

315 2090Al-Li合金溶接部のミクロ組織と機械的性質

東北大学工学部 粉川博之
東北大学大学院 ○五月女峰郎
東北大学工学部 桑名 武

Microstructure and Mechanical Properties of 2090 Al-Li Alloy Weld

by Hiroyuki Kokawa, Mineo Saotome and Takeshi Kuwana

1. 緒 言

Al-Li合金は、軽量、高強度、高剛性等の特性を有することから、航空宇宙材料としての利用が期待されている。しかし、その溶接に関しては、割れ、気孔の他、溶接熱による強化析出相の溶解に起因する溶接部の強度低下が問題となる。そこで、本報では、TIG溶接した2090Al-Li合金溶接部を種々の条件で時効熱処理した場合の、ミクロ組織、硬度及び引張特性の変化について調べ、溶接部の強度改善について検討した。

Table 1 Chemical composition of the Al-Li alloy 2090(mass%)

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Zr	Ti	Li	Al
0.042	0.080	3.023	0.004	0.011	0.006	0.014	0.103	0.027	2.042	Rem.

2. 実験方法

供試Al-Li合金母材はアルコア社製2090T83で、その化学組成をTable 1に示す。これを50x50x1.6mmの試片に切り出し、Ar雰囲気中でアーク長1mm、溶接速度4mm/s、平均電流68A(ベース電流20A,パルス電流80A,パルス幅80%,周波数300Hz)のDCENパルスTIG溶接を行った。得られた溶接部及びそれを加工熱処理した試料に対して、ビッカース硬度測定、引張試験、ミクロ組織観察を行った。熱処理には大気炉を用い、溶体化処理は823Kで3.6ks、時効は443Kで0~430ksの範囲で行った。試験片によっては、時効前に引張試験機を用いて0~6%の予加工を与えた。引張試験は、引張方向が溶接線に垂直で平行部(寸法20x5x1.5mm)中に溶接金属を含む引張試験片を切り出し、クロスヘッドスピード 8.3×10^{-3} mm/sで室温で行った。ミクロ組織及び破面観察は、光学顕微鏡、SEM及びTEMを用いて行った。

3. 実験結果

Fig.1に、溶接部の溶接線に垂直方向の硬度分布を示す。溶接のままで硬度は、溶融部で最も低く、熱影響部も母材に比べて著しく低い。溶融部のピーク時効時における硬度分布もFig.1に示した。硬度は、時効によって上昇するものの、溶融部近傍はまだ母材に比べてかなり低い。そこで、溶接部を溶体化処理後ピークまで時効した時の硬度分布をFig.2に示す。溶体化処理によって溶接部全体の硬度がほぼ均一に低下し、時効によって上昇したが、母材硬度までは回復していない。Fig.3は、溶体化処理した溶接部に予加工を与えた後時効を行った時の、溶融部の硬度と時効時間の関係を示す。数%の予加工によってピーク時効の硬度がほぼ母材程度に回復している。以上のような種々の加工熱処理を行った溶接部の引張試験結果をFig.4に示す。引張強さは、溶接のままだが最も低く、溶体化処理後予加工を与えて時効した場合が最も高く、母材の83%程度の値を示した。溶接及び熱処理に伴うミクロ組織変化を調べた結果、母材は微細強化相が粒内に均一に析出しているが、溶接によりそれらが溶解し、粒界や亜粒界にFig.5のような粗大析出物が見られた。そのまま時効しても、粗大析出物は残留し微細強化相の均一析出が有効には得られなかったが、溶体化処理により粗大析出物が溶解し、さらに予加工を加えることでFig.6のような母材とほぼ同等の均一な微細析出組織が得られた。

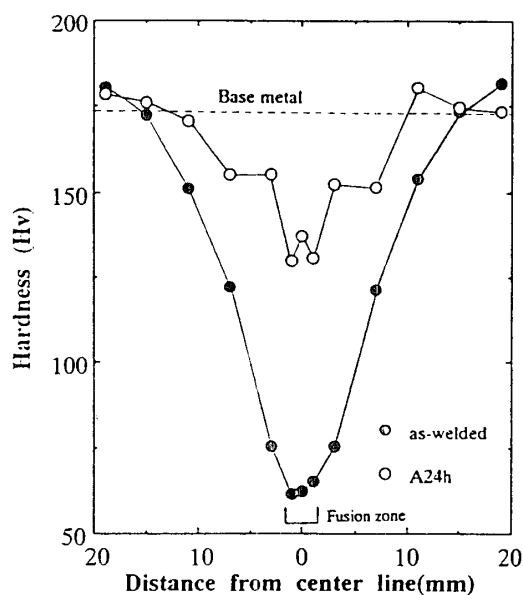


Fig.1 Hardness distribution in the weld.

