

(358) 鋼塊凝固における給湯制約凝固区間

北大工学部 ○工藤昌行 工博 高橋忠義

I 目的

凝固過程における固-液共存層内液相の流動による給湯性の難易は鋳片の健全性を規定する大きな要因である。もし給湯が不足し、マクロおよびミクロ的欠陥が生成すると材料の機械的特性は低下し、経済的にも大きな損失となる。著者の一人<sup>(1)</sup>は Al-3% Si 合金を用いて固-液共存層内液相の流動による給湯性の低下が鋳片の健全性を低下させることを密度測定によって示し、固-液共存層は固相率の増加にともなう給湯の有効な凝固区間、給湯が制約される凝固区間および給湯が無効となる凝固区間の三つに分類できることを明らかにした。本研究は炭素鋼を用い、Al-3% Si 合金で用いたと同様な方法によって凝固過程の固相率増加にともなう固-液共存層内液相の流動による給湯性を密度測定から評価したものである。

II 方法

0.7% C 鋼を試料とし、内径 12 mm のアルミナルツボを用い、試料の高さは 25 mm とした。温度の制御はルツボ底部から 15 mm の高さに設定した 6・30 Pt-Rh 熱電対で行なった。試料は 1550°C で 10 分間保持後、5°C/min の冷却速度で冷却し、所定の固相率段階に対応する温度で 5 分間保持し、その後水冷した。試料は熱電対直下で切断し、下部の試料を密度測定し、後に断面の凝固組織観察を行なった。またデンドライト間を流動できる距離と液相の流動負圧と固相率との関係を導出し、実験結果と対応させることによって固相増加にともなう給湯液相の流動程度を検討した。

III 結果

Fig 1 は 5°C/min の冷却速度で冷却したときの固相率と密度との関係である。試料の密度は水冷開始時の固相率が 0 から 0.45 までほぼ一定の高い値を示し、0.45 から 0.75 付近まで急速に減少し、0.75 以上では一定の最低値を示した。この傾向は Al-3% Si 合金と同様であり、3 つの領域に区別することができる。高い密度値を示す低固相率領域は給湯がほぼ十分に行なわれたものとみなされ、この領域範囲は Al-3% Si 合金の結果とほぼ一致する。また 0.45 の固相率は押湯によってひげ巣発生を防止できる限界の固相率<sup>(2)</sup>とも近似する。一方、密度が低下した 0.75 以上の固相率では給湯性が阻害されデンドライト間には微細な凝固収縮孔が多く存在することになる。また著者らが行なった円形空孔浸出法による固-液共存層内液相の給湯静圧のみによる流動限界固相率はこの冷却速度では 0.66 であり<sup>(3)</sup>、本研究結果での給湯限界固相率はそれより 9% 程高い値を示し、凝固収縮による負圧の増加が液相をより高い固相率まで流動させるものとみなせる。

さらに固-液共存層内液相が凝固収縮によって流動できる距離 L と流動負圧 ΔP との比は次式のように表わされる。

$$L/\sqrt{\Delta P} = \{k f l^{-1/2} / (\pi r)^2 \mu V \beta\}^{1/2}$$

k は透過率<sup>(3)</sup>、f は液相率、n は流路数、μ は粘性係数、V は凝固速度、β は β/(1-β) であり、β は凝固収縮率である。(いま n、V を一定として、L/√ΔP と固相率との関係を求めると、L/√ΔP は固相率の増加とともに急速に減少し、その傾向は Fig. 1 に一致する。

(1)高橋 他: 日本金属学会予稿集, (1981), p.482. (2)与田 他: 軽金属, 31, (1981), p.637. (3)高橋 他: 鉄と鋼, 6, (1982), p.623.

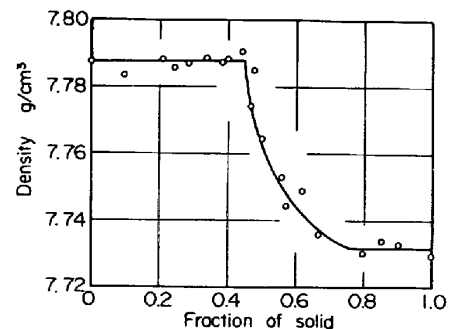


Fig. 1 Relation between density and the fraction of solid.