

アルミニウム合金砂型鋳物の組織と引張特性に及ぼす鋳物砂の影響

金属材料科 岩澤 秀 磯部佑太
株式会社浅沼技研 高橋正詞 上久保佳則 杉浦泰夫

Effects of Molding Sand on Microstructures and Tensile Properties of Aluminum Alloy Sand Castings

IWASAWA Shigeru, ISOBE Yuta, TAKAHASHI Masashi,
KAMIKUBO Yoshinori and SUGIURA Yasuo

Keywords : Aluminum alloy, Molding sand, Microstructures, Tensile properties

異なる鋳物砂を用いて鋳造した AC4CH アルミニウム合金鋳物の組織及び引張特性に及ぼす鋳物砂の影響を調べた。造型は、珪砂（天然砂）、人工砂及び鉄球を用いた。鋳物の DAS II（デンドライト 2 次枝間隔）は、天然砂、人工砂及び鉄球の順に小さくなった。鉄球を用いた砂型で製造した AC4CH 合金の引張強さは珪砂及び人工砂を用いたものに比べて高く、特に T6 材の伸びは 50% 向上した。これらの引張特性の向上は、鉄球を用いたことで冷却が速まり、初晶 α -Al 相及び共晶 Si 相が微細になったためと推察された。

キーワード：アルミニウム合金、鋳物砂、凝固組織、引張特性

1 はじめに

アルミニウム合金砂型鋳造は、形状自由度が高く複雑形状の鋳物製品に対応できるが、砂種によって溶湯からの凝固時の冷却速度が異なり、鋳物品質に大きな影響を及ぼす。本研究では、異なる砂種を用いて造型した砂型に AC4CH アルミニウム合金（以後 AC4CH 合金）を鋳造した鋳物の組織及び引張特性に及ぼす砂種の影響を調べた。

2 方法

使用した砂種は、珪砂（主成分 99.8%SiO₂、粒度約 110 μ m）、人工砂（主成分 79%Al₂O₃、14%SiO₂、粒度 150 μ m）及び鉄球（スチール球、粒度 110 μ m）とし、JIS4 号試験片の模型を使用し、造型した。鉄球は、主型を珪砂で造形し、肌砂（鋳物に接する部分）として使用した。それぞれの砂型に AC4CH 合金を 720℃ で注湯した。T6 処理は、535℃ × 8 時間の溶体化処理後、155℃ × 6 時間の人工时效処理とした。鋳造のまま材（以後 F 材）及び T6 材についてミクロ組織観察及び引張試験を行った。凝固過程の違いを検討するために、各砂型におい

て、JIS4 号試験片つかみ部の中心部にガラス被覆熱電対を挿入し、注湯後の溶湯温度の時間変化を調べた。

3 結果と考察

3.1 凝固組織

図 1 に注湯後の溶湯温度の時間変化を示す。初晶温度以下で初晶 α -Al 相が晶出、成長しながら溶湯温度が低下する。共晶温度で温度が停滞し、完全に固化した後、急激に低下する。初晶晶出から共晶温度までの温度低下（凝固）速度は、鉄球が 2.6℃/秒と最も速く、次いで珪砂 1.1℃/秒、人工砂 1.0℃/秒となった。また、共晶温度における停滞時間も鉄球が最も短い。珪砂及び人工砂に比べて鉄球を用いることで冷却速度が速まった。

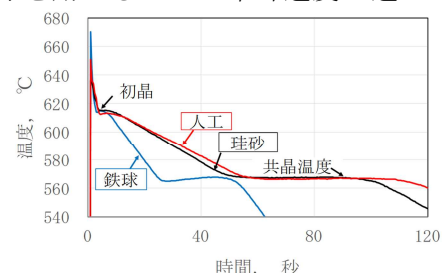


図 1 注湯後の溶湯温度の変化

図2にF材の鑄肌近傍のマイクロ組織を示す。珪砂と人工砂に比べて鉄球を使用した砂型の方が初晶 α -Al相が微細に晶出している。DASⅡを測定した結果を表1に示す。鑄肌近傍及び鑄物中心部とも鉄球を用いた鑄物のDASⅡは小さくなった。図3には、T6材の鑄物中心部における共晶Si相の形状を示す。共晶Si相は、溶体化処理により球状化した。それらの等価円直径を測定した結果を図4に示す。共晶Si相の大きさは、いずれの砂種も凝固が始まる鑄肌近傍の方が中心部より小さい。鉄球の共晶Si相は、珪砂及び人工砂に比べて顕著に小さく、DASⅡと同様の傾向を示した。鉄球を用いた場合、DASⅡ及び共晶Si相が小さくなるのは、溶湯が凝固する際の抜熱効果が最も大きく、冷却速度が速まったためと考えられる。

