の見られるものもあるが、40日後にはかなり高い強度になり時効による強度増加が観察される。

Al-1%Znの40日後は今回の実験で最も高い149MPaの値を示した。これは共合金材より20%強いことになる。図7に溶加材としてAl-10%Si-5%Zn合金を用いた場合の時効に伴う強度の変化を示した。この場合は20日の時効で最も高い強度を示し40日では却って低下する傾向が示された。

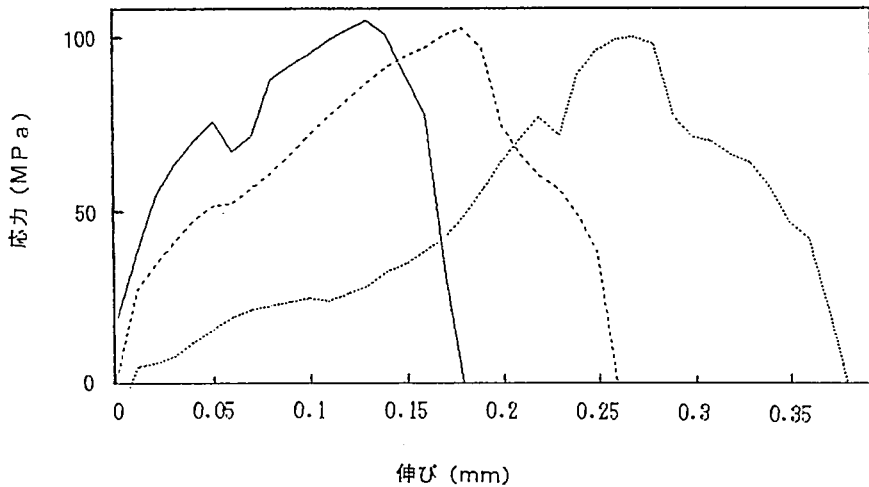


図5 溶加材Al-5%Znを用いた溶接材の引張り試験結果

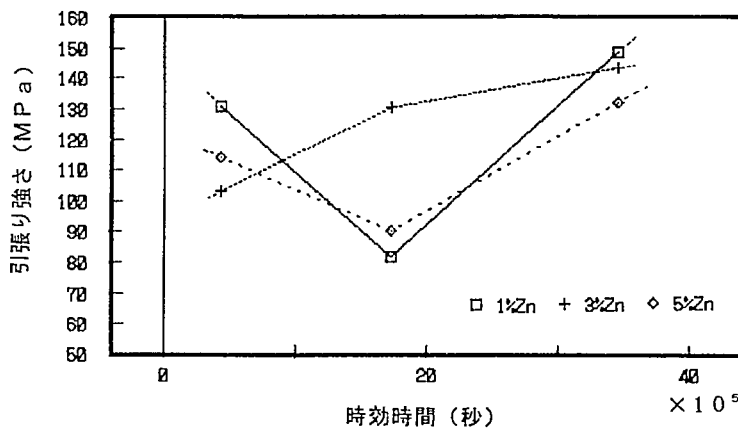


図6 溶接強度におよぼす時効時間の影響(Al-Zn系溶加材)

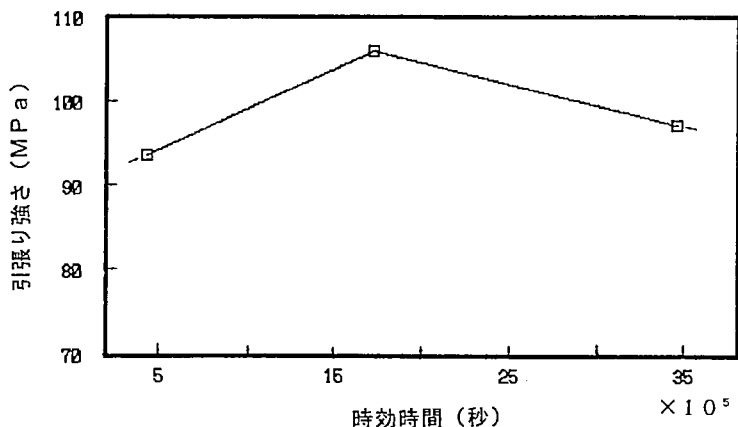


図7 溶接強度におよぼす時効時間の影響
(Al-10%Si-5%Zn溶加材)

結 論

溶接による部材の接合は他のボルト、ナットによる固定やリベット、接着剤等による方法に比べて接合部の重量増加や強度の安定性、接合部の外観、費用等の点から多くの利点を持っている。反面、冶金学的要因による材質の劣化が不可避な場合が多く、従来も溶接部の水素脆化、遅れ破壊、熱影響部の強度不足等の問題が指摘され多くの対応がなされてきた。

本報告ではA5052材の溶接に伴う強度低下の評価試験を行う目的で実験を行い溶加材としては、共金、Al-Si合金、Al-Zn合金、Al-Si-Zn合金を用い、また時効による溶接強度の変化についても検討した。溶加材としてのAl-Si合金では溶接性は良好であったが延性の低下が観察された。Al-Zn合金では比較的良好な強度と延性を示し、特にAl-1%Zn-40日時効材が今回の実験で最も高い値を示した。今後ともさらに溶接棒材の種類、溶接条件等を改善する事により、出来るだけ母材と同等の強度を持った溶接法を研究してゆく必要があると考えられる。

謝辞

本報告の実験のデータは主として、平成6年度の卒業研究によった。ここに実験をしてくれた諸君と特別研究費の補助に謝意を表わす。

文献

- 1) 松本：アルミニウム合金およびマグネシウム合金の溶接、溶接学会誌、Vol. 63 No. 2 (1994), 12
- 2) 浮田、赤松、清水：アルミニウム極薄板の高速TIG溶接に関する研究、溶接学会論文集、Vol. 11、No. 2 (1993), 360
- 3) 小林：アルミニウム合金の溶接とその歩み、軽金属、Vol. 35、No.10 (1985), 597
- 4) 難波：自動車用アルミニウム合金の接合(その1)、軽金属、Vol. 43, No.1 (1993), 46
- 5) W. Tuttle : Understanding Aluminum Welding, Welding Journal, No. 2 (1991),

43

- 6) B. W. Kuvshinov : Pulsed Welding Lights the Way, Welding Design & Fabrication, No.7 (1991), 59