

1. はじめに

Al-Mg 系合金の普通ダイカストでは、鑄巣や凝固割れが発生しやすいことから、高靱性の合金特性を十分活かしてきれていない。セミソリッドダイカストは健全な製品を得る手法として注目されており、この合金系に適用した場合、欠陥が改善され、高靱性が達成される可能性がある。また、リサイクルの進展に伴い、合金地金に不純物元素が増加し、これによるダイカストの機能性への影響が問題となる。

そこで、本研究では、比較的均一な組織形態が得られるセミソリッド法（半凝固法）によって Al-Mg 系合金ダイカストを鑄造し、その機械的性質を評価し、さらに、その特性に及ぼす不純物元素の影響を検討した。

2. 実験方法

Al-4.0mass%Mg 合金を基準として Mn、Si、Ti、Fe を順次添加し、表 1 に示す種類の合金 5 種を溶製した。型締め力 250t のナノキャストマシンを用いて、金属製カップへの注湯温度を 973K とし、冷却過程で電磁攪拌を行った後に 513~533K の金型温度で鑄造した。試験片の肉厚寸法はゲートから順に 9、7、5、3、1mm である。試験片の 7 mm 厚部より JIS 7 号引張試験片を加工し、3 mm/min のクロスヘッド速度で引張試験を行った。光学顕微鏡によるミクロ組織観察と走査型電子顕微鏡による破面観察から、強度特性に及ぼすミクロ組織の影響を検討した。また、一部の試料はエネルギー分散形分光器によって晶出相の構成元素を調べた。

3. 実験結果及び考察

ミクロ組織観察から、半凝固ダイカストの表面に 3~5 μm の微細晶からなるチル層が形成される。内部は半凝固過程で晶出した 50 μm 径の粒状

晶が観察され、合金組成によって共晶部の晶出相が異なる。A 組成では Al-(Mn、Fe) が観察され、Si 量の増加に伴い Al-Mg₂Si 共晶領域が拡大する。

Ti 添加による晶の結晶微細化効果は認められない (D 及び E)。E 組成では、やや粗大な針状の Al-Mn(Fe) が観察される。

図 1 に機械的性質に及ぼす Si 量の影響を示す。Si 量が増加するに従い引張強さが増加する。伸びは低下するが、0.4mass% 以上では、その低下は小さい。晶のビッカース硬さは不純物元素量が増加するに従い、わずかに増加する。破面観察より Si 量の増加に伴い、共晶破断が多くなる傾向にある。破面近傍では共晶および金属間化合物の晶出相に亀裂が観察される。チル層内に生じた亀裂も同様である。従って、共晶の量と分布及びチル層内の微細組織の形態が強度特性に大きく影響を及ぼす。

4. まとめ

Al-Mg 系合金にセミソリッドダイカスト法を適用することによって機械的性質のばらつきが小さく、高品質なダイカストが鑄造可能である。強度特性は Si 量との相関が認められる。Si 量の増加に伴い、引張強さは増加し、各組成での偏差は ±5MPa と非常に小さい。伸びは Si 量の増加や Fe 添加によって低下するが 13~22% と高い値を示す。不純物元素量の増加によって金属間化合物の晶出相が増加するが、半凝固法特有の組織形態によって引張強さのばらつきや伸びの低下を抑制する。

表 1 試料の化学組成 (mass%)

Alloy	Mg	Si	Fe	Mn	Ti	Al
A	3.97	0.09	0.13	0.44	0.01	Bal.
B	3.81	0.43	0.13	0.80	0.01	Bal.
C	3.85	1.07	0.13	0.79	0.01	Bal.
D	3.83	1.07	0.13	0.77	0.11	Bal.
E	3.86	1.04	0.57	0.76	0.12	Bal.

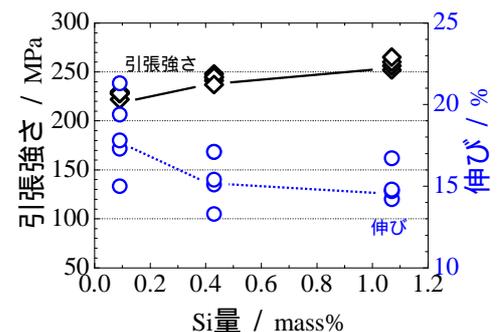


図 1 機械的性質に及ぼす Si 量の影響

*1) 先端加工グループ