

## (71) 鋼の固相線温度算出式について

(連続鋳造の凝固に関する基礎研究-V)

日本鋼管(株)技術研究所

工博 川和高穂

。土田 裕

1. 緒言；鋼の凝固を論ずる場合、凝固終了温度は重要であり不可欠である。しかし実際には、測温のみによる決定が困難である。また、鋼の組成から固相線温度を算出する式について少数の報告例1)~2)はあるが、いまだ確立されていない。ここでは、鋼の凝固がマイクロ偏析を伴ったデンドライト生長によって進行することに注目し、その樹間の溶質濃縮程度から固相線温度算出式を確立したので報告する。

## 2. 方法；

(1)デンドライト二次アーム間の最大溶質濃度：既報<sup>3)4)</sup>の連続鋳造のモデル実験で得られた鋳塊の、マクロ的にはほぼ一定な溶質分布を示す柱状晶領域から二次アーム間隔の異なる三種類の試料を採り出し、樹間における[C]、[Si]及び[Mn]の最大溶質濃度をXMAにより測定した。なお、XMAのビーム径は50 $\mu$ mであり、測定結果を図1に示す。図1から、[C]は凝固過程で固相拡散していることがわかる。

(2)実測値と凝固モデル式の固相率の関係：各測定最大値とモデル式の液相濃度に対応する固相率の関係は表1、2のようになる。ここで使用したマイクロ偏析のモデル式は、固相中の溶質拡散が比較的速い[C]の場合には $C_L = C_0(1 - f_s / (1 + K_0))^{K_0 - 1}$ ① [Si]と[Mn]の場合 $C_L = (1 - f_s)^{K_0 - 1}$ ②である。(C<sub>L</sub>: 界面液相濃度, C<sub>0</sub>: 初期濃度, f<sub>s</sub>: 固相率, K<sub>0</sub>: 平衡分配係数, また $\beta = \theta f D_s / L^2$ で $\theta f$ : 部分凝固時間, D<sub>s</sub>: 固相中の溶質拡散係数, L: デンドライト二次アーム間隔の1/2)

表1. [C]の樹間最大溶質濃度の測定値と計算値 (K<sub>0</sub><sup>c</sup>=0.15, D<sub>s</sub><sup>c</sup>=5×10<sup>-7</sup>cm<sup>2</sup>/sec)

二次アーム間隔( $\mu$ m)	XMAの最大値(Wt%)	C <sub>L</sub> 計算値(Wt%)			初期濃度C <sub>0</sub> (Wt%)	$\beta$ ( )内 $\theta f$
		f <sub>s</sub> =0.8	f <sub>s</sub> =0.85	f <sub>s</sub> =0.9		
100	0.82	0.48	0.59	0.76	0.136	0.24(12sec)
300	0.71	0.46	0.56	0.71	0.136	0.33(150sec)
500	0.58	0.40	0.47	0.57	0.134	0.67(840sec)

表2. [Si]、[Mn]の樹間最大溶質濃度の測定値と計算値

合金元素	XMAの最大値(Wt%)	C <sub>L</sub> 計算値(Wt%)			初期濃度C <sub>0</sub> (Wt%)	平衡分配係数K <sub>0</sub>
		f <sub>s</sub> =0.7	f <sub>s</sub> =0.8	f <sub>s</sub> =0.9		
Si	0.49	0.41	0.45	0.56	0.28	0.7
Mn	1.1	1.04	1.13	1.30	0.82	0.8

※ XMAの最大値は、二次アーム間隔S<sub>II</sub>=300 $\mu$ のものを代表値とした。

(3)初期濃度と樹間最大濃縮度の関係：測定値と計算値を比較すると、f<sub>s</sub>=0.8~0.9でよく一致する。従って、測定しない固相中溶質拡散の小さな他元素も、②式のf<sub>s</sub>=0.8なるC<sub>L</sub>で求め、初期濃度に対する濃縮係数が決定される。なお[C]については、冷却速度により変化するため、二次アーム間隔をパラメータとして実測値を使用した。( [C]は、凝固点降下度が特に大きい事も考慮している。 )

(4)凝固点降下度：Fe-Me二元状態図<sup>5)</sup>の温度降下係数と(3)の関係から、凝固点降下度を決定する。

3. 結果：樹間の濃縮度のうち、特に凝固点降下度の大きい[C]のそれが冷却速度、即ち二次アーム間隔に依存して変化する。従って[C]の項は二次アーム間隔S<sub>II</sub>( $\mu$ m)をパラメータとし、固相線温度は、

$$T'_S = 1536 - \{ (507.2 - 0.33 S_{II}) \%C \} + 12.3 \%Si + 6.8 \%Mn + 124.5 \%P + 183.9 \%S + 4.3 \%Ni + 1.4 \%Cr + 4.1 \%Al \} \quad \text{で表わされる。}$$

1)平居, 金丸, 森; 第5回凝固現象協議会資料, 2)鈴木, 長岡ら; 日本金属学会誌 32(1968)1301,

3)著者ら, 鉄と鋼 59(1973)S78, 4)同S379, 5)Max Hansen; Const. of Binary Alloys (1958),

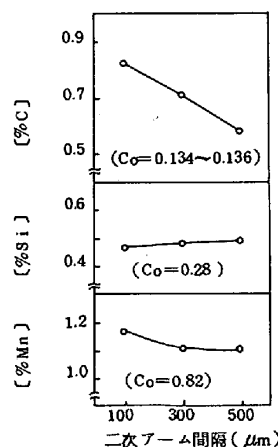


図1. デンドライト二次アーム間隔と樹間最大溶質濃度の関係