

# 超音波 casting について

Ultrasonic Casting

朴 鎮 黙・鳥 飼 安 生

Chinmuk BAK・Yasuo TORIKAI

## 1. ま え が き

超音波の冶金工業への応用として、溶融状態または凝固過程にある金属に超音波振動を与えることによって、結晶粒の微細化、脱ガス、分散作用等により金属の諸性質を改善させることができる。前回超音波 casting<sup>1)</sup> についての概略と実験結果について組織学的な面で簡単に述べたが、引続き今回はおもに機械的性質について述べる。

## 2. 実験装置および方法

実験装置は前回のもので、2 kW 超音波発振器と 9 kc 用 Ni 磁歪振動子とを用いて実験を行なった。

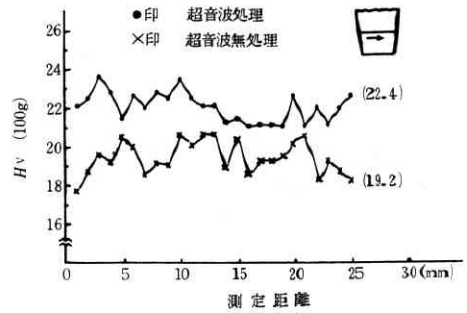
(1) Al (99.99%) についての実験 実験装置は前回使用した下部方式のものでステンレスホーン先端のねじ込みするつばはカーボン製のものを用いた。Al 90g を電熱炉で溶かし、これをカーボンのつばに注ぎ込み、溶湯がほとんど凝固するまでの間超音波振動を与え、以後炉の余熱で徐冷を行なった。振動子への高周波電気入力 150 W で、超音波照射時間は 15 分前後である。

(2) Al-Si 合金 (Al90%, Si 10%) についての実験 実験装置は前回同様上部方式のもので、ホーン先端には軟鋼にアルミナライジングしたものまたはカーボン製のものを使用した。Al-Si 合金 1 kg を溶かし、ホーン先端を溶湯中に深さ 10mm ぐらいつけて溶湯がほとんど凝固するまでの間超音波照射を行なった。振動子への高周波電気入力 200 W を一定にし、超音波照射を始める溶湯温度をいろいろと変えて行なった。このときの超音波照射時間は 10~40 分以内であった。

## 3. 実験結果および考察

2-(1) の Al についての実験結果をマクロ組織およびマイクロビッカース硬度 (荷重 100g) で比較した。マクロ組織では、超音波処理をしない Al の結晶粒が柱状晶であるのに対し、超音波処理した Al の結晶粒は相当微細化されたものや、あるいは逆に結晶粒が成長して大きくなったものもあるが、いずれも柱状晶は見られない (表紙写真参照)。

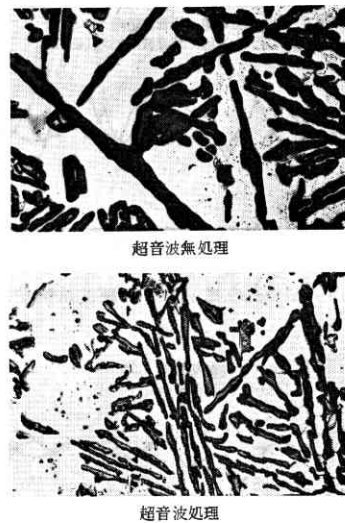
またマイクロビッカース硬度試験は試料の横、縦方向に 1mm 間隔で測定を行ない、その結果を図・1 (縦方向の図は省略) に示した。この結果で見ると超音波処理をしない Al の平均硬度が約 19 であるのに対し、超音波処理をした Al の平均硬度は 22 で、約 1/6 ぐらい硬くなっている。



図・1 Al のマイクロビッカース硬度試験結果

2-(2) Al-Si 合金についての実験結果をミクロ組織、マクロ組織、ビッカース硬度 (荷重 5 kg)、ロックウェル硬度 (HRH, 荷重 60 kg, 1/8 Ball) およびシャルピー衝撃試験等で比較した。