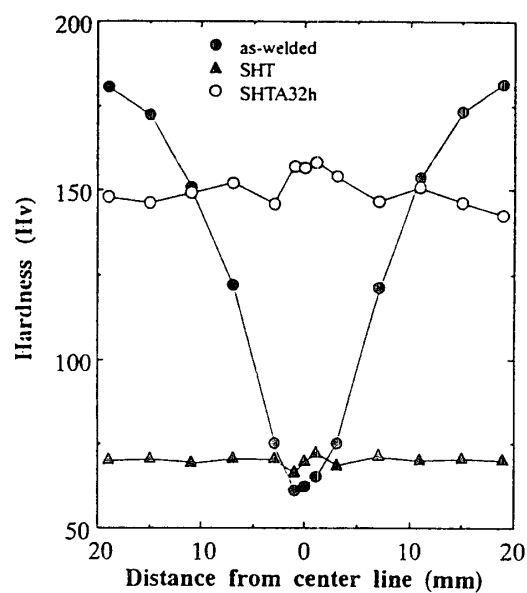


Fig.2 Hardness distribution in the weld.

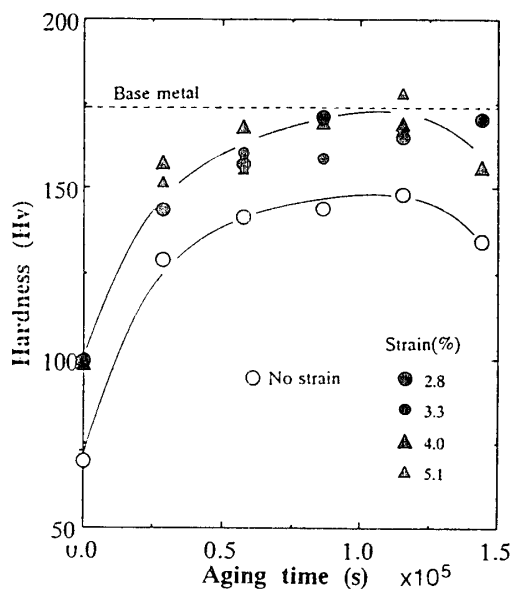


Fig.3 Hardness in the fusion zone during aging.

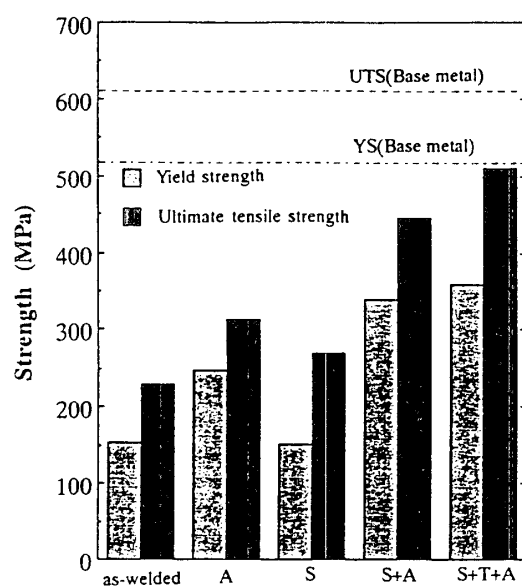


Fig.4 Effect of heat-treatment on tensile properties



Fig.5 TEM structure in as-welded fusion zone.

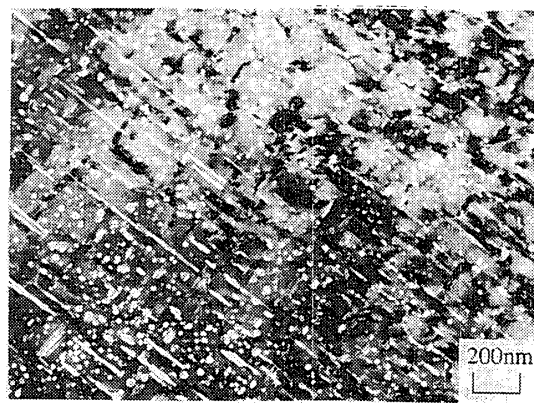


Fig.6 TEM structure in heat-treated fusion zone.