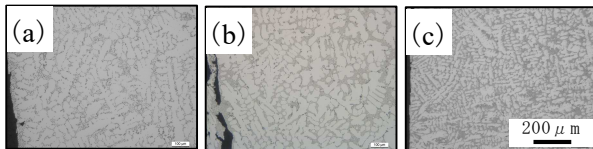


図2 F材のマイクロ組織
(a)珪砂、(b)人工砂、(c)鉄球

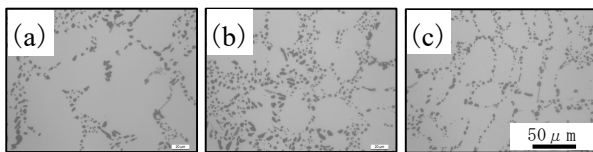


図3 T6材のマイクロ組織
(a)珪砂、(b)人工砂、(c)鉄球

表1 DASⅡ (μm)

砂型	鑄壁近傍	中心部
珪砂	29.1	39.1
人工砂	26.1	36.1
鉄球	20.0	24.0

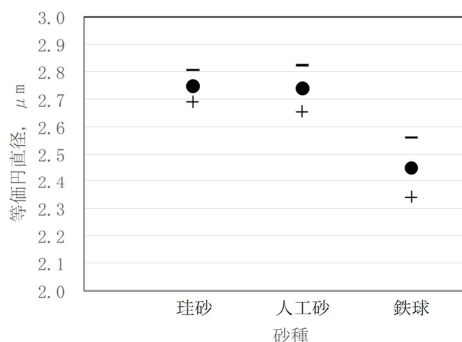


図4 共晶Si相の等価円直径
●平均、+ 鑄肌近傍、- 中心部

3.2 引張特性

図5にF材及びT6材の引張試験結果を示す。T6材は、時効析出により引張強さは大きく増加した。引張強さは、F材及びT6材ともに鉄球を用いた砂型で僅かに高くなったが、その差は小さい。

一方、珪砂及び人工砂のF材の伸びは、それぞれ9.7%、9.2%であり、T6材では僅かに低下するが、ほとんど違いは無かった。鉄球を使用した鑄物の伸びは、F材で12.5%と珪砂及び人工砂のそれに比べて30%近く、さらにT6材では50%以上向上した。冷却速度の速い鉄球を用いて製造したAC4CH合金砂型鑄物の引張特性、とくに伸びの増大をもたらした要因として、1) 共晶Si相が微細晶出し、マトリックスと共晶Si相の界面における応力集中が緩和され亀裂発生及び伝播しにくくなる、2) α -Al相(DASⅡ)が小さく、そのため共晶Si相の分布が比較的一様になり、亀裂発生及び伝播に不利な共晶Si相が凝集した部分が少なくなる、と推察された。

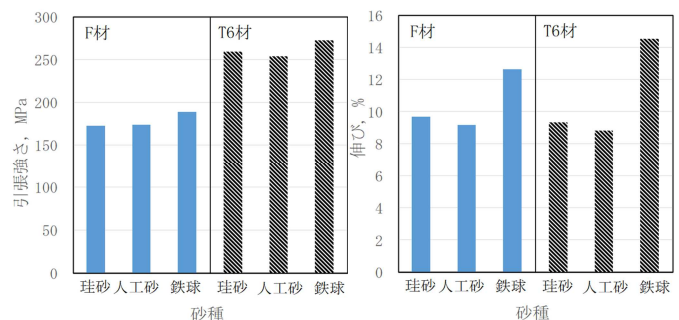


図5 引張試験結果

まとめ

- 1) 鉄球を肌砂にすることで冷却速度が速まり、DASⅡ及び共晶Si相の微細化が達成された。
- 2) 引張特性はDASⅡと共晶Si相の大きさに大きく影響され、それらが微細に晶出する鉄球砂型が高い引張強さ、特に伸びを示した。機械的性質の改善には、鉄球砂型を用いることが有効であることがわかった。

参考文献

- 1) 高橋他：アルミニウム合金砂型鑄物の機械的性質に及ぼす局部冷却の影響. 日本鑄造工学会第184回全国. 講演大会概要集, p188, 富山(2024)