

8 AC4C アルミ合金鋳物の機械的特性及び組織に及ぼす熱処理条件の影響

長岡孝, 府山伸行, 大石郁, 寺山朗, 森下勇樹, 生田三南子*

The effects of heat treatment condition on mechanical properties and structure of AC4C Aluminum alloy castings

NAGAOKA Takashi, FUYAMA Nobuyuki, OHISHI Kaoru, TERAYAMA Akira, MORISHITA Yuki and IKUTA Minako

AC4C aluminum alloy needs heat treatment to improve its mechanical properties. In this work, we investigated the effects of solution treatment and ageing on mechanical properties and structure of AC4C aluminum alloy. As a result, it was found that the sample processed by solution treatment(525°C・5hour) and ageing(160°C・3hour) had properties(tensile strength 255 N/mm², elongation 3 %, Brinell hardness 93 HBW10/500) equivalent to the alloys processed by T6 heat treatment.

キーワード : AC4C アルミニウム合金, T6 熱処理

1 緒言

砂型重力鋳造法により製造した AC4C アルミニウム合金鋳物は、船用ファンや新幹線の足回り部品などに用いられている。その中で鉄道車両のブレーキ部品等の重要保安部品では高い強度が求められており、機械的特性向上のため鋳造後に熱処理が施されている。JIS に、AC4C アルミニウム合金の T6 熱処理は、525 °C で 8 時間保持した後に急冷して溶体化処理を、160 °C で 6 時間保持して時効硬化処理を行うことが記載されている。この T6 熱処理に要する時間は合計 20 時間以上におよび、消費電力や製造リードタイムが大きな問題となっている。このため T6 熱処理品相当の性能を維持しつつ、溶体化処理及び時効硬化処理の時間短縮が望まれている。

そこで本研究では、AC4C アルミニウム合金の T6 熱処理時の溶体化処理時間と時効硬化処理時間が機械的特性や組織に及ぼす影響を調査し、熱処理条件の最適化を検討した。

2 実験方法

AC4Cアルミニウム合金(重量% Cu: 0.20以下, Si: 6.5~7.5, Mg: 0.20~0.4, Zn: 0.3以下, Fe: 0.5以下, Mn: 0.6以下, Ni: 0.05以下, Ti: 0.20以下, Pb: 0.05以下, Sn: 0.05以下, Cr: 0.05以下, Al: 残部)を砂型重力鋳造法により、砂型4号試験片を作製した。試験片の熱処理は温風炉を用いて溶体化処理を525°Cで5~8時間保持した後に急冷し、時効硬化処理を160°Cで3~6時間保持して行った。熱処理を施した引張試験片はJIS規定に従って引張試験を行い、引張強さと伸びを評価した。さらに、

*株式会社生田合金鋳造所

熱処理後の共晶Siの形態を確認するために光学顕微鏡により組織観察を行った。Si, Mg, Fe, Tiの元素について、ICP発光分光分析による成分分析を行った。

3 実験結果及び考察

表1にICP分光分析による成分分析結果を示す。Si, Mg, Fe, Tiの4元素ともJIS規格の規定値内であった。AC4C材では機械的特性において特にMg量の影響が大きく、規格範囲内でもMg量が異なると同一条件で熱処理しても機械的性質が規定値を割ることもある¹⁾。

表1 AC4C アルミ合金の成分

化学成分(%)			
Si	Mg	Fe	Ti
6.6	0.30	0.28	0.08

図1に溶体化処理時間と引張強さ及び伸びの関係を、図2に溶体化処理時間とブリネル硬さの関係を示す。引張強さ及び伸びは、溶体化処理時間が8時間から5時間に短くなるにつれて低下した。