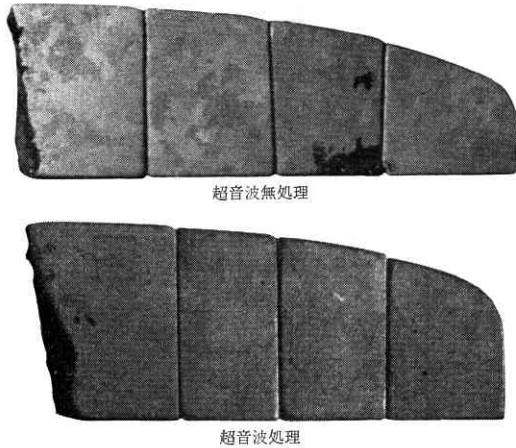
まずミクロ組織図・2 では、超音波処理をしない試料



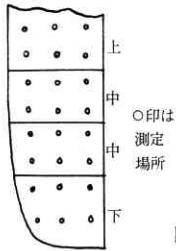
図・2 Al-Si のミクロ組織

のミクロ組織は共晶の Si が大きく、三元共晶も見られるが、超音波処理をした試料では共晶の Si が全般的に小さくなっており、三元共晶も見られず、超音波によって Si が破壊されたのも見られる (前報参照)。同じくマクロ組織図・3 でも超音波処理をしない試料は粗大な結晶をしているのに対し、超音波処理をした試料の方は非常に微細化されている。

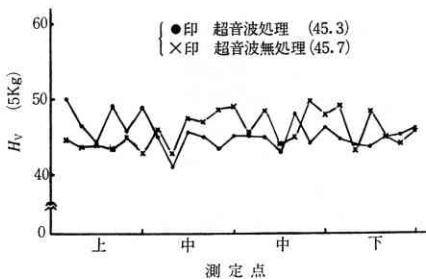
次にビッカース硬度試験は図・4 で示すように試料 1



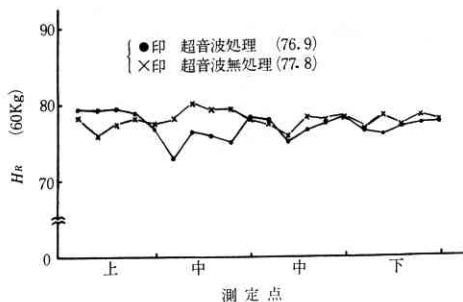
図・3 Al-Si のマクロ組織



図・4 ビッカース硬度試験



図・5 Al-Si のビッカース硬度試験結果



図・6 Al-Si のロックウェル硬度試験結果

個について 24 か所の硬度を測定し、その結果を図・5 に示した。図・5 では、超音波処理をしない試料の硬度平均値が 45.7 で、超音波処理した試料の硬度平均値は 45.3 でほとんど変わらない。同じくロックウェル硬度試験では、試料 1 個について 20 か所の硬度を測定し、

表・1 Al-Si の衝撃試験結果

試料	E 吸収エネルギー (kg-m)
超音波無処理	0.178
超音波処理	0.287

結果を図・6 に示した。図・6 で見るとおり超音波処理をしない試料の硬度平均値が 77.8 で、超音波処理した試料の硬度平均値は 76.9 であまり差はない。

そしてシャルピー衝撃試験では、超音波処理をしない試料と超音波処理した試料とから試験片 (3 号) 各 4 個を作って衝撃試験を行ないその平均値と比較した。その結果は表・1 である。この表・1 でわかるように超音波処理をしない試料に対し、超音波処理した試料の吸収エネルギーは約  $\frac{1}{3}$  ぐらい大きい値を示している。これは超音波により粘性が増したことを意味する。

実験 2-(1) の結果では、結晶粒が微細化されたものや成長して大きくなったものもあってばらつきが多く、再現性にとほしかった。その原因については前報に述べたので省略する。

実験 2-(2) の結果では、2-(1) での問題を解決するために上部方式を採用して実験を行なった結果、ばらつきもほとんどなく、再現性も得られた。

#### 4. むすび

以上 Al, Al-Si 合金の超音波製造とその結果を組織学的な面と機械的性質について簡単に述べた。

超音波の照射によって Al の場合は硬度が上がり、Al-Si 合金の場合はほとんど差はないが、粘性は増えている。

実用化の方式としては、下部方式より上部方式が有利であることを確かめた。また、軟鋼にアルミナイジングしたホーン先端は短時間使用するには問題ないが、長時間はむりである。カーボン製の先端は溶湯と反応しないよい点もあるが消耗がはげしく、溶湯とのぬれもよくない欠点もある。現在これらの諸条件を満足させるようなホーンの材料が見当たらないので、これを解決する問題が残っている。しかし実用化を行なうに当たっては他の解決方法も考えられる。たとえば溶湯と同じ材質のものでホーンを作り使用すれば可能である。

今回筆者らが行なった基礎的資料にもとづいて冷却条件のよい連続製造に應用すればもっとよい結果が得られることが期待される。(1966年9月6日受理)

#### 文 献

- 1) 朴, 鳥飼, 生産研究, 17, 8 p. 195 (1965).