

半凝固成形した AZ91D マグネシウム合金の加工熱処理

マグネシウム合金は、実用金属のなかで最も軽い金属として、高比強度、高比剛性などの優れた機械的特性を持っている。また、プラスチックに比べリサイクル性、電磁遮蔽性および放熱性も良好であることから、チクソモールド法やダイキャストなどにより成形され、あまり強度を必要としない電子機器の筐体などに利用されてきている。しかし、マグネシウムの結晶構造は最密六方格子であるため、その特性として延性に乏しく、加工硬化率が大きく室温での塑性加工が困難である。それ故に、押出、圧延および鍛造などの加工技術の利用が少ない。そのため、軽量かつ高強度な部材が要望される航空宇宙・自動車では、利用が進んでいないのが現状である。

近年、攪拌された半凝固スラリーを成形する半凝固成形は、ニアネットシェイプで、金型に対する熱負荷が少なく、省エネルギー性に優れた鑄造方法として注目されている。通常の鑄造材よりも微細で均一な組織の加工部材が得られる。一方、マグネシウム合金は、300℃以上では塑性加工性が向上し、押出加工が可能となり、動的再結晶化することで結晶粒の微細化が期待できる。

そこで、当所では、半凝固成形した AZ91D マグネシウム合金の加工熱処理による高強度な材料の開発を試みた。この方法ではα相の固相率が、組織および引張強度特性に大きく依存すると考えられる。そこで、半凝固成形時の溶湯温度を 650℃（固相率 0%）、590℃（固相率 13%）、580℃（固相率 42%）、570℃（固相率 56%）の 4 水準で実験を行った。図 1 は、各固相率で半凝固成形したピレットの熱間押出加工材（T6 熱処理）の光学顕微鏡組織である。固相率 0%を除いて、白い部分が半凝固成形時のα相（固相）で、黒い部分がβ相（共晶相）である。押出方向に配向した平均結晶粒径はそれぞれ 34 μm（固相率 0%）、2.7 μm（固相率 13%）、4.7 μm（固相率 42%）、10 μm（固相率 56%）であり、半凝固成形した試料は液相成形した 0%材に比べいずれも結晶粒が微細化された。

図 2 は、熱間押出材（T6 熱処理）の固相率

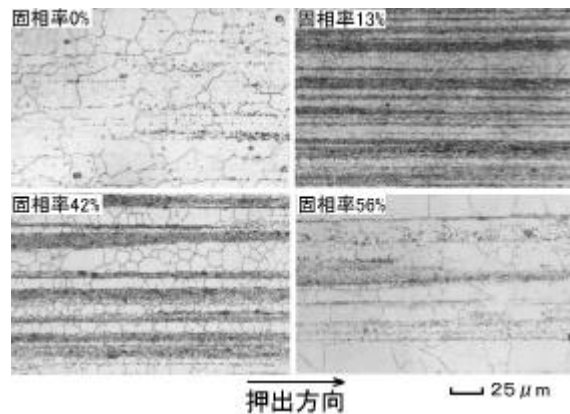


図 1 熱間押出材の組織(T6 熱処理)

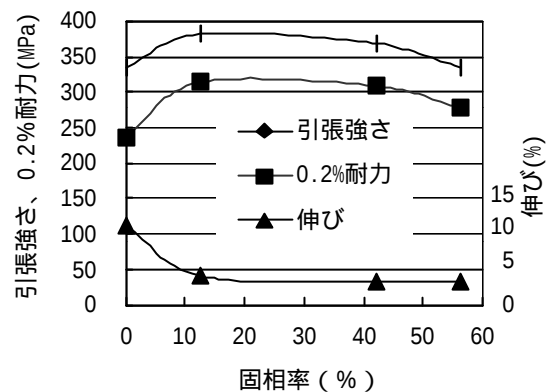


図 2 熱間押出材の固相率と引張強さ、0.2%耐力および伸びとの関係（T6 熱処理）

と引張強さ、0.2%耐力および破断伸びの関係を示す。0.2%耐力および引張強さは、組織写真からも明らかなように、平均結晶粒径に依存し、最も結晶粒が微細な 13%材が高強度を示した。また、伸びについては、固相の晶出とともに減少し、13%以上の固相率では一定値を示した。一方、押出加工前の半凝固成形材の引張強さ、0.2%耐力および伸びは、それぞれ 149MPa、127MPa、1.6%であった。固相率 13%材は、半凝固成形材に比べ引張強さ、0.2%耐力および伸びが約 2.5 倍に向上した。

このように、難加工性の AZ91D マグネシウム合金での半凝固成形と加工熱処理の組合わせは、引張強度特性が大幅に改善されることから、高機能材料を得る方法として有望であると考えられる。

（技術支援部加工技術室 長田貢一）