

1. 目的

Al-Fe系急凝固粉末冶金合金は、比重がやや大きい難点はあるものの、均一かつ微細な分散相を含むため、優れた耐熱性を発揮するものと期待されている。これまで、Al-8Fe-X系合金($X=Ce, Zr, Mn, Mo, Ni, Ti, \dots$)を軸に組織や常温特性がかなり詳しく調べられているが、高温強度に関する系統的な研究は少ない。本研究の目的は、Al-8Fe-2Mo合金の高温クリープ挙動およびその組織との関連を調べ、耐熱性評価のための基礎資料を得ることにある。

2. 方法

7.8mass%(4.0mol%)のFeと 2.1mass%(0.6mol%)のMoを含むAl-Fe-Mo合金の溶湯にエアアトマイジングを施して得られた急凝固合金粉末をふるい分けた後、固化、脱気を行い、さらに熱間押出により直径54mmの丸棒を得た。これより、全長60mm、ゲージ部直径7mm×長さ15mmの引張試験片を切り出し、そのまま大気中での定荷重クリープ試験に供した。変形条件は、温度 513~623K、初期応力 100~210MPaとした。

他に、等時または等温焼鈍軟化特性の調査、TEM・SEMによる組織観察も行った。また、Al-8Fe合金との対比も試みた。

3. 結果

(1) [組織] 等時焼鈍および等温焼鈍の後の室温における硬さ測定の結果(Fig.1)は、本合金の組織が673K以下で安定であることを示している。また、分散相の寸法と間隔にやや不均一さが認められるものの、直径1 μ m前後の非常に微細な結晶粒組織より成っていた(Fig.2)。

(2) [破断時間, 延性] 本合金は例外なく正遷移→定常→加速の3つのクリープ段階を経て破断に至った。破断時間は定常クリープ速度に反比例した(Monkman-Grant則)。伸びは高温・高応力ほど増大し、破面は延性的なディンプル模様を呈した。

(3) [クリープ速度式] 定常クリープ速度と応力との間にべき乗則 $\dot{\epsilon}_s \propto \sigma^n$ が成立した(Fig.3)。ここに、 $n=30 \pm 3$ で分散強化合金特有の大きな値となった。また低クリープ速度側にいわゆるThreshold Stressの存在を示唆する曲線の立ち上がりが認められた。ヤング率の温度依存性を補正したクリープの活性化エネルギーは $250 \pm 40 \text{ kJ mol}^{-1}$ となり、アルミニウムの自己拡散の活性化エネルギー 142 kJ mol^{-1} を大幅に上回った。

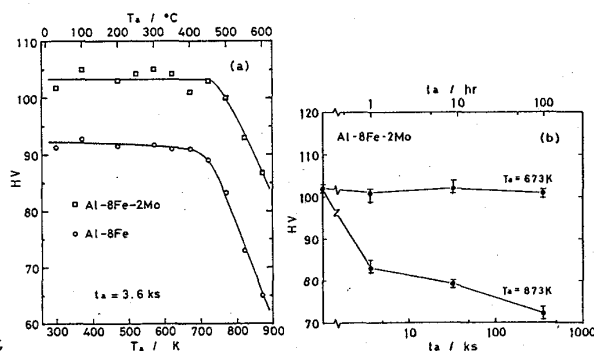


Fig.1 Room temperature hardness as a function of (a) annealing temperature and (b) annealing time.



Fig.2 Microstructure observed on the cross section of an as-extruded Al-8Fe-2Mo alloy.

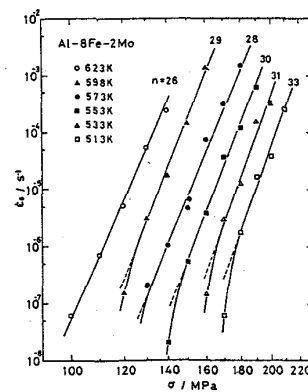


Fig.3 $\log \dot{\epsilon}_s$ vs $\log \sigma$.