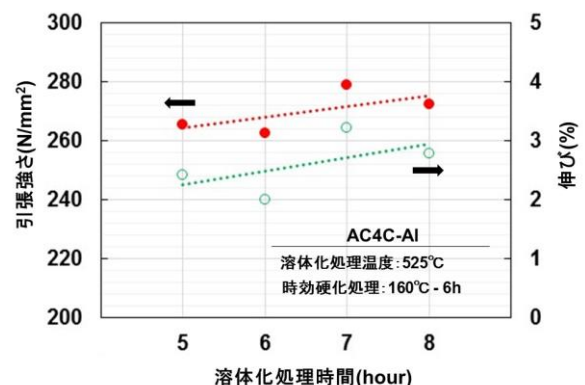


図1 溶体化処理時間と引張強さ及び伸びの関係

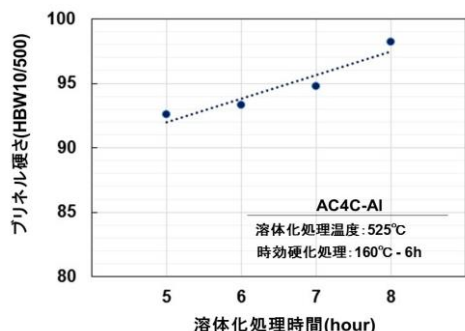


図2 溶体化処理時間とブリネル硬さの関係

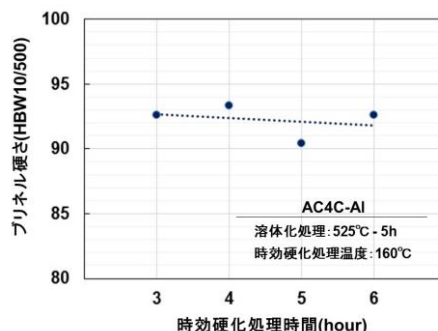


図4 時効硬化処理時間とブリネル硬さの関係

またブリネル硬さも溶体化処理時間の減少に伴い、減少傾向にあった。しかし、JISで規定されているT6熱処理時の引張強さは210N/mm²、伸びは1%以上、またブリネル硬さは85HBW10/500と規定されており、溶体化処理が5時間でも規定値を満たしていた。

図3に時効硬化処理時間と引張強さ及び伸びの関係を、図4に時効硬化処理時間とブリネル硬さの関係を示す。時効硬化処理時間が短くなるにつれて引張強さは減少傾向にあったが、伸びは増加傾向となった。引張強さと伸びは相反の関係であり、時効硬化処理時間が4~5時間の処理において引張強さと伸びは両立できると考えられる。一方硬さは、時効硬化処理時間に依存せず、明確な傾向はみられなかった。溶体化処理を525℃で5時間、時効硬化処理を160℃で3時間施した試料は、引張強さ255N/mm²、伸び3%、ブリネル硬さ93HBW10/500となり、T6熱処理品相当の機械的特性を有することが分かった。

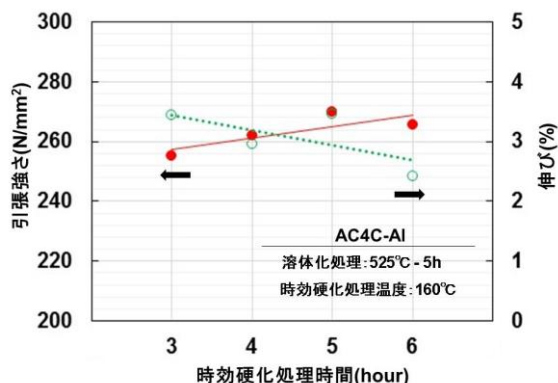


図3 時効硬化処理時間と引張強さ及び伸びの関係

図5に熱処理後のAC4Cアルミ合金の組織写真を示す。写真の灰色部が共晶Siである。共晶Siは溶体化処理時間が長くなるにつれて拡散により角がとれて丸みを持つようになり、このため応力集中が少なくなり靱性が向上すると言われている²⁾。T6熱処理を施した試料と溶体化処理5時間-時効硬化処理3時間の試料では、組織に大きな違いはなく、共晶Siも同様な形態を成している。

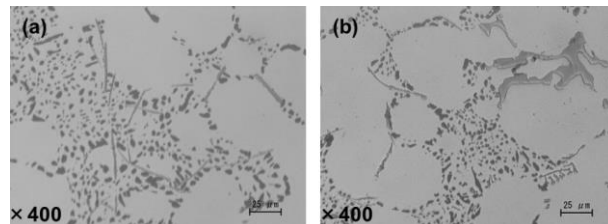


図5 熱処理を行ったAC4Cアルミ合金の組織写真

- (a) 溶体化処理時間8時間-時効硬化処理時間6時間
- (b) 溶体化処理時間5時間-時効硬化処理時間3時間

本研究では、溶体化処理を5時間と時効硬化処理を3時間施すことで、JISに規定されているT6熱処理品相当の機械的特性および組織を有する試料を得ることが可能であることが分かった。しかし、規定されていない疲労特性や衝撃値、耐食性については未知であるため、今後調査が必要である。また、今回行った熱処理条件よりも短時間の処理による諸特性の傾向を調査することも必要である。

4 結 言

重力鋳造により試作したAC4Cアルミ合金に対して、一般的なT6熱処理時間よりも短い任意の時間で溶体化処理及び時効硬化処理を行った。その結果、溶体化処理を525℃で5時間-時効硬化処理を160℃で3時間施した試料で、引張強さ255N/mm²、伸び3%、ブリネル硬さ93HBW10/500となり、T6熱処理後の規定値を満たす試料を得ることができた。今後は更なる時間短縮、JIS規定の無い疲労や衝撃特性、耐食性などの検討を行っていく。

謝 辞

本研究は(公財)くれ産業振興センターによる平成28年度地域産業活性化支援事業補助金の支援により行われたものである。

参考文献

- 1) 畑他：軽金属，28 (1978)，8
- 2) アルミニウムの組織と性質，軽金属学会 (1